KOHÁSZATI lapok

30630/4

100. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

1. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 100. ÉVFOLYAM • 1—48. OLD. • BUDAPEST, 1967. 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, 318-928

Венгерский Журнал Металлургии

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

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztő:
DR. PILISSY LAJOS
RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
ÁRKOS FRIGYES
BALÁZS FÜLÖP
CHAPÓ ELEK
CSEH MIKLÓS
DR. CSEPIGA ZOLTÁN
DR. HAJTÓ NÁNDOR
DR. KÁLMÁN SÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
DR. LÁNYI BÉLA
MARCSIS LÁSZLÓ
NAGY ZOLTÁN
PINTÉR ENDRE
PŐCZE LÁSZLÓ
RÉFI-OSZKÓ ISTVÁN
ROMWALTER ALFRÉD
SELMECI BÉLA
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÁRHELYI REZSŐ

Felelős kiadó:
SALA SÁNDOR
igazgató

MEGJELENIK HAVONKÉNT

Index: 25,445

TARTALOM

Választmányi ülés Gellénházán 1
Dr. Fuchs Erik: Gyártásközi minőségellenőrzés sorozatban végzett fémmikroszkópos szövetszerkezet-vizsgálattal 9
Dr. Gulyás József: Az egyszerű dinamikai anyagvizsgálati módszerek sajátosságai 14
Dr. Pilter Pál: Ferromangán-gyártás 22
Dr. Pataky Balázs: Kis adalékok hatása a Mn-Zn ferritek fajlagos ellenállására 30
Szabványosítási hírek 13, 37
Műszaki és gazdasági hírek 21, 38
Egyetemi hírek 34, 35
Könyvismertetés 35
Hírek a KGST-országokból 36, 37
A vaskohászat rövid hírei 37
Montanunió 1966. évi acélkongresszusa 38

FÉMKOHÁSZAT

Anatolij Ivanovics Beljajev professzor jubileuma 39
Juhász—Orbánné—Matula: A nátrium-alumínium szilikátok kémiai összetételének, szerkezetének vizsgálata és a Bayer-eljárás marónátron veszteségeinek csökkentése 40
Dr. Domony—dr. Rottné: Alumínium-készáruiparunk fejlődése, eredményei és perspektívája 45

ÖNTÖDE

IV. Öntő Napok 1
Könyvismertetés 18
Dr. Varga F.: Az eutektikus cella és a grafit alakulása ipari öntöttvasakban és a módosítás hatása 19
Egyesületi hírek 22
Szabványosítási hírek 23
Könyvismertetés 24

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft.

KOHÁSZATI LAPOK
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.
67.1., 3030 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.
Csekkszámla-szám: egyéni 61.254, közületi 61.066 (vagy átutalás a MNB 8. sz. folyószámlájára)
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62.

KOHÁSZATI LAPOK

1967. ÉVI TARTALOMJEGYZÉKE

2000 - 911

2000 ÁPR 3.

NAGYOBB CIKKEK SZERZŐK SZERINT CSOPORTOSÍTVA

Oldal

Altnéder János: A Dunai Vasmű fenéktüzelésű mélykemencéinek fajlagos hőfogyasztása (KL) 201
Altnéder János: Léghevítők hatásfokának meghatározása és növelése (KL) ... 443
Dr. Arató Jenő: Az alumínium-fólia felhasználás alakulása (KL) ... 182
Dr. Arató Jenő: Észrevételek Mészáros György hozzászólásához (KL) ... 383
Dr. Balázs Endre—Ádám János: Az alumínium elektrolizáló kádak áramhatásfoka és oldalhőszigetelése közötti összefüggés vizsgálata (KL) 316
Dr. Balázs Endre—Farkas Ferenc—Kovács Ferenc—Örkényi József: Örvényáramú, roncsolásmentes, mérési módszer az alumíniumkohászat szén és grafitféleségeinek minősítéséhez (KL) 67
Dr. Balázs Endre: Anatolij Ivanovics Beljajev professzor jubileuma (KL) ... 39
Balázs Fülöp: Hidegen hengerelt transzformátorszalagok termomechanikai kezelése (KL) ... 257
Bartsch Ottó: Az alumíniumkohók villamosenergia felhasználása (KL) ... 228
Benedek Pál: Gazdaságos sajtolt alumínium idomrudak teherviselő alumínium szerkezetekhez (KL) ... 422
Beyer—Borgner—Daut (ford. *Tóth Ferenc):* Egyes szennyezők hatása az alumínium villamos vezetőképességére (KL) ... 366
Bodrogi József: A fajlagos nyúlás megállapítása csövek szakítókísérletéből (KL) ... 398
Bolgár Gábor: Spektrográfiai vizsgálatok a tűzállóiparban (KL) ... 217
Dr. Bujdosó Ernő—Miskei Mihály—Ormos György: Néhány nyomszennyező meghatározása nagytisztaságú galliumban és galliumerzenidben neutronaktivációs analízissel (KL) ... 236
Csontos István: Homokformába öntött, nagyméretű gömbgrafitos hengerek gyártásának tapasztalatai (Ö) ... 78
Csoport Dezső: Kohászati vízgazdálkodás (KL) ... 300
Dr. Domony András—Dr. Rott Nándorné: Alumínium-készáruiparunk fejlődése, eredményei és perspektívája (KL) ... 45
Dubiel, W.: A forró szeles kupolókemencék és a kokszbrikett alkalmazásának energetikai előnyei (Ö) ... 283
Dr. Eugeniusz Mazanek—Dr. Stanislawa Jasienska: Néhány tényező hatása az önjáró zsugorítvány minőségének alakulására. (KL) ... 534
Dr. Farkas Ottó: A MgO-, Al_2O_3 és BaO-tartalom hatása nagyolvasztósalak viszkozitására (KL) 165
Dr. Farkas I. Zoltán—Pintér András: A gépesítési fok meghatározása a termelési volumen és az önköltség függvényében (Ö) ... 145
Felner Sándor: Lesznek-e szakmunkások a jövő öntödéiben? (Ö) ... 188
Dr. Fekete László—Bódi Dezső: Elektrolit-mangán nagylaboratóriumi előállítása Úrkúti karbonátos mangánércből (KL) ... 413
Fryderik Staub—Dr. Jerzy Tymowski: A karbontartalom túlságos növekedése felületi rétegekben a Cr-, CrMn-típusú acélok cementálásakor (KL) 570

Oldal

Dr. Fuchs Erik: Gyártásközi minőségellenőrzés sorozatban végzett fémmikroszkópos szövetszerkezet vizsgálattal (KL) ... 9
Gegus Ernő—Paksy László: Acélok oldatos spektrometriás elemzése (KL) ... 511
Gerencsér József: Mozgatott hőtároló anyaggal működő regenerátorok (KL) ... 111
Dr. Gondár Jenő: Hengerelt szerelvények fajlagos keresztmetszeti modulusa (KL) ... 505
Görög Márton: A nagykanizsai földgázpóttüzelésű kupoló metallurgiai vizsgálatai (Ö) ... 127
Gruber Imre—Szikszay Pál: Mannesmann rendszerű csőlyukasztó hengersorok lyukasztási elmélete és technológiája (KL) ... 157
Dr. Gulyás József: Az egyszerű dinamikus anyagvizsgálati módszerek sajátosságai (KL) ... 14
Györgyi Ferenc: Az acélok hegeszthetősége (KL) 289
Hédai Lajos: Az égési és hőátadási viszonyok javítása földgáztüzelésű SM-kemencében (KL) ... 262
Hencsey László hozzászólása *Pintér András:* Acélöntödei olvasztóeljárások összehasonlítása c. közleményéhez (Ö) ... 91
Dr. Hoffmann Pál: Az alumíniumtuskók kábelipari feldolgozásának minőségi feltételei (KL) ... 185
Dr. Hoffmann Pál: A hőkezelés szerepe az alumínium kábelipari feldolgozásakor (KL) ... 426
Dr. Hoffmann Pál: Az alakítás szempontjai az alumínium kábelipari feldolgozása során (KL) ... 470
Horváth János: A földgáz és olaj felhasználásának eredményei a vaskohászatban (KL) ... 60
Horváth János: Acélhengerművek általános helyzete (KL) ... 211
Horváth János: Vaskohászatunk energetikai fejlesztési célkitűzései (KL) ... 247
Dr. Horváth János: Hazai szenekből készült kohókoksz felhasználása (KL) ... 393
Dr. Horváth Zoltán: A reakciókinetika alapfogalmai és legújabb eredményei. I—II. rész (KL) 389, 455
Dr. Horváth Zoltán: Termodinamikai alapfogalmak (KL) ... 241
Hoznek János: Szerkezeti anyagok időleges szilárdsági adatainak extrapolálása (KL) ... 295
Imre József—Marechal Károly: Vasúti vontatómotorok három réteges marokcsapágyának öntése (Ö) ... 81
Ivócs László: SM-kemencék regenerátor-rácsozatának tartósságnövelési lehetőségei (KL) ... 408
Dr. Jan Goczal—Jan Golak—Julian Lasota: Új módszer szalagok homogenizáló hőkezelésére közvetlen ellenálláshevítéssel (KL) ... 564
Juhász Ádám—Horváth Ferencné—Matula Miklós: A nátrium-alumínium-szilikátok kémiai összetételének, szerkezetének vizsgálata és a Bayer-eljárás marónátronveszteségeinek csökkentése (KL) ... 40
Jur Piszak: Magyar Öntő Barátainkhoz (Ö) ... 265
Kalmár Elemér: Kromatográfia a kohászati elemzésben (KL) ... 356
Dr. Karlik Nándorné—Csontos István: Kéreghengergyártáshoz használt néhány ferroötvözet oldódásának vizsgálata lángkemencében radioaktív izotópok segítségével (Ö) ... 253

Oldal

Kazimierz Lewandowaki: Szürke és gömbgrafitos öntöttvasból készült kokillák élettartamának összehasonlítása (KL) 546
Dr. Kazimierz Mamro—Jan Taborski—Henryk Serwicki—Witold Miskiewicz: A finomítás időtartamának hatása a csapágyacél minőségére (KL) 558
Dr. Káldor Mihály—Bárczy Pál: Terhelőerőtől független keménységi mérőszám és meghatározása (KL) 340
Kálmán István: Az öntvénytisztító préslégszerszámok portalanítási kísérletei (Ö) 258
Kálmán Lajos—Rácz Ottó—Rácz József: Meleg magszekrényen magkészítés kísérletei a Csepeli Vas- és Acélöntödékben (Ö) 193
Kárpáti Judit—Máthé György: Acélöntödei homokelőkészítő portalanításával szerzett tapasztalatok (Ö) 226
Kincses István: Automatán pontosan kovácsolt félgyártmányok minőségi előnyei a vízszintes kovácsológépeken gyártottakkal szemben (KL) 501
Dr. Kiss Ervin: Acélok melegfolyatása (KL) 450
Korolkov N. M.: A telítetlen rétegmagasság és az áttörési idő meghatározása a germánium szorpciójának anioncserélő gyanta használatakor (KL) 480
Kovács László: Kupolókemencében olvasztott lemezes grafitos öntöttvasak találati biztonsága (Ö) 232
Dr. Krucinski, M.: Vákuumkamrában öntött vagy üstben gáztalanított acél nemfémes zárványai (KL) 541
Dr. Krucinski, M.—Dr. Osika, Z.—Hansel, W.—Chorobik, A.: Az acélfürdő karbonizálása a karbonizáló anyagoknak sűrített levegővel történő befúvatásával (KL) 552
Dr. Kulcsár József: Üveg melegalakítására alkalmas öntött szerszámanyag (Ö) 185
Laár Tibor—Zakarné Endrődi Mária: Az öntési körülmények hatása azonos összetételű kohóalumínium adagból származó lemezek minőségingadozására (KL) 86
Dr. Laboda Sándor: Nemesfémek és nemesfémötvözetek, mint a villamosipar érintkezőanyagai (KL) 79
Dr. Lányi Béla: A szénanód szerepe az alumínium elektrolízisében (KL) 72
Dr. Lévárdi Ferenc: A Nagy Októberi Szocialista Forradalom 50. évfordulójára (KL) 578
Lovasi József: Kísérletek alumínium és egyéb anyagok fluortartalmának gyors meghatározása (KL) 530
Lwowicz, P.: A melegrepedés keletkezésének magyarázata körüli nézeteltérések (Ö) 274
Meier, J. W.: Nagyszilárdságú könnyűfémötvözetek kutatása, I. rész. (Ö) 39, 66
Mészáros György: Hozzászólás *dr. Arató Jenő:* Az alumínium fólia felhasználás alakulása c. cikkéhez (KL) 383
Mészáros István: Acélöntésű harangok gyártása a diósgyőri acélöntödében 1917-től napjainkig (Ö) 158
Dr. Mocsy Árpád: A gyengén ötvözött öntöttvas mechanikai és technológiai tulajdonságai (Ö) 121
Dr. Mocsy Árpád: Ismétlődő izzítás hatása az ötvözött öntöttvas szövetstabilitására és hőtágulására (Ö) 217
P. Nagy Gusztáv: Miért hívják kupolónak az öntödei aknás kemencét? (Ö) 236
Dr. Nándori Gyula—Jónás Pál: Vasöntvények felületi minőségének összefüggése fémoxidok és szilikátok reakcióképességével (Ö) 59
Neményi Rezső: A gázcementálás fejlesztése (KL) 119
Németh Emil: A hidegen alakított acélok arányossági határának tranziens állapota (KL) 404
Óvári Antal: Az ózdi vasmű alapításának és első üzeméveinek vázlatos története I—II. rész (KL) 437, 485
Örkényi József—Pőcze József—Dr. Balázs Endre: Alumínium elektrolizáló kádak katódain-beágyazásának vizsgálata (KL) 525

Oldal

Pachowski, M.: Kifáradási gödrösödés gömbgrafitos öntöttvasból öntött görgőben és fogaskerekekben (Ö) 279
Palmrich, A.: Beköszöntő (KL) 533
Dr. Pataky Balázs: Kis adalékok hatása a Mn—Zn-fajlagos ellenállására (KL) 30
Patarícza Imre: MONTANUNIO 1966. évi acélkongresszusa (KL) 38
Papy József: Eljárás dróthúzógyűrűk tartósságának meghatározására (KL) 97
Pásztor Gedeon: A réz dezoxidálása indukciós vákuumkemencében (KL) 519
Pető Márton: A gazdaságos formázási mód kiválasztása, különös tekintettel a formázás gépesítésére (Ö) 241
Dr. Pilter Pál: Ferromangán gyártás (KL) 22
Dr. Pilter Pál: Mangánércek termikus disszociációja (KL) 151
Dr. Pilter Pál: A fémoxidok redukciója szilárd karbonnal (KL) 303
Dr. Pilter Pál: A mangánércek redukciója szénmonoxiddal és hidrogénnel szilárd állapotban (KL) 492
Pintér András: Válasza *Hencsey László* hozzászólására (Ö) 92
Pohner János: Módszer timföldgyárak gépi beruházási változatainak összehasonlítására és a hydrátraktár nagyságának megállapítására (KL) 330
Posgay Györgyné—Dr. Sajó Istvánné—Horváth Margit: Kismennyiségű Ti és V spektrofotometriás meghatározása (KL) 430
Dr. Pozsgay Vilmos—Ifj. Huszár László: Nagytisztaságú (99,999—99,9999%-os) bizmut és antimon előállítása vákuumdesztillációval (KL) 272
Dr. Pozsgay Vilmos—Dr. Balázs Endre: Tiszta és vízmentes AlF_3 előállítása (KL) 475
Pőcze László—Kalmár Elemér—Horváth Auréll: Az úrkuti mangánérc feldolgozása FeMn gyártásra alkalmas „művi ércre", valamint fém Mn és Mn-vegyületek előállítására alkalmas $MnSO_4$ oldatra (KL) 49
Dr. Pőcze László: Ritkaföldfémek és felhasználásuk a korszerű iparban (KL) 231
R. J.: Választmányi ülés Gellénházán 1966. X. 28-án (KL) 1
Rácz Ottó: Furángyantás magkészítés (Ö) 169
Dr. Remport Zoltán: Egy és két lépcsőben hengerelt durvalemezek tulajdonságainak összehasonlítása (KL) 401
Sakwa, W.—Warchala, T.: Az összetétel hatása a szürke öntöttvasból gyártott vékony falú öntvények keménységére (Ö) 270
Solymár Károly—Kenyeres Józsefné: Vörösiszapok ásványos összetételének derivatográfiás meghatározása (KL) 279
Dr. Stölzel, K.: Gyártási folyamatok szinkronizálása öntödéinkben (Ö) 175
Szántó Jánosné—Timár István: Önszáradó vízüveges formázókeverék (Ö) 181
Szende György: Keramikus formázókeverék vizsgálata (Ö) 112
Szende György: A viasz- és állandó mintás keramikus formázó eljárások közös összefüggéseiről (Ö) 201
Sziklavári János: A folyamatos öntés kristályosítói (KL) 207
Dr. Szombatfalvy Árpád: Vitallium tartós szilárdságának vizsgálata (KL) 58
Dr. Szombatfalvy Árpád—Tardy Pál: Austenites acélok mágneses fázisainak vizsgálata (KL) ... 126
Szreniawski, J.: A nedvesség eloszlása a homokformában (Ö) 266
Dr. Szűcs Pálné—Lovasi József: Kis mennyiségű titán polarográfiás meghatározása alumíniumban (KL) 269
Dr. Szűcs Pálné—Dr. Klug Ottó: Gallium és vas nyomszennyezők meghatározása nagytisztaságú alumíniumban (KL) 312

Oldal

Dr. Schultheisz Zoltán—Sági Mihály—Solymár Károly: Vörösiszapból előállított Krupp—Renn salakok minősítése hevítőmikroszkóppal (KL) 322
Tarmann, B.—Poppmeier, W. (ford. *Éles László*): Az acél folyamatos öntése (KL) 170
Tapolcai László: Az elektronsugaras olvasztás (KL) 463
Temesvári Jenő: Timföldszállítás levegőáramban (KL) 132
Terény Aladár: Új típusú mechanikus kovácsprések (KL) 253
Tokár István: Önkötő vízüveges homokkeverék (Ö) 207
Tóth András: Hozzászólás Szabó István: Hazai tervszerű fémolvasztó kemence c. dolgozatához (Ö) 141
Tóth András: A vízüveg gyors vizsgálata és módosítása (Ö) 152
Dr. Tóth Lajos: A süllyesztékes kovácsoláskor fellépő maximális erő meghatározása (KL) 102
Trajkovics József: A minták és szerszámok rögzített árképzésével szerzett tapasztalatok (Ö) 84
Dr. Újlaky Tamás: Hengerművek termelésének irányítása elektronikus számológéppel (KL) 249
Dr. Varga Ferenc: Az eutektikus cella és a grafit alakulása ipari öntöttvasakban és a módosítás hatása, I—II. rész (Ö) 19, 25
Dr. Várhegyi Győző—Iván László: Vasszennyezés lehetőségei fémvanádium előállításakor (KL) 139
Dr. Várhegyi Győző—Fekete Istvánné—Imre Aladár: Vanádiumtriklorid minőségének és néhány tulajdonságának vizsgálata derivatográffal (KL) 377
Dr. Vereskői János: Különböző nyersvasakból készült öntöttvasak dermedésének vizsgálata lehűlési görbék és Tatur-próbák alapján (Ö) ... 31
Dr. Vereskői János: Különböző nyersvasakból készült öntöttvas próbák lineáris duzzadása, zsugorodása és hatásuk az öntvényekben keletkező belső feszültségek nagyságára (Ö) 97
Dr. Verő József: A folyási határ növelésének kérdése a korszerű elmélet tükrében (KL) 193
Vétek Lajos—Tóth Ferenc—Gál Vilmos: Centrifugák timföldipari alkalmazhatósága (KL) 370
Voith Márton: A hengerlési nyomás, nyomaték és teljesítmény számítása alakos üregben végzett meleghengerléskor (KL) 145
Vrabély Ervin: Salétromsavas főzővizsgálat időtartamának rövidítése (KL) 352
Wlodawar, R.: A modulus hatása a szürkevas öntvény szövetének néhány tulajdonsága I—II. rész. (Ö) 103, 134
Vörösné Faragó Elza: Néhány elem kristályon belüli dúsulásának vizsgálata öntöttvasban (Ö) 73
Vörösné Faragó Elza: Hengerművi hengergyártáshoz használt különleges nyersvasak kérgesedésének vizsgálata (Ö) 248

Öntöde

Csontos István: Homokformába öntött, nagyméretű gömbgrafitos hengerek gyártásának tapasztalatai (Ö) 78
Dubiel: A forrószeles kupolókemencék és a kokszbrikett alkalmazásának energetikai előnyei (Ö) 283
Dr. Farkas I. Zoltán—Pintér András: A gépesítési fok meghatározása a termelési volumen és az önköltség függvényében (Ö) 145
Felner Sándor: Lesznek-e szakmunkások a jövő öntödéiben? (Ö) 188
Görög Márton: A nagykanizsai földgázpóttüzelésű kupoló metallurgiai vizsgálatai (Ö) 127
Hencsey László: Hozzászólás *Pintér András:* Acélöntödei olvasztóeljárások összehasonlítása c. közleményéhez (Ö) 91
Imre József—Marechal Károly: Vasútí vontatómotorok háromréteges marokcsapágyának öntése (Ö) 81
Jur Piszak: Magyar Öntő Barátainkhoz (Ö) 265
Dr. Karlik Nándorné—Csontos István: Kéreghenger gyártáshoz használt néhány ferroötvözet oldódásának vizsgálata lángkemencében radioaktív izotópok segítségével (Ö) 253
Kálmán István: Az öntvénytisztító préslégszerszámok portalanítási kísérletei (Ö) 258
Kálmán Lajos—Rácz Ottó—Rácz József: Meleg magszekrényes magkészítés kísérletei a Csepeli Vas- és Acélöntödékben (Ö) 193
Kárpáti Judit—Máthé György: Acélöntödei homokelőkészítő portalanításával szerzett tapasztalatok (Ö) 226
Kovács László: Kupolókemencében olvasztott lemezes grafitos öntöttvasak találati biztonsága (Ö) 232
Dr. Kulcsár József: Üveg melegalakítására alkalmas öntött szerszámanyag (Ö) 185
Lwowicz, P.: A melegrepedés keletkezésének magyarázata körüli nézeteltérések (Ö) 274
Meier, J. W.: Nagy szilárdságú könnyűfémötvözetek kutatása I. rész. (Ö) 39, 66
Mészáros István: Acélöntésű harangok gyártása a diósgyőri acélöntödében 1917-től napjainkig (Ö) 158
Dr. Mocsy Árpád: A gyengén ötvözött öntöttvasmechanikai és technológiai tulajdonságai (Ö) 121
Dr. Mocsy Árpád: Ismétlődő izzítás hatása az ötvözött öntöttvas szövetstabilitására és hőtágulására (Ö) 217
P. Nagy Gusztáv: Miért hívják kupolónak az öntödei aknás kemencét? (Ö) 236
Dr. Nándori Gyula—Jónás Pál: Vasöntvények felületi összefüggése fémoxidok és szilikátok reakcióképességével (Ö) 59
Pachowski, M.: Kifáradási gödrösödés gömbgrafitos öntöttvasból öntött görgőben és fogaskerekekben (Ö) 279
Pető Márton: A gazdaságos formázási mód kiválasztása, különös tekintettel a formázás gépesítésére (Ö) 241
Pintér András: Válasza Hencsey László hozzászólására (Ö) 92
Rácz Ottó: Furángyantás magkészítés (Ö) 169
Sakwa, W.—Warchala, T.: Az összetétel hatása szürke öntöttvasból gyártott vékony falú öntvények keménységére (Ö) 272
Dr. Stölzel, K.: Gyártási folyamatok szinkronizálása öntödékben (Ö) 175
Szántó Jánosné—Timár István: Önszáradó vízüveges formázókeverék (Ö) 181
Szende György: Keramikus formázókeverék vizsgálata (Ö) 112
Szende György: A viasz- és állandó keramikus formázó eljárások közös összefüggéseiről (Ö) 201
Szreniawski, J.: A nedvesség eloszlása homokformában (Ö) 266
Tóth András: Hozzászólás Szabó István: Hazai tervezésű fémolvasztó kemence c. dolgozatához (Ö) 141
Tóth András: A vízüveg gyors vizsgálata és módosítása (Ö) 152
Tokár István: Önkötő vízüveges homokkeverék (Ö) 207
Trajkovics József: A minták és szerszámok rögzített árképzésével szerzett tapasztalatok (Ö) 84
Dr. Varga Ferenc: Az eutektikus és a grafit alakulása ipari öntöttvasakban és a módosítás hatása I—II. rész. (Ö) 19, 25
Dr. Vereskői János: Különböző nyersvasakból készült öntöttvasak dermedésének vizsgálata lehűlési görbék és Tatur-próbák alapján (Ö) ... 31
Dr. Vereskői János: Különböző nyersvasakból készült öntöttvas próbák lineáris duzzadása, zsugorodása és hatásuk az öntvényekben keletkező belső feszültségek nagyságára (Ö) 97
Wlodawer, R.: A modulus hatása a szürkevas öntvényszövetének néhány tulajdonsága. I—II. (Ö) 103, 134
Vörösné Faragó Elza: Néhány elem kristályon belüli dúsulásának vizsgálata öntöttvasban (Ö) 73
Vörösné Faragó Elza: Hengerművi hengergyártáshoz különleges nyersvasak kérgesedésének vizsgálata (Ö) 248

CIKKEK BETŰSOROS NÉVJEGYZÉKE

I. Nyersvasgyártás, acélgyártás

Oldal

Az acél folyamatos öntése. *Tarmann—Poppmeier* (ford. *Éles László*) (KL) 170
Az acélfürdő karbonizálása a karbonizáló anyagoknak sűrített levegővel történő befúvatásával. *Dr. Krcinski—Dr. Osika—Hansel—Chorobik* (KL) 552
Az égési és hőátadási viszonyok javítása földgáztüzelésű SM kemencében. *Hédai Lajos* (KL) 262
Az elektronsugaras olvasztás. *Tapolcai László* (KL) 463
Ferromangán-gyártás. *Dr. Pilter Pál* (KL) 22
A fémoxidok redukciója szilárd karbonnal. *Dr. Pilter Pál* (KL) 303
A mangánércek redukciója CO-val és H-val. *Dr. Pilter Pál* (KL) 492
A finomítás időtartamának hatása. *Dr. Mamro—Taborski—Serwiczki—Miskiewicz.* (KL) 558
A folyamatos öntés kristályosítói. *Sziklavári János* (KL) 207
Hazai szenekből készült kohókoksz felhasználása. *Dr. Horváth János* (KL) 393
Léghevítők hatásfokának meghatározása és növelése. *Altnéder János* (KL) 443
Néhány tényező hatása az önjáró zsugorítvány minőségének alakulására. *Dr. Mazanek—Dr. Jasienska* (KL) 534
Mangánércek termikus disszociációja. *Dr. Pilter Pál* (KL) 151
A MgO, Al_2O_3 és BaO-tartalom hatása a nagyolvasztósalak viszkozitására. *Dr. Farkas Ottó.* (KL) 165
SM-kemencék regenerátor-rácsozatának tartósságnövelési lehetőségei. *Ivócs László* (KL) 408
Szürke és gömbgrafitos öntöttvasból készült kokillák. *Lewandowski, E.* (KL) 546

II. Alakítás (hengerlés, kovácsolás stb.)

Acélhengerműveink általános helyzete. *Horváth János* (KL) 211
Acélok melegfolyatása. *Dr. Kiss Ervin* (KL) 450
Az alakítás szempontjai az alumínium kábelipari feldolgozása során. *Dr. Hoffmann Pál.* (KL) ... 470
Automatán pontosan kovácsolt félgyártmányok. *Kincses István* (KL) 551
Egy és két lépcsőben hengerelt durvalemezek tulajdonságainak összehasonlítása. *Dr. Remport Zoltán* (KL) 401
Eljárás dróthúzógyűrűk tartósságának meghatározására. *Papy József* (KL) 97
Hengerelt szelvények fajlagos keresztmetszeti modulusa. *Dr. Gondár Jenő* (KL) 505
A hengerlési nyomás, nyomaték és teljesítmény számítása alakos üregben végzett meleghengerléskor. *Dr. Voith Márton* (KL) 145
A hidegen alakított acélok arányossági határának tranziens állapota. *Németh Emil* (KL) 404
Hidegen hengerelt transzformátorszalagok termomechanikai kezelése. *Balázs Fülöp* (KL) 257
Mannesmann rendszerű csőlyukasztó hengersorok lyukasztási elmélete és technológiája, *Gruber Imre—Szikszay Pál* (KL) 157
A süllyesztékes kovácsoláskor fellépő maximális erő meghatározása. *Dr. Tóth Lajos* (KL) 102
Új típusú mechanikus kovácsprések. *Terény Aladár* (KL) 253

III. Anyagvizsgálat

Acélok oldatos spektrometriás elemzése. *Gegus Ernő—Paksy László* (KL) 511
A fajlagos nyúlás megállapítása csövek szakító kísérletéből. *Bodrogi József* (KL) 389
A finomítás időtartamának hatása a csapágyacél minőségére. *Dr. Mamro—Taborski—Serwicki—Miskiewicz* (KL) 558
A gyengén ötvözött öntöttvas mechanikai és technológiai tulajdonságai. *Dr. Mocsy Árpád* (Ö) 121
A karbontartalom túlságos növekedése felület rétegekben a Cr-, CrMn-típusú acélok cementálásakor. *Staub—Dr. Tymowski* (KL) 570
A MgO-, Al_2O_3- és BaO-tartalom hatása nagyolvasztósalak viszkozitására. *Dr. Farkas Ottó* (KL) 165
A modulus hatása a szürkevas öntvényszövetének néhány tulajdonsága. I—II. rész. *Wlodawer, R.* (Ö) 103, 134
A nátrium-alumínium-szilikátok kémiai összetételének, szerkezetének vizsgálata és a Bayer-eljárás marónátronveszteségeinek csökkentése. *Juhász Ádám—Orbán Ferencné—Matula Miklós* (KL) 40
A telítetlen rétegmagasság és az áttörési idő meghatározása a germánium szorpciójának anioncserélő gyanta használatakor. *Korolkov, N. M.* (KL) 240
Austenites acélok mágneses fázisainak vizsgálata. *Dr. Szombatfalvy Árpád—Tardy Pál* (KL) 126
A vízüveg gyors vizsgálata és módosítása. *Tóth András* (Ö) 152
Az egyszerű dinamikus anyagvizsgálati módszerek sajátosságai. *Dr. Gulyás József* (KL) 14
Az eutektikus cella és a grafit alakulása ipari öntöttvasakban és a módosítás hatása I—II. rész. *Dr. Varga Ferenc* (Ö) 19, 25
Az összetétel hatása a szürke öntöttvasból gyártott vékony falú öntvények keménységére. *Sakwa—Warchala* (Ö) 270
Egyes szennyezők hatása az alumínium villamos vezetőképességére. *Beyer—Bergner—Daut* (ford. *Tóth Ferenc*) (KL) 366
Gallium és vas nyomszennyezők meghatározása nagytisztaságú alumíniumban. *Dr. Szűcs Pálné—Dr. Klug Ottó* (KL) 312
Gyártásközi minőségellenőrzés sorozatban végzett fémmikroszkópos szövetszerkezet-vizsgálattal. *Dr. Fuchs Erik* (KL) 9
Hengerelt szerelvények fajlagos keresztmetszeti modulusa. *Dr. Gondár Jenő* (KL) 505
Hengerművi hengergyártáshoz használt különleges nyersvasak kérgesedésének vizsgálata. *Vörösné Faragó Elza* (Ö) 248
Ismétlődő izzítás hatása az ötvözött öntöttvas szövetstabilitására és hőtágulására. *Dr. Mocsy Árpád* (Ö) 217
Kéreghengergyártáshoz használt néhány ferroötvözet oldódásának vizsgálata lángkemencében radioaktív izotópok segítségével. *Dr. Karlik Nándorné—Csontos István* (Ö) 253
Kifáradási gödrösödés gömbgrafitos öntöttvasból öntött görgőben és fogaskerekekben. *Panchowski, M.* (Ö) 279
Kis adalékok hatása a Mn—Zn-ferritek fajlagos ellenállására. *Dr. Pataki Balázs* (KL) 30
Kísérletek alumínium és egyéb anyagok fluortartalmának gyors meghatározására. *Lovasi József* (KL) 530
Kis mennyiségű titán polarográfiás meghatározása alumíniumban. *Dr. Szűcs Pálné—Lovasi József* (KL) 269
Kismennyiségű Ti és V spektrofotometriás meghatározása. *Posgay Györgyné—Dr. Sajó Istvánné—Horváth Margit* (KL) 430
Kromatográfia a kohászati elemzésben. *Kalmár Elemér* (KL) 356
Kupolókemencében olvasztott lemezes grafitos öntöttvasak találati biztonsága. *Kovács László* (Ö) 232
Különböző nyersvasakból készült öntöttvasak dermedésének vizsgálata lehűlési görbék és Taturpróbák alapján. *Dr. Vereskői János* (Ö) 31
Különböző nyersvasakból készült öntöttvas próbák lineáris duzzadása, zsugorodása, és hatásuk az öntvényekben keletkező belső feszültségek nagyságára. *Dr. Vereskői János* (Ö) 97
Mangánércek termikus disszociációja. *Dr. Pilter Pál* (KL) 151
Nemesfémek és nemesfémötvözetek, mint a villamosipar érintkező anyagai. *Dr. Laboda Sándor* (KL) 79

Oldal

Néhány elem kristályon belüli dúsulásának vizsgálata öntöttvasban. *Vörösné Faragó Elza* (Ö) 73
Néhány nyomszennyező meghatározása nagytisztaságú galliumban és galliumerzenidben neutronaktivációs analízissel. *Dr. Bujdosó Ernő—Miskei Mihály—Ormos György* (KL) 236
Néhány tényező hatása az önjáró zsugorítvány minőségének alakulására. *Dr. Mazanek—Dr. Jasienska* (KL) 534
Örvényáramú, roncsolásmentes mérési módszer az alumíniumkohászat szén- és grafitféleségeinek minősítéséhez. *Dr. Balázs Endre—Farkas Ferenc—Kovács Ferenc—Örkényi József* (KL) ... 67
Salétromsavas főzővizsgálat időtartamának rövidítése. *Vrabély Ervin* (KL) 352
Spektrográfiai vizsgálatok a tűzállóanyag-iparban. *Bolgár Gábor* (KL) 217
Szerkezeti anyagok időleges szilárdsági adatainak extrapolálása. *Hoznek János* (KL) 295
Terhelőerőtől független keménységi mérőszám és meghatározása. *Dr. Káldor Mihály—Bárczy Pál* (KL) 340
Vanádiumtriklorid minőségének és néhány tulajdonságának vizsgálata derivatográffal. *Dr. Várhegyi Győző—Fekete Istvánné—Imre Aladár* (KL) 377
Vasöntvények felületi minőségének összefüggése fémoxidok és szilikátok reakcióképességével. *Dr. Nándori Gyula—Jónás Pál* (Ö) 59
Vákuumkamrában öntött vagy öntöttvas gáztalanított acél nemfémes zárványai. *Dr. Krucinski* (KL) 541
Vitallium tartós szilárdságának vizsgálata. *Dr. Szombatfalvy Árpád* (KL) 58
Vörösiszapból előállított Krupp-Renn salakok minősítése hevítőmikroszkóppal. *Dr. Schultheisz Zoltán—Sági Mihály—Solymár Károly* (KL) 322
Vörösiszapok ásványos összetételének derivatográfiás meghatározása. *Solymár Károly—Kenyeres Józsefné* (KL) 279

IV. Fémkohászat

A hőkezelés szerepe az alumínium kábelipari feldolgozásakor. *Dr. Hoffmann Pál* (KL) 426
Alumínium elektrolizáló kádak katódsín-beágyazásának vizsgálata. *Örkényi József—Pőcze József—Dr. Balázs Endre* (KL) 525
Alumínium-készáruiparunk fejlődése, eredményei és perspektívája. *Dr. Domony András—Dr. Rott Nándorné* (KL) 45
A réz dezoxidálása indukciós vákuumkemencében *Pásztor Gedeon* (KL) 519
A szénanód szerepe az alumínium elektrolízisében. *Dr. Lányi Béla* (KL) 72
Az alumínium elektrolizáló kádak áramhatásfoka és oldalhőszigetelése közötti összefüggés vizsgálata. *Dr. Balázs Endre—Ádám János* (KL) 316
Az alumínium-fólia felhasználás alakulása. *Dr. Arató Jenő* (KL) 182
Az alumíniumkohók villamosenergia felhasználása. *Bartsch Ottó* (KL) 228
Az alumíniumtuskók kábelipari feldolgozásának minőségi feltételei. *Dr. Hoffmann Pál* (KL) ... 185
Az úrkúti mangánérc feldolgozása FeMn gyártásra alkalmas „művi ércre", valamint fém Mn és Mn-vegyületek előállítására alkalmas $MnSO_4$ oldatra. *Pőcze László, Kalmár Elemér—Horváth Aurél* (KL) 49
Centrifugák timföldipari alkalmazhatósága. *Vétek Lajos—Tóth Ferenc—Gál Vilmos* (KL) 370
Elektrolitmangán nagylaboratóriumi előállítása Úrkúti karbonátos mangánércből. *Dr. Fekete László—Bódi Dezső* (KL) 413
Észrevételek Mészáros György hozzászólásához. *Dr. Arató Jenő* (KL) 383
Gazdaságos sajtolt alumínium iromrudak tehervivő alumínium szerkezetekhez. *Benedek Pál* (KL) 422
Hozzászólás *dr. Arató Jenő:* Az alumínium fólia felhasználás alakulása c. cikkéhez. *Mészáros György* (KL) 383
Hozzászólás *Szabó István:* Hazai tervezésű fémolvasztó kemence c. dolgozatához. *Tóth András* (Ö) 141
Nagy szilárdságú könnyűfémötvözetek kutatása I. rész. *Meier J. W.* (Ö) 39, 66
Nagy tisztaságú (99,999—99,9999%-os) bizmut és antimon előállítása vákuumdesztillációval. *Dr. Pozsgay Vilmos—Ifj. Huszár László* (KL) 272
Ritkaföldfémek és felhasználásuk a korszerű iparban. *Dr. Pőcze László* (KL) 231
Timföldszállítás levegőáramban. *Temesvári Jenő* (KL) 132
Vasszennyezés lehetőségei fémvanádium előállításakor. *Dr. Várhegyi Győző—Iván László* (KL) 139

V. Egyéb (elméleti, gazdasági, történeti, egyesületi)

Az acélok hegeszthetősége. *Györgyi Ferenc* (KL) ... 289
A folyási határ növelésének kérdése a korszerű elmélet tükrében. *Dr. Verő József* (KL) 193
A földgáz és olaj felhasználásának eredményei a vaskohászatban. *Horváth János* (KL) 60
Anatolij Ivanovics Beljajev professzor jubileuma. *Dr. Balázs Endre* (KL) 39
Hengerművek termelésének irányítása elektronikus számológéppel. *Dr. Újlaky Tamás* (KL) 249
Kohászati vízgazdálkodás. *Csoport Dezső* (KL) 300
Mozgatott hőtároló anyaggal működő regenerátorok. *Gerencsér Miklós* (KL) 111
Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület választmányi ülése. Pécs 1967. ápr. 28—29. (KL) 337
Az ózdi vasmű alakításának és első üzeméveinek vázlatos története I—II. rész. *Óvári Antal* (KL) 437, 485
A reakciókinetika alapfogalmai és legújabb eredményei. I—II. rész. *Dr. Horváth Zoltán* (KL) 389, 455
Választmányi ülés Gellénházán. R. J. (KL) 1

VI. Öntöde

Acélöntésű harangok gyártása a diósgyőri öntödében 1917-től napjainkig. *Mészáros István* 158
Acélöntödei homokelőkészítő portalanításával szerzett tapasztalatok. *Kárpáti Judit—Máthé György* 226
Az eutektikus cella és a grafit I., II. *Dr. Varga Ferenc* 19, 25
A forrószeles kupolókemencék és a kokszbrikett. *Dubiel, W.* 283
Furángyantás magkészítés. *Rácz Ottó* 169
A gazdaságos formázási mód kiválasztása, különös tekintettel a formázás gépesítésére. *Pető Márton* 241
A gépesítési fok meghatározása a termelési volumen és az önköltség függvényében. *Dr. Farkas István Zoltán—Pintér András* 145
A gyengén ötvözött öntöttvas mechanikai és technológiai tulajdonságai. *Dr. Mocsy Árpád* 121
Gyártási folyamatok szinkronizálása öntödékben. *Dr. Stölzel, K.* 175
Hengerművi hengergyártáshoz használt különleges nyersvasak. *Vörösné, Faragó Elza* 248
Homokformába öntött, nagyméretű gömbgrafitos hengerek gyártásának tapasztalatai. *Csontos István* 78
Hozzászólás *Pintér András:* Acélöntödei olvasztóeljárások összehasonlítása c. közleményéhez. *Hencsey László* 91
Pintér András válasza *Hencsey László* hozzászólására 92
Ismétlődő izzítás hatása az ötvözött öntöttvas szövetstabilitására és hőtágulására. *Dr. Mocsy Árpád* 217
Kerámikus formázókeverékek vizsgálata. *Szende György* 112
Kéreghengergyártáshoz használt néhány ferroötvözet. *Dr. Karlikné—Csontos I.* 253

Oldal

Kifáradási gödrösödés gömbgrafitos öntöttvasban. *Pachowski, M.* ... 279
Kupolókemencében olvasztott lemezes grafitos öntöttvasak. *Kovács László* ... 232
Különböző nyersvasakból készült öntöttvasak dermedése. *Dr. Vereskői János* ... 31
Különböző nyersvasakból készült öntöttvas próbák lineáris duzzadása, zsugorodása. *Dr. Vereskői János* ... 97
Lesznek-e szakmunkások a jövő öntödéiben? *Felner Sándor* ... 188
Magyar Öntő Barátainkhoz. *Jur Piszak* ... 265
Meleg magszekrényes magkészítés kísérletei a Csepeli Vas- és Acélöntödékben. *Kálmán Lajos—Rácz Ottó—Rácz József* ... 193
A melegrepedés keletkezésének magyarázata körüli nézeteltérések. *Lwowicz, P.* ... 274
A minták és szerszámok rögzített árképzésével szerzett tapasztalatok. *Trajkovics József* ... 84
A modulus hatása a szürkevas öntvényszerkezetének néhány tulajdonságára. I., II. *Wlodawer, R.* ... 103, 134
Miért hívják kupolónak az öntödei aknás kemencét? *P. Nagy Gusztáv* ... 236
A nagykanizsai földpóttüzelésű kupoló metallurgiai vizsgálatai. *Görög Márton* ... 127
Nagyszilárdságú könnyűfémötvözetek kutatása. I., II. *Meier, J. W.* ... 39, 66
A nedvesség eloszlása homokformában. *Szreniawski, J.* ... 226
Néhány elem kristályon belüli dúsulásának vizsgálata öntöttvasban. *Vörösné, Faragó Elza* ... 73
Az öntvénytisztító préslégszerszámok portalanítási kísérletei. *Kálmán István* ... 258
Önkötő vízüveges homokkeverékek. *Tokár István* 207
Az öntési körülmények hatása azonos összetételű kohóalumínium adagból származó lemezek minőségingadozására. *Laár Tibor, Zakarné Endrődi Mária* ... 86
Önszáradó vízüveges formázókeverék. *Szántó Jánosné—Timár István* ... 181
Az összetétel hatása a szürkevasból gyártott vékonyfalú öntvények keménységére. *Sakwa, W.—Wachala, T.* ... 270
Tipizált berendezésekkel korszerűsítsük az öntvénygyártást! ... 87
Vasöntvények felületi minőségének összefüggése fémoxidok és szilikátok reakcióképességével. *Dr. Nándori S.—Jónás P.* ... 59
Vasúti vontatómotorok háromréteges marokcsapágyának öntése. *Imre József—Marechal Károly* 81
A vízüveg gyors vizsgálata és módosítása. *Tóth András* ... 152
A viasz- és állandó mintás keramikus formázó eljárások közös összefüggéseiről. *Szende György* ... 201
Üveg melegalakítására alkalmas öntött szerszámanyag. *Dr. Kulcsár József* ... 185
IV. Öntő Napok Budapest, 1966. okt. 18—21. ... 1

VI. Kisebb közlemények

A vaskohászat rövid hírei (KL) ... 37, 131, 150, 206, 254, 308, 412, 518, 576
Az 1966. évi vaskohászati pályázatok értékelése (KL) ... 222
Beköszöntő. *Palmrich, A.* (KL) ... 533
Beszámoló a lengyel tanulmányútról (KL) ... 221
Beszámolók konferenciákról (KL) ... 38, 184, 361
Egyesületi hírek (KL) ... 95, 219, 252, 264, 309, 360, 384, 420, 435, 449, 474, 524
Egyesületünk jubileumi ünnepsége (KL) ... 442
Egyesületünk szervezeti felépítése (KL) ... 419, 580
Egyetemi hírek (KL) ... 34, 129, 261, 467, 524
Felhívás (KL) ... 334, 392, 400, 418
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek (KL) 71, 93, 138, 142, 191, 286, 321, 329, 334, 369, 484
Halottaink:
Raschka Gyula (KL) 1967. ... 130
Sass Lóránt (KL) 1967. ... 220
Árkos Frigyes (KL) 1967. ... 348
Pongóné Furni Rózsa (KL) 1967. ... 421
Breznyik Károly (KL) 1967. ... 579
Hazai alumíniumipari hírek (KL) ... 144, 189, 285, 344, 429, 532
Hírek a KGST országokból (KL) ... 36, 180, 467
Jubileumi rovat (KL) ... 65, 216, 347, 442
Kondenzátorfólia-ankét (KL) ... 184
Korszerű külföldi üzemek ismertetése (KL) ... 156, 286
Könyvismertetés (KL) ... 35, 95, 181, 224, 240, 254, 285, 384, 483, 515
Milyen legyen a jó szakmai cikk? (KL) ... 223
MONTANUNIO 1960. évi acélkongresszusa (KL) 38
Műszaki és gazdasági hírek (KL) ... 21, 101, 110, 125, 130, 177, 225, 266, 310, 365, 397, 417, 462, 469, 500, 504, 517
Pályázati felhívás (KL) ... 265, 355
Szabványosítási hírek (KL) ... 13, 38, 118, 164, 210, 226, 240, 246, 299, 364, 421, 434, 516
Szakcikkek írásának korszerű szempontjai (KL) ... 223
Szerzőink szíves figyelmébe (KL) ... 200, 302, 420, 484
Tájékoztató a szeptemberi jubileumi ünnepségek programjáról (KL) ... 347

Öntöde

VII. Bolgár Öntő Napok, Várna 1967. május 18—20. (Ö) ... 211
Egyetemi hírek (Ö) ... 90, 144, 216, 231
Halottaink:
Bánhegyi László (Ö) 1967. ... 286
Hírek (Ö) ... 273
Könyvismertetés (Ö) ... 18, 24, 47, 90, 93, 119, 133, 142, 165, 180, 210, 231, 235, 264, 282, 288
Külföldi hírek (Ö) ... 45, 48, 58, 118, 184, 187, 247, 277
Lapszemle (Ö) ... 83, 111
Magyar Öntő Barátainkhoz. *Jur, Piszak* (Ö) ... 265
33. Nemzetközi Öntő Kongresszus India, Új-Delhi 1966. december (Ö) ... 49
A 34. Nemzetközi Öntödei Kongresszus, Párizs, közleménye (Ö) ... 96
A 34. Nemzetközi Öntödei Kongresszus tájékoztatója (Ö) ... 115
VIII. Német Öntő Napok (Ö) ... 213
III. Nyomásos Öntő Napok, Drezda 1966. (Ö) ... 94
Rövid hírek a 34. párizsi Nemzetközi Öntödei Kongresszusról (Ö) ... 133
Szabványosítási hírek (Ö) ... 23, 189, 213, 252, 285
Szakosztályi hírek (Ö) ... 22, 46, 77, 95, 96, 116, 143, 166, 190, 214, 225, 287
Tájékoztató a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán folyó szakmérnökképzésről (Ö) 142
Üzemi hír (Ö) ... 30, 215

BETŰSOROS NÉVMUTATÓ

Altnéder János (KL) ... 201, 443
Dr. Arató Jenő (KL) ... 182, 383
Ádám János (KL) ... 316
Dr. Balázs Endre (KL) ... 39, 67, 316, 475, 525
Balázs Fülöp (KL) ... 257
Bartsch Ottó (KL) ... 228
Bárczy Pál (KL) ... 340
Benedek Pál (KL) ... 422
Beyer—Bergner—Daut (KL) ... 366
Bódi Dezső (KL) ... 413
Bodrogi József (KL) ... 398
Bolgár Gábor (KL) ... 217
Dr. Bujdosó Ernő (KL) ... 236
Chorobik, A. (KL) ... 552
Csontos István (Ö) ... 78, 253
Csoport Dezső (KL) ... 300
Dr. Domony András (KL) ... 45
Dubiel, W. (Ö) ... 283
Farkas Ferenc (KL) ... 67
Dr. Farkas Ottó (KL) ... 165
Farkas I. Zoltán (Ö) ... 145
Fekete Istvánné (KL) ... 377
Dr. Fekete László (KL) ... 413

Oldal

Felner Sándor (Ö) 188
Dr. Fuchs Erik (KL) 9
Gál Vilmos (KL) 370
Gegus Ernő (KL) 511
Gerencsér József (KL) 111
Dr. Goczal, J. (KL) 564
Dr. Gondár Jenő (KL) 505
Golek, J. (KL) 564
Görög Márton (Ö) 127
Gruber Imre (KL) 157
Dr. Gulyás József (KL) 14
Györgyi Ferenc (KL) 289
Hansel, W. (KL) 552
Hencsey László (Ö) 91
Hédai Lajos (KL) 262
Dr. Hoffmann Pál (KL) 185, 426, 470
Horváth Aurél (KL) 49
Horváth János (KL) 60, 211, 247 393
Horváth Margit (KL) 430
Dr. Horváth Zoltán (KL) 241, 389, 455
Hoznek János (KL) 295
Ifj. Huszár László (KL) 272
Imre Aladár (KL) 377
Imre József (Ö) 81
Iván László (KL) 139
Ivócs László (KL) 408
Jónás Pál (Ö) 59
Dr. Jasienka, S. (KL) 534
Juhász Ádám (KL) 40
Jur Piszak (Ö) 265
Kalmár Elemér (KL) 49, 356
Dr. Karlik Nándorné (Ö) 253
Dr. Káldor Mihály (KL) 340
Kálmán István (Ö) 258
Kálmán Lajos (Ö) 193
Kárpáti Judit (Ö) 226
Kincses István (KL) 501
Dr. Kiss Ervin (KL) 450
Dr. Klug Ottó (KL) 312
Korolkov (KL) 480
Kovács Ferenc (KL) 67
Kovács László (Ö) 232
Dr. Krucinski, M. (KL) 552, 541
Dr. Kulcsár József (Ö) 185
Dr. Laboda Sándor (KL) 79
Laár Tibor (KL) 86
Lasota, J. (KL) 564
Dr. Lányi Béla (KL) 72
Lewandowski, K. (KL) 546
Dr. Lévárdi Ferenc (KL) 578
Lovasi József (KL) 269, 530
Lwowicz, P. (Ö) 274
Dr. Mamro, K. (KL) 558
Marechal Károly (Ö) 81
Dr. Mazanek, E. (KL) 534
Máthé György (Ö) 226
Meier, J. W. (Ö) 39, 66
Mészáros György (KL) 383
Mészáros István (Ö) 158
Mihajlovics Nikolaj (KL) 480
Miskei Mihály (KL) 236
Miskiewicz W. (KL) 558
Dr. Mocsy Árpád (Ö) 121, 217
P. Nagy Gusztáv (Ö) 236
Dr. Nándori Gyula (Ö) 59
Németh Emil (KL) 404
Neményi Rezső (KL) 119
Orbán Ferencné (KL) 40
Ormos György (KL) 236
Dr. Osika, Z. (KL) 552
Óvári Antal (KL) 65, 437, 485
Örkényi József (KL) 67, 525
Pachowski, M. (Ö) 279
Palcsy László (KL) 511
Palmrich, A. (KL) 533
Papy József (KL) 97
Dr. Pataky Balázs (KL) 30
Pataricza Imre (KL) 38
Pásztor Gedeon (KL) 519
Pető Márton (Ö) 241

Oldal

Pintér András (Ö) 92, 145
Dr. Pilter Pál (KL) 22, 151, 303, 492
Piszak, J. (Ö) 265
Pohner János (KL) 330
Poppmeier, W. (KL) 170
Pozsgay Györgyné (KL) 430
Pozsgay Vilmos (KL) 272, 475
Pőcze József (KL) 525
Pőcze László (KL) 49, 231
R. J. (KL) 1
Rácz József (Ö) 193
Rácz Ottó (Ö) 169, 193
Dr. Remport Zoltán (KL) 401
Dr. Rott Nándorné (KL) 45
Dr. Sajó Istvánné (KL) 430
Sakwa, W. (Ö) 270
Serwicki, H. (KL) 558
Solymár Károly (KL) 279
Staub, F. (KL) 570
Dr. Stölzel K. (Ö) 175
Szántó Jánosné (Ö) 181
Szende György (Ö) 112, 201
Sziklavári János (KL) 207
Szikszay Pál (KL) 157
Dr. Szombatfalvy Árpád (KL) 58, 126
Szreniawski, J. (Ö) 266
Dr. Szűcs Pálné (KL) 269, 312
Dr. Schultheisz Zoltán (KL) 322
Taborski, J. (KL) 558
Tardy Pál (KL) 126
Tarmann, B. (KL) 170
Tapolcai László (KL) 463
Temesvári Jenő (KL) 132
Terény Aladár (KL) 253
Timár István (Ö) 181
Dr. Tyrnowsky, J. (KL) 570
Tóth András (Ö) 141, 152
Tóth Ferenc (KL) 370
Dr. Tóth Lajos (KL) 102
Tokár István (Ö) 207
Trajkovics József (Ö) 84
Dr. Ujlaky Tamás (KL) 241
Dr. Varga Ferenc (Ö) 19, 25
Dr. Várhegyi Győző (KL) 139, 377
Dr. Vereskói János (Ö) 31, 97
Dr. Verő József (KL) 193
Vétek Lajos (KL) 370
Voith Márton (KL) 145
Vörösné, Faragó Elza (Ö) 73, 248
Vrabély Ervin (KL) 352
Warchala, T. (Ö) 270
Wlodawer, R. (Ö) 103, 134
Zakarné Endrődi Mária (KL) 86

Öntöde

Csontos István (Ö) 78, 253
Dubiel, W. (Ö) 283
Farkas I. Zoltán (Ö) 145
Felner Sándor (Ö) 188
Görög Márton (Ö) 127
Hencsey László (Ö) 91
Imre József (Ö) 81
Jónás Pál (Ö) 59
Jur Piszak (Ö) 265
Dr. Karlik Nándorné (Ö) 253
Kálmán István (Ö) 258
Kálmán Lajos (Ö) 193
Kárpáti Judit (Ö) 226
Kovács László (Ö) 232
Dr. Kulcsár József (Ö) 185
Lwowicz, P. (Ö) 274
Marechal Károly (Ö) 81
Máté György (Ö) 226
Meier, J. W. (Ö) 39, 66
Mészáros István (Ö) 158
Dr. Mocsy Árpád (Ö) 121, 217
P. Nagy Gusztáv (Ö) 236
Dr. Nándori Gyula (Ö) 59

Oldal

Pachowski, M. (Ö) 279
Pető Márton (Ö) 241
Pintér András (Ö) 92, 145
Rácz József (Ö) 193
Rácz Ottó (Ö) 169, 193
Sakwa, W. (Ö) 270
Dr. Stölzel, K. (Ö) 175
Szántó Jánosné (Ö) 181
Szende György (Ö) 112, 201
Szreniawski, J. (Ö) 266
Timár István (Ő) 181
Tóth András (Ö) 141, 152
Tokár István (Ö) 207
Dr. Varga Ferenc (Ö) 19, 25
Dr. Vereskői János (Ö) 31, 97
Vörösné, Faragó Elza (Ö) 73, 248
Warchala, T. (Ö) 270
Wlodawer, R. (Ö) 103, 134

Felelős kiadó: Lapkiadó Vállalat

6799 Révai Nyomda. F.v.: Povárny Jenő igazgató

KOHÁSZATI LAPOK 1967. 1. sz.

СОДЕРЖАНИЕ:

Д-р Э. Фукс: **Контроль качества по ходу производства серийным испытанием структуры на микроскопе** ..... С 9

Металлографический метод испытания микроструктуры в некоторых случаях может быть использован для контроля качества по ходу производства. Для этого необходимы более производительные сегодняшних испытательные устройства. С одной стороны, по возможности необходимо автоматизировать электролитическую подготовку с соответствующим преобразованием источника электролизирующего тока, с другой стороны необходимо полированную и травленную поверхность испытуемой продукции ввести в поле зрения микроскопа принудительной связью.

Д-р Й. Гуяш: **Особенности простых динамических меодов тиспытания металлов** ..... С 14

Статья занимается с теми динамическими методами испытания, которые способны распространить создаваемые статическими методами условия нагрузки на более большие скорости деформации. Влияние динамической нагрузки на нагружаемый материал, а также на устройство нагрузки. Описание особенностей трех видов методов динамического испытания; ударный изгиб на маятниковом приборе, разрыв и осадка ударом на пластомере и копре. Выгоднейшие способы измерения для отдельных методов и условия частот динамического измерения.

Д-р П. Пилтер: **Производство ферромарганца** . С 22

Описание исторического развития производства ферромарганца. Теоретический расход кокса при производстве ферромарганца в доменной печи, а также современная технология производства. Развитие отечественного производства ферромарганца, достигнутые цеховые результаты и предложения для улучшения состава доменной шихты продуктом с малым содержанием фосфора и большим содержанием марганца, полученным путем химического обогащения карбонатной марганцовой руды. Это необходимо вследствие ухудшения качества отечественных окисных руд.

Д-р Б. Патаки: **Влияние малоколичественных добавок на удельное сопротивление Mn-Zn ферритов** ..... С 30

Значения электрических потреь ферритов сильно зависят от удельного сопротивления. Удельное сопротивление Mu-Zu ферритов можно повышать добавками CaO, NiO и TiO_2. Выгоднейший результат с точки зрения промышленного использования достигается добавкой NiO.

А. Юхас—Ф. Орбан—М. Матула: **Исследование химического анализа и структуры натрий-алюминий-силикатов и уменьшение потери едкого натра метода Байера. (40е продолжение)** С 40

Некоторые результаты лабораторных и целовых опытов предварительной известковой обработки баксита и оценка происходимых химических процессов. Описание опыта обработки бокситов с маленькими модульными числами. Лабораторное исследование обогащения содержания двуокиси железа в красной грязи.

Д-р А. Домонь—Д-р Н. Ротт: **Развитие, результаты и перспектива промышленности готовых алюминиевых изделий Венгрии** ..... С 45

Оценка отечественных и заграничных данных употребления алюминия. Народнохозяйственное значение советско-венгерского алюминиевого соглашения для перерабатывающей промышленности алюминия. Сгруппировка народнохозяйственной прибыли, достигаемой при переработке алюминия.

На журнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, или заказать отдельные номера для заграничных читателей у организации: KULTÚRA Budapest 62, P. O. B. 149, Венгрия.

INHALT:

Fuchs, E. dr.: **Qualitätskontrolle im Laufe der Fertigung mit serienmässigen Strukturuntersuchungen im Metallmikroskop** ..... S 9

Die zerstörungsfreien metallographischen Strukturuntersuchungen können manchmal auch im Laufe der Fertigung zur Qualitätskontrolle angewandt werden. Dazu sind jedoch den jetzigen gegenüber viel leistungsfähigere Einrichtungen nötig. Die elektrolytische Vorbereitung muss durch entsprechende Ausbildung der Elektrolysier-Stromquelle möglichst weitgehend automatisiert werden und die polierte und geätzte Oberfläche des zu untersuchenden Produktes muss durch Zwangskupplung in das Blickfeld des Metallmikroskops eingeführt werden.

Gulyás, J. dr.: **Die Kennzeichen der einfachen dynamischen Werkstoffprüfverfahren** ..... S 14

Dynamische Prüfverfahren, welche imstande sind die mit statischen Methoden erzeugten Belastungsergebnisse auf grössere Umformgeschwindigkeiten zu übertragen. Die Auswirkung der dynamischen Belastung auf den belasteten Werkstoff und auf den Belastungs-Mechanismus. Die Kennzeichen der folgenden dynamischen Prüfverfahren: Schlagbiegeversuch auf einem Pendelschlagwerk, Schlagzerreissprobe und Schlagstauchprobe mit einem Plastometer und einem Fallhammer. Die günstigsten Messverfahren bei den angeführten Prüfmethoden und die Frequenz verhältnisse der dynamischen Messung.

Pilter, P. dr.: **Erzeugung von Ferromangan** ..... S 22

Die geschichtliche Entwicklung der Ferromangan-Erzeugung. Der theoretisch benötigte Koksbedarf bei der Ferromangan-Erzeugung im Hochofen. Die zeitgemässe Technologie der Ferromangan-Erzeugung. Die einheimische Ferromangan-Erzeugung und die dabei erreichten Betriebsergebnisse. Wegen Verschlechterung der einheimischen oxydischen Manganerze wird vorgeschlagen die Verbesserung des Möllers durch die Verwendung der chemisch angereicherten Mangankarbonaterze zu erzielen, welche einen hohen Mangangehalt und einen niedrigen Phosphorgehalt aufweisen.

Pataky, B. dr.: **Die Wirkung kleiner Zusatzstoffen auf den spez. Wiederstand der Mangan-Zink-Ferrite** ..... S 30

Die elektrischen Verluste der Ferrite sind von dem spez. Wiederstand stark abhängig. Der spez. Wiederstand der Mangan-Zinkferrite kann durch Zugabe von CaO, NiO und TiO_2 erhöht werden. Vom Gesichtspunkt der industriellen Verwertung ergibt die Zugabe von NiO die günstigsten Ergebnisse.

Á. Juhász—F. Orbán—M. Matula: **Untersuchung der chemischen Zusammensetzung und Struktur der Natrium-Aluminium-Silikate und Verringerung der Natronverluste beim Bayer-Verfahren. 4. Mitteilung** ..... S 40

Einige Laboratoriums- und Betriebsresultate der Vorbehandlung des Bauxits mit Kalk. Bewertung der ablaufenden chemischen Vorgänge. Beschreibung eines Versuches zur Verarbeitung von Bauxit mit niedrigem Modul. Laboratorien versuch zur Anreicherung des Fe_2O_3-Gehaltes von Rotschlamm.

Domony, A. dr.—Rott, N. dr.: **Die Entwicklung, die Erfolge und Perspektiven unserer Aluminiumfertigprodukt-Industrie** ..... S 45

Bewertung der ausländischen und heimischen Daten für Aluminiumverbrauch. Volkswirtschaftliche Bedeutung des sowjetisch-ungarischen Aluminiumabkommens für die Aluminium verarbeitende Industrie. Gruppierung des durch Verarbeitung von Aluminum erzielten volkswirtschaftlichen Nutzens.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummern nach Ausland an der Adresse KULTURA, Budapest 62, P. O. B 149, Ungarn.

CONTENTS:

Dr. E. Fuchs: **In-production materials testing by microstructural investigation performed in series with a metal microscope** ..... P 9

Nondestructive metallographic structure testing may be employed occassionally in the course of in-production materials testing, but this requires testing apparatus of much higher productivity than the present models. Electrolytic preparation should be automated as far as possible by a suitable design of the electrolysing current ahead the polished and etched surface of the specimen should be introduced into the viewing field of the metal microscope by on intercoupled mechanism.

Dr. J. Gulyás: **Characteristics of the simple dynamic materials testing methods** ..... P 14

The dynamic materials testing methods are reviewed which permit to extend the loading conditions obtained with static methods to higher forming velocities. Influences of dynamic stress on the loaded material and on the loading device. The characteristics of the following dynamic materials testing methods are described: impact bending on a pendulum type impact machine, impact-tensile testing and upsetting on a plastometer and with a drop hammer. The most suitable measuring methods for the various processes and the frequency conditions of dynamic testing.

Dr. P. Pilter: **The production of ferromanganese** P 22

The historical development of FeMn production. The theoretically necessary coke consumption of FeMn production in the blast furnace, the modern technology of FeMn production. Development of the Hungarian production of FeMn, its industrial results and a proposal for improving the blast furnace burden — since the quality of the Hungarian oxide ores has deteriorated — with concentrates of high Mn and low P content obtained from manganese carbonate ore by chemical enrichment.

Dr. B. Pataky: **The influence of small additions on the specific resistance of Mn—Zn ferrites** ..... P 30

The electric loss figures of ferrites depend very much on the specific resistance. The specific resistance of Mn—Zn ferrites may be increased by additions of CaO NiO and TiO_2. The most favourable results in considemia the practical realization may be obtained by NiO additions.

A. Juhász—Mrs. F. Orván—M. Matula: **A study of the chemical composition and structure of sodium aluminium silicates and the reduction of caustic soda losses in the Bayer process. Part IV.** ... P 40

Results of some laboratory and plant experiments for the pre-treatment of bauxite with lime, evaluation of the occurring chemical processes. Description of an experiment for processing low module bauxites. Laboratory test for entiching the Fe_2O_3 content of red mud.

Dr. Domony, A.—Dr. Rott, N.: **Development, results and perspectives of our aluminium end-products industry** ..... P 45

Evaluation of the foreign and Hungarian data concerning aluminium consumption. Economic importance of the Soviet-Hungarian aluminium treaty to the aluminium processing and fabricating industry. Grouping the economic benefits realizable by the processing and fabricating of aluminium.

Subscriptions for the journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers from abroad should be sent to the following address: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149 Hungary.

Die Zeitschrift Kohászati Lapok (Zeitschrift für Hüttenwesen) ist bei unten angegebenen Adressen in Ausland bestellbar:

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20. Denmark
Akateeminen Kirjakauppa Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bataliere, France
Swets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergracht 477—487 Holland
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. India
Lepac Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanada Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovenska Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo, Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweiz
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

ÖNTÖDE 1967. 1. sz.

СОДЕРЖАНИЕ

4. Венгерские Литейные Дни 1

Д-р, Варга, Ф.: **Образование графита и эвтектических зёрен; влияние модифицирования .... С** 19

Прочность на растяжение, на изгиб и твёрдость в зависимости от степени насыщения проб, отлитых при заводских условиях совпадает с литературными данными. Число эвтектических зёрен, определённое методом сравнения и по линиям, соответствует литературным данным, показывает зависимость только от содержания углерода и в результате этого, от степени насыщения. Содержание кремния, соответственно литературным данным, не имеет влияния. Влияние марганца, фосфора и серы отличается от литературных данных.
В результате изменения состава и модифицирования, а также совместного влияния перегрева и модифицирования достигается увеличения прочности, что сопровождается в первом случае увеличением, а во втором, уменьшением чисел эвтектических зёрен.

INHALT

IV. Ungarische Giessereitagungen 1

Dr. Varga, F.: **Die Gestaltung der eutektischen Zelle und des Graphits im industriellen Gusseisen und infolge der Impfung ..... S** 19

Es wurden in Abhängigkeit des Sättigungsgrades die Biegefestigkeit, Zugfestigkeit und Härte, das aus dem Betrieb genommenen Probematerials geprüft, und festgestellt dass deren Werte mit den in der Literatur veröffentlichten gut übereinstimmen. Die, mittels der Vergleichs- und der Geraden entlang durchgeführten linearen Verfahren gemessene Zellenzahl zeigte nur entsprechend der Literatur, mit dem Kohlenstoffgehalt und infolge dessen mit dem Sättigungsgrad einen Zusammenhang. Der Siliziumgehalt hat — wie in der Literatur angegeben — keinen Einfluss. Der Einfluss des Mangan -, Phosphor- und Schwefelgehaltes ist mit dem, in der Literatur veröffentlichten nicht identifizierbar
Durch Aenderung der Zusammensetzung als auch durch dem gesamten Einfluss der Überhitzung und Impfung ist eine bedeutende Besserung der Festigkeit erreichbar, die im ersten Fall durch die Erhöhung der Zellenzahl, im zweiten Fall durch ihre Verminderung gekennzeichnet ist.

CONTENTS

IV. Hungarian Foundrydays 1

Dr. Varga F.: **The formation of eutectic cells and graphite in industrial cast irons and on the influence of inoculation ..... P** 19

Examining in relation with the degree of saturation the bending strength, tensile strength and hardness of cast iron materials sampled from the foundry shop, have shown that the got values agree with the published literary data. The by comparison- and by the straight -line measuring linear method determined cell-number is only then concordant with the literary data, when a relation with the carbon content and in consequence with the degree of saturation exists. The silicon content is — corresponding to the literature — ineffective. The influence of manganese, phosphorus and sulphur content can't be identified with those reported in the literature. By the change of composition, as well as by the joint effect of superheating and inoculation, a considerable improvement in strength is attainable, which is in the first case accompanied by increasing and in the second case by the decreasing of the cell-number.

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

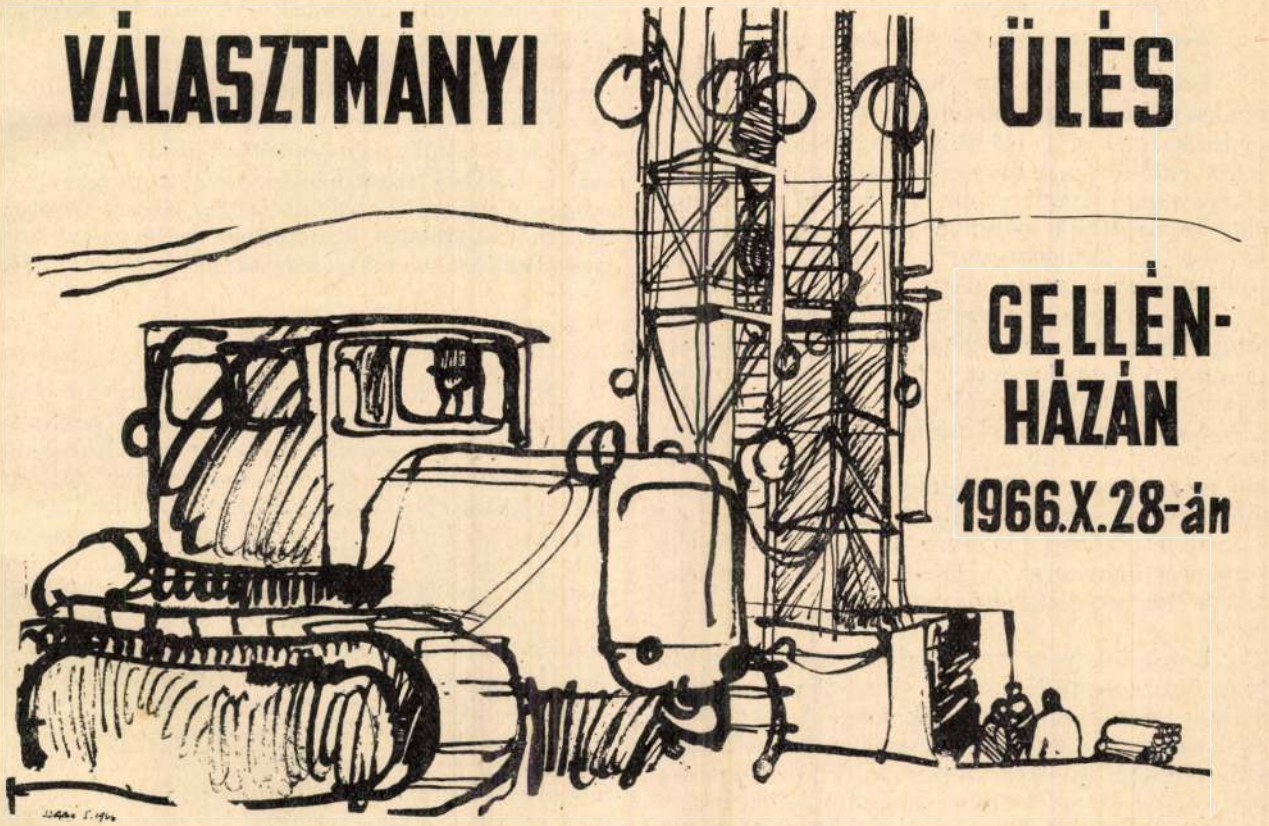
100. évfolyam **1. szám** 1967. január

Jubileumi évfolyamunk első számának megjelenése alkalmából köszöntjük lapunk olvasóit, egyesületünk tagjait és jogi tag vállalatainkat.

Egyben eredményekben gazdag új esztendőt kívánunk.

Jó szerencsét!

A Szerkesztő Bizottság



A közelmúlt évek szinte hagyománnyá váló, bevált gyakorlata szerint Egyesületünk Elnöksége úgy döntött, hogy a választmányi ülést idén is az egyik vidéki ipari centrumban kell megrendezni. Olajbányászati szakosztályunk javaslatát elfogadva a választás a zalai olajvidékre esett, ahol a vendéglátói tisztet nagy készséggel a Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat és a Dunántúli Kőolajfúrási Üzem vállalták.

Október 28-án tehát megindult a választmányi tagok és meghívottak áramlása az ország minden részéből *Gellénházára*, a Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat „Bartók Béla" kultúrházába. A kis terjedelmű, de rendezett gellénházai lakótelep talán fennállása óta még soha nem fogadott annyi személygépkocsit és autóbuszt, mint a választmányi ülés megtartásának délelőttjén. A hosszú út miatt az Elnökség kissé megkésve, 12 órakor foglalt helyet a kultúrterem elnöki asztalánál. A választmányi ülés elnökségét a következők képezték: *dr. Gyulay Zoltán* az Egyesület elnöke, *dr. Alliquander Ödön, Bese Vilmos, Böszörményi Béla, Claus Alajos, dr. Ember Kálmán, Gagyi-Pálffy András, Horváth Ferenc, Horváth János, Lomniczy Dezső, dr. Pilter Pál, dr. Tarján Gusztáv* és *Tóth Ferenc*.



1. ábra. A választmányi ülés elnöksége. Dr. Pilter Pál főtitkári beszámolóját tartja

Az összesen 200 résztvevő előtt *dr. Gyulay Zoltán* elnök a választmányi ülést a következő szavakkal nyitotta meg.

Tisztelt Választmány!

Kedves Tagtársak, kedves Vendégeink!

Immár hagyomány, hogy Egyesületünk évi rendes választmányi ülését bányászatunk és kohászatunk egy-egy jelentős gócpontján, egyben egyik vidéki csoportja székhelyén tartja. Hatodik alkalommal történik ez ma így, de első ízben, hogy olajbányászatunk súlypontján — a Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat székhelyén, Gellénházán — ülünk össze.

Zala megye a magyar olajbányászat szülőföldje. Kerek 30 esztendeje annak, hogy Budafapusztán pörögni kezdett a forgatóasztal és a halfarkú véső a földbe vájt, majd *1937. november 21-én* a *Budafa-2. sz. kútból* kibuggyant a folyékony arany és e kút napi 62—66 m^3 kezdő hozamával megindult a gazdaságilag immár jelentős magyar kőolajbányászat. Alig apadó bőséggel folyt a kútból a kőolaj hat éven át, amikor a fejlődő termelési módszerek a gázbefogadó kút szerepét adták Magyarország első, tiszta olajat termelő kútjának.

A jelentős magyar kőolajbányászat megindulását évtizedes tudományos, elméleti viták és küzdelmes vállalkozások előzték meg. A Bányászati és Kohászati Lapok 1937. május 1-i számának 167. oldalán az egyik legkiválóbb földbúvár elemezte a dél-zalai, bükkaljai és alföldi szénhidrogénkutatások tapasztalatait és azt a borúlátó következtetést vonta le, hogy e kutatások „. . . *a jövőben az ország nyersolaj-szükségleteinek csak egy kisebb töredékét, vagyis 1—2%-át, tehát évente csak 80—90 vagon, illetve igen szerencsés esetben évente átlag csak 200—400 vagon kitermelési lehetőségét valószínűsítik.*" És már 6 hónappal e jóslat elhangzása után egyetlen kútból megindult a havi 150—160 vagonnyi olajáram! Kőolajtermelésünk hullámzó termelési görbéjén azóta nem egy olyan nap szerepel, melynek termelése felülmúlja a „szerencsés esetben" jósolt éves termelési becslést.

Hogy a hazai kőolaj- és földgázbányászat fája a zalai magból hová terebélyesedett, arról választmányi ülésünk első előadása, és hogy a fa termése ma mit jelent a testvér szakma, a kohászat számára, arról a második előadás fog bennünket tájékoztatni.

Az eredmények szürkének tűnt adatai azonban emberekről is beszélnek, *geológusokról, geofizikusokról, mérnökökről, fúró- és termelőmesterekről és munkásokról*, emberekről, akik mindenek felett szeretik hivatásukat és akiket töretlenül lelkesített a tudat: kőolajat találni, termelni, ezzel valóban hazánkat, a magyar nép gazdaságát, jólétét, boldogságát szolgálni, akiket a 30 esztendő vagy ennek egy része *hivatásuk szenvedélyes harcosává tett!* A tisztelt Választmány bizonyára együtt érez velem akkor, amidőn e 30 esztendőt felidézve tisztelettel köszöntöm a magyar olajbányászat dolgozóit!

A zalai táj, melynek mélyén ásványkincseket lelt a fúró, hajlataival, erdeivel, dombjaival, meleg hullámzásával, szelídségével igézi meg az embert. E varázsos dombvidék azonban más kincset is őriz: *kis falvak évszázados kincsét, sajátos magyar nyelvét, népművészetét és szokásvilágát.* E kétfajta kincs ma együtt jellemzi Zalát. Az olaj azonban hatalmas ember-, táj-, és életmód-formáló tényező, minden tekintetben változtatott az itt élő emberek szemléletén. Élet- és létkörülményeik ugyan az ország más vidékeihez felcsatlakoztak, de a táj szépségét nem bontotta meg az olajbányászat és sajátos létesítményei: ezüstszínű tartályai, módosan himbáló mélyszivattyúi, kecses fúrótornyai harmonikusan illeszkednek természetes környezetükbe és ma már a zalai táj jellemzőivé váltak.

Igen tisztelt Választmány!

Ha már a hazai olajbányászat évfordulójával kezdtem, úgy érzem, e három évtizeden belül még három „olajos" évfordulóról kell megemlékeznem. Ezek közül az első: 25 éve alakult meg Zalában egyesületünk olajbányászati szakosztálya, a Dunántúli Olajvidéki Osztály, melyet az olajbányászatnak a háború közeledtével önerejükre maradt mérnökei, geológusai és geofizikusai alakítottak meg saját továbbképzésük, illetve a magyar nyelvű szakirodalom megteremtése céljából. Ez a szakosztály nagyon sokat tett céljai megvalósításáért. A második jubileum: a Nehézipari Műszaki Egyetem bányamérnöki karán 15 éves a hazai olajmérnökképzés. És a harmadik: 15 éves az 1951-ben felfedezett nagylengyeli olajmező. Kérem, fogadják mindazok, akik ez évfordulók részesei, szívből jövő jókívánatainkat munkájuk további eredményes folytatásához!

Ma a szénhidrogének, a kőolaj és a földgáz fokozódó felhasználásának évtizedeit éljük. 1965-ben a kőolaj és földgáz részvétele a világ energiafelhasználásában 54,4%, és a termelt kőolaj és földgáz értéke a világ összes bányatermékeinek értékében 48,8% volt. Hazánk szerény méreteiben ilyen arányokról nem lehet szó, de terveink szerint a mi energiaellátásunkban is 1965-től 1970-ig a kőolaj és földgáz részvétele 20%-ról 38—40%-ra nő. Ez megtisztelő és nagy feladatot ró az egész olajiparra és ezen belül az olajbányászatra is.

Igen tisztelt Választmány!

Tavaszi, 50. közgyűlésünk óta rövid idő, mindössze hat hónap telt el és mi mégis úgy éreztük, szükséges, hogy az Elnökség számot adjon a Választmánynak arról, mit tett a közgyűlés határozatainak a megvalósításáért. Ezért meghallgatjuk és megvitatjuk *főtitkárunk beszámolóját* egyesületünk helyzetéről és tevékenységéről, különös nyomatékkal néhány olyan nagyjelentőségű kérdésről, mely a legutóbbi időszakban került a közérdeklődés homlokterébe, elsősorban a gazdaságirányítás reformjával összefüggésben. Én e bevezetőben — mint egyetemi oktató, mint egy kis tudományos intézet vezetője és mint egy folyvást tanuló mérnök — csak egy döntő feladatra hívom fel a Választmány szíves figyelmét: *egyesületünk feladatára és felelősségére szaksajtónk fejlesztésében*, és ebben benne rejlik szakmai feladatunk és felelősségünk a tudományszervezés, a tudományos tájékoztatás és a mérnöktovábbképzés terén.

Egyesületünk a magyarországi bányászat és kohászat német évszázadaiból eredt szellemi és lelki örökségének terheit leküzdve, hosszas vajúdás után, az 1887-ben Selmecbányán megalakított *Bányászati és Kohászati Szakirodalmat Pártoló Egyesületből* született. Egyesületünk létének ma is döntő indoka a szakismeretek terjesztése a tájékoztatás szaktudományaink fejlődéséről, a lehető legszélesebbkörű mérnöktovábbképzés szaklapjaink útján. Egyesületünk szemefényét szakfolyóirataink alkotják. Ezekből ítéljük meg, mit értek el elődeink, *ezekből fognak fölöttünk is ítélkezni*. A szakosztályaink helyi, regionális és országos ankétjain elhangzott előadások programját gondos szervezéssel és válogatással úgy kell összeállítani, hogy a lapjainkban közölt előadások szaktudományaink fejlődéséről minél teljesebb képet nyújtsanak. Az ilyen tudományt fejlesztő és terjesztő ankétok szervezéséhez és az anyagukat közlő szaklapok szerkesztéséhez korszerű irányelvek szükségesek.

Úgy érzem, egyesületünknek szavát kell hallatnia a tudományos tájékoztató szolgálat megszervezése érdekében is. *Bernal* szerint ma már könnyebb felfedezni valamit, mint gyorsan és hatékonyan megtalálni az irodalomban, és az Unesco egy kiadványában az olvasható, hogy „... valóban fennáll *Baudelaire* szép hasonlatával az a veszély, hogy amint a mesebeli Albatros madarat óriásira nőtt szárnyai akadályozták a szárnyalásban, a tudományos ismeretek, az információk tömege visszájára fordítva nemcsak felemeli, hanem le is húzza a kutatást". Ez az *embarras de richesse*, zavar a nagy választék miatt. A kutató ezt már lassan elviselhetetlennek érzi. Tudományos tájékoztató szolgálatunk is korszerűsítésre szorul.

Szebb feladata nem is lehet a jövőre 75. évét betöltő Egyesületnek és a 100. évfolyamába lépő lapjainknak, mint mindenben megfelelni a kor legmagasabb igényeinek.

Igen tisztelt Választmány!

Még kedves kötelességem, hogy egyesületünk választmánya és vezetősége nevében köszönetet mondjak a Dunántúli Kőolajtermelő Vállalat vezetőinek azért, hogy szívélyes vendégszeretetükkel lehetővé tették mai gellénházai választmányi ülésünket és hogy holnap megtekinthetjük jelentősebb fúró és termelő üzemeiket.

A jegyzőkönyv hitelesítésére felkérem *dr. Alliquander Ödön* és *Claus Alajos* tagtársainkat. Ezzel választmányi ülésünket, minden résztvevőjének eredményes munkát kívánva, megnyitom.

A nagy figyelemmel végighallgatott elnöki megnyitó beszéd elhangzása után *dr. Gyulay Zoltán* felkérte *dr. Pilter Pált* a főtitkári beszámoló megtartására.

Dr. Pilter Pál főtitkári beszámolójában a következőket mondta:

Tisztelt Választmány!

Beszámolóm megkezdése előtt — régi egyesületi hagyományokhoz híven — emlékezzünk meg azokról a tagtársainkról, akik az 1966. április 14—15-i Küldöttközgyűlés óta örökre eltávoztak közülünk:

Becht Rezső aranydiplomás bányamérnök,
Bónyai Ede kohómérnök,
Forgács Béla aranydiplomás kohómérnök,
Kollár Medárd művezető,
Moticska Nándor gyémántdiplomás bányamérnök,
Schramek György osztályvezető és
Villányi Miklós bányamérnök.

Hagyományaink szerint áldozzunk kegyelettel emléküknek egyperces néma felállással!

Tisztelt Választmány!

Az idén áprilisban megtartott 60. közgyűlés az előző elnökség által beterjesztett széles skálájú, egyesületünk minden működési területét átfogó határozati javaslatok elfogadásával határozott irányt adott az új vezetőségnek, s ezzel biztosította a további eredményes munka lehetőségeit.

Jubileumok és a pénzügyi helyzet

A határozati javaslatok leglényegesebb pontja egyesületünk 75 éves, lapjaink 100 éves jubileumának előkészítése volt. Az új elnökség első ülésének megbízásából *Szeless László* tagtársunk a szakosztályok megbízottaival elkészítette a jubileum megrendezésével kapcsolatos javaslatát, melyet a második elnökségi ülés szeptember hó 9-én megvitatott és elfogadott. Az ezzel kapcsolatos írásos anyagot választmányi ülésünk kezdetén a résztvevőknek rendelkezésre bocsátottuk, részben tájékoztatás céljából, részben pedig azért, hogy javaslataik révén a további munka megkönnyebbedjen *(1. melléklet)*.

A jubileum lerögzített időpontja 1967. szept. 12—15. Annak kihangsúlyozásával, hogy egyesületünk alapja a társadalmi munka, a műszaki szellemi erők összefogása, nem mehetünk el szótlanul az anyagi kérdések mellett sem. A hozzávetőleges jubileumi költség mintegy félmillió forint lesz. Jubileumi és ezzel egyesületi munkánk jelentőségét alátámasztva az ipar az erkölcsi támogatáson kívül lényeges anyagi támogatást is biztosított, mégpe-

dig a KGM részéről *dr. Kocsis József* kohászati min. h. 140 000 Ft-ot. Jelentős támogatást helyezett kilátásba *Ocsenás* elvtárs a Vasas Szakszervezet részéről is. Ezért a hathatós támogatásért mindegyik vezetőnek ezúton is hálás köszönetet kell mondanunk. Tennünk kell ezt annál is inkább, mivel a KGM az egyesületünk munkájában eredményesen résztvevő tagtársak részére erkölcsi elismerésként 22 kohász kiváló dolgozó kitüntetés adományozására biztosított lehetőséget. Hasonló arányú jóindulatú támogatás a NIM vezetője, *dr. Lévárdi Ferenc* miniszter tagtársunk részéről is folyamatban van, s a kedvező végleges elintézés a közeli napokban várható. Egyidejűleg a MTESZ részéről *Valkó Endre* főtitkár 10 kormánykitüntetésre való javaslattételt terjesztett tovább a kormányhoz. Az ipar és a társadalmi szervek vezetői így időben biztosították egyszeri kérésre a jubileum mindannyiunk által óhajtott sikerének erkölcsi és anyagi feltételeit. Most már az egyesület feladata az adott lehetőségek és keretek ésszerű kihasználásával a jubileum sikerének biztosítása, úgy hogy ez egyesületünk társadalmi munkájára ösztönző legyen. Itt kell megjegyeznünk, hogy az 1942-ben tartott 50-éves jubileum idején a taglétszám 816 volt, most pedig mintegy 4160 fő.

Szocialista társadalmunk fejlődését elősegítő mindennapos tennivalóinkon és a jövő építésére irányuló terveinken kívül az Egyesület erkölcsi kötelessége a bányász-kohász hagyományok *Péch Antal* szellemében való ápolása is. Éppen ezért a jubileummal kapcsolatban mintegy 10 mű kerül kiadásra, amelyek nagy részben bányászatunk és kohászatunk múltját tárják elénk. E munka rendszeressé tételére, az előző elnökség határozata alapján szeptemberi elnökségi ülésünkön megalakult a történeti bizottság, amelynek vezetőjéül elnökünket, *dr. Gyulay Zoltánt* kértük fel, titkára pedig *Szabó Miklós* kohómérnök tagtársunk lett. A mintegy 10 jubileumi kiadvány szerzőivel a szerződéskötés folyamatban van *(2. melléklet)*. Tizenegyedik kiadványként jelentkezik a salgótarjáni választmányi ülés határozata alapján nótáskönyvünk új közzététele is. Ennek szerkesztése folyamatban van már. Kiadványaink ugyancsak tekintélyes összeggel terhelik meg költségvetésünket. Igaz, a ráfordítandó mintegy 600 000 Ft egy része megtérül ugyan, de még mindig tetemes összeget kell pótolnunk. Ebben az esetben ismét az ipar segített bennünket.

Örömmel jelenthetem, hogy jogi tagsággal rendelkező vállalataink 36%-a a mai napig a pénzügyminiszteri rendelet lehetőségeinek keretein belül jogi tagdíját számottevően megnövelte és mintegy 200 000 Ft Egyesületünk egyszámlájára már be is érkezett. Itt külön köszönetet kell mondani a Vaskohászati Igazgatóság, a Dorogi és Pécsi Szénbányászati Trösztök, valamint a Dunai Vasmű vezetőinek, akik a jogi tagdíj megszavazásában igen példamutató áldozatkészséget tanúsítottak. Bízunk abban, hogy a hátramaradt vállalatokban is az elmondottakhoz hasonló megértést fogunk tapasztalni.

A jubileummal kapcsolatban meg kell még mondani, hogy mindkét lapunk szerkesztőbizottsága és főszerkesztője a közös jubileumi szám szerkesztésén és kellő színvonalon való kiadásán fáradozik.

Nemzetközi kapcsolatok

Nemzetközi kapcsolatok terén az előző elnökség elvi irányvonalát követve igyekszünk szovjet, NDK és lengyel társegyesületekkel a meglevő kapcsolatot továbbmélyíteni, de új kapcsolatok felvételén is fáradozunk, főképp a szocialista országok egyesületeivel. Így a bolgár bányász és kohász egyesülettel a szerződés megkötés alatt van. Történtek már eredményes lépések a csehszlovák társegyesületek felé is, főképp bányász vonalon.

Jugoszláviával folytatott tárgyalásaink igen eredményesnek mutatkoznak. Belgrádból a Bányász-Kohász Egyesület vezetősége f. évi november hó végén jön a szerződés megkötésére. Eddig megállapodást kötöttünk már a szlovén bányászati-kohászati és öntészeti egyesületekkel, bányász- és olajbányász vonatkozásban pedig aláírás alatt áll két megállapodás a horvát bányász és kohász egyesületekkel.

Igen meglepő az az érdeklődés, amelyet a jugoszláv társegyesületek felénk tanúsítanak. Ezt bizonyítja választmányi ülésünkön való jelenlétük is, a lengyel társegyesület küldöttei mellett.

Nemzetközi kapcsolataink bővítését lehetővé teszik a vállalatok által fizetett jogi tagdíjak megemelése, valamint a MTESZ főtitkárhelyettesének, *Philip Miklós*nak a devizaigazgatósággal kötött ama megállapodása, hogy a személyi tagdíjak egy részét külföldi utazásra lehet fordítani, s ez a pénzösszeg a vállalatok helyi csoportjainak áll majd rendelkezésére a taglétszám arányában. Az ez évi külföldi utazásokról szóló kimutatást a *3. melléklet* tartalmazza.

Kapcsolatok a társegyesületekkel

Társegyesületeinkkel a meglevő kapcsolatokat tovább bővítettük. Így a 60. közgyűlés határozata alapján — *dr. Dzsida József* javaslatára — a Szilikátipari Egyesület vezetőségével megtárgyaltuk a kő- és kavicsbányász kartársak kérését. Ennek eredményeképpen a kő- és kavicsbányász kollégákat a bányászati szakosztály rendezvényeire meghívjuk, és közös beadvánnyal fordulunk a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem rektorához, amelyben annak kivizsgálását kérjük, hogyan lehetne a bányamérnökképzés tantervébe a szénbányászaton kívül eső bányászati tevékenység szakmai kérdéseit mélyrehatóbban beiktatni. Hangsúlyoznom kell, hogy ez még csak kezdeti lépés a teljes bányászegység megteremtésére.

A GTE-vel a kapcsolatok tovább mélyültek. Többszöri tárgyalás eredményeként megállapodtunk, hogy az ipar fejlődését szolgáló kérdésekben közös munkával tárjuk fel a lehetőségeket az iparvezetés és a végrehajtásban résztvevő szakmai kollektíva részére, azaz vállvetve együtt munkálkodunk a műszakilag és gazdaságilag helyes célok érdekében. Ilyenek többek között a nagy folyáshatárú hegeszthető acélok egyre nagyobb mértékben való terjesztése, amely a gyártók, szerkesztők, és

kivitelezők közös munkáját igényli, továbbá a *Mechanit*-eljárás és a keramikus formázás kérdésében való állásfoglalás. A kérdés nagy horderejére való tekintettel, a sikeres végrehajtás érdekében elnökségünk szeptemberi ülésén a GTE-összekötői teendők ellátására *Selmeczi Béla* tagtársunkat kérte fel. Az eltelt időben két munkabizottság már meg is kezdte munkáját.

A Bányászati Lapok, Kohászati Lapok és Öntöde szaklapok után a jövő évben, miként a salgótarjáni választmányi ülésen javaslatként elhangzott, a fejlődés törvénye értelmében reménykedve várjuk, hogy a jövő évben új lappal gazdagodunk, mégpedig a *Kőolaj és Földgáz*-zal. Ez összesen mintegy 30 oldalnyi bővülést jelent szakmai cikkek vonatkozásában egyesületünk részére. A MTESZ vezetősége a kérést pártfogóan terjesztette az illetékes sajtószervek felé és értesülésünk szerint a jóváhagyás ez évben várható. Az új lap anyagi dotációját, azaz 150 ezer forintot az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt áldozatkészen vállalta. Az Olajbányászati szakosztály már kijelölte a szerkesztő bizottságot és főszerkeztőnek *Binder Béla* tagtársat kérték fel.

Lapjaink 100 éves évfordulóját, ami ritka kor a mai műszaki folyóiratok között, arra használjuk fel, hogy bányász-kohász szakfolyóirat-világkiállítást rendezünk Budapesten.

Rendezvények

Ez évi rendezvényeink az elmúlt évekhez hasonló aktivitással bonyolódtak le, legfeljebb azzal a különbséggel, hogy konferenciáink sikere mind több külföldit vonz, s ennek megfelelően külföldi, főképp a szocialista országból érkező vendégeink száma fokozatosan nő. Nemcsak nagy rendezvényeink, de kisebb ankétjaink is vonzzák a vendégeket, amire példa a tatabányai *Országos Bányamérő Ankét*. Nagy rendezvényeink helyes rendezés esetén tekintélyes tőkés deviza-bevétellel is járnak, ami az utóbbi nagysikerű *Öntőkongresszus* esete is volt. Az így kapott devizahozam egy részét egyesületünk fel is használhatja. Miként a *4. melléklet* igazolja, konferenciáink külföldi látogatóinak száma fokozatosan nő. Ez viszont mind nagyobb feladatok elé állítja tagságunkat és a központi apparátust. Ez maga után vonja azt is, hogy külügyi bizottságunkat még nagyobb számú, idegen nyelveket jól beszélő tagtársakkal kell kibővíteni.

Rendezvényeink, tartalmukat illetően, minden esetben az ipar lényeges problémáival foglalkoznak. Témáit a szakosztályok és az iparvállalatok közösen állítják össze. Igen megtisztelő számunkra, hogy az illetékes tárcák legfőbb vezetői — miniszterei, miniszterhelyettesei, iparági igazgatói — megnyitó előadásaikkal szabják meg a rendezvény fő irányvonalát.

Egyes szakosztályaink munkájával külön-külön a mai választmányi ülésünkön még korai volna foglalkozni. Általánosságban elmondható, hogy minden szakosztály munkájában határozott aktivitás tapasztalható. A szakosztályok vezetőiből álló elnök-titkári értekezlet gyakorlatilag havonta tartott összejövetelein az operatív egyesületi munka kérdéseit tárgyaljuk meg, amint az *5. mellékletb*ől látható. Örömmel mondhatjuk az eddigi tapasztalatok alapján, hogy ezeken az értekezleteken a teljes megértés, egymás problémáin való segíteni akarás, a közös társadalmi munka szelleme uralkodik, amiért a szakosztályok vezetőinek ezúton is köszönetet mondok. Külön megtiszteltetés az elnök-titkári értekezleteken elnökünk jelenléte, aki fáradságot nem kímélve, vidékről is feljön megbeszéléseinkre és hasznos tanácsaival látja el a résztvevőket.

Kapcsolataink az iparral

Az elmondottakon kívül különös gonddal ügyelünk az iparral való szoros kapcsolatokra. Az elmúlt félév alatt mintegy 19 nap ráfordítással 60 helyen elnökünkkel az ipar vezetőinek mintegy 95%-át felkerestük, s az egyesületi munka vonatkozásában véleményüket, tanácsukat kikértük, fő célkitűzéseinket velük megbeszéltük. Jubileumunk megrendezését, s a jövő évi munkaterv összeállítását már ezen eszmecseréken megbeszéltek alapján fogjuk végezni. Ugyanígy kérjük helyi csoporttitkárainkat és szakosztályaink vezetőit, hogy munkaterveiket a beadás előtt még az illetékes iparvezetőkkel ismertessék.

Tisztelt Választmány!

A beszámolóban nem törekedtem a teljességre — amiért elnézésüket kérem —, inkább azokkal a lényeges kérdésekkel igyekeztem foglalkozni, amelyek jelenlegi egyesületi életünk aktivitásának fokozását segítik. Mindannyian ismerjük a bányász-kohász műszaki társadalom igen nagy erejét, amelynek az új gazdasági mechanizmus érdekében való kibontakoztatása elsőrendű népgazdasági érdek.

Befejezésül röviden a jövő évi munkatervünk eddig kialakult legfőbb célkitűzéseit ismertetem és kérem ehhez a Választmány jóváhagyását, valamint javaslatait is ezek bővítéséhez.

1. Egyesületi életünk legfontosabb mozzanatát 1967-ben egyesületünk 75, lapjaink 100 éves jubileumának kell képeznie.

2. Bízza meg a Választmány az Elnökséget, hogy a beszámoló szellemében a jubileum végleges és részletes programját 1967. V. 1-ig dolgoztassa ki.

3. Fokozott figyelemmel kell lenni a jubileumi kiadványainkkal kapcsolatos tennivalókra és lapjaink jubileumi számának előkészítésére.

4. Az eddig jól bevált együttműködési szerződések tapasztalatai alapján a szovjet, német és lengyel mintára a bolgár, jugoszláv és román társegyesületekkel is fel kell venni, illetve tovább kell bővíteni kapcsolatainkat.

5. A külföldi kapcsolatok várható bővülése miatt külügyi bizottságunkat idegen nyelveket jól beszélő, aktív tagtársakkal ki kell bővíteni.

6. Bizottságot kell alakítani, amely hazánk energiaellátásában döntő szerepet játszó szén- és kőolaj-földgáztermelésének és felhasználásának gazdaságosságával foglalkozik az új gazdasági mechanizmus szellemében.

7. A helyi, vidéki és országos ankétok előadásainak programját úgy kell összeállítani, hogy a lapjainkban közölt előadások szaktudományaink fejlődéséről minél teljesebb képet nyújtsanak. Az ilyen tudományt fejlesztő és terjesztő ankétok szervezéséhez, az anyagukat közlő szaklapok szerkesztéséhez korszerű irányelvek szükségesek (A 6. és 7. határozati javaslat a hozzászólások alapján került megfogalmazásra).

Tisztelt Választmány!

Kérem jelentésem tudomásulvételét, jóváhagyását és javaslataink választmányi határozatra emelését. Jó szerencsét!

A főtitkári beszámoló elhangzása után *Bese Vilmos* okl. bányamérnök, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt vezérigazgatója tartotta meg „Szénhidrogén-bányászatunk helyzete és kilátásai" című, nagy érdeklődéssel fogadott előadását, melynek teljes szövegét a Bányászati Lapok fogja közölni.

Bese Vilmos előadása után az Elnök szünetet rendelt el, mely közben a résztvevőknek frissítőket szolgáltak fel és a rövid pihenő alatt mód nyílott arra, hogy a választmány tagjai az addig elhangzottakat maguk között megvitassák.

Szünet után *Horváth János* okl. kohómérnök, a KGM Vaskohászati Igazgatóságának vezetője tartotta meg „A földgáz és olaj felhasználásának eredményei a vaskohászatban" című előadását, amelynek teljes szövegét a Kohászati Lapok következő számában fogjuk közölni.

Az elhangzott két előadás rövid méltatása után *dr. Gyulay Zoltán* elnök bejelentette a napirend következő pontját, a hozzászólásokat.

Elsőnek *Boday Gábor* okl. bányamérnök szólalt fel és a főtitkári beszámolót az egyesületi könyvtári munka részletes ismertetésével egészítette ki.

Szász József okl. kohómérnök kiegészítő javaslatot tett *Boday Gábor* beszámolójához.

Vietorisz Róbert okl. bányamérnök hozzászólásában két indítványt tett: lépéseket kell tenni a bányász himnusz profanálása ellen, vagyis a himnusz védelmére, mert tapasztalta, hogy a bányász himnusz magasztos dallamait slágerekre és szakszerűtlen szövegű kórusművekre komponálták át. Második indítványa a nyugdíjas állományú műszaki fordítók jogvédelmét célozta. A művelődésügyi miniszter 3/1962. Mü. M. sz. rendeletének 2. bekezdése ugyanis a műfordítókat — amennyiben nyugállományban vannak — mentesíti a havi különjövedelem-korlátozás alól, de ez a mentesítés a műszaki szövegek fordítóira nem terjed ki. Pedig a műszaki szövegek fordítói sok esetben nehezebb munkát végeznek mint a műfordítók és munkájuk is egyformán hasznos.

Sáfár László okl. kohómérnök a *Bese Vilmos* előadásában elhangzott egyik kijelentés bővebb tisztázását kérte, amit *Bese Vilmos* azonnal megadott.

Péczely Antal okl. bányamérnök hozzászólásában ugyancsak a műfordítás és a műszaki szöveg fordítása közti összefüggésekről beszélt és *Vietorisz Róbert* hozzászólását tényleges példákkal illusztrálta.



2. ábra. Bese Vilmos előadása közben



3. ábra. Horváth János előadást tart a választmányi ülésen

Óvári Antal okl. kohómérnök, a Kohászati Lapok főszerkesztője a főtitkári beszámolót egészítette ki hozzászólásában és ismertette a Bányászati és Kohászati Lapok jubileumi számával kapcsolatos terveket (jubileumi rovat, ünnepi szám, összefogó tartalomjegyzék, szaksajtó kiállítás stb.)

A jugoszláviai társegyesület képviseletében megjelent delegáció mellett a választmányi ülésen résztvett *Jacob Obsuchovski*, a legyel bányászati lapok szerkesztője is, aki a két külföldi delegáció nevében meleg szavakkal üdvözölte a választmányi ülést és az egyesületi munkához további sikereket kívánt.

A választmányi ülés résztvevői az elhangzott kiegészítéseket és javaslatokat nagy figyelemmel hallgatták végig. *Dr. Gyulay Zoltán* elnök összefoglalta az elhangzottakat és az ülést bezárta.

*

A jól végzett munka után az ülés résztvevői közebéden vettek részt, majd az esti órákban,

ugyancsak a gellénházai kultúrházban vacsora, utána pedig *Patsch Ferenc* okl. bányamérnök elnökletével szakestély következett. A résztvevők többsége a késő éjjeli órákig együtt maradt és az Alma Materban megszokott keretek között, fehér asztalok mellett szórakozva gondolt vissza az iskola padjaiban eltöltött diákévekre és az azóta letöltött munkás életre.

Október 29.-én reggel az ülés résztvevői autóbuszokon és személykocsikkal *Lovászira* utaztak, ahol a kompresszortelepet, majd innen továbbutazva a *Budafa-3. sz.* kútfúrást tekintették meg. A kútfúrástól a látogatók *Bázakerettyére* utaztak, ahol a kultúrházban *dr. Alliquander Ödön*, az Olajbányászati Szakosztály vezetője foglalta össze a látottakat. Elmondta, hogy az olaj- és gáztartalmú üledékes kőzet alsó határa 6000 m és a Budafa-3. sz. fúrás célja, hogy eddig a mélységig első ízben lehatoljon. A fúrás jelenleg 2200 m mélységben tart, végrehajtásához különleges berendezésre és felszerelésre van szükség, mivel Magyarországon ilyen mélységű kutat idáig még nem mélyítettek. A látott berendezés importeredetű, a régi gőzüzem helyett diesel-motorok szolgáltatják a szükséges energiát. A fúrás idáig akadálytalanul haladt és minden reménye meg van annak, hogy terv szerint sikerül befejezni.

Dr. Alliquander Ödön ismertetése után megválaszolta a feltett kérdéseket, majd frissítőket szolgáltak fel és a választmányi ülés kétnapos programja a sikeres üzemlátogatás után 12 órakor befejeződött.

A Gellénházán megrendezett választmányi ülés tapasztalatai ismét azt bizonyítják, hogy helyes volt az Egyesület Elnökségének az a döntése mely szerint a választmányi üléseket valamilyen vidéki szakcsoport székhelyén kell megtartani. A jelenlegi ülésen a résztvevők nemcsak az Egyesület vezetését ellenőrizték az alapszabályok által biztosított joguknál fogva, hanem módjuk volt a hazai olajbányászat és olajtermelés problémáit, továbbá a vaskohászat szénhidrogén-felhasználási igényeit megismerni. Mindez jelentősen segítette az olajbányászok és vaskohászok együttműködésének elmélyítését.

A kétnapos program jó lebonyolításáért és a bőkezű vendéglátásért köszönet illeti *Tóth Ferenc* és *Varga Ferenc* igazgatókat, a Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalatot, a Dunántúli Kőolajfúrási üzemet, valamint Egyesületünk titkárságát.

R. J.

A FŐTITKÁRI BESZÁMOLÓ MELLÉKLETEI
Egyesületünk és lapjaink jubileumai

1. melléklet

Egyesületünk 1967-ben 75 esztendős tisztes múltra tekinthet vissza, szaklapjaink pedig beléptek 100. évfolyamukba és 1968. január 15-én századszor tér vissza az első lappéldány megjelenésének évfordulója.

Az OMBKE vezetősége és szaklapjaink Szerkesztő Bizottságai ezeknek a ritka jubileumoknak méltó megünneplésére már most felkészülnek.

Az Egyesület 75 éves fennállásának ünnepségeit 1967. szeptember második felében fogjuk megrendezni. Az ünnepi közgyűlés szinte már hagyományszerűen a Magyar Tudományos Akadémia dísztermében lesz s az elhangzó díszelőadás keretében ismertetésre kerül a 75 éves Egyesület szerepe a hazai bányászat és kohászat fejlődésében. Társadalmi szervezeteink, állami intézményeink, a' társegyesületek, de nyilván több külföldi delegáció is üdvözölni fogják a jubilánst, majd ez alkalommal a szokásosnál több kormány- és egyesületi kitüntetés, emlékérem kerül átnyújtásra. Az ünnepi közgyűlést követő este az Egyesület vezetősége az ünneplő tagság és a vendégek tiszteletére fogadást rendez.

Másnap az Egyesület öt szakosztálya külön-külön ünnepi szakosztályülést tart, amelyen a szakma néhány vezető egyénisége a szakágazat fejlődését és perspektíváit fogja megvilágítani egy-két átfogó témájú előadásban. A szakosztályüléseken a hosszú idő óta hűséges tagjaink elismerésben részesülnek majd.

Biztosra vehető, hogy jubiluemi ünnepségeinknek számos külföldi vendége is lesz. Mindenesetre meghívjuk a szomszédos, főleg a baráti országokból társegyesületeink vezetőségeit, a rokonszakmák külföldi egyetemeinek és főiskoláinak képviselőit és a testvér szaklapok szerkesztőségeit. Ezeken a delegációkon kívül Egyesületünk nem egy külföldi régi barátja is nyilván megtiszteli a jubileumot.

Külföldi vendégeink számára néhány szakmai kirándulást is rendezünk, amelyeken igyekszünk legfrissebb műszaki és gazdasági eredményeinket bemutatni. A kirándulásokat a Balatonvidék megtekintésével szeretnénk hangulatossá tenni és befejezni.

Öntödei szakosztályunk lelkesen szorgalmazza egy öntészeti múzeum berendezését a volt Ganz-Törzsgyárban és szeretné ezt az érdekes ipartörténeti létesítményt a jubileumi ünnepségek keretében felavatni.

Felmerült az a gondolat is, hogy a Technika Házában a jubileum idején egy nemzetközi szaklapkiállítást rendeznénk, amelyen minden bizonnyal előkelő helyet töltenének be 100 éves szaklapjaink vaskos kötetei.

Egyesületünk az évfordulók emlékére több szakmai kiadványt is szeretne megjelentetni. Így magának az Egyesületnek történetét egy évkönyv formájában, azután szaklapjaink ágazatonkénti összesítő tartalomjegyzékét, amely a szakmai búvárkodás értékes kútforrása lenne. Szó van még a bányászat és kohászat néhány történelmi vonatkozású kiadványáról is. Ezek a munkák részben elkészültek már, részben kidolgozás alatt állanak.

Megterveztettük a jubleumi emlékplakettet is, amelyet az ünnepségek résztvevői meg fognak kapni.

Az évfordulók megünneplésének előkészítésére és rendezésére az Egyesület vezetősége egy jubileumi bizottságot alakított, amelyeknek vezetője *Szeless László* választmányi tag, tagjait pedig a Szakosztályvezetőségek jelölték ki. Ez a bizottság már rendszeresen ülésezik és a szükségeshez képest egy-egy részfeladat előkészítésére egyes személyeket vagy kisszámú bizottságokat kér fel. A Szakosztályvezetőségek pedig a jubileumig minden vezetőségi ülésükön foglalkoznak a rendezés reájuk háruló feladataival, illetve azok lebonyolításával.

Szaklapjaink Szerkesztő Bizottságainak javaslatára az Elnökség jóváhagyta a közös jubileumi ünnepi szám szerkesztését és megjelentetését. Ez alkalommal tehát egy esetben ismét *Bányászati és Kohászati Lapok*-at kapnak kézhez tagjaink s ebben szakfolyóirataink történetén kívül az Egyesület jubileumi ülésein elhangzott ünnepi előadások és az ünnepségek leírása kerülnek publikálásra.

Egyesületünk Elnöksége arra törekszik, hogy az előttünk álló ritka szép évfordulókat szakágazataink figyelemre méltó szép eredményeket felmutató múltjához és a népgazdaságban elfoglalt fontos szerepükhöz, s ebből folyóan széles perspektívájukhoz méltó módon megünnepelje.

Tájékoztató a jubileumi kiadványokról

2. melléklet

1. Bányászati és Kohászati Lapok 1868—1950. évi tartalommutatója.
Szerkesztő: *Dr. Legény János*
Terjedelem: 21 ív.
A kézirat elkészült.
2. Bányászati Lapok 1951—1967. évi tartalommutatója
Szerkesztő: *Tóth Pál*
Terjedelem: 12 ív.
A kiadvány szerkesztés alatt.
3. Kohászati Lapok és az Öntöde 1951—1967. évi tartalommutatója.
Szerkesztő: *Óvári Antal*
Terjedelem: 12 ív.
A kiadvány szerkesztés alatt.
4. Péch Antal életrajza.
Szerző: *Kosáry Domokos*
Terjedelem: 27 ív.
A kiadvány megírására a felkérés megtörtént.
5. Péch Antal: Alsómagyarország bányamívelésének története III. kötet (1650—1750)
Szerkesztő: *Kosáry Domokos.*
Terjedelem: 61,5 ív.
A kézirat elkészült.
6. Péch Antal: A Selmeci bányavállalatok története. II. kötet. (1650—1750)
Szerkesztő: *Kosáry Domokos.*
Terjedelem: 78,4 ív.
A kiadvány megírására a felkérés folyamatban.
7. Kovács F. Lajos: Az egykori alsómagyarországi bányászat műszaki emlékeinek topográfiája.
Szerkesztő: *Dr. Gyulay Zoltán*
Terjedelem: 13 ív.
A kiadvány megírására a felkérés folyamatban.
8. Jubileumi Évkönyv.
Szerkesztő: *Óvári Antal*
Terjedelem: 10 ív.
A kiadvány szerkesztés alatt.
9. A magyar vaskohászat története képekben.
Szerkesztő: *Kiszely Gyula*
Terjedelem: 17 ív.
A kiadvány megírására a felkérés megtörtént.
10. A legújabbkori magyar fémkohászat története.
Szerkesztő: *Dr. Becker Ervin*
Terjedelem: 10 ív.
A kiadvány megírására a felkérés megtörtént.
11. A mi nótáink.
Szerkesztő: *Szabó Miklós*
Terjedelm: 5 ív
A kiadvány szerkesztésére a felkérés folyamatban van.

3. melléklet

Az 1966. évben lebonyolított külföldi utak szakosztályonként és országonkénti bontásban

Ország	Bányászati Szakoszt.	Olajbányászati Szakoszt.	Vaskohászati Szakoszt.	Fémkohászati Szakoszt.	Öntödei Szakoszt.
NDK	12 fő	9 fő	3 fő	3 fő	3 fő
Lengyelország	9 fő	—	8 fő	1 fő	2 fő
Csehszlovákia	2 fő	3 fő	2 fő	1 fő	1 fő
Szovjetunió	—	—	—	—	2 fő
Bulgária	—	—	—	—	1 fő
Jugoszlávia	—	1 fő	—	—	—

Az OBKE által 1966-ban eddig megtartott nagy rendezvények

4. melléklet

BÁNYÁSZATI SZAKOSZTÁLY

1. Gépesített fejtés biztosítás ankét
Oroszlány
1966. VI. 7—8.
Résztvevők: 150 fő belföldi + 7 külföldi
2. Országos Bányamérő Konferencia
Tatabánya
1966. IX. 13—14.
Résztvevők: 150 fő belföldi + külföldi

OLAJBÁNYÁSZATI SZAKOSZTÁLY

1. Korszerű művelési és termelési módszerek ankét
Zalaegerszeg
1966. V. 19—20.
Résztvevők: 150 fő belföldi + 5 külföldi
2. Fúrólyukak béléscsövezése és cementezése
Eger
1966. IX. 29—30.
Résztvevők: 130 fő belföldi + 15 külföldi.

VASKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLY

1. Kohászati Kutatási Kérdések konferencia
Miskolc—Diósgyőr vasgyár
1966. V. 23—24.
Résztvevők: 170 fő belföldi
2. Vaskohászati Energetikai és Tüzeléstechnikai Konf.
Miskolc—Diósgyőr
1966. IX. 5—7.
Résztvevők: 100 fő belföldi + 5 külföldi
3. II. Országos Hengerész Konferencia.
Szilvásvárad
1966. IX. 22—25.
Résztvevők: 160 fő belföldi + 15 külföldi.

FÉMKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLY

Jelen időpontig f. évben nagyrendezvényt nem tartottak.

ÖNTÖDEI SZAKOSZTÁLY

1. IV. Magyar Öntőnapok Budapest 1966. X. 18—21.
Résztvevők: 400 fő belföldi + 100 külföldi

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 60. Küldött Közgyűlése. Budapest 1966. IV. 14—15.
Résztvevők: 500 belföldi.

Az év folyamán még megtartandó nagy rendezvények:

1. Finomkohászati anyagok előállításának elméleti és gyakorlati kérdései. Budapest 1966. XI. 3—4.
A Fémkohászati Szakosztály és a Csepeli Fémmű közös rendezvénye.
2. Ipargazdasági Ankét. Budapest 1966. XII. hó
A Fémkohászati Szakosztály Ipargazdasági Szakcsoportjának rendezvénye.

Az 1966. évben megtartott szakosztály elnök-titkári értekezletek

5. melléklet

1. 1966. május 3.
Napirend:
1. jogitagdíj helyzet
2. jubileumi kérdések,
3. egyebek.
2. 1966. június 7.
Napirend:
1. jogitagdíj helyzet,
2. jubileumi kérdések,
3. külügyi bizottság beszámolója,
4. társadalmi bizottság beszámolója.
3. 1966. július 5.
Napirend:
1. jubileumi kiadványok helyzete,
2. a szakosztályok tájékoztatása a jogitagdíj helyzetről.
4. 1966. szeptember 6.
Napirend:
1. jubileum előkészítése.
2. a szakosztályvezetőségek részéről tájékoztatás a jogitagdíj helyzetről,
3. Elnökségi ülés előkészítése
5. 1966. október 4.
Napirend.
1. jogitagdíj helyzet,
2. Alumínium c. lap kiadása,
3. Választmányi ülés előkészítése.
4. külügyi kapcsolatok.

Gyártásközi minőségellenőrzés sorozatban végzett fémmikroszkópos szövetszerkezet-vizsgálattal

Dr. FUCHS ERIK okl. kohómérnök
Vasipari Kutató Intézet, Budapest

DK 658.562:620.18:62152

Bevezetés

A fémek és ötvözetek tulajdonságait döntően kristályos felépítésük, az ún. *szövetszerkezetük* szabja meg. Mivel pedig a szövetszerkezet az anyag vegyi összetételén kívül főleg az anyagon végzett technológiai műveletektől, az alakítás és a hőkezelés körülményeitől függ, a fémmikroszkópos metallográfiai szövetszerkezet-vizsgálatot igen sokoldalúan lehet felhasználni félkész és kész termékek minőségének, ill. gyártásmódjának ellenőrzésére. A szövetszerkezet alapján való minősítés lehetősége régóta ismert, és bizonyos vonatkozásban általánosan szokásos is: a vasöntvények grafitját, szerszámacélok karbideloszlását, bizonyos hőkezelések eredményességét világszerte így szokás minősíteni.

A vizsgálatokat túlnyomórészt ma is a hagyományos módszerekkel, helyhez kötött eszközökkel végzik. A gyártmányokból apró próbatesteket vágnak ki, s a megfelelő csiszolás, fényesítés és maratás után ez utóbbiakat vizsgálják laboratóriumi fémmikroszkópokon. A próbák kivágásakor a vizsgálandó darabok általában tönkremennek. Ezért volt nagy jelentősége a *roncsolás nélküli*, tehát magán a darabon végezhető szövetszerkezet-vizsgálat bevezetésének, amely elvben az elektrolitos fényesítés feltalálásával vált lehetségessé (Jacquet [1]). Több mint két évtizedes munkára volt ugyan még szükség ahhoz, hogy kialakuljanak a roncsolás nélküli szövetszerkezet-vizsgálat gyakorlati módszerei (vö. [2]-vel). Napjainkban azonban már sokféle gyári berendezés kerül erre a célra kereskedelmi forgalomba; ilyen például a *Metalloscop Intactor* berendezés [3], amelyet évek óta gyárt a budapesti FOK—GYEM Szövetkezet.

A sorozatvizsgálat igénye

A korszerű tömeggyártás egyik jellegzetessége, hogy folyamatosan ellenőrzi a készülő munkadarabok minőségét, s a hibássá vált darabokat a gyártás minden fontosabb művelete után, további feldolgozás nélkül selejtezi. Nagy sorozatban gyártott alkatrészek, például csapágygyűrűk, forgácsoló szerszámok vagy kérgesített fogaskerekek keménységét edzés után teljesen automatikus berendezésekkel szokás ellenőrizni. Az ilyen *keménységmérő automaták* rendkívül termelékeny módon különítik el a jó darabokat a rosszaktól. A keménységmérés azonban nem minden szempontból tájékoztat a szövetszerkezet részleteiről. Nem jelzi például, hogy valamely egyébként megfelelő keménységűre edzett hipereutektoidos szerszámacél karbidjai egyenletesen elosztott *finom szemcsékként* találhatók-e a szövetben vagy olyan *karbidhálót* alkotnak, amely a megfelelő keménység ellenére hasznavehetetlenné teszi a gyártmányt. A keménységmérésen kívül ezért hőkezelési adagonként, előírt számú darabból próbákat vágnak ki, s ez utóbbiakon metallográfiai csiszolatot készítve a szövetszerkezeteket fémmikroszkópos vizsgálattal is ellenőrzik. Ha a próbák között találnak hálós szövetűeket, általában az egész adagot selejtezik, illetve újra hőkezelik, függetlenül attól, hogy a daraboknak esetleg csak egy kis hányada rossz. A szokásos eszközökkel (keménységméréssel, mágneses vizsgálattal) ugyanis nem lehet a szövetszerkezet szempontjából rossz darabokat a jóktól biztonságosan elkülöníteni.

Egyedi, roncsolás nélküli metallográfiai szövetszerkezet-vizsgálattal természetesen ilyenkor is célt lehet érni. A forgalomban levő berendezések — különösen a keménységmérő automatákhoz képest — nem elég termelékenyek azonban ahhoz, hogy velük nagyszámú darabot, a daraboknak pontosan ugyanazon a helyén, azonos körülmények között lehessen gyorsan és gazdaságosan minősíteni. A következőkben ezért olyan roncsolás nélküli metallográfiai szövetszerkezet-vizsgáló berendezések elvét és egynek kiviteli alakját ismertetjük, amelyet céltudatosan a nagy sorozatok gyártásközi minőségellenőrzésére dolgoztunk ki [4].

Elvi megfontolások

A roncsolás nélküli metallográfiai szövetszerkezet-vizsgálat lényege az, hogy a gyártmány alkalmasan megválasztott helyét finom csiszolóanyaggal fémesen tiszta felületűvé munkálják, az így előkészített felületen elektrolitos eljárással néhány milliméter átmérőjű foltot fényesítenek, illetve maratnak, majd a kész csiszolatot — például a gyártmányra állított kézi fémmikroszkóppal — megvizsgálják. Az eddigi berendezések csak annyiban kevéssé alkalmasak a sorozatvizsgálatra, hogy a csiszolattá kidolgozott felületrészt külön művelettel kell a sokszor csak labilisan megtámasztott mikroszkóp objektívje elé helyezni, mégpedig a mikroszkóp optikai tengelyére merőlegesen. Ez a művelet még gyakorlott ember számára sem mindig egyszerű, és nem is gyorsan elvégezhető feladat.

A *sorozatvizsgálatot* az jellemzi, hogy sok ugyanolyan alakú, méretű és anyagú fémtárgyat kell egymás után, a daraboknak ugyanazon a helyén, ugyanolyan feltételek között megvizsgálni. Magától értetődik tehát olyan vizsgáló berendezést (célkészüléket) készíteni, amelyben *messzemenően automatizálva van a fémtárgy metallográfiai előkészítése, és amelyben az előkészített felületrészt kényszerkapcsolattal hozzuk a vizsgáló mikroszkóp látóterébe*. Ily módon biztosítható a vizsgálat lehető legnagyobb termelékenysége.

A *metallográfiai előkészítést* az elektrolizáló áramforrás megfelelő kialakításával gyorsíthatjuk.

A kényszerkapcsolatot viszont a következő két megoldás valamelyike szerint valósíthatjuk meg:

1. vagy a vizsgált tárgy marad a helyén, és az előkészítő eszközök, illetve a vizsgáló mikroszkóp mozognak,

2. vagy pedig az előkészítő eszközök és a mikroszkóp rögzítettek, és a tárgyat kell az előkészítéshez, majd előkészítés után a mikroszkóphoz továbbítani.

Az első megoldás *egy-munkahelyes berendezés*re vezet. A vizsgáló személy maga elé helyezi a fémtárgyat, majd az előkészítő eszközökkel megcsiszolja, fényesíti és maratja a fémtárgy jellemzőnek tekintett felületrészét. Ezt követően, a kényszerkapcsolat közvetítésével az előkészített felület fölé hozza a mikroszkópot és vizsgál.

E megoldás előnye, hogy a fémtárgyat nem kell mozgatni, ami főleg a súlyosabb alkatrészek vizsgálatakor kedvező, illetve olyankor, amikor a berendezésnek nagyon különböző méretű és alakú gyártmányok vizsgálatára is alkalmasnak kell lennie. Előny az is, hogy a vizsgáló személy viszonylag kényelmesen, egy helyben ülve dolgozik.

Hátrány viszont, hogy az előkészítő és a vizsgáló eszközöket csak felváltva lehet használni. Kísérleteink eredménye szerint ugyanis sorozatvizsgálat és jól megszervezett munkafolyamat esetében egy-egy alkatrész előkészítése és mikroszkópos minősítése egyaránt kb. 10—30 másodpercig tart. Így a különböző mellékidőket is figyelembe véve az első megoldás esetében *legfeljebb egy-két percenként* végezhető el egy-egy vizsgálat.

A *másik megoldás* megvalósításakor az esetleg szükséges mechanikai és elektrolitos előkészítés, illetve a mikroszkópos vizsgálat különböző helyeken megy végbe. A fémtárgyat valamilyen vezető szerkezet (forgó asztal, sínpálya) továbbítja egyik művelet helyéről a következőre. E megoldás előnye tehát, hogy egymástól függetlenül három, illetve — ha a munkadarabok megmunkáltsága miatt mechanikai előkészítésre nincsen szükség — két személy is dolgozhat egyidejűleg. Míg tehát az egyik személy a gyártmány minősítését végzi, a másik már a következő darabot készíti elő a vizsgálathoz. Így a berendezéssel az *1—3 munkadarab/perc* vizsgálóteljesítmény is elérhető.

A második megoldás hátránya, hogy költségesebb és nagyobb berendezés szükséges hozzá, mint az első megoldáshoz, s hogy ha csak egy személy kíván a berendezéssel dolgozni, folyton változtatni kell a helyét.

A megvalósított berendezés

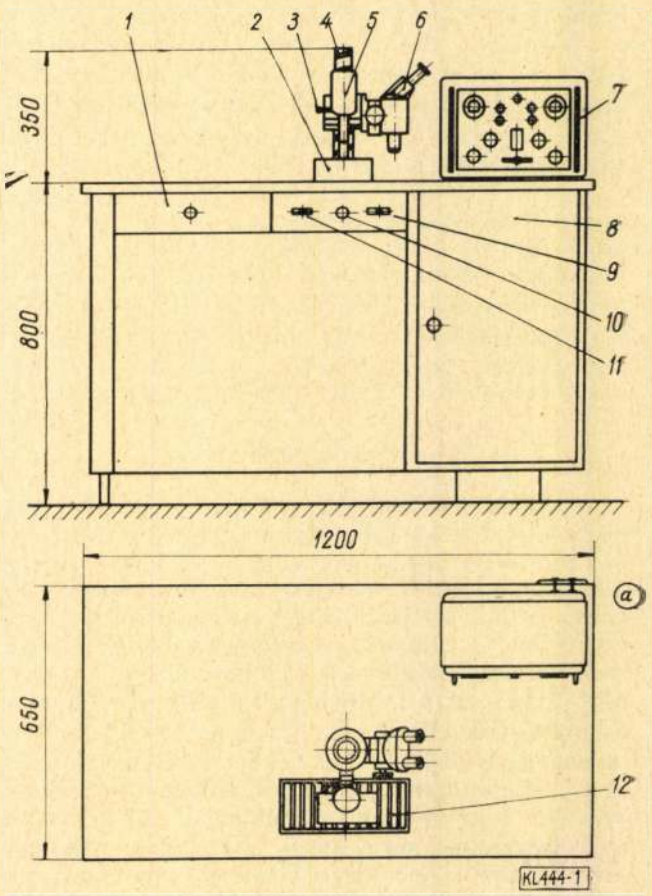
Saját berendezésünket eredetileg gördülőcsapágy-gyűrűk szövetszerkezetének sorozatvizsgálatára dolgoztuk ki. Mivel az előzetes üzemi felmérésből kitűnt, hogy óránként legfeljebb 30 alkatrészt kell minősíteni, a berendezés alapjául az előzőkben vázolt első megoldást választhattuk. A minősítendő alkatrészek köszörült felületűek voltak, s ezért mechanikus előköszörülésre a vizsgálat folyamán nem volt szükség.

A kidolgozott berendezés lényegében két főrészből áll: a *vizsgáló asztalból* és az elektrolitos előkészítés *elektrolizáló áramforrásából*.

A vizsgáló asztal

A vizsgáló asztal egy a berendezés céljára szerkesztett különleges műszerasztal *(1. ábra)*, amelynek az optikai és az egyéb kényes alkatrészek tárolására kis fiókja *(1)*, a különböző tartozékok, anyagok (pl. elektrolitok, tisztítóeszközök) számára pedig zárt, polcos szekrényrésze *(8)* van. Az asztal saválló műanyaggal borított lapjába austenites krómnikkel-acélból készült rács és műanyagtálca *(12)* van süllyesztve a vizsgálandó darabok elhelyezésére. A tálca legalacsonyabb helyéről a lecseppenő, elhasznált folyadékot műanyagcső vezeti valamilyen gyűjtőedénybe.

Az asztal hátsó oldalán, az ábrán *a*-val jelölt részen találhatók a különféle villamos csatlakozások: a hálózati bemenő csatlakozás, egy-egy konnektor a *7* elektrolizáló áramforrás és egy esetleges asztali lámpa számára, valamint a *7* elektrolizáló áramforrást és a *9* asztali vezérlő kapcsolót, illetve az áramforrást és az *5* elektrolizáló fejet összekötő vezetékek csatlakozásai. A *11* főkapcsoló, a *10* jelzőlámpa és a *9* asztali vezérlőkapcsoló az asztal elülső oldalára került (a vezérlőkapcsoló szerepére később még visszatérünk). Az asztal belső terében kap helyet egy 6 V-os hálózati transzformátor, amely egyrészt a *10* jelzőlámpa, másrészt a vizsgáló mikroszkóp megvilágító izzóját táplálja.

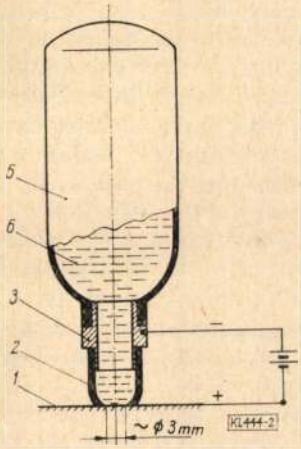


1. ábra. Egy-munkahelyes berendezés sorozatban végzett, roncsolás nélküli metallográfiai szövetszetkezet-vizsgálathoz

1 fiók, 2 munkadarab, 3 kar az 5 elektrolizálófej függőleges irányú mozgatására, valamint rögzítésére, 4 menetes oszlop, 5 elektrolizálófej (vö. a 2. ábrával), 6 fémmikroszkóp, 7 elektrolizáló áramforrás (vö. a 3. ábrával), 8 szekrényrész, 9 vezérlőkapcsoló, 10 jelzőlámpa, 11 főkapcsoló, 12 fémrács és süllyesztett tálca a vizsgálandó munkadarab elhelyezésére

A vizsgáló asztal közepetájára a *4* függőleges acéloszlop kerül, amelyen jól csapágyazott kettőskar fordítható el. A kettőskar csapágyazásának magassága a vizsgálandó munkadarabok magasságának megfelelően, állítógyűrűvel szabályozható. A kettőskar elfordulásának szélső helyzeteit ütközők határolják. A kettőskar egy-egy karjára a munkadarab metallográfiai előkészítésére való *5 elektrolizálófej* [5], illetve a *vizsgáló fémmikroszkóp (6)* van erősítve.

Maga az elektrolizáló fej az üvegből vagy átlátszó műanyagból készült *munkacsúcsból*, a saválló acélból való, csőalakú *elektródából* és a rugalmas falú elektrolittartóból áll *(2. ábra)*. Az elektrolizáló-fej olyan vezetőszerkezettel van a kettőskarhoz erősítve, amely egyrészt lehetővé teszi a fej függőleges irányú mozgását, másrészt a fejnek a felső helyzetében való rögzítését is.



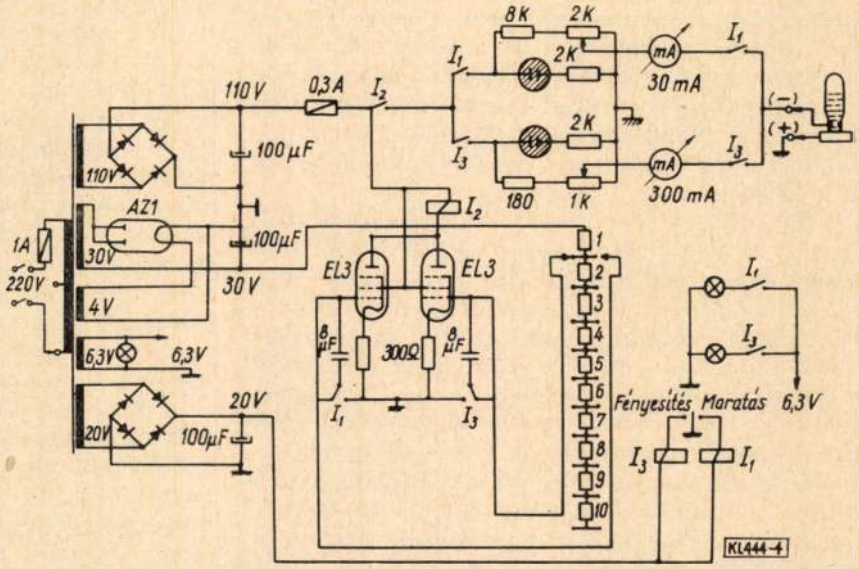
2. ábra. A Mester—Fuchs-féle elektrolizálófej elvi vázlata

1 munkadarab, 2 munkacsúcs, 3 csőalakú elektróda, 4 elektrolit, 5 rugalmas falú elektrolittartó (műanyagpalack)

Az elektrolizáló áramforrás

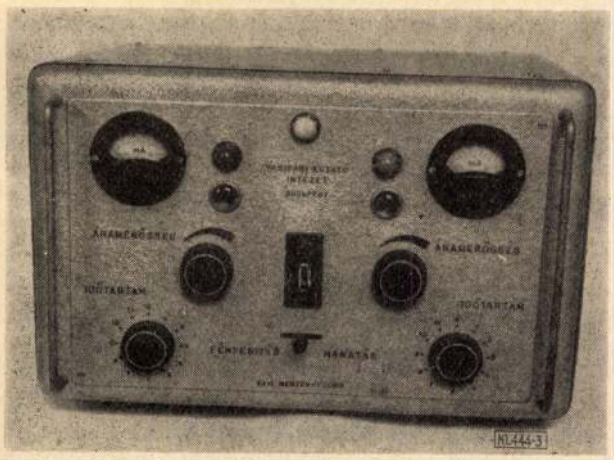
A berendezéshez kidolgozott áramforrás villamosan három fő részből áll: *1.* a szűkebb értelemben vett áramforrásból, *2.* a működési áramok kapcsolására és szabályozására való szervekből és *3.* az időkapcsolóból. Ezek a részek természetesen egyetlen készülékké vannak összeépítve *(3. ábra)*, amelynek Deák Pál okl. gépészmérnök által kidolgozott kapcsolási vázlata a *4. ábrán* látható.

A szűkebb értelemben vett áramforrás egyrészt az egyenirányított működési áramokat szolgáltatja, másrészt az elektronikus időkapcsoló és a jelzőberendezések áramellátását biztosítja. A primér tápáramkör 110/220 V-ra átkapcsolható, és túláramvédelemmel van ellátva. A beépített kapcsolóval a készüléket kétpólusúan lehet a hálózatról leválasztani. A szekundér áramkör a primér áram-



4. ábra. A 3. ábrán látható áramforrás villamos kapcsolási rajza

Vizsgáló mikroszkópként a jenai Zeiss Művek *Epignost*-típusú kis fémmikroszkópját alkalmaztuk; ezzel a mikroszkóppal akár 1000-szeres nagyításban is vizsgálható a gyártmányok szövetszerkezete. Természetes, hogy bármely más, hasonló felépítésű mikroszkóp ugyanígy megfelel a célnak.



3. ábra. Az elektrolizáló áramforrás fényképe (a villamos csatlakozások a készülék hátfalán találhatók)

körhöz képest életvédelmi szempontból is megfelelő szigetelésű.

Az elektrolitos előkészítés céljára szükséges egyenáramokat három jelfogó (I_1, I_2, I_3) kapcsolja. A fényesítés és a maratás elektrolizáló áramának erősségét külön külön potenciométerrel lehet beszabályozni. A feszültségek és az áramok ellenőrzésére jelzőlámpák és mérőműszerek vannak beépítve.

A működtetés időtartama a fényesítés és a maratás számára előre, ugyancsak egymástól függetlenül állítható be. A beállított időtartamok kapcsolásának megindítására választókapcsoló használható. A *4. ábrán* 1—10-zel jelölt ellenállások nagyságát a készülék építésekor, kísérletileg kell megállapítani; az időkapcsoló fokozatai kb. 2—120 másodperc közé essenek.

A berendezés üzeme

1. A vizsgálat kezdetén a villamos hálózatra csatlakoztatjuk az asztalt. A *11* főkapcsoló bekapcsolásával áram alá helyezzük az elektrolizáló áramforrást és a mikroszkóp megvilágító izzóját; a *10.* jelzőlámpa ekkor világítani kezd (1. ábra). A

rugalmas falú elektrolittartó összenyomása, majd elengedése révén elektrolittal szívjuk tele az *5* elektrolizálófejet egy kis edénykéből. (Tájékoztatásul megemlítjük, hogy egy-egy vizsgálat kb.1/4—1/2 cm^3 elektrolitot fogyaszt).

2. A vizsgálandó alkatrészt, pl. csapágy-gyűrűt az asztal tárgytartó tálcájára helyezzük. Az állítógyűrűvel úgy emeljük vagy süllyesztjük a kettőskart, ahogyan a darab magassága megkívánja. Először az elektrolizáló fejet hozzuk a kettőskar egyik, ütközővel határolt szélső helyzetében a darab előkészítendő felületrésze fölé. Ezután a *3* kar segítségével leengedjük az elektrolizáló fejet oly módon, hogy munkacsúcsa a darab (fémesen tiszta) felületén feküdjön fel; majd a *9* vezérlő kapcsolóval megindítjuk az elektrolizálást. Az elektrolízis az elektrolizáló fej csőalakú elektródája és a próbafelület között, az elektrolizáló fejben levő elektrolitoszlopon keresztül megy végbe. A fémtárgyhoz az áramforrás pozitív sarka csatlakozik (anód), mégpedig vagy a tárgytartó tálca fémrácsának közvetítésével vagy az elektrolizáló fej munkacsúcsa körül elhelyezett áramhozzávezető segítségével. Az elektrolizáló fej belső elektródája villamosan az áramforrás negatív sarkához van kötve (katód).

Azt a tényt, hogy az elektrolizáló áramforrás áram alatt van, tehát hogy a megfelelő villamos csatlakozások biztosításán kívül az asztal és a készülék főkapcsolója is be van kapcsolva, a készülék középső jelzőlámpája mutatja (3. ábra). Ha a vezérlőkapcsoló — akár a készüléken levő, akár az asztalba szerelt *9* vezérlőkapcsoló — a fényesítés, illetve a maratás helyzetében van, a megfelelő jelzőlámpák is világítanak a készüléken. Az elektrolízis megindításakor felvillanó ködfénylámpák kialszanak, amint az időtartamkapcsoló az elektrolízis végén megszakítja az elektrolizáló áramot. A fényesítés és a maratás elektrolizáló áramai egyébként másfajta metallográfiai előkészítő berendezések céljára is használhatók.

Az elektrolizálás időtartama és az áram erőssége tág határok között változtathatók a megfelelő szabályozó szervekkel: a fényesítés árama a gyakorlatban max. 200 mA, a maratásé max. 20 mA szokott lenni. Az ismertetett berendezéshez a közismert elektrolitok bármelyike használható; acélok előkészítésére az alábbi összetétel javasolható:

200 cm^3 1,2 fs (kb. 30%) perklórsav
700 cm^3 etilalkohol
100 cm^3 glicerin.

Ezzel az elektrolittal a fényesítés optimális időtartama 5—20 s, a maratásé 2—4 s szokott lenni; az elektrolizáló áramoknak az acél fajtájától függő legkedvezőbb erősségét, illetve legkedvezőbb időtartamát néhány előkísérlet alapján kell a megadott határok között esetenként meghatározni.

3. Amint a fényesítés és a maratás végetért, az elektrolizáló fejet ismét felemeljük a felületről, s rögzítjük a felső helyzetében. A kettőskart ütközésig elfordítva a mikroszkópot hozzuk a munkadarab fölé. Gyors sorozatvizsgálatok folyamán — például olyankor, amikor csak a karbideloszlás ellenőrzése a cél — vattadarabkával letöröljük a felülethez tapadt elektrolitot, és a mikroszkóp élesre állítása után máris vizsgálhatjuk a szövetképet. Mire ugyanis a felülethez tapadt kevés elektrolit tönkreteszi a csiszolatot, a darab rég túljutott már a minősítésen. Olyankor azonban, amikor a szövet finomabb részleteit is vizsgálni kell vagy amikor az előkészített felületnek hosszabb ideig épen kell maradnia esetleges újabb szövetvizsgálatok céljára, maratás után a felületet alkohollal le is kell öblíteni, és meg is kell szárítani. A kettőskart ehhez természetesen el lehet látni kis fecskendő toldattal, illetve meleg levegőt fúvó szárító szerkezettel; tapasztalataink szerint azonban erre általában nincsen szükség.

A gyakorlati alkalmazás szempontjai

A roncsolás nélküli metallográfiai vizsgálatot — amint erről már volt szó — olyankor célszerű alkalmazni, amikor valamely kész vagy félkész termék szövetszerkezetéről, tehát a benne levő szövetelemek fajtájáról, mennyiségéről és eloszlásáról kívánunk a darab károsítása nélkül tájékozódni. Erre igen sokféle probléma megoldásában lehet szükségünk: meghatározhatjuk valamely öntvény hőkezelési állapotát, megvizsgálhatjuk a szövet elváltozásait egy hegesztett kötés környezetében stb. Értékes segítséget jelent a *roncsolás nélküli szövetvizsgálat* olyankor is, amikor például valamely üzem közben tönkrement gépalkatrész törésének okát kell megállapítani; megtakaríthatjuk a darabolás, a próba kivágásának költséges, időigényes munkáját és így tovább.

Hangsúlyozzuk azonban: a fentebb ismertetett sorozatvizsgáló berendezések nem ilyen feladatok megoldására valók. Csakis a sorozatvizsgálatban lehet az egyébként jóval sokoldalúbb, ismert berendezésekhez képest előnyük; tehát csakis a *2.* pontban vázolt problémák megoldására érdemes őket megépíteni és munkába állítani.

Egyetlen konkrét példát említünk. Gépek készre szerelésekor kitűnt, hogy igen jelentős mennyiségű kész, betétből edzett fogaskerék nem építhető be, mert akad közöttük „túlcementált", azaz a szövetében cementithálót tartalmazó is. A cementithálós fogról ugyanis üzem közben könnyen kitöredezhetnek részecskék, amelyek a még ép — esetleg kifogástalan szövetszerkezetű — fogak közé jutva pillanatok alatt tönkreteszik az egész hajtóművet. A szokásos módszerekkel nem lehetett volna a hibás kerekeket kiválogatni a jók közül, roncsolás nélküli szövetvizsgálattal azonban gyakorlatilag időveszteség nélkül célt lehetett érni; a gépek a vállalati tervnek megfelelően, kifogástalan állapotban hagyhatták el a gyárat. Csak a hibás kerekek helyett kellett újakat gyártani.

Ha figyelembe vesszük, hogy a roncsolás nélküli szövetszerkezet-vizsgálat nélkül a gyártás biztonságossága érdekében valamennyi kereket újra kellett volna gyártani, holott valójában csak kis töredékük volt rossz, a módszernek és vizsgáló berendezéseinek gazdaságossága vitán felül áll. A vázolt esetben persze helyesebb lett volna a fogaskerekek szövetszerkezetét közvetlenül a hő-

kezelés után, végső megmunkálás előtt ellenőrizni. Ekkor egyrészt a hálós szövetűnek talált kerekeket is rendbe lehetett volna még hozni újabb hőkezeléssel, másrészt a hőkezelési technológiát is jóval előbb lehetett volna korrigálni, mert előbb kitűntek volna a hőkezelési hibák. Amióta az üzemben bevezették az edzés utáni, rendszeres gyártásközi ellenőrzést, amelyet a szövetszerkezet vizsgálatával végeznek, tudomásunk szerint nem fordultak elő az említetthez hasonló hibák.

IRODALOM

[1] *Jacquet:* Nature *315* (1935) Nr. 3426, június, 1076. old. Comptes rendus *201* (1935), 1473—1477. old.
[2] *Fuchs:* Materialprüfung *7* (1965) Nr. 6., 203—206. old.
[3] *Fuchs E.:* Kohászati Lapok *93* (1960), 79—82. old.
[4] A Vasipari Kutató Intézet 620.179. sz. kutatási zárójelentése, Budapest, 1960.
[5] *Mester I., Fuchs E.:* A 144.338. sz. magyar szabadalom.

Szabványosítási hírek

Felhívjuk olvasóink figyelmét a közelmúltban jóváhagyott alábbi kohászati tárgyú országos szabványokra és tervezetekre:

Szabványok:

MSZ 4369—66 (Az MSZ 4369/1—3 lap—56 és az MSZ 17787—54 K helyett). **Hidegen húzott acél.** Általános műszaki előírások. A szabvány a hidegen húzott acéltermékek felületi, alaki és kiviteli előírásaira vonatkozik. Tárgyalja továbbá az MSZ 500 és az MSZ 61 szerinti acélból húzott termékek mechanikai előírásait is. Nem vonatkozik a hidegen húzott csövekre és a golyóscsapágyacél alapanyagára.

MSZ 21001—66 Acél munkavezeték (áramvezető). A szabvány a villamos járművek áramellátására légvezetékként használt ötvözetlen acélból készült hosszúkás, hornyolt szelvényű húzott áramvezetőre vonatkozik.

Szabványok

MSZ 42—66 (Az MSZ 42—50 helyett.) **Melegen hengerelt dinamó és transzformátorlemez.** A szabvány a 0,35, 0,5 és 1,0 mm vastagságú szilíciumtartalmú, melegen hengerelt dinamó és transzformátorlemez előírásait tartalmazza. A szabvány 18 minőséget ölel fel 0,9 és 8 W/kg átmágnesezési veszteséghatárok között.

MSZ 103—66 (az MSZ 103—57 helyett). **Acélok próbavétele mechanikai vizsgálathoz.** A szabvány a melegen vagy hidegen alakított acéltermékek mechanikai vizsgálatára szolgáló próbadarabok vételének és előkészítésének módszereit és a próbatestek alakját és helyzetét tárgyalja. A szabvány KGST ajánlás alapján készült.

MSZ 17771—66 (az MSZ 17771—53 helyett). **Mintavétel vasércből, lapos fenekű vasúti kocsiból vegyelemzés céljára.** A szabvány a laposfenekű vasúti kocsikban szállított vasércek és vasérckoncentrátumok vegyi összetételének és nedvességtartalmának meghatározására szolgáló mintavételre vonatkozik.

Szabványtervezetek

MSZ 5724 T (Az MSZ 5724—51 helyett.) **Hengerelt körszeletacél.** A tervezet az 1951-es kiadású szabvány méretválasztékából elhagyta a 18×6; 35×8; 40×10 mm-es méretet és kiegészült a 12×4 mm-es mérettel.

MSZ 7270 T (Az MSZ 7270—61 helyett) **Szilikomangán.** A tervezet acélgyártáshoz használt négy szilikómangán ötvözet előírásait tartalmazza.

MSZ 8631 T (Az MSZ 8631—58 helyett.) **Szilikokalcium.** A tervezet acélgyártási célokra négy szilikokalcium minőség előírásait tartalmazza, min. 31—20% Ca és min. 90—80% Ca+Si-tartalommal.

MSZ 8630 T (Az MSZ 8630—58 helyett.) **Ferrobór.** A tervezet az acélgyártáshoz és a vasöntészetben használt 3 ferróbórötvözet előírásait tartalmazza.

MSZ 9325 T (Az MSZ 748—60, 749—60, 717—65, 9325—51, 9330—65 és 19625—65 helyett.) **Réz és rézötvözetből készült rudak.** A tervezet összevontan tárgyalja a húzott és sajtolt réz, sárgaréz, ón- és alumíniumbronz alapakka, valamint különleges sárgaréz rudak és idomrudak általános műszaki előírásait, melyet ez ideig hat különálló szabvány rendezett. *K. E.*

Szabványtervezetek

MSZ 328 T (az MSZ 328—51 és az MSZ 328 T (62. VIII.) helyett:. **Hengerelt egyenlőszárú L-acél.** A tervezet 49-féle méretet tartalmaz. A legkisebb szárszélesség 20, a legnagyobb 200 mm. *A szárszélességek lépcsőzése a decimális — és nem a szabványos — számsoron alapszik.* A jelenlegi szárszélességi méretekből kimaradt az 55, 65 és 75 mm-es méret; új méretként felvételt nyert a 150 és a 180-as. A szelvények vastagsági mérete a gyártási lehetőségek függvényében csökkent.

MSZ 5738 T (az MSZ 5738—63 helyett). **Acélból kovácsolt munkadarabok.** A szabványtervezet acélból szabadalakító és süllyesztékes kovácsolással készült termékek alakjára, felületére, mechanikai tulajdonságaira, belső hibáira és szállítási állapotára vonatkozó előírásaira és vizsgálatukra vonatkozik.

MSZ 5749 T (az MSZ 5749—51 helyett). **Hengerelt hordógördítő abroncs.** A tervezet a régi szabvány két szelvénymérete helyett csak egy méretet tartalmaz. A szelvénymagasság 22,5 mm lett, miáltal a szelvénysúly 1,77 kg/m-re csökkent. Az új szelvényű abroncs alkalmas lesz a KGST előírások szerint készülő fémhordókhoz is.

MSZ 9312 T (az MSZ 9309—52 és az MSZ 9312—52 helyett). **Alumíniumból és ötvözött alumíniumból sajtolt körszelvényű rúd.** A szabvány — eltérően az eddigi gyakorlattól — összevontan tárgyalja mind az ötvözött, mind az ötvözetlen sajtolt rudakat. A mérettartomány 6-tól 250 mm átmérőig terjed.

MSZ 17772 T (az MSZ 17772—53 helyett). **Acél belsőégésű motorok szeleprugóihoz.** A tervezet a belsőégésű motorok szeleprugóihoz használt csiszolt vagy csiszolt-fényesített, legfeljebb 14 mm átmérőjű MSZ 2666 szerinti anyagminőségű rúdacélok vagy szálhuzalok általános műszaki előírásait tárgyalja.

A Magyar Szabványügyi Hivatal az alábbi szabványokat hatálytalanította:

MSZ 5736—52 Acél hengerhuzalok (helyette körszelvénynél az MSZ 4337—64, négyszögszelvénynél az MSZ 4341—60 előírásai érvényesek).

MSZ 4345—52 Hengerelt szegecsacél szelvényméretei.

MSZ 5746—52 Hengerelt háromszögacél.

MSZ 17788—54 Hengerhuzal félkemény acélhuzal gyártásához.

(Helyettük a KGSZ 33.22.22—65, 33.22.19—65 és 33.22.23—65 iparági szabvány lép hatályba.)

Az MSZH az alábbi szabványok hatálytalanítását tervezi:

MSZ 4384—50 Betétben edzhető és nemesíthető acélfajták.

MSZ 17774—53 R Irányelvek Ni és Mo ötvözetű gépszerkezeti acélok helyettesítésére.

MSZ 17782—57 Acélok láng-, indukciós-, mártóedzésre.

MSZ 17790—53 R Irányelvek a szabványosított acélok alkalmazásához. *K. E.*

Az egyszerű dinamikus anyagvizsgálati módszerek sajátosságai

Dr. GULYÁS JÓZSEF* okl. kohómérnök

Dk.: 620,176.7:620.1.08

Jelölések

a_i	függvényállandó	
b	a keresztgerenda szélességi mérete	mm
D	hengeres próbatest átmérője	mm
E	rugalmassági modulusz	kp/mm²
E_1	eső tömeg kinetikus energiája	kpm
E_2	eső tömeg maradék energiája	kpm
E_d	képlékeny duzzasztáshoz szükséges energia	kpm
f	lengő rendszer frekvenciája	1/s
f_v	vivőhullám frekvenciája	1/s
F_c	duzzasztott próba nyomott felülete	mm²
g	nehézségi gyorsulás	m/s²
G	eső tömeg súlyereje	kp
h	próbatest magassága	mm
h_0	próbatest magasságának kiinduló mérete	mm
h_1	próbatest magassága duzzasztás után	mm
J	hajlított tartó inercianyomatéka	mm⁴
k_{f0}	alaítási szilárdság statikus terheléskor	kp/mm²
k_f	alakítási szilárdság dinamikus terheléskor	kp/mm²
K_s	közepes ütközési erő	kp
l_0	húzott próba eredeti hossza	mm
m	eső súly tömege	$\frac{kps^2}{m}$
p	alakváltozási sebesség kitevője	
p_1	dinamikus húzófeszültség a próba felső részében	kp/mm²
p_2	dinamikus húzófeszültség a próba alsó részében	kp/mm²
p_t	hajlított tartóra ható támasztóerő	kp
Q	hajlított tartóra ható tehetetlenségi erő	kp
R	plasztométer-tárcsa sugárkoordinátája	mm
R_0	plasztométer-tárcsa alapkörének sugara	mm
S	eső tömeg ejtési magassága	mm
t	idő általában	s
t_1	rugalmas hajlás felgyorsítási ideje	s
$T_{homológ}$	próbatest homológ hőmérséklete	°K
V	elmozdulási sebesség általában	m/s
V_1	ütközési sebesség	m/s
V_2	medvesebesség deformáció után	m/s
V_s	próbatest súlypontjának gyorsulása	m/s²
V_x	gyorsulás a dinamikusan hajlított tartó x helyén	m/s²
V_a	szakítóvizsgálat átlagos sebessége	m/s²
Y_0	a regisztráló műszer legnagyobb lengési amplitúdója	mm
Δh	a duzzasztott próbatest magasságcsökkenése	mm
Δt	a szakítófolyamat időtartama	s
Δy	a regisztrált görbe egy szakaszának amplitúdója	mm
σ_1	általános feszültségi állapot első főfeszültsége	kp/mm²
σ_3	általános feszültségi állapot harmadik főfeszültsége	kp/mm²
σ'	nyomott próba valódi feszültsége dinamikus állapotban	kp/mm²
σ_0	nyomott próba valódi feszültsége statikus állapotban	kp/mm²
σ_r	húzott próba rugalmassági határa	kp/mm²
ϱ	fajsúly	kp/mm³
ε	fajlagos alakváltozás	
$\dot{\varepsilon}$	fajlagos alakváltozási sebesség	1/s
φ	a plasztométer görbe koordináta-szöge	
ω	a plasztométer szögsebessége	1/s
λ	szakítókísérlet rugalmas megnyúlása	mm
ϑ	rugalmas ütközési együttható	

* MTA Kohászati Munkaközösség 44. sz. közleménye (Miskolc)

Bevezetés

Az ipar számos területén alkalmazott szerkezeteket és gépalkatrészeket különböző mértékű és időben változó nagyságú mechanikai igénybevételek terhelik feladatuk betöltése közben.

Ezek az igénybevételek vagy a rugalmas, vagy a nagymértékű képlékeny alakváltozások tartományába esnek. Minthogy a műszaki fejlődés a gyártási és működési sebességek gyors növekedését mutatja, az igénybevételek változásának sebessége is egyre növekvő irányzatú. A szerkezeti anyagokként használt fémek jellemző mechanikai tulajdonságait ezzel szemben még ma is azokkal a hagyományos módszerekkel határozzák meg, melyek közben a próbadarabra ható igénybevétel sebessége több nagyságrenddel kisebb, mint a tényleges terhelésváltozás sebessége. A hagyományos mechanikai anyagvizsgálati módszereket kevés kivétellel ezért statikus eljárásoknak tekinthetjük. Azokat az összefüggéseket, melyek segítségével következtetni tudnánk pl. a statikai vizsgálat eredményeiből a fémeknek másfajta igénybevétel hatása alatt várható viselkedésére, nem ismerjük.

Ezért napjainkban műszaki követelmény az olyan viszonylag egyszerű és könnyen általánosítható dinamikus eljárás kidolgozása, amely a hagyományos módszerekkel közel azonos fajtájú igénybevételeket képes létrehozni. Ezek szerint tehát egyre nagyobb szükség mutatkozik dinamikusan működő szakító, nyomó, hajlító stb. anyagvizsgálati eljárások és berendezések bevezetése és elterjedése iránt.

A szakirodalomban egyre több olyan közlemény jelenik meg, amely valamilyen dinamikus anyagvizsgálati módszerekkel elvégzett kísérletekről számol be [1], [2], [3], [4], [5], ezek azonban a dinamikus terhelés és vizsgálati eljárás egy adott oldalát világítják meg. Olyan összefoglaló munka, amely a dinamikus anyagvizsgálati módszerek főbb sajátosságait egységesen tárgyalná, az irodalomban még nem található. Ez a tanulmány az egyszerű dinamikus anyagvizsgálati módszerek fontosabb jellemzőit a szerzőnek azokhoz a tapasztalataihoz kapcsolódva foglalja egységesen össze, amelyeket a képlékeny alakítással kapcsolatos kutatómunkája közben szerzett meg.

Az igénybevétel sebességének hatásai a vizsgálati folyamatra

Az igénybevétel sebességének hatását most elsősorban a *hagyományos* anyagvizsgálati módszerekre, úgymint egytengelyű húzásra (szakítókísérlet), duzzasztásra (nyomókísérlet) és egyszerű hajlításra vonatkozóan vizsgáljuk.

Mindhárom igénybevételre az jellemző, hogy a vizsgálni kívánt próbadarab egyik részét a másik részéhez képest meghatározott nagyságú sebességgel el kívánjuk mozdítani, miközben az elmozdulás

nagyságát és a keletkezett erőket méréssel határozzuk meg.

Az igénybevétel sebességének növekedésével a terhelési folyamat statikus jellege dinamikussá válik, amely a mért értékek jellegét és nagyságát megváltoztatja. Ezt a változást többféle körülménnyel lehet magyarázni. A dinamikus igénybevétel tartományában a próbatest anyaga más rugalmas és képlékeny tulajdonságokkal rendelkezik mint statikus terhelés közben. A folyamat során keletkező jelentős mértékű tömegerők pedig megváltoztatják a próba térfogatelemeiben ébredő feszültségek eloszlását. A folyamatra jellemző tömegerők egyidejűleg a vizsgálati berendezésre is jelentős hatásokat fejtenek ki, ezek miatt dinamikus igénybevételkor a statikustól lényegesen eltérő mérési módszereket kell alkalmazni.

A dinamikus igénybevételt az ismertetett sajátosságok együttesen jellemzik. Mivel ezeknek a hatásoknak a sebességtől való függése nem azonos mértékű, a dinamikus igénybevétel nem határolható el élesen a statikus igénybevétel tartományától. A különféle anyagvizsgálati eljárások különbségeinek megértése céljából mégis kívánatosnak látszik a következő három sebességi tartományt bevezetni:

1. Statikus tartomány. Ide sorolhatók mindazok a hagyományos vizsgálati módszerek, amelyekben a befogott próbadarab mozgó részének sebessége 0—2 mm/s-ig terjed. Az alacsony igénybevételi sebesség lehetővé teszi a mért értékek szemmel történő leolvasását mérés közben. Az itt alkalmazott mérőeszközök általában nem alkotnak lengő rendszereket, ezért a mérési módszereket is statikusnak nevezhetjük.

2. Átmeneti tartomány. Ide sorolhatók mindazok a módszerek, amelyekben az elmozdulás sebessége 0,002—1 m/s közé esik.

Ilyen nagyságú sebességeken a tömegerők hatása elhanyagolhatóan kicsi, de a fémek jellemző mechanikai értékei — különösem 0,3 T_{hom} hőmérséklet felett — jelentős eltérést mutatnak a statikus állapotban nyert értékekhez képest. A viszonylag rövid ideig tartó folyamat jellemzőinek mérését csak gyors regisztrálással lehet elvégezni. Ezért a mérőrendszernek is dinamikus tulajdonságokkal kell rendelkeznie.

*3. A dinamikus tartomány*ba tartoznak mindazok az eljárások, amelyekben az elmozdulás sebessége nagyobb 1 m/s-nál. Ebben a tartományban a tömegerők jelentősen megváltoztatják a mért eredményeket, továbbá ütközési jelenségeket és mechanikai rezgéseket hozhatnak létre. Ebbe a tartományba sorolható a ma még egyedül általános dinamikus módszer, az úgynevezett *ütvehajlítás.*

A dinamikus igénybevétel tényezőinek elemzése

Az anyag mechanikai értékeinek a terhelés sebességétől való függése.

Számos kutatási eredmény alapján ma már egyértelműen megállapítható, hogy a fémek jellemző mechanikai tulajdonságai függenek a terhelés sebességétől [1], [2], [3], [4], [5]. A terhelés sebességét legcélszerűbben az úgynevezett alakváltozási sebességgel lehet értelmezni, amely az időegység alatti fajlagos alakváltozás mértékével egyenlő:

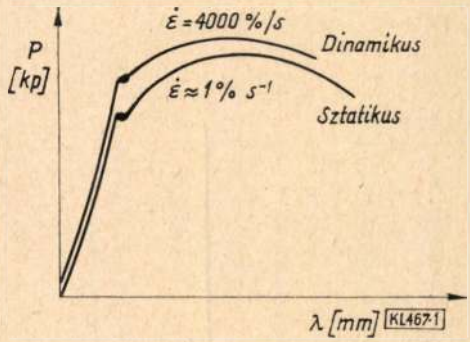
$$\dot{\varepsilon} = \frac{d\varepsilon}{dt}$$

Húzó- vagy nyomópróba végzésére ez a következőképpen fejezhető ki:

$$\dot{\varepsilon} = \frac{v}{h} \qquad (1)$$

A különböző alakváltozási sebességgel végzett szakítópróbák mechanikai értékei eltéréseket mutatnak *(1. ábra)*, a sebesség növekedésével nő a *folyáshatár* és *szakítószilárdság*, a *kontrakció* pedig csökken. Az alakváltozási sebesség hatására leginkább a folyáshatár érzékeny. Pollikrisztallin fémekre vonatkozóan megállapítható, hogy a folyáshatár (alakítási szilárdság) általában a következőképpen függ az alakváltozási sebességtől:

$$k_f = k_{f0}\dot{\varepsilon}^p \qquad (2)$$



1. ábra. Különböző alakváltozási sebességgel végzett szakítópróbák eredményei

A p kitevő az alakváltozástól és a hőmérséklettől függő paraméter. Az elvégzett kísérletek azt bizonyítják, hogy p értéke a próba homológ hőmérsékletével arányosan növekszik, ami azt jelenti, hogy magasabb hőmérsékleten az anyag mechanikai értékei érzékenyen reagálnak a sebesség változására.

A nagyobb sebesség hatására a hővé átalakult alakítási munka megszünteti az izotermikus állapotot. Ez azzal jár, hogy a folyamat végéhez más képlékeny állapot tartozik, mint az elejéhez. Ez a tény, különösen az alacsonyabb olvadáspontú fémek — pl. az alumínium — vizsgálati eredményeinek értelmezését bonyolulttá teszi.

Ütközési jelenségek

Nagy sebességgel történő rugalmas, ill. képlékeny alakításkor jelentős hatása lehet a folyamat kezdetén keletkezett tömeg gyorsítási erőknek. A nyomó- vagy húzópróba dinamikus terhelésének kezdetén ütközési jelenségek jönnek létre. A rugalmas ütközés egy meghatározott úthosszon (Δh_s) következik be, amelyen a próbatestnek meghatározott nagyságú kinetikai energia adódik át. Az ütköző felületen átadott ütközési energiából egy

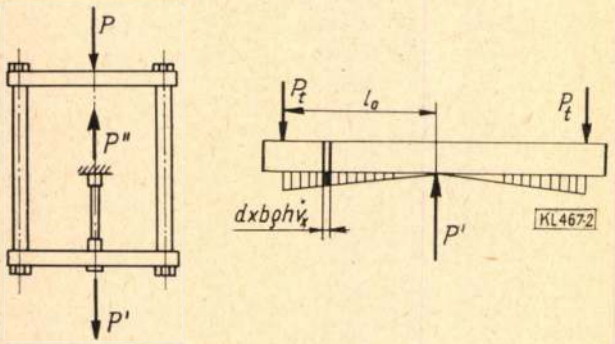
közepes ütközési erő keletkezik, melynek nagysága [6]:

$$K_s = \frac{\vartheta \frac{m}{2} v_1^2}{\Delta h_s} \qquad (3)$$

A fenti összefüggésben szereplő ϑ a test méreteitől függő ütközési együttható, melynek értéke:

$$\vartheta = \frac{2}{3}\left[1 + \frac{3}{32}\left(\frac{D}{h}\right)^2\right]$$

A (3) összefüggésből látható, hogy a rugalmas ütközés kezdetén a rugalmas út nagyságától függően viszonylag nagy ütközőerő keletkezik. Az ütközési erő csökkentése céljából kívánatosnak látszik valamilyen rugózóelem közbeiktatása, ami az ütközési utat meghosszabbítja. Ilyen rugózóelem lehet pl. az úgynevezett reverzáló szerkezet, amelyet a mozgás értelmének megfordítására használnak *(2. ábra)*. Ennek a leginkább rugózó része a keresztgerenda, amely a rugalmas ütközés kezdetén behajlik, és ezáltal megnöveli az ütközési utat, ami az ütközési erő csökkenéséhez vezet. A két tartó tömegének rugalmas felgyorsítása következtében egy bizonyos nagyságú tehetetlenségi erő (Q) is jelentkezik, amely a gerenda.



2. ábra. Reverzáló szerkezet a mozgás értelmének megfordítására

dx szélességű részében a következőképpen számítható:

$$dQ = dx \cdot h \cdot b \cdot \varrho \dot{v}_x \qquad (4)$$

A tartóra ható erők egyensúlya a következő egyszerű összefüggést adja:

$$P_t = \frac{1}{2}[P' + Q] \qquad (5)$$

Ha a (4) összefüggésben a szereplő differenciális tehetetlenségi erőket lineáris sebességeloszlást feltételezve integráljuk, az (5) összefüggés a következőképpen írható:

$$P_t = \frac{1}{2} P' \left[1 + \frac{h \cdot b \cdot \varrho \cdot l_0^4}{48 J \cdot E} \cdot \frac{1}{t_1^2}\right] \qquad (6)$$

A (6) összefüggésben szereplő t_1 a felgyorsítás ideje, a zárójelben található második tagja a gyorsítási energiával arányos, amely a folyamat lassulása alatt lengéseket okoz.

A dinamikus folyás feltétele

Ha a dinamikus alakítási folyamat alatt sebességváltozás keletkezik, a próbatest két végén különböző nagyságú erők mérhetők. Ha a gyorsulást (lassulást) a próbatest súlypontjára redukáljuk, akkor az alsó és felső keresztmetszetre ható függőleges irányú feszültségek különböző nagyságúak lesznek (2. ábra):

$$p_1 - p_2 = \pm \varrho \cdot h \cdot \dot{V}_s$$

Ha a próbatestben nem egytengelyű feszültségi állapot keletkezik, akkor a Mohr-féle folyásfeltétel a következőképpen módosul [6]:

$$\sigma_1 - \sigma_3 = k_f \pm \frac{\varrho}{12} \cdot \dot{V}_a h \qquad (7)$$

Ha a folyamat közben keletkezett tömegerőket nem kívánjuk mérni, akkor az erőmérő berendezést a próbatest nyugvó végéhez kell csatolni.

A dinamikus anyagvizsgálati módszerek jellemzése

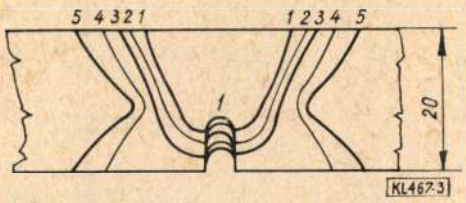
Ütvehajlító vizsgálat

Ma a technikában csak egyféle dinamikus anyagvizsgálati módszer terjedt el általánosan, az ún. *ütvehajlítás*. Az ütvehajlítást különbözőképpen bemetszett próbatesteken (Charpy vagy Izod-féle próbák) ingás ütőgépekkel végzik. Bár ezt a berendezést nyomó-, illetve szakítóvizsgálatok elvégzésére is lehet használni [2, 7], az alkalmazott próbatestek kis méretei miatt csak viszonylagos értékek képzésére alkalmas. Ütve hajlításkor — mint ismeretes — az ingás ütőmű a próbatest hajlításához szükséges ütőmunka értékét a törés után keletkezett túllengés szögének segítségével méri. Az így mért ütőmunka és a próbadarab törési keresztmetszetének hányadosa adja a próbadarab mechanikai mérőszámát, az ún. *fajlagos ütőmunkát* mkp/cm²-ben.

Az ingás ejtőgépen végzett ütvehajlító vizsgálat számos hátránnyal rendelkezik. A mért jellemző ütőmunka nem hasonlítható egyértelműen a statikus szakító-, illetve nyomóvizsgálat jellemző értékeihez ($\sigma_{0,02}$, σ_B vagy σ'). Emiatt a fajlagos ütőmunka érvényét nem lehet közvetlenül felhasználni szilárdsági méretezési formulákban. Másrészről a képlékeny alakváltozás bonyolult folyamata következtében ebben a terhelési módban az alakváltozási sebességet egyszerű eszközökkel nem lehet egyértelműen meghatározni. Mindezek következtében az ütvehajlítást nem lehet számszerűen beilleszteni a különböző igénybevételi sebességű eljárások közé.

Az ütvehajlító kísérletek számára készített próbatestek fajlagos alakítási munkája ugyanazon anyagminőség esetén nagymértékben függ a próbatest méreteitől és felületi minőségétől. Ezek közül a legjellemzőbb a képlékeny térfogat jelentős függése a bemetszéstől *(3. ábra)*. Ennek következtében az előírt körvonal egészen jelentéktelen eltérése vagy a belső felület alig észrevehető sérülései is nagy szórásokat okozhatnak a vizsgálat eredményeiben.

Az ütvehajlítás további hátrányát jelenti az a tény, hogy az adott ütőmű csak egyetlen meghatározott sebességű vizsgálat elvégzésére alkalmas, mivel az inga esési magassága adott. Az ingás ütőművek mérési bizonytalansága az ingarúd és áll-



3. ábra. A bemetszés hatása az ütőmunkára

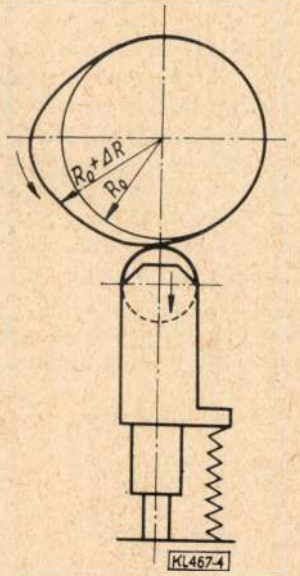
vány kihajlása, valamint az ellenőrizhetetlen súrlódási energia és a felfekvés által okozott hibák miatt a 20%-ot is elérheti [8], [9].

Ezeket a körülményeket figyelembe véve megállapítható, hogy az ütvehajlítás — bár ma még általánosan használt dinamikus vizsgálati eljárás — nem elégíti ki a korszerű anyagvizsgálat igényeit, mivel nem alkalmas a sebességtől függő, egységesen értelmezhető igénybevételi mérőszámok meghatározására.

Dinamikus vizsgálat plasztométerrel

Az átmeneti sebesség tartományában több kutató végzett dinamikus anyagvizsgálati kísérleteket [1], [2], [3], [4]. A különböző kísérleti eljárások közül legcélszerűbbnek mutatkozott az ún. *plasztométer*, amelyet elsőként *Orowan* alkalmazott. A plasztométer olyan profiltárcsájú kényszerpályás mechanizmus *(4. ábra)*, amelynek segítségével a próbatest igénybevételének sebességét tetszőleges mértékben lehet a folyamaton belül szabályozni. A kívánt sebességváltozást a mozgófejet vezérlő tárcsa profiljának megfelelő kialakításával lehet biztosítani. A próbatestet mozgató fej átlagsebességét széles határok között lehet változtatni, egyrészt a profiltárcsa fordulatszámának, másrészt a profil hosszának a megfelelő kiválasztásával.

Mivel a terhelési folyamat közben az alakváltozási sebességet célszerű állandó értéken tartani, a tárcsa profilját általában állandó alakváltozási sebességre tervezik. A profil geometriai vonalát mind húzópróba, mind nyomópróba esetén logaritmikus spirállal lehet kifejezni:



4. ábra. A próbatest igénybevételének sebességét szabályozó plasztométer

Nyomópróbához

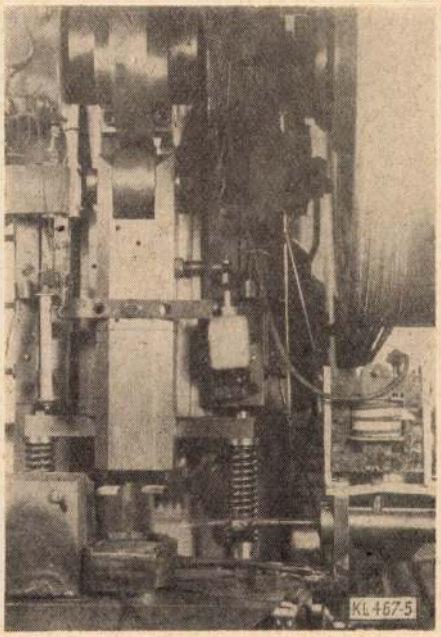
$$R = R_0 + h_0 \cdot \left(1 - \frac{1}{e^{\frac{\dot{\varepsilon}\varphi}{\omega}}}\right) \qquad (8)$$

Húzópróbához

$$R = R_0 + h_0 \cdot \left(e^{\frac{\dot{\varepsilon}\varphi}{\omega}} - 1\right) \qquad (9)$$

A plasztométer szerkezetét valamilyen egyszerű mechanikus sajtóra, például körhagyós sajtóra célszerű felszerelni. Ha a sajtó meghajtását változtatható előttéttel kiegészítjük, a plasztométerrel tág határok (10—15 fokozat) között lehet az alakítási sebességet változtatni. Az *5. ábrán* látható egy plasztométerré átalakított, 25 tonna teherbírású körhagyó sajtó, amellyel az MTA Kohászati Munkaközössége duzzasztókísérleteket végzett különböző alakváltozási sebességeken [4]. A plasztométer reverzáló szerkezettel ellátva egyaránt alkalmas mind alakító- mind nyomókísérletek elvégzésére. A plasztométert 1 m/s-nál nagyobb alakítási sebességek felett már nem célszerű alkalmazni, mivel a tárcsa nagy fordulatszáma miatt (700—800 f/min) a mechanikus tengelykapcsoló igen erős dinamikus igénybevételt szenved, ami törésekhez vezethet.

A plasztométert mint anyagvizsgáló berendezést olyan mérőeszközökkel kell ellátni, amelyek terhelés közben mérik a próbatestben keletkezett erő és alakváltozás nagyságát. Mivel a terhelési folyamat igen rövid ideig (2—0,02 s) tarthat, nem használhatók a statikus szakítógépekben klasszikussá vált mechanikus erő-, ill. útmérő módszerek. A plasztométerekkel a méréstechnikában teljes polgárjogot nyert elektromos út-, ill. erőmérő módszereket kell alkalmazni. Erőmérésre a nyúlásmérő bélyegekkel ellátott acélból készült mérőtestek bizonyultak a legmegfelelőbbeknek [4], [10], [11], mivel ez az erőmérő elem a legkülönfélébb formában készíthető el. A mért értékek gyors vál-



5. ábra. Plasztométerré átalakított körhagyós sajtó

tozására való tekintettel az erőmérő rendszer csak kiegyenlítetlen mérőkörben működhet, ami kisebb pontosságot biztosít, mint a kiegyenlített mérőkör. Ezért arra kell törekedni, hogy a többi hibalehetőséget a minimális értéken tartsuk. Ennek érdekében célszerű az alábbi szempontok szerint eljárni.

1. Az ellenálláshidat nagy ellenállású bélyegekből (600—1200 Ω) kell felépíteni, hogy a csatlakozó pontokon keletkezett termofeszültségek viszonylag minél kisebb hibákat okozzanak, valamint a hídhoz csatolt erősítő minél kisebb mértékben erősítse a jelet.

2. A hőmérséklet okozta hibák fokozatosabb kiküszöbölése céljából a szokásos hőkompenzáló bélyegek használatán kívül vagy termoelemet vagy NTC-elemeket kell a mérőtestbe beépíteni.

3. A mérőerősítő üzemi stabilitását a szokásoshoz képest meg kell növelni.

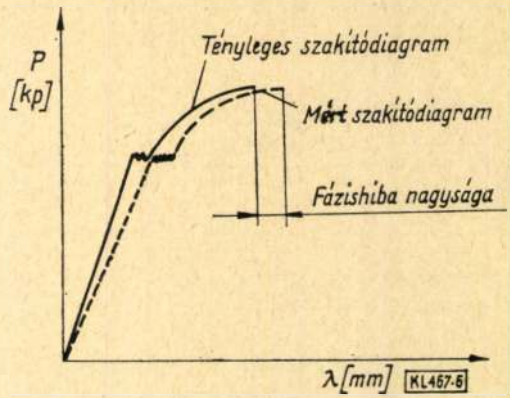
4. A mérőrendszer hitelesítését lehetőleg azonos üzemviszonyok között rendszeres időközökben meg kell ismételni. A hitelesítési periódus legfeljebb 1 hónap lehet.

Nyúlásmérő hidakhoz erősítőnek felhasználhatók az 5—10 kH vivőfrekvenciájú, jól bevált gyári készülékek, ha a fentiek biztosítottak.

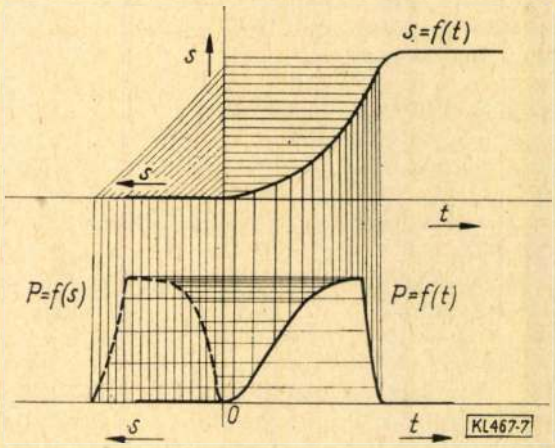
Az elmozdulás (megnyúlás vagy magasságcsökkenés) mérésére a tolókaros ellenállás mint feszültségelosztó látszik legcélszerűbbnek, mivel elvileg teljesen lineáris elem. Az ellenállás kimenő sarkaihoz a linearitás biztosítása céljából valamilyen impedancia — transzformátort (pl. *katódkövető)* kell csatolni. A hasonló célokat szolgáló, induktív elven működő elmozdulásmérő linearitási hibái, és a hozzá szükséges váltóáramú mérőkör miatt feleslegesen bonyolulttá tenné a mérőrendszert. Ez utóbbi használata csak abban az esetben indokolt, ha a mérendő elmozdulások kis mértékűek vagyis 0,01—0,1 mm közé esnek.

A mért mennyiségek regisztrálására a mérés dinamikus természete miatt vagy a fénysugaras, vagy az elektronsugaras oszcillográfok alkalmazhatók. Az átmeneti sebesség tartományában legcélszerűbbnek látszik a fénysugaras oszcillográfok használata. A különböző fajtájú oszcillográfok közül olyan típust kell kiválasztani, melynek lengőműszere hurokrendszerű, mivel az ilyenekben a csillapítás állandó értékre ($\alpha = 0{,}75$) van beállítva. A hurok saját frekvenciája legalább 5000 Hz legyen, mert a vizsgált görbe legmeredekebb szakaszán még ilyenkor is jelentős nagyságú fázishibát (10—20%) kaphatunk [11], ha $v_a = 0{,}8$ m/s az alakítási sebesség *(6. ábra)*. Mivel a méréshez két mennyiség (erő-út) vizsgálata elegendő, lehetőleg két- vagy háromhurkos oszcillográfot kell használni. A tangenshiba kiküszöbölése céljából kívánatos nagy fénysugárúttal rendelkező típust választani. Fénysugár-oszcillográfok alkalmazásakor a mért mennyiségeket az idő függvényében kapjuk.

Anyagvizsgálati célokra alkalmasabb az út-erő diagram felvétele. Ezért az idő függvényében regisztrált görbéket grafikusan út-erő diagrammá kell átszerkeszteni *(7. ábra)*. A szerkesztés során elkövetett hibák csökkentése érdekében a szerkesztést felnagyított diagramokon célszerű elvégezni. Az elektronsugaras oszcilloszkóp alkalmazása ebben a tartományban nagyobb hibát eredményez, mint a fénysugár-oszcilloszkópok használata.



6. ábra. Fázishiba megállapítása a szakító-diagramokból



7. ábra. Az út-erő diagramok részletezése

Dinamikus kísérletek ejtőkalapácson

A dinamikus vizsgálati tartományban — ahol az alakítás sebessége nagyobb mint 1 m/sec — anyagvizsgálati célokra olyan szerkezetet kell alkalmazni, amellyel az alakítási sebességet viszonylag tág határok között lehet változtatni, s emellett az igénybevétel módja megegyezik a legfontosabb statikus igénybevételi módszerekkel. Ezeket a feltételeket a szabadon eső súlyból álló egyszerű ejtőmű (ejtőkalapács) elégíti ki. Ha az eső tömeg úgy van kiképezve, hogy súlyát bizonyos határok között változtatni lehet, akkor a terhelési folyamat alatt az alakváltozási sebesség is változtatható bizonyos értékek között. A sebességi viszonyok beállítása *duzzasztópróbához* a következőképpen számítható. Az alakítás kezdeti sebességét (V_1-et) az eső súly magassága határozza meg:

$$V_1 = \sqrt{2gS} \qquad (10)$$

Az eső súly kinetikus energiája:

$$E_1 = \frac{1}{2}\frac{G}{g}V_1^2$$

Ha azt kívánjuk, hogy a duzzasztási folyamat végén az alakítás sebessége egy meghatározott V_2

értékre csökkenjen, ez a következőképpen érhető el. Az alakítás végén a medve energiája:

$$E_2 = \frac{1}{2}\frac{G}{g}V_2^2$$

A kezdeti és végső energia közti különbséget a próba alakításához szükséges energia emésztette fel:

$$E_2 = E_2 - E_d$$

$$\frac{1}{2}\frac{G}{g}V_1^2 = \frac{1}{2}\frac{G}{g}V_1^2 - E_d \qquad (11)$$

A (11) összefüggésből egyértelműen számítható a medve súlya:

$$G = \frac{2g}{V_1^2 - V_2^2}\cdot E_d \qquad (12)$$

A (12) összefüggésből látható, hogy az eső tömeg súlyát az alakítási energia, valamint az alakítás közben beállított sebességcsökkenés értéke határozza meg. A medve maradék energiáját (E_2) valamilyen módon fel kell emészteni az alakítási folyamat befejezésekor. Az energiának ezt a felemésztését szakításkor ólomból kiképzett tuskók, míg duzzasztáskor rugalmas acélütközők alkalmazása biztosítja.

A medve súlyának kiszámításához szükséges az alakítási energia hozzávetőleges értékének meghatározása. Duzzasztás vagy húzás esetén az alakítási energia a következőképpen fejezhető ki:

$$E_d = \int_0^{\Delta h} P\,\mathrm{d}\Delta h \qquad (13)$$

A vizsgált fémnek általában ismert a statikus állapotban kísérletileg meghatározott $\sigma_0' - - \varepsilon$ görbéje. Az irodalomból [1], [3] jól ismert összefüggésből

$$\sigma' = \sigma_0' \dot{\varepsilon}^P$$

és a P hozzávetőleges értékeiből kiszámítható a dinamikus valódi feszültségek értékei. Az így kiszámított σ_1', σ_2', $\sigma_3' \ldots \sigma_i'$ dinamikus feszültségi értékeket egy konvergáló függvénysorral közelíthetjük meg:

$$\sigma' = \sigma_f'\left(1 - \sum_{i=0}^{i=n} a_i \sqrt[n]{\varepsilon}\right) \qquad (14)$$

A (14) összefüggésben szereplő a_1, a_i állandók értékeit a fentebb kiszámított σ_1', $\sigma_2' \ldots \sigma_i'$ értékeinek behelyettesítésével határozzuk meg. A (14) összefüggésnek a (13) összefüggésbe való behelyettesítése, majd a kijelölt műveletek elvégzése után a következő kifejezés adódik az alakítási energia nagyságára:

$$E_d = F_0\sigma_f'\left[h_0 \ln\frac{h_0}{h_1} + a_1\left(h_0 \ln\frac{h_0}{h_1} - \Delta h\right) + a_2 h_0\left(\ln\frac{1+\sqrt{\varepsilon}}{\sqrt{1-\varepsilon}} - \sqrt{\varepsilon}\right)\right] \qquad (15)$$

A (15) és (12) összefüggések segítségével az eső medve súlya kb. 4—5%-os biztonsággal kiszámítható [5].

Az ejtőmű nyomó és húzó betétekkel ellátva egyaránt alkalmas mind duzzasztó, mind szakítópróbák elvégzésére.

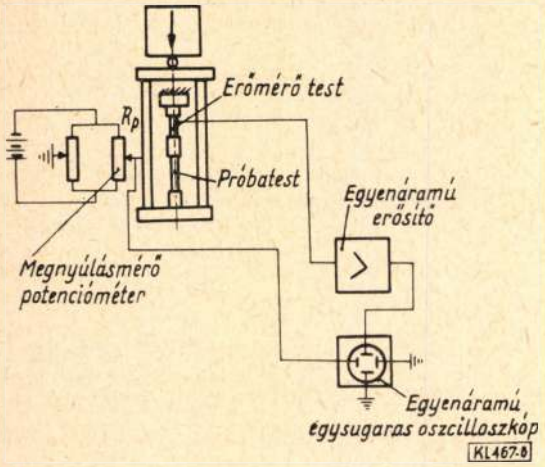
A dinamikus tartományban a már felsorolt ütközési és tömeggyorsítási erők a mért jellemzők alakulására számottevő mértékben hatnak, ezért a megfelelő mérőmódszerek kiválasztásakor ezeket a körülményeket mindig figyelembe kell venni. A szakító- vagy duzzasztóerő mérésére a legalkalmasabbnak itt is a nyúlásmérő bélyegekkel ellátott csőalakú erőmérő testek használata látszik. Az ütközési jelenségek zavaró hatásának csökkentése céljából arra kell törekedni, hogy az erőmérő test lehetőleg minél kevesebb közvetítőelemmel csatlakozzon a próbatesthez és a nyugvó géprészhez. A mérőtestek elhelyezésekor arra is figyelemmel kell lenni, hogy a próbatest mozgó részére felerősített mérőtest a tömegerők hatása miatt vagy nagyobb vagy kisebb erőt mér, mint amekkora a nyugvó részen keletkezik (2. ábra).

A nagy sebességgel lefolyó erőváltozások mérésére ebben az esetben már nem használhatók a szokásos 5—10 kHz vivőfrekvenciás mérőerősítők. Bár ebben a tartományban az 50 kHz frekvenciájú mérőerősítő képes a feladat megoldására, a kezelése különös gondot követel meg. Ezért célravezetőbb a tisztán egyenáramú mérőkör alkalmazása. A mérőtestet lehetőleg nagy ellenállású bélyegekből kialakítva és a statikus méréseknél szokatlanul nagy, legalább 20 $\frac{\mathrm{mV}}{\Omega}$ feszültséggel táplálva, a híd kimenetén 50—60 mV nagyságú mérőjel keletkezik. A mérőkör további tagjait egy visszacsatolt egyenáramú erősítő nem túl nagy erősítéssel (10—20-szoros) és egy lehetőleg stabil működésű egyenáramú katódsugaras oszcilloszkóp alkotja. Az elmozdulás mérésére a plasztométernél ismertetett mérési módszer itt is alkalmasnak bizonyul.

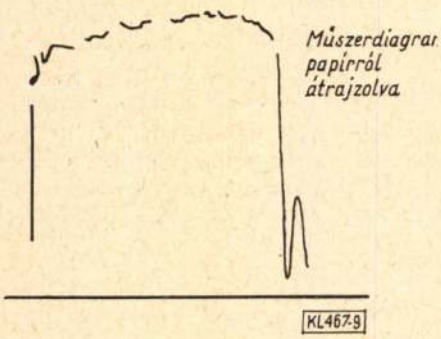
A mért adatok (erő, elmozdulás) regisztrálására ebben az esetben már nem felelnek meg a fénysugaras oszcillográfok, mivel a legnagyobb teljesítményű húr önlengéssáma sem nagyobb 18 kHz-nél. Ezért a regisztrálás céljaira itt csak a katódsugaras oszcillográfok jöhetnek számításba, melynek segítségével közvetlenül felrajzolható az erő — elmozdulás diagram — a próbatestre ható igénybevétel ideje alatt *(8. ábra)*. A próbatest megnyúlásával arányos feszültséget az oszcilloszkóp függőleges eltérítő lemezeire kapcsoljuk. A katódsugár görbéjének rögzítését (regisztrálását) a katódnyerő elé felerősített, lehetőleg nagyméretű (6×6 vagy 6×9) felvevő kamerával, nyitott zárral végezzük. Egy ilyen módon regisztrált dinamikus szakítódiagram a *9. ábrán* látható.

A dinamikus jelenségek frekvenciamenetének vizsgálata

Dinamikus igénybevételek esetén a mért mennyiségek az idő függvényében változnak. Az alkalmazott mérőrendszernek olyannak kell lennie,



8. ábra. Katódsugaras oszcillográf felhasználása az erőelosztás diagram felvételére



9. ábra. A katódsugár görbéje

hogy minden egyes tagja képes legyen a jelfüggvénynek mind az amplitúdóját, mind a fázisát alakhűen továbbítani. Ez a követelmény a mérőrendszer egyes tagjainak az önlengésszámától függ (vagy villamos vagy mechanikus). Az önlengésszám (csillapítatlan sajátfrekvencia) általában színuszos változásra van megadva. Ezért a mért mennyiségeket tartalmazó jelfüggvényt valamilyen módon színusz-görbévé kell felbontani. Ezt egzakt módon a harmonikus analízis módszereivel lehet elvégezni, aminek bonyolultsága miatt célszerű egy viszonylag egyszerű grafikus módszert alkalmazni.

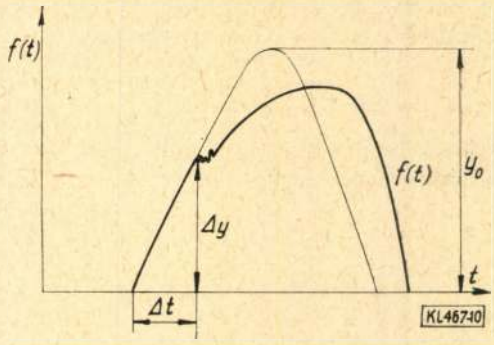
A mért mennyiség várható görbéjét az idő függvényében felrajzoljuk, amely például a V_a sebességű szakításkor a *10. ábrán* látható görbe, melynek legmeredekebb szakaszát kiválasztva megszerkesztjük a hozzá simuló színuszlengés félperiódusát. Ennek a színuszlengésnek megfelelő frekvencia a 10. ábra jelöléseivel a következőképpen adódik:

$$f=\frac{\Delta y}{y_0}\cdot\frac{1}{2\pi\Delta t} \qquad (16)$$

Szakítóvizsgálat esetén ez a legmeredekebb rész a rugalmas szakaszra esik, ezért a hozzá szükséges alakítási időt egyszerűen meg lehet határozni:

$$\Delta t=\frac{\lambda}{V_a}=\frac{\sigma_r l_0}{EV_a}$$

A (16) összefüggésből számított legnagyobb jelfrekvenciát az illető mérőberendezésnek torzítás



10. ábra. A Sinus-görbe részletezése

nélkül kell továbbítania. Ha az egyik tag pl. vivőfrekvenciás mérőerősítő, akkor a vivőhullám frekvenciájának a jelfrekvenciával a következő összefüggésben kell lennie:

$$f_v \geqslant 5f$$

Ha a regisztráló berendezés valamilyen lengő rendszert alkot, akkor a frekvenciaviszony az egzakt mérés követelményeinek megfelelően legalább 6—8-szoros nagyságú legyen.

Befejezés

Dinamikus anyagvizsgálati módszerek alkalmazásakor egyrészt a bonyolultabb jelenségek, másrészt a mérőműszerekre rótt fokozottabb feladatok miatt a mérés pontossága az alakítás sebességének növekedésével egyre inkább csökken. A regisztráló műszerek feszültségszükséglete az átviendő frekvencia növekedése miatt egyre inkább emelkedik.

Ennek az a következménye, hogy az erősítés mértékét is egyre fokozni kell, ami viszont ellentétes körülményeket hoz létre a mérés pontosságával. Az elvégzett mérések tapasztalatai alapján [4], [5] megállapítható, hogy az átmeneti tartományban 2%-nál nem lehetett pontosabban mérni. Természetesen ezeket a mérési pontosságokat valamilyen módon meg lehet növelni, de logikusan mérlegelve a körülményeket nem látszik lehetőség arra, hogy a dinamikus mérésekkel a statikus mérések pontosságát el tudjuk érni.

IRODALOM

[1] *Adler—Philips:* The effect of strain rate and temperature on the resistance of aluminium, copper and steel to compression. Journal of the Institute of Metals 1954. (XI.)
[2] *Gubkin:* Deformirujemosztsz mealli. Metallurgizdat. Moszkva 1953. 26—31.
[3] *Blain—Rossard—Hardwich—Mac Teggart:* Observation sur la deformation de l'aluminium et du cuivr par torsion aux temperatures élevées D; Angleterre et Institut de Rechersches de la Siderurgie Saint Germain-En-Laye. 1961. V.
[4] *Bella E.—Gulyás J.:* Warmstauchversuche mit Kupfer bei mittleren Formänderungsgeschwindigkeiten. Acta Technica A. S. H. 1964. Tom. 48. F. 441—435.
[5] *Bella E.—Gulyás J.—Juhász S.:* Die Erscheinungen der Warmverformung des Kupfers bei grösserer Geschwindigkeit. Acta Technica A. S. H. 1966.
[6] *Lippmann:* Zur Dinamik des Schmiedens. Archiv für das Eisenhüttenwesen **35** 1964. H 6.
[7] *Verő J.:* Vas és Fémipari Anyagvizsgálat. Tankönyvkiadó Bp. 1951. 111—115. old.

[8] *Krisch:* Archiv für das Eisenhüttenwesen **21** (1950) S. 403.
[9] *Rühl.—Schönherr.:* Kerbschlagbiegeversuche an allgemeinen Baustählen nach DIN 17100 Archiv für das Eisenhüttenwesen **35** (1964) s. 415.
[10] *Gulyás, J.:* A képlékeny alakítás jelenségeinek kísérleti vizsgálatával kapcsolatos méréstechnikai problémák. Koh. Lapok. 1963. 1. sz.
[11] *Gulyás, J.:* Üzemi mérések. Bp. 1965. Tankönyvkiadó. MTI. kiadv. NK. 25. 25—29. old. 63—67. old.
[12] *Metal—Zakrewski—Zuchowski:* Javaslat a regisztráló-műszerekre vonatkozó előírások megváltoztatására. Mérés és Automatika 1966. 3. sz. 71—75. old.

Műszaki és gazdasági hírek

Nyersvasgyártás, acélgyártás

A Phoenix Steel egy új, hajlítottszálú **folyamatos öntőművet** tervez. A berendezés 2000 mm széles és 300 mm vastag lemezbugákat állít elő és ezáltal a világ legnagyobb folyamatos öntőművének tekinthető. A berendezés évi kapacitása 700 000 t karbon- és ötvözött acél féltermék, amelyet főleg lemezhengerlésre használnak fel. Az üzembehelyezés 1967 végére várható.
Blast Furnace and Steel Plant 1966. 7.

*

Szovjet—francia műszaki tudományos együttműködési egyezményt írtak alá Moszkvában jún.-ban. Az egyezmény keretében tudományos és műszaki delegációk kölcsönös látogatására, továbbá egyes szakértők és kutatók, valamint dokumentációk és tájékoztatók cseréjére kerül sor. A jövőben mindkét országot érdeklő kétoldalú tudományos és műszaki konferenciákat szerveznek. Közös alap- és alkalmazott kutatások, valamint az ipari bevezetések megszervezését is célul tűzték ki. A gyárak és technológiai folyamatok korszerűsítése, továbbá a termelékenysége területén közös javaslatokat fognak kidolgozni.
Revue de Metallurgie. 1966. 7/8.

*

A **francia kormány** 17 millió dollár kölcsönt nyújt **Indiának** 1966—67. év folyamán kisebb berendezések, felújítás, kohászati és vegyipari féltermékek vásárlására.
Revue de Metallurgie. 1966. 7/8.

*

Japán új rekordot ért el 1966 májusában 3,804 millió tonnás **acéltermelésével.** 1966 első felében már 17 859 millió t acélt állítottak elő, ami 2%-kal múlja felül 1965 azonos időszakának termelését. Nyersvastermelése 11,4%-kal növekedett ez év első felében az előző évihez képest.
Rev. Met. 1966. 7/8.

*

A **Szovjetunió cseljábinszki acélkombinátjában** 1967 nyarán egy új berendezést helyeznek üzembe, amely 1220 mm átmérőjű csövek gyártására lesz alkalmas.

*

Japánban Yawata Iron and Steel művekben 1966 áprilisban elkezdték egy új kohó építését, amelynek indítását 1968 januárjára irányozták elő. A kohó medencéjének átmérőjét 11 m-re, térfogatát 2560—2580 m^3-re, napi közepes termelését 5000 tonnára tervezik.
Transactions of the Iron and Steel Institute of Japan 1966. 2.

*

Románia egy 1300-as blokksort rendelt a Schloemann-nál kompletten mélykemencékkel, darukkal és elektromos berendezéssel. A sor évi 3 millió tonnás teljesítményével a világ egyik legnagyobb ilyen egysége lesz, teljesen automatizálva folyamatszabályozással.
H. J.
Iron and Steel, 1966. 9.

*

Az **NSZK Birodalmi Vasútjának** kezelésében levő mintegy 61 000 km hosszú *vágányhálózatból* már kereken 40 000 km, vagyis a teljes hálózat kétharmada hézagmentesen hegesztett szerelésű. 1965-ben üzemekben és a vágányfektetés helyszínén összesen 480 000 hegesztést végeztek. Az újonnan fektetett vágányok 80%-a 54 kg/m súlyú sínekből készült, 49 kg/m súlyú sínek felhasználási részesedése 19%-ra csökkent. 1%-ot tesz ki a 64 kg/m súlyú sínek részesedése, melyeket különösen alagutakba és egyéb olyan helyekre fektetnek, ahol nagy élettartam kívánatos a csere nehézségei miatt.

Hollandia *bányászati és kohászati külkereskedelme* 1964—1965-ben, 1000 t-ban:

Anyagféleség	Behozatal		Kivitel	
	1964	1965	1964	1965
Vasércek	3045	3567	0,1	2,7
Mangánércek	16,8	16,6	8,6	8,7
Kőszén	9292	7161	2924	2927
Koksz	310	281	2327	2404
Nyersvas és ferroötvözetek	109,5	52,2	94,9	84,6
Hengerelt termékek:				
tuskók és féltermékek	146,9	87,9	84,2	198,0
lapostuskók	79,0	50,4	411,4	411,9
mindenféle sín	43,9	43,5	5,9	5,0
U-acélok	6,6	9,2	1,5	3,9
egyéb tartók	216,6	224,0	6,6	8,3
rúdacélok	361,6	332,9	27,8	30,9
betonacél	451,0	359,9	35,2	58,0
hengerhuzal	132,5	112,5	90,0	93,2
mel. heng. szalag	172,8	149,1	52,0	49,9
mel. heng. lemez	261,9	263,4	170,7	201,7
hid. heng. lemez	131,6	132,4	490,2	565,2
csövek és csőszerelvények	411,8	372,5	116,5	128,7
Huzal	59,5	58,7	25,4	25,8

*

Angliában hosszas előkészítő tanulmányok és viták után létrejött a szerződés *Port Talbot kikötőjének felújítására.* A Dél-Walesben levő kikötő a Steel C. of Wales Abbey és Margam művébe érkező ércszállítmányokat fogadja. Az új kikötő 88 000 t-ás hajók kirakására lesz alkalmas, építési költsége 17 millió £ lesz.
Steel Times, 1966. aug.

*

Az English Steel Forge and Engineering *négy ammónia-szintézis konverter-edényének* elkészítésére kapott megbízást, melyekből *egyet* Magyarországnak, *hármat* Lengyelországnak szállítanak. A magyar konverter főméretei: 1600/1480 ⌀ × 19 000 mm, megmunkált súlya 80 t. A konverter 3%-os CrMo acélból készül, üzemi igénybevétele 200°C hőmérsékleten 380 att.
Steel Times, 1966. aug.

*

Az **angliai** Davy-Ashmore Acélipari egyesülés 28 millió font értékben szállít különféle hengerművi berendezést a *jugoszláviai* Skopjei Hengerműbe. Legutóbb egy 1700 mm szélesabroncs-legombolyítóállvány készült el a félfolytatólagos hengerműhöz.
Steel Times, 1966. aug.

*

Az **angol** szakértők kalkulációja szerint a *földgáz háztartási felhasználásától* nem lehet a gáz olcsóbbodására számítani. A háztartásokban meglevő berendezések kapacitásának megfelelő földgázbontó berendezések telepítése és új elosztóvezetékek fektetése Angliában összesen 500 millió font befektetést igényelne, háztartásonként mintegy 30 font költséggel számolva.
Steel Times, 1966. okt.

Ferromangán-gyártás

Dr. PILTER PÁL okl. kohómérnök

DK 669.15.74—198:669.168

Fejlődés a világirodalom tükrében

Az acélgyártásban a mangánfelhasználásról az első feljegyzés feltehetően *Heathtól* [1] származik, aki 1839-ben szabadalmat jelentett be a tégelyacél mangánötvözésére. Angliában a Bessemer-eljárás annak köszönhette sikerét, hogy *Mushet* felfedezte a mangánnak az acélminőségre kifejtett kedvező hatását. Ebben az időben még csak tükörvas volt, amelyet a rajnavidéki pátvasércekből gyártottak nagyolvasztókban. A tükörvas mangántartalmának növelésére vonatkozó kísérletek mangánércadagolással ekkor még nem voltak sikeresek.

Bessemer ösztönzésére *Hendersonnak* 1863-ban sikerült 25—30% Mn-tartalmú mangánötvözőt gyártani, ami az acélgyártáshoz jobban bevált, mint az addig használt kis Mn-tartalmú tükörvas. Az acél szívósabb, képlékenyebb lett.

A Henderson-féle ferromangán-gyártás kezdetben SM kemencében valósult meg. A betét mangánkarbonát és rézlúgzás után nyert spanyol piritpörk volt, amelyhez redukáló anyagként feleslegben faszenet vagy aprókokszot kevertek. A termelt ferromangán mangántartalma inkább függött a fürdő hőmérsékletétől, mint az adagolt mangánkarbonát mennyiségétől, mivel a mangánredukció fokát — egyébként azonos körülmények között — a hőmérséklet határozza meg.

Bár a Henderson-féle eljárás műszaki siker volt, a gyártás még sem tudott elterjedni, mert a MnO-dús salak a kemence tűzálló falazatát erősen igénybe vette, a kemencegázokkal eltávozó mangánércpor és mangán pedig a regenerátos rácsokban okozott zavarokat.

Az első 70—80% Mn-tartalmú ferromangánt Bonnban *Prieger* gyártotta úgy, hogy a grafittégelybe adagolt mangánérc és aprókoksz keverékét természetes huzatú kemencében hevítette.

Pourcel 1866-ban kísérleteit szintén tégelyben kezdte, majd SM kemencében folytatta, s végül 1875-ben áttért a nagyolvasztóra. A mintegy 10 évig tartó kísérleteket siker koronázta. A kidolgozott eljárás gazdaságilag is igen jelentős volt, amely a különböző eljárásokkal gyártott ferromangán akkori árából tűnik ki.

A tégelyben gyártott ferromangán ára (Prieger elj.)	130 font/t
Az SM kemencében gyártott ferromangán ára (Henderson)	56 font/t
A nagyolvasztóban gyártott ferromangán ára (Pourcel)	16 font/t

A mintegy évszázados kohászati gyakorlatban az acélgyártáshoz az alábbi összetételű tükörvasat és FeMn-t igénylik az acélművek:

Elnevezés	C	Mn	Si	S
	%			
Tükörvas	4—5	6—20	0,5—1,5	max. 0,05
Ferromangán karbüré	5—7	50—80	0,5—1,5	max. 0,05

Az elemzési értékek között az igen lényeges P-tartalom szándékosan nem szerepel, mivel ennek nagyságrendje időről-időre és országonként változik, rendszerint 0,2, 0,25 és 0,3% a megengedett max. érték.

Tükörvasat a kohászat lényegesen kevesebbet igényel, mint a ferromangán-karbürét. A tükörvas-fogyasztás az utóbbi években csökkenő irányzatot mutat. Ennek egyik oka az acélgyártás fokozódó minőségi igénye a mangánötvözőkkel szemben, a másik pedig, hogy nagyolvasztókban a

1. táblázat

A ferromangán és tükörvas gyártásában egy tonna fémmangánra eső kokszfogyasztás 1919-ben és 1948-ban az USA-ban

Mn-tartalom	Kokszfogyasztás				Viszonylagos kokszfogyasztás tükörnyersvasra
	kg/t ötvözet	kg/t fém mangán	Viszonylagos többletfogyasztás tükör nyersvasra	kg/t fémmangán Fe-re eső kokszfogyasztás levonás után	
Ferromangán Mn = 74,9% (1919-ben)	2820	3 770	$\frac{10\,090}{3\,770} = 2{,}68$	3540[1]	$\frac{5700}{3540} = 1{,}6$
Tükörvas Mn = 17,48% (1919-ben)	1760	10 090		5700[1]	
Ferromangán Mn = 80% (1948-ban)	2230	2 780	$\frac{7\,000}{2\,780} = 2{,}52$	2680[2]	$\frac{4400}{2680} = 1{,}64$
Tükörvas Mn = 20%	1400	7 000		4400[2]	

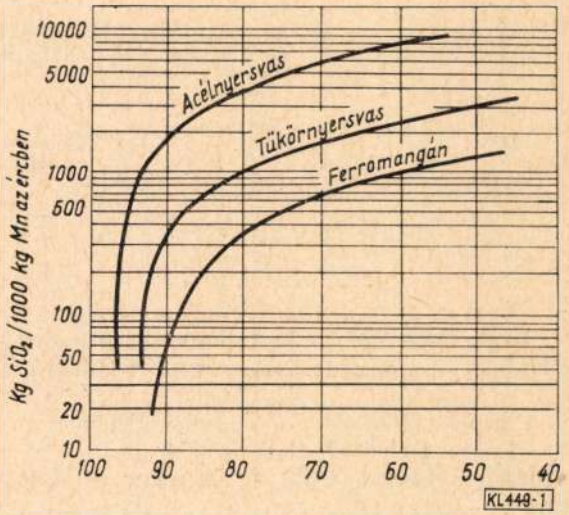
[1] A számítás 1000 kg koksz/t Fe figyelembevételével
[2] A számítás 700 kg koksz/t Fe figyelembevételével

ferromangánt gazdaságosabban lehet gyártani, mint tükörvasat. A gazdaságosságra elsősorban az egy tonna fémmangánra eső kokszfogyasztás a jellemző. Az *1. táblázat*ban az 1919. és 1948. évi USA-adatokból [2] számított fajlagos kokszfogyasztás van feltüntetve a tükörvasban és a ferromangánban levő 1 t fémmangánra vonatkoztatva. Innen kitűnik, hogy egy tonna tükörvasban levő fémmangánra mintegy 1,6-szeres kokszfogyasztás esik. A tükörvas-fogyasztás az említett minőségi és gazdasági okok miatt feltehetően olyan mértékre fog korlátozódni, amennyi a fehérnyersvasról ferromangán-gyártásra való átállás, illetve visszaállás ideje alatt szükségszerűen keletkezik. Tükörvasat ui. az acélgyártáshoz főképp csak a kikészítés végén, az újrafövetés biztosítására használnak, amikor az elsődleges cél a C-bevitel. A jelenlegi gyakorlat alapján az újrafövetést csak különleges acélminőségek, pl. *kazánlemez, dinamó* stb. gyártásához használják, s ezért a tükörvas-fogyasztás is elenyésző.

A ferromangánnal szemben támasztott minőségi követelmények a felhasználási mód alapján állapíthatók meg legcélszerűbben. A fejlett ipari országokban — Szovjetunió, NSZK és USA — a mangántakarékosságot szem előtt tartva, a ferromangánt ahol csak lehetséges, az öntőüstbe adagolják. Ehhez viszont az szükséges, hogy a lehető legnagyobb mangánkoncentráció mellett a legkisebb szennyező, főképp P-tartalom legyen a ferromangánban.

A mintegy 80% Mn-tartalmú ferromangán gyártásához mintegy 45—50% Mn-tartalmú mangánérc szükséges kis Fe-koncentrációval. Ugyanis a mangánércben levő vasoxidok gyakorlatilag teljes mennyiségben redukálódnak, a mangánredukció pedig legfeljebb 80—85%-os. Így 80% Mn- és 13% Fe-tartalmú ferromangán karbüré gyártáshoz a 8: 1 Mn: Fe arány az ércbetétben elegendő volna, viszont számolni kell a kokszhamuban levő vasoxidok redukciójával is. Az eddigi tapasztalatok alapján kohósításkor a ferromangán Fe-tartalmának mintegy 1/4-e a kokszhamuból származik. Emiatt a kohósított mangánércben az Mn: Fe-10: 1 aránynak kell lennie, s így pl. Angliában a ferromangán karbüré gyártási elegyébe az indiai mangánérceken kívül (Mn: Fe-8,5: 1), csiaturi (Mn: Fe 30—50: 1) és nyugat-afrikai (Mn: Fe-10—12: 1) Mn-ban dús mangánérceket is adagolnak.

A jó mangánredukció, s ezen keresztül a ferromangán minőségének biztosítása érdekében a mangánércnek kis SiO_2-tartalmúnak kell lenni *(1. ábra)*. Ezáltal a salakmennyiség is lényegesen csökken. A mangánérc, valamint a ferromangán Mn-tartalma és a Mn-kihozatal közti összefüg-



1. ábra. Mangánkihozatal az érc SiO_2-tartalmának függvényében
Dr. Visnyovszky L.: Acélötvöző fémek és ferroötvözetek, 1952. 15. ábra

2. táblázat

A mangánkihozatal, valamint a mangánércben és a ferromangánban levő mangántartalom 1942—1949. években az USA-ban %

(Mat. Survey Manganese, 1952. VI-1. tábl.)

Vállalat	Megnevezés	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949
A	Ferromangán Mn-tartalom	79,02	79,07	78,73	79,35	78,55	79,30	79,80	78,90
	Mangánérc Mn-tartalom	47,86	49,74	50,86	50,78	48,38	48,92	47,18	46,03
	Mangánkihozatal	92,24	92,17	87,80	90,63	90,57	83,64	87,23	89,70
B	Ferromangán Mn-tartalom	78,61	77,96	77,43	78,20	77,77	77,09	76,2	76,29
	Mangánérc Mn-tartalom	44,35	45,46	44,96	44,38	46,35	48,48	45,36	44,89
	Mangánkihozatal	85,80	83,77	86,01	86,22	85,02	80,87	84,27	83,40
C	Ferromangán Mn-tartalom	79,50	79,00	79,00	79,25	79,10	78,50	78,50	78,50
	Mangánérc Mn-tartalom	43,18	46,70	45,51	41,21	42,27	39,54	40,29	40,74
	Mangánkihozatal	82,52	82,59	78,88	80,99	84,88	83,98	77,81	80,20
D	Ferromangán Mn-tartalom	80,00	80,00	80,00	79,00	79,41	79,87	79,00	79,27
	Mangánérc Mn-tartalom	46,61	48,51	49,09	46,67	48,34	46,58	46,49	46,97
	Mangánkihozatal	85,87	85,70	85,49	85,28	81,47	90,83	82,50	87,30
E	Ferromangán Mn-tartalom	83,56	82,26	81,07	81,36	80,79	81,36	81,00	81,00
	Mangánérc Mn-tartalom	47,62	49,30	49,51	49,14	49,23	51,17	53,16	50,11
	Mangánkihozatal	80,65	77,35	82,37	81,10	81,61	79,69	75,06	86,40
F	Ferromangán Mn-tartalom							80,37	80,35
	Mangánérc Mn-tartalom							58,98	58,71
	Mangánkihozatal							92,07	90,80

gést tényadatok alapján a 2. *táblázat*ból olvashatjuk le.

A legkárosoabb kísérőelemnek a P tekinthető, különösen akkor, ha a ferromangánt ötvözőanyagként mangántakarékosság miatt az öntőüstbe adagolják, mivel itt a P elsalakítására metallurgiai lehetőség nincs. Az erre a célra megfelelő 80% Mn- és kis — lehetőleg 0,20% alatti — P-tartalmú feromangán gyártási lehetőségeinek vizsgálatához figyelembe kell venni, hogy az elegyben levő érccel és koksszal bevitt foszfor mintegy 90%-ban a ferromangánba redukálódik. A koksz P-tartalmától függően kell az ércbetét P-koncentrációját megállapítani. Így 85%-os Mn-kohozatal, 2230 kg/t FeMn kokszfogyasztás és 0,03 százalék P-tartalmú kokszra a P mérleg az alábbiak szerint alakul, 80% Mn-tartalmú ferromangán és 50% Mn-tartalmú érc esetén:

1000 kg ferromangánban levő P kg-ban = Mangánérccel bevitt P kg-ban + Koksszal bevitt P kg-ban

$$1000\frac{x}{100}=\frac{1000\frac{80}{100}}{\frac{50}{100}\cdot\frac{85}{100}}\cdot\frac{y}{100}+2230\frac{z}{100}\cdot 0{,}9$$

$$10x=(18{,}8y+22{,}3z)0{,}9$$

$$y=\frac{10x-0{,}9\cdot 22{,}3z}{0{,}9\cdot 18{,}8} \qquad (1)$$

Az (1) összefüggés alapján a szóbanforgó feltételek között a mangánérc megengedett P-tartalma:

$$y=\frac{10\cdot 0{,}2-0{,}9\cdot 23{,}3z}{0{,}9\cdot 18{,}8}=0{,}08\%\ \text{lehet.}$$

A mangánércben a Mn : P viszony a tárgyalt esetre

$$\text{Mn : P}=50:0{,}08=625:1$$

Az (1) összefüggés általános alakban a következő

$$1000\frac{x}{100}=\frac{1000\frac{A}{x}}{\frac{B}{100}\cdot\frac{C}{100}}\cdot\frac{0{,}9y}{100}+D\frac{z}{100}0{,}9 \qquad (2)$$

ahol x a ferromangán P-tartalma %-ban,
y a mangánérc P-tartalma %-ban,
z a koksz P-tartalma %-ban,
A a ferromangán Mn-tartalma %-ban
B a mangánérc Mn-tartalma %-ban,
C mangánkihozatal %-ban,
D fajlagos kokszfogyasztás, kg/t.

A feltüntetett összefüggésben a szállóporveszteséget nem vettük figyelembe.

A (2) egyenlet jobb oldalán levő első tag az érccel, a második tag pedig a koksszal bevitt P-mennyiséget fejezi ki. Az első tag vizsgálatából világosan megállapítható, hogy a mangánérccel annál több foszfor kerül a ferromangánba, minél nagyobb az érc P- és minél kisebb a Mn-tartalma, továbbá minél rosszabb a mangánredukció. A második tag pedig azt juttatja kifejezésre, hogy a feromangán P-tartalma a kokszfogyasztással és a koksz P-koncentrációjával nő.

A szóban forgó példa szerint 80% Mn- és 0,2% P-tartalmú ferromangán gyártásához a mangánércben Mn : P = 625 : 1 aránynak kell lennie. A *3. táblázat* szerint az 5 nagy mangánérctermelő ország termékei közül ennek a feltételnek elsősorban a dél-afrikai *Postmasburg-i*, a brazíliai *Bournier*, a *Morro de Mina* és a *Queluz* mangánércek felelnek meg. A célul kitűzött 80% Mn- és max. 0,2% P-tartalom egymagában tehát kevés ércfajtával, inkább keverékeikkel érhető el, s így is korlátozott mértékben. Az acélgyártás minőségi okok miatt a ferromangánban 0,2% P-tartalmat ír elő. Feltételezve ugyanis, hogy a nagy folyáshatárú hegeszthető acélok Mn-tartalma 1,5% lesz 0,03% P-koncentrációval és hogy az acélt 0,3% Mn-tartalommal csapolják, az öntőüstbe 1,2%-nyi mangánt kell ötvözni, amely 12 kg Mn/t acélnak felel meg. 90%-os mangánhasznosítás és 80% Mn-tartalmú ferromangán esetén az öntőüstbe viendő ferromangán mennyisége $\frac{12}{0{,}9\cdot 0{,}8}=16{,}6$ kg/t acél. Ebből 0,2% P-tartalmú ferromangán adagolásakor 0,0033 % P jut az acélba. Így a 0,03% P-tartalmú acél gyártásakor az adag 0,026% P-koncentrációval csapolható. Ez az érték az acélgyártók részéről el is fogadható.

Miként az előzőkben láttuk, az öntőüstben való ötvözési célokra alkalmas összetételű ferromangán karbüré nagyolvasztóban való gyártására az eddig feltárt mangánérc-vagyonnak csak igen kis hányada felel meg. A kibányászott és fizikai módszerekkel dúsított oxidos mangánércekhez az ezen ércek dúsítási melléktermékeinek (iszapok stb.) és a szegény mangánérceknek vegyi dúsításával kapott MnO_x-et kell elegyíteni, amely gyakorlatilag SiO_2-, P- és Fe-mentes. Ily módon lehetővé

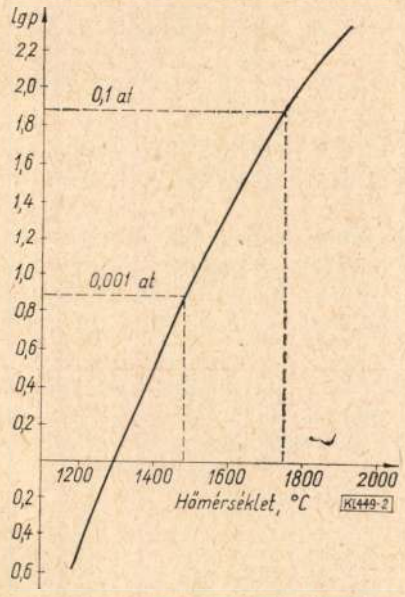
3. táblázat

A világ jelentősebb mangánérceiben a Mn : P és Mn : Fe arányok értékei

Az érc megnevezése	Mn : P	Mn : Fe
Szovjetunió		
Csiaturi I. o.	358/1	60/1
Nikopol I. o.	260/1	52/1
India		
Balaghat, Bandara és Nagpur I. o.	462/1	5,1/1
Ghana I. o.	488/1	612,5/1
Brazília		
Burnier	1800/1	60/1
Morro de Mina, Queluz	721/1	6,46/1
Dél-Afrika		
Postmasburg	983/1	5,45/1
Magyarország		
Úrkúti oxidos I. o.	215/1	4,77/1

válik az acélgyártási igények maradéktalan kielégítése. Itt kell megjegyezni, hogy mangángazdálkodás szempontjából vegyi dúsítással érhető el a legjobb fémkihozatal, s mivel a folyamatok kis hőmérsékleten — vizes oldatban — mennek végbe, messzemenően automatizálhatók is. Így nagy kapacitású és termelékenységű üzemek építhetők. Egyes eljárások a reagens-savat körfolyamatban tartják (H_2SO_4, HNO_3), mások pedig reagensként hulladék-anyagot használnak fel (hengerművi pác-lé, füstgázok SO_2-tartalma stb.).

A (2) összefüggés jobb oldalán szereplő első tag nevezőjében levő C tényzőnek, azaz a mangánredukciónak ugyancsak lényeges szerepe van a ferromangán karbüré minőségére. A mangánérc SiO_2-tartalmának és a mangánredukciónak az összefüggését az 1. ábrából már ismerjük. A 2. *ábra* diagramja a mangángőz parciális nyomása és a hőmérséklet közti összefüggést ismerteti. Innen megállapítható, hogy a kohófúvósík zónájának hőmérsékletén — ha ezt csak 1700°C-nak vesszük is — tetemes mangánelőgőzölgéssel kell számolni, ami a mangánredukciót rontja. (A mangán olvadáspontja 1244°C.)



2. ábra. A mangángőz nyomása és a hőmérséklet közötti összefüggés, 75% Mn-tartalmú ferromangánra (Tardi Pál összeállítása)

A kohófúvósík feltételezett 1700°C hőmérsékletén 2000 kg C/t FeMn és 9390 Nm³/t FeMn kohógáztermelés esetére az elgőzölgő mangán mennyiségét *Tardi P.* számította ki a következőképpen: A mangángőz egyensúlyi parciális nyomásának logaritmusa és az abszolút hőmérséklet között az alábbi összefüggés áll fenn:

$$\lg p_{Mn} = -13\,900\frac{1}{T} - 2{,}52\lg T + 17{,}27 \qquad (3)$$

ebből 1700°C-ra

$$\lg p_{Mn} = -13\,900\frac{1}{1973} - 2{,}52\lg 1973 + 17{,}27 = 1{,}92$$

$$p_{Mn} = 83 \text{ torr.}$$

75% Mn-tartalmú ferromangánnál, ha a mangán aktivitását megközelítően a móltörttel (x) vesszük egyenlőnek:

$$x = \frac{\frac{75}{54{,}93}}{\frac{75}{54{,}93} + \frac{25}{55{,}85}} = 0{,}752$$

A mangángőz nyomása tehát 75% Mn-tartalmú ferromangán esetén

$$p_{Mn}^{FeMn} = 83 \cdot 0{,}752 = 62{,}5 \text{ torr}$$

A kohógáz mennyisége 1400 torr-nál és 1700°C-on (csak durva megközelítés)

$$V = 9390\frac{1973}{273}\cdot\frac{760}{1400} = 36\,800 \text{ m}^3/\text{t FeMn}$$

A mangángőz mennyisége 1400 torr-nál 1700°C-on

$$V_{Mn} = 36\,800\frac{62{,}5}{1400} = 1642 \text{ m}^3/\text{t}$$

ebből

$$V_0^{Mn} = 1642\frac{273}{1973}\frac{62{,}5}{760} = 18{,}7 \text{ Nm}^3/\text{t FeMn}$$

Az elgőzölgött mangán súlya

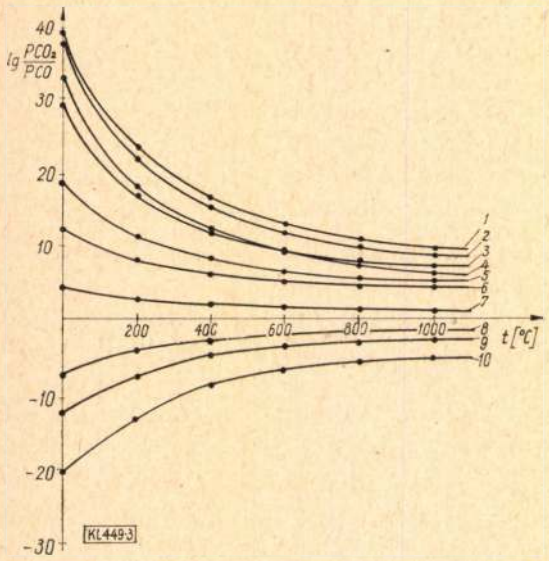
$$G_{Mn} = 54{,}93\frac{18{,}7}{22{,}4} = 46 \text{ kg/t FeMn}$$

Az elgőzölgött mangán mennyiségének számítása egyensúlyi helyzetre vonatkozik, viszont a nagyolvasztóban az állandó gáz- és anyagmozgás következtében az egyensúly nem állhat be a fémmangán és gőze között. Feltehetően ezért a nagy gázsebesség következtében a mangángőz pillanatnyi parciális nyomása az egyensúlyi érték alatt van, amely körülmény az egyensúlyinál nagyobb mennyiségű mangánelgőzölgést von maga után. A mangángőz főképp a fúvósíkban keletkezik, majd a gázokkal együtt felfelé száll, s a nagyolvasztó felső részében a CO_2, a vízgőz és az érc oxigénje részben ismét oxidálja. A keletkező Mn_3O_4 oly finom eloszlású, hogy a gázáram magával ragadja (ez adja a ferromangánt gyártó kohó gázának a barnásvörös színt). Hasonlóképpen csapolás közben is elgőzölög mangán, mégpedig annál erősebben, minél hosszabb ideig tart a csapolás, s az ezt követő kifúvatás. Ez utóbbi esetben a mangánveszteség sokszor 8%-ot is kitehet [3].

Igen forró és intenzív kohójárat esetén az említett mangán-elgőzölgési veszteség 15—20% is lehet, különösen ha kis elegyoszloppal dolgozik a nagyolvasztó. Ezzel szemben viszont a nagyobb medencehőmérséklet a mangánelsalakulás mértékét csökkenti. Emiatt minden nagyolvasztóhoz meg kell állapítani az áthaladási idő, a kokszfogyasztás, a forrószélhőmérséklet és a salakbazicitás optimumát, a legkedvezőbb Mn-redukció és ferromangán minőség érdekében.

A (2) összefüggés jobb oldali második tagjában döntő tényező a kokszfogyasztás D értéke, nemcsak a minőség, hanem a gazdaságosság szempontjából is. A nagyolvasztóban végbemenő Mn-reduk-

ció lényegesen több kokszfogyasztást igényel, mint a Fe-redukció. A *3. ábrában* feltüntetett *1—7* görbék lefutásából arra lehet következtetni, hogy a hőmérséklet növekedése a CO-val való redukciónak egyáltalán nem kedvez, még abban az esetben sem, ha a rendszerben szilárd *C* nincs is. Szilárd *C* és Fe jelenlétében számítani kell a *Boudouard-reakcióval*, amely szerint 900°C körüli hőmérsékleten a CO_2 csak nyomokban lehetséges. Mivel pedig a ferromangán gyártásakor — mint ismeretes — az elegyszint alatt a 900°C-os zóna kis távolságra megtalálható, a szénmonoxiddal való redukcióra vajmi kevés lehetőség van. Inkább feltehető, hogy a termikus disszociáció révén a MnO_2-ből és Mn_2O_3-ból lehasadó oxigén a jelenlevő szilárd koksz C-nal CO-vá ég el, amely körülmény a kokszfogyasztás növekedésében jut kifejezésre. Erre utal a torokgáz igen kis CO_2-tartalma is.



3. ábra. Egyes mangánoxidok CO-val való redukciójának függése a hőmérséklettől

1: $2MnO_2+CO$	$= Mn_2O_3+CO_2$	$\Delta G^\circ_1 = -48\,060 - 4{,}49\ T$
2: $3/2MnO_2+CO$	$= 1/2Mn_3O_4+CO_2$	$\Delta G^\circ_2 = -46\,704 - 2{,}14\ T$
3: $3Mn_2O_3+CO$	$= 2Mn_3O_4+CO_2$	$\Delta G^\circ_3 = -42\,780 + 4{,}91\ T$
4: MnO_2+CO	$= MnO+CO_2$	$\Delta G^\circ_4 = -53\,340 - 4{,}95\ T$
5: Mn_2O_3+CO	$= 2MnO+CO_2$	$\Delta G^\circ_5 = -22\,620 - 5{,}41\ T$
6: Mn_3O_4+CO	$= 3MnO+CO_2$	$\Delta G^\circ_6 = -12\,540 - 10{,}57\ T$
7: $1/2MnO_2+CO$	$= 1/2Mn+CO_2$	$\Delta G^\circ_7 = -\ 5\,430 - 0{,}86\ T$
8: $1/3Mn_2O_3+CO$	$= 2/3Mn+CO_2$	$\Delta G^\circ_8 = \ 8\,780 + 0{,}35\ T$
9: $1/4Mn_3O_4+CO$	$= 3/4Mn+CO_2$	$\Delta G^\circ_9 = \ 15\,225 - 0{,}22\ T$
10: $MnO+CO$	$= Mn+CO_2$	$\Delta G^\circ_{10} = \ 24\,480 + 3{,}23\ T$

A *8—10* reakciónak a hőmérséklet növelése kedvez (3. ábra), azonban a MnO-nak CO-val való redukciója mégsem lehetséges az alábbi számítás alapján

a $MnO+CO=Mn+CO_2$-reakció termodinamikai normálpotenciálja 1000°C, illetve 1273 °K-on

$\Delta^\circ G = 24\,480 + 3{,}23\ T = 28\,539 = -R\ 1273\ \ln K$ innen

$$\lg K = \lg \frac{p_{CO_2}}{p_{CO}} = -4{,}91$$

$$\frac{p_{CO_2}}{p_{CO}} = 1{,}23 \cdot 10^{-5}$$

$$p_{CO_2} = 1{,}23 \cdot 10^{-5} p_{CO}$$

$$p_{CO_2} + p_{CO} = 100\,\%$$

$$100 - p_{CO} = 1{,}23 \cdot 10^{-5} p_{CO}$$

$$p_{CO} = \frac{100}{1 + 1{,}23 \cdot 10^{-5}} = 100\,\%$$

1000°C-on tehát a MnO mellett gyakorlatilag csak CO található a szóbanforgó rendszerben, jeléül annak, hogy a mangánoxid szénmonoxiddal számottevő mértékben nem színíthető még tiszta CO-áramban sem. A MnO C-nal való redukciójának kezdőhőmérséklete viszont a *dr. Horváth Z.* által összeállított *4. ábra* szerint 1350—1450°C között van akkor, amikor az FeO-nak C-nal való színítése már 690°C körül elkezdődhet a nagyolvasztóban uralkodó viszonyok között.

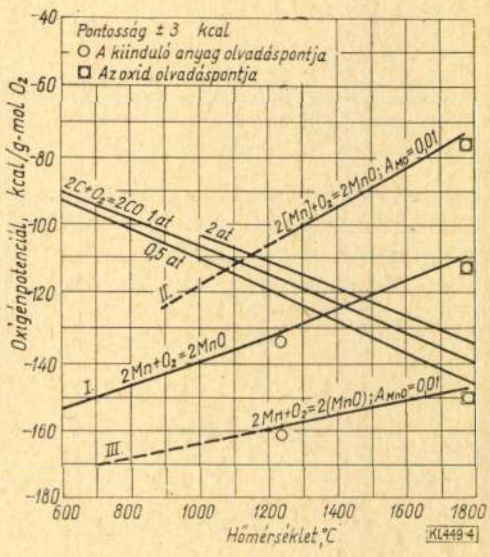
Mivel a fentiek alapján a MnO csak *direkt* redukálódhat a $MnO+C=Mn+CO$ reakcióegyenlet szerint, a sztöchiometriai számítással kapott C-szükséglet 1000 kg fémmangánra

$$1000 \frac{12}{54{,}93} = 218\ \text{kg/t Mn.}$$

80% Mn-tartalomnál az elméleti C-fogyasztás a MnO *direkt* redukciójára $0{,}8 \cdot 218 = 174$ kg C/t FeMn.

Feltételezve azt a szélső esetet, hogy a nagyolvasztóba a mangánércet csak MnO_2-alakban adagoljuk és a lehasadó első atom oxigén is csak szilárd C-t fogyaszt, erre a célra további 174 kg C fogy el.

Ezenkívül a ferromangánba jut 65 kg C/t FeMn. A már ismertetett példában kiszámított mangángőz a medencéből az alábbi hőmennyiséget viszi el:



4. ábra. A MnO és CO képződési oxigénpotenciáljának a hőmérséklettel és az aktivitással való változása

Dr. Horváth Z.: Vaskohászati encyklopédia. Nyersvasgyártás, 85. ábra.

a mangán párolgási entalpiája 67 930 kcal/mól
46 kg fémmangán elpárologtatásához szükséges

$$46 \frac{67\,930}{54{,}93} = 56\,500 \text{ kcal}$$

Ez $\frac{56\,500}{1493} = 38$ kg C/t FeMn-nak felel meg
(a nevezőben levő szám 1 kg C-nak 800°C-os levegővel való elégésekor 1400°C felett rendelkezésre álló hőmennyiség).

A valóságban az elgőzölgött mangán, s így az erre felhasznált C mennyisége is a számítottnál a már ismertetettek szerint lényegesen több is lehet.

A mészkőfelbontás hőszükségletével nem számoltunk, mivel erre a célra bőséges hőfelesleg van az aknában.

A számított C-fogyasztáshoz hozzávéve a folyékony nyersvassal és salakkal elvitt hőmennyiség fedezésére szükséges C mennyiségét, a metallurgiailag szükséges C mennyisége mintegy 500 kg/t FeMn. Ezzel szemben a klasszikus nagyolvasztói eljárásban a tényleges C-fogyasztás 2000 kg/t körül van. A torokgázzal elvitt hő, valamint a hűtési veszteségek tehát mintegy 70—75%-ot tesznek ki a klasszikus fehérnyersvasgyártás 60—65%-os megfelelőjével szemben. Ez fenn is áll, ha megfontoljuk, hogy egységnyi ferromangánra 2,5-szeres mennyiségű torokgáz jut, amelynek érzékelhető és kötött melege számottevően nagyobb, mint a fehérnyersvasgyártás torokgázáé.

Minden olyan technológiai törekvés tehát, amely a torokgáz mennyiségét és hőmérsékletét csökkentheti, a kokszfogyasztást és a ferromangán minőségét igen előnyösen szabhatja meg.

E célból a század elején voltak javaslatok, pl. a mangánércek pörkölése adagolás előtt, a torokhőmérsékletnek csökkentése azáltal, hogy a koksz mintegy 30%-át nyers szénnel helyettesítik (Szovjetunió, USA) [3].

Legeredményesebbnek mutatkozott azonban a korszerű kohótechnológiák együttes használata, azaz a forrószélhőmérséklet növelése, a nagyobb toroknyomás alkalmazása, a levegő oxigénben való dúsítása. Ezek együttes üzemszerű bevezetésével *Zaharov A.* és társai [4] az alábbi igen kedvező üzemeredményekkel termeltek FeMn-t 1100 m³ hasznos térfogatú nagyolvasztóban.

Az adagolt Mn-érc összetétele:

Mn	44,31	SiO_2	11,29
MnO_2	45,81	Al_2O_3	2,67
MnO	19,82	CaO	1,24
P	0,27	MgO	1,21
Fe	1,67	CO_2	3,01
S	0,27	hidr. víz	12,79

Forrószél — hőmérséklet, °C	998
Forrószél — nyomás, att	1,47
Forrószél — oxigén-tartalma, %	24,3
Forrószél — nedvesség-tartalma, g/Nm³	4,5
Mangánérc-mennyisége, kg/t	2302
Mészkő-mennyisége, kg/t	561
Vashulladék-mennyisége, kg/t	165
Torokgáz — nyomás, att	0,5
Torok — gázmennyiség, Nm³	6909
Torokgáz — hőmérséklet vízhűtéssel, °C.	423
Torokgáz — hőmérséklet vízhűtés nélkül, °C	488
Torokgáz összetetele, %	
CO_2	7,53
CO	37,32
H_2	2,42
Kokszfogyasztás (száraz 10,7% hamu), kg/t FeMn	1424
Mangánkihozatal, %	81,26
Termelés (folyékony), t/24 óra	460

Ferromangán összetétele, %

C	7,0	P	0,39
Mn	73,4	S	0,013
Si	0,77		

Szállóporveszteség, kg/t FeMn	106
Salakmennyiség, kg/t FeMn	945

Salakösszetétel, %:

SiO_2	31,5	MgO	4,1
Al_2O_3	13,7	MnO	18,2
CaO	31,4		

A fenti adatok egyértelműen bizonyítják, hogy 1100 m³ hasznos térfogatú nagyolvasztóban, mintegy 1000°C forrószél hőmérséklettel, 24,3% O_2-tartalmú, tehát enyhén dúsított fúvószéllel és 0,5 att toroknyomással, továbbá mintegy 1,0 körüli salakbazicitással aránylag kis kokszfogyasztás és torokgáz-mennyiség, s ezzel egyidejűleg elfogadható torokhőmérséklet érhető el.

Az elmondottakból az alábbi következtetések vonhatók le.

1. Tükörvas gyártásakor a mangánérc kohósítása lényegesen nagyobb kokszfogyasztással jár, mint ferromangán gyártásakor.

2. Az acélgyártás fokozódó minőségi igényeit és a mangántakarékossági törekvéseit figyelembe véve legalább 80% Mn- és legfeljebb 0,2% P-tartalmú ferromangán kívánatos. Ehhez szükséges

a) a mangánbetétben nagy Mn- és kis P-, valamint SiO_2-tartalom;

b) a helyes kohóvezetés, azaz a salak-bazicitás, a MnO-tartalom, a Mn-elgőzölgés és a Mn-redukció közti optimum beállítása;

c) korszerű technológiák, mint a forrószélhőmérséklet növelése, a levegő O_2-ben való dúsítása és nagy toroknyomás használata, amelyek különkülön, s együttvéve a kokszfogyasztás csökkenését, a hidegebb torokhőmérsékletet s az egyenletesebb kohójáratot segítik elő.

3. Az egyenletesebb kohójárat, s ezáltal a gazdaságos és jóminőségű termék érdekében a mennyiségi szemlélet helyett kizárólag csak a minőségi szemlélet uralkodhat.

Ferromangángyártás hazánkban

Évszázadunk elején megindult hazánkban az úrkúti oxidos mangánérc bányászata, majd később az *Excelzior-mosókban* való dúsítása. A terméket azonban zömmel Németországba szállították, s így a magyarországi kohóművek részére főképp csak az eplényi kis mangánércelőfordulás maradt meg.

Az acélgyártás fokozódó mangánötvöző igénye létrehozta az első világháború után a tükörvas-gyártást. Ez mindkét kohóműben sikerrel folyt, mégpedig Ózdon a mangánhordozó az eplényi nyers oxidos mangánérc és szállópor elegyéből a rozsnyói forgódobos kemencékben zsugorított érc volt, Diósgyőrben pedig az úrkúti dúsított mangánérc.

A második világháború alatti mangánötvöző-hiány kiküszöbölésére *dr. Visnyovszky László* ve-

zetésével Diósgyőrött kísérletek folytak a macskamezői szegény mangánérc kohósításával. Ezen eljárás szerint első lépcső a nyersvas mellett olyan P- és Fe-szegény, MnO-ban dús salakot termeltek, melyet második lépcsőben másodszori kohósítással kívántak ferromangán-gyártásra felhasználni [5]. A kohósított érc összetétele:

Fe	19,60	SiO_2	20,10
Mn	17,60	Al_2O_3	2,29
P	0,83	CaO	7,20
S	1,48	MgO	2,60
		izzítási v.	15,60

$$A \frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3} = 0{,}2$$ bazicitású salakkal és

500—600°C hőmérsékletű forrószéllel végzett kohósítás után a termelt nyersvas és salak összetétele százalékban a következő volt:

C	2,4—2,9	Al_2O_3	4—5
Si	0,8—1,8	CaO	6—8
Mn	1,6—3,3	MgO	1—2
P	2,8—3,6	MnO	33—37
			(Mn = 25—28)
S	0,05—0,120	FeO	= 6 (Fe = 4,5)
SiO_2	40—43	P	= 0,03—0,08

Az igen savanyú salakkal való kohósítás eredményeképpen az ércben levő mangánnak 92—98%-át sikerült ugyan salakba vinni, de a jó minőségű ferromangán gyártásához szükséges Mn: Fe és Mn: P arány nem volt biztosítható. Emellett a nagy, 40—43% SiO_2-tartalom miatt kohósítani csak igen nagy mészkő- és kokszfogyasztással lehetne. A szóbanforgó salakot esetleg szilikomangán gyártására lehetne felhasználni gazdaságosan.

A második világháború után a fokozatosan fejlődő acélgyártáshoz szükséges ferromangán importja lehetetlenné vált. A nehézségek kiküszöbölésére 1946-ban Ózdon *Éles László* gyártott elsőnek ferromangán karbürét úrkúti I. o. dúsított mangánércből az acélmű 2, majd 6 t-s villamos kemencéjében. A termék jó minőségű volt ugyan, de az ország mennyiségi igényeit nem tudta kielégíteni. Így még 1946-ban a nagyobb termelékenységű, s egyben gazdaságosabb módszerre, a nagyolvasztói ferromangán-gyártásra kellett áttérni, amelynek minden várakozást felülmúló eredményes megoldása *Óvári Antal* által végzett szakirodalmi kutatások után az ózdi kohók akkori vezetőjének, *Claus Alajos*nak nevéhez fűződik.

Az elkezdett nagyolvasztói ferromangán-gyártás sikere folytatódott a szerzett tapasztalatok hasznosításával, s a negyedik gyártási szakaszban az alábbi üzemi eredményeket érték el:

Mangánércbetét:
66% I. o. úrkúti dúsított mangánérc, darabos,
34% I. o. úrkúti dúsított mangánérc, apró

Ferromangán összetétele %-ban:

C	6,62	P	0,31
Mn	70,2	S	0,021
Si	0,46		

A ferromangán Mn-tartalma, amikor az elegy már jól menetbe jött, minden esetben meghaladta a 71%-ot. A legnagyobb mangánkoncentráció egy csapolásban 75,3% volt.

Mangánmérleg

	t	%
Ércel bevitt mangán $\frac{2911{,}4 \cdot 33{,}4}{100}$	957,12	100,0
Ebből:		
ferromangánban $\frac{1152{,}6 \cdot 70{,}2}{100}$	809,12	84,3
salakban $\frac{1152{,}6 \cdot 0{,}8 \cdot 11{,}65}{100}$	107,42	11,4
szállóporban $\frac{1152{,}6 \cdot 0{,}02 \cdot 15{,}9}{100}$	3,66	0,4
Elgőzölgés és egyéb veszteség	36,92	3,9
	957,12	100,0

	Salak-összetétel	Szállópor-összetétel	Torokgáz-összetétel
	%		
SiO_2	26,33	10,46	CO_2 7,4
Al_2O_3	14,88	4,88	CO 31,1
MnO	15,04	20,52	H_2 4,1
CaO	36,54	5,50	H_f 1055 kcal/Nm³
MgO	3,57	2,49	
S	0,98	1,39	
BaO	1,99	1,36 ($BaSO_4$)	
Fe	0,50	10,59	
Mn	11,65	15,9	

Üzemi eredmények

Kokszfogyasztás (nedves)	2300 kg/t
Érckihozatal	37,8%
Elegykihozatal	31,4%
Mészkő-fogyasztás	575,0 kg/t
Átlagos napi termelés	70,7 t/24 h
Forrószél hőmérséklet	800—850°C

A kokszfogyasztás aránylag nagy értéke annak tudható be, hogy a rendelkezésre álló kokszfajták közül a legkisebb P-tartalmú *walbrichi* (lengyel) koksz került az elegybe, amelynek nedvességtartalma nagy (10% felett), dobszilárdsága pedig kicsi. Az ismertetett ózdi, valamint a 2. táblázatban szereplő adatok összehasonlításából kitűnik, hogy az ózdi ferromangángyártás eredményei nem maradtak el lényegében a világszínvonaltól. Egyedül a ferromangán Mn-tartalma kifogásolható, amely az úrkúti mangánércben levő kedvezőtlen Mn: Fe arányra vezethető vissza. A termék egy részét Ausztriába exportálták.

1949-ben mintegy 20% hamutartalmú, igen morzsalékony pécsi koksszal sikeres kísérletek folytak ugyancsak Ózdon. A nagy kokszhamutartalom miatti tetemes salakmennyiség következtében a mangánkihozatal csak 75% volt, viszont az abban az időben nagynak számító 920°C forrószélhőmérséklet hatására a fajlagos kokszfogyasztás kedvező volt, 2217 kg/t FeMn-t tett ki. A mintegy 10 napon át tartó kísérlet alatt bebizonyosodott, hogy tisztán hazai alapanyagból is lehet — szükség esetén — jóminőségű ferromangánt gyártani, még a világítógáz melléktermékeként keletkező *Didier-rendszerű*, tehát a kigázosítás alatt mozgó szénelegyből gyártott igen morzsalékony koksszal is az alábbi üzemeredményekkel [7]:

Kokszfogyasztás	2217	kg/t FeMn
Mészkőfogyasztás	722	kg/t FeMn
Érckihozatal	34,2	%
Elegykihozatal	30,0	%

4. táblázat

A hazai ferromangángyártás üzemi eredményei 1946—1965 között

Ózdi Kohászati Üzemek	1946		1947		1948	1949		1951	1960	1962	1965
	I.	II.	I.	II.	I.	I.	II.	I.	I.	I.	I.
Gyártás időtartama, nap	19	20	38	—	44	50	27	17	62	13	15
Mn-kihozatal %	80,98	84,3	84,62	84,3	80,9	81,5	81,19	—	80,12	78,41	84,88
Ferromangán											
Mn-tartalom, %	64,27	69,0	69,64	70,2	70,08	70,88	67,4	—	66,2	63,42	64,3
P-tartalom, %	0,33	0,26	0,31	0,31	0,39	0,34	0,34	—	0,39	0,27	0,30
Átlagos napi termelés, t/24 h	70,8	58,0	60,0	70,7	67,0	68,0	70,0	84,0	98,0	86,0	105
Salak Mn-tartalom, %	16,73	15,03	14,69	15,04	19,32	16,77	17,04	—	14,15	11,63	5,61
Kokszfogyasztás, kg/t	2439	2384	2353	2300	2191	2302	2228	2372	2836	2520	2477

Lenin Kohászati Művek	1952	1954	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
Mn kihozatal			67,7	73,4	70,8	69,3	71,21	69,24	59,42	58,22
Ferromangán										
Mn-tartalom, %			66,0	65,65	64,39	70,2	64,58	62,0	61,40	63,16
P-tartalom, %				0,35—0,45	0,35—0,45	0,35—0,45	0,35—0,45	0,35,—0,45	0,35—0,50	0,35—0,45
Össztermelés, t	7142	10 345	5646	8384	11 759	12 173	4340	8053	11 123	6928
Salak MnO-tartalom, %	—	15,20	14,20	14,4	26,0	21,7	24,5	21,3	17,26	14,11
Kokszfogyasztás, kg/t	2290	2745	3010	3140	2560	2290	2460	2406	2851	2726

Termelés	64,5	t/24 h
Mangán redukció	75,0	%
Mn a salakban	18,26	%
Forrószélhőmérséklet	920	°C

Ferromangán átlagos összetétele, %:

C.....	6,05	P	0,34
Mn	69,96	S	0,037
Si.....	1,58		

A ferromangán karbürét 1952 óta az LKM nagyolvasztóiban is gyártották. A két mű egyes gyártási szakaszaiban nyert minőségi és főbb gazdasági jellemzőket a *4. táblázat* tartalmazza. Innen megállapítható, hogy 1956 óta az ismertetett értékekben romlás mutatkozik, s a Mn-kihozatal csak 1965-ben érte el az 1946. évi szintet, viszont a kokszfogyasztás még mindig nagy. A romlás alapvető oka főképp abban rejlik, hogy nem a fejlett ipari országok már ismertetett, jól bevált és gazdaságos ferromangán karbüré gyártási tapasztalatai alapján fejlesztették a sikeresen elkezdett technológiát. Ennek eredményeképpen nem sikerült megtalálni az optimumot a mangánkihozatal, a salak Mn-tartalma és az elgőzölgött mangán mennyisége között. Így állhatott elő 1958 és 1961 között igen nagy MnO-tartalom a salakban, majd 1962—63-ban 60%-nál kisebb mangánkihozatalhoz 2800 kg/t körüli kokszfogyasztás.

1965-ben az ózdi ferromangán karbüré gyártás — *Halász J.* vezetésével — ismét kedvezően alakult. Sajnos, 1965. évben az Mn: Fe arány az I. oszt. úrkúti oxidos mosott Mn-ércben az 1948. évi 4,7: 1-ről 3,6: 1-re csökkent, úgy hogy a kívánt nagy Mn-tartalmat a FeMn-ban biztosítani nem lehetett.

Amennyiben az oxidos mangánérc jelenlegi rendszerű dúsításával nem sikerül a Mn: Fe arányt a régi szintre javítani, a kohóelegy megkívánt minősége véleményem szerint az úrkúti karbonátos mangánérc és mosási melléktermékek vegyi dúsításával nyert termékének a mangánérchez való keverésével érhető el. A dúsítmány várható összetétele:

	Salétromsavas feltárással *(Holló T.-né)*	Füstgázok SO_2-tartalmával való feltárással *(Fekete S.)*
Mn	56%	60%
Fe	0,58%	3—4%
P	0,011%	0,08%
CaO + MgO	8,50%	

A vegyi dúsítási eljárásokban a kiejtett Fe és P mennyisége a p_H beállításával szabályozható, emellett a mangánkohoztal is igen jó, 80—90% között van. *Gazdaságos dúsítási eljárás kidolgozásával, illetőleg ezen dúsítmány és az úrkúti I. o. mosott Mn-érc megfelelő arányú keverékének kohósításával biztosítható a 80% Mn- és 0,2% körüli P-tartalmú ferromangán karbüré gyártása.*

IRODALOM

[1] *Sully, J.:* Metallurgy of the Rarer Metallas 3. Manganese 1955. London.
[2] Materials Survey Manganese. Bureau of Mines, 1952. Washington.
[3] *Simmersbach, O.:* Ferromangángyártás nagyolvasztóban. Stahl und Eisen, 1917. 898. old.
[4] *Zaharov és társai:* Ferromangángyártás nagytérfogatú kohóban. Stalj' 1957. 7. sz. 580. o.
[5] *Dr. Visnyovszky L.:* Acélötvöző fémek és ferroötvözetek, 1952.
[6] *Claus Alajos:* Nagyolvasztóban való ferromangán gyártás Ózdon. Magyar Nehézipar, 1947. XII. hó 7. o.
[7] *Pilter Pál:* Ferromangángyártás pécsi koksszal. Üzemi jelentés. Ózd, 1949.

Kis adalékok hatása a Mn-Zn-ferritek fajlagos ellenállására

Dr. PATAKY BALÁZS okl. elektromérnök, okl. fizikus
Vasipari Kutató Intézet

Bevezetés

A híradástechnika rohamos fejlődésével egyre újabb, és rendszerint nagyobb frekvencia-tartományok kerülnek alkalmazásra. A frekvenciahatárok növelésével a híradástechnikai készülékekben használatos *mágneses anyagokkal* szemben támasztott követelmények is egyre nőnek. Lemezelt vasanyagok néhány kiloherz felett a nagy örvényáram-veszteségek miatt már nem alkalmazhatók. Ezért néhány évtizede fémes anyagok helyett néhány kiloherz felett nagy fajlagos ellenállású oxidmágneses anyagokat használnak fel. A frekvenciaskálát néhány kiloherztől 10 GHz-ig lehet a különféle ferrittípusokkal áthidalni.

Ferriteknek azokat az oxidvegyületeket nevezzük, melyeknek általános képlete

$$M^{++}\ Fe_2^{+++}\ O_4^{--},$$

ahol M^{++} egy vagy több kétvegyértékű, 1 Ångström-nél kisebb ionrádiuszú fémet jelent.

Lágy mágneses ferritek előállítására leginkább a következő fémeket használják: Fe, Mn, Ni, Zn, Mg, Co, Cu.

A ferritek fajlagos ellenállása az összetételüktől függően 8—10 nagyságrenddel nagyobb a fémeknél. Eszerint a ferritek örvényáramának csökkentése céljából szükségtelen a *formadarabok lemezelése*. A ferritalkatrészeket porkohászati úton készítik, tömör formadarabok alakjában.

A különböző ferrittípusok fajlagos ellenállása eltérő és ezért más és más frekvenciatartományokban alkalmazhatók.

A Mn-Zn-ferritek fajlagos ellenállása 10^2 nagyságrendű és általában az 1—500 kHz-es átviteltechnikai frekvenciasávban kerülnek alkalmazásra. A Ni-Zn-ferritek fajlagos ellenállása nagyobb: 10^5 nagyságrendű. Ezt a ferrittípust rádiótechnikai célokra 0,5—100 MHz-ig alkalmazzák. Végül a Mn-Mg-alapú ferritek mikrohullámú célokra nyernek felhasználást, egészen 10 GHz-ig, mert fajlagos ellenállásuk eléri a 10^8 nagyságrendet.

A Mn-Zn-ferritek *kezdő permeabilitása* általában nagyobb mint a Ni-Zn-ferriteké. A középhullámú sávban (0,2—1,6 MHz-ig) ezért igen jól használható az M 550 jelű Mn-Zn-ferrittípus. A veszteségeket azonban az egész fenti frekvenciasávban elfogadható alacsony szinten kell tartani. Ezt többek között úgy érik el, hogy az anyag magnetostrikcióját lehetőleg nulla értékre állítják be, mégpedig azáltal, hogy a ferriteknek egyébként negatív magnetostrikcióját nagy pozitív magnetostrikciójú ferroferrittel (Fe_3O_4) kompenzálják.

A ferroferrit-képződés céljából az M 550-es ferrittípusok 3—6 mol %-kal több Fe_2O_3-et tartalmaznak, mint a szokásos Mn-Zn-ferritek. Ebből a vasoxid-feleslegből az izzítások során képződő ferroferrit fajlagos ellenállása azonban nagyon kicsi, 10^{-3} nagyságrendű. Ezért az örvényáram-veszteségek csökkentése miatt a ferroferrit szemcséket elektromosan szigetelni kell. Erre a célra kis mennyiségű adalék fémoxidokat lehet felhasználni, melyek vagy nagy fajlagos ellenállású ferritréteget képeznek a szemcsék között, vagy elősegítik a ferroferrit szemcsék részleges felületi visszaoxidálódását nagyobb, $8 \cdot 10^2$ ohm·cm fajlagos ellenállású Fe_2O_3-má és így biztosítják a különálló szemcsék szigetelését.

Célkitűzés

Kísérleteinket 55,6 mol % Fe_2O_3, 24,8 mol % MnO és 19,6 mol % ZnO összetételű M 550 típusú ferritkeverékkel végeztük. A fenti ferrittípus adagszámát kísérleteink során M 50-nel jelöltük. A keveréket 1050°C-on előizzítottuk, majd az adalékanyagokat az ezt követő második őrlés közben kevertük be. Kísérleteinkkel meghatároztuk a 0—1%-nyi CaO, TiO_2, NiO és CuO adalékok hatását a fenti ferrittípus fajlagos ellenállására és mágneses tulajdonságaira. Az adalékokkal növelni akartuk a fajlagos ellenállást és csökkenteni a veszteségeket.

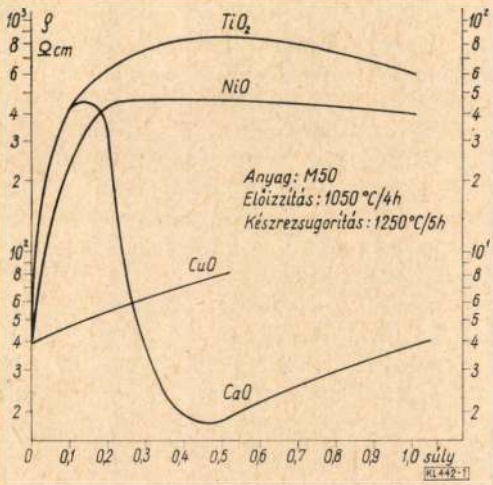
Mérési módszerek

A kísérleti adagokból 40/23 ⌀ × 10 mm-es mérőgyűrűket és 10 × 10 × 100 mm-es rudakat sajtoltunk, melyeket azonos feltételek között készre zsugorítottuk. Az így előállított gyűrűkön a mágneses tulajdonságokat, a rudakon pedig a fajlagos ellenállást mértük. A gyűrűk kezdő permeabilitását (μ_0), veszteségi tényezőjét (tg δ/μ_0) és hiszterézistényezőjét (h/μ_0^2) *Siemens—Maxwell-hídon*, ill. *Q-mérőn* határoztuk meg. A fajlagos ellenállás értékét a következőképpen mértük. A rudak mindkét végét lecsiszoltuk és higanykontaktusok között Wheatstone-hídon mértük az ellenállásukat. A mért ellenállásból és a rudak geometriai méreteiből határoztuk meg a fajlagos ellenállás értékét.

Az adalékok hatása a fajlagos ellenállásra

Mint említettük, a Mn-Zn-ferritek fajlagos ellenállása általában 10^2 nagyságrendű. A nagyfrekvenciás M50 jelű ferrittípus a sztöchiometrikus összetételhez képest 5,6 mol % Fe_2O_3-többletet tartalmaz. Ez a vasoxid-többlet az izzítások közben részben ferroferritté alakul át és így kompenzálja a szóban forgó ferrit egyébként negatív magnetostrikcióját. A ferroferrit fajlagos ellenállása azonban csupán 10^{-3} nagyságrendű és ezért jelentősen rontja az eredő fajlagos ellenállást. Az adalék nélküli M50-es ferritkeverék fajlagos ellenállása mindössze 40 ohm·cm. Az adalékoknak éppen az a céljuk, hogy a ferroferritnek a fajlagos ellenállást csökkentő hatását kompenzálják. A feladat megoldását CaO, TiO_2, NiO és CuO adalékokkal kíséreltük meg. A kísérletek alapján vegyük sorra az adalékok hatását.

1. Kalciumoxid (CaO). A második őrlés közben adagolt kis mennyiségű kalciumoxid a készrezsugorított anyagban a szemcsék felületén helyezkedik el. A CaO-réteg elég porózus ahhoz, hogy lehetővé tegye az oxigén behatolását a krisztallitok közé. Megfelelő oxigéntartalmú hűtőatmoszférában így az Fe_3O_4 szemcsék felülete tovább oxidálódik Fe_2O_3-á. Az Fe_2O_3 fajlagos ellenállása viszont $8 \cdot 10^2$ ohm·cm, vagyis lényegesen nagyobb, mint a ferroferrité. A CaO közvetett hatása révén a ferroferrit-szemcsék felületén *szigetelőréteg* alakul ki, melynek eredményeképpen az anyag eredő fajlagos ellenállása megnő. Kísérleteinkben a CaO-t a finom eloszlás biztosítására mésztej formájában adagoltuk. A fajlagos ellenállás változását az adalékok mennyiségének függvényében az *1. ábra* szemlélteti. A CaO közvetett szigetelő hatása jól megfigyelhető az ábrán. A fajlagos ellenállás értéke 0,1% CaO-tartalommal egy nagyságrenddel nőtt a kiinduló értékhez képest. A CaO mennyiségét tovább növelve a fajlagos ellenállás csökken.



1. ábra. Adalék hatása az M50 ferrittípus fajlagos ellenállására

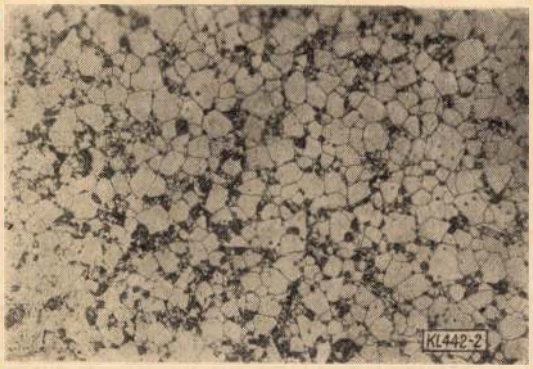
Ennek az az oka, hogy a növekvő CaO-rétegen keresztül behatoló egyre több oxigén oxidálja a Mn-Zn-ferritkrisztallitok mangánoxidját, aminek következtében a ferritrács felbomlik és az anyag fajlagos ellenállása csökken. Mindez jól megfigyelhető a *2.* és *3. ábrán* látható metallográfiai felvételeken. 2. ábrán a 0,1% CaO-ot tartalmazó M50-es ferritminta szövetszerkezetét láthatjuk. A felületi oxidáció fénymikroszkóppal még nem mutatható ki. A 0,3% CaO-ot tartalmazó mintán azonban már jól megfigyelhetők az oxidáció következtében a krisztallitok felületén képződő és a krisztallitokba részben behatoló *Widmannstättentűk* (3. ábra). A CaO ezenkívül fokozatosan beépülhet a ferritrácsba. A beépült CaO nagy ionrádiusza miatt azonban rácstorzulást okoz és ezzel a kezdő permeabilitást csökkenti.

2. Nikkeloxid (NiO). A nikkel-ferriteknek, mint láttuk, több nagyságrenddel nagyobb a fajlagos ellenállásuk, mint a mangánferriteké. A NiO adagolásával az volt a célunk, hogy a szemcsék között a megmaradó vasoxid-felesleg egy részéből nikkel-ferrit képződjék és ezzel az anyag eredő fajlagos ellenállását megnöveljük. A NiO-adalék mennyiségét 0—1% között változtattuk. A kiinduló keverék fajlagos ellenállását már 0,2% NiO-dal sikerült egy nagyságrenddel megnövelni (1. ábra). Az adalék mennyiségét tovább növelve a fajlagos ellenállás értéke gyakorlatilag állandó maradt.

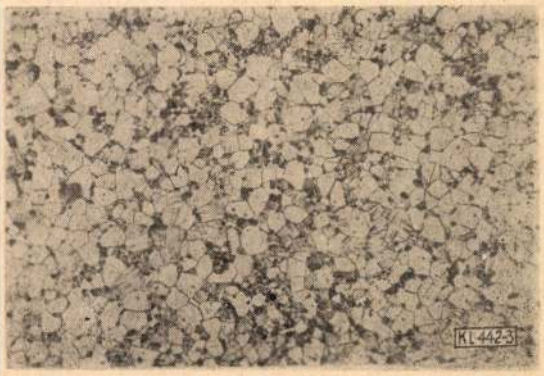
3. Titándioxid (TiO_2). A TiO_2 a készrezsugorítás során beépül az Fe_2O_3 rácsba. Ily módon a vasoxid-felesleg egy része nem alakul át ferroferritté, hanem szigetelő réteget képez. TiO_2-adagolással a fajlagos ellenállás értékét több mint egy nagyságrenddel sikerült megnövelnünk (1. ábra).

4. Rézoxid (CuO). Végül megvizsgáltuk a rézoxid hatását az M50 ferrittípus fajlagos ellenállására. A rézferrit fajlagos ellenállása szobahőmérsékleten 10^5 nagyságrendű. Kísérleteinkben 0—0,5% mennyiségben adagoltunk CuO-t a kiinduló keverék második őrlése közben. A fajlagos ellenállást azonban ezzel nem sikerült számottevő módon megnövelnünk. A rézferrit a készrezsugorítás hőmérsékletén már durvaszemcsés szövetszerkezetű. Így nem alakulhatott ki az egyenletes, vékony szigetelőbevonat a ferroferrit szemcsék körül. Ez okozta a fajlagos ellenállásnak a vártnál kisebb mérvű növekedését.

Az adalékokkal nem csupán a fajlagos ellenállás növelését kívántuk elérni, hanem a mágneses tulajdonságok, elsősorban a veszteségek javítását is. Ezért a továbbiakban meghatároztuk az adalékok hatását az M50-es ferrittípus mágneses tulajdonságaira.



2. ábra. A 0,1% CaO-adalékot tartalmazó minta szövetszerkezete
Maratás: 10 % HF. Nagyítás: 250 ×



3. ábra. A 0,3% CaO-adalékot tartalmazó minta szövetszerkezete
Maratás: 10 % HF. Nagyítás: 250 ×

Az adalékok hatása a mágneses tulajdonságokra

A különböző adalékokat tartalmazó keverékekből készült mérőgyűrűket 1240—1250°C-on zsugorítottuk készre. A mágneses tulajdonságok közül a *kezdő permeabilitást*, 1—1600 kHz között a *veszteségi tényezőt* és 10—100 kHz között a *hiszterézistényezőt* mértük. Végül néhány esetben a *mágneses telítés* (B_s) változását is regisztráltuk.

Az adalékokkal elsősorban a veszteségi tényező értékét kívántuk csökkenteni a többi jellemző értékének változatlanul hagyásával.

A számszerű értékek a következők:

Kezdő permeabilitás

$$(\mu_A) = 550 \pm 20\%$$

Hiszterézistényező

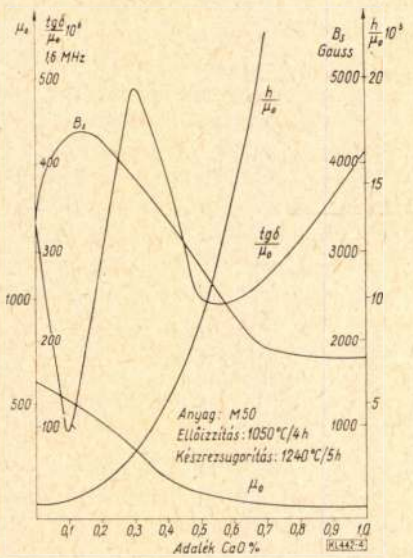
$$h/\mu_A^2 \cdot 10^3 \leqq 2$$

Fajlagos veszteségi tényező

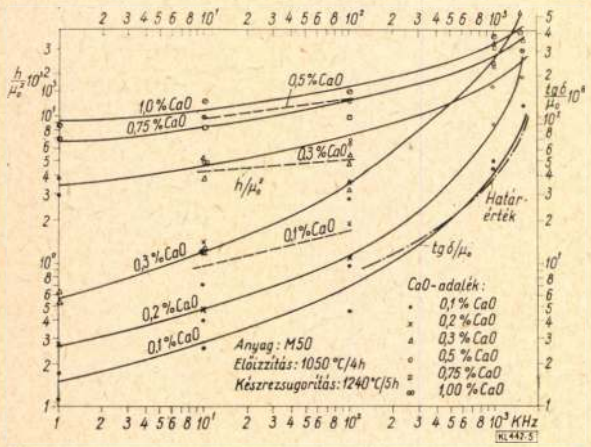
$\operatorname{tg}\delta/\mu_A$ ($f = 1{,}6$ MH$_3$ frekvencián) $\leqq 90$

Telítés

$$(B_s \text{ Gauss}) = 4000$$



4. ábra. Kalciumoxid-adalék hatás az M50 ferrittípus mágneses tulajdonságaira



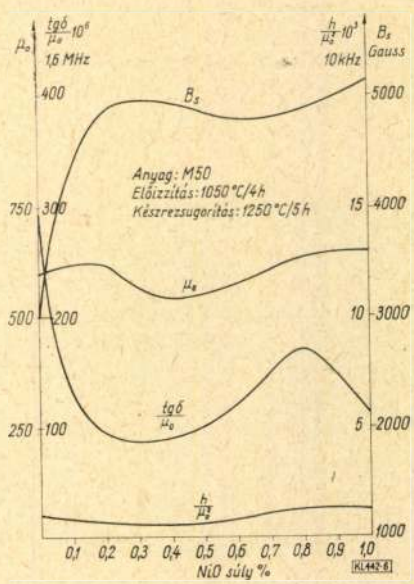
5. ábra. Veszteségi és hiszterézistényező a frekvencia és a CaO-adalék függvényében

A mágneses tulajdonságok változását a CaO-adalék függvényében a *4. ábra* szemlélteti. A veszteségi tényező értéke változik a frekvenciával és ezért éppen a felső frekvenciahatáron, 1,6 MHz-en a legnehezebb az előírt értéket tartani. A 4. ábrán azért az 1,6 MHz-en mért veszteségi tényező értékét tüntettük fel. Ha az ábrát szemügyre vesszük, kitűnik, hogy a veszteségi tényező görbéje közelítően tükörképe a fajlagos ellenállásának (1. ábra). A legnagyobb fajlagos ellenállást 0,1% CaO bekeverése után mértük, s ugyanennyi adalékkal kapjuk a legkisebb veszteségi tényezőt is, mely jól megközelíti az előírt felső határt. A fajlagos ellenállás értékeinek 0,3—0,6% CaO-tartalom között minimuma volt. Közel ebben a tartományban mértük a legnagyobb veszteségi értékeket is. Mindez igazolja azt a feltevésünket, hogy a fajlagos ellenállás növelésével a veszteségi tényező értékét csökkenteni lehet.

További CaO-adagolás hatására a kezdő permeabilitás csökken, a hiszterézistényező pedig meredeken nő. Minthogy a veszteségi és hiszterézistényező értéke frekvenciafüggő, a jobb áttekinthetőség érdekében feltüntettük az *5. ábrán* mindkét tényező görbéjét a frekvencia függvényében is. Az egyes görbéken feltüntettük a hozzájuk tartozó CaO-adalék százalékos mennyiségét. Látható, hogy a veszteségi tényező 0,1% CaO-tartalommal jól megközelíti az eredményvonallal jelölt határértéket. Növekvő CaO-tartalommal nemcsak a veszteségi tényező, hanem a hiszterézistényező is az előírt határ felett halad.

Mindebből tehát az következik, hogy 0,1% CaO-adalék alkalmazásával jól megközelíthetjük az előírt veszteségi értékeket. Az adalékok mennyiségét és a technológiai fegyelmet azonban gondosan kell tartani, mert az elért eredmények csak szűk tartományban érvényesek.

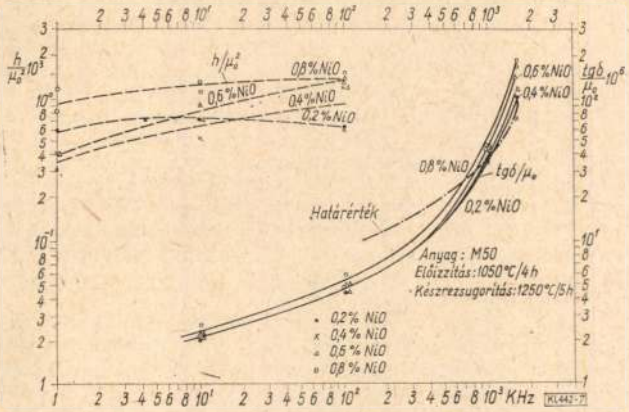
A *6. ábrán* NiO-adalék függvényében ábrázoltuk a mágneses tulajdonságok változását. A NiO-



6. ábra. Nikkeloxid-adalék hatása az M50 ferrittípus mágneses tulajdonságaira

adalék mennyiségét 0—1% között változtattuk. A kezdő permeabilitás és a hiszterézistényező értéke a vizsgált tartományban gyakorlatilag állandó maradt. A veszteségi tényezőnek 0,2—0,4% NiO tartományban az előbbinél szélesebb minimuma van és 0,3% NiO esetében eléri a megengedett 90-es felső határértéket.

Az előbbiekhez hasonlóan a veszteségek értékét a frekvencia függvényében is ábrázoltuk *(7. ábra)*. A hiszterézistényező görbéje a vizsgált tartományban végig az előírt 2 felső határ alatt maradt. A veszteségi tényező görbéjének változása nem olyan nagymérvű, mint CaO-adalékkal. A veszteségi tényező értékei 0,2—0,4% NiO-tartalommal 1 MHz-ig az előírt határ alatt maradtak és a felső határfrekvencián is jól megközelítik az előírt értéket.

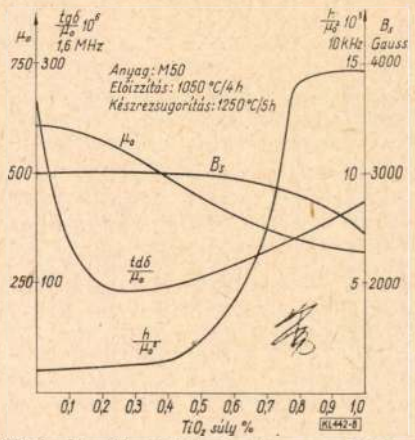


7. ábra. Veszteségi és hiszterézistényező a frekvencia és a NiO-adalék függvényében

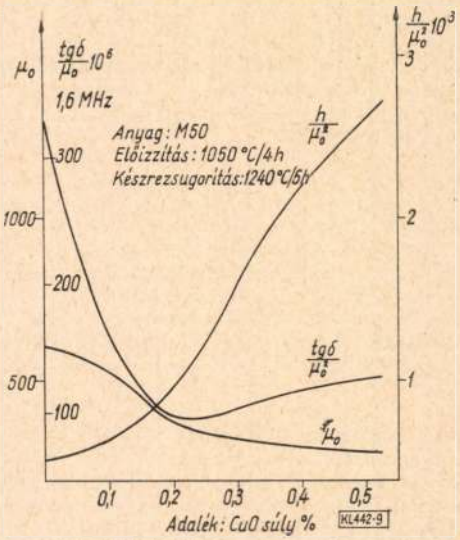
Végeredményképpen megállapíthatjuk, hogy az előírt mágneses tulajdonságokat 0,3% NiO-adalék alkalmazásával is meg lehet valósítani.

A *8. ábrán* TiO_2-adalék függvényében ábrázoltuk a mágneses tulajdonságok változását. A veszteségi tényező csökkenése hasonló a NiO-dal tapasztaltakhoz. A telítés azonban nem növekedett, csupán 3000 Gauss maradt és nem érte el az előírt 4000 Gausst. Ezért a TiO_2-adalékot, bár a fajlagos ellenállást erősen megnövelte, a gyenge telítés miatt nem lehet olyan jól alkalmazni.

Rézoxid-adalékkal sem sikerült az előírt értékeket megvalósítani *(9. ábra)*. A CuO-tartalom növelésével a veszteségi tényező értéke csökken ugyan, de egyúttal csökken a kezdő permeabilitás is. Ezek alapján a rézoxid sem alkalmazható az M50-es ferrittípus mágneses tulajdonságainak javítására szolgáló adalékul.



8. ábra. Titándioxid-adalék hatása az M50 ferrittípus mágneses tulajdonságaira



9. ábra. Rézoxid-adalék hatása az M50 ferrittípus mágneses tulajdonságaira

Összefoglalás

A középhullámú sávban, 1,6 MHz-ig alkalmazható M50 ferrittípus mágneses tulajdonságainak javítására különböző adalékanyagokkal kísérleteztünk. Az adalékokkal elsősorban a fenti ferrittípus ferroferrit-tartalmának kedvezőtlen hatását kívántuk ellensúlyozni. Az elért eredményeket az alábbiakban foglalhatjuk össze:

1. NiO, CaO, TiO_2 adalékokkal a fajlagos ellenállás értékét sikerült egy nagyságrenddel megnövelnünk.

2. A fajlagos ellenállás növekedésével együtt a veszteségi tényező értéke csökkent.

3. Az előírt mágneses tulajdonságokat 0,1% CaO adagolásával sikerült megközelíteni, ill. 0,3% NiO-adalék alkalmazásával megvalósítani.

Egyetemi hírek

A művelődésügyi miniszter *dr. Bocsánczy János* és *dr. Sulcz Ferenc* egyetemi tanárokat 1966. aug.-tól 1969. júl.-ig rektorhelyettesi feladatok ellátásával bízta meg.

Dr. Bocsánczy János rektorhelyettes egyetemi tanár a műszaki tudományok kandidátusa. Bányamérnöki oklevelét 1943-ban szerezte, 1943—1959-ig különböző vezető beosztásokat töltött be a Bánya- és Energiaügyi Minisztériumban, a Bányagépalkalmazási Kísérleti Kutató Intézetben és különböző szébányászati trösztöknél. 1951—1954-ig az OMBKE főtitkára volt. 1959-től a Bányagéptani Tanszék docense, 1966. aug.-tól egyetemi tanár. 1960-tól 1965-ig a Bányamérnöki Kar dékánhelyettese. Kitüntetései: Munkaérdemérem, Bányászati szolgálati emlékérem. Az oktatásügy kiváló dolgozója.

Dr. Sulcz Ferenc rektorhelyettes, az Automatikai Tanszék vezetője, egyetemi tanár, a műszaki tudományok kandidátusa. Egyetemünkön a Kohómérnöki Karon 1953-ban szerzett diplomát, 1956-tól 1965-ig a Tüzeléstani Tanszék adjunktusa, majd docens, 1965-től az Automatikai Tanszék vezetője. 1959-től 1965-ig a Kohómérnöki Kar dékánhelyettese. „Sub auspiciis rei publicae popularis", műszaki doktor, 1966. aug.-tól tanszékvezető egyetemi tanár. Az oktatásügy kiváló dolgozója kitüntetés birtokosa.

*

Kinevezések a Kohómérnöki Karon:

A Magyar Forradalmi Munkás-paraszt Kormány 1966. aug.-tól egyetemi tanárrá nevezte ki: *dr. Sulcz Ferencet*, az Automatikai Tanszék vezetőjét.

A művelődésügyi miniszter 1966. aug.-tól egyetemi docenssé nevezte ki: *dr. Farkas Ottót*, a Vaskohászati Tanszék adjunktusát és *dr. Vereskői Jánost*, az Öntészeti Tanszék adjunktusát, docensi feladatok ellátásával bízta meg *dr. Csabalik Gyulát*, a Vaskohászattani Tanszék adjunktusát.

*

1966. szeptember 13-án *dr. Zambó János* rektor nyilvános egyetemi tanácsülés keretében nyitotta meg az 1966/67-es tanévet. Ünnepi beszédében hagyományosan először az elsőévesekhez szólt. Köszöntötte őket abból az alkalomból, hogy eddigi szorgalmas tanulásuk eredményeként egyetemünk polgárai lehettek. A továbbiakban hangsúlyozta, hogy az oktatói kar feladata változatlanul az, hogy egyre több jól képzett, tehetséges mérnököt neveljen, és egyetemünk a korszerű mérnökképzés fokozásán keresztül váljék az ipar szellemi irányítójává.

Az ünnepi beszéd után *dr. Szilas Á. Pál*, a Bányamérnöki Kar dékánjának és *dr. Berecz Endre*, a Kohómérnöki Kar dékánjának előterjesztése alapján *dr. Zambó János* rektor a 60, illetve 50 éven át tartó szorgalmas mérnöki munka elismeréseként gyémánt- és arany diplomákat nyújtott át.

Az egyetem tanácsa gyémánt oklevéllel tüntette ki *Bajkó András, dr. Michnay Árpád, Lányi Ödön és Moticska Nándor* okl. bányamérnököket. Arany oklevéllel tüntette ki: *Kemenes Béla, Petrik Ottó, Pruschek József, dr. h. c. Stasney Albert, Zsák Viktor* és *Tarnai Miklós* okl. kohómérnököket, valamint *Kompolthy Ödön* okl. bányamérnököt.

A kitüntetettek nevében *dr. Michnay Árpád* okl. bányamérnök mondott köszönetet, s mégegyszer megköszönte az Alma Maternak azt a sok hasznosat, amelyet annak idején adott és amelyet az életben, valamennyien sikeresen hasznosítottak.

A kitüntetett kohászok szakmai pályafutását az alábbiakban ismertetjük:

Kemenes Béla: 1912-ben fejezte be vaskohómérnöki tanulmányait, majd a MÁV-nál helyezkedett el. Négy esztendőt töltött az első világháború különböző frontjain. 1918-tól ismét a MÁV-nál dolgozott. 1929-ben műszaki tanácsossá nevezték ki. 1951-ben — 60 esztendős korában — nyugállományba vonult, de a műszaki élettel ezután sem szakad meg a kapcsolata, a MSzH-nál dolgozott addig, amíg 1963-ban súlyos betegsége ebben meg nem gátolta.

Petrik Ottó: 1915-ben fejezte be vaskohómérnöki tanulmányait, utána a MÁVAG diósgyőri vasgyáránál helyezkedett el. 1926-ig az Acélmű szerkesztési irodájában dolgozott, majd a Kovácsüzem üzemvezetője lett, 1933-tól mint főosztályvezető tevékenykedett. 1947-től néhány évig a Salgótarjáni Acélárugyárban, mint üzemvezető dolgozott. 1949-től a felsőbb iparirányítási központban dolgozott. 1957-ben 66 éves korában vonult nyugdíjba, utolsó munkahelyéről, a Vaskohászati Igazgatóság Műszaki Osztályáról.

Pruschek József: 1911-ben szerzett vaskohómérnöki oklevelet Selmecbányán. Munkásságát a Román Népköztársaságban fejtette ki. Több kis üzem felfejlesztése és korszerű technológiáknak a bevezetése fűződik nevéhez. Szűkebb szakmai területe az acélgyártás volt. 1949-ben áldozatkész, eredményes munkájáért a Munkaérdemrend III. fokozatával tüntették ki. 1962-ben vonult nyugdíjba, de kapcsolata ezzel nem szakadt meg a műszaki élettel, azóta mint műszaki szaktanácsadó működik különböző vállalatoknál.

Dr. Stasney Albert: 1889-ben született Déván. 1912-ben szerzett fémkohómérnöki oklevelet Selmecbányán, majd a Főiskola Ábrázoló Geometriai Tanszékére került oktatónak. Néhány esztendős üzemi gyakorlat után 1924-ben megbízták e tanszék vezetésével, 1929-ben rendkívüli, 1937-ben pedig nyilvános rendes egyetemi tanárrá nevezték ki. 1949-ben, amikor a Bánya- és Kohómérnöki Kar megkezdte fokozatos áttelepülését Sopronból Miskolcra, a Tanszék az Erdőmérnöki Főiskolával Sopronban maradt, *Stasney* professzor ott tanított 1963-ban történt nyugállományba vonulásáig. Kiemelkedő oktató munkájáért 1953-ban Munkaérdemrenddel tüntették ki, 1962-ben pedig az Erdészeti- és Faipari Egyetem díszdoktorává avatta.

Zsák Viktor: Vaskohómérnöki tanulmányait a világháború kitörése félbeszakította. A frontról súlyos sebesüléssel, hadirokkantként tért vissza a főiskolára, ahol 1915-ben szerzett oklevelet. Ezután két évtizedes külföldi munka következett. Európa szinte valamennyi országában — Spanyolországtól Norvégiáig, Franciaországtól Bulgáriáig, Olaszországtól Németországig — minden számottevő kohászati üzemben megfordult. 1937-től a Győri Vagongyár öntödéjének helyettes igazgatója, majd 1946-tól egyetemünk Vaskohászattani Tanszékének vezető professzora lett. 1952-ben, a Karral együtt ő is átköltözött Sopronból és 1955-ben történt nyugállományba vonulásáig Miskolcon is vezette a tanszéket. Több szakkönyv és számos szakcikk jelzi tudományos munkásságának eredményeit.

Tarnay Miklós: 1912-ben fejezte be vaskohómérnöki tanulmányait a Selmecbányai Főiskolán. Ezután 5 esztendőn át katonai szolgálatot teljesített, majd néhány évig a hengerművekben és a Posta kísérleti laboratóriumában dolgozott. 1922-től 1956-ban történt nyugdíjbavonulásáig az Elektromos Műveknél tevékenykedett, 1940-től főosztályvezetői munkakörben.

*

Prof. dr. ing. Lüdemann, a Freibergi Bányászati Akadémia rektora szept. 15—17-ig egyetemünkön tartózkodott, a baráti szerződés és az 1967. évi munkaterv aláírása alkalmából. Ittléte alatt *dr. Nándori Gyula* egyetemi docens az Öntészeti Tanszék vezetője kalauzolta.

*

Dr. Byló Zbigniew tanszékvezető egyetemi docens és *dr. ing. Medárd Raehtan*, a Krakkói Bányászati Akadémia oktatói 10 napot töltöttek a Szervetlen- és Elemző Kémiai Tanszéken, ahol tanulmányozták a tanszéken folyó oktató- és kutató munkát.

*

Dr. Szarka Gyula egyetemi adjunktus a Művelődésügyi Minisztérium és a NME kiküldetésében látogatást tett a Freibergi Vaskohászattani Intézetben szeptemberben. Kinttartózkodása alatt tárgyalásokat folytatott egy német, lengyel, csehszlovák, magyar izotópos közös kutatási terv kialakításáról. Látogatást tett különböző üzemekben, ahol tanulmányozta a radioaktív izotópok alkalmazását.

*

Dr. Farkas Ottó egyetemi docens a NME kiküldetésében két hetes tanulmányúton vett részt a NDK-ban. Tanulmányútja során több nagyüzemet látogatott meg és tanulmányozta a Freibergi Vaskohászattani Intézet oktató- és kutató munkáját.

*

Érdekes eredménnyel zárultak az 1965/66-os tanévben az első hipnopédiai kísérletek az egyetemünkön, melyet *Dobrovolnyi Anna* nyelvtanárnő vezetett. A különös gonddal és körültekintéssel előkészített kísérleteken esetenként a „kísérleti alanyok" az elsajátítandó szavak és kifejezések nehézségi fokától függően 80—90 szót tanultak meg. A hatásfok a csoport ¾ részénél 90 százalékon felül volt. A kísérleteket az 1966/67-es tanévben *Dobrovolny Anna* nyelvtanárnő tovább folytatja.

Jónás Pál

Könyvismertetés

A Műszaki Könyvkiadó kiadásában 1966. első félévben jelent meg *dr. Verő József* és *dr. Káldor Mihály* **Vasötvözetek fémtana** című könyve 28 ív terjedelemben, 327 ábrával, 560 példányban.

A szerzők a bevezető előszóban felhívják a figyelmet azokra a változásokra, amelyek a metallográfia ismeretanyagában az utóbbi két évtizedben végbementek, és rámutatnak arra, hogy a metallográfia nevet ma főként arra a tudományágra korlátozottan használják, amely elsősorban a fémek és ötvözetek szövetszerkezetét és az ebben végbemenő változásokat ismerteti.

A könyvben a szerzők, a fenti szempontokat figyelembe véve, közérthető módon, átfogóan ismertetik a vasötvözetek felépítését, kristályosodását, átalakulásaik folyamatait, valamint az ezekből a gyakorlat számára levonható következtetéseket.

A könyv anyagát illetően, a szerzők a vasötvözetek körét főként a szerkezeti és szerszámacélok tulajdonságainak ismertetésére korlátozták, mellőzve a műszer- és híradástechnikában használt különleges vasötvözeteket, ill. az acélok korrózióval szembeni viselkedésének leírását (ez utóbbiak ugyanis különböző speciális szakkönyvekben bő terjedelemben amúgy is megtalálhatók).

A könyv 14 fejezetben foglalkozik a vasötvözetek ismertetésével.

Az 1—6. fejezetben a színvastól kiindulva a kettő, illetve három alkotós acélok egyensúlyi és az egyensúlytól eltérő állapotát és átalakulását tárgyalja, külön meghatározva az egyes elemek ausztenit és ferrit képző hatását. Különösen tanulságos az ausztenit képződés folyamatainak elméleti magyarázata, az izotermás ausztenitesítési vizsgálatok, az ezzel kapcsolatos diagramok, továbbá a nitridképző elemek szerepe az ausztenit szemcsék kialakítására. A későbbiekben megismerjük az ausztenit folyamatos és izotermás lehűtése során végbemenő átalakulásokat, a perlit, bainit és martenzit kristályosodásának mechanizmusát, C-acélok szekunder szövetszerkezetének típusait, valamint különböző acélok átalakulási és szövet diagramjait. A 6. fejezetben találjuk az ötvözetlen acélok A_1-nél kisebb hőfokon végbemenő folyamatainak leírását. Részletesen tárgyalja az acél edzhetőségét és annak számítással és kísérlettel való meghatározását. Ismerteti a hegeszthetőség metallográfiai vonatkozásait.

A 7. fejezetben az acélok mechanikai tulajdonságairól és öregedéséről van szó, külön-külön részletezve a ferrit, cementit, perlit, bainit, szferoidit, martenzit és ausztenit mechanikai tulajdonságait. A 8. fejezetben az acélok hőkezelésének szokásos műveleteit ismerteti, rámutatva a helyes és helytelen kezelési módszerekre.

A 9. fejezetben az acélok káros gáztartalmának (CO, O_2, H_2, N_2) tárgyalásakor rámutat a metallurgiai folyamatok során keletkező hibákra, azok kiküszöbölési módjaira, valamint a legcélszerűbb gázvizsgálati módszerekre. Az acél kristályosodása és az öntött állapotú acél című 10. fejezetben a kokillába, illetve homok formába öntött acélok megdermedési viszonyait és ezzel kapcsolatban kialakult szövetszerkezetét tárgyalja. A primer és szekunder kristályosodás során létrejött szövetek kialakulását szemléltető vázlatokon és mikro képeken ismerteti.

Az acélok megdermedésekor keletkező, fogyási, dúsulási, illetve peremhólyagossági jelenségeket nemcsak a hagyományos tuskó gyártásnál ismerteti, hanem összehasonlítja azt a folyamatos öntésű tuskó anyagával és szerkezetével. A 11. fejezetben tanulmányozhatjuk az acél melegalakíthatóságának metallográfiai jelenségeit, az ötvöző elemek hatását, a fontosabb acélfajták melegalakítási szilárdságát, a képlékenységet csökkentő vörös törékenységet és meleg törékenységet. Érdekes vizsgálatot közöl az acél képlékenységének meghatározására, a különböző hőmérsékleteken végzett csavaró próbákkal. Bemutatja a melegen alakított szekunder szövet többféle változatát. Itt külön rámutat a hengerlés után át nem alakuló sav- és hőálló acélok képlékeny alakíthatóságának nehézségeire.

Az acél hidegalakításának metallográfiai vonatkozásai című 12. fejezetben a lágy és kemény, valamint ötvözött szerkezeti acélok hidegalakíthatóságát és szövetszerkezet változását tárgyalja. Ismerteti a hidegalakíthatóság vizsgálatainak módszerét, az egyes szövetelemek hidegalakíthatóságát, bemutatja a valódi feszültség és keresztmetszet csökkenés diagramjait különböző acélfajták esetében.

A hidegalakítás során fellépő kísérő jelenségek közül a keményedést és a mechanikai tulajdonságok változását részletesen tárgyalja és megállapítja, hogy a látszólag azonos összetételű acélok is lényeges eltérést mutathatnak aszerint, hogy milyen gyártással, kikészítéssel és dezoxidálással készült az acél. A hidegen alakított C-acélok és ötvözött acélok lágyulását és újra kristályosodását szemléltető diagramokon mutatja be.

A 13. fejezetben rátér azokra a folyamatokra, amelyek a gázokkal érintkező izzó acélban végbemennek, mint pl. revésedés, túlhevítés, elégetés, diffúzió útján történő kérgesítés, cementálás, nitridálás stb.

A könyv 14. és egyben utolsó fejezetében foglalkozik az öntött vasak metallurgiájával. Itt feleletet kapunk az öntött vasak egyensúlyi állapotáról és kristályközi viszonyairól. Megismerjük a pontos összefüggést az öntött vasak szilárdsága, összetétele és falvastagsága között. Továbbá a metallurgiai tényezők hatását, mint pl. beoltás, kéntelenítés, gömb-grafitosítás és egyéb kristályosodással összefüggő jelenségeket (zsugorodás, öntési feszültség, túlhevítés stb.). Az öntött vas izzításakor végbemenő folyamatokról és a gáztartalom káros következményeiről is hasznos utasításokat találunk.

A befejező rész a vasötvözetek makroszkópos és mikroszkópos metallográfiai vizsgálatainak módszereit foglalja össze.

Nemcsak az anyagvizsgáló és metallográfus mérnök számára fontos segédeszköz ez a mű, hanem nagy segítséget nyújt a kohászat egyéb területén, sőt a gép- és építőipar szakemberei számára is. Tartalmilag újabb, és a vasötvözetek ismeretében korszerűbb szemléletet nyújt az eddigi szakkönyveknél. Több helyen utal olyan jelenségekre, melyeket eddig tévesen magyaráztak a metallográfiában, és csak az újabb kutatások során tisztáztak. Ilyen pl. az acélok állandó vagy örökletes ausztenit szemnagyságának elmélete, vagy a vas fagypont alatt bekövetkező ridegségének oka. A jelenségek elméleti fejtegetése során mindig rámutatnak a szerzők a gyakorlatra és az acélok minőségi hibáit illetően határozott állást foglalnak el azok metallurgiai vagy technológiai eredetére vonatkozóan.

A könyv mind papíranyag, mind nyomdatechnikai szempontból elsőrendű minőségben készült. Értékére jellemző, hogy röviddel megjelenése után az ország szakemberei és könyvtárai felvásárolták, s így szükségesnek látszik annak újbóli kiadása.

Lántzky József

Hírek a KGST-országokból

Kohászati együttműködés a CSSZK és a Szovjetunió között

A két ország együttműködésének kifejezője többek között annak a vasútvonalnak a közös megépítése, amely a csehszlovák—szovjet határtól a *Kassán* épülő vasműig (Keletszlovákiai Vasmű) vezet.

A szélesnyomtávú vasút építésénél csehszlovák gépeken kívül felhasználtak sok speciális gépet, amelyet a Szovjetunióból importáltak 40 millió Čk értékben, s amelyeket csehszlovák és szovjet építők közös brigádjai kezeltek. A vasútvonalat, amelynek hossza 88 km, 1966 májusában adták át a forgalomnak. A vasútvonal megépítésének különös jelentősége van a csehszlovák kohászat szempontjából, különösen a kassai kohászati üzem fejlesztésében játszik döntő szerepet. Megépítése következtében a Szovjetunióból importálandó több millió t érc átrakás nélkül kerül a teljesen mechanizált és részben automatizált kassai vasműbe, melynek termelése az építés teljes befejezése után évi 4 millió t acél lesz. A gyárban már üzembe helyezték a kokszolót, nagyolvasztót, meleg szélesszalag-sort, hideg szélesszalag-sort, a mészművet és a hőerőmű első lépcsőjét.

A kassai vasmű mellett már felépült az a fogadó állomás is, ahol azt a Szovjetunióból érkező ércet is átrakják, amelyet a többi csehszlovák vasműbe szállítanak tovább.

A fenti objektumok közös megépítésén kívül nagy jelentőségű az az együttműködés, amelyet a Szovjetunó és Csehszlovákia között kohászati üzemek közös építésére. Ide tartozik Csehszlovákia részvétele pellet gyártására szolgáló berendezések gyártásában, amely biztosítja Csehszlovákia részére hosszútávra a pellet importot a Szovjetunióból.

A szakemberek véleménye szerint a pellet gyártása és felhasználása nyersvasgyártás területén kb. 200 ČK/t nyersvas megtakarítást biztosít.

Az abszolút kokszmegtakarítás 270 kg/t nyersvasra, a szállítási költség megtakarítás pedig 226 t/km 1 t nyersvasra vonatkoztatva.

A fentieken kívül a műszaki tudományos együttműködés lehetővé teszi Csehszlovákiának, hogy a Szovjetuniónak arra a komplex, műszaki-tudományos bázisára támaszkodjék, amely 2,5 millió tudományos dolgozót foglal magába.

Informácionnij obzor 21., 31. SZEV

*

Oxigénes konverter építése a LNK-ban

1966 első félében helyezték üzembe Lengyelországban a *krakkói* Lenin Kohászati Művekben az első oxigénes konvertert. Az üzem termelését 1966-ban 600 000 t-ban állapították meg. Úgy tervezik, hogy a termelés 1967-ben 1 millió t körül lesz. A próbaüzem alatt 260 adagot gyártottak le.

A 100—110 t súlyú adag gyártási ideje 55 min. Ezzel szemben 380 t-ás martinacél adag legyártásának ideje kb. 8 h. Úgy tervezik, hogy az oxigénes-konverteracél tonnájának önköltsége 20%-kal kisebb lesz, mint a martinacélé. A beruházás összege 30%-kal kisebb az oxigénes konverterüzem építésénél, mint a martinacélmű esetében.

Jelenleg a fenti üzemben 1 t acél előállítására fordított összeg 250 zl-val kisebb, mint a többi lengyel kohászati üzem közepes önköltsége. Az oxigénes konverterüzem termelésének felfutása következtében az acél önköltségének további csökkenését várják.

A tervek szerint 1966—1970-ben az LNK-ban tervezett acéltermelés felfutásának 80%-át az új oxigénes konverterüzem fogja adni.

Az új üzem tervdokumentációját, műszaki dokumentációját és a főbb berendezéseket a Szovjetunió szállította.

Informácionnij obzor 20. SZEV

*

A RNK vaskohászatának fejlesztése 1966—1970-ben

Az 1959—1965-ös tervidőszakban a román vaskohászat jelentősen fejlődött, ami kifejeződik abban, hogy a teljes termelési érték növekedése 2,27-szeres volt. A vaskohászat évi közepes termelési növekedése 1960—1965-ben 14%-ot tett ki. Az ország teljes termelési értékében a kohászat részaránya elérte az 5,6%-ot.

Az 1965-ben az alapvető kohászati termékek termelése 1938-hoz viszonyítva a következőkben növekedett: kohókoksz 14-, nyersvas 15-, acél 12-, hengerelt készáru majdnem 7-szeres. 1950-hez viszonyítva az acélcső termelés pedig majdnem 10-szeresére növekedett.

A kohászat termelésnövekedése a hatéves tervben elérte nyersvasból az 1,15 millió tonnát, acélból a 2 millió tonnát, hengereltáruból az 1,45 millió tonnát. 1950—1965-ben az acéltermelés évi közepes növekedése 190 000 t volt, a hatéves tervben ez az érték 330 000 t-t tesz ki.

Románia az acéltermelés és az acélfelhasználás évi növekedésében a világon az elsők között szerepel. Pl. 1964-ben az acéltermelés növekedése 1963-hoz viszonyítva 12,4%, az acél-felhasználás növekedése ugyanebben az időszakban 17% és így az acélfelhasználás 1964-ben 3 655 000 t volt, amely 193 kg/fő fogyasztásnak felel meg (1938-ban ez az érték 18,2 kg/fő volt).

A fenti tervperiódusban a következő főbb kohászati berendezéseket helyezték üzembe: 2 db kokszoló-blokk, 2 db nagyolvasztó 700 m^3 hasznos térfogattal, 1 db nagyolvasztó 1000 m^3 hasznos térfogattal, 2 tömörítőmű (az egyik 2 db 75 m^2-es szalaggal, a másik 2 db 100 m^2 szalaggal), 5 db martinkemence egyenként 400 t betétsúllyal, 4 db folytatólagos hengersor. Végül üzembe helyeztek még egy tűzállóanyaggyárat is.

Az új üzemek és berendezések üzembe helyezésével párhuzamosan átépítettek, modernizáltak több üzemet és berendezést. Fontos kiemelni, hogy a termelés fejlesztésének ezeket az új beruházásait a meglevő üzemekben úgy valósították meg, hogy biztosítsák a termelés koncentrációját nagy kohászati üzemekbe, amely előfeltétele a nagyfokú termelékenységemelkedésnek és gazdaságosságnak.

A fenti fejlődés ellenére sem tudta a belföldi ipar ellátását a román kohászat teljesen biztosítani sem mennyiségben, sem választékban. 1964-ben Románia importja vaskohászati termékekben 1 millió t volt. Az importált alapvető kohászati termékek: finom és durvalemez, hidegen és melegen hengerelt szalag, csőbuga, speciális hengerelt szelvények, hengerhuzal és cső.

A fejlesztés fő iránya. A vaskohászat teljes termelési értéke az ötéves terv végén 1,8-szeresére fog növekedni. Ez azt jelenti, hogy a teljes termelési érték éves közepes növekedése 14%.

A román vaskohászat 1970-ben nyersvasból kb. 1,4 millió t, nyersacélból 6,3 millió t, hengerelt készáruból 4,4 millió t, acélcsőből 800 000 t gyártását irányozta elő.

Az ötéves terv végére az egy főre eső acéltermelés 1938-hoz viszonyítva 18-szorosára növekszik és eléri a 320 kg/fő értéket.

Az acéltermelés növekedésének legnagyobb részét a *Galacon* megépülő oxigénes konverterüzem adja (130 t-ás konverterek), amelynek termelése 1970-ben 2 millió t nyersacél lesz (vagyis az összes acéltermelés növekedésének 2/3 részét ez a kohászati üzem adja.)

A szükséges nyersvastermelés biztosítására Galacban 2, egyenként 1700 m^3-es nagyolvasztó építését tervezik.

A *vajdahunyadi* kohászati üzemben megépítik a második 1000 m^3-es nagyolvasztót, ugyanakkor a kis nagyolvasztókat leállítják. A nagyolvasztók hasznos térfogata 1970-ben több mint 60%-kal növekszik, a közepes hasznos térfogat majdnem kétszeresére nő és így a közepes hasznos térfogat majdnem kétszeresére nő és így a nagyolvasztók termelékenysége közepesen 30%-kal növekedik. Ugyanakkor a kokszfogyasztás 190 kg-al csökken.

Mivel 1962—63 években új folytólagos hengersorok telepítésével biztosították az idomacélokban jelentkező szükséglet nagy részének kielégítését az ötéves tervben a laposáru termelését fejlesztik. Ennek megfelelően Galacban durvalemezsort és félfolytatólagos melegen hengerelt lemezsort és hidegen hengerlő lemezsorokat helyeznek üzembe. E fejlesztések következtében a lemezáru részesedése 1970-ben 40%-os lesz a hengerelt készáru termelésben.

Az ötves tervben a csőtermelés 40%-kal növekszik. A fő termékek a következők: mélyfúró csövek, hegesztett és hidegen húzott csövek hő és rozsdaálló acélból.

A hidegáru fejlesztésén belül jelentős az előfeszített betonacél huzalok gyártása, drótkötél gyártás fejlesztése, valamint huzalgyártás új üzemben, amely biztosítja a hidegen húzott huzal, bevont huzal, elektróda, szeg és szövetháló termelését.

Az acél gazdaságosabb felhasználása érdekében a terv középpontjában a minőségjavítás áll. A minőségi acélgyártás igény gyorsabban növekszik, mint a hengereltáru gyártása. A hidegen húzott huzalgyártás 50 kp/mm² feletti szakítószilárdsággal 4,7-szeresére nő, a drótkötélgyártás 2,9-szeresére, hegesztőhuzal 2,85-szörösére növekszik.

A lemeztermelés növekedése biztosítja a következő minőségek gyártását: hajólemez, mélyhúzható finomlemez, rozsdaálló-lemez, transzformátor-lemez.

Az acélgyártás növekedése 1970-ig 1,9-szeres, 1965-höz viszonyítva, az összesen gyártott acél $^1/_3$-a csavart acél, az elektroacél növekedése viszont 2,2-szeres (4 db 50 t-ás elektrokemence) az ötvözött acélé pedig 2,5-szeres. E célból növelik az ötvözött acél termelését martinacélban. Több üzemben rekonstrukció és új berendezések üzembehelyezésével biztosítják a felületi kikészítést és hőkezelést.

A beruházás megoszlása. Az 1966—1970 tervidőszakban a román kohászat fejlesztésére majdnem 16 milliárd leit fordítanak, vagyis 40%-kal többet, mint az előző 6 éves tervben.

A beruházás koncentrálására jellemző, hogy a tervezett összeg 70%-át a galaci új kohászati üzem kapja.

Az új kapacitások üzembehelyezése érdekében az elkövetkező ötéves tervben 20 000 munkás és technikus munkábaállításával számolnak.

Ekonomieseszkája Informácija SZEV Otraszlevaja Szerija 9.

Pókos István

A vaskohászat rövid hírei

A Szilikátipari Tudományos Egyesület okt. 11-én ankétot rendezett *Magyar tűzállóanyagipar és az építőanyagipari ágazatok kapcsolata* címmel. Az ankét előadásain a mész-, cement-, üveg- és finomkerámiai ipar tűzállóanyagokkal kapcsolatos problémáit és a tűzállóanyag ipar jelenlegi helyzetét, fejlesztési elképzeléseit ismertették.

*

November hetedike alkalmából ezévben másodszor osztották ki a *kiváló újító* kitüntetéseket. A Vaskohászati Igazgatóság vállalatainál 16 db arany, 22 db ezüst és 49 db bronz fokozatú kitüntetést adtak át a legjobb eredményt elért újítóknak.

*

A pártkongresszus tiszteletére rendezett munkaversenyben a Dunai Vasmű dolgozói 257 millió forint értékű többlet termelést vállaltak. Az év első kilenc hónapjában a teljesítés 229 millió forint volt. A verseny eddigi szakaszában 51 új szocialista brigád alakult. A vállalatnál jelenleg 574 brigád versenyez a szocialista címért, illetve annak megtartásáért.

*

Okt. 24—29. között Miskolcon tartotta ülését a *KGST Acél- és ferroötvözetgyártási szekciója.* Az ülés napirendjén többek között a golyóscsapágyacél minőségének további javításával, a szabványosítással, tervezési módszerek egységesítésével kapcsolatos kérdések szerepeltek.

*

A *Dunai Vasmű lemezfeldolgozó gyárrészlege* okt. 15-én elsőként teljesítette 1966. évi termelési tervét. Az üzem eredményes munkáját elősegítette a Vasműben tervezett és készített perforáló gépek üzembehelyezése, valamint a jó munkaszervezés.

*

A *KGST Tűzállóanyagipari szekciója* Szófiában tartotta ez évi ülését. A tagországok delegációi többek között megtárgyalták a munkaigényes folyamatok gépesítésével, a vaskohászat tűzállóanyagainak tartósságával kapcsolatos problémákat és szabványosítási ajánlásokat készítettek elő.

*

A Vaskohászati Igazgatóság vállalatai műszaki szervezési és intézkedési terveik megvalósítása révén az év első kilenc hónapjában 162 millió forint megtakarítást értek el, ezzel az éves tervet 87%-ra teljesítették.

*

Az *Ózdi Kohászati Üzemekben* megkezdődött a 150 000 m³-es *kohógáztároló* építése. A kohógáztároló a kohógáz egyenletes biztosítása és a veszteségek csökkenése révén évente 26 millió Ft megtakarítást fog eredményezni.

*

A *Borsodnádasdi Lemezgyárban* befejeződött a saválló lemezekkel plattírozott; lágyacél lemezek csomagban történő hengerléses forrasztó eljárás gyártástechnológiájának kidolgozása. *T. I.*

Lapzárta után kaptuk a szomorú hírt, hogy

Dr. Techn. Faller Jenő

okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, a soproni Központi Bányászati Múzeum igazgatója, Egyesületünk volt elnöke, választmányi tagunk dec. 23-án Sopronban 72. életévében hirtelen elhunyt.

Utolsó jószerencsét!

MONTANUNIÓ 1966. évi acélkongresszusa

Az Európai Szén- és Acélközösség (Montanunió) 1966. okt. 25—28. között *Luxemburgban* rendezte 1966. évi acélkongresszusát *Acél a mezőgazdaságban* címszó alatt. Az első 1964. évi acélkongresszus témája *Fejlődés az acélszerkezetek terén*, az 1965. évi második kongresszusé pedig *Fejlődés az acél feldolgozásában* volt.

A kongresszusokat azzal a céllal rendezik, hogy a gyártók és felhasználók a témával kapcsolatos viták eredményeképpen javaslatot tegyenek a további teendőkre vonatkozóan.

A III. kongresszuson a világ minden részéből 34 ország képviselője vett részt (kb. 600 szakember).

A téma megválasztásakor abból indultak ki, hogy az emberiség rohamos fejlődése az élelmiszerellátás biztosításának kérdését mindinkább előtérbe hozza. Ezért kívánták a mezőgazdasági gépek (szerszámok) racionalizálásának, a mezőgazdaság-gépesítés fokozásának, valamint a mezőgazdasági termékek tárolásának és konzerválásának kérdését megvitatni.

A kongresszus két plenáris ülésen és négy szakcsoportülésen végezte munkáját. A szakcsoportok az alábbiak voltak:

I. Acél mezőgazdasági építményekben és berendezésekben. II. Acél mezőgazdasági gépekben. III. Acél a mezőgazdasági készlet- és értékesítési gazdálkodásban. IV. Acél a fejlődő, különösen a trópusi országok mezőgazdaságában.

Az egyes munkacsoportok munkáját röviden a következőkben ismertetjük:

Az *I. munkacsoportban* elhangzott, illetve közreadott előadások a mezőgazdaságnak munkaszervezési és technikai színvonalban való viszonylagos elmaradásából kiindulva egyrészt a racionalizálás technológiai és nagyságrendi igényeivel foglalkoztak, kiemelve, hogy a mezőgazdaságban észlelhető állandó munkaerővándorlás csak racionalizálással ellensúlyozható. Megvitatták az acél felhasználás területeinek kiterjeszthetőségét különös tekintettel az előregyártás és elem-tipizálás szükségességére.

A munkacsoport javaslatot tett a tipizálás problémáit feldolgozó bizottságnak a Montanunión belül való létrehozására. Ugyancsak javasolta egy mintagazdaság létesítését, amely már az új elveknek megfelelően lenne felépítve, ahol az érdekeltek megismerkedhetnének az egyes acélfajták alkalmazásával.

A *II. munkacsoport* a mezőgazdaság gépesítésével foglalkozott. Az összefoglalót a United States Steel képviselője *Deforest* ig. tartotta. Ismertette az egyes szerkezeti elveket és azok alkalmazásából eredő előnyöket, különös tekintettel a fának acéllal való helyettesítésére a mezőgazdasági szállító eszközökben és egyes gépekben.

Egy előadás a hidegen hajlított profiloknak mezőgazdasági járművekhez és berendezésekhez való felhasználási lehetőségeivel foglalkozott, amivel jelentős súlycsökkenéseket lehet elérni. Kitértek a mezőgazdasági gépeknek a gyümölcs és szőlő termelésben való felhasználására, az acélokkal szemben támasztott követelményekre. Új anyagként megemlítették a rezgéstompító acél-műanyag-acél sandvich-szerű lemezek alkalmazását, amelyek lényegében ugyanúgy dolgozhatók fel, mint a közönséges acéllemezek.

A *III. munkacsoport* a mezőgazdaság által támasztott tárolási igények mennyiségi és minőségi megoldásának problémájával és a mezőgazdasági cikkek konzerválásának témájával foglalkozott. Itt két problémacsoporttal állunk szemben. A tárolási célt szolgáló silók, tartályok stb. tartós használati javak, a konzervek gyártásához és csomagolásához szolgáló acél azonban már csak egyszer lesz felhasználva. A tárolási probléma megoldásának szükségességét alátámasztja, hogy pl. Angliában évente 12 millió font sterling a veszteség a gabonatárolásnál, az NSZK-ban ezen károk nagyságrendje kb. 200 millió DM/év. Az ónozott lemez termelés világviszonylatban 10,5 millió t, amiből 75%-ot használ fel a konzervipar.

Dr. Nehring (Institut für Konserventechnologie, NSZK) előadásában utalt arra, hogy a vékonyabb lemezek felé való eltolódás és az elektrolitikus ónozás előtérbe kerülése mellett kiterjedt munkák folynak az ónozott lemeznek más ónmentes anyagokkal való helyettesítésére. Ezen anyagok közül az alumínium és elektrolitikus krómozású lemezek terén várható a legtöbb eredmény. Az ónmentes megoldások kutatását az is indokolja, hogy a világ önkészletét 4 millió lt-ra becsülik, ami a 170 000—180 000 lt/év ónfelhasználás mellett mindössze kb. 20 évi fedezetet jelent.

A *IV. munkacsoport* elsősorban az afrikai országok mezőgazdaságának helyzetével foglalkozott, hangsúlyozva, hogy a gépesítés hatékonyságának alapfeltétele a megfelelő karbantartás, tartalékalkatrész ellátás biztosítása.

A kongresszus *Dino del Bo*, a Montanunio elnökének zárszavával ért véget, amelyben többek között arra utalt, hogy a következő kongresszust *Az acél a vegyiparban* címszó alatt kívánják megrendezni.

Pataricza Imre

Szabványosítási hírek

Színesfémek

MSZ 9327 T (Az MSZ 731—51, 732—52, 740—57, 9327—52, 9332—52 és 19634—54 helyett) *Réz és rézötvözetek. Húzott körszelvényű rudak*

A tervezet — az eddigi gyakorlattól eltérően — egy szabványban kívánja rendezni az összes körszelvényű húzott réz és rézötvözetféleség méreteit. A mérettartomány 2,0-től 60 mm átmérőig terjed 2-féle tűrésosztály szerint. Az általános műszaki előírásokat külön szabvány fogja rendezni, mely ugyancsak kidolgozás alatt áll.

Anyagvizsgálat

MSZ 105/16. lap—66 (Az MSZ 105/16. lap—60 helyett) Acélok és fémek. Szilárdsági vizsgálatok. *Bemetszett próbatest ütővizsgálata szobahőmérsékleten.*

A szabvány az ISO R 83 és 148, valamint a KGST RSZ 149—64 szabványajánlásai alapján, azokkal teljes összhangban készült.

MSZ 5702—66 (Az MSZ 5702—56 helyett) Acélok és fémek. *Hajlítóvizsgálat*

A szabvány az ISO R 85 és a KGST RSZ 69—63 szabványajánlása alapján, azokkal teljes összhangban készült.

K. E.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: Lomniczy Dezső

Anatolij Ivanovics Beljajev professzor jubileuma

A közelmúltban volt 60 éves *Anatolij Ivanovics Beljalev*, a kiváló szovjet fémkohász, a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának levelező tagja.

Beljajev professzor 35 évvel ezelőtt Kalininről elnevezett Moszkvai Színesfém- és Arany-Intézetben szerzett kohómérnöki diplomát. 1943—1962, a Kalininről elnevezett Moszkvai Színesfém- és Arany-Intézet könnyűfémkohászati tanszékét, 1962-től kezdve és jelenleg is a Moszkvai Acél- és Acélötvözetek Intézete tisztafém- és félvezető anyagok előállításával foglalkozó tanszékét vezeti.

Műveit a korszerű fémkohászat aktuális problémáinak szentelte. 165 tudományos közleménye, 36 könyve és brossúrája jelent meg nyomtatásban. Igen ismert a felsőfokú tanintézetek számára írt Könnyűfémek kohászata c. tankönyve, amely 1940 óta öt kiadásban jelent meg és amelyet öt idegen nyelvre fordítottak le.

Kutatásai a könnyűfémek — alumínium, magnézium, berillium és litium — elektrometallurgiája fizikai-kémiai alapjainak tanulmányozásával foglalkoznak. 1947-ben jelent meg Az alumíniumelektrolízisnél lejátszódó fizikai-kémiai folyamatok c. monográfiája, amelyet doktori disszertációja kísérleti anyagának alapján írt. Széles körben ismert *Beljajev*, *Rapaport* és *Firszanova* Az alumínium elektrometallurgiája című könyve. Fontos összesítő munka *Beljajev*, *Zsemcsuzsina* és *Firszanova* Sóolvadékok fizika-kémiája c. mű, amelyet 1957-ben adtak ki a Szovjetunióban.

Tanulmányozta a sóolvadék komponenseinek szelektív abszorpcióját az elektrolizáló kád katódbélésében, az anódeffektus a sóolvadékok elektrolízisénél, az alumínium és magnézium elektrolízisénél, a fémveszteségek és az áramhatásfok alakulását. E témakörrel foglalkozik *Zsemcsuzsina*-vel közösen írt A felületi jelenségek a fémkohászati folyamatokban c. 1952-ben megjelent műve.

A szénanyagok tulajdonságaival, a fém- és sóolvadékok helyi aktivitásával foglalkozik *Zsemcsuzsiná*-val közösen írt A szénanyagok és elektródák mikroszkópos vizsgálata c. 1957-ben megjelent műve.

Ismeretesek *Beljajev* professzornak és tanítványainak munkái a tiszta alumíniumnak szubhalogenides desztillációval való előállítása területén. *Firszanová*-val együtt írt Az egyvegyértékű alumínium a kohászati folyamatban c. munkája első ízben összegezi a különleges, fontos témakör kutatásait.

Beljajev professzor mint a technika-történész is ismert. Több érdekes könyvet és közleményt írt a fémkohászat és a kémia történetéről, kiváló orosz tudósok — *Lomonoszov*, *Beketov*, *Jakovkin*, *Fedotjev* — tevékenységéről. Az alumínium története c. munkája igen érdekes és hasznos a fémkohászat és a technika történetével foglalkozó szakemberek számára.

1965-ben jelent meg A fémtisztítás fizikai-kémiai alapjai c. műve. Kiadás alatt van a tiszta alumínium előállításáról több társszerzővel együtt írtk önyve is.

Beljajev professzor tudományos és pedagógiai tevékenysége fontos szerepet játszott az elmúlt évtizedekben a könnyűfémek kohászatának fejlesztésében. Művei fontos elméleti alapelveket, számos eredeti kísérleti adatot tartalmaznak. Nagy tudományos iskolát hozott létre a könnyűfémek és újabban a tiszta fémek és félvezető anyagok kohászata terén. Műveit az oroszon kívül hat más nyelven jelentették eddig meg. Így magyarul is megjelentek Fizikai-kémiai folyamatok az alumínium elektrolízisnél, Könnyűfémek kohászata és Az alumínium kohászata c. művei.

Beljajev professzornak sok tanítványa van a Szovjetunió és számos más ország mérnökei, tudósai és ipari vezetői között. Jelentősek érdemei a magyar alumíniumipar szakembereinek képzésében is. Többször járt hazánkban és nagysikerű előadásokat tartott a sóolvadékok fizikai kémiájának témakörében.

Tanítványai, tisztelői, a magyar alumíniumipar szakember-gárdája nevében ezúton üdvözöljük a 60 éves *Beljajev* professzort és kívánunk neki még sok évi termékeny alkotómunkát, jó egészséget.

Dr. Balázs Endre

A nátrium-alumínium-szilikátok kémiai összetételének, szerkezetének vizsgálata és a Bayer-eljárás marónátronveszteségeinek csökkentése

JUHÁSZ ÁDÁM kohómérnök
ALUTERV

ORBÁN FERENCNÉ kutató mérnök
Almásfüzitői Timföldgyár

MATULA MIKLÓS fizikus
ALUTERV

DK 622-642.2:669.712-111.2:541.18.02

4. Közlemény*
Az előzetes meszes kezelés lehetőségei. Laboratóriumi és üzemi kísérletek ismertetése

Előző közleményeinkben már utaltunk arra, hogy a III. IV. és VI. típusú NASz-ok kausztifikálhatóságában mutatkozó nagy különbségeket érdemes a gyakorlati alkalmazás szempontjából is megvizsgálni. Láttuk az előzőkben, hogy a Bayer-eljárásban a III. típus képződése csupán a feltárás előtti kovasavtalanítás körülményei között valósulhat meg. Ebből önként következik, hogy meszes kezeléssel előkovasavtalanítsunk, mert a feltárás közben keletkező VI. típus utólagos meszes kezeléssel kevésbé előnyösen kausztifikálható. E technológiai módosításnak csak akkor van értelme, ha az előkezeléskor képződött CAS a későbbi, magas hőmérsékletű feltárás alatt változatlan marad. A kérdés elméleti vonatkozásait korábban már tárgyaltuk, az alábbiakban ezek igazolására néhány laboratóriumi és üzemi kísérlet eredményét ismertetjük. A laboratóriumi kísérletek az alábbi pontokra tagozódnak:

1. Szintetikus III. típus viselkedése meszes kezelés utáni feltáráskor;

2. bauxit sűrűlúgos előkezelése és feltárása különböző mészadagolási változatokkal;

3. bauxit meszes előkezelése kis koncentrációjú lúgokkal.

1. A szintetikus III. típusból 60 g-ot adagoltuk 1 liter 10—50—140—240 g/l $k.Na_2O$ tartalmú friss lúgba és annyi meszet adtunk hozzá, hogy a CaO/SiO_2 molarány 1—2, ill. 4 legyen. A zagyot ezután 80°C-on 10 óráig főztük. Főzés után az iszapfázist leszűrtük és változatlan bemérési arány jelenlétében 220 g/l-es, 4,0 mv-ú lúggal 1 órán át 210°C-on feltártuk. Az eredményeket mutató *1. táblázat*ban feltüntettük a szilárd fázis összes komponenseinek kovasavra vonatkozó molarányát.

A kísérletből 3 fontos következtetést vonhatunk le:

a) Az előkezeléskor kialakultk.Na_2O/SiO_2 molarány a feltárás során nem változik, sőt a reakció tovább is mehet. Ez azt jelenti, hogy az előkezelés során képződő 3 $CaO.Al_2O_3.$ k. $SiO_2.1.H_2O$ vegyület a feltáráskor is megmarad. SiO-tartalma (k) nem csökken, sőt esetenként még növekszik is;

b) a 10 órás előkezelési időtartam 80°C-on nem elegendő a reakció befejezéséhez, a mészmennyiség egy része még nem reagált;

c) ennek következtében a feleslegben maradt mész az aluminát-oldatból Al_2O_3-t vesz fel. A röntgenfelvételek tanúsága szerint $3CaO.\ Al_2O_3.\ 6\ H_2O$ képződik.

2. Megvizsgáltuk a különböző időpontban adagolt mész hatását is. Ezen kísérletek csak a mészmennyiség és a mészadagolás időpontjának megválasztásában térnek el egymástól. Egyébként az alábbiak szerint kezeltük az anyagot. Egy 1 250 g/l k. Na_2O tartalmú 4,0 mv lúgba 350 g/l bauxitot adagoltunk. A zagyot 8 óráig főztük 95°C-on, majd 210°C-on feltártuk (feltárási idő 1 óra). A mészadagolás 3 különböző időpontban történt:

a) az előkezelés előtt,

b) közvetlenül feltárás előtt és

c) feltárás után.

Az eredményeket a *2. táblázat* mutatja, amelyben a végtermék k.Na_2O/SiO_2 molarányán kívül a feltárási hatásfokot is feltüntetjük.

Az *1.* sorszám adatai a kontrollként elvégzett, meszezés nélküli normál feltárásra vonatkoznak.

* Előző közlemények: 1. Kohászati Lapok 1965/2.
2. Kohászati Lapok, 1965/11.
3. Kohászati Lapok, 1966/6

1. táblázat

Sorszám	Előkezelési lúgkoncentráció, k.Na_2O, g/l	$\frac{CaO}{SiO_2}$	Feltárás előtt		Feltárás után		
			$\frac{k.Na_2O}{SiO_2}$	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	$\frac{CaO}{SiO_2}$	$\frac{k.Na_2O}{SiO_2}$	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$
1.	10	1,01	0,28	0,55	0,99	0,29	0,80
2.	50	1,10	0,32	0,55	1,01	0,30	0,79
3.	140	1,07	0,33	0,53	1,02	0,32	0,77
4.	240	1,02	0,36	0,61	0,98	0,32	0,76
5.	10	2,14	0,06	0,58	2,03	0,05	0,94
6.	50	2,06	0,09	0,57	2,07	0,08	0,97
7.	140	2,10	0,13	0,55	2,17	0,10	1,01
8.	240	2,14	0,29	0,61	2,12	0,22	0,99
9.	10	4,26	ø	0,53	4,24	ø	1,40
10.	50	4,13	ø	0,55	4,56	ø	1,41
11.	140	4,19	0,07	0,53	4,73	ø	1,51
12.	240	4,18	0,24	0,57	4,85	ø	1,61

2. táblázat

Mészmenyiség a bemért bauxit súly %-ára vonatkoztatva

Sorszám	Előkezelés előtt	Feltárás előtt	Feltárás után	Feltárási hatásfok, %	$k.Na_2O/SiO_2$ mólarány	Zagyszűrési sebesség, $m^3/m^2 \cdot h$
1.	—	—	—	82,2	0,74	0,277
2.	—	3	—	81,7	0,58	—
3.	—	5	—	81,2	0,55	—
4.	—	8	—	78,9	0,51	—
5.	3	—	—	82,4	0,46	0,286
6.	5	—	—	81,5	0,42	—
7.	8	—	—	80,7	0,38	—
8.	—	—	5	82,2	0,53	0,838
9.	3	—	5	82,4	0,38	0,460

A *2—3—4* és az *5—6—7* sor eredményeinek összehasonlítása világosan rámutat a meszes előkezelés előnyeire, a feltárás előtt közvetlenül adagolt mész hatásával szemben. Ezek az előnyök egyöntetűen megmutatkoznak a k. Na_2O/SiO_2 arány jelentős csökkenésében, a feltárási hatásfok növekedésében. A 8. sorban szokásos feltárás utáni kausztifikálást láthatunk, az iszap súlyára számított 15% mészszel. A *(2—3)* eredményekkel összehasonlítva az utólagos kausztifikálás jobbnak látszik, mint a közvetlenül a feltárás előtti mészadagolás, ami várható, mivel az utólagos kausztifikálás esetén lényegesen kisebb a koncentrációja (10 g/l k. Na_2O). Az *(5—6)* előkezelési kísérletekkel összehasonlítva viszont megállapítható, hogy az előkausztifikálás az utólagos kausztifikálással szemben előnyösebb. A *9.* sor, amelyben az előkausztifikálást és utólagos meszes kezelést kombináltuk, szintén jó nátrongenerálást mutat, ehhez még hozzájárul a feltárás után adagolt mésznek a szűrési sebességet növelő hatása is. (A *8—9* kísérletekhez feltüntetett feltárási hatásfokban az utólagos meszezés kihozatalt csökkentő hatását nem vettük figyelembe.)

3. A szintetikus III. típussal végzett kísérletek tapasztalatai alapján hígabb lúgokkal előkezelve hatásosabb regenerálást várhatunk. Ezért a bauxitos előkezelési kísérleteket retúrlúggal (140 g/l k. Na_2O, 4,0 mv) és kausztlúggal (6,6 g/l k. Na_2O és 6,6 mv) is elvégeztük. A sűrűlúgos kísérletekhez viszonyítva a kezelési technológia módosul, mert vörösiszap kausztfikilásából származó híglúgus kezelés után az előkausztifikált zagyot le kell szűrni és szűrés után 240 g/l-es 4,0 mv-ú feltáró lúgba adagolni. (Feltáráskor a bemérési mv megegyezik a sűrűlúgos kísérletekével.) Az előkezelés időtartamát 3 órára választottuk, 1 literes returlúgba 75 g bauxitot, 1 liter kausztlúgba pedig 350 g-ot mértünk be. A kausztlúgos kezelés mészmennyisége 3—8% bauxitra számít, a returlúgos kezelésé pedig 5%. Az előkezelés után 210°C-os feltárással kapott végtermék k. Na_2O/SiO_2 mólaránya a következőképpen alakult:

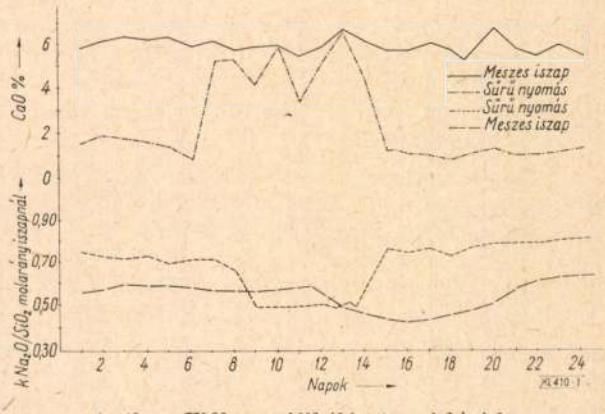
a) kausztlúg +3% mész adagolással előkezelve, majd feltárva 0,27

b) kausztlúg +8% mész adagolással előkezelve, majd feltárva 0,24

c) retúrlúg +5% mész adagolásával előkezelve, majd feltárva 0,37

Mindegyik minta a megfelelő sűrűlúgos előkezelésnél hatásosabb regenerálást mutat. Magyarázatképpen utalunk arra, hogy a kausztifikálási reakció kisebb lúgkoncentráción jobban eltolódik a CAS képződés irányba (növekvő „*k*"), másrészt kis lúgkoncentrációval a kausztifikálás előnyösebb. Az előkezelés előnyösségére végzett laboratóriumi kísérletek közül csupán néhány, a nátron regenerálásával kapcsolatos jellemző kísérletet mutatunk be.

Az előkausztifikálás hatásának tanulmányozására üzemi kísérleteket is végeztünk. Ezekből egy 1,5 hónapos szakaszt az *1. ábrán* mutatunk be, jellemezve a kísérleti időszakban a feltárt zagy és meszesiszap CaO-tartalmának és k. Na_2O/SiO_2 mólarányának alakulását.



1. ábra. Előkausztifikálás üzemi kísérlete

Az üzemi kísérletek alapján készített kalkuláció tanúsága szerint meszes feltárással 3,5—4,5% CaO adag hatására elérhetjük a klasszikus kausztifikálás 10% CaO kausztifikálási hatásfokot.

Ennek alapján a meszes előkezelés, majd ezt követő feltárás a kausztifikálási mészköltségek csökkenését, vagy azonos meszet felhasználva a kausztifikálási hatásfok lényeges növelését idézi elő a klasszikus eljárással szemben. További előnyként jelentkezik a kausztifikálás gőzfelhasználásának elmaradása. A hátrányt a mész P_2O_5 és V_2O_5 megkötő tulajdonsága jelenti. Mész jelenlétében az üzemi aluminátlúgok P_2O_5-tartalma az eredeti értékének felére-harmadára csökken a képződő kalciumfoszfát kis oldhatósága miatt. Az aluminátlúgok V_2O_5-tartalma csak kis mértékben csökken, ennek ellenére a vanádiumsó kiválása a keverés során gyakorlatilag megszűnik. Ennek az az oka, hogy a vanádiumot tartalmazó fluofoszfovanadát 3-as sókiválásához a megmaradó P_2O_5 koncentráció nem elegendő. Nátriumvanadát, illetve fluovanadát-2 sókiválásához pedig olyan nagy V_2O_5 koncentráció lenne szükséges, ami a gyakorlatban a mesterséges vanádium-kiválasztás teljes elmaradásakor sem alakul ki. A vanádiumsó kiválás elmaradása hátrányos a hazai vanádium-pentoxid gyártás csökkenése miatt, de előnyös a timföldhidrát kisebb szennyezettsége, illetve könnyen kimoshatósága szempontjából.

A gazdasági számítások azt mutatták, hogy a vanádium-pentoxid termelés csökkenéséből adódó népgazdasági kár figyelembevételével is előnyös, gazdaságos a feltárás előtti mészadagolás.

Az Al_2O_3 visszanyerése a kausztifikáláskor keletkezett CA-ból és CAS-ból

Az előzőkben ismertetett adatokból látható, hogy meszes kezelés közben ugyan a CaO mennyiségének növelésével a nátronvisszanyerés tökéletesebb, azonban az Al_2O_3 veszteségek is növekednek, tehát az optimális mészadagolás megállapításakor kompromisszumot kell kötnünk a nátronveszteség csökkentési mértékének és az Al_2O_3 veszteségének kiegyensúlyozására. Ha a kezeléskor több meszet adagolunk, a feltárási hatásfok romlik. Mivel a mész egy része reakcióba lép az aluminátlúgos közeg Al_2O_3-tartalmával és a képződő oldhatatlan $3CaO.3Al_2O_3.6\ H_2O$ az iszappal eltávozva Al_2O_3-veszteségekhez vezet. Ennek az Al_2O_3-veszteségnek egy részét azonban szódás kezeléssel visszanyerhetjük. Erre több irodalmi utalást is találhatunk, sőt egy szovjet technológia az Al_2O_3 Dorr-sori szódás visszaoldására gyakorlati példát is szolgáltat [1].

Kísérleteinkkel elsősorban a szódás oldás hatásosságára akartunk tapasztalatai adatokat szerezni. Az elsőként közölt kísérleteinkben a szintetikus CA-ból történő visszaoldás eredményeit ismertetjük. Hidegen telített szódaoldattal a forráspont hőmérsékletén és feltáróbombában 210°C-on dolgoztunk (egy kezelés időtartama 1 óra). A szintetikus CA is kétféleképpen készült: 200 g/l-es, 1,6 mv-ú aluminátoldatból 80°C-on 3 órás lecsapással, illetve 210°C-on 1 órás főzéssel 50 g/l CaO jelenlétében. Az Al_2O_3-ot az alábbi mértékben sikerült visszanyerni:

Minta	Szódás kezelés körülményei	Al_2O_3 visszanyerés, %
80°C-on lecsapolt CA	1. forrponton kezelve	94,2
	2. 210°C-on kezelve	97,6
210°C-on készített CA	1. forrponton kezelve	83,6
	2. 210°C-on kezelve	88,0

A kétféle eredetű CA nem regenerálható egyenlő mértékben. Feltehető, hogy a feltárás körülményeit utánzó 210°C-os előállítás közben más fizikai tulajdonságokkal rendelkező, kevésbé aktív CA keletkezik. Az üzemi meszes kezeléssel azonban nemcsak CA, hanem a NASz-os kölcsönhatás következtében CAS is képződik. Az Al_2O_3-visszanyerés — mint a következő adatok is mutatják — feltehetően csak kovasavat nem tartalmazó CA jelenlétében lehetséges. *Például:* a szintetikus III. típus 10 g/l-es lúgban $CaO/SiO_2 = 2$ molarányú anyag meszes kezelése, majd ennek 210°C-os feltárás után kapott terméket (lásd 1. táblázat, 1. minta) szódaoldattal főzve, az Al_2O_3 visszanyerés a következőképpen alakult:

a) hidegen telített szódaoldattal forrponton főzve: 32,8% Al_2O_3 visszanyerés

b) hidegen telített szódaoldattal 210°C-on főzve: 37,2% Al_2O_3 visszanyerés

A kísérlet megvalósítása

Ismert összetételelű bauxitot (Fe_2O_3: 19,6%; Al_2O_3: 49,6%; SiO_2: 5,0%) 263,0 g/l k.Na_2O koncentrációjú lúggal 1,6 mv-ra bemérve 6, illetve 8% (bauxitsúlyra számolt) mész jelenlétében 90°C-os 8 órás előkezelés után 210°C-on feltártunk (időtartam 1 óra).

Feltárás után a zagyot dekantálással az üzemi ülepítő Dorrok koncentrációjára hígítottuk, majd 13 óráig az üzemi Dorrok hőmérsékletén tartottuk, ezután az iszapot a következő mosólépcső koncentrációjára hígítottuk. 13 órányi pihentetés után ismét tovább hígítottuk összesen 5 lépcsőben az üzemi körülmények reprodukálása céljából. A hígított zagyok hőmérsékletét és lúgkoncentrációját a *3. táblázat* ismerteti.

3. táblázat

CaO, %	k.Na_2O, g/l	Mv	Hőmérséklet, °C
6	132,0	1,74	98
6	70,5	1,97	85
6	30,0	2,53	77
6	17,0	2,74	74
6	6,0	2,74	76
6	4,0	2,74	84,0
8	132,0	1,74	98
8	73,6	1,92	85
8	30,2	2,43	77
8	19,4	2,62	74
8	7,0	2,62	76
8	4,0	2,62	84

A minták lépcsőzetes kezelése után az iszapot szűrtük és 20—50 g/l-es szódaoldattal 95°C-on 4 óráig főztük. A szódaoldat koncentrációján kívül az iszapbemérést is változtattuk. Az oldat és az iszapkoncentráció különböző kombinációival kapott feltárási hatásfok értékeit a *4. táblázat*ban ismertetjük.

4. táblázat

CaO, %	Nedves iszap bemérés, g	Szódaoldat		Feltárási hatásfok %
		mennyisége, ml	koncentráció, g/l	
0	—	—	—	86,0
6	—	—	—	84,3
6	100	500	20	85,2
6	100	1000	20	85,8
6	100	500	50	85,9
6	100	1000	50	86,4
8	—	—	—	81,3
8	100	500	20	84,0
8	100	1000	20	84,9
8	100	500	50	85,0
8	100	1000	50	85,7

Az eredményeket diagramban (1. ábra, 2 görbe) ábrázolva leolvasható az a szódamennyiség, amelyet 1 kg száraz iszaphoz kell adagolni, hogy a meszezés nélküli iszap feltárási hatásfokát elérjük. Ennek értéke a 6% mésztartalmú mintával 0,65 kg Na_2CO_3 (8% CaO tartalmú mintával pedig 1,15 kg). A megadott számok nem a szóda tényleges veszteségét, hanem a regeneráláshoz szük-

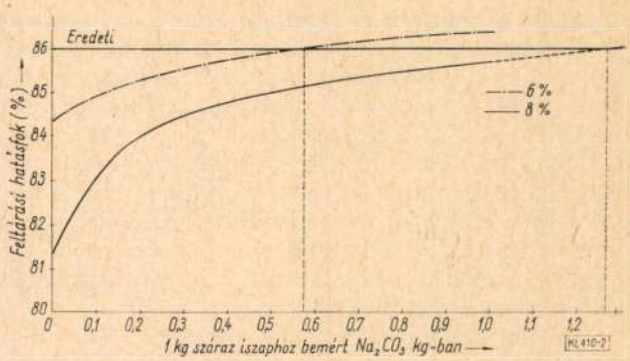
séges szóda mennyiségét mutatják. A tényleges szódaveszteség az említett értékeknek 8—10%-a az iszapban jelenlevő CA mennyiségtől függően.

A kis modolusú bauxitok feldolgozására vonatkozó kísérletek

A Bayer-eljárással 6-os modulnál rosszabb minőségű bauxitok feldolgozása a gazdaságosság romlásán túl technológiai szempontból is körülményes. A III. típusú NAS képződési és oldhatósági viszonyainak, valamint előnyös kausztifikálhatóságának ismeretében szóba kerülhet az ismert aluminátlúgos bauxit-kovasavtalanítás hatásfokának a javítása, amivel a Bayer-eljárással feldolgozandó bauxit modulusa jelentősen növelhető. Emlékeztetünk arra a megállapításra, hogy az aluminátlúgok mv-a erősen meghatározza a SiO_2 oldhatóságát. Ha a bauxitot 4,0 mv-ú 220 g/les k.Na_2O tartalmú aluminátlúggal kezeljük, az oldat SiO_2 szintje 4—5 g/l-es SiO_2-értéket ér el, ugyanakkor az előfeltárás következtében Al_2O_3 is oldódik. Szelektívebb kovasav-oldódást érhetünk el, ha az említett kezelésre kisebb mv-ú lúgot használunk. Várható, hogy ekkor a kiszűrt bauxit modulusa javulni fog, ugyanakkor az oldat SiO_2-szintje is nagyobb lesz és a különválasztott oldat meszes kezelésével nagyobb hatásfokú kovasavtalanítást érhetünk el.

Az elmondottakon kívül a III. típus képződésének biztosítására a hőmérsékletet is alacsony szinten kell tartani. A következőkben ismertetett kísérletünkben 220 g/l k.Na_2O tartalmú, 1,6 mv-ú alumintlúgot használtunk. A bauxitot 300 g/l-es beméréssel 10 órán keresztül 70°C-on kezeltük. 10 óra múlva a bauxitot és a lúgfázist szétválasztottuk. A lúgfázis SiO_2-tartalma 10,24 g/l-es szintet ért el. A bauxit modulusa 5,6-ról 10,85-re emelkedett. (Eredeti bauxit: Al_2O_3; 49,2, SiO_2; 8,8%, kezelt bauxit: 53,8%, Al_2O_3, SiO_2; 4,96%.)

A lúgot 100 g/l-es k.Na_2O-ra hígítottuk, majd mész hozzáadásával ($CaO/SiO_2=2$) 85°C-on óráig kevertük. A hígítás célja az, hogy kisebb koncentráción a kisebb egyensúlyi kovasavszint miatt jobb kiválást érjünk el és feltétlenül biztosítsuk a III. típus stabilitási tartományát. 16 óra múlva a lúg SiO_2-tartalma 1,24 g/l-re csökkent. A kiváló szilárd fázis összetétele az elemzés szerint: Fe_2O_3%; 0,0; Al_2O_3%; 20,4; SiO_2%; 8,12; Na_2O%, 3,4; CaO%; 26,2. Elkészítettük az anyag röntgenfelvételét is, ami a várakozásnak megfelelően V. és III. típus jelenlétét mutatta. Ezek szerint tehát a Al_2O_3-nak NASz-ra eső részét figyelmen kívül hagyva, a CaO/Al_2O_3 molarány valóban jól egyezik a $3\,CaO.Al_2O_3.6\,H_2O$ összetételének arányával. A lúgfázis kovasavtalanodásának mértéke 78%-os volt. Ha a dús kovasavtartalmú lúgfázis deszilikálási hőmérsékletét növeljük, jobb kovasavtalanítás érhető el — pl. az előző kísérlet lúgjával 150°C-on egyébként azonos körülmények között 84%-os volt a SiO_2 csökkenése, de a képződött termékben megnőtt a NASz mennyisége, amely az egyensúlyi viszonyok miatt már nem is III. típus, hanem a nagyobb nátrontartalmú IV-es fázis.



2. ábra. Ca-aluminát visszaoldása Na_2CO_3-mal

Végeredményben tehát nem célszerű növelni a deszilikálás hőmérsékletét. A dús SiO_2-tartalmú lúgfázis deszilikálási hőmérsékletét 55°C-ra csökkentve 16 óra alatt viszont csak 29%-os kovasavcsökkenést értünk el, tehát a deszilikálás hőmérsékletével lefelé sem célszerű menni.

Dús Fe_2O_2-tartalmú vörösiszap előállítására vonatkozó kísérletek

A 2. közleményben a II. fázis egyensúlyi viszonyainak ismertetésében ígértük, hogy a későbbiekben megvizsgáljuk a vörösiszap Fe_2O_3 dúsításának a lehetőségét. Az 1. közlemény 10. táblázatában ismertettük a nátrolitok oldhatóságát nagy Na_2O-koncentrációjú lúgokban. Az ott közölt eredmények alapján az alábbi laboratóriumi kísérleteket végeztük el.

Az első kísérletekhez 750 g/l k.Na_2O tartalmú kereskedelmi nátronlúgoldatot használtunk. Az oldási hőmérséklet: 95°C, idő: 2 óra, vörösiszap mennyisége 190 és 130 g/l liter lúgban, 2 órás kezelés után a vörösiszapot szűrtük, mostuk, a lúgfázist és a kapott vörösiszapot elemeztük. A felhasznált vörösiszap összetétele:

Fe_2O_3: 34%, Al_2O_3: 26,5%, SiO_2: 14,24%, Na_2O: 9,7%.

A lúgfázis összetétele 2 órányi oldás után:

Vörösiszap bemérés g/l-hez	ö. Na_2O g/l	Al_2O_3 g/l	SiO_2 g/l
190	754	43,4	25,0
130	737	29,3	17,2

A vörösiszap összetétele 2 órányi oldás után:

Vörösiszap-bemérés, g/l-hez	Fe_2O_3, %	Al_2O_3, %	Na_2O, %	SiO_2, %	Na_2O-beoldódás, %	SiO_2-beol dódás, %	Al_2O_3-beoldódás, %
190	61,2	5,22	5,00	7,0	71,5	72,6	89,0
130	66,4	3,20	4,20	5,96	78,0	78,8	93,8

Az eredmény azt mutatja, hogy a vörösiszap Fe_2O_3-tartalmát megfelelő bemérést használva, pl. 750 g/l k.Na_2O-tartalmú frisslúggal jelentősen dúsítani lehet. Ez a termék a vaskohászatban jól felhasználható. Az iszapban levő Na_2O, Al_2O_3 és SiO_2 kb. 80%-ban oldódik a lúgban. A kapott folyadékfázis igen dús kovasav-tartalmú. Ezt a lúgot ebben a formában a további technológia folyamán nem lehet felhasználni, ezért a következőképpen próbáltuk a kovasavat a lehető legkisebb nátronveszteséggel eltávolítani.

A dús nátron- és kovasav-tartalmú oldat deszilikálásakor először itt is hígítással próbálkoztunk. A két órás iszapoldás után 30 g/l k.Na_2O-ra hígítottuk az oldatot és szobahőfokon 18 órán át kevertük. Ezen kezelésnek célja a kovasav amorf NASz alakjában való kiválasztása volt, mert annak nátrontartalma kausztifikálással nagy mértékben visszanyerhető. A 700 g/l-es k.Na_2O-tartalmú és 17 g/l SiO_2-tartalmú oldat a hígítás és 18 órás kezelés után azonban csak 25%-ban kovasavtalanadott.

A következő kísérletben 626 g/l k.Na_2O-tartalmú, 18,4 g/l SiO_2-tartalmú oldathoz a jó deszilikálás céljából CaO-t adagoltunk. $CaO/SiO_2 = 2{,}0$, lehígítás utáni koncentráció 50 g/l k.Na_2O, hőmérséklet: szobahőfok, tartózkodási idő 2 óra. Az oldat kovasav-tartalma 0,5 g/l-re csökkent, azaz a kovasav eltávolítása 66%-os. Meszezéssel tehát jelen esetben a deszilikálás sebességét igen nagy mértékben tudjuk javítani. A két kísérlettel kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy a szilárd és a folyékony fázis szétválasztása a kovasav beoldása után igen nehéz.

A vörösiszap oldását 95°C helyett 160°C-on is elvégeztük, 4 óráig 650 g/l-es lúggal, 100 g/l-es iszap beméréssel. Az elért SiO_2-koncentráció 20,1 g/l a folyékony fázisban. A kapott iszapfázis összetétele oldás után: Fe_2O_3: 75,2%; SiO_2: 2,34%; Al_2O_3: 0,0% (eredeti iszap összetétele: Fe_2O_3: 34%; Al_2O_3: 26,5%; SiO_2: 14,24%; Na_2O: 9,7%).

A magasabb hőmérsékleten az Fe_2O_3 további dúsulása következett be és a legnagyobb kovasavtartalmú folyadékfázist kaptuk. Ebből az oldatból a továbbiakban a kovasavat II. fázison ($Na_2O.2CaO.2SiO_2.H_2O$) keresztül próbáltuk kiválasztani. A szűréssel szétválasztott oldathoz $CAO/SiO_2 = 1{,}0$, illetve 2,0 értéknek megfelelő meszet adtunk és 210°C-on acélbombában 4 óráig olajfürdőbe helyezve forgattuk, majd a kivált anyagot szűrtük, mostuk és elemeztük. A folyódékfázis SiO_2-tartalma a meszes kezelés után:

CaO/SiO_2	k.Na_2O, g/l	SiO_2, g/l
1,0	248,0	1,40
2,0	242,0	1,30

Ez 81,7%-os, illetve 82,6%-os kovasav-csökkenésnek felel meg.

A kivált anyag összetétele a következő:

CaO/SiO_2	Fe_2O_3, %	Al_2O_3, %	SiO_2, %	k.Na_2O, %	CaO, %	k.Na_2O/SiO_2	CaO/SiO_2
1,0	10,4	4,1	22,16	6,8	41,4	0,30	2,00
2,0	12,8	5,1	22,88	6,4	40,3	0,27	1,88

Az eredmények szerint a folyadékfázisban jó kovasavtalanítás érhető el, azonban az egyensúlyi viszonyok miatt önmagában II. fázis nem képződik. A tiszta II. fázisban CaO/SiO_2 mólarány 1,0, a jelenleg képződött termékekben azonban 2,0 és 1,88. A k.Na_2O/SiO_2 mólarány tiszta termékben 0,5, a jelen esetben viszont csak 0,3 és 0,27. A mólarányok eltolódásából, valamint a készített röntgenfelvételek kiértékelése alapján megállapítottuk, hogy a II. fázis mellett szabad $Ca(OH)_2$ és IV. típusú nátrium-alumínium-szilikát is van jelen. A II. fázis mellett a mész jelenléte természetes (egyensúlyi diagram, 2. közlemény). A NASz jelenléte arra utal, hogy a reakció még nem fejeződött be.

A jó eredményeken kívül meg kell említeni, hogy az eljárás gyakorlati alkalmazását az iszap és a lúgoldat hosszadalmas szétválasztása nehezíti.

Megvizsgáltuk az iszap szűrhetőségének a változását a lúgos kezelés hőmérsékletének függvényében:

Szűrési nyomás, at.	Iszapoldás hőmérséklete, °C	Szűrési sebesség, m^3/m^2 h
5	95	0,0066
10	95	0,0960
5	120	0,0550
10	120	0,3070
10	160	Az anyag igen gyorsan átszűrődött

Az iszapkezelés hőmérsékletének emelésével a szűrési sebesség jelentősen javítható, ami az eljárás gyakorlati megvalósíthatóságát és gazdaságosságát nagyon előnyösen határozza meg. Ebben az irányban további vizsgálatok elvégzését tartjuk szükségesnek.

Összefoglalás

Befejező közleményünkben a korábbi elméleti megfontolásokból következő, néhány gyakorlati alkalmazási lehetőség laboratóriumi és üzem kísérleteit írtuk le. Foglalkoztunk a bauxit előzetes meszes kezelésének hatásával és megállapítottuk, hogy ez a módszer mind a laboratriumi, mind az üzemi kísérletek alapján reális lehetőséget nyújt a nátronveszteségek jó hatásfokú csökkentésére. Az utólagos kausztifikálással összehasonlítva a veszteségek csökkentésének ezt a módját gazdaságosabbnak tartjuk.

Az előzetes meszes kezelés során károsan képződő CA szódás kezeléssel megbontható és nagyobb mészadagolás esetén is jó feltárási hatásfok érhető el.

Laboratóriumi kísérletek alapján lehetségesnek tartjuk alacsony modulusú bauxitok minőségének megjavítását, kis modulusú aluminátlúggal végzett előzetes kovasavtalanítás beiktatásával.

(Folytatás a 48. oldalon)

Alumínium-készáruiparunk fejlődése, eredményei és perspektívája

Dr. DOMONY ANDRÁS a műszaki tudományok doktora,
Dr. ROTT NÁNDORNÉ

DK 669.717.002.64:338.4/338.5:338.98

Az ipar fejlődése

A világ ipari fejlődésének legfontosabb tényezői a minden iparágban egyaránt nagy szerepet betöltő fémes szerkezeti anyagok. Az ipar fejlődési ütemére jellemző a különböző szerkezeti anyagok felhasználási százaléka. 1950—1965 között a *fémes szerkezeti anyagok világfogyasztása* az alábbiak szerint növekedett az 1950. évi fogyasztáshoz képest:

Alumínium	300%
Acél	170%
Cink	85%
Réz	80%
Ólom	65%

Mennyiségben ugyanezen időszak alatt a világ alumíniumfogyasztása 1,6 millió tonnáról 6,3 millió tonnára növekedett. Így nemcsak százalékos emelkedése haladta meg az összes többi fémes szerkezeti anyagét, hanem — az acél kivételével — mennyiségben is. A következő összeállítás az 1900—1965 közötti időszakra vonatkozóan szemlélteti a fémes szerkezeti anyagok termelését, 1000 tonnás mennyiségben:

Anyag	1901—10	1911—20	1921—30	1931—40	1941—50	1951—60	1965
Alumínium	10	50	250	500	1 200	3 100	6 600
Réz	780	1100	1400	1 600	2 400	3 200	6 000
Ólom	900	1100	1500	1 400	1 700	2 600	3 200
Cink	760	900	1300	1 500	1 500	2 200	4 000
Acél	.	.	.	124 000	265 000	384 900	452 000

Az 1930-as évektől kezdődően a világ alumíniumfogyasztása 10 éves időszakonként *megkétszereződött*. Az alumínium kezdeti felhasználási időszakában, az 1900-as évek elején az 1 főre jutó alumíniumfogyasztás 0,05 kg volt, 1964-re pedig ez a mennyiség 1,70 kg-ra, tehát több mint 30-szorosára nőtt!

Ez a hatalmas fejlődés hazai alumíniumfogyasztásunkban is tükröződik. Amíg az ipari termelés összmennyisége 1950—1965 között kb. négyszeresére nőtt, alumíniumfogyasztásunk hatszorosára emelkedett az *1. táblázat* adatai szerint. Ez irányú fejlődésünk legjobban lemérhető a magyar alumíniumipar kezdeti kialakítási időszakának, az 1940-es évek elejének 0,2 kg-os és az 1965. év fejenkénti csaknem 6 kg-os belföldi alumíniumfogyasztásából.

1. táblázat

A magyar ipari termelés összmennyiségének összefüggése a hazai alumíniumfogyasztással
(Bázis: 1950. év)

Év	Ipari termelés összmennyisége, %	Belföldi alumíniumfogyasztás, %
1950	100	100
1953	182	181
1954	188	196
1955	202	231
1956	185	238
1957	206	255
1958	232	340
1959	254	375
1960	286	438
1961	317	454
1962	342	457
1963	368	540
1964	400	582
1965	420	613

Az egyes országok *alumíniumfelhasználása* nagymértékben eltér egymástól. A fogyasztási fejadagok 1963-ban 0,15—15,1 kg között változtak, amint ez a *2. táblázatból* látható. Magyarország kereken 5 kg-os akkori fejadagjával — bár a fejlett alumíniumiparral rendelkező nyugati országok színvonalát nem érte el — az alumíniumfelhaszná-

2. táblázat

Egyes országok alumíniumfogyasztási fejadagja 1963-ban

10 kg/fő felett:	USA	15,10
8—9 kg/fő között:	Svájc	8,60
	Kanada	8,10
7—8 kg/fő között:	NDK	7,40*
6—7 kg/fő között:	NSZK	6,94
	Svédország	6,66
	Anglia	6,48
	Csehszlovákia	6,40*
5—6 kg/fő között:	Franciaország	5,41
	Ausztrália	5,40
	Magyarország	5,07
	Norvégia	5,06
4—5 kg/fő között:	Hollandia	4,50
	Ausztria	4,45
3—4 kg/fő között:	Szovjetunió	3,90*
	Olaszország	3,53
	Japán	3,20
	Finnország	3,08
2—3 kg/fő között:	Dánia	2,50
	Lengyelország	2,36*
	Jugoszlávia	2,20
1—2 kg/fő között:	*Világ átlag*	1,69
	Bulgária	1,20*
	Spanyolország	1,13
	Románia	1,05*
1 kg/főnél kevesebb:	Brazília	0,65
	Görögország	0,50
	Mexikó	0,39*
	Kína	0,20*
	India	0,15

* Becsült érték

3. táblázat

Egyes jellegzetes országok feldolgozóiparának alumíniumfogyasztása a legfontosabb felhasználási területek csoportosításában, 1964-ben

Iparágak	Magyarország		Ausztria		Franciaország		Olaszország		Svájc		USA	
	kg/fő	%	kg/fő	%	kg/fő	%	kg/fő	%	kg/fő	%	kg/fő	%
Járműgyártás	1,11	20,3	0,30	7,6	1,71	32,8	1,50	42,3	0,73	7,4	4,10	25,4
Gépipar	0,25	4,5	0,16	4,6	0,49	8,2	0,30	8,2	2,36	23,7	1,01	6,5
Villamosipar	1,96	35,8	0,65	15,4	0,72	12,2	0,22	5,6	1,02	10,3	2,00	12,1
Építőipar	0,19	3,5	0,44	10,4	0,48	8,0	0,44	11,2	2,36	23,7	4,00	24,8
Vegyi-, élelmiszeripar, mezőgazdaság	0,49	8,9	0,13	3,0	0,11	1,9	0,05	1,3	0,12	1,2	0,24	1,5
Csomagolóipar			0,92	21,2	0,60	10,0	0,29	7,7	1,71	17,2	1,41	8,7
Edény és háztartási cikkek	0,40	7,4	0,12	2,8	0,67	11,4	0,28	7,3	0,54	5,5	1,55	9,6
Porgyártás	0,20	3,7	0,23	5,3	0,18	3,2	0,24	6,1	—		0,11	0,7
Vas- és acélipar			0,31	8,3	0,21	3,6	0,09	1,9	0,07	0,7	0,64	4,0
Tömegcikkipar	0,41	7,5	0,09	2,1	0,15	2,7			0,27	2,8		
Egyéb	0,46	8,4	0,88	19,3	0,35	6,0	0,31	8,4	0,74	7,5	1,07	6,7
Összes alumínium-fogyasztás	5,47	100,0	4,23	100,0	5,671	100,	3,72	100,0	9,92	100,0	16,13	100,0

lás szempontjából nem kedvezőtlen rangsorolású, hiszen megelőzi többek között Olaszországot, Csehszlovákiát, Jugoszláviát és Japánt. Az egyes országok belső alumíniumfogyasztásába az importált alumíniummennyiség is beleértendő.

Az alumíniumfogyasztás vizsgálatában igen figyelemre méltó az *iparágak részesedése* a rendelkezésre álló alumíniummennyiségből. Ezek az adatok is országok szerint változnak, az egyes iparágak igényei szerint. A *3. táblázat* mutatja a legfontosabb feldolgozó iparágak alumíniumfogyasztásának alakulását Magyarországon és néhány más országban.

Az adatok összevetéséből megállapítható, hogy

a) a villamosipar alumíniumfogyasztási fajlagosa Magyarországon kereken 2 kg/fő, ami világviszonylatban is igen figyelemre méltó szám. Ennek magyarázata, hogy villamosipari alumíniumtermékeink — elsősorban szabadvezetékeink — évi több ezer tonnás mennyiségben Európától kezdve Indián Dél-Amerikán át Afrikáig egyformán *keresett exportcikkek*. Az alumíniumköpenyű és szerkezetű földkábelek korszerű gyártásának megindításával újabb, jelentős mennyiségű alumíniumot igénylő villamosipari termékek gyártása kezdődött meg. Ez a magyar alumíniumfogyasztáson belül a jövőben előreláthatólag még inkább fokozza a villamosipari alumíniumigény részarányát. 1960-ban a villamosipari célokra felhasznált alumínium kereken 50%-a export termékek gyártását szolgálta;

b) a *járműiparnak* 1,1 kg/fő-s és az *edényiparnak* 0,4 kg/fő-s magyar fejadagja nagyjából megfelel a hasonló ipari struktúrával rendelkező más országok számainak. Mindkét iparág az alumíniumfeldolgozás szempontjából hagyományosnak tekinthető. A két ágazat egyes alumíniumtermékekben jelentős exportot is bonyolít le, ami az igényelt alumíniummennyiségnek kb. 30%-át tette ki;

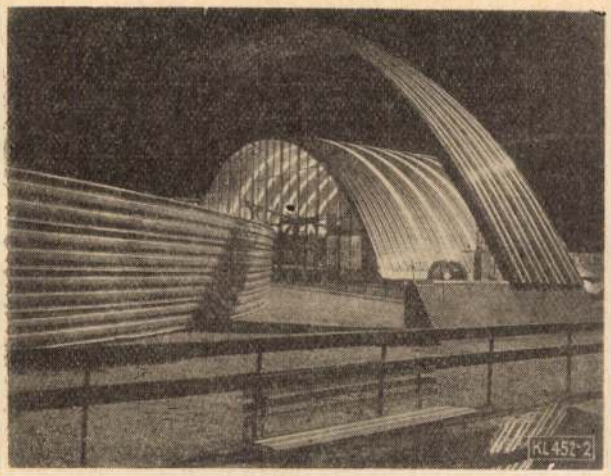
c) a *vegyi-, élelmiszer- és csomagolóipar* hazai fajlagos alumíniumfogyasztási száma (0,5 kg/fő) arra hívja fel a figyelmet, hogy ezekben az iparágakban alumíniumfogyasztásunk elmaradt a fejlett államok szintjétől. Ez különösen szembetűnő a *csomagolási célokra* használt alumíniummennyiségek vizsgálatakor, ahol az alumíniumfólia mennyisége Magyarországon 0,1 kg/fő, míg az USA-ban megközelíti az 1,0 kg-ot, az NSZK-ban pedig eléri a 0,75 kg-ot. Az alumíniumtubus felhasználása Magyarországon 1962-ben 5 db/fő volt; ugyanakkor az NSZK-ban elérte a 18 db/fő mennyiséget;

d) a gépipar és tömegcikkipar alumíniumfogyasztása Magyarországon messze nem tartott lépést a világ fejlődésével. Ezt az eddigi szűkös fémellátás csak részben indokolja. Minthogy a gépipari termékek súlyával, élettartalmával, karbantartási szükségleteivel szemben az igények csak az utóbbi időben fokozódtak, a nagyobb mennyiségű könnyűfémfelhasználással járó minőségjavítás is csak most kezd lassan teret hódítani; és

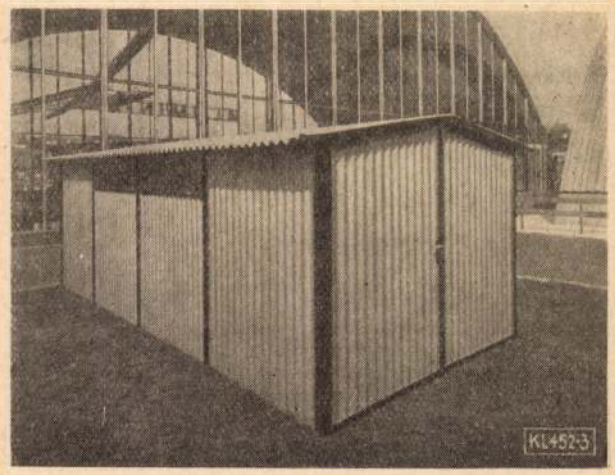
e) legelmaradottabb a magyar alumíniumfelhasználás az *építőiparban*. Itt a hazai és a fejlett ipari államok adatai között a különbség a fogyasztásnak több mint tízszerese (Magyarországon



1. ábra. Alumínium kiállítási csarnok és Xenon lámpaoszlop



2. ábra. 40 m fesztávolságú, önhordó alumínium csarnokszerkezet és próbaívek



3. ábra. Összerakható alumínium garázs

0,2 kg/fő, az USA-ban meghaladja a 3,0 kg-ot). Az alumíniumból készülő épületszerkezeti megoldások fejlesztése nemcsak építőiparunk gépesítését hivatott elősegíteni és a kis termelékenységű építőipari karbantartási munkákat csökkenteni, hanem komoly lehetőséget is ad alumíniumból készülő export-termékek gyártására.

Az iparban felhasznált alumíniumból kétfajta terméket készítenek. Az első csoportba tartoznak az ún. „alumíniumhordozó" készáruk. Ezek termelése, illetve használata során az alumíniumjelleg még kidomborodik, az előállításukhoz szükséges alumíniumanyagok részesedése pedig az önköltség 15%-ánál nagyobb. A legfontosabb ilyen gyártmánycsoportok:

alumínium sodronyok és kábelek,
alumínium öntözőcső rendszerek,
alumínium tartályok,
alumínium tejeskannák és propán-bután gázpalackok
egyéb vastagfalú alumínium csomagolóeszközök (pl. ládák),
alumínium nyílászáró szerkezetek,
alumínium radiátorok és hőcserélők,
alumínium edények,
alumínium camping-bútorok,
alumínium tubusok, fólia-csomagolóeszközök, konzervdobozok,
alumínium hajótestek,
gépészeti alumíniumszerkezetek,
építészeti alumíniumszerkezetek.

A második csoportba tartoznak mindazok a felhasználások, ahol már alig észrevehető az alumínium-alkatrész önálló jellege. A két csoport részaránya 1960-ban 50—50%-os volt. Ugyanakkor az első csoport termeléséből kereken 38% került exportra.

Alumíniumiparunk fejlődésére döntő fontosságú volt az elmúlt tervperiódus. Erre az időszakra esik ugyanis a *magyar—szovjet timföld-alumínium egyezmény* megkötése. Az egyezmény módott adott arra, hogy a magyar bauxit feldolgozását össze lehessen kapcsolni az olcsó szovjet vízienergia felhasználásával. Bauxitkincsünk gazdaságos nagyipari felhasználását energiaszegénységünk erősen korlátozta. Ez a korlátozó tényező feloldódott azzal, hogy timföldünk egy részének villamosáram-igényes kohósítására olcsó szovjet energiát lehet felhasználni. Az ilyen igen kedvező önköltséggel termelt tömbalumínium továbbfeldolgozását pedig a magyar fémmegmunkáló ipar végzi. Bár a magyar—szovjet timföld-alumínium egyezmény hatása csak az elkövetkező tervidőszakban fog érvényesülni, a most zárult tervperiódus második felében már megmutatkoztak az alumíniumipar területén kidolgozott nemzetközi munkamegosztások eredményei.

Az elmúlt tervidőszak alatt nemcsak a belföldi alumíniumfogyasztás emelkedett, hanem jelentősen növekedett alumíniumiparunk *közvetlen* és *közvetett exportja* is. Erre jellemző, hogy a legfontosabb alumínium-késztermékek exportja kétszeresére nőtt, ami több mint 10 millió $ többletdevizabevételt eredményezett.

Az alumínium belföldi fogyasztásának és a gyártmányok exportjának növelését a Magyar Alumíniumipari Tröszt területén elért műszaki fejlesztés jelentősen elősegítette. A tervidőszak alatt az alumínium félgyártmány-termelés mennyisége kereken 20%-kal növekedett és emellett jelentősen bővült a gyártmányok választéka is. A világszint megközelítése érdekében azonban elsősorban az építő-, a gép- és a csomagolóiparban kell újabb, gazdaságos alumíniumfelhasználási területek feltárásával növelni a hazailag feldolgozásra kerülő alumínium mennyiségét. Ezért szükséges egyes termékeinket korszerűsíteni, használati értéküket növelni és fokozni világpiaci versenyképességüket.

Annak érdekében, hogy az egyre fejlődő alumíniumipar termelését a népgazdasági érdekek figyelembevételével, a különböző felhasználó iparágak igényeinek megfelelő kielégítésére fordíthassa, létesítette a Magyar Alumíniumipari Tröszt — az OMFB-vel karöltve és az összes érdekelt tárcákkal egyetértésben — 1964-ben az Alumínium Alkalmazástechnikai Központot. A Központ újabb szerkezetek kidolgozásával, alumínium prototípusok megterveztetésével és kiviteleztetésével tevékenységét az alumíniumfogyasztás szempontjából eddig leginkább elmaradott területeken igyekszik folytatni. Ezzel a különböző gépipari, építőipari termelő vállalatokat újabb, korszerű, gazdaságos alumíniumszerkezetek kivitelezésére ösztönzi (pl. szétszedhető, szállítható, gyorsan felállítható raktárépületek, jobb terméshozamot biz-

tosító, mozgatható üvegházak stb.). Ugyanakkor elősegíti az érdekelt iparágakkal karöltve olyan felhasználási területek kimunkálását, ahol az alumíniumszerkezet az eddigiekhez képest gazdaságosabb, korszerűbb, tetszetősebb (pl. készételek csomagolása alumíniumba, konzervek üvegzáró lapkái stb.).

Az alumíniumfelhasználás előnyei

Az alumínium különböző területeken való felhasználásának a népgazdaság számára jelentkező előnyei 3 főcsoportba sorolhatók:

1. *Importmegtakarítás* — a színesfémek (elsősorban réz, ólom és ón) alumíniummal való helyettesítésével. Főként a villamosiparban jelentős, ahol az erős- és gyengeáramú, alumíniumból készült vezetékanyagok ma már igen sok területen teljes műszaki értékkel váltják fel a hagyományos rézmegoldásokat kb. fele áron. Ezen a területen átlagosan 1 tonna alumíniummal 1000 $ értékű importált színesfémet lehet megtakarítani.

Az importmegtakarítás másik nagy területe az élelmiszercsomagoló ipar, ahol az import fehérbádog helyettesíthető gazdaságosan alumíniummal, főként konzervdobozokhoz és üveglezáráshoz. A mélyhűtött ételek csomagoló anyagaként is előnyös az alumínium, amivel import kartont lehet gazdaságosan megtakarítani. Ezenfelül az alumínium jó hővezető képességével a gyorsfagyasztóberendezések kapacitását is kb. 20%-kal lehet fokozni.

Az import faanyag megtakarítására söröshordók készülnek alumíniumból, ami a karbantartási munkák kiküszöbölését teszi lehetővé, a hordók élettartamának meghosszabbításával együtt.

2. *Önsúlycsökkentés* — elsősorban a járművekre és mozgó alkatrészekre fontos szempont. 1000 autóbusz után a kisebb súly miatt az üzemköltség egy év alatt elért megtakarítási összegéből 10 további autóbusz készíthető. A villamos vontatású járművekkel pedig a súlycsökkentés miatt megtakarított villamosenergia kb. 25%.

Talán legjobban érzékelhető a súlymegtakarítás sok előnye a *hajóépítésben*. Alumínium vízibuszaink nemzetközi sikerének egyik tényezője, hogy könnyű súlyuk miatt sekélyebb vizeken is jól használhatók.

Hazánkban már 20 éves múltra tekint vissza a könnyűfémből készült propán-bután gázpalack gyártása, melynek súlya 4 kg-mal kisebb az acélpalackénál.

A kenyérszállításra kialakított alumíniumrekeszek súlya közel 4 kg-mal kisebb a fonott veszszős kosárénál, ami azt jelenti, hogy a tele kosár súlya sem haladja meg a 20 kg-ot. Ez különösen a tejboltokban egyedül dolgozó nők munkáját könnyíti meg lényegesen.

Az utóbbi időben egyre jobban elterjedő *camping-életben* is nagy szerepe van az alumíniumnak, hiszen a könnyű súly itt is kényelmesebbé, kellemesebbé teszi a táborozást. Pillanatok alatt előteremthetők az összecsukható asztalok, székek, heverők; jól használhatók a könnyű, nem rozsdásodó edények, evőeszközök.

3. *A karbantartási munkák csökkenése* különösen az építőiparban jelentős. A horganyzott acéllemezből készült függő ereszcsatornákat 3—5 évenként kell újra festeni, az alumíniumból készültekének élettartama karbantartás nélkül 20—30 év. Ugyancsak nem igényel karbantartást — egyben az importfát is helyettesíti — az építkezésekhez használt alumínium csőállványzat. Igen sokszor felhasználható, könnyű súlya miatt jól kezelhető, karbantartást szintén nem igényel.

Itt is meg kell említeni a camping-tárgyakat, melyeknek kisebb súlyukon kívül igen fontos tulajdonságuk — különösen vízparti, nedves helyeken —, hogy egyáltalán nem korrodálnak.

Befejezés

Összefoglalásként megállapítható, hogy a világ alumíniumiparának nagy fejlődéséből hazánk is méltóképpen kiveszi részét, ami népgazdaságunkra kedvező, a lakosság minden rétegének pedig hasznos, előnyös, kényelmes.

Az alumíniumipar fejlesztése országunk elkövetkező tervperiódusában is fontos szerepet kap. A tervek szerint az 1970-es évekre a bauxitbányászattól az alumínium félgyártmány gyártásáig az alumíniumipar termelése, a készárugyártás nélkül, mintegy megkétszereződik. A termelési érték növekedését 85%-ban a termelékenység növelésével éri el. A termelékenységnek ez a növekedése és a nemzetközi szerződések lehetővé fogják tenni az alumínium árának csökkentését is, amivel az alumínium felhasználásának gazdaságossága még fokozható. Az alumínium készgyártmányok exportvolumene az alumíniumfeldolgozási kultúra további fokozásával a jelenleginek háromszorosát is meghaladhatja. Ez az exportnövekedés azért is jelentős, mert az alumínium készáruk átlagos világpiaci ára 3—4-szerese a tömbalumíniuménak.

(Folytatás a 44. oldalról)

Végül a vörösiszap Fe_2O_3-tartalmának jelentős dúsítására és a vörösiszap hasznos alkotóinak részleges visszanyerésére irányuló laboratóriumi kísérleteket ismertettük. Az említett kísérletek nem aknázzák ki a témában rejlő összes lehetőséget, de a kifejtett elméleti meggondolások feltehetően későbbi másirányú vizsgálatokhoz is segítséget fognak nyújtani.

IRODALOM

[1] *Bernstej—Macenok:* Cvetnüe Metallü 12, 1958, 61—66.

KOHÁSZATI *lapok*





ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

2. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 100. ÉVFOLYAM • 49—96. OLD. • BUDAPEST, 1967. FEBRUÁR

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, 318-923

Венгерский Журнал Металлургии

Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen · Hungarian Journal of Metallurgy

Revue Hongroise de Metallurgie · Rivista Ungherese de Metallurgia

Főszerkesztő:

ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztő:

DR. PILISSY LAJOS

RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:

ÁRKOS FRIGYES
BALÁZS FÜLÖP
CHAPÓ ELEK
CSEH MIKLÓS
DR. HAJTÓ NÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
DR. LÁNYI BÉLA
MARCSIS LÁSZLÓ
NAGY ZOLTÁN
PINTÉR ANDRÁS
PÖCZE LÁSZLÓ
RÉFI-OSZKÓ ISTVÁN
ROMWALTER ALFRÉD
SELMECI BÉLA
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÁRHELYI REZSŐ

Felelős kiadó:

SALA SÁNDOR
igazgató

MEGJELENIK HAVONKÉNT

Index : 25,445

TARTALOM

Pőcze László—Kalmár Elemér—Horváth Aurél: Az úrkúti mangánérc feldolgozása FeMn gyártásra alkalmas „művi ércre", valamint fém Mn és Mn-vegyületek előállítására alkalmas $MnSO_4$-oldatra 49

Dr. Szombatfalvy Árpád: Vitallium tartós szilárdságának vizsgálata 58

Horváth János: A földgáz és olaj felhasználásának eredményei a vaskohászatban 60

FÉMKOHÁSZAT

Dr. Balázs Endre—Farkas Ferenc—Kovács Ferenc—Örkényi József: Örvényáramú, roncsolásmentes mérési módszer az alumíniumkohászat szén- és grafitféleségeinek minősítéséhez 67

Dr. Lányi Béla: A szénanód szerepe az alumínium elektrolízisében .. 72

Dr. Laboda Sándor: Nemesfémek és nemesfémötvözetek, mint a villamosipar érintkezőanyagai 79

Laár Tibor—Zakárné, Endrődi Mária: Az öntési körülmények hatása azonos összetételű kohóalumínium adagból származó lemezek minőségingadozására 86

Egyesületi hírek 57, 95

Jubileumi rovat 65

Műszaki és gazdasági hírek 66

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek 71, 93

Könyvismertetés 95

Szabványosítási hírek 96

ÖNTÖDE

Dr. Varga Ferenc: Az eutektikus cella és a grafit alakulása ipari öntöttvasakban és a módosítás hatása, II. rész 25

Dr. Vereskői János: Különböző nyersvasból készült öntöttvasak dermedésének vizsgálata lehűlési görbék és Tatur-próbák alapján .. 31

Meier, J. W.: Nagy szilárdságú könnyűfémötvözetek kutatása, I. rész 39

Külföldi hírek 45

Szakosztályi hírek 46

Könyvismertetés 47

Üzemi hír 48

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft.

KOHÁSZATI LAPOK

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.
67.2., 3251 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.

Csekkszámla-szám: egyéni 61.254, közületi 61.066 (vagy átutalás a MNB 8. sz. folyószámlájára)
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62.

KOHÁSZATI LAPOK 1967. 2. sz.

СОДЕРЖАНИЕ:

Л. Пёце—Е. Калмар—А. Хорват: **Переработка уркутской марганцовой руды на раствор сульфата марганца, который для производства ферромарганца, металлического марганца и марганцовистых соединений** ..... С 49

Подготовка уркутской марганцовой руды с помощью флотационного пирита посредством обжигания в вращающейся барабанной печи. Из раствора полученного после водяного выщелачивания могут производиться электролитический марганец и соли марганца. Лабораторные и полуцеховые опыты. Экономичность производственного метода.

Д-р А. Сомбатфальви: **Исследование длительной прочности виталлия** ..... С 58

При исследовании на длительную прочность образцов виталлия выяснилось, что крупнозернистые образцы после 100 часов разрывались жестко, а мелкозернистые образцы даже после 1000 часов дали удлинение 0,7—2,3% и не разрывались. Причины разрыва крупнозернистых образцов. Значение мелкозернистости.

Й. Хорват: **Результаты применения природного газа и мазута в черной металлургии** ..... С 60

Во всём мире увеличивается применение углеводоров в качестве металлургического топлива. Преимущества и недостатки отопления мазутом и природным газом. Отопление смешанным газом. Распространение отопления мазутом и природным газом в Венгрии. Направления и условия дальнейшего развития.

Д-р Е. Балаж—Ф. Фаркаш—Ф. Ковач—Й. Эркени: **Вихретоковый, неразрушаемый метод измерения для оценки качества угольных и графитных анодов в металлургии алюминия** ..... С 67

Описание вихретокового прибора „Карботест" с индуктивным датчиком, основанного на методе измерения удельного электрического сопротивления. Прибор годен для быстрой оценки качества угольных и графитных электродов.

Д-р Б. Лани: **Роль угольного анода в электролизе алюминия** ..... С 72

Статья рассматривает некоторые из более 100 работ по данной теме с точки зрения плотности тока, температуры, состава газа. Сопоставляет поворотное действие систем углерод (криолитный расплав) алюминий с нормальными элементами УЕСТОН и други. В связи с действием угольного анода испытывает термодинамическое равновесие C-CO-CO_2 главным образом с точки зрения чувствительности реакции Будуард к давлению.

Д-р Ш. Лабода: **Благородные металлы и их сплавы, как контактные материалы электрической промышленности** ..... С 79

Статья систематизирует благороднометаллические контактные материалы электрической промышленности. Требования, предъявляемые к контактным материалам. Приводятся составы и харатерные свойства некоторых, на практике применяемых материалов контакта.

Т. Лаар—Закарне М. Эндрёди: **Влияние условий разливки на качество листов, происходимых из плавки первичного алюминия одинакового состава** ..... С 86

Зависимость между разбросом механических свойств алюминиевых листов и условиями разливки. Влияние технологии разливки на глубокую. вытяжку. Важность равномерности кристаллитной структуры.

На журнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, аили зазать отдельные номера для заграничных читателей у организации: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149, Венгрия.

INHALT:

Pőcze L.—Kalmár E.—Horváth A.: **Die Verarbeitung des Manganerzes von Úrkút zu einem Erzkonzentrat zur FeMn-Erzeugung sowie zu einer $MnSO_4$-Lösung für die Erzeugung von Manganmetall und Mn-Verbindungen** ..... S 49

Aufbereitung des Manganerzes von Úrkút durch Rösten in einem Drehrohrofen mit flotiertem Pyrit. Aus der durch Auslaugen mit Wasser gewonnenen Lösung kann man Elektrolytmangan und Mangansalze herstellen. Versuche im Laboratorium und im Versuchsbetrieb. Wirtschaftlichkeit des grossbetrieblichen Verfahrens.

Szombatfalvy Á. Dr.: **Untersuchung der Dauerstandfestigkeit von Vitallium** ..... S 58

Die Untersuchung der Dauerstandfestigkeit von Vitallium erbrachte, dass Proben mit Grobkorn nach 100 Versuchsstunden einen Sprödbruch erlitten, die Proben jedoch mit Feinkorn sogar nach 1000 Versuchsstunden keinen Bruch, nur eine Dehnung von 0,7 bis 2,3 vH aufwiesen. Grund des Bruches der Grobkornproben und die Bedeutung der Feinkornstruktur.

Horváth J.: **Die Ergebnisse der Anwendung von Erdgas und Öl in der Eisenhüttenindustrie** .... S 60

Die Anwendung der Kohlenwasserstoffe als Brennstoffe in der Hüttenindustrie zeigt eine stetige Zunahme in aller Welt. Vorteile und Nachteile der Öl- und Erdgasheizung .Die Mischgasheizung. Die Verbreitung der Öl- und Erdgasheizung in Ungarn. Die wirtschaftlichen Ergebnisse und die Richtung der Weiterentwicklung.

Dr. Balázs E.—Farkas F.—Kovács F.—Örkényi J.: **Die zerstörungsfreie Wirbelstrom-Messmethode zur Bewertung der Kohle- und Graphitarten in der Aluminiummetallurgie** ..... S 67

Beschreibung des Wirbelstrom-Carbotest-Instrumentes zur Bestimmung des spezifischen elektrischen Widerstandes mittels einer Tastspule. Das Instrument ist zur raschen Bewertung von Kohle- und Graphitelektroden geeignet.

Dr. Lányi B.: **Die Rolle der Kohlenanode in der Aluminiumelektrolyse** ..... S 72

Einige der über hundert auf diesem Gebiet erschienenen Publikationen werden in Hinsicht auf Stromdichte, Temperatur und Gaszusammensetzung untersucht. Der reversible Vorgang in den Kohle/Kryolithschmelze/Aluminium-Systemen wird mit den Weston usw.-Normalelementen verglichen. Im Zusammenhang mit der Arbeit der Kohlenanode wird das thermodynamische Gleichgewicht des Systems Kohle-Kohlenmonoxid-Kohlendioxid untersucht, besonders in Hinsicht auf die Druckempfindlichkeit der Boudouard-Reaktion.

Dr. Laboda S.: **Edelmetalle und ihre Legierungen als Kontaktwerkstoffe der Elektroindustrie** ..... S 79

Die Edelmetall-Kontaktwerkstoffe der Elektroindustrie werden systematisch behandelt. Die Anforderungen an Kontaktwerkstoffe werden im allgemeinen erörtert. Es werden die Zusammensetzung und die charakteristischen Eigenschaften einiger paktisch gebrauchten Kontaktwerkstoffe angeführt.

Laár T.—Zakar M.: **Einfluss der Giessbedingungen auf die Qualitätsschwankungen von Blechen die aus Hüttenaluminiumchargen mit gleicher Zusammensetzung stammen** ..... S 86

Zusammenhang zwischen dem Streuen der mechanischen Eigenschaften von Aluminiumblechen und den Giessbedingungen. Einfluss der Giesstechnologie auf die Tiefziehbarkeit und auf die Zipfelbildung. Wichtigkeit der gleichmässigen Kristallstruktur.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummern nach Ausland an der Adresse KULTURA, Budapest 62, P. O. B 149. Ungarn.

CONTENTS:

Pőcze L.—Kalmár E.—Horváth A.: **Production of concentrate for FeMn production and for $MnSO_4$ solution as raw material for manganese metal and manganese compounds from the manganese ore of Úrkút** ..... P 49

Treating the manganese ore of Urkut by roasting in a rotary kiln with floated pyrite. From the solution obtained by leaching with water electrolytic manganese and manganese salts may be produced. Laboratory and pilot plant experiments. Economy of the industrial process.

Dr. Szombatfalvy Á.: **Investigating the creep strength of vitallium** ..... P 58

In the creep testing of vitallium test-pieces it was observed that coarse-grained test-pieces failed after 100 hours in a brittle manner while fine-grained test-pieces even after 1000 hours showed only a dilatation of 0.7—2.3 percent without failure. The cause of failure of the coarse-grained test-pieces. Significance of the fine-grained structure.

Horváth J.: **Results of the application of natural gas and oil in iron metallurgy** ..... P 60

Hydrocarbons are being used in an increasing measure everywhere as metallurgical fuels. Advanteges and drawbacks of oil and natural gas firing. Mixed gas firing. Progress of oil and natural gas firing in Hungary. Economic results. Trends and conditions of further development.

Dr. Balázs E.—Farkas F.—Kovács F.—Örkényi J.: **The eddy-current nondestructive testing method for evaluating the carbon and graphite types in aluminium metallurgy** ..... P 67

Describing the eddy-current Carbotestinstrument which is based on the measurement of the specific electric resistance with a feeler coil. The instrument is suitable for the rapid evaluation of carbon and graphite electrodes.

Dr. Lányi B.: **The role of the carbon anode in aluminium electrolysis** ..... P 72

Some of the more than hundred publications in this field are regarded from the point of view of current density, temperature, gas composition. The reversible process of the carbon/cryolite melt/aluminium system is compared to the Weston standard cell and other standard cells. In connection with the operation of the carbon anode the thermodynamical equilibrium of the carbon-carbon monoxide-carbon dioxide system is investigated with especial regard to the pressure sensitivity of the Boudouard reaction.

Dr. Laboda S.: **Precious metals and their alloys as contactor materials for the electrical industry** .. P 79

The precious metal contactor materials of the electrical industry are discussed systematically. The requirements concerning contactor materials and the composition and characteristic properties of some contactor materials employed in practice are presented.

Laár T.—Zakar M.: **Influence of pouring condiditons on the quality variation of sheets produced from virgin aluminium charges of identical composition** ..... P 86

Connection between the scatter of the mechanical data of aluminium sheets and the pouring conditions. Influence of pouring technology on deep drawability and earing. The importance of a homogeneous crystal structure.

Subscriptions for the journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers from abroad should be sent to the following address: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149 Hungary.

The periodical „Kohászati Lapok" (Technical Review of the Metallurgical Industry) can be ordered at the adress given below:

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20. Denmark
Akateeminen Kirjakauppa Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bataliere, France
Swets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergracht 477—487 Holland
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. Indien
Lepac Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanada Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovenska Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo, Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweitz
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET
FOLYÓIRATA

100. évfolyam **2. szám** 1967. február

Az úrkúti mangánérc feldolgozása FeMn gyártásra alkalmas „művi ércre", valamint fém Mn és Mn-vegyületek előállítására alkalmas $MnSO_4$-oldatra

PŐCZE LÁSZLÓ okl. vegyészmérnök, Központi Földtani Hivatal
KALMÁR ELEMÉR okl. vegyészmérnök, Dunai Vasmű
HORVÁTH AURÉL okl. kohómérnök, Dunai Vasmű

DK 622.341 (439.11) : 622.78+669

Bevezetés

Az úrkúti mangánérctelep földtani feltárásai az utóbbi években egyértelműen tisztázták a keletkezési körülményeket. A szelvények vizsgálata alapján megállapítható volt, hogy az egész telep, de különösen a mangánt karbonátos kötésben tartalmazó részek, üledékes hidegtengeri képződmény. Ami a vegyületek kialakulását illeti, az oxigénnel érintkező fázisokban meg voltak az oxidképződés feltételei, az alacsonyabb, fedett régiókban azonban csak karbonát képződés volt lehetséges. A későbbi gyűrődési folyamatok a kialakult réteget erősen megbolygatták és jelentős átfedések alakultak ki, továbbá a beszűrődő alapkőzet finom eloszlásúvá diszpergálta a mangántartalmú ásványokat.

Az összehasonlító geológiai kutatások párhuzamot vontak a Szovjetunió hasonló képződésű üledékes karbonátos Mn-érc telepeivel. A lényeges különbséget abban találták, hogy pl. a pulonocsnyi érc szegregációkban tartalmazza a $MnCO_3$-t. Ennek következtében megfelelő fizikai ércdúsítási eljárásokkal a Mn-tartalmú rész kinyerhető. Az úrkúti telep finom eloszlású, diszpergált $MnCO_3$-ja ilyen módon nem választható el, nem dúsítható. Az erre vonatkozó összes próbálkozások csekély eredményt mutattak fel.

Az érc tüzetesebb kristálytani és szerkezeti vizsgálata megállapította, hogy a fő érc lényegében rodokrozit és manganokalcit. Ezek mellett kisebb mértékben van kalcit, montmorillonit, kevés illit, glaukonit és kvarc. Más ásványok csak egész kis mennyiségben fordulnak elő benne. Ezeket finom röntgenszerkezeti diagramok felvétele és értékelése után állapították meg. Az érc feltárási viszonyának tisztázására célszerűnek mutatkozott kémiai úton is ellenőrizni ezeket az adatokat, mert a kvantitatív összefüggések erre vonatkozólag még nem voltak ismeretesek.

Elgondolásunk az volt, hogy a fémkarbonátok és oxidok különböző koncentrációjú híg ecetsav oldatban kioldhatók, míg a szilikátok nem. A kísérletekhez felhasznált érc átlagos összetétele — csak a számítás és a kísérletek szempontjából fontos alkotókat említve — a következő volt (száraz állapotra vonatkoztatva):

Mn	18,95%	Mg	2,40%
Fe	10,30%	CO_2	17,26%
Ca	3,20%	SiO_2	22,47%

A fizikai dúsítási eljárások (szemnagyság szerinti osztályozás, mágneses szeparáció pörkölt állapotban, hidrociklonozás stb.) eredménytelenségéből arra kellett következtetnünk, hogy az SiO_2 nem szabad állapotban, hanem úgyszólván teljes egészében kémiailag kötötten fordul elő az érceben. A felsorolt kationok egy részének szilikát-alakban való előfordulását igazolja egyébként az a körülmény is, hogy az elemzéssel talált CO_2 mennyiség nem fedezi az összes fémek karbonátjainak képzéséhez szükséges CO_2 tartalmat.

Mindenekelőtt azt a kérdést kellett tehát tisztázni, hogy az egyes fémek mekkora hányada van jelen karbonát-, illetőleg szilikát alakban. Ebből a célból 2—2 g-nyi ércmintát — 0,2 mm-re történt őrlés után — sorban 300 ml-nyi 10, 15 és 20%-os ecetsavval kezeltük és az oldatot különböző időpontokban a négy fémre elemeztük.

Ha a 2 g érccel bevitt és a kioldott maximális mennyiségeket viszonyba állítjuk, megállapíthatjuk a fémek karbonát-, illetőleg szilikátalakban előforduló hányadát *(1. táblázat)*.

Ha 100 g ércre vonatkoztatva kiszámítjuk a négy fém karbonátalakban levő hányadát és kar-

1. táblázat

A mangánércek karbonát és szilikát tartalma

Fém	Karbonát	Szilikát (vagy egyéb)
Mn	69,5%	30,5%
Fe	4,4%	95,6%
Ca	97,5%	2,5%
Mg	59,3%	40,7%

bonátjainak CO_2-tartalmát g-ban, az alábbi értékeket kapjuk:

$$Mn = 18{,}95 \cdot 0{,}695 = 13{,}17\,g;\ CO_2 = 13{,}17\frac{44}{56} = 10{,}35\,g$$

$$Fe = 10{,}30 \cdot 0{,}044 = 0{,}45\,g;\ CO_2 = 0{,}45\frac{44}{55} = 0{,}36\,g$$

$$Ca = 3{,}20 \cdot 0{,}975 = 3{,}12\,g;\ CO_2 = 3{,}12\frac{44}{40} = 3{,}43\,g$$

$$Mg = 2{,}40 \cdot 0{,}593 = 1{,}43\,g;\ CO_2 = 1{,}43\frac{44}{24} = 2{,}62\,g$$

Összesen ... 16,76 g

Az elemzéssel kapott 17,26 g CO_2-tartalommal szemben mutatkozó 0,5 g-nyi különbözet részben más fémek karbonátjának képzésére szolgál, részben elemezési eltérésből ered. Ha fentiekhez hasonlóan kiszámítjuk azt az SiO_2 mennyiséget, amely a négy fém szilikátjának (egyszerűség kedvéért mindenütt monoszilikátokat feltételezve) képzéshez szükséges, 18,87 g-ot kapunk, ami annyit jelent, hogy az érc elemzéssel kimutatott SiO_2 tartalmának közel 85%-a a fenti négy fémhez *kémiailag kötve* fordul elő.

Könnyen érthető, hogy a *fizikai dúsítás ilyen körülmények között nem hozhat eredményt.* Az érc tehát nem tipikusan karbonátos, hanem karbonátos-szilikátos jellegű.

A bánya jelenlegi ércvagyona mintegy 5 millió tonna oxidos és 50 millió tonna karbonátos érc. A kereslet csökkenése miatt a karbonátos érc termelése mindjobban visszaesett. Termelése azonban rövid idő alatt jelentősen fokozható a szükségletnek megfelelően.

A közvetlen kohászati felhasználást erősen gátolja az érc P- és SiO_2-tartalma. A főleg apatit formájában jelen levő foszfor nem távolítható el a szokásos érclelőkészítési eljárásokkal.

Elgondolásunk szerint, melyet alább bővebben kifejtünk és gazdasági számítással is alátámasztunk, az úrkúti ércet elsősorban a hazai FeMn gyártás nyersanyagává kell feldolgozni, másrészt alapja lehet egy elektrolit fémmangánt és különböző mangánsókat előállító iparnak is.

A javasolt új eljárás célja és elve

Az eljárás célja

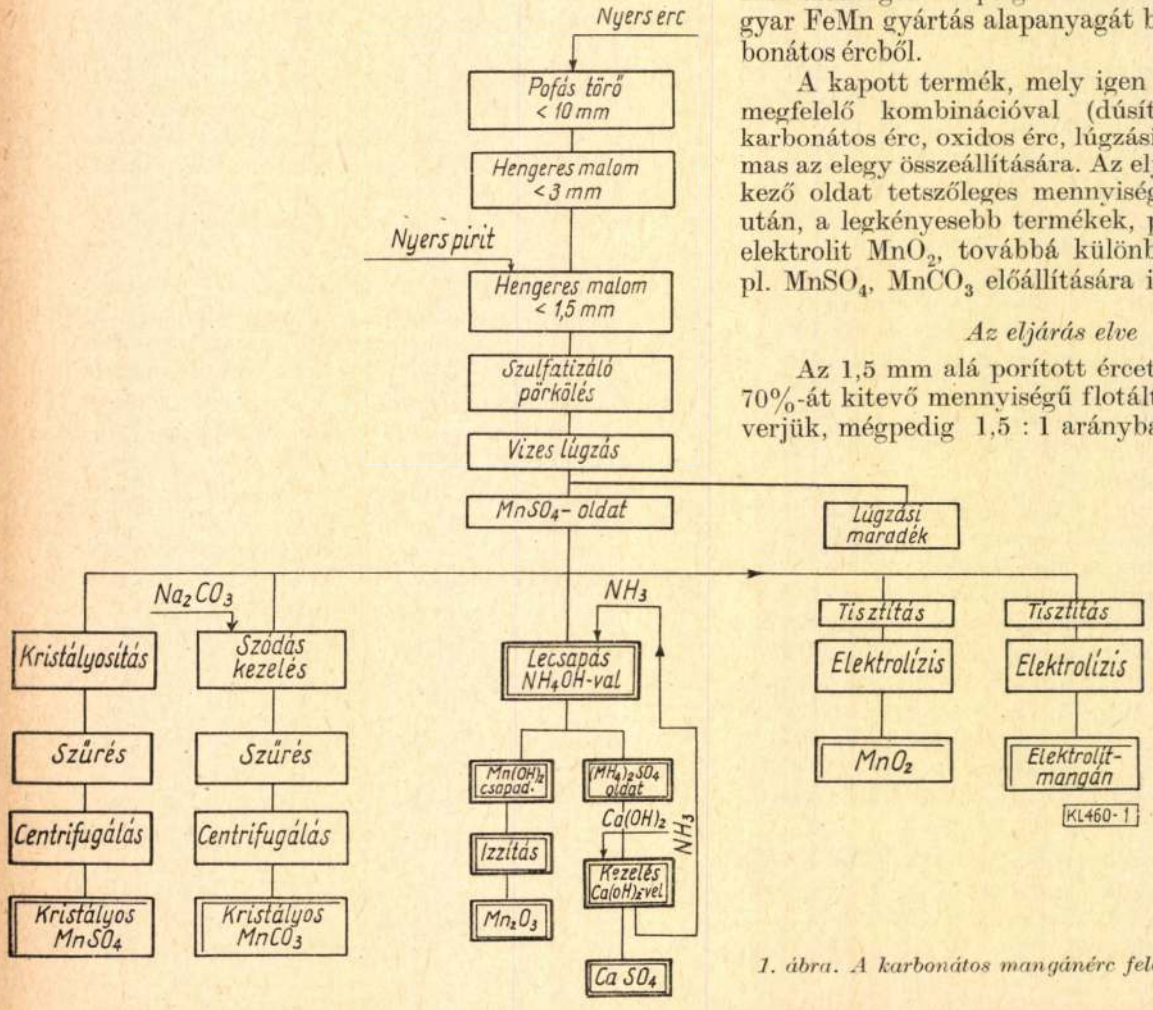
A cél olyan eljárás kidolgozása volt, mely —tekintetbe véve az érc fizikai és kémiai tulajdonságait — aránylag olcsó anyaggal és energiával, lehetőleg minél nagyobb kihozatali százalékkal feltárja az ércet, az érc mangántartalmát egyszerű művelettel a főtömegtől elválasztja s lehetőleg tiszta, szennyezőktől (Si, P) mentes oxidokat állít elő FeMn gyártás céljára.

A mennyiségi kérdéseket a kohászat FeMn szükséglete szabja meg. Kb. 15 000 t fémmangán igény mellett évi legalább 100 000 t érc feldolgozása szükséges. Alapelgondolásunk az, hogy a magyar FeMn gyártás alapanyagát biztosítsuk a karbonátos ércből.

A kapott termék, mely igen nagy tisztaságú, megfelelő kombinációval (dúsított Mn-oxidok, karbonátos érc, oxidos érc, lúgzási maradék) alkalmas az elegy összeállítására. Az eljárás során keletkező oldat tetszőleges mennyisége kellő tisztítás után, a legkényesebb termékek, pl. elektrolit Mn, elektrolit MnO_2, továbbá különböző mangánsók, pl. $MnSO_4$, $MnCO_3$ előállítására is felhasználható.

Az eljárás elve

Az 1,5 mm alá porított ércet az érc súlyának 70%-át kitevő mennyiségű flotált pirittel összekeverjük, mégpedig 1,5 : 1 arányban. Ez a keverési



1. ábra. A karbonátos mangánérc feldolgozás törzsfája

arány azonban függ a pirit kéntartalmától. Az elegy kéntartalma minimálisan 17% legyen. Az egész keveréket külső fűtésű forgódobos kemencében 500°C-on levegő hozzávezetése mellett 4—5 óráig pörköljük. A pörköt háromszoros mennyiségű vízben lúgozzuk. A kapott oldatot elkülönítjük és NH_4OH-al — levegő befúvatása közben — az Mn-t hidroxid alakban leválasztjuk, szűrjük és szárítjuk. A vizes lúgzás után keletkező oldat alkalmas elektrolit mangán és különböző mangánsók előállítására is. A lúgzási maradék megfelelő dúsítás után kohászati célokra felhasználható. Az NH_3 regenerálása céljából CaO-s desztillálást alkalmazunk és a keletkezett NH_3-t visszavisszük a lecsapáshoz. A desztilláció másik termékeként $CaSO_4$ keletkezik, mely építészeti gipszként értékesíthető.

A javasolt eljárás törzsfáját az *1. ábra* szemlélteti.

A laboratóriumi kísérletek eredményeinek összefoglalása

A kísérleteknél felhasznált karbonátos mangánérc és pirit kémiai összetétele:

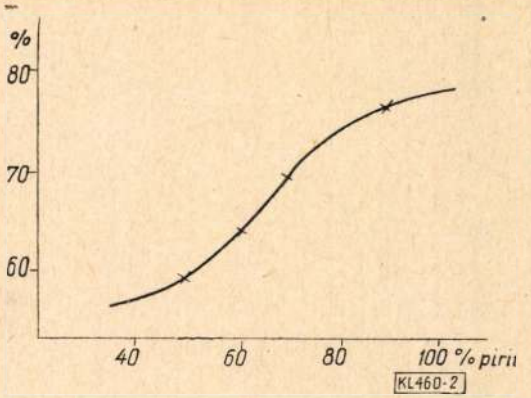
Karbonátos érc: Fe 10,30%, Mn 18,95%, SiO_2 19,19%, CaO 4,48%, MgO 4,00%, P 0,42%,

Szovjet pirit: Fe 41,40%, Mn 0,04%, SiO_2 4,23%, S 48,42%, Cu 0,35%, Zn 0,28%.

A laboratóriumi pörkölési kísérleteket tokos izzítókemencében végeztük. Az érc+pirit keveréket vasdobozba helyeztük. A pörkölendő anyagréteg vastagsága a 10—15 mm-t nem haladta meg. A szulfatizálás szempontjából ugyanis fontos, hogy az anyag aránylag nagy felületen kerüljön érintkezésbe a levegővel. Az oxidáció elősegítése céljából a pörkölés folyamán a dobozban levő anyagot 2—3-ízben átkevertük. Azt találtuk, hogy a szulfatizálás optimális hőmérséklete 500°C. A Mn-kihozatal nem változik lényegesen, ha a hőmérséklet ettől kissé eltér. Mintegy 50°C eltérés esetén 1—2%-kal csökkent a Mn-kihozatal. A 600°C-on történő szulfatizálás kedvezőbb az oldat tisztasága szempontjából, mert ezen a hőmérsékleten a vasszulfát már majdnem teljesen elbomlik, s így nem szennyezi a mangánszulfátot. A 600°C-os pörkölés után bepárlással nyert szilárd $MnSO_4$ csak század százalék nagyságrendű vasszulfátot tartalmaz. Ez mangánsók előállítása esetén kedvező, a Mn kihozatal azonban csökken. A pörkölt anyag kilúgzása után olyan oldatot kapunk, melynek $MnSO_4$-tartalma 70—80 g/liter. Az oldat szennyezői közül legjelentősebb a $MgSO_4$, melynek koncentrációja 8—10 g/liter. Az oldatot bepárolva szilárd $MnSO_4$-t állítottunk elő, melynek összetétele a következő:

$MnSO_4$	70,60%
$MgSO_4$	9,35%
$CaSO_4$	1,15%
$FeSO_4$	0,01%
Kristályvíz	15,06%

A mangánkihozatal a hőmérsékleten kívül a pirit mennyiségével is változtatható. A *2. ábrán* a Mn-kihozatal változását ábrázoltuk a pirit mennyiségének függvényében.



2. ábra. A %-os Mn kihozatal a pirit mennyiségének függvényében

A laboratóriumi kísérletek adatai:

19 kísérletben ezzel a rendszerű pörköléssel 35%-tól 100%-ig változtattuk a piritmennyiséget és a pörkölési időt 1—5 óráig.

Legjobb kihozatalt, figyelembe véve az elegy össz-súlyát, mely a réteg vastagságra van befolyással, kb. 70%-os pirit tartalomnál és már 3 órai pörkölésnél találtuk.

A félüzemi kísérletek eredményei

A félüzemi kísérleteknél a pörkölést forgódobos kemencében végeztük. Összesen 450 kg karbonátos mangánércet és 290 kg piritet dolgoztunk fel.

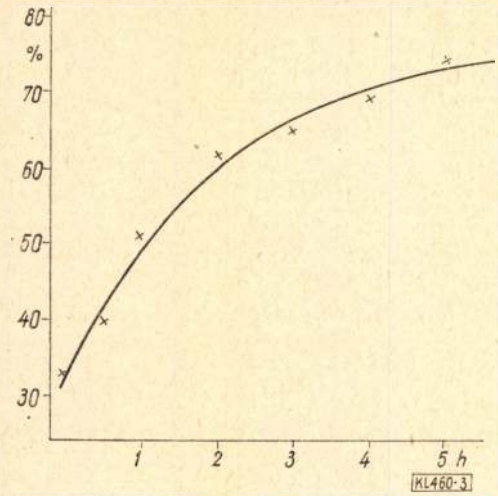
A forgódobos kemence ürtartalma cca 60 liter volt. A megfelelő hatásfok biztosítása céljából 15—20 kg anyagot szulfatizáltunk egyszerre. A dob forgatása kézzel történt. A dobon lassú áramban sűrített levegőt fúvattunk keresztül, hogy ezzel az oxidációt elősegítsük. A levegő befúvatásának szükségességét az eredmények igazolták, mert azoknál a kísérleteknél, ahol sűrített levegőt nem alkalmaztunk, a Mn-kihozatal 70%-ról 30—35%-ra esett vissza. Túl sok levegő erősen lehűti a rendszert, ezért a kísérletileg megállapított optimális befúvással kell dolgozni. Erős levegőáram használata esetén csak 55%-os Mn-kihozatalt értünk el.

Összesen 43 pörkölést végeztünk, de az összesítésben nem szerepel az a 12 kísérlet, amelyeket levegő befúvatása nélkül, vagy túlságosan alacsony hőfokon, tehát az optimális viszonyoktól jelentősen eltérő kísérleti körülmények között végeztük. Ugyancsak kihagytuk az összesítésből azt a néhány első kísérletet, amelyet úgy végeztünk, hogy a dob belső fala sima volt. A tökéletes szulfatizálás elérése céljából ugyanis a dob belsejébe terelőlapokat kellett beépíteni, ezáltal az eredmények jelentősen megjavultak.

A *2. táblázatból* látható, hogy az 5, ill. 6 órás pörkölési kísérletek eredménye a legjobb. A táblázatban 8 ilyen kísérlet található. *Ezeknél a Mn kihozatal átlagosan 72,8%*. Ha valamennyi a táblázatban szereplő kísérlet átlagát vesszük, akkor a 31 kísérletre átlag 68,3%-os Mn kihozatalt kapunk.

A *3. ábrán* az Mn kihozatal változását ábrázoltuk a pörkölési idő függvényében.

A kemencében külső fűtést alkalmaztunk. Tekintettel arra, hogy a pirit pörkölése exoterm folyamat, a gázfelhasználás minimális. Egyébként

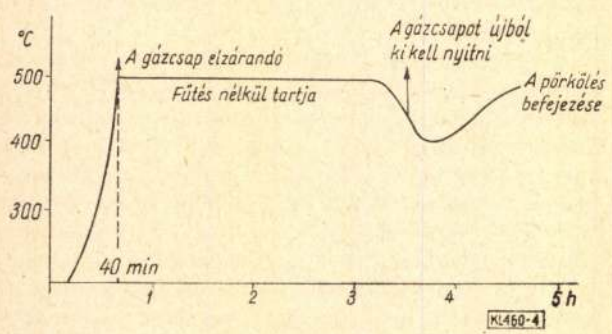


3. ábra. Mn-kihozatal emelkedése a pörkölési idő függvényében

2. táblázat

A félüzemi kísérletek adatai

Sorszám	A pörkölés időtartama, óra	Pörkölési hőmérséklet °C	A pirit mennyisége a Mn-ércre vonatkoztatva %	Mn érc + + pirit együttes mennyisége kg	Mn kihozatal %
1	3	500—600	50	21	59,1
2	3	500—550	60	16	64,5
3	4	500—600	66,7	20	68,5
4	4	400—500	66,7	20	56,0
5	4	450—500	58,2	8,7	87,1
6	4	450—500	66,7	20	57,6
7	4	450—500	66,7	20	60,9
8	6	450—500	66,7	20	75,1
9	6	450—500	66,7	20	73,5
10	4	450—500	70	17	76,2
11	4	450—500	60	16	63,3
12	4	450—500	60	16	64,9
13	4	450—500	70	17	68,8
14	5	450—500	70	17	67,6
15	5	450—500	75	17,5	71,2
16	5	450—500	80	18	78,7
17	5	450—500	90	19	73,9
18	4	450—500	70	13,6	68,8
19	4	450—500	75	14	70,1
20	4	450—500	80	14,4	67,6
21	4	450—500	90	15,2	76,8
22	4	450—500	60	12,8	63,8
23	4	450—500	60	9,6	64,8
24	4	450—500	70	10,2	64,1
25	4	450—500	80	10,8	68,7
26	4	450—500	90	11,4	61,4
27	4	400—450	70	10,2	61,8
28	4	450—500	60	19,2	68,3
29	4	450—500	70	20,4	73,8
30	5	450—500	60	22,4	70,1
31	5	450—500	70	23,8	71,3



4. ábra. A hőmérséklet változása pörkölés közben

kamragázzal fűtöttünk, a dob alatt elhelyezett perforált cső segítségével. Ha a felfűtés során a hőmérséklet elérte az 500°C-ot, a gázt teljesen el kellett zárni. Folyamatos üzemben az eltávozó meleg füstgázokat az anyag előmelegítésére is fel lehet használni. A hőveszteség csökkentése céljából a dobot vaslemezből készült köpennyel vettük körül, amit belülről azbesztlappal béleltünk. Természetesen nagyüzemi méretekben megfelelő tűzálló-anyaggal való szigetelés tökéletesebb megoldást jelent. Pörkölés közben a hőmérsékletet állandóan mértük Ni-CrNi hőelemmel. A hőmérséklet változását a kísérlet folyamán a *4. ábrán* mutatjuk be.

Az szulfatizált anyagból a $MnSO_4$ kioldását 350 literes buktatható tartályban végeztük. A zagy keverése komprimált levegővel történt. Egy másik hasonló méretű tartályban választottuk le az oldatból a mangánt technikai tisztaságú NH_4OH felhasználásával. Az oldat pH-ját 9,5—10 értékre állítottuk be és sűrített levegőt buborékoltattunk az oldaton keresztül. A lúgzással kapcsolatos mennyiségi viszonyokat a *3. táblázat* mutatja.

3. táblázat

A lúgzás adatai

A lúgzás sorszáma	Az oldat mennyisége l	$MnSO_4$ tart. g/l	Összes $MnSO_4$ kg	Felhasznált NH_4OH kg	Mn leválás %
1	240	66,2	15,88	8,1	99,2
2	250	71,6	17,87	9,5	99,4
3	270	58,7	15,82	7,9	99,1
4	320	45,5	14,53	7,4	100,0

Szűrési nehézségek miatt a négy lúgzás során a szulfatizált anyagnak csak egy bizonyos részét dolgoztuk fel, ezért a kinyert végtermék súlya (35,6 kg) kevesebb, mint a lepörkölt érc mennyisége alapján várható volna. A kilúgzásnál az anyag súlya kb. 30—35%-kal csökken. Ezzel szemben a szulfatizáló pörkölés folyamán csak 5—6%-os súlycsökkenést tapasztalatunk.

A végtermék analízise a következő (kimosott és 105°C-os szárított minta)

MnO_2	66,80%	Cu	0,04 %
MnO	23,36%	S	0,31 %
CaO	0,56%	Hidrátvíz ...	5,76 %
MgO	0,20%	P	0,048%
Fe_2O_3	2,57%	SiO_2	0,34 %

A 8 optimálisnak nevezhető kísérlet maradékának átlagos összetétele:

Fe	34,80%
SiO_2	22,20%
Mn	5,75%
P	0,45%

Amennyiben mind a 31 kísérlet átlagát vizsgáljuk, abban az esetben kb. 3%-kal alacsonyabb Fe-t és 1,5%-kal magasabb SiO_2-t kapunk.

A $MnSO_4$ oldat NH_4OH-val való kezelésekor a következő rekació játszódik le:

$$MnSO_4 + 2NH_4OH = Mn(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4$$

Ebből látható, hogy az ammónia regenerálása céljából az $(NH_4)_2SO_4$-ból kell felszabadítani az NH_3-t. Ez az eljárás közismerten égetett mésszel valósítható meg:

$$(NH_4)_2SO_4 + CaO + H_2O = CaSO_4 + 2NH_4OH$$

Az ammónia visszanyerésére csak laboratóriumi méretű kísérleteket végeztünk 2—3 liter oldattal.

Az első kísérlet során 92,1%, a második során 96,4%-os regenerálási hatásfokot értünk el. Véleményünk szerint elképzelhető, hogy megfelelő berendezésben még ennél jobb eredmény is elérhető.

A reakcióegyenletből látható, hogy az ammónia visszanyerésénél végső melléktermékként $CaSO_4$ keletkezik. A $CaSO_4$ az égettmész csekély feleslegben történő alkalmazása miatt kevés CaO-al szennyezett. Ettől függetlenül a $CaSO_4$ rendkívül értékes melléktermék, mivel kénsavgyártásra vagy építészeti gipszként való felhasználása is számításba jöhet. A melléktermékként kapott gipsz analízise a következő:

$CaSO_4$	83,30%
SiO_2	0
Mn	0
SO_4	58,79%
Hidrátvíz	5,92%

Megvizsgáltuk ezzel párhuzamosan az építőiparban használatos ún. építészeti gipszet és megállapítottuk, hogy a melléktermékként kapott gipsz adatai ezzel majdnem teljesen megegyeznek, sőt az általunk előállított gipsz fehérebb és kevésbé szennyezett. Az építészeti gipsz adatai:

$CaSO_4$	83,70%
SiO_2	0,92%
Mn	0,30%
SO_4	59,12%
Hidrátvíz	5,72%

Évi 100 000 t mangánérc feldolgozása esetén kb. 32 000 t gipsz keletkezik, ami figyelembe véve az építészeti gipsz árát (1000 Ft/t), egyáltalán nem közömbös az eljárás gazdaságossága szempontjából. A gipsz ezenkívül kénsavgyártásra is felhasználható, azonban értékesebbnek ígérkezik az építészeti felhasználás. Tekintve, hogy a kapott gipsz rendkívül finom eloszlású és tiszta fehér, ezért festéknek vagy papírnehezítő szernek is felhasználható.

Az általunk előállított gipsz kötőképességét is megvizsgáltuk és megállapítottuk, hogy teljes mértékben megfelel az építészeti követelményeknek.

Fém-mangán előállításának lehetősége elektrolitikus módszerrel

Erre vonatkozó kísérleteket nem végeztünk, mert bőséges irodalmi adat áll rendelkezésre. Elektrolitikus mangánt gyártó üzem működik pl. Csehszlovákiában, ahol szinte teljesen azonos oldatból végzik a mangán előállítását, mint amilyen oldatot a kilúgzáskor kaptunk. Különösen érvényes ez a $MnSO_4$ tartalomra, valamint az Fe, Ca, Mg-szennyezőkre. A jelenleg üzemben levő mangán elektrolízis üzem kénsav pótlását is meg lehet oldani a kapott oldat betáplálásával. Az elektrolíziskor ugyanis az anódon, a kivált Mn-nel egyenértékű, H_2SO_4 keletkezik. Ez bizonyos mennyiségű érc további feltárásához elegendő. Így további H_2SO_4 hozzáadás nélkül, $MnSO_4$-oldat pótlódásával az elektrolízis körfolyamatban folytatható.

Nagytisztaságú MnO_2 előállításának lehetősége elektrolitikus eljárással

A tiszta MnO_2-t a galvánelem-iparban használják nagy mennyiségben depolarizátorként. Az elektrolitikus módszerrel, vagy kémiai lecsapással előállított ún. aktív MnO_2 felhasználása az elem amperóra kapacitását a természetes barnakő alkalmazásával szemben majdnem kétszeresre emeli. Ezért az aktivált MnO_2 gyártásnak igen fontos gyakorlati jelentősége van. Az elektrolitikus MnO_2 előállítása ebből az oldatból is megoldható. A módszer alapja egyébként a kétértékű mangánsók anódikus oxidációja. Véleményünk azonban az, hogy ebben az esetben a kémiai módszer gazdaságosabb. Az oldat ugyanis szennyezéseitől könnyen megtisztítható és ezáltal a már említett NH_4OH-os leválasztás megfelelő tisztaságú terméket eredményz.

$KMnO_4$ előállítása elektrokémiai módszerrel

A $KMnO_4$-t ma nagyrészt elektrolitikus módszerrel állítják elő káliummanganát (K_2MnO_4) anodikus oxidációjával. Ez az eljárás szinte teljesen kiszorította a kémiai módszereket. Az eljárás nyersanyaga a természetes mangándioxid (pirolúzit) és 50%-os kálilúg oldat. Az általunk gyártott végtermék, melyet az ammóniás leválasztás alkalmával kaptunk, tökéletesen megfelel a pirolúzit helyettesítésére. A mangándioxid és a lúg keverékét kb. 250°C-ra melegítik, majd az olvadékból a káliummanganátot kilúgozzák. Az elektrolízis végén a nyert lúgot a $KMnO_4$-tól elkülönítik, bepárolják és újból felhasználják a mangándioxid ömlesztésére. Az elektrolizáló kádak vasból készülnek. A katód anyaga vas, az anódé nikkel. Az energiafelhasználás mindössze 0,7 kWó/1 kg $KMnO_4$.

Egyéb mangánsók előállítása

Természetesen a mangánszulfát oldatból egyéb mangánvegyületek is előállíthatók. Nátriumkarbonáttal pl. $MnCO_3$ választható le, de hasonlóképpen más mangánsók is előállíthatók az oldatból megfelelő módszer alkalmazásával. E módszerek ismertetésére nem térünk ki, mivel ezek általánosan ismertek.

Kísérletek a lúgzási maradék dúsítására

Tekintettel arra, hogy évi 100 000 t karbonátos érc feldolgozása esetén a lúgzási maradék mennyisége ugyancsak 100 000 t körül van, feltétlenül foglalkozni kell a maradék hasznosításával.

Az előzőkben közölt maradék-analízis, valamint a szemcseösszetétel alapján csak megfelelő dúsítás és zsugorítás után kohósítható. A kohósítás szempontjából hátrányos az aránylag alacsony Fe-(33—35%) és magas P-tartalom (0,45%). A dúsítási kísérletekkel tehát nemcsak az volt a célunk,

hogy az Fe-tartalmat növeljük a maradékban, hanem a P mennyiségét is igyekeztünk csökkenteni. A nagy mennyiségre való tekintettel csak az aránylag egyszerűen kivitelezhető eljárások jöhetnek számításba. Az általunk kipróbált módszerek közül nagyon jó eredmények érhetők el a következő eljárásokkal: fajsúly szerinti ülepítés, hidrociklonozás, szitálás. A mágneses szeparálás azért nem jöhet számításba, mivel a lúgzási maradék csak nagyon gyengén mágneses tulajdonságú. Még nedves közegben kivitelezett mágneses elválasztással sem értünk el kielégítő eredményt. Természetesen ez érthető, mivel a szulfatizáló pörkölés oxidáló jellege miatt a vas szinte teljes mennyiségében Fe_2O_3 alakban van jelen. Újabb, mágnesező pörkölés a nagy energiaköltség miatt semmiképpen nem jöhet számításba. Nagyon kedvező eredményt értünk el a félüzemi kísérletek maradékának átszitálásával. A 0,2 mm alatti szitafrakció analízise a következő:

Fe	40,53
SiO_2	15,79
Mn	3,03
P	0,28

Ez a szitálás száraz anyaggal történt. Rá kell mutatnunk, hogy a kísérletnél felhasznált maradék a 43 félüzemi pörkölés maradékának átlaga, tehát Fe tartalma (29,5%) jóval alacsonyabb volt, mint az optimális kísérletek esetében. Ezt a 0,2 mm alatti frakciót 1,2 m magas, vizes oszlopban fajsúly szerint ülepítettük, levegő buborékoltatása mellett.

Az előbbi 0,2 mm alatti frakcióval hidrociklonozási kísérleteket is végeztünk. A dúsított termékek összetétele:

	Ciklonozás	Vizes ülepítés
Fe	45,60%	48,90%
SiO_2	16,39%	13,25%
Mn	2,70%	2,55%
P	0,36%	6,24%

Az eredményekből látszólag az a következtetés vonható le, hogy a fajsúly szerinti elválasztás kielégítőbb eredményt szolgáltat, mint a ciklonozás. Valójában nem így van, mert a pontos értékeléshez meg kell vizsgálnunk az egyes dúsított termékek mennyiségi viszonyait is. A fajsúly szerinti ülepítésnél kapott alsó frakció csak 35%-a az ülepített anyagnak, a hidrociklonozás dúsított terméke viszont 80%. Érthető, hogy a ciklonozással is lehetséges magasabb Fe-tartalmú végterméket előállítani, ha olyan viszonyokat teremtünk, hogy a dúsított termék mennyisége 80% helyett pl. 50 százalékát tegye csak ki a ciklonban bevitt anyag mennyiségének.

Mivel a mangánszulfát kilúgzásánál a maradékot elég nedves állapotban kapjuk, a szitálással kapcsolatban arra gondoltunk, hogy sokkal egyszerűbben lehetne megoldani a maradék nedves állapotban történő szitálását. Az eredményekből látszólag az a következtetés vonható le, hogy a fajsúly szerinti elválasztás kielégítőbb eredményt szolgáltat, mint a ciklonozás. Valójában nem így van, mert a pontos értékeléshez meg kell vizsgálnunk az egyes dúsított termékek mennyiségi viszonyait is. A fajsúly szerinti ülepítésnél kapott alsó frakció csak 35%-a az ülepített anyagnak, a hidrociklonozás dúsított terméke viszont 80%. Érthető, hogy a ciklonozással is lehetséges magasabb Fe-tartalmú végterméket előállítani, ha olyan viszonyokat teremtünk, hogy a dúsított termék mennyisége 80% helyett pl. 50%-át tegye csak ki a ciklonba bevitt anyag mennyiségének.

A nedves szitálás sokkal kedvezőbb, mert a dúsított termék (0,2 alatti frakció) mennyisége jelentékenyen megemelkedett. A szárazon végzett szitálásnál csak 37% volt a 0,2 mm alatti frakció, míg a nedves szitálásnál 55—60% is elérhető anélkül, hogy a frakció Fe tartalma csökkenne. Három nedves szitálás eredményét az alábbiakban közöljük:

a) 0,2 mm alatti frakció mennyisége 58,4% összetétele:

Fe	38,50%
SiO_2	18,40%
Mn	3,95%
P	0,36%

b) 0,2 mm alatti frakció mennyisége 50,8% összetétele:

Fe	42,20%
SiO_2	17,15%
Mn	3,45%
P	0,29

c) 0,2 mm alatti frakció mennyisége 43,7% összetétele:

Fe	44,60%
SiO_2	15,55%
Mn	3,40%
P	0,25%

Az eredményekből látható, hogy amilyen arányban csökken a 0,2 mm alatti frakció mennyisége, úgy emelkedik az Fe tartalom.

A kiinduló anyag itt is csak 29,5% Fe-t tartalmazott. Megállapítható tehát, hogy csupán a szitálás következtében az Fe-tartalom 10—14%-kal emelkedik, s egyben a SiO_2 tartalom 4—5%-kal csökken. Ezt igazolja egyébként a 0,2 mm feletti ún. durva frakció elemzése, amelyben a SiO_2 tartalom felemelkedik, az Fe tartalom pedig csökken:

Fe	16,20%
SiO_2	26,70%
Mn	12,30%
P	0,58%

Az optimális körülmények között végzett szulfatizálásnál (70% pirit, 5 óra izzítás) ennek a meddőnek az összetétele a következő:

Fe	16,80%
SiO_2	33,60%
Mn	8,40%
P	0,56%

A szitálás következtében fellépő aránylag nagymérvű Fe-dúsulás látszólag meglepő, a kísérleti körülmények ismeretében azonban könnyen megmagyarázható. A szulfatizáló pörköléshez ugyanis a kénsavgyárak által használt finom poralakú flotált piritet használtuk. A karbonátos érc

zöme viszont ennél durvább, 0,2—1 mm közé esik. A szulfatizálásnál át nem alakult mangánérc (főleg mangánszilikát) aránylag durvább szemcsenagyságú, mint a pirit elégése következtében képződő Fe_2O_3. Ezért érhető el ilyen egyszerű szitálással aránylag magas Fe-tartalmú maradék. Ez a tény az eljárás rentabilitása miatt rendkívül fontos, mert ezáltal a felhasználandó flotált pirit értéke (400 Ft/t), szinte teljes egészében megtérül. Ugyanis 100 000 tonna mangánérc feldolgozása esetén kb. 60 000 tonna dúsított maradék keletkezik, ami kohászati szempontból majdnem a vörösérccel (375 Ft/t) egyenértékű.

Feltételezésünk szerint az optimális körülmények között végzett szulfatizálás (65—70% betét) maradékával az eddigieknél magasabb Fe tartalmú végső maradékot nyerhetünk. Ezért újabb két pörkölést végeztünk, s ezek maradékát megvizsgálva azt találtuk, hogy nedves szitálás után a 0,2 mm alatti frakcióban került átlagban a maradék 63,0 százaléka. A 0,2 mm alatti frakciók analízise a következő:

	A	B
Fe	45,90%	48,00%
SiO_2	19,80%	17,60%
Mn	2,40%	1,60%
P	0,28%	0,23%
CaO	0,84%	0,84%
MgO	0,60%	0,20%

Természetesen ennek az anyagnak a ciklonozásával további dúsítást lehet elérni. A ciklonozás eredményeként a dúsított termék mennyisége 54,3%, összetétele:

Fe	51,10%
SiO_2	14,81%
Mn	1,50%
P	0,21%

Az üzemi eljárások megvalósítása

Az üzemi eljárást két lépcsőben javasoljuk megvalósítani.

1. Kisüzemi eljárás

A laboratóriumi kísérletek adatai alapján a nagyüzemi technológia alaposabb kidolgozása érdekében, továbbá a tervezés alátámasztására célszerű kisüzemet építeni a javasolt eljárás szerint. Olyan kisüzem létesítésére gondolunk, ahol kb. napi 1—2 tonna érc feldolgozása volna lehetséges, hogy a javasolt technológia egyes műveleti lépcsői tanulmányozhatók és véglegesen előírhatók legyenek. A termék eloszlást itt lehetséges volna tetszőlegesen megválasztani. A kisüzem költségeit fedezhetnénk, ha a keletkező oldatból nagyobb arányban elektrolit-mangánt állítanak elő. Napi kb. 60—70 kg elektrolit-mangán előállítása könnyűszerrel megvalósítható lenne.

A kisüzem hozzávetőleges berendezési költségei: kb. 2 mill. Ft.

A kisüzem napi anyagmérlege

19% Mn tartalommal 1,5 t ércel és 70% kihozatallal számolunk. Elektrolitmangán gyártásra 70 kg mangánnak megfelelő oldatot viszünk el.

Alapanyagok + segédanyagok	Ft
1,5 t érc	413
1,00 t pirit	400
9 kg NH_3	75
132 kg CaO	70
	958

Termék	Ft
70 kg elektrolit Mn	2100
195 kg Mn_2O_3	400
300 kg $CaSO_4$	240
kb. 1,7 t lúgzási maradék	300
	3040

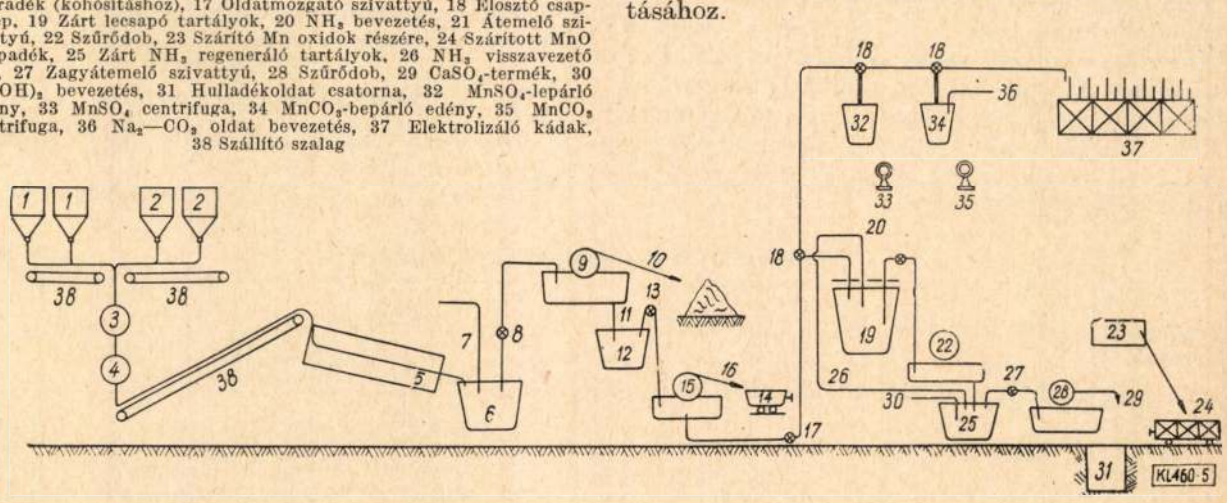
Ezeknek a termékeknek az összetétele azonos a laboratóriumi kísérletek leírásnál ismertetett anyagokéval.

A kisüzem energiaszükséglete

Gáz szükséges a pörkölés beindításához, befejezéséhez, továbbá gőz az NH_3 visszanyerés desztillálásához. Elektromos energia szükséges az elektrolizáláshoz, szállítószalagok és daruk meghajtásához.

5. ábra. A nagyüzemi ércfeldolgozás sémája

1 Mangánérctároló bunkerek, 2 Nyerspirit tároló bunkerek, 3 Hengeres malom, 4 Keverő dob, 5 Forgódobos pörkölő kemence, 6 Lúgzó kádak, 7 Vízbevezetés, 8 Zagyszivattyú, 9 Szűrődob, 10 0,2 mm feletti maradék (hányóra), 11 Zagy, 12 Adagolótartály finom dobszűrőre, 13 Zagyátemelő szivattyú, 14 Szállító csille, 15 Szűrődob, 16 0,2 mm alatti maradék (kohósításhoz), 17 Oldatmozgató szivattyú, 18 Elosztó csaptelep, 19 Zárt lecsapó tartályok, 20 NH_3 bevezetés, 21 Átemelő szivattyú, 22 Szűrődob, 23 Szárító Mn oxidok részére, 24 Szárított MnO csapadék, 25 Zárt NH_3 regeneráló tartályok, 26 NH_3 visszavezető cső, 27 Zagyátemelő szivattyú, 28 Szűrődob, 29 $CaSO_4$-termék, 30 $Ca(OH)_2$ bevezetés, 31 Hulladékoldat csatorna, 32 $MnSO_4$-lepárló edény, 33 $MnSO_4$ centrifuga, 34 $MnCO_3$-bepárló edény, 35 $MnCO_3$ centrifuga, 36 Na_2—CO_3 oldat bevezetés, 37 Elektrolizáló kádak, 38 Szállító szalag



2. Nagyüzemi eljárás

Az alapelgondolásként megadott mennyiségi viszonyok szerint évi kb. 100 000 t érc feldolgozását kell tervezni. Ez a mennyiség fedezi a jelenlegi hazai FeMn gyártás alapanyagszükségletének nagy részét.

Az *5. ábra* a feldolgozási folyamatok vázlatos képét adja. A berendezések nagyvonalú felvázolása csak utalás a kivitelezésre. Általában ezek a műveletek nagyiparilag ismert s alkalmazott eljárások. A legmegfelelőbb, technikailag legjobban bevált konstrukciót kell megvalósítani a műveletek elvégzésére.

A nagyüzemi eljárás anyag-mérlegére vonatkozólag a következő tájékoztató számítás adható.

A feldolgozandó ércben átlagosan 19% Mn tartalommal és 70%-os kihozatallal számolva a feltárt Mn 5%-át elektrolit mangánra, 5%-át MnO_2 előállítására használjuk fel.

Alapanyag + segédanyag	e Ft
100 000 t érc	27 500
65 000 t pirit	26 000
780 t NH_3	5 460
13 000 t CaO	6 500
	65 460

Késztermékek	e Ft
665 t elektrolit mangán	19 950
1050 t MnO_2	18 000
18 300 t Mn_2O_3	36 600
31 600 t $CaSO_4$	31 600
60 000 t dúsított érc	18 000
	124 150

Gazdasági kérdések

Telepítési szempontok. Egy évi kb. 100 000 t ércet feldolgozó üzemnek a gazdaságosságát előre kisebb részletekig kiszámítani nem lehet. Gazdasági kérdések tárgyalásához elsősorban a telepítés kérdését kell eldönteni. Ez sokat javíthat, vagy ronthat a rentabilitáson. Ilyen kapacitású üzem létesítésére két lehetőség van.

1. Egy *már működő kohászati üzem területén*, így legalkalmasabban a Dunai Vasműben építendő üzem telepítési költsége lényegesen kisebb. Üzemi költségek terén jelentős előny, hogy a vízellátási kérdések könnyen megoldhatók. Az eljáráshoz szükséges NH_3 a gázvízből előállítható. A hideghengerművel kapcsolatban ugyanis felmerült egy NH_3-előállító üzem telepítése, mely az NH_3-t a gázvízből nyerné ki. Ez fedezné ennek az eljárásnak az NH_3 szükségletét is.

4. táblázat

Az ércfajták összehasonlítása (%)

Összetevő	Úrkúti oxidos	Úrkúti karbonátos	Művi érc
Nedvesség	14,00	10,30	—
SiO_2	7,19	20,15	—
Fe_2O_3	15,31	12,04	—
FeO	—	0,70	0,75
$MnO + MnO_2$	—	—	87,00
Al_2O_3	2,25	1,45	—
CaO	1,03	3,86	0,83
MgO	0,49	2,81	0,39
Összes S	0,07	0,65	—
CO_2	0,63	16,48	—
Hidrátvíz	4,62	3,09	11,00
Összes Fe(II)	10,73	8,95 (FeIII)	0,61
Mn	31,25	17,31	59,16
P	0,18	0,39	—
Cu	—	—	0,03

A keletkezett lúgzási maradék kohászati felhasználása a helyszínen adva van.

2. A bánya közelében telepítendő üzem nyilván szállítási költségek területén jelent takarékosságot. Könnyen megoldható az égettmész ellátás, egy ott épített mészégetővel, közeli mészkőbázison.

Hátránya a nagyobb beruházási költség, vízellátási problémák, hőenergia ellátás. A keletkezett lúgzási maradékot kohászati feldolgozásra kell szállítani. Az NH_3 ellátás külön biztosítandó.

FeMn gyártás. A FeMn gyártás alapanyagául gyártott Mn-oxidok más ércekkel különböző arányban használhatók az elegy összeállítására. A megfelelő arányok helyes kialakítása lehetővé teszi a legnagyobb mennyiségű FeMn elegy összeállítását. Kiindulási alap a bánya évi 100 000 tonna termelése. A feldolgozási arányokat tekintve több lehetőség kínálkozik, ha az egész mennyiséget kohói FeMn-ra dolgozzuk fel.

Az ércek összetételét az évi átlagelemzések alapján a *4. táblázat* adja. Az elegyszámításhoz ezeket az adatokat használtuk fel. A „művi érc" megnevezés az eljárás során előállított Mn-oxidok keverékét jelenti.

A különböző változatok szerint feldolgozható ércmennyiségeket és a termelhető FeMn mennyiségeket az *5. táblázatban* foglaljuk össze. A számítás alapjául a kohóban 70%-os redukciót tételezhetünk fel.

A felsoroltakon kívül természetesen még többféle ércarány is elgondolható.

Összesítő gazdasági elemzés

Az egész eljárás gazdaságosságát végeredményben az eljárás jelentős tételeit viselő anyagmérleg adja meg. Ez az előzőekben közölt táblázat

Feldolgozható ércmennyiség és gyártható FeMn *5. táblázat*

Változatok	Nyers karbonátos érc		Oxidos érc		Művi érc		Termelt 80%-os FeMn	P%
	t/év	%	t/év	%	t/év	%	t/év	
1.	—	—	—	—	20 500	100	10 550	0,10
2.	8000	30	—	—	18 750	70	10 900	0,30
3.	—	—	20 500	50	20 500	50	16 200	0,24
4.	6000	19,5	6 000	19,5	18 800	61	12 250	0,30

alapján 58,7 mill. Ft nyereséget mutat évi 100 000 t érc feldolgozása esetén.

Az összesítés a következő képet adja:

Kiadások:

Anyag	65 mill. Ft
Energia	10 mill. Ft
Karb. költs.	7 mill. Ft
Bér, közteh. stb.	6 mill. Ft
Amortizáció	5 mill. Ft
Igazgatási ktg.	5 mill. Ft
	98 mill. Ft

Termelési érték: ..... 122,15 mill. Ft

Az úrkúti mangánérc-vagyon hasznosításának kérdése elsősorban a karbonátos érc megfelelő feldolgozásának a problémája. *Eljárásunk alkalmas azonban az iszap, az oxidos- karbonátos részek megfelelő feldolgozására is.* Ebben az esetben is $MnSO_4$ oldat az első termék. Ennek koncentrációját a kilúgzás technológiája szerint tetszőlegesen lehet változtatni. A gazdaságosság vizsgálatánál figyelembe kell még venni azt a lehetőséget, hogy ebből az oldatból, mint a technológia törzsfája is mutatja, különféle Mn-vegyületek egyszerű módon előállíthatók. Ha pl. a kohászati célokra felhasznált Mnból 5%-ot különböző Mn-sók, pl. $MnCO_3$, $MnSO_4$ stb. gyártásra használunk fel, a termelési érték kb. 35 mill. Ft-tal növekszik.

A mangán vegyületek gyártásának arányát természetesen a szükséglet szerint kell tervezni. A hazai szükséglet kb. 10 mill. Ft.

Ismeretes azonban, hogy európai viszonylatban elég szűkös a mangán ellátás mind kohászati, mind más vegyipari termékek terén. Az előállítandó Mn-vegyületek ezért népgazdaságunknak jelentős export cikkeivé válthatnának.

Az úrkúti mangánérc vagyon jelentős. A kifejlesztendő mangánipari hazai bázison alapulhat. A pirit külföldi eredetű ugyan, de a pirit felhasználása kénsavgyártás céljaira a jövőben csökkenni fog, így beszerzése a jövőben nem okoz nehézséget. A pirittel behozott vas kohászatunk ércellátását segíti. Számításunk szerint a lúgzási maradékból kinyerhető érc majdnem egy hónapra fedezi a Dunai Vasmű Fe szükségletét.

Az eljárás hasznosításának lehetőségei adva vannak. A jelenlegi árrendszer alapján közölt adatok gazdaságosnak mutatják az érc feldolgozását. Ezt végső fokon a termelt anyagok iránti igény szabja meg. Ez természetesen elsősorban belföldi szükségletet van hivatva kielégíteni, hiszen ez volt célkitűzésünk alapja. Ha a népgazdaság érdeke azonban megkívánja, egy nagyobb volumenű export is megvalósítható.

Egyesületi hírek

November elején a *Lengyel Népköztársaságból* Budapesten tartózkodó kovács szakemberekkel találkoztak *Egyesületünk Kovács-szakcsoportjának* tagjai. Az usztroni kovácsológyár 35 fős csoportja Budapest megtekintésére néhány napot fővárosunkban töltött. Ebből az alkalomból kívánságuk volt egy budapesti kovácsüzem megtekintése. Csepeli csoportunk jó szervezési munkája lehetővé tette a Csepeli Acélműi kovácsológyár részlegeinek megtekintését. A lengyel szakemberek érdeklődve figyelték többek között a nagy teljesítményű mechanikus kovácssajtók, a korszerű indukciós melegítő berendezések és a GFM-gyártmányú vízszintes finomkovácsológép üzemét. A gyárlátogatás után a Csepel Vas- és Fémművek Műszaki Klubjában *Ács Andor* tagtársunk röviden ismertette a megtekintett üzemeket, néhány jellemző adatot közölt a termelésről, profilról és berendezésről. Majd részletes konzultáció következett, melynek során a csepeli tagtársaink a kért szakmai felvilágosításokat megadták a külföldi vendégeknek.

Délután Egyesületünk Vaskohászati szakosztályának rendezésében a lengyel csoport kibővített klubnapon vett részt, mely alkalommal jó hangulatban baráti találkozóra került sor Egyesületünk előadó termében. Ezen sok szakmai témát is megbeszéltek tapasztalatcsere keretében. *L. I.*

*

Vaskohászati szakosztályunk Kovács-szakcsoportja 1966. dec. 6-án klubdélutánt tartott. A kovácstalálkozó alkalmával *Zádor Imre* főmérnök a KGM főosztályvezetője tartott előadást, a múlt év májusában az USA-ban lefolytatott tanulmányútjának tapasztalatairól.

A tanulmányút keretében 5 vállalat megtekintésére került sor. Ezek a következők voltak:

1. Ford Precizion Products Inc. Puerto-Rico. Canovanas.
2. Ford Motor Company Automatic Transmision and Chasis Divizion, Canton, Ohio.
3. Norme—Hoffmann Bearings, Stamford, Connecticut.
4. National Machinery Tiffin. Ohio.
5. Van-Norman Machine Springvield 7. Mass.

Az ismertetés során a Ford cantoni kovácsüzeméről és a National Machinery hidegsajtoló automatákat, kovácssajtókat és kovácsgépeket gyártó vállalat tiffini üzeméről hallottak a résztvevők részletesebben. A beszámoló sok érdekes és tanulságos megfigyelést érintett. Elhangzása után szakmailag értékes konzultáció következett. *(L. I.)*

*

Dec. 16-án tartott *elnökségi ülésen* az 1967. évi munkatervet és költségvetést tárgyalta meg az Elnökség.

A munkatervről a Titkárság részletes összeállítást készített, amelyből kitűnik, hogy ez évben a jubileum miatt a szakosztályok kevesebb számú nagyrendezvényt terveznek. A választmányi ülést áprilisban Pécsett tervezi az Elnökség. További 4 külföldi társegyesülettel együttműködési szerződések kötése folyamatban van. Az egész évben 135 fő utaztatása van tervbe véve, zömben a csereszerződések révén.

A költségvetéssel kapcsolatban kialakult vita után, amelyben *dr. Gagyi-Pálffy András, Szele Mihály* és *dr. Dobos György* alelnökök és *Fekete Sándor* a Számvizsgáló Bizottság vezetője szólaltak fel, az a határozat született, hogy a következő ülésig a költségvetésnek a rendezvény, a jutalmazási és a reprezentációs tételeit át kell dolgozni.

Dr. Alliquander Ödön a gellénházai választmányi ülésről, *Heinrich József* az új olajlapról, *dr. Pilter Pál* főtitkár pedig az eddigi nagyrendezvényekről és a kiemelkedő egyesületi eseményekről tett jelentést.

(O. A.)

Vitallium tartós szilárdságának vizsgálata

Dr. SZOMBATFALVY ÁRPÁD okl. gépészmérnök, tudományos főmunkatárs,
Vasipari Kutató Intézet

A vitallium mintegy 60% Co, 25% Cr és 7% Mo-tartalmú ötvözet. Korrózióálló és melegszilárdsági tulajdonságai igen jók, emiatt a sugárhajtóművek és turbófeltöltők 800°C-os hőmérsékleti tartományban működő alkatrészeinek ismert anyaga.

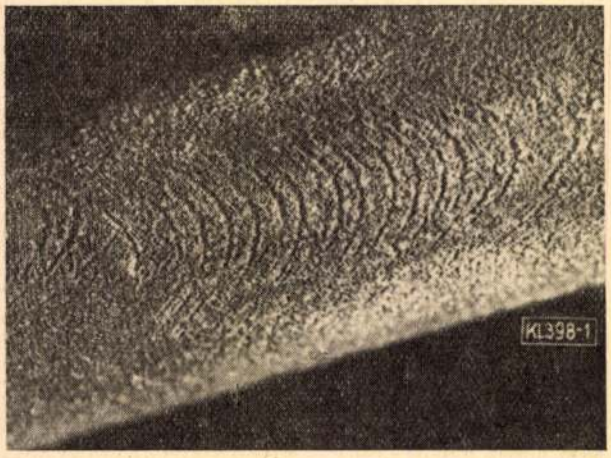
Intézetünkben részletesen foglalkoztunk a vitallium tartósszilárdsági tulajdonságaival. A vizsgálatok során azt tapasztaltuk, hogy az egyes adagok között igen nagyok a különbségek. Némelyik adag 700 és 800°C hőmérsékleteken 12—15 kp/mm feszültségnél 1000 óra alatt 0,7—2,3%-nyit nyúlt és nem szakadt el, más adag próbái viszont 60—540 óra vizsgálati idő után szinte maradó nyúlás nélkül elszakadtak. Minthogy az egyes próbatestek vegyi összetétele és gyártása látszólag azonos volt, indokoltnak látszott a kúszás során észlelt anomáliák okainak kiderítése.

Többek között a próbatest felületét vizsgáltuk makroszkóposan. Az így észlelt jelenségek hívták fel figyelmünket az ötvözet mikroszerkezetére, ami alapján végül magyarázatot találtunk az adagok eltérő viselkedésére.

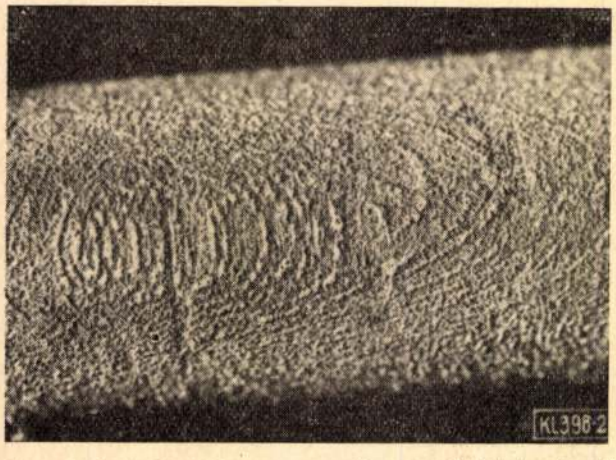
A kúszási kísérletek elvégzése után a próbatestek felületét borító vékony oxidhártyát csiszolással eltávolítottuk és a próbákat mechanikusan políroztuk, majd királyvízben kb. fél órán át maratttuk. Ebben az állapotban igen határozott csúszási vonalak tüntek elő *(1. ábra)*. A fényképfelvételen jól felismerhető a dendritek iránya, és az is megállapítható, hogy a különböző orientációjú dendriteket tartalmazó krisztallitokban a csúszási vonalak is különböznek. E próbatest másik helyéről készült fényképfelvételt mutat a *2. ábra*. A szomszédos krisztallitok határfelületén kezdődő repedés látható. A repedést nyilvánvalóan az okozta, hogy a különbözőképpen orientált szemcsék határán a csúszás nem tudott megindulni, a keresztmetszet másik részén viszont csúszás szempontjából kedvező volt a szemcsék irányítottsága (lásd *3. ábra)*, ezekben a megfelelő síkok mentén könnyen létrejöhetett az alakváltozás. Így a terhelés zömét a csúszásra képtelen rész vette fel, ahol az anyag később elszakadt. Részletesebb vizsgálat után kitűnt, hogy a próbatestek szakadása mindig ilyen helyen indult meg.

A *4. ábrán* egy kúszás folyamán elszakadt próbatest hosszcsiszolatát mutatjuk be. A szakadás a dendritsor mentén a hossztengelyre merőleges síkban indult meg, ahol nem voltak meg a csúszás feltételei.

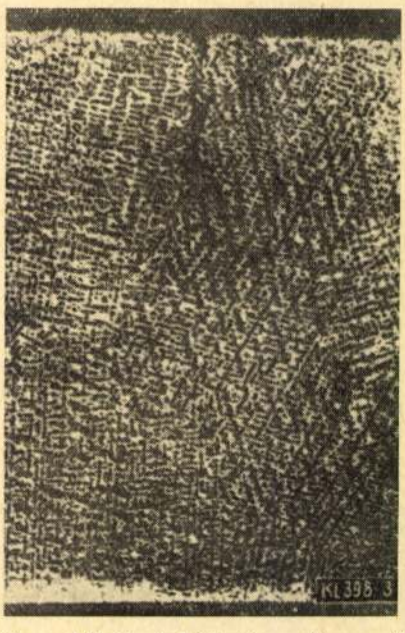
Egy ilyen töret felületét az *5. ábra* szemlélteti. Ezen felismerhető, hogy a szakadás két lépésben ment végbe: először a próba tengelyére merőleges irányú dendritek váltak el egymástól; a felület e



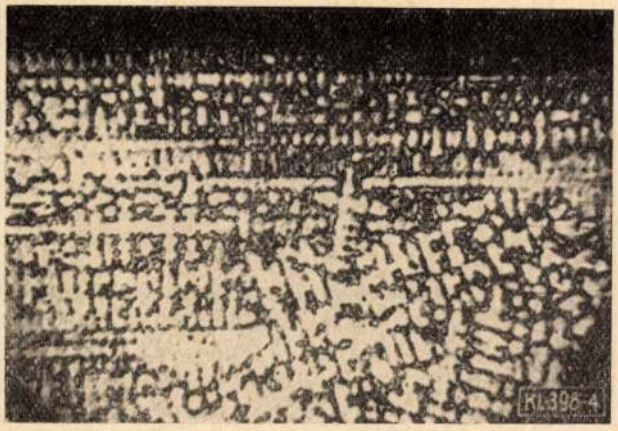
1. ábra. 800°C-on 12 kp/mm²-tel terhelt próbatest felületén előhívott csúszási vonalak. 7×



2. ábra. Az 1. ábrán bemutatott próbatest másik helye, kezdő repedéssel. 7×



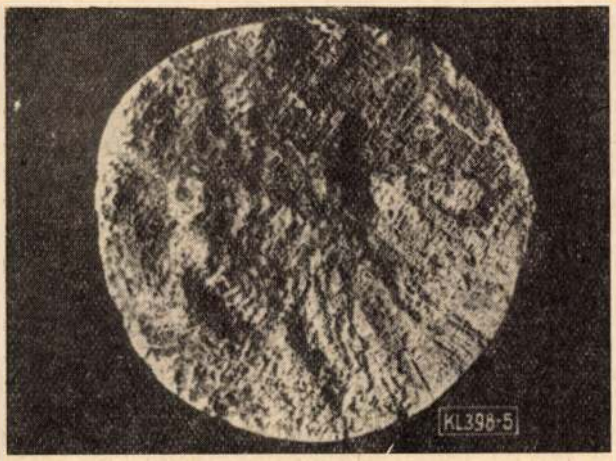
3. ábra. A 2. ábrán látható repedés a próba hosszcsiszolatában. 14×



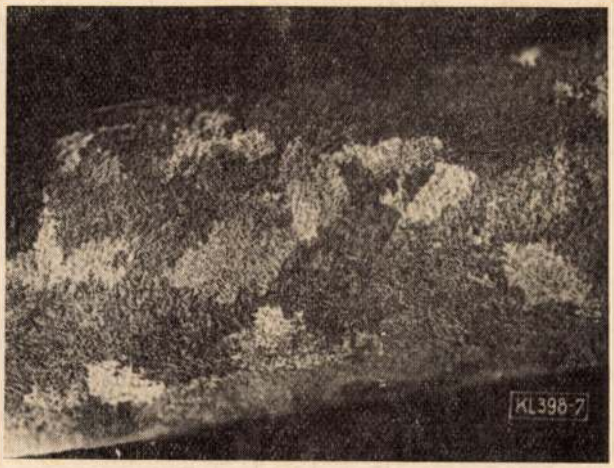
4. ábra. 800°C-on, 12 kp/mm² terheléssel 86 óra alatt ridegen szakadt próba a törésre merőleges síkban. 30×



6. ábra. Durvaszemcsézet próba felülete. 800°C-on 12 kp/mm² terheléssel 260 óra alatt 1,1% nyúlással szakadt. 8×



5. ábra. 800°C-on 92 óra alatt ridegen szakadt próbatest törési felülete. 10×



7. ábra. Finomszemcsézet próba felülete. 800°C-on 12 kp/mm² terhelésnél 1200 óra alatt 1,8%-ot nyúlt, nem szakadt. 7×

része sötétre oxidálódott a kísérlet korábbi szakaszában. Ezután az ép keresztmetszetben ferdén elhelyezkedő dendritek között csúszás indult meg, és ez addig folytatódott, amíg ez a rész is elszakadt. A törésfelület itt fémes, a képen világosabbnak tűnik. (A próbatestnek ebben a keresztmetszetében csak két krisztallit volt.)

A szakadásnak az itt leírt mechanizmusa mutatott rá az egyes adagok különböző kúszási tulajdonságainak okára:

A durvaszemű anyagokban a krisztallitok átlagos átmérője mintegy 4 mm, így a 8 mm átmérőjű próbatest keresztmetszetében csak 2—3 krisztallit látható *(6. ábra)*. Ha ezek egyikének csúszási síkja merőleges a külső feszültség irányára, a terhelést majdnem teljes egészében ez veszi fel, mert a másik krisztallit csúszás folytán könnyen deformálódik. A deformációra nem képes krisztallit ezért szakad ridegen, már viszonylag kis terhelés hatására.

A finomabb szemű ötvözetben viszont a krisztallitok száma jóval nagyobb, ezért kisebb a szerepe a kedvezőtlen helyzetű krisztallitoknak. Az ilyen ötvözet *(7. ábra)* tartós igénybevételnek sokkal jobban ellenáll, mint a durvább szemű és csak nagyobb alakváltozás után szakad.

Az elvégzett vizsgálatokból az a tapasztalat szűrhető le, hogy *a vitallium és hozzá hasonló, öntött állapotban felhasznált ötvözetek fontos tulajdonsága a szemcsefinomság. A durvaszeműek kevésbé állnak ellen a tartós igénybevételnek, ezért törekedni kell a finomabb szemű öntvények előállítására.* A szemnagyság határa, ami még megengedhető, az igénybevétel körülményeitől és az öntvény méretétől függően esetenként dönthető el.

Természetes, hogy ezek a megállapítások csak az ekvikohezív hőmérsékletnél nagyobb hőmérsékletek esetében érvényesek. Kisebb hőmérsékleten a kúszás transzkrisztallin-jellegű, a leírttól teljesen eltérő mechanizmussal megy végbe.

Összefoglalás

700 és 800°C-on vizsgáltuk vitallium próbatestek tartósszilárdsági tulajdonságait. A durvaszemcsézetűek 100 óra körüli idő után ridegen szakadtak, a finomszemcsézetűek 1000 óra alatt 0,7—2,3%-ot nyúltak és szakadás nem következett be. A durvaszemcsézetű ötvözetek viselkedésének az a magyarázata, hogy a keresztmetszetben elhelyezkedő 2—3 krisztallit közül gyakran találunk olyat, amelynek csúszási síkja merőleges a külső igénybevételre; alakváltozásra nem lévén képes, az egész terhelést ez veszi fel és túligénybevétel hatására ridegen szakad. Ez maga után vonja a szomszédos szemcsék túlterhelését és szakadását is. A szóban forgó és hasonló anyagokat tehát célszerű finom szemcseszerkezettel önteni.

A földgáz és olaj felhasználásának eredményei a vaskohászatban*

HORVÁTH JÁNOS okl. kohómérnök, igazgató
KGM Vaskohászati Igazgatóság

DK 669.1 (439) : 662.69 : 662.753

A kohászati üzemek az energiaigényes üzemek közé tartoznak. Népgazdasági szempontból tehát rendkívül fontos, hogy ezen üzemek tüzelőanyagként — a gazdaságos termelést szem előtt tartva — a hazailag biztosítható tüzelőanyagaink közül a legkedvezőbbet használják fel, természetesen a minőségi gyártást messzemenően figyelembe véve. Kohászaink előtt további elsőrendű feladat még az is, hogy a nyersvasgyártáshoz szükséges kokszmennyiséget — melyet hazai vonatkozásban kb. 50%-ban importálunk — hazai energiahordozók alkalmazásával a minimumra csökkentsék.

Mindezek figyelembevételével a következőkben üzemenként részletesen tárgyalom az olaj és földgáz felhasználási lehetőségeit, valamint a felhasználásukkal már elért eredményeket.

Nagyolvasztó művek

A nyersvasgyártás fejlődésében az utolsó 20 esztendő olyan új eljárásokat hozott, melyek méltán nevezhetők forradalmi változásoknak. Különböző korszerű megoldások születtek és ezek összességükben azt eredményezték, hogy az adott nagyolvasztók termelése a korábbihoz képest megkétszereződött, a fajlagos kokszfogyasztás pedig egyidejűleg a felére csökkent. Ilyen új eljárások az önjáró vagy mészfelesleges zsugorítvány kohósítása, a nagy szélhőmérséklet és nagy toroknyomás alkalmazása és újabban a különböző redukálószerek (földgáz, olaj, szénpor) befúvása a nagyolvasztókba. Az előbbiekben említett fejlesztések általában jelentős beruházási költségeket igényelnek, a redukáló anyagok befúvása viszont jelentéktelen költségráfordítással is megvalósítható. Lényegében arról van szó, hogy a nyersvasgyártás hazánkban legjobban hiányzó alapanyagát, a kohókokszot, részben a redukáló anyagokkal helyettesítjük. A redukálószerek befúvásának célja a redukciós viszonyok megjavítása, a gázzal (CO, H_2) való indirekt redukció részarányának növelése és ezzel a fajlagos kokszfogyasztás csökkentése.

A földgáz és olaj befúvásának különösen azokban az országokban van nagy jelentősége, ahol ezekből megfelelő készletek vannak, viszont a kőszénvagyon kicsi, ami jelentős kokszimportot tesz szükségessé. Hazánk közismerten ezen országok közé tartozik, mivel kohókoksz-szükségletünk mintegy 50%-át import útján szerezzük be.

A redukáló anyagok nagyolvasztóba történő befúvása nem újkeletű elgondolás. Már a XIX. század első felében fogadtak el ilyen szabadalmakat, de ezek részben az akkori technikai felkészültség, részben pedig a kellően megalapozott elméleti számítások hiánya miatt nem hozták meg a várt eredményt. A redukáló anyagok befúvásával kapcsolatos elmélet megvilágításával szovjet kohászok egész sora foglalkozott *(Ramm, Sopovolov, Leonidov Boriszov)* és nyugaton is több neves szerző *(Raick* és *Brassert)* dolgozott e sokat ígérő probléma megoldásán.

A földgáznak nagyolvasztóba való befúvását a világon elsőként a Szovjetunióban valósították meg, mégpedig 1957-ben a Petrovszkij gyárban. Az itteni tapasztalatok alapján a következő évben a déli területek 12 nagyolvasztója dolgozott már földgázzal és azóta általánosan alkalmazzák a nyersvasgyártásban, ahol földgáz rendelkezésre áll.

A földgáznak a nagyolvasztó oxidációs övébe történő befúváskor a befújt gáz 1 kg karbonjának elégése lényegesen kevesebb hőt fejleszt, mint a kokszkarbon 1 kg-ja. A kokszkarbon CO-vá elégésekor 1 kg karbonra 2340 kcal szabadul fel, ugyanakkor a metán elégésekor 1 kg metánkarbon csak 845 kcal-t ad. A hőhatás csökkenését a metánbontás endotermikus reakciója okozza. A metán égésekor előálló hőmennyiség csökkenése a nagyolvasztó fúvósíkjában az elméleti égéshőmérsélet csökkenéséhez vezet. A számítások azt mutatják, hogy minden m^3 földgáz a medence égéshőmérsékletét 2,7—3,0°C-kal csökkenti. A hőmennyiség jelentős csökkenését a formák előtt nem lehet megengedni. A szénhidrogének bontásának hőszükségletét a fúvószélhőmérséklet növelésével, vagy ahol erre lehetőség van, oxigénbefúvással lehet pótolni. Ellenkező esetben a medence hőmérsékletének túlzott csökkenése járatbeli zavarokra és a nyersvasminőség romlására vezet.

A földgázbefúvással nyert tapasztalatok azt mutatták, hogy a medencegázok megnövekedett mennyisége miatt nem csökkent a nagyolvasztók járatintenzitása, mint várták, sőt egyes helyeken 2—3%-os növekedést figyeltek meg. Ez egyrészt azzal magyarázható, hogy a nagyolvasztók általában nem dolgoznak a határon levő maximális gáznyomáskülönbséggel, vagyis még növelhető a medencegázok mennyisége anélkül, hogy a járatintenzitás lényegesen csökkenne, másrészt a földgázbefúvással növekszik a gáz hidrogéntartalma és ennek eredményeként csökken a gáz fajsúlya és viszkozitása. Ezáltal lehetővé válik a gáznyomáskülönbség emelése nélkül a gázsebesség növelése, mivel a nagyolvasztóban uralkodó gáznyomás a gázsebességgel, a gáz fajsúlyával és viszkozitásával arányos.

Több szovjet nagyolvasztóműben végzett vizsgálat szerint 1 Nm^3 földgáz 0,64—2,04 kg koksz egyenértéket adott. Ez a nagy ingadozás azzal magyarázható, hogy a nagyolvasztók különböző műszaki feltételek között dolgoznak. Hazai viszonyok között 1 Nm^3 földgáz befúvása kb. 1 kg kokszfogyasztás-csökkenést eredményez. Általános megfigyelés, hogy földgázbefúvás esetén a kokszfogyasztás csökkenése a nagyolvasztóban lényegesen nagyobb, mint ami számítással meghatározható.

* Az OMBKE gellénházai választmányi ülésén 1966. okt. 28-án elhangzott előadás.

Ez annak a következménye, hogy egyenletesebbé válik a nagyolvasztók járata, a medencébe jól előkészített elegy kerül és ez a medence hőállapotára kedvezően hat.

Földgázbefúvás esetén a fajlagos kokszfogyasztáscsökkenés hatására csökken a rendszer kéntartalma és a salakmennyiség. Lehetőség van savanyúbb salakvezetéssel dolgozni, mely a járatintenzitás fokozását segíti elő.

Az olajnak nagyolvasztóba történő befúvása a földgázbefúváshoz hasonlóan ugyancsak régóta foglalkoztatta a kohászati szakembereket. Már a múlt században végeztek üzemi kísérleteket több európai és amerikai gyárban, ezek azonban a várt eredményt nem hozták meg. A sikertelenség egyik fő oka abban kereshető, hogy helytelen elképzelések voltak a befúvás helyét illetően. Az elmúlt évtizedben a Szovjetunióban és Franciaországban folytak széleskörű kísérletek, melyek eredményeként az olajbefúvás gazdasági hatékonyságát pozitíven ítélték meg. A Szovjetunióban üzemszerűen először 1960-ban a Csuszovszki gyárban fújtak be fűtőolajat a fúvóformákon keresztül.

A nagyolvasztóba befújt fűtőolaj, ill. pakura endotermikus bomlásreakciója a földgázhoz hasonlóan jelentős hőmennyiséget von el a fúvósíktól, melyet pótolni kell, célszerűen a fúvószélhőmérséklet növelésével vagy ahol erre lehetőség van, oxigén befúvásával. A számítások szerint 1 kg olaj befúvásakor 2,5°C-szal kell növelni a szélhőmérsékletet. Az elvégzett vizsgálatok azt mutatták, hogy 1 kg olaj befúvása 1,7—2,4 kg középértékben 2 kg kokszfogyasztás-csökkenést eredményez.

Az utóbbi években hazánkban is intenzíven foglalkoztak a szakemberek a redukáló anyagok nagyolvasztóba történő befúvásával. A földgázt elsőként a Lenin Kohászati Művek vezette be 1960-ban a 800 m^3-es nagyolvasztóba, majd 1961-ben fokozatosan a másik két nagyolvasztónál is megvalósította a befúvást. Jelenleg 1 t nyersvasra 100—110 Nm^3-t használnak. 1960-tól 1966. I. félévét bezáróan 267 131 300 Nm^3 földgázt fújtak be a három nagyolvasztóba, melynek eredményeként kg-ban azonos kokszfogyasztás-csökkenés jelentkezett.

Az Ózdi Kohászati Üzemekben a korábbi években nem volt meg a földgázbefúvás lehetősége, ezért az olajbefúvás technikai feltételeit teremtették meg és 1961-ben meg is valósították, 1961-től 1964-ig 48 109 t olajat fújtak be a nagyolvasztókba és ezzel kereken 96 000 t kokszot takarítottak meg. 1964-ben, miután az Ózdi Kohászati Üzemekbe bevezették a földgázt, áttértek a földgázbefúvásra és 1966. I. félévéig bezáróan 75 481 000 Nm^3-t használtak fel, ami kereken 75 000 t kokszfogyasztás-csökkenést jelent.

Az Ózdi Kohászati Üzemek kedvező tapasztalatai alapján 1963-ban a Dunai Vasmű nagyolvasztóinál is megvalósították az olajbefúvást és 1966. I. félévének végéig 86 940 t olajat használtak fel, ami fajlagosan 55—60 kg/t nyersvasnak felel meg. Ezzel kereken 174 000 t kokszfogyasztás-csökkenést értek el. 1966 közepén a Dunai Vasműbe is bevezették a földgázt és mindkét nagyolvasztó áttért a földgázbefúvásra. Jelenleg 60—80 Nm^3/t nyersvas mennyiséget fújnak a nagyolvasztókba és kísérletek folynak a földgázmennyiség növelésével az üzemi viszonyokhoz optimális mennyiség megállapítására.

Külön kell foglalkoznom a hazai kéntartalmú olaj befúvásakor a kénnek a nyersvas minőségére kifejtett hatásával. Ezzel kapcsolatban Ózdon radioizotópokkal végeztek kísérleteket, melyek eredményei igazolják, hogy a hazánkban előforduló kéntartalmú olajfajták befúvásakor a nyersvas kéntartalma nem emelkedett, tehát nyersvas gyártásakor az olaj kéntartalmával szemben nem olyan szigorúak az előírások, mint az olajat felhasználó többi kohászati üzemben.

Acélművek

A SM-acélgyártás több mint száz éves fejlődése során az acélgyártó kemencék tüzelése és tüzelőanyagai is sokat fejlődtek. Kezdetben kis fűtőértékű generátorgázt, illetve ahol nagyolvasztó és kokszolókemence is volt, ott kevertgázt használtak. A kis fűtőértékű gázokat és a levegőt elő kellett melegíteni, mert csak ezáltal lehetett biztosítani az acélgyártáshoz szükséges égéshőmérsékletet. A gáz és a levegő előmelegítéshez nagymértékű különálló regenerátor-kamrákra volt szükség. A kemence tűzfejeit és a felszállókat a viszonylag nagy térfogatú és kis fűtőértékű gázok elégetéséhez alkalmas megoldásúra képezték ki. Az ilyen tűzfejek tűzálló téglaigénye nagy, tartósságuk korlátozott és állandó karbantartást igényelnek.

Hazai barnaszén-készleteink adottsága miatt, a Csepeli Acélművet kivéve, egészen az 1950-es évek kezdetéig mindkét borsodi acélműben barnaszéngenerátorgázt használtunk az SM-kemencék fűtéséhez.

Ez a gáz kb. 28% CO-t, 12% H_2-t, egy kevés metánt és 8—10 g/Nm^3 kátrányt tartalmazott, sajnos igen változó kéntartalommal, amely néha elért 12—16 g/Nm^3-t is. Fűtőértéke 1450—1580 kcal/Nm^3 volt.

A kohóművekbe a generátorgázhoz szükséges barnaszenet évtizedeken át a kis távolságra fekvő saját bányákból szállították, így a mindenkori energia-szükséglethez könnyen lehetett alkalmazkodni. A barnaszénbázis volt a múlt században a borsodi kohóművek telepítésének egyik fő indoka.

A Csepeli Acélműben, ahol nem állt rendelkezésre saját szénbázis, már az 1920-as évek végén áttértek a sokkal előnyösebb olajtüzelésre. A csepeli Martin-mű több mint 30 évvel ezelőtt Közép-Európában elsőként alkalmazta az olajtüzelést és ennek segítségével olyan fajlagos teljesítményt ért el, amellyel kivívta a külföldi szakemberek elismerését is.

Kohógázból és kamragázból álló, 2000—2500 kcal/Nm^3 fűtőértékű kevertgáz használatára nem volt lehetőségünk, mert saját kokszolóművel csak a legutóbbi időben rendelkezünk a Dunai Vasműben. Ebben az üzemben a kamragázt már 1957. óta hasznosítják az SM-kemencék fűtésére, de nem mint kevertgázt, hanem előmelegítés nélkül, hideg gázként.

A nagyobb teljesítmény és korszerűbb acélgyártás biztosítása érdekében az 1950-es évek elején a borsodi acélművekben a generátorgáz tüzelésről áttértek olajtüzelésre. Az olajtüzelés nagyobb hatásossága és egyéb előnye hamarosan jelentkezett.

A Dunai Vasműben a kohógáz és olaj csak néhány hónapig tartó kombinált használata után a tiszta olajfűtésre álltak át, majd 1957-től a kokszolókemencékből rendelkezésre álló tisztított kamragázt is felhasználták kb. 40%-os kalória-részesedéssel.

A hazai földgázfeltárások eredményeként és a rendelkezésre álló földgázvagyon növekedésével megkezdődött először az LKM acélművében, majd a többi kohászati üzemekben a földgáztüzelés alkalmazása. Mivel a földgáz hazai fűtőanyag, az olaj nagy részét viszont importból fedeztük, a földgáztüzelés terjedésének igen jelentős népgazdasági haszna is van. A hazai vonalon tapasztalható kohászati energiacsere tovább folytatódik és a szilárd tüzelőanyag rovására a földgáz, illetve kisebb részben az olajtüzelés javára fog eltolódni. Az OT adatai szerint az ipari kemencék fűtőenergia-igénye az 1960. évi 30 milliárd kcal-ról 1975-re 51 milliárd kcal-ra fog növekedni és ezt a különbözetet teljes egészében szénhidrogénekkel fogjuk fedezni.

Az acélgyártó kemencék fűtésére leginkább ásványi olaj lepárlásából visszamaradt fűtőolajat, másnéven pakurát vagy mazutot használnak. Ennek fajsúlya 0,93—0,95 g/ml, fűtőértéke változó, 9200—9800 kcal/kg közötti. Nagyon fontos még az olaj viszkozitása, ez 100°C-on mérve 4—5 E°. A kéntartalom nagyon változó, a jó acélgyártó fűtőolajban 1%. Elfogadható még minőségi engedménnyel a 2% is, de a 3%-nál nagyobb kéntartalmú fűtőolaj már nem használható az acélgyártásban.

A tüzelőanyagok SM-kemencében való felhasználhatóságának megítéléséhez *Bartu* szerint két tulajdonság az irányadó. Az egyik a kemence munkaterében az égési gázok térfogategységére vonatkozó hőmennyiség, az átvihető hő, a másik a lángnak az a képessége, amellyel a rendelkezésre álló hőmennyiségeket különböző tüzelőanyagokra meghatározták. A számításokból kitűnik, hogy az átvihető hőmennyiség olajtüzeléssel a legjobb (670 kcal/Nm³ füstgáz), míg a generátorgázra, kevertgázra és kamragázra ez 430—600 kcal/Nm³ füstgáz között van.

A fűtőolaj másik igen fontos minőségi mutatója a Condradson-szám, azaz a kokszolási próbában a visszamaradó rész %-os mennyisége. Ezzel függ ugyanis össze a láng sugárzóképessége, illetve az előbb említett azon tulajdonsága, hogy a rendelkezésre álló hőmennyiséget a betétnek átadja. A Conradson-szám a fűtőolaj minőségétől függően 6 és 15% közötti érték. Szovjet szerzők megállapították, hogy a 6%-os Conradson-szám alatt igen erősen nő az adagidő és a pakurafelhasználás, viszont a Conradson-szám növekedésével ezek fokozatosan javulnak. Jó sugárzó láng biztosítása érdekében előnyös, ha a fűtőolaj Conradson-száma 10% felett van.

Olajtüzeléssel a kemence tűzfej-szerkezete lényegesen egyszerűsödik, elmarad a gáz regenerátorkamra és a gáz felszálló, helyette egy viszonylag kisméretű, vízhűtéses égőt kell alkalmazni a kemence-végfalban. Az olajégő igen fontos szerkezete a tüzelésnek, mert jó vagy rossz megoldása és porlasztóképessége határozza meg az olajtüzelés műszaki és gazdasági eredményességét.

Az olajégőben a kb. 100°C-ra előmelegített olajat elporlasztjuk. A porlasztáshoz 5—6 at nyomású sűrített levegőt vagy ennél nagyobb nyomású túlhevített vízgőzt használunk. A nyomás alatt beáramló keverék nagy kinetikai energiával rendelkezik, ami a tökéletes keveredés, elégés, a lángképződés és a megolvasztandó betétre való intenzív hőátadás szempontjából fontos.

Az SM-kemencék fűtéséhez azonban túlnyomórészt import, főleg romániai pakurát használtunk. Nehézséget néha az olaj nagy kéntartalma és kisebb lángsugárzást adó kisebb Conradson-értéke okozott. Ahol megfelelő minőségű fűtőolaj áll rendelkezésre, ott az SM-kemence legjobb tüzelőanyaga a pakura.

A földgáz elterjedése az európai kohászatban a második világháború utáni években kezdődött. Az USA-ban, ahol a legnagyobb földgázvagyon van, már a háborút megelőző években is használtak földgázt, de csak kisebb mennyiségben. Európában Észak-Olaszországban terjedt el rohamosan a földgáztüzelés az iparban és a háztartásokban. 1949-ben nagy kiterjedésű új földgázforrásokra bukkantak és ennek hasznosítására kiépítették a ma már 5000 km hosszú vezetékhálózatot.

Nálunk 1960-ban kezdték a földgázt az LKM-ben felhasználni, majd a hajdúsági és az alföldi földgázfeltárások hatására a többi kohászati vállalatban is sor került a földgáz alkalmazására. Most érkezett el a Dunai Vasműbe, ahol szintén megkezdődött a hasznosítása.

A földgázról, mint kohászati tüzelőanyagról néhány évvel ezelőtt nem sokat tudtunk. Az európai, így a magyar földgázok 90%-nál több metánt, kevés — 3% körüli — nehéz szénhidrogént tartalmaznak. A kénhidrogén csak nyomokban fordul elő benne, fűtőértéke 8350 kcal/Nm³. Összetétele alapján nem ég világító lánggal. Ezért helytelen azt állítani, hogy az SM-acélgyártás részére különösen megfelelő tüzelőanyag, nagy fűtőértéke miatt. A korábban ismertetett átvihető hőmennyisége 540 kcal/Nm³ füstgáz, azonos a generátorgázéval és valamivel kisebb, mint a kevert- és kamragázé. Tehát ha az SM-acélműben olaj, vagy más gáztüzelésről földgáztüzelésre térünk át, helytelen volna olvan teljesítménynövekedést várni, mint ami pl. elérhető volt a generátorgázról olajra való áttéréskor.

A földgázt nagy fűtőértéke miatt nem szükséges előmelegíteni, hideg gázként alkalmazzuk, erre a célra kialakított megfelelő, különleges égők segítségével.

Mivel a földgáz nem ég világító lánggal, kétféle módon lehet lángját acélgyártásra alkalmassá tenni:

1. önkarburálással vagy
2. külön adagolt karburáló anyaggal.

Az önkarburálás a metán termikus hasadása alapján keletkezett C és H_2 révén jön létre. A kivált karbonrészecskék világítóvá teszik a lángot és ugyanakkor a C és H_2 elégése nagyobb lánghőmérsékletet biztosít, mint a metán égése. Mi az olajjal történő karburálást alkalmazzuk a földgázzal dolgozó acélművekben.

A földgáz-olaj tüzelésű kemencék égőinek megoldása különféle, legtöbbször a középső tengelyvonal mentén áramlik a nagynyomású fűtőolaj és ezt veszi körül a kisebb nyomású és sebességű földgázréteg. Vannak olyan megoldások is, ahol az égő két külön nyílásán áramlik be, alul a földgáz, felette a gőzzel porlasztott olaj. A hazai üzemekben a Laval-fúvókás földgázolajégőt használják, mely a nagy, 8—9 at nyomású földgázzal végzi az olaj porlasztását. Ilyen égőtípussal az OKÜ-ben és a Csepeli Acélművekben dolgoznak.

Mivel hazai üzemeink az olajtüzelésről tértek át földgáz-olaj tüzelésre, a földgáz sajátságos tulajdonságai miatt némi fenntartással fogadták az új tüzelőanyagot. A kezdeti nehézségeket mindegyik üzemben meg lehetett szüntetni és az új tüzelőanyaggal bizonyos idő után elérték az eredeti teljesítményeket és kemence-tartósságokat.

Az LKM és az OKÜ jelenleg kb. 60% földgázt és 40% olajat használ az SM-kemencék tüzeléséhez. Ez adta a legjobb teljesítményeket. Az LKM kisnyomású földgázzal, míg az OKÜ és Csepel 8—9 at nyomásúval dolgozik. E két utóbbi műben földgázzal végzik az olajporlasztást. Az OKÜ-ben a földgáz bevezetésekor a kalória-fogyasztás emelkedett és a kemence teljesítménye csökkent. Az új égőtípus bevezetésével sikerült az eredeti teljesítményt és fogyasztást elérni. Mivel a földgáz-égőnek kisebb a lángimpulzus-értéke, mint az olajénak, több területen megváltoztatták az addig bevált technológiát, hogy az átmeneti csökkenés után a megkívánt fajlagos értékeket elérjék.

A Csepeli Acélműben 50%-os részesedéssel csak rövid ideje alkalmazzák három kemencéhez a földgázt. Itt még fennállnak a bevezetéssel együttjáró nehézségek. A nem világító földgázláng — ha nem ég el a kemence munkaterében — jobban igénybeveszi a végfalakat és regenerátor-rácsozatot. A kemence teljesítménye viszont nem csökkent és érezhetővé vált a kis kéntartalmú fűtőanyag hatása, mert kisebb bazicitású salakkal lehet dolgozni és csökkent a mészfogyasztás.

Hengerművek

A többi kohászati üzemekhez hasonlóan a hengerművek is tekintélyes fűtőenergiát fogyasztanak, nagyobbrészt acéltuskók és féltermékek felmelegítéséhez, kisebb mértékben a hengerelt áruk hőkezeléséhez.

A fűtőenergia költsége a hengerelt gyártmányok átmunkálási költségének 15—25%-át képezi, tehát igen jelentős költségtényező. Az utolsó évtizedben más országokéhoz hasonlóan, a hazai hengerművekben is megfigyelhető a fűtőenergia-hordozók kicserélődése.

A II. világháború alatt és az azt követő években a hengerművek tüzelőanyagbázisa teljes egészében szénenergia volt. A kemencéket általában generátorgázzal fűtötték, s csak ritkán keverték ezt a nyersvasgyártás melléktermékével, a kohógázzal. A szénenergiát ebben az időben szénportüzelés formájában a Csepeli Acélműben gázosítás nélkül, közvetlenül is felhasználták az izzítókemencék fűtésére. A vasúti kocsikban a helyszínre szállított poros szenet szénpormalomban tovább őrölték és levegőventilláció segítségével fúvatták a kemencékbe.

A II. világháborút követő ipari fejlődés a hengerműveket is a tüzelőanyag jobb kihasználására és újabb energiahordozók alkalmazására késztette. Első lépésként a kohógázok teljes értékesítését valósították meg, majd az 50-es évek elején megkezdődött az olaj- és földgázbázisú tüzelőanyagok felhasználása. 1950-től az ózdi hengersorok kemencéinél a torokgázhoz, általában póttüzelésként propán-bután gázt, benzint, majd fűtőolajat kevertek a tüzelőanyag kalóriájának és lángsugárzásának növelése céljából.

Az 1950-ben üzembe helyezett Lőrinci Hengermű a termelést még teljes egészében generátorgázzal kezdte meg, de 1955-ben itt is bevezették a pakura póttüzelést. Ugyancsak az 50-es években tértek rá a Csepeli Acélhengerműben is az olajpóttüzelésre. Póttüzelésként alkalmazzák az olajat a diósgyőri Finomhengerműben is, teljes egészében olajtüzeléssel működő kemencét azonban csak a múlt évben, Borsodnádasdon állítottak fel. A Dunai Vasműben 1960-ban üzembe helyezett Meleghengermű elsőnek használt fűtésre kamragázt, erre a Dunai Vasműben létesített kokszolómű adja a lehetőséget. A kamragázt azonban kohógázzal keverten, mintegy 1600 kalória fűtőértékű kevertgáz alakjában használják fel, mert tiszta kamragáz használata hengerműi kemencékhez nem célszerű.

A földgáz 1963-ban jelentkezett a hazai hengerművekben tüzelőanyagként. Az Ózdi Kohászati Üzemekbe és a Lenin Kohászati Művekbe bevezették a Romániából induló földgázvezetéket, s ezzel lehetővé vált, hogy ezek az üzemek a generátorgáz fogyasztásának hányadát megszüntessék és a hengerművi kemencéket földgáz-kohógáz keverékkel fűtsék.

A múlt évben vezették be a földgázt a Csepeli Acélműbe és a Lőrinci Hengerműbe is. A tervek szerint a Dunai Vasmű is megszünteti a hengerműveiben a kamragáz fogyasztását és a kokszolóban termelt kamragázt átadja a háztartásoknak, az izzító-kemencék fűtését pedig már a jövő évben kb. 1800—2000 kalóriás földgáz-kohógáz keverékkel kívánja megoldani. Ennek a tervnek megvalósítása után három nagy acélművünk hengerművi kemencéit majdnem teljes egészében kb. 1800 kalóriás földgáz-kohógáz keverékkel fogják fűteni. A Csepeli Acélmű és a Lőrinci Hengermű pedig teljes egészében földgáztüzeléssel fog üzemelni.

A generátorgáz egyedül a Borsodnádasdi Lemezgyárban marad meg tüzelőanyagként, ahol a lemezhengerlés megszűnőben van, mert termékeire a Dunai Vasmű Hideghengerművének beindulása óta a népgazdaságnak csak egyre csökkent mennyiségben van szüksége.

Az utóbbi évek fejlődése tehát hazai hengerműveinkben a földgáz uralomra jutását hozta. A rendkívül költséges generátorgázzal szemben a földgáztüzelésnek nemcsak gazdasági, de technikai előnyei is vannak; lényegesen nagyobb fűtőértéke miatt a generátorgázra tervezett kemencék teljesítménye növelhető, ezenkívül tüzelési hatásfoka is jobban biztosítható, mert a generátorgázhoz viszonyítva kisebb levegőtényezővel égethető el. Ez az előnye az olajtüzeléssel szemben is fennáll, az olaj sűrűsége ugyanis erősen változó, s szelepes adagolása lényegesen pontatlanabb.

A generátorgáznak és az olajnak is hazai viszonylatban tetemes kéntartalma van, s az ezekből égéskor keletkező kéndioxid a füstcsatornarendszerben a harmatpont alá hűlve kénessavat és kénsavat alkot. Ezek a savak különösen a kemencék előmelegítő rendszerének rekuperátorait támadják meg, s élettartamukat erősen csökkentik. Földgáztüzeléskor ezek a káros jelenségek elmaradnak. A földgáztüzelés az olajtüzelésnél is gazdaságosabb, s nagy részben ez magyarázza meg, hogy a földgáz bekapcsolásával hengerművi kemencéink olajtüzelésének terjedése nemcsak megállt, hanem visszafejlődött. Az olaj hengerművi kemencékben egyébként sem a legcélszerűbb tüzelőanyag, mert nagy égési sebessége és nagy lánghőmérséklete miatt a hengerművi kemencék betétanyagának helyi felmelegedését okozza, s ezért nehezen biztosítható az egyenletes felmelegedésük, pedig ez a hengerlés technológiájának egyik legfontosabb követelménye. Ennek a követelménynek földgáztüzeléssel sokkal inkább eleget lehet tenni.

Hengerműveink szakemberei és a kemencék kezelőszemélyzete a földgázt sok előnye miatt rendkívüli mértékben megkedvelték. A földgáztüzelésnek azonban egy-két hátránya is akad. A generátorgáz és az olaj is általában jól látható lánggal ég, ezért a helyes eltüzelésük a láng járása alapján, egyszerű szemrevételezéses ellenőrzéssel szabályozható, ugyanakkor a földgáz látható láng nélkül ég, ezért a helyes levegő-arány beállítása szemrevételezéssel alig lehetséges. Így földgáztüzeléshez sokkal inkább szükséges a tüzelésnek részleges vagy teljesen automatikus vezérlése.

A többrészes hengerművi kemencék automatikája azonban elég bonyolult, sok műszer kezelését és karbantartását kívánja. Hengerműveinknek meg kell még küzdeniük e műszerek helyes karbantartásával és pontos működésének biztosításával. A földgáztüzelésnek más hátránya is akad: égéstermékeiben 20% körüli a vízgőz-tartalom, s ez lényeges hatással van a melegítéskor keletkezett reve képződésére. A földgáztüzelés eredményeként nagyobb mennyiségű és nehezebben leváló reve keletkezik a hengerműi betétek felületén. Ezeknek az eltávolítása, különösen a lapos hengerelt termékekről komoly gondot okoz. Ezenkívül a leégési veszteség növekedése rontja a hengerművek kihozatalát és a többlet-reveképződés gyorsabban feltölti az izzítókemencék alsó tűzterét és fenékfelületét. A földgáztüzelés hátrányai azonban nem jelentenek lényeges akadályokat a földgáz felhasználásában, s eltörpülnek más gazdasági és műszaki előnyei mellett.

Hengerműveink szakembereinek feladata, hogy a hátrányokból keletkező nehézségeket az elkövetkező időkben leküzdjék.

Vasöntödék

Az utóbbi években eredményes kísérletek folytak földgáznak kupolókemencékbe való befúvatásával. Az eredmények minden szempontból megnyugtatók voltak, a vas minősége és tulajdonságai nem romlottak, sőt a kisebb kokszadag és kénmentes földgáz használatával olvasztott vas kéntartalma csökkent, ami az öntöttvas szívósságát növelte és keménységét csökkentette. A földgáznak tehát nincs hátrányos hatása az öntöttvas minőségére. A kísérlet időszakában csak az olvasztott vas hőmérséklete volt alacsonyabb a kívánatosnál. A hőmérsékletnövelésnek módja azonban már ismert, s így lehetőség van arra, hogy a kupolók földgázpóttüzelésre való átalakításának tervezése több üzemben megkezdődhessék. A tervek elkészítéséhez a kísérlet eredményei figyelembe vehetők, tehát nincsen akadálya az öntészeti és tüzeléstechnikai szempontból egyaránt jól működő kupolók felépítésének.

A földgáz öntödei felhasználásának nagy lendületet ad a budapesti földgázelosztási program, melynek keretében számos öntöde jut olcsó földgázhoz, melyet olvasztáson kívül a forma, üst és kemence szárítására is fel fognak használni.

Tűzállóanyag-ipar

A Magnezitipari Művekben a földgáz bevezetése következtében lehetővé vált, hogy a bázikus téglák égetési hőmérsékletét 1580°C-ról 100°C-szal emeljék, de megvan a lehetősége — megfelelő alapanyag biztosításával — a hőmérséklet további emelésének is. Ez az intézkedés a krómérc-adalékos bázikus téglák szilárdsági értékét 25%-kal növelte, porozitásukat pedig 2%-kal csökkentette. A minőségi javuláson kívül az önköltség is csökkent. Megszűnt a generátortelep egészségtelen munkakörülményeivel, de az égetők munkája is könnyebbé vált.

Befejezés

Az előzőkből kitűnik, hogy a hazai szénhidrogéneknek a kohászati üzemekben való felhasználása gazdaságos. Az olaj, illetőleg földgáz befúvásával a nagyolvasztókban 1965-ben 143 987 t importkokszot takarítottunk meg. Ez a mennyiség a jövőben a nyersvastermelés növekedésével, valamint a nyersvas-tonnánként befúvott szénhidrogén-mennyiség fokozásával még emelkedni fog. Az acélművek és a hengerművek energiaszükségletének földgázzal való biztosítása folytán leállíthatók a szennyezett üzemű generátorgáz-telepek. Elmarad a nagy mennyiségű széntömegek szállítása. A gázfejlesztő üzemekben jelentős létszám szabadul fel, mert a földgáz és olaj szállításához és kezeléséhez csak néhány főre van szükség. Nem utolsó sorban azonban a kénmentes földgáz használata metallurgiai előnyökkel is jár és nagyban elősegíti a minőségi acélgyártást.

Jubileumi rovat

Dec. 16-i elnökségi ülésen *Szeless László*, a jubileumi bizottság vezetője beszámolt az előkészítő munkák állásáról. Az elnökség a beszámoló megvitatása után elfogadta a szakosztályok javaslatai alapján a jubileumi ünnepségekre meghívandó szakemberekre, intézményekre vonatkozóan összeállított előterjesztést és úgy döntött, hogy részükre február folyamán tájékoztatót kell szétküldeni. Végleges meghívót csak azoknak küldjük ki, akik részvételi szándékukat előjelentkezés formájában beküldik.

A résztvevők várható nagy számára való tekintettel az Elnökség úgy döntött, hogy az Akadémia helyett az Építők Székházában célszerűbb megrendezni az ünnepséget. Ezenkívül jóváhagyta a rendezést lebonyolító négy albizottság felállítását. A szaklap kiállítás szervezésével az Elnökség *Kárpáti Loránd* és *Bányai Bálint* tagtársakat bízta meg.

A költségvetés tárgyalása során jóváhagyta az Elnökség a jubileumi rendezvények, valamint a jubileumi kiadványok költségvetési tételeit is. *O. A.*

Lapunk első 3 évfolyama

Decemberi számunkban néhány — még a mai szemmel nézve is érdekes — szemelvényt közöltünk Lapunk első évfolyamában 1868-ban megjelent cikkekből. Ebben az időben a lap teljesen önálló volt, hiszen az Egyesület csak 25 évvel később, 1892-ben alakult meg, többszöri sikertelen próbálkozások után.

Péch Antal „felelős szerkesztő és kiadó-tulajdonos"-ként jegyzi a lapot és a gyakori előfizetési felhívásokból arra lehet következtetni, hogy a szakmai érdeklődés alatta maradt *Péch* várakozásának és lap anyagi gondokkal is küzdött. Ily körülmények közt érthető, hogy mindössze 3 évig tartott ez az időszak és 1871-től a lapot a selmeci Akadémia vette át. A lap ezt követően egészen 1902-ig Selmecbányán jelent meg, 1892-ig az Akadémia, 1892-től pedig az Akadémia és az Egyesület közös lapjaként. Az első szerkesztőséget a tanári karból alakította meg *Kerpely Antal*, a vaskohászati tanszék akkori vezetője, aki aztán 11 évig szerkesztette a lapot. A változást az 1870 decemberi számban jelentik be: „Ugyanazon irányt, melyet a BKL kitűnő szakismerettel bíró, mélyen tisztelt szerkesztője eddigelé követett, az Akadémia befolyása alatt álló, új szerkesztőség is hűn követni fogja, törekvését oda irányozva, hogy úgy az elméleti, mint a gyakorlati téren felmerülő fejlődésekre nézve, szakunk minden érdeklett tagját kielégítse; de sőt hogy szakunknak irányadóúl is szolgáljon!

Nehéz ugyan a feladat, melyet e lapok szerkesztője magára vállal, de azon reményben, hogy nem egyedül álland e fontos feladattal szemben, s hogy tisztelt szaktársai támogatólag fognak mellette állani, hiszi, miszerint azon úton, melyet e lapok eddigi t. szerkesztője kitűnő eréllyel és kitartással megtörni s számára kiegyengetni törekedett, a kitűzött czélt elérni sikerülend."

Ugyanakkor *Péch* rövid leköszönő közleményét is hozza a lap. Ennek legérdekesebb részletét is idézzük: *„Én őszintén megvallom teljesen megnyugszom azon egy eredményben, hogy vállalatom meg nem bukott;* legcsalhatlanabb bizonyítéke ez annak, hogy egy magyar bányászati szaklap fennállásának szüksége el van ösmerve, és hogy magyar bányász közönségünk elég áldozatkészséggel és szellemi erővel bír egy ily lap fentartására. Ezen tapasztalat méltán feljogosít azon reményre, hogy szaklapunk évről évre tekintélyesebbé váland, és mindinkább méltó leend azon nagyszerű hazai ipar jelentőségéhez, melynek érdekeit képviselni hivatva van".

Az 1869. évfolyamban kohász szempontból a legérdekesebb cikkek az akkor épülő salgótarjáni acélgyárról jelentek meg. *Glos Arthur* és *Schmidt Ottó* a gyár építése előtt a belga, francia és a német vasipar tanulmányozására hosszabb tanulmányutat tettek, és tapasztalataikról a lapban részletesen beszámoltak. A tanulmányút után rendelték meg a gépi berendezést és szerződtették 5 évre hutaigazgatónak Saarbrückenből *Buch Gyulát*. Jellemző, hogy az *Andrási Manó* gróf társulati elnök vezetése alatt tartott közgyűlésen egy részvényes panaszt emelt, azért mert a társulat hivatalnokai csaknem kivétel nélkül külföldiek. Ígéretet kapott, hogy „jövendőre a pályázatnál magyarok előnyben fognak részesülni". Az egyik legnagyobb problémát a szénbányákig építendő „hegyi vasút" képezte: „Eleinte lóvasutat terveztünk, mely bányaigazgatónk felszámítása szerint 2000 öl hosszúságban 60—70 ezer forintba került volna; alaposabb tanulmányozás azonban kimutatta, hogy ezen több csúsztatóval ellátandott meredekebb vonalon az ezáltal okozott időmulasztás és kisebb rakományok miatt a vontató lovak teméntelen sokasága mellett is alig volna lehetséges, és mindenesetre költségesebb..." Végül is gőzvasutat építettek a gyár közelében bányászkodó, a Szent István kőszénbányatársulattal közösen. A nyersvas biztosítása érdekében a Vigtelke-i kohót is megvásárolták és tervbe vették az összes kisebb gömöri vasgyárak beolvasztását. Az üzemben 16 kavarókemencét, 3 hengersort és öntödét létesítettek. Az építkezésen 180 „kőrakó", 35 ács, 40 téglakészítő és 240 napszámos dolgozott.

Érdeklődésre tarthat számot az 1869. márc. 15-i számban *Péch* tollából származó „Miért kellene az állam bányabirtokát eladni" c. szenvedélyes hangú vitacikk, amelyben a tőkés támadásokkal szemben védi az állami bányászatot és kohászatot: „...alkotmányunk helyreállítása óta egészen sajátunkká lett a nemzet ezen kincse is, Sz. István koronájának ezen egyik gyöngye, melyet mint kopottat, értéktelent, s csak felesleges gondot okozót a zsibvásárra szeretnének vinni sokan — a nélkül, hogy ösmernék!"

Nagyon érdekesek az érvei: „A bányamíveléssel karöltve járó rend, fegyelem, munkásság és értelmesség a nép művelődésére csak jó befolyást gyakorolhat, és az állam egyik czélja, hogy a nép művelt legyen és jóllétnek örvendhessen."

Egyesületünk története szempontjából rendkívül érdekes ugyanebben a számban megjelent tudósítás a Selmecen történt egyesületalakítási tervről. Ez ideig ugyanis csak az 1885-ben történt sikertelen kísérlet volt ismeretes, amelyet akkor a legnagyobb vasipari vállalatok vezetői hiúsítottak meg, és ezért végül is csak 1892-ben alakulhatott meg az Egyesület az eredeti célkitűzések vitatott pontjainak (bányászat és a kohászat érdekképviselete) elejtése után. A tudósítás szerint: „A Selmeczen régebb idő óta fennálló bányászati és kohászati olvasó egyesület körében több részről azon kívánat nyilvánult, hogy egy alsó magyarországi bányászati és kohászati egyesület létesíttessék, a magyar bányászat egyes szellemi erejének összesítésére és a magyar bányászat és kohászat megismertetésére és előmozdítására.

A jelenlegi örvendetes időviszonyok hazánkban a közélet minden terén élénk tevékenységet idéztek elő, minélfogva a magyar bányászokra és kohászokra is azon kötelesség háramlik, hogy a bányaipar emeléséhez lehetőleg járuljanak."

Péch kommentárja: „A selmeczi bányászati és kohászati egyletet már a múlt évben óhajtotta néhány buzgó szaktársunk megalakítani, óhajtásuk azonban még eddig nem teljesülhetett. Azon meggyőződésből indulva, hogy egy ily üdvös eszme létesítése pártfogást érdemel, és tágasabb körökben is pártfogást találand, készséggel közöltük a fentebbi programmot, és reméljük, hogy mihelyt ez eszme szaktársaink körében erélyes pártfogásra találand, a létesülhetése elé torlódott akadályok azonnal elfognak enyészni."

A szakmai nyelvművelés, magyar szakkifejezések megteremtése továbbra is állandóan napirenden tartott célkitűzése maradt a lapnak. A szakkifejezések zöme bányászati, de bőven akadnak kohászatiak is. Persze egy részüket nem sikerült meghonosítani, ilyen pl. a Bessemer-konverter helyett ajánlott „bukdobor", vagy a koksz helyett javasolt „üszök".

(OA)

Műszaki és gazdasági hírek

Anglia ócskavasforgalma 1963—1965 között 1000 t-ban:

	Nagyolvasztók és érczsugorítók	Acélművek és acélöntödék	Vasöntödék	Egyéb	Összesen
Saját					
1963	510	6 571	1495,6	8,1	8 584,7
1964	719,1	7 642,0	1624	12,4	9 997,5
1965	622,2	7 722,6	1584,4	10,9	9 940,1
Vásárolt					
1963	1110,1	5 476,5	2223,3	246,8	9 056,6
1964	1177,3	6 564,6	2589,9	279,5	10 611,3
1965	1166	6 786,6	2565,1	276,9	10 794,6
Felhasználás					
1963	1632,2	11 843,2	3739,3	253,6	17 468,4
1964	1834,4	13 580,9	4192,7	286,5	19 894,5
1965	1783,6	14 151,7	4152,3	285,1	20 372,7
Készlet					
1963	32,3	756,4	284,7	11,0	1 084,4
1964	74,5	957,6	294,5	15,4	1 342,0
1965	66,0	931,8	294,5	16,4	1 308,4

St. u. E. 1966. 18.

A nagyobb *belga acélművek* 1966 első félévi termelése 1000 t-ban

Vállalat	Termelés
Cockerill-Ougrée	1305
Hainaut-Sambre	682
Esperance-Longdoz	704
Providence	414
Clagecq	356
Boel	329
Thy-Marcinelle	270
AMS	249
Charleroi	131
Mások	46

Steel Times, 1966. szept. 23.

*

Anglia nyersacél- és acélöntvény-termelése 1963—1965 között 1000 t-ban:

Eljárás	1963	1964	1965
Bessemer-acél	217,1	295,0	262,5
Thomas-acél	3 090,6	4 503,2	6 122,7
Savas SM-acél	389,6	426,0	398,3
Bázisos SM-acél	16 993,2	18 358,7	17 091,4
Elektroacél (ívkemence)	1 986,7	2 835,5	3 340,7
Elektroacél (indukciós)	123,4	150,3	151,6
Egyéb	79,9	80,9	71,0
Összesen	22 880,5	26 649,6	27 438,2
Ebből tuskó	22 384,3	20 067,0	26 842,4
Formaöntvény	496,2	582,6	595,8

St. u. E. 1966. 18.

*

A *pittsburghi* Dravo egy új pelletezőművet épít Ausztráliában 36 millió dolláros beruházási költséggel. Az új üzem 1966-tól kezdődően 65,6 millió tonna 64% Fe-tartalmú pelletet szállít 16 év alatt Japán részére.
Iron and Steel, 1966. 11.

*

A *norvég* Sydvaranger cég 4 millió font sterlinges beruházással 1 millió tonna kapacitású pelletezőművet épít. Az üzem indítása 1969-ben várható.
Iron and Steel, 1966. 11.

*

Az *angol kohászat alkalmazottainak száma* 1964. dec. 5-én és 1965. dec. 5-én:

Üzem	1964		1965	
	Férfi	Összesen	Férfi	Összesen
Ércbányászat	2 490	2 490	2 180	2 180
Kokszolók	4 860	4 870	4 950	4 910
Nagyolvasztók és érczsugorítók	10 980	10 980	10 370	10 370
Acélművek és segédüzemeik	20 990	21 070	20 220	20 280
Hengerművek és segédüzemeik	49 990	50 540	48 820	49 370
Lemezhengerdék	13 050	13 240	12 490	12 650
Lemezónozó művek	3 150	3 230	3 060	3 130
Kovácsüzemek és segédüzemeik (súlylyesztékes kovácsolás nélkül)	4 820	4 870	4 760	4 820
Acélöntödék és segédüzemeik	16 820	17 380	16 870	17 470
Hegesztett acélgyártó üzemek	230	230	180	180
Csőgyárak (csőszerelvényekkel)	17 490	18 890	17 860	19 230
Összesen	144 870	147 790	141 710	144 590
Segédüzemekben	95 520	99 200	94 240	97 930
Alkalmazottak	45 710	57 920	47 440	60 110
Összesen	286 100	304 910	283 390	302 630
Személyenkénti átlagos hetibér,	19,0 font		20,6 font	

St. u. E. 1966. 18.

*

Az *Európai Együttműködési és Fejlesztési Szervezet* (OECD) legújabb statisztikai jelentése szerint a nyugateurópai országok 1965-ben 55 millió tonna vasércet hoztak be tengeri úton, amelyből 18 millió a skandináv országokból, 10 millió Libériából, 6 millió Braziliából és 4 millió Mauritániából származott. Az USA ugyancsak tengeri úton 45 millió tonna, Japán pedig 39 millió tonna vasércet importált. Az USA fő ellátója Kanada és Venezuela, míg Japán részére Malájföld, India (Goa), Chile és Peru szállít.
Revue de Metallurgia, 1966. 9.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: Lomniczy Dezső

Örvényáramú, roncsolásmentes mérési módszer az alumíniumkohászat szén- és grafitféleségeinek minősítéséhez

Dr. BALÁZS ENDRE okl. kohómérnök, a műszaki tudományok kandidátusa — FARKAS FERENC okl. elektromérnök — KOVÁCS FERENC okl. elektromérnök — ÖRKÉNYI JÓZSEF okl. kohómérnök
Fémipari Kutató Intézet

DK 621.3.036.6 : 620.179 : 538.54

Az örvényáramú roncsolásmentes mérési módszert a fémfeldolgozó iparágak (öntödék, hengerművek, húzóművek stb.) kiterjedten használják gyártmányaik egyes tulajdonságainak vizsgálatára. Legelterjedtebbek az örvényáramú, roncsolásmentes ellenállás, illetve vezetőképesség mérő műszerek, széleskörű térhódításuk a mérési módszer roncsolásmentességének köszönhető. E módszer folytán ugyanis lehetőség nyílt a fémek és ötvözetek fajlagos ellenállásának mérésére, még a késztermék megszületése előtt, tehát közvetlenül az öntött állapot után, valamint a gyártás egyes fázisai közben. Ez lehetőséget nyújtott arra, hogy már gyártás közben elvégezzék a félkész termékek válogatását, illetve a technológia módosítását. Ennek elsősorban a vezetékhuzalok gyártásakor van nagy jelentősége [1], [2], [3].

Az örvényáramú roncsolásmentes mérési módszer ilyen előnyös tulajdonságai ismeretében vizsgáltuk a Fémipari Kutató Intézetben e módszer további alkalmazási lehetőségeit, elsősorban az alumíniumkohászat szén- és grafitféleségeinek minősítése szempontjából.

Ismeretes, hogy az alumíniumkohókban felhasznált katódszenek beépítés előtti gondos minősítése javulást eredményezhet a kádak üzemében és a folyamat mutatóiban. A katódszenek egyik fő minősítő adata fajlagos villamos ellenállásuk. Az általános gyakorlat szerint szállítmányonként bizonyos számú katódszénblokkból koronafúróval mintát vesznek és e mintákon méretre munkálás után a fajlagos villamos ellenállást mérik. Az örvényáramú, roncsolásmentes mérési módszer előnyei ezzel szemben a következők:

a) A méréshez nincs szükség külön próbatestekre, tehát elmarad a széntömb károsodása és a próbatestenként több órát igénylő előkészítési munka.

b) A fajlagos ellenállás érték az örvényáramú műszer skálájáról közvetlenül leolvasható.

c) A széntömb számos pontján a mérés egyszerűen és gyorsan elvégezhető, az így nyert átlagérték közelebb van a tömb tényleges átlagértékéhez, mint az egy-egy pontban fúrással kivett mintákból kialakított próbatest mérési adtainak átlaga.

d) A mérés rendkívül gyors, tehát lehetséges minden egyes szénblokk lemérése és a használatbavétel céljára fajlagos villamos ellenállás értékek szerinti csoportosítása.

Ezen előnyök lehetőségeiből kiindulva katódszenek és más szén, illetve elektróda anyagok fajlagos villamos ellenállásának mérésére szolgáló örvényáramú módszert és műszert dolgoztunk ki, mely utóbbit Carbotestnek neveztük el.

A mérés elve

Az örvényáramú mérési módszer több megvalósítási módja közül az adott feladat megoldásához a tapintó-tekercs módszert találtuk a legalkalmasabbnak. Minthogy magát a módszert több szerző is leírja [2], [4], [5], itt csak a legfontosabb momentumokat foglaljuk össze.

A váltakozó mágneses térbe helyezett vezető anyagban áram indukálódik (Foucault-féle áramok). A vezető anyagban a váltakozó mágneses tér hatása következtében létrejött áram olyan mágneses teret hoz létre, amely az eredeti mágneses teret lerontani igyekszik (Lenz-törvény). Ha a változó mágneses tér forrása az L_0 induktivitással és r_0 soros, ohm-os ellenállással rendelkező tekercs mágneses terét lerontó hatása abban nyilvánul meg, hogy a tekercs impedanciája $(r_0+j\omega L_0)$-ról $(r+j\omega L)$ értékre változik úgy, hogy

$$\sqrt{r^2+(j\omega L)^2}-\sqrt{r_0^2+(j\omega L_0)^2}<0$$

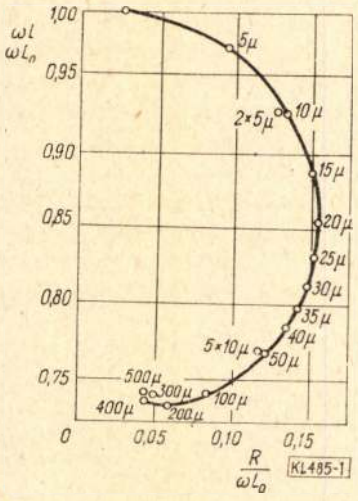
teljesül, akkor a tekercs impedancia-csökkenése kompenzálja az örvényáramoknak a mágneses áramra gyakorolt csökkentő hatását.

A fenti egyenlőtlenségben felírt különbség értéke a vezető anyagban keltett örvényáramok nagyságától függ, amely viszont a vezető anyagnak a tekercstől mért távolságán kívül egyedül az anyag elektromos ellenállásától függ, amikor a vezető anyag mágneses permeabilitása: $\mu=1$. Definiált geometriai körülmények és rögzített tekercstávolságokat használva az impedancia egyedül a fajlagos elektromos ellenállás függvénye.

Tehát ha a tekercset tapintótekercsé képezzük ki és vele különböző vezetőképességű anyagok felületét letapogatjuk, akkor a tekercs mért impedanciája mértéke lehet ezen anyagok elektromos vezetőképességének.

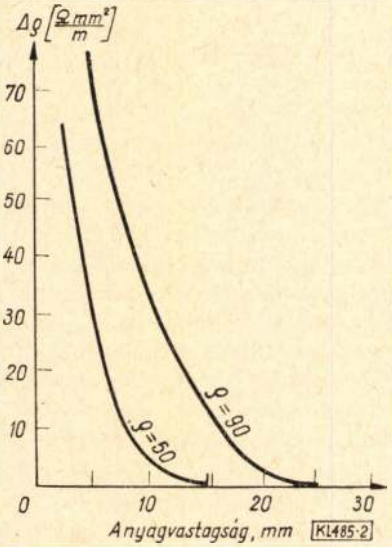
A vezető geometriai méreteinek hatása a mérésre
A próbatest minimális méreteinek meghatározása

A mérendő vezető geometriai méreteinek a mérésre gyakorolt befolyását meg kell vizsgálnunk mind az anyag vastagsága, mind felületének mérete szempontjából (Szkin-hatás). A vastagság hatását adott anyag és adott mérőfrekvencia jelenlétében a tekercsimpedancia — anyagvastagság diagramon tanulmányozhatjuk. A diagramot úgy vesszük fel, hogy különböző vastagságú lapocskák segítségével fokozatosan növeljük az anyagvastagságot a tapintótekercs alatt, miközben mérjük a tekercsimpedanciát.

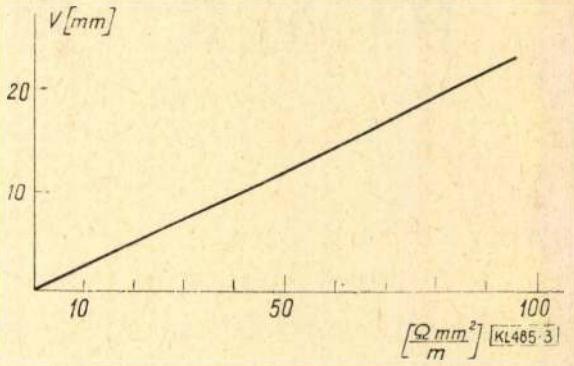


1. ábra. A tekercs impedancia változás az anyagvastagság függvényében alumínium esetében

Ha a kapott értékeket L_0 alapinduktivitás értékre normált koordináta rendszerben ábrázoljuk, akkor az a tekercs adataitól független diagramot mutat. Az *1. ábrán* látható ilyen diagramot alumíniumfóliák segítségével vették fel. Szenekre vonatkozó hasonló diagram felvétele nehézségekbe ütközik, mert a vékony szénlapocskák elkészítése nehéz feladat. Így az 1. ábra diagramjának csak



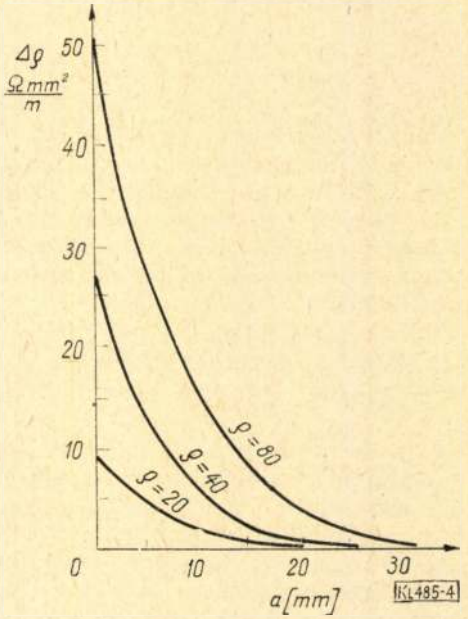
2. ábra. Diagram Carbotest mérőműszerekhez a minimálisan szükséges anyagvastagság meghatározására



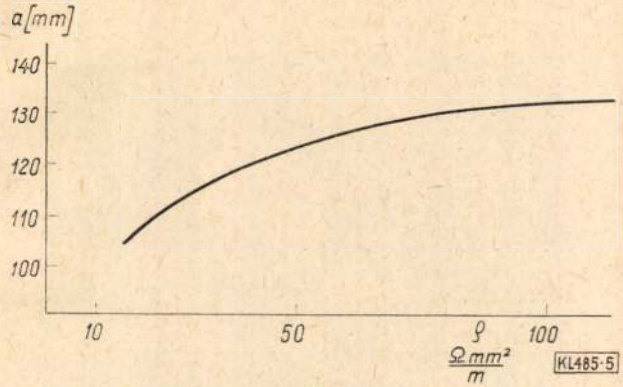
3. ábra. A minimálisan szükséges anyagvastagság (v) változása a mérendő test fajlagos elektromos ellenállásának (ϱ) függvényében

azon szakaszát vehetjük fel, amelyhez már vastagabb szénlapok szükségesek. Ezért mi a mérésnek az anyagvastagságtól való függését a kész műszerrel határoztuk meg. A mi *2—6. diagramjaink* a mérések gyakorlati lefolytatásához így jobban használhatók, mint az eredeti (1. ábra) impedancia-diagramja. A *2. ábra* a fajlagos ellenállásnak a pontos értéktől való eltérését mutatja az anyagvastagság függvényében. A *3. ábrából* adott, fajlagos ellenállásértékekhez tartozó, a méréshez minimálisan szükséges anyagvastagság olvasható le. Ismeretes, hogy egyes szénelektródok, így pl. a katódszenek fajlagos villamos ellenállása a sajtolás irányában nagyobb, mint erre merőleges irányban (anizotrop test). A felületi méréseknél tehát nem közömbös az örvényáramok behatolási mélysége, mert minél közelebb van ez a mérőtekercs sugarához, annál inkább megközelíthető a széntestnek a sajtolás irányától független átlagos villamos ellenállása.

Tekintettel arra, hogy a leginkább használatos 40—60 ohm mm²/m tartományban a behatolási



4. ábra. A minimálisan szükséges mérőfelület (átmérő vagy négyzet élhossz) meghatározása a Carbotest mérőműszerekhez



5. ábra. A minimálisan szükséges mérőfelület (átmérő, négyzet-élhossz) változása a mérendő test fajlagos elektromos ellenállása függvényében a Carbotest mérőműszereknél

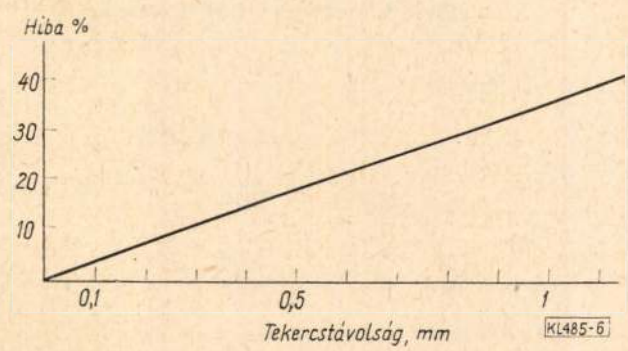
mélység (szükséges minimális anyagvastagság) 10—15 mm, 30 mm ⌀-jű mérőfejet célszerű használni.

A mérendő felület minimális méreteit úgy határoztuk meg, hogy a vizsgálandó vezetőből készült, de a tekercs méreteihez viszonyítva nagy méretű és az előbbiekben meghatározott minimális vastagságnál vastagabb lapot készítettünk. A tekercset ennek a lemeznek a szélétől a lemez közepe felé mozgatva megkaptuk a fajlagos ellenállás eltérését a pontos értéktől, a lap szélétől mért a távolság függvényében. A kapott diagramból *(4. ábra)* megállapítható, hogy egy bizonyos $a=a_0$ értéktől kezdve a tekercsimpedancia független az a-tól. Megállapítható továbbá, hogy a méréshez szükséges felület minimális mérete $(2a_0+d)$ átmérőjű kör vagy $(2a_0+d)$ oldalhosszúságú négyzet, ahol d a tapintótekercs átmérője.

Tehát ha a próbatest minimális méreteit a leírt módon a műszer tervezett méréstartományának több pontján meghatározzuk, megadhatjuk a teljes tartományra vonatkozó mérési feltételeket a minimális anyagvastagságot (3. ábra), valamint a mérőfelület előírt méreteit *(5 ábra)*.

A mérőfelület egyenetlenségeinek hatása, ill. a tekercsnek a mérendő felülettől való eltávolodása következtében fellépő hiba

A tekercsimpedanciát a tekercsnek a mérendő vezető anyagtól való távolsága is befolyásolja. A tekercstávolság változásának hatására fellépő hiba függ a mérőfrekvenciától, mert ez a behatolási mélységet határozza meg. Függ továbbá a mérendő



6. ábra. A tekercsnek a mérőfelülettől való eltávolodása (felületi egyenetlenség) következtében fellépő hiba

felület és a tekercs közötti alaptávolságtól és más tényezőktől. A tekercstávolság változásának hatására fellépő hiba főleg fémek fajlagos ellenállásának mérésekor lehet igen nagy mértékű, mivel itt a behatolási mélység kicsi. E hiba csökkentése a tekercsimpedancia változását mérő áramkör beállításával érhető el. Grafit és szénféleségek mérésénél a felületi egyenetlenségek zavaró hatása lényegesen kisebb a nagy behatolási mélység következtében. Ezért a grafit- és szénféleségeket mérő műszereknél általában nem szükséges különleges, a felületi egyenetlenségek által okozott hiba csökkentésére szolgáló kapcsolásokat alkalmazni. Ugyanakkor elkerülhető a mérendő szenek felületének előcsiszolása, ami egyrészt körülményes és nehézkes művelet, másrészt pedig a csiszolás következtében fellépő szemcse-átrendeződés a blokk felülete és belseje között struktúra eltérést és ezzel fajlagos villamos ellenállás eltérést is eredményezhet.

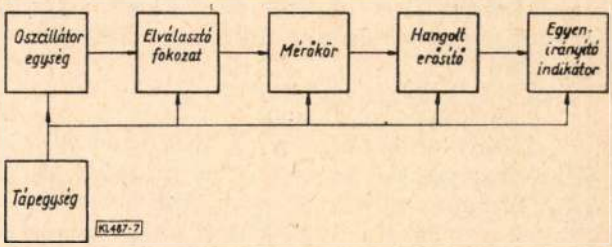
A *6. ábra* a tekercsnek a mérőfelülettől való eltávolodása (felületi egyenetlenség) következtében fellépő hibát mutatja a Carbotest-mérőműszereken. Látható, hogy az eltávolodás 0,1 mm-es változása a hiba kb. 3,5%-os változását eredményezi. Finomszemcsés műszenek esetén, ahol a felület átlagérdessége $R_a=5—25\,\mu$m, ott 1%-on belül van a hiba.

A Carbotest mérőkészülék felépítése és működése

A *7. ábrán* látható a készülék blokksémája, mely öt főrészből áll:

a) Oszcillátor egység
b) Elválasztó fokozat
c) Mérőkör
d) Hangolt erősítő
e) Egyenirányító, indikátor egység.

a) *Oszcillátor egység*



7. ábra. A Carbotest mérőkészülék működési sémája

A mérőkör számára szükséges tápfeszültséget állítja elő a szükséges amplitúdó és frekvencia stabilitással. Ellenütemű kapcsolásban dolgozik, így torzítása igen kicsi. Az oszcillátor frekvenciájának megválasztásánál figyelembe vettük hatását a behatolási mélységre és érzékenységre.

Különböző méréstartományokhoz más és más mérőfrekvencia érték szükséges, hogy biztosítani tudjuk a megfelelő érzékenységet.

b) *Elválasztó fokozat*

Szerepe két részből tevődik össze. Egyrészt biztosítja a mérőkör számára a szükséges teljesít-

ményt, másrészt megszünteti a mérőkör és oszcillátor kör egymásra hatását. A mérőkör részére torzítatlan jelalak szükséges, mert a torzításból eredő felharmonikus jelek nem nullázhatók. Az elválasztó fokozat kimenete és a mérőkör bemenete közvetlenül nem illeszthetők egymáshoz, mert az impedanciák nem egyformák. Ezért transzformátor csatolású erősítőt készítettünk, melynek primer körét a torzítás csökkentése érdekében kihangoltuk.

c) *Mérőkör*

Felépítése egyszerű váltakozóáramú hídkapcsolás. A híd bemenetére az elválasztó fokozat szekunder tekercse illesztetten kapcsolódik. A két egymás melletti hidágban helyezkedik el a mérő és kompenzáló tekercs. A tekercsek elektromos és mechanikai adatai egyenlők. A mérőfej-vezeték és szórt kapacitásának kiegyenlítése céljából, a kompenzáló tekercs ágában változtatható kondenzátort alkalmaztunk. A híd ohmos kiegyenlítését potenciométerrel biztosítottuk. A híd kiegyenlített állapotában a kimenő feszültség nulla. A tapintó mérőfejet ráhelyezve a mérendő anyagra, az örvényáramú hatás miatt a tekercs impedanciája megváltozik, így a híd kimenetén, az anyag ellenállásától függően, feszültséget kapunk.

d) *Hangolt erősítő*

A híd kimenetén megjelenő feszültséget erősíti fel a szükséges értékre. Az erősítés nagyságát és a hitelesítési pont beállítását negatív visszacsatolás szabályozásával lehet beállítani. A hangolt erősítő kimenete biztosítja a helyes illesztést az egyenirányító felé és az esetleg keletkezett felharmonikusokat a rezgőkör kiszűri.

e) *Egyenirányító, indikátor egység*

A mért ellenállásokat egy Deprez műszerről lehet közvetlenül leolvasni. A hangolt erősítő által szolgáltatott jelet Graetz kapcsolású félvezető diódák egyenirányítják, majd a mérőműszerre vezetik.

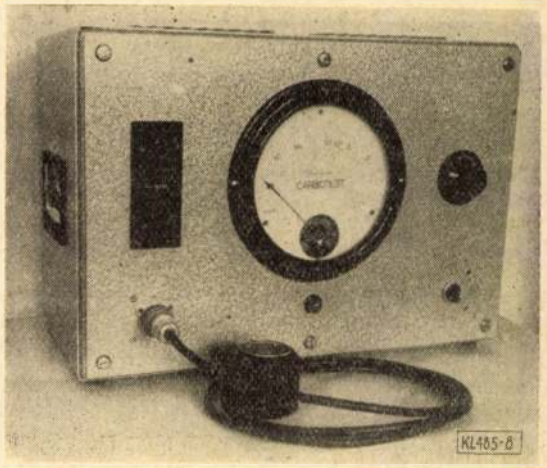
f) *Műszaki adatok*

A Carbotest műszerből kétféle típus készült: elektroncsöves és tranzisztoros változat. A két készülék műszaki adatait az *1. táblázatban* tüntettük fel. A műszer pl. méréshatár átkapcsolással, — a kisebb fajlagos elektromos ellenállású grafitos anyagok mérésére is alkalmassá tehető.

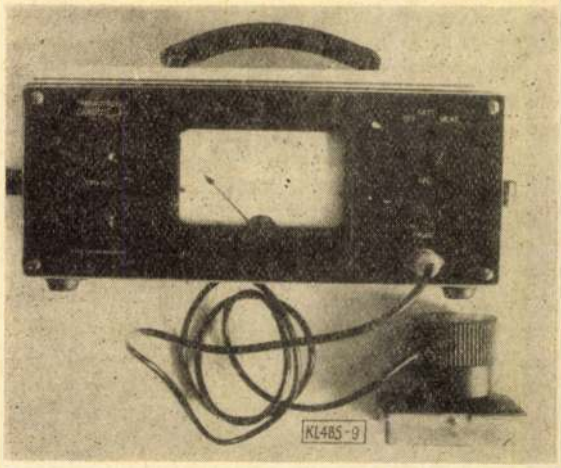
A *8. ábrán* az elektroncsöves, a *9. ábrán* a tranzisztoros készülék látható.

A Carbotest készülék alkalmazási területe

A készüléket az alumíniumkohászat katódszéntömbjeinek vizsgálatára fejlesztettük ki. A régebbi gyakorlat szerinti mérés során katódszénblokkból koronafúróval vett egy db minta kitermelése, megmunkálása és kimérése összesen kb. 150 percet igényelt. A Carbotest használatával ez az idő az esetben is, ha 15—20 poton mérünk, katódszénblokkonként max. 2 percet igényel. Tehát egy db blokkból vett egy db minta fajlagos villamos ellenállásának meghatározásához a régebbi gyakorlat szerint szükséges idő alatt 75 db katódszén egyedenként számos ponton való lemérése végezhető el. Ez azt jelenti, hogy a gyakorlatban minden egyes beépítendő katódszén lemérhető és minősíthető, ennek alapján a katódszemek beépítési helye is egyedenként célszerűen megválasztható (a szén katódfenék közepére vagy szélére).



8. ábra. A csöves Carbotest készülék fényképe



9. ábra. A tranzisztoros Carbotest készülék fényképe

Ezenkívül a Carbotest mutatója érzékenyen reagál a felület alatt elhelyezkedő kis hajszálrepedésekre is, melyek szabad szemmel nem észlelhetők. Tehát a készülék segítségével a katódszenek beépítés előtt ilyen vonatkozásban is ellenőrizhetők.

1. táblázat

A Carbotest műszerek jellemző adatai

Jellemzők	Csöves készülék	Tranzisztoros készülék
Méréshatár ohm mm²/m	20—150	20—150
Mérési pontosság ±%	5	5
Működtető feszültség V	220	9
Fogyasztás, W	60	0,9
Súly, kg	8	2,5
Fő méretek, mm		
Hossz	495	320
Magasság	335	120
Szélesség	245	80

A Carbotest hasonló lehetőséget ad előre égetett alumíniumkohászati blokkanódok fajlagos villamos ellenállásának nagyszámú és gyors mérésére is. Söderberg anódok esetén a felújításra kikapcsolt kádak anódtalpának és oldalainak kimérése elvégezhető, ami új és az eddigi laboratóriumi próbatest vizsgálatoknál reálisabb, közvetlen adatokat szolgáltathat a különféle minőségű anódmasszák üzem közbeni viselkedésére, a minőségváltoztatások kihatásaira, az anodikus feszültségesés alakulására. A teljes anódtalp végigmérése felvilágosítást ad annak repedezettségére, strukturális egyenlőtlenségeire, függőleges tüskés kádak esetén a tüskék alatti, nagyobb porozitású helyek tulajdonságaira.

A Carbotest az elektrolitos alumínium finomítása során is hasznos mérőeszköz: a grafit katódok fajlagos villamos ellenállásának egyedenkénti mérése lehetővé teszi, hogy kádanként közel azonos ellenállású katódokkal dolgozzunk, ami az árameloszlásra kedvező. Elkerülhető esetleges rosszabb minőségű katódok felhasználása a raffináló kádak indításánál, amikor ez a közvetlenül a katódokon történő Al leválás sajátosságai következtében súlyos üzemzavarra, a kád kikapcsolására, ismételt indítás szükségességére vezethet.

A Carbotest minden egyéb olyan esetben is sikerrel használható, amikor szén vagy grafit elektródok, szénkefeanyagok minősítésekor a fajlagos villamos ellenállásnak közvetlenül vagy közvetve szerepe van a felhasználás vagy alkalmazás hatásosságában.

Összefoglalás

A tapintó- tekercses, örvényáramú fajlagos villamos ellenállás mérési módszer alapján kidolgoztuk elektroncsöves és tranzisztoros, hordozható kivitelben a Carbotest ellenállásmérő műszert, amely sikerrel alkalmazható alumínium-kohászati és más szén- vagy grafit elektróda anyagok vagy egyéb széntestek gyors és nagy termelékenységű minősítéséhez.

IRODALOM

[1] *Vassel:* Egy új roncsolásmentes anyagvizsgálati módszer hazai bevezetésénél szerzett tapasztalatok. Kohászati Lapok, 1956. 472. o.

[2] *Farkas—Vassel:* Nem ferromágneses anyagok villamos vezetőképességének roncsolásmentes mérése. Mérés és Automatika. 1958. jún.

[3] *Farkas:* Alumínium, réz és ötvözeteik vezetőképességének roncsolásmentes mérése sigmatesttel. Kohászati Lapok, 1960. 549. o.

[4] *Förster:* Theoretische und experimentelle Grundlagen der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung mit Wirbelstromverfahren. Zeitschrift für Metallkunde, 43. évf. 163—171. o.

[5] *Förster—Breitfeld:* Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung mit Wirbelstromverfahren. Praktische Ergebnisse und Industriellen Anwendungen des Tastspulverfahrens. Zeitschrift für Metallkunde, 43. évf. 172—180. o.

[6] *Förster:* Die zerstörungsfreie Prüfung von metallischen Werkstoffen mit elektromagnetischen Induktionsverfahren. Metall, 1957. 837—845. o.

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Ritkafémkohászat

Molybdenum of America (Moly corp) a flotáló üzemének évi kapacitását Montain Pass-ban (Kalifornia) a jelenlegi 13 600 t-ról 22 700 t-ra akarja emelni. Az üzem ritkaföldfém oxidokat termel.

Továbbá az *európiumoxid* előállító üzem kapacitását évi 9 t-ra kívánják növelni, hogy elsősorban a fejlődő színes televízió igényt ki tudják elégíteni. Ennek az üzemnek múlt évi kapacitását 2,7 t-ról 5,4 t-ra emelték.

Mindkét programot 1967. január végéig előreláthatólag be is fejezik.

Metall, 1966. okt. 1126 old.

*

A *titánelőállító* kapacitást gyorsan bővítik az USA-ban. Reactive Metals a legközelebbi négy évben 70 millió dollárt fordít a Ti termelés bővítésére. A bővítést azzal indokolják, hogy a felhasználás jóval nagyobb méretű volt a lökhajtásos repülőgépek hajtóművei gyártásában, mint tervezték, s a szuperszónikus gépekhez is növekszik a felhasználás. Ezenkívül a kémiai ipar is mind nagyobb mértékben használ titánt.

Az utóbbi két évben a titánszivacs gyártás megkétszereződött. A négy év alatt 70 %-os emelkedést várnak.

Metall, 1966. okt. 1130 old.

*

Egy új csarnokban állították fel az Esseni Krupp öntöde és kovácsoló gyárban a világ legnagyobb *titánolvasztó berendezését.* Az olvasztó egység egy teljesen automatizált Hereus gyártmányú, nagyvákuumos ívfénykemence. Most sikerült először 1 m átmérőjű, 3,5 m hosszú homogén tuskót önteni, melynek súlya 10 tonna.

Metall, 1966. nov. 1240 old.

*

A fémes szerkezeti anyagok közül a *berillium* fogja be legkevésbé a termikus neutronokat és igen jó hővezetőképessége is van, nagyon jó szerkezeti anyag a magtechnika számára. 1,85 g/cm³ sűrűségű, 50 kp/mm² szilárdságú anyag. Hátránya, hogy nagyon rideg és drága. Mérgező, ezért a megengedett határkoncentráció: $2 \cdot 10^{-6}$ Be/m³ levegőben.

A Siemens-Művek berillium-kutató laboratóriumot rendezett be Erlangenben a fém különböző tulajdonságainak és további felhasználási lehetőségeinek vizsgálatára.

Metall, 1966. dec. 1349.

*

A belga *germánium* termelés mind jelentősebb. A Hoboken cég Olen-i üzeme 75 t GeO_2-t és fém Ge-t képes évente gyártani. A további darabolás elkerülése végett a tranzisztor és dióda gyártáshoz lemezkék alakjában is forgalomba hozzák a Ge-t. A Ge-termelésről nincs hivatalos statisztika. Belga vélemény szerint a világ termelésének felét ők adják.

1960 óta Si-egykristályt is gyártanak és még egy sor más nagytisztaságú ritkafémet és intermetallikus vegyületet. A Si-egykristály ára ma 40 bfr/g.

Metall, 1966. dec. 1349. o.

*

Párizsban megalakult a Société Metalex-France vállalat, melynek 500 000 F alaptőkéjének 80 %-a három nagy lengyel export vállalat kezében van. Az új vállalat nemcsak a lengyel áruk eladását segíti elő, hanem közvetítő szerepet játszik a francia áruk számára Lengyelországban *Pőcze László*

Metall, 1966. dec. 1353. o.

A szénanód szerepe az alumínium elektrolízisében

Dr. LÁNYI BÉLA okl. vegyészmérnök, egyetemi tanár
Fémipari Kutató Intézet

DK 669.713.7 : 669.784.001.5

Az alumínium elektrolízissel az idők folyamán több, mint száz tudományos közlemény foglalkozott. Az ipari élet — anélkül, hogy a szubfluoridok és a CO_2 kapcsolatát ismerte volna — közel 70 éve tudomásul vette, hogy a 100%-os áramkihasználást a katódon nem érheti el. Ennek tudatában *Askenasy* [1] írja, hogy ha az általa ajánlott 50 A-es laboratóriumi kemence méreteit nem tartják be, igen hosszú idő után sem lehet a zavaró mellékkörülmények miatt számba vehető alumínium mennyiséget előállítani.

Az elektrolízis közben elfogyó szénanód elméleti tömegét vagy az Al_2O_3+3 C, vagy az Al_2O_3+6 C reakció szerint — amikor vagy csupán CO_2, vagy csupán CO fejlődnék — éppen úgy lehet kiszámítani, mint a Faraday törvény alapján a maximálisan termelhető alumíniumot.

Haber [1] foglalkozott a víztiszta kriolit olvadék megzavarosodását előidéző „fémköddel", *Pruvot* [2] munkássága alapozta meg a „reoxidáció" fogalmát, mint a katódos áramkihasználást rontó tényezőt, mert ez az egyik oka annak, hogy a szénanódon fejlődő CO_2-nek egy része CO-vá redukálódik és ugyanekkor a szubvegyület Al^+ ionjaiból Al_2O_3 keletkezve, az alumíniumoxid az elektrolitban fel is oldódik. *Drossbach* [3] még úgy véli, hogy az anódon tiszta CO_2 keletkezik, a gázban megjelenő CO a Boudouard-reakció terméke. A harmincas évektől számíthatjuk e tárgykörrel foglalkozó értekezések nagy tömegét, amiről *Hollingshead* és *Braunwart* [4] 1962-ben úgy nyilatkoztak, hogy úgy látszik, a nagy többség a primeren keletkező CO_2 fejlődés reakcióját fogadta el. Ezt a tényt szerintük többek között *Vajna* [4] korábbi kísérletei is megerősítik.

E cikkben — anélkül, hogy saját munkánkat egyelőre részletesen ismertetnők — célunk a kérdést több oldalról megvizsgálni, éspedig egyrészt az izoterm reverzibilis reakciókra, másrészt a tényleges elektrolízis meg nem fordítható folyamataira vonatkozó eddigi tanulmányok alapján. Két könyvet: *Ulich* [5] fizikai kémiáját és *Schmidt* [6] technikai termodinamikáját tartva szem előtt, külön nem hivatkozunk a Kohászati Lapokban megjelent, a szén oxidációjára vonatkozó magyar és külföldi szerzők munkáira. A száznál több, magával az alumínium előállítás anódreakcióival foglalkozó értekezésből választott néhány tanulmány alapján, a később közlésre kerülő saját kísérleti módszerünket kívánjuk megokolni.

Ha a tiszta CO_2—CO fejlődés izoterm reverzibilisnek elfogadható reakcióját akarjuk tárgyalni, akkor ezt megelőzően említjük, hogy *Ulich* [5] könyvének 184. lapján ismertetett egyszerűsített eljárás alapján az

$$Al_2O_3 \rightarrow 2\ Al + {}^3/_2\ O_2 \qquad (1)$$

reakció bontási feszültségét az üzemi elektrolízis hőfokához közeli 1200°K = 930°C-on 2,19 V-nak számítja ki, megfordíthatóan dolgozó anód és katód között.

Ha szénanódot használunk, akkor megengedhető, hogy a

$$2\ Al_2O_3 \begin{cases} +3\ C \rightarrow 4\ Al + 3\ CO_2 & (2/a) \\ +6\ C \rightarrow 4\ Al + 6\ CO & (2/b) \end{cases}$$

kétfelé ágaztatott reakciót írjuk fel. Ezekre a szintén megfordíthatónak vélt szénanód depolarizációját, az elméleti bontási feszültséggel összehasonlítva számíthatjuk ki. Így járt el többek között legújabban *Balázs* [7], amikor az (1) reakcióra 950 °C-on 2,248 V bontási feszültséget talált, a (2*a*)-ra 1,024 V, a (2*b*)-re 1,09 V depolarizációt mutatott ki.

Viszont amikor azt feltételezzük, hogy az elektrolízis primer terméke egyidejűleg lehet különböző térfogat %-ban megjelenő CO_2 és CO elegye, akkor a (2*a*) és (2*b*)-nek 2 g atom termelt Al-ra vonatkozó egyesített sztöchiometriai egyenletből szokás kiindulni:

$$Al_2O_3 + x\ C \rightarrow 2\ Al + (3 - x)\ CO_2 + (2x - 3)\ CO \qquad (3)$$

ahol x a gmolokban kifejezett elfogyott szenet, $(3-x)$ és $(2x-3)$ a gmolokban kifejezett, elektrokémiai reakcióból egyidejűleg keletkező CO_2 és CO mennyiségeit jelenti. A 2 gmol Al-ra vonatkoztatott reakcióhoz — zavaró körülményekkel nem törődve — a Faraday-törvény alapján 6·96 500 coul-ot kell cellán áthajtani.

Horváth [8] a (3) reakció termodinamikai potenciálját — szabad entalpiáját — (a T°-on érvényes, jelölésünk szerint a ΔG_T függvényt) algebrailag fejezte ki, ebből kifolyólag ugyancsak algebrailag írta fel a szénanódos cella depolarizált bontási feszültségét. A Horváth-féle ΔG_T egyenletnek befejező tört tagja a gázok pillanatnyi aktivitását a parciális nyomásaikkal, az Al_2O_3 pillanatnyi aktivitását a pillanatnyi moltört töménységgel helyettesíti. Kérdéses azonban, hogy ismerhetjük meg a két gáz parciális nyomását és az Al_2O_3 aktivitását, közvetlenül a szénnel érintkező rétegben.

A gyakorlati élet soha nem talált tiszta CO_2-ot az anódgázban. Éppen ezért a „fémköd" reakciója mellett — ha el akarjuk fogadni a direkt elektrokémiai CO fejlődés lehetőségét is — figyelembe kell vennünk a Boudoard-reakciót és *Schadinger* [9] kísérletei alapján azt a tényt, hogy a szubvegyületekkel telített eletroliton átbuborékoltatott CO_2-ből elektrolízis nélkül is CO keletkezik. Már *Pruvot*-t [2] megelőzve *Eitel* és *Lange* [10] bizonyították, hogy a „fémködnek" nevezett felhők szubhalogenidekből állanak. Hasonló a szovjet kutatók felfogása is [11]. *Szekér* [12] kiszámította a

$$CO_2 + AlF \rightarrow CO + {}^1/_3\ AlF + {}^1/_3\ Al_2O_3 \qquad (4)$$

reakciónak 1273°K-on a szabadentalpiáját (—66280 cal) és kiszámította az egyensúlyi állandóját ($K_p =$

$= 7{,}8 \cdot 10^{12}$), igazolva, hogy a szubhalogenidekkel a CO_2-ot tényleg CO-dá redukálhatjuk.

Ezen az alapon ma világosan mondjuk, megerősítve *Askenasy* és *Haber* [1] megfigyelését, hogy a katódon levált Al fémből a $2\,Al + Al^{3+}$ reakcióval szubfluorid keletkezhet. Ez a folyamat először a katód közelében telíti az elektrolitot, és a termék diffúzióval jut el az anódhoz. Így a Faraday törvény értelmében keletkező fémmennyiség egy része folyamatosan feloldódva rontja a katódos áramkihasználást, az anódon a CO_2 redukciója következtében keletkező Al_2O_3 az elektrolitban feloldódik (reoxidáció). Tehát, ha elfogadjuk az anódon a CO_2-vel egyidejűleg képződő CO elektrokémiai keletkezésének lehetőségét, a CO-nak egy másik része a reoxidáció árán jelenik meg. Harmadik részlete a Boudouard folyamatból is eredhet.

A Boudouard-reakció szerepéről *Hollingshead* és *Braunwart* [4] kísérletei semmit sem mondanak. Szerintük a CO_2 azonnal elhagyja a szén felületét, tehát észrevehető Boudouard-reakció nem jöhet létre. Hengeresre munkált anódszenekkel vagy 12 órahosszát konst 15 A-el, vagy 6 órahosszát konst 30 A-el elektrolizáltak. Szerintük a szén felett megfagyott olvadék a levegő oxidáló hatását kizárta, de a szénfelület csökkenése a kísérlet végére 33—40%-os volt, tehát a közepes áramsűrűség 0,4-ről, 2,6 A/cm²-re tolódott el a konst. áramerősség miatt. A szenet visszamérve 100—101%-ra biztosan tiszta CO_2 fejlődést számítottak ki. A szubvegyületek redukáló hatásával nem foglalkoztak, azaz a katódos áramkihasználást nem mérték.

Észleletüket nehezen hangolhatjuk össze *Masovetz—Dogramdzsi—Flerinszkaja* [13] külön erre célra épített, 3000 A-es kemencén szerzett tapasztalataival, mert itt a kúpos szénanódon a CO_2/CO viszony nem csupán a hőmérsékletnek, de az áramsűrűségnek is erősen változó függvénye volt azonos összetételű elektrolitban is *(1. ábra)*.

A problémát — a gyakorlati elektrolízis megszokott szójárásához alkalmazkodóan fogalmazott matematikai kapcsolatok alapján *Ginsberg* és *Wilkening* [14] tárgyalták 1964-ben. Alapul vették a (3) egyenlet sztöchiometriai tömegeit, de a kémiában használatos gmolra vonatkozó anyagmennyiségek helyett eredményeiket 1 kg elméletileg termelhető alumíniumra számították át.

A forgalmazott energiát kWh-ban fejezik ki. Ábráikban a fejlődő gázösszetételt az abszcissza tengelyen felmérve 100% CO_2-tól 100% CO határok között térfogat %-ban tüntetik fel. A *2. ábrán* látható termokémiai és termodinamikai függvényeket (az ordinátán jelölve) úgy számították ki, mintha a (3) sztöchiometriai egyenlet izoterm reverzibilis reakcióiban T°-on vagy 100% CO_2-ot, vagy 100% CO-ot, vagy e két gáz tetszés szerinti elegyét elektrokémiai folyamattal elő lehetne állítani. A 13. ábrájukon — ez nálunk a 2 ábra — az 1 kg alumíniumra számított CO_2-ot és CO-ot termelő szénfogyasztás sem a Boudouard reakcióból, sem a reoxidációból eredő CO-ot nem tartalmazza.

Az üzemi gázelemzéskor kapott CO-ra vonatkozólag a 14. és 15. ábrájuk szerint egyrészt a tényleg termelt alumínium áramkihasználását megmérve, a reoxidációból származó CO-ot, másrészt számítási módszerük szerint a Boudouard-reakció részesedését lehet meghatározni. A lényegesebb függvényeket a 18. ábrán tüntetik fel. Főszerepet az 1250°K hőmérséklet kapja, de sok helyen megrajzolják 1200 és 1300°K között az egyes függvények hőfokténye zőinek hatását. Munkájuk első részében az izoterm reverzibilis folyamatokra érvényes helyzeteket tartják mérvadónak és csak a második részben foglalkoznak a valóságos elektrolízis következményeivel.

Minthogy a 2. ábránkon felrajzolt termodinamikai függvényeket a megfordítható folyamatok alapján számították, tehát üzemi gázösszetételből a diagram értékeit közvetlenül nem kaphatjuk meg, mert ebből hiányzik a reoxidáció és a Buodouard effektusból keletkező CO mennyisége.

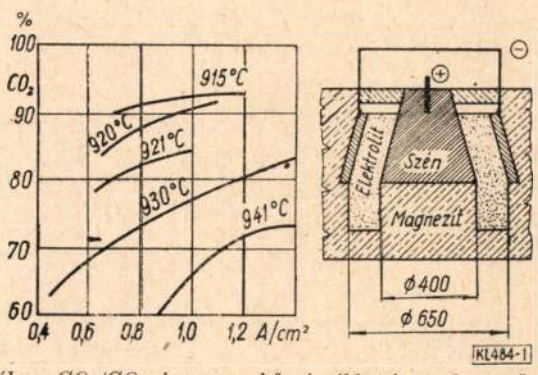
1965-ben Drossbach és vele együtt hasonló témakörrel foglalkozó munkatársa *Hashimo* [15] már szintén lehetségesnek vélik a CO_2 és CO együttes keletkezését elektrolízis közben. Munkájuk nagy matematikai felkészültséggel a diffúziós áramok jellegét kutatja azzal a céllal, hogy a kriolitos olvadékba adagolt Al_2O_3 disszociációs stb. viszonyait felderítsék.

E néhány irodalmi közleményre hivatkozva eljutunk oda, hogy az alumínium elektrolízis elméleti kutatásaiban éppen úgy, mint más téren is, éles határvonallal kell elválasztanunk a megfordítható egyensúlyi folyamatokat az ettől lényegesen eltérő, véges időtartamok alatt tényleg termelő elektrolízistől.

Az izoterm állapot fenntartása mind az egyensúlyi, mind a termelő állapotban a célszerű műszerezettségen múlik.

Az elektródok megfordíthatóságát — mint ez kísérletileg is megállapítható — nem definiálhatjuk azzal a biztonsággal, mint pl. a Weston-, vagy Clark elemeit. Amíg a néhány cm² elektródfelületi normál elemeink a megfordíthatóság határain belül mikrowattnyi teljesítményt a reájuk érvényes sztöchiometriai egyenletek értelmében bármely időpontban (időszakban) vagy befogadnak, vagy termelnek, addig az alumínium elektrolizáló cella a 950°C körüli hőmérsékleten erre nem hajlamos.

A hasonló nagyságú, néhány cm²-es szénalumínium elektródokkal felszerelt kriolitos cellát mikrowattos teljesítménnyel elektrolizálva, ha a szénen kémiszorpcióval megkötött oxigénből tényleg tiszta CO_2 fejlődnék, mire a gázelemzéshez elegendő mintát vehetnénk, a hosszas érintkezést hatására



1. ábra. CO_2/CO viszony a hőmérséklet és az áramsűrűség függvényében

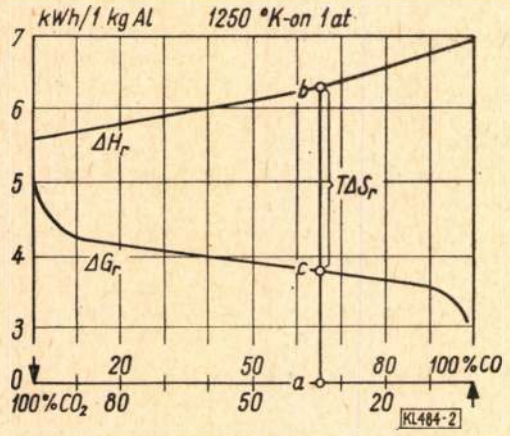
Boudouard-reakció következtében közel 99%-os CO-ot kellene észlelnünk. Ugyanakkor nem egyszerűbb a helyzet az Al katódon sem. A többféle átmeneti reakciót megengedő feltevések, mint pl. a primer Na fém keletkezése, továbbá az a tény, hogy a katód fémalumíniumja elektrolízis nélkül is szubvegyület felhőket létrehozva oldódik, nem segíthetik elő a katód megfordítható működését, még mikrowattos terhelések időszakában sem.

Amikor az elektródfunkciókat megfodítva, mikrowattos teljesítményt akarunk a cellából kivenni, nem valószínű, hogy az anóddá változtatott Al-ból az olvadékba kilépő Al^{3+} ionok csupán oxigént kötnének meg, mert könnyen keletkezhetnek az AlF és AlF_3 vegyületek, vagy ezeknek komplexei is. Ugyanekkor a katóddá változtatott szénen, ha még maradt valami a kémiszorpcióval kötött oxigénből, először az azonnal feloldódó Al_2O_3 jöhet létre és csak ezután kezdődhet meg az alumíniumfém leválása. A szénen megmaradt CO_2-ból, vagy CO-ból szén csak akkor keletkezhet, ha a porcelánbiszkvit kihevítésekor jelentkező koromképződés reakcióját feltételezzük (2 CO CO_2+C).

Ha egy idő múlva az elektrolízisra jellemző elektródfunkciókat akarjuk visszaállítani, az előbb még katódos szénre kivált Al fém most e szénanódról részben elektrokémiailag is leoldódva, részben szubvegyületek alakjában lép ki az elektrolitba. Ez az összetett folyamat a szénanód egyes felület elemein a CO_2 és CO fejlődéssel mindaddig együttesen haladhat előre, amíg a szénfelületről a fém eltűnve, a szénen már csak CO_2 és CO gázok fejlődhetnek. Ebben a fázisban az Al katódon a helyzet azonos lesz az első elektrolízis állapotával. És így tovább.

Bármennyire is érdekes a megfordíthatóság kérdése tudományos szempontból, a gyakorlat számára mindaddig nem jelentős, amíg valami új — a termelésre kedvező, vagy kedvezőtlen — eddig nem ismert jelensége nem mutatkozik.

Összehasonlításul a jelenlegi termelési viszonyokkal a 2. ábránkon *Ginsberg* és *Vilkening* [14] termodinamikai energia diagramját mutatjuk be, a Gibbs-féle (nálunk 5) alapegyenletből kiszámítva. Ezen szerepel a Kirchoff függvénnyel kapott p=konst és T=1250°K-os állapotra vonatkozó H_r, a reakció teljes energiaforgalma, amikor az



2. ábra. Diagram a termokémiai és termodinamikai függvényekhez

anódon vagy tisztán 100%-os CO_2, vagy 100%-os CO fejlődik, vagy a két gáz tetszés szerinti összetétele keletkezett. (Ezt méri az *ab* ordináta hossza). ΔG_r a reakció szabadentalpiája (termodinamikai pontenciálja). Jelenti az elektrolízishez általunk befektetendő izoterm-reverzibilis villamos energia szükségletet, hogy a bontást T°-on végtelen kis teljesítménnyel megkezdhessük. (Ezt méri az *ac* ordináta hossza.) $T\Delta S_r$ a reverzibilis reakcióhő, a „kötött energia". Ezt a (3) sztöchiometriai egyenlettel jellemzett reakcióhoz be kell fektetnünk, hogy a T=konst állapotot fenntarthassuk.

A 2. ábránkról leolvasható számok 1 kg elméleti Al termelésre és 1250°K-ra vonatkoznak.

A szénanódon akár az izoterm reverzibilis, akár a tényleges Al termelésekor folyó reakciót (-ókat) kétségtelenül heterogén folyamatnak minősíthetjük. A mechanizmus elmélete attól is függhet, hogy a sokféle hipotézis melyikére támaszkodva, milyen ionok közreműködésére számíthatunk (direkt keletkező O^{2+}, AlO_2^-, AlO^+ stb.). A végső szakasz a szén elégése. Ennek a szakasznak pontosan felírható, sztöchiometriai egyenleteit, és a hozzájuk tartozó pontos mérési adatait ismerve célszerűnek véljük, hogy elöljáróban e nem elektrokémiai, sztatikus szén-gáz egyensúlyokat a meglevő irodalom alapján foglaljuk össze, mielőtt a véges áramsűrűségek hatását vizsgálnók.

A szén 1200—1300°K között — ez az elektrolízis hőmérsékleti tartománya — zárt edényben levő oxigén felesleg jelenlétében CO_2-dá ég el [*1. táblázatban (a)* reakció]. Ugyanez érvényes az oxigénhez kevert CO elégetésekor is. Ilyen viszonyok között az egyensúlyt nem ismerhetjük fel. Ha e zárt edényeinkben fölös szén van jelen (fölös szén marad vissza), akkor az egyensúlyi gázelegyben már 600—700°C körül mind a CO_2-ot, mind a CO-ot jól mérhető mennyiségben találjuk meg. 1300°K-on és 1 atm nyomáson azonban a széndoxid mennyisége mintegy 0,4 térf. %-ra csökken, a kb. 99,6% CO mellett. Rendszerünkre ilyenkor a hőmérséklettől és a nyomástól függő Boudouard egyensúly lesz jellemző. (*B* reakció az 1. táblázatban és a *3. ábrától* leolvasható gázösszetétel.)

Az 1. táblázatunk *a*, *b* és *d* reakcióinak kísérletileg nem előállítható egyensúlyát több adatból számítás útján határozhatjuk meg.

Az elektrolízis hőmérsékletére érvényes ΔH_r-et a táblázatokban szereplő, 25°C-ra érvényes adatokból a Kirchoff-függvény segítségével

$$\frac{\partial H}{\partial T} = \Sigma C_p'' - \Sigma C_p'$$

értelmében az alkotók fajhői alapján határozzuk meg. A ΔS_r-et az egyes összetevőkre vonatkozó

$$\int_0^T \frac{Cp}{T}\,dT$$

integrál alapján számítjuk ki.

Az egyensúlyi állandót a Gibbs—Helmholtz-féle T°-ra érvényes

$$\Delta H_r = \Delta G_r - T\Delta S_r \qquad (5)$$

egyenletből kapjuk.

1. táblázat

A különféle reakciók jellemző adatai

A reakció	K_p	H_r cal/gmol	G_r cal/gmol	lg K_p	K_p
		1200 és 1300°K-on			
(*a*) $C+O_2=CO_2$	$K_{p_a}=\frac{P_{CO_2}}{P_{O_2}}$	—94 410	—94 661	lg $K_{p_a}=17{,}2400$	$K_{p_a}=1{,}738\cdot10^{17}$
		—94 456	—94 677	lg $K_{p_a}=15{,}9165$	$K_{p_a}=8{,}252\cdot10^{15}$
(*b*) $C+\frac{1}{2}O_2=CO$	$K_{p_b}=\frac{P_{CO}}{\sqrt{P_{O_2}}}$	—27 056	—52 153	lg $K_{p_b}=9{,}445$	$K_{p_b}=2{,}786\cdot10^{9}$
		—27 212	—54 235	lg $K_{p_b}=9{,}1176$	$K_{p_b}=1{,}311\cdot10^{9}$
(*c*) $2C+O_2=2CO$	$K_{p_c}=\frac{P^2_{CO}}{P_{O_2}}=K^2_{p_b}$	2·(—27 056) stb.	2·(—52 153) stb.	lg $K_{p_c}=2\cdot\lg K_{p_b}$	$K_{p_c}=K^2_{p_b}$
(*d*) $CO+\frac{1}{2}O_2=CO_2$	$K_{p_d}=\frac{P_{CO_2}}{P_{CO}\sqrt{P_{O_2}}}$	$\Delta H_{r,a}-\Delta H_{r,b}=$ $=\Delta H_{r,d}$	$\Delta G_{r,a}-\Delta G_{r,b}=$ $=\Delta G_{r,d}$	lg $K_{p_r}=$ lg $K_{p_a}-$ lg K_{p_b}	$K_{p_d}=\frac{K_{p_a}}{K_{p_b}}$
(*B*) $C+CO_2=2CO$	$K_{p_B}=\frac{P^2_{CO}}{P_{CO_2}}$	+40 298	— 9 645	lg $K_{p_B}=1{,}7566$	$K_{p_B}=57{,}09$
		+40 031	—13 792	lg $K_{p_B}=2{,}3186$	$K_{p_B}=2{,}083\cdot10^{2}$

Az s-el jelölt részentrópiák 1200 °K-on:
12 g C-re: 6,807; 32 g O_2-re: 59,730; 28 g CO-ra: 57,586; 44 g CO_2-ra: 66,766 cal/gmol·fok.

Megj.: Rövidítések MSZ 4900 szerint.

A Boudouard-reakció előrehaladási fokszáma, a termelési tényező: 1200 °K-on:

1 at-án	0,992
5 at-án	0,924
25 at-án	0,752
100 at-án	0,522

A Δ-val és r indexszel felírt nagybetűk, az alapul vett sztöchiometriai egyenletnek valamely $T°$ hőmérsékletére vonatkozó egyes részenergiáinak, részentrópiáinak az összegezéséből származnak, tehát összetett kifejezéseknek a rövidítései. Így pl. a (3) egyenletünkkel meghatározott „reakció entalpiáját" T°-on

$$\Delta H_T=(3-x)\Delta H_{T,CO_2}+(2x-3)\Delta H_{T,CO}-\Delta H_{T,Al_2O_3} \quad (6)$$

egyenlet fejezi ki. A vegyületek entalpiáit vagy az illető $T°$-ra már kiszámított táblázatokból vesszük, [6—1], vagy a 25°C-on olvasható értékek alapján táblázott függvényekből számítjuk ki [6—2]. Az elemi testek entalpiái megegyezés alapján „nulla" értékűek minden hőfokon, mert ΔH-juk megegyezés alapján nulla lévén, a $T°$-ra érvényes függvények is nulla eredményre vezetnek.

A részentrópiákat minden hőfokon valódi értékükkel kell behelyettesíteni, az elemi testekre is. Ha a részentrópiákból csak egy is hiányzik, az (5) egyenletet nem lehet megoldani. Nem ilyen a helyzet a részentalpiákra, mert Hess törvényével igen sok nem táblázott adatot is kiszámíthatunk, az amúgy is bőségesen található irodalomból.

A K_p egyensúlyi állandók kiszámításához szükséges — az *1. táblázatban* is megtalálható számadatokat —, valamint a gondolatmenetet *Schmidt* [6] könyvének 457—467. lapjáról vettük.

Az (5) egyenletben szereplő ΔG_r-et az illető $T°$-ra kiszámítva, a kísérletileg nem meghatározható egyensúlyi állandók kiszámítására egyik egyszerű összefüggésünk:

$$\Delta G_r=-RT\ln K_p \quad (7)$$

A 3. ábránk tág hőmérsékleti közben tartalmazza a különféle hőmérsékletekhez tartozó 1 g K_p-ket, az 1. táblázatunk az elektrolízis hőmérséklet határai között tünteti fel a szén-oxigén-szénmonoxid-széndioxid reakciók termodinamikai függvényeinek számszerű adatait.

A megegyezés alapján helyes sorrendben és helyes koefficiensekkel felírt sztöchiometriai egyenletre érvényes ΔH_r és ΔG_r negatív előjeleiből, valamint a nullánál nagyobb K_p-ből azt olvassuk ki, hogy az illető reakció a kérdéses hőmérsékleten önmagától, hasznos munka termeléssel végbe mehet. (A „helyes sorrend" és „helyes koefficicusok" szerepe jól látható az 1. táblázat *b* és *c* reakcióiban.)

A ΔG_r-et *Balázs* [7] és sok más kutató számította a (2/*a* 2/*b*) sztöchiometriai képlet alapján egyrészt a tiszta CO_2, másrészt a tiszta CO keletkezését feltételezve. *Ginsberg* és *Wilkening* [14] eredményeit az előbbi két határesetre és a közbenső változó gázösszetételre a 2. ábránk mutatja.

Az 1. táblázat *a* reakciójára 1200°K-on a $\Delta H_{r,a}=-94\,410$, a $\Delta S_{r,a}=+s_{CO_2}-s_C-s_{O_2}=$ $=+66{,}746-6{,}807-59{,}730=0{,}209$ cal/mol. fok,

tehát a $T\Delta S_{r,a} = 1200 \cdot 0{,}209 = 251$ cal/mol. Ezért az (5) alapján $\Delta G_{r,a} = -94\,661$; 1 g $K_{p_a} = +17{,}2400$, ahonnan $K_{p_a} = +1{,}738 \cdot 10^{17}$ AT $\Delta S_{r,a} = 251$ lévén, ez mintegy 0,3%-a a —94,410 értékű $\Delta H_{r,a}$-nak ezért a befolyása a $\Delta G_{r,a}$-ra igen kicsiny. Ez látszik a 2. ábrán is, mert a 100%-os CO_2 ordinátáján a különbséget nem tudjuk érzékeltetni.

Más a helyzet, ha a térfogatnövekedés miatt az egyébként nyomásra is érzékeny *b* reakcióval számolunk. Itt $\Delta S_{r,b} = +s_{CO} - s_C - s_{\frac{1}{2}O_2} = 20{,}914$, szemben az *a* reakció 0,209 értékű entrópiájával. Ezért *b*-re $T\Delta S_{r,b} = 25\,096$ lévén a $\Delta G_{r,a}$-ra — mint a 2. ábránk mutatja — igen nagy a befolyása.

A negatív ΔG_r mind az *a*, mind a *b* reakciót erőteljesen hajtja az egynsúly felé. Ha az egyensúlyban vagy a CO_2-nak, vagy a CO-nak — mint termékeknek — a nyomása kb. 1 at, akkor az 1. táblázat 2. és 6. oszlopa szerint az oxigén résznyomása 1200°K-on

az *a* reakcióra

$$P_{O_2} = \frac{1}{K_{p_a}} = 1{,}74 \cdot 10^{-17} \text{ at}$$

a *b* reakcióra

$$P_{O_2} = \left(\frac{1}{K_{p_b}}\right)^2 = 7{,}77 \cdot 10^{-18} \text{ at}$$

Ez azt jelenti, hogy a közönséges kísérleti módszerekkel nem előállítható egyensúlyi elegyben az oxigén parciális nyomása olyan kicsiny kell legyen, hogy sem egyszerű kémiai elemzéssel, sem feszmérős gázelemzéssel 1200°K-on mennyiségét nem határozhatjuk meg.

Ilyenkor a közvetlen mérés helyett a bemutatott számításra támaszkodhatunk. Az öt jegyre mért termodinamikai függvényeink — amit az 1. táblázatban látunk — feljogosítanak arra, hogy az értékeket helyesnek ismerjük el.

A *(b)*, *(c)* és *(d)* reakciók nyomásváltozásra érzékenyek. A *(d)* azonban az 1. táblázat első négy egyenlet rendszerében nem független, mert az *(a)*-ból levonva a *(b)*-t, eljutunk a *(d)*-hez.

(a) $C + O_2 = CO_2$

(b)—$C - \frac{1}{2}O_2 =$ —CO-ból következő $\frac{1}{2}O_2 = CO_2 - CO$ egyenlet identikus a *(d)*-vel. Ezért 1200°K-on a $\Delta H_{r,d} = -94\,410 - 27\,056 = -67\,354$. $\Delta G_{r,g} = -42\,508$ A $K_{p_d} = K_{p_a} K_{p_b}$ hányados a logaritmikus különbségből adódik. A *(d)* reakció az előbbiekhez hasonlóan szintén erélyesen halad az egyensúly felé. Ha a CO_2 termék nyomása kb. 1 at, akkor

$$K_{p_d} = \frac{1}{P_{CO}\sqrt{P_{O_2}}}$$

szintén olyan kicsiny, hogy az egyensúly kísérletileg nem határozható meg.

E fejtegetésekből az következnék, hogy az oxigén támadó hatására 1200—1300°K-on az 1 at nyomású egyensúlyi gázelegyben csak a CO_2-nak lenne mérhető mennyisége. Ez az állapot a megfordítható — mikrowattos teljesítményű — elektrolízis termékgázaira is jellemző lehetne, ha a Boudouard folyamat nem zavarná meg. Ezt már említettük, mint a CO_2 egyrészének elemésztése árán keletkező CO-nak az elektrolízistől független reakcióját. Ez is egyensúlyra vezet, ha a szén feleslegben marad.

Ekkor a táblázat (B) egyenletét úgy foghatjuk fel, mint az egész számú koefficiensekkel felírt *(c)*-nek és az (a)-nak a különbségét: *(c)* $2C + O_2 = 2CO$ amikor

$$K_{p_c} = K_{p_b}^2 = \frac{P_{CO}^2}{P_{O_2}}$$

(a) $C + O_2 = CO_2 \qquad K_{p_a} = \frac{P_{CO_2}}{P_{O_2}}$

A *(c)*—*(a)* különbség: $C = -CO_2 + 2CO$, ahonnan *(B)*-re nézve, lévén az előbbi két egyensúlyi állandó nevezője P_{O_2}:

$$K_{p_B} = \frac{K_{p_b}^2}{K_{p_a}} = \frac{P_{CO}^2}{P_{CO_2}}$$

Mint 3. ábránk mutatja K_{p_B} hőmérsékleti függése egészen más jellegű, mint K_{p_a}-és K_{p_b}-é. 800°K-on K_{p_B} értéke még kb. +0,01; 990°K-on közel egyenlő 1-el, 1200°C-on gyors növekedéssel 57-re, ér 1300°C-on értéke 208 lesz. Az 1. táblázat szerint 1200°C-on, 1 at nyomáson a részentalpiákból kiszámított $\Delta H_{r,B} = +40\,298$ cal/gmol, tehát a CO-ot termelő folyamat csak kívülről felvett hőenergia emésztése árán haladhat az egyensúly felé. A ΔG_r-je azonban 1200°C-on — 9645 cal/gmol, tehát ha a kívülről fűtött, vagy az elektrolit ellenállásán keletkezett meleget fel tudja venni, az egyensúly felé önként halad előre.

A Boudouard egyensúly a nyomásra érzékeny lévén, a $p = 1$ at-án és 1200°K-on a keletkező CO mennyiségére jellemző „termelési tényező" (a „reakció előre haladási foka") szerint a CO_2-nak 0,992 moljából lesz CO és csak 0,008 mol maradhat meg CO_2 alakban. $P = 100$ at-án és 1200°-on a termelési tényező 0,52 (l. 3. ábrát). Ez azt mutatja, hogy a 100 at-án sztatikus egyensúlyban a gázösszetétel kb. 52 vol % CO_2-ra és kb. 48 vol % CO-ra változik, majdnem megközelítve a $p = 1$ atm és 990°K-on jól mérhető kb. 50—50%-os arányt, amikor még a K_{p_B} értéke közel egyenlő 1. A mindenkori molviszonyt *p* at nyomáson, mint

$$\frac{P_{CO}}{P_{CO} + P_{CO_2}} \text{ hányadost,}$$

$$\frac{2}{1 + \sqrt{\frac{-4p}{K_{p_B}} + 1}}$$

képletből lehet kiszámítani. E képlet kifejezi a mind a nyomás, mint a hőmérsékleti függést.

Az *1. táblázat* sztöchiometriai egyenleteire jellemző egyensúlyi állandók a gátlás nélküli „valódi" izoterm reverzibilis állapotokra érvényes. Az *(a)* *(b)* *(c)* és *(B)* heterogén rendszerek. Reakciúik 1200—1300°K-os hőmérsékleti határok között valamennyien önként végbemenők, mert ΔG_r-jük negatív előjelű, K_p-jük pozitív szám.

Ha az 1 at nyomású oxigénnel töltött gázterünk 1200°C-on és ebbe apró részletekben 1200 °C-os szénszemecskéket juttatunk be, a felvillanások elárulják, bogy a szén hőfejlődés közben ég el a gázelegyben kimutatható CO_2-dá. Amikor a megmaradó oxigén nyomása 10^{-9} at-ra csökken, lehet-

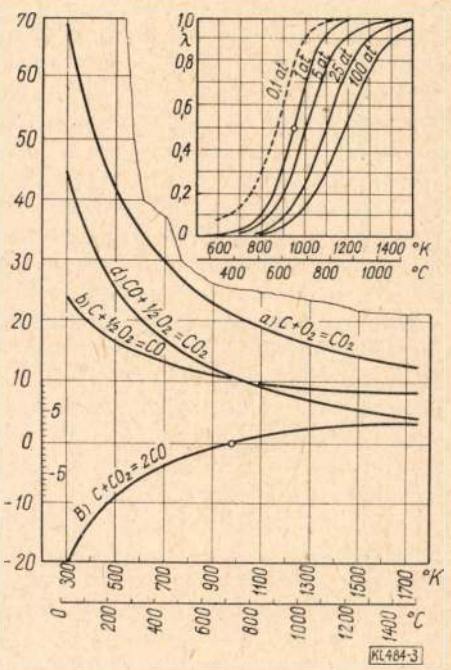
séges, hogy *b* reakció szerint a CO_2 mellett CO keletkezzék. Ez azonban egyelőre még nem szaporodhat fel az edényzet egész térfogatában, mert a szén felületéről eltávozva a *(d)*-ben felírt homogén gázreakcióval CO_2-dá ég el. Amikor az oxigén résznyomása 10^{-17} at-ra csökkent, beáll az 1200°C-ra érvényes egyensúly. A tömeghatástörvényére hivatkozva lehetséges, hogy a szén jelenlevő mennyisége meg nem határozható kevés és gőzalakban is elképzelhető.

A most leírt folyamat azért is kell, hogy így haladjon előre, mert *(b)*-nek a ΔG_r-je csak — 52 153 cal/gmol, tehát az önkéntes CO_2 keletkezéséhez a *(a)*-nak a ΔG_r-je a *(b)*-ét jelentősen felülmúlja. Továbbá a *d* reakció ΔG_r-je: —94 661— 52 153 = —42 508 cal/gmol lévén, ha a *(b)* folyamatban keletkezett is CO, ez feltétlenül CO_2-dá ég el a gáztérben.

Hogy ezek a valóságban be nem állítható egyensúlyok tényleg megfordíthatóak-e, egyszerű kísérleti eszközeinkkel aligha bizonyíthatók, mert pl. az egyensúly nehezen ellenőrizhető beállása után a CO_2 töménységének növelésével vagy a *(d)* szerint a CO_2 elbomlásából eredő CO és C_2 megjelenését, vagy az *(a)* szerint a C és O_2 megjelenését észlelnünk kellene.

Ha azonban a reakciótérbe tovább adagolt szénfeleslegre hat a teret már kitöltő CO_2, akkor megindulhat a *(B)* Boudouard-reakció. Ez a kb. 1 at nyomású CO_2-ból 1200°K-on 0,992 termelési tényezővel mérhető mennyiségben CO-ot hoz létre. Igaz, hogy ΔG_B az előbbi reakciók nagyértékű termodinamikai potenciáljaihoz képest csupán 9645 cal/gmol, — ezért a CO képződése (a CO_2 fogyasztása árán) nem lehet olyan erélyes, mint az előző reakcióké lehetett, de a külső fűtéssel konstans hőmérsékleten tartott 1 at nyomású heterogén rendszer befogadva a szükséges $\Delta H_B = +40\,298$ cal/gmol reakció hőt, biztosan közelít a Boudouard egyensúlyhoz *(3. ábra)*. Így kellene, hogy 1 at-án a mikrowattos elektrolízis termékeiből az anódszén fölöslegének hatására 99%-nál több CO, alakuljon bár ennek meghatározhatósága az összegyűjtés nehézségei miatt kétséges.

Az eddigiekből az látszik, hogy a termodinamika törvényei nem zárják ki valamely szénfelületen 1200—1300°K között a CO_2-nak és CO-nak egyidejű keletkezési lehetőségét, de hogy a CO meg is maradjon a fűtött gáztérben, abban egyenletesen oszoljék el, annak kevés a valószínűsége. A kémiszorpció hatásának felismerésé és a reakció sebességekről szóló tanulmányok [16], sem zárják ki a CO keletkezés lehetőségét, ha a gázelegy gyorsan eltávozhat a keletkezésének helyéről. Erre mutat az a régi tapasztalat is, hogy kb. 1% nagyságrendben oxigént tartalmazó inert gázt áramoltatva vörös izzás alatti hőmérsékleten levő szén felületén, különböző összetételben találunk CO_2-ot és CO-t. Ilyen viszonyok között a *(B)* reakcióra nézve pl még 700°K-os a $\Delta H_B = +41\,353$ és a $\Delta G_B = +11\,446$ cal/gmol, 1 g $K_{p_B} = -3{,}5736$, vagyis $K_{p_B} = 2{,}669 \cdot 10^{-4}$ értékű, tehát a Boudouard-reakcói nem mehet végbe. Ugyanekkor a 3. ábrából kivehetően a $K_{p_b} = 9{,}221 \cdot 10^{12}$ és a $K_{p_a} = 3{,}185 \cdot 10^{29}$ 700°K-ra érvényes egyensúlyi állandói az önként végbemenő reakciókra jellmezőek.



3. ábra. Külső fűtéssel konstans hőmérsékleten tartott rendszer és a Boudouard-egyensúly

A valóságos elektrolízisben, ahol az olvadékból kilépő O^{2+} ionok, vagy O atomok esetleg O_2 molekulák nagytérfogatú gáztömeg helyett a vékony diffúz rétegen keresztül támadják a szénanódot, a helyzet még bonyolultabb is lehet.

Az ilyen egymásba fonódó reakciókat feltételezve úgy véljük *Ginsberg* és *Wilkening* helyes utat választottak, amikor függvényeiket 100% CO_2 és 100% CO határok között minden elméleti egyensúlytól, minden közbeneső reakció lehetőségeitől eltekintve, mint izoterm reverzibilis folyamatot kezelve számoltak (3) sztöchiometriai egynelet alapján 1 kg Al-ra, hogy a gyakorlati méreteket szemléltessék.

A tényleg alumíniumot termelő elektrolízis véges áramsűrűséggel folyik, tehát semmiképpen nem lehet reverzebilis folyamat. Ilyenkor a szén anódon 1 A/cm² áramsűrűség hatására a Faraday számmal meghatározott következő anyagmennyiségek alakulhatnak át

az anód 1 cm² felületén 1 s alatt

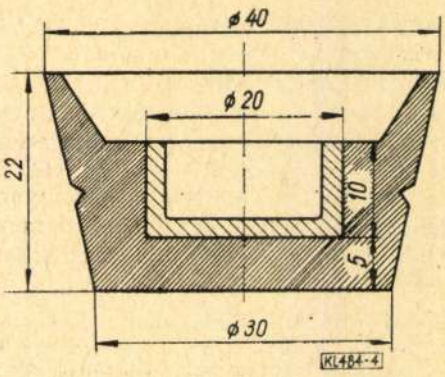
	Ha tiszta CO_2 fejlődnék:	Ha tiszta CO fejlődnék:
Fogyna	0,031 mg/s karbon	0,062 mg/s karbon
Keletkeznék ..	0,114 mg/s CO_2	0,145 mg/s CO
Ezek normál térfogata ...	0,057 ml/s CO_2	0,116 ml/s CO
E térfogatok 1200°K-on	0,228 ml/s CO_2	0,464 ml/s CO
1200°C-on e gázok rétegvastagsága	0,228 mm/cm² s CO_2	0,464 mm/cm² s CO

Ha figyelembe vesszük, hogy mindjárt az első s-ben kialakulhat a kemiszorpciós réteg, mert ekkor még a gáztermelés finom buborékait nem lehet látni, kérdezhetjük melyik az a szabályozó tényező,

hogy az elektrolitből kiszabaduló buborékok a hőmérséklettől, az áramsűrűségtől függű összetétellel elemezhetők meg, 1. ábránk. Kérdezhető, hogyan keletkezett pl. Hollingshead és Braunart-éknál a szénfogyasztásból számítva tiszta CO_2, amikor ugyan konst áramerősséggel, de a kísérlet folyamán jelentősen változó áramsűrűséggel dolgoztak, mert 1. ábránk szerint a gázösszesítéssel 930°C és 941°C-on az áramsűrűségtől jelentősen függ. Más szempontok szerint, ha a Boudouard-reakció egyensúly felé haladásának a sebességét tekintjük, lehet-e arra gondolnunk, hogy az elektrolízissel termelt oxigén ionokat, vagy molekulákat szabad-e agresszívebbeknek, vagy éppen kevésbbé támadóképesnek vennünk, mint amikor palackozott gázokkal vizsgáljuk pl. a generátorgáz reakciót. Meggyorsulhat-e a Boudouard-reakció sebessége azidő alatt, amíg a kémiszorpciós rétegből az elektrolitba kikerülő gázbuborékok a szénnel fennállott kapcsolatukat elveszítik. Lehetséges-e a szén kisebb-nagyobb mértékű passziválódása, amikor az elektroliton keresztül oxigén is kikerülne az elektrolitből a szabad térbe stb.

Amikor 1940-ben *Drossbach* munkásságára felfigyelve [3] az általa hangsúlyozott Boudouard-reakció vizsgálatához kezdtünk hozzá, e sokrétű probléma még nem merült fel. Nem tévesztettük szem elől Drossbach-nak a koromképződésről szóló megfigyelését.

1 at nyomáson, semleges N_2 atomoszférában, üvegharang alatt, néhány cm^2-es, többféle típusú mikrocellában kezdtük dolgozni. Később vízbe merített, mintegy ¾ liter űrtartalmú, kaloriméterbomba szerű kezdetleges szerkezetben kb. 10 at nyomáson is elektrolizáltunk. A háborús behatások eszközeinket 1942-ben megsemmisítették. A Fémipari Kutató Intézet alapításakor (1948) tervbe vettük a folytatást a Boudouard-reakciók hatását kutatva legalább 50 at nyomású gázban akartuk tanulmányozni a folyamatokat. A most használt, 100 at próbanyomásra készített öntöttacél edényzetünknek, a gázmozgatásra szükséges csaptelepnek a géprajza 1950-ben készen volt. Eszközeink megszerzését anyagi okok késleltették, ezért a nyomásálló edény géprajzát a hozzá tartozó néhány segéd berendezéssel, a szándékolt kísérleti viszonyok leírásával a Kohászati Lapokban nyilvánosságra boztuk [17]. Most egyelőre kb. 40 mm ∅-jű mikrocellával dolgozunk *(4. ábra)*. A kriolitos olvadék tömege maximálisan kb. 6—8 g 600—900 W villamos fűtéssel 15—20 min alatt konst hőfokot állítunk elő. A kb. 1 A-es elektrolízis időtartama 3—6 min. A fűtőhuzalt kb. 100 g tömegű porózus korundszivacs védi a kisugárzástól. Egyéb hőszigetelő anyag a tartály belsejében nincs. A fűtési idő alatt a kupola belső felülete a nagy acéltömeg miatt 50°C-nál nem melegebb. Említett közleményünkben, hogy a segédberendezések szükségességét megokolhassuk, a későbbi használatra szánt, mintegy 100—200 g olvadékkal oldgozó makró cellát rajzoltuk be, de nem tüntettük fel a tartály bel-



4. ábra. A mikrocella méretei

sejében elhelyezett, vízzel fűtött vörösréz csiga csövet, mely a több órahosszát tartó elektrolízis alatt a befűtött 3—5 kW-ból származó meleget átveszi.

A gázok vizsgálatára két abszorpciós készüléket szerkesztettünk, 5—10 és 10—25 l/h gázcsebességek elemzésére.

Sajnos, a szén passziválódására nem tudunk következtetni, mert az esetlegesen fejlődő oxigént egyelőre nem vizsgálhatjuk anélkül, hogy a CO_2 és CO meghatározását ne zavarnók. A nagyobb méretű celláinkban olyan rövid ideig is akarunk elektrolizálni, hogy az olvadékot elhomályosító „köd" diffúzióval még ne juthasson el a szénhez.

IRODALOM

[1] *Askenasy:* Einführung in der technischen Elektrochemie. Vieweg, Braunschweig *Haber* Zts. f. Elektrochemie *8.* 607. 1902.
[2] *Pruvot:* Montazsprojekt aljuminij. Leningrad. 1934.
[3] *Drossbach:* Zts. f. Elektrochemie *33.* 83. 1927.
[4-1] *Hollingshead—Braunwarth:* Aime Symposion 1962.
[4-2] *Vajna:* Berg. Hüttenmänn. Monatshefte, Montan. Hochschule Leoben *101.* 435. 1956.
[5] *Ulich:* Kurzes Lehrb. der phys. Chemie. Steinkopf, Dresden u. Leipzig. 1938.
[6-1] *Schmidt:* Einf. in die technische Thermodynamik. IV. kiadás. Berlin, 1960.
[6-2] *Horváth Aurél:* Kohászati termodinamika. 1951.
[7] *Balázs Endre:* Fémipari Intézet Közleményei. VI. köt. 1962.
[8] *Horváth Zoltán:* Koh. Lapok, Alumínium 1953. 145 old.
[9] *Schadinger:* Alluminio *21.* 252. 1952., *22.* 691. 1953. Boudouard reakció irodalma Int. Crit. Tables. Vol. VII. 243.
[10] *Eitel—Lange:* Zts. f. anorg. u. allg. Chemie. 171. 168. 1926., 178. 108. 1929.
[11] *Antipin:* Dokl. Akad. Nauk SZ. SZ. SZ. R *99.*1012. 1954.
[12] *Szekér Gyula:* Koh. Lapok *87.* 222, 256, 411. 1954.
[13] *Masovetz—Dogramadzsi—Flerinszkaja:* Zs. prikladnoj himii 955. 1952.
[14] *Ginsberg—Wilkening:* Metall Heft 5. 429. 1964.
[15] *Drossbach—Hashimov:* Journ. of the Electrochemical Society of Japan. Vol. 33. No. 2. (1965.) Német nyelven. Reif: Journ. phys. Chem. *56.* 785. 1952. Blackwood: Austr. Journ. Chem. 1960.
[16] *Münzer—Peters:* Brennstoffchemie Bd. 46. 399. 1965. Glasstone—Laidler—Eyring: The theory of rate process. Mcgrow New York. 1941.
[17] *Lányi—Jakab:* Koh. Lapok, Alumínium 1951. 23 old.

Nemesfémek és nemesfémötvözetek, mint a villamosipar érintkezőanyagai

Dr. LABODA SÁNDOR okl. kohómérnök

DK 669.2 : 621.3.66.6

A villamosiparban az utóbbi évtizedekben jelentősen bővült a nemesfémek és nemesfémötvözetek felhasználási területe, mivel az alkalmazott villamos érintkezőkkel szemben támasztott fokozott követelményeknek elsősorban a nemesfémek és a nemesfémtartalmú ötvözetek felelnek meg.

A villamos készülékekben és berendezésekben alkalmazott érintkezők szerkezeti kivitele igen különböző. Általában két csoport különböztethető meg.

1. Álló érintkezők, amelyekben az érintkező felületek az üzemeltetés alatt egymástól nem válnak el. Ezek lehetnek oldhatatlan (forrasztott, hegesztett) vagy oldható, mechanikus (csavaros, kapcsos stb.) kötések.

2. Mozgó érintkezők

a) Csúszó érintkezők, melyek lehetővé teszik az érintkező felületnek egy másik érintkező felületen történő mozgását a villamos áram megszakítása nélkül.

b) Megszakító érintkezők, melyekben az érintkezőfelületek egymástól eltávolodnak.

Az érintkezők feladata az, hogy az áramkört zárják, az áram vezetését hosszabb vagy rövidebb időre átvegyék, a zárt áramköröket újból megnyissák, és az áramot megszakítsák. Az érintkezőknek kisebb, ill. nagyobb számú kapcsolás, hosszabb kapcsolási szünet vagy tartós áramvezetés után változatlanul üzemképesnek kell maradniok, azaz lehetőleg hosszú élettartammal kell rendelkezniök.

Az említett alapkövetelmények, amelyeket a villamos érintkezőkkel szemben támasztunk, az alkalmazott anyagtól eleve bizonyos fizikai, kémiai és mechanikai tulajdonságokat (*1. táblázat*) kívánnak.

A nagy villamos- és hővezetőképesség csökkenti az érintkezők igénybevételét, ennek következménye, hogy az érintkezőknél nem tapasztalunk helyi túlmelegedést. A magas olvadáspont következtében nő az anyag leégéssel szembeni ellenállósága és ezáltal csökken az érintkező fémvesztesége. Ebből a szempontból fontos szerepet játszik a felhasznált anyag gőznyomása és forráspontja is, különösen erős ívfény esetén. Az ívfény az érintkező nyitásakor, a határfeszültség túllépésekor keletkezik és talppontjában az érintkezőt felhevíti.

A keletkezett és elvezetett hő mellett az érintkező anyag fajhője és tömege határozza meg az érintkező felmelegedését. Az ívhatárfeszültség és az ívhatáráram ugyan nem képez anyag-állandót, az érintkezőanyagnak mégis jellegzetes tényezői. Heterogén anyagok esetén jelentős a sűrűség is, mely lehetőleg közelítse meg a megfelelő összetételű ötvözet sűrűségét. Az érintkezők fizikai tulajdonságai közül továbbá fontos szerepe van a kialakult érintkező felületek átmeneti ellenállásának. Az érintkező felületén abszorbeált gázok, gőzök kis kötési szilárdságuk következtében az átmeneti ellenállást nem növelik.

1. táblázat

Az érintkezők jellegzetes tulajdonságai

Fizikai	Kémiai	Mechanikai
Villamos és hővezető-képesség	Kémiai affinitás a környezethez	Szakítószilárdság
Olvadáspont	Elektrokémiai potenciál	Rugalmassági modulusz
Olvadáshő	Korrózió	Nyúlás
Forráspont	Reakciótermékek tulajdonsága	Keménység
Elgőzölgési hő		Kopásállóság
Fajhő		Megmunkálhatóság
Gőznyomás		Forraszthatóság
Ívhatárfeszültség		
Ívhatáráram		
Szövetszerkezet		
Kristályirány		
Újrakristályosodási hőmérséklet		
Fajsúly		
Átmeneti ellenállás		
Elektronkilépési munka		
Anyagvándorlás		
Leégéssel szembeni ellenállóság		
Összehegedési hajlam		
Tapadási hajlam		

A nagy elektronkilépési munka szintén előnyös, mert redukálja az ívfény erősségét és ezáltal csökken az érintkezőpár igénybevétele. Az ívfény csökkentésének a lehetősége részben tehát az érintkezők anyagának helyes kiválasztásával valósítható meg.

Az érintkező felületi tulajdonsága az anyag kémiai tulajdonságaitól is függ. A környezet kémiai hatásával szemben mutatkozó ellenállás fontos tulajdonsága az érintkező anyagnak. Elégtelen kémiai ellenállás következtében az érintkező felületén nem-vezető fedőréteg, idegen réteg képződik, mely az érintkező járulékos felmelegedését eredményezi. Az atmoszféra hatása mellett az érintkezőanyaggal reagálhatnak az aktív gázok, gőzök és porok. *Holm* megállapítása szerint az egy molekulás rétegek nem okoznak felületi szigetelést, mert azt az elektronok még alagútszerűen átjárhatják (Tunneleffektus). Csak több molekularéteg növeli az átmeneti ellenállást egészen a teljes szigetelésig. Ez a jelenség különösen a gyengeáramú technikában zavaró és ezért a kémiai hatásoknak kevésbé ellenálló anyag alkalmazása itt úgyszólván lehetetlen. Erősáramú technikában, ahol esetenként az érintkezőnyomás olyan nagy, hogy az érintkezőanyagot képlékenyen deformálja, így a felületi idegen rétegek is elroncsolódnak és ismét fellép a fémes érintkezés. A két

érintkező súrlódó mozgása szintén megkönnyíti az idegen rétegek elroncsolódását.

Teljesen fémtiszta érintkező felület a gyakorlatban nincs. Tökéletes kémiai inaktivitást a nemesfémek közül is csak a platina mutat, általános alkalmazását azonban egyéb tulajdonsága és magas ára akadályozza. Az érintkezők anyagául szolgáló fémek vagy fémötvözetek kiválasztásánál tekintettel kell lenni arra is, hogy az ívfény hatására képződő ózon és nitrogénoxidok az oxidációs veszélyt tovább növelik.

Az anyagtulajdonságokon kívül az érintkezők élettartamát villamos, kémiai és mechanikai tényezők is befolyásolják *(2. táblázat)*.

2. táblázat

Az érintkezők élettartamát befolyásoló tényezők

Villamos	Mechanikai	Kémiai
Áramfajta	Geometriai alak	Környezet hatása
Áramerősség	Érintkező nagyság	Aktív gázok, gőzök és porok
Feszültség	Érintkezőnyomás	
Frekvencia	Kapcsolás kinetikája	
Teljesítmény	Sebesség	
Terhelés	Kontaktus mozgás	
Védőkapcsolás	Súrlódás	
Ívfény	Ütközés	
Megszakítás	Kapcsolás gyakorisága	

A táblázatból látható, hogy a villamos tényezők felsorolásánál elsőnek az áramfajtát említjük, mert az tudott, hogy az egyenáram az érintkezőpárt jobban igénybe veszi, mint a váltóáram. A feszültség, az áramerősség, az indukció, vagyis a kapcsolási teljesítmény szoros összefüggést mutat az érintkezők igénybevételével. Gyenge terhelésnél az induktivitás az anyagvándorlást is befolyásolja. (Anyagvándorlásnak azt a jelenséget nevezzük, amikor az érintkező anyaga az anódról a katódra átmegy. Ez a jelenség fordítva is lejátszódhat.)

Az érintkezők nagysága és alakja, valamint az érintkező terhelése határozza meg az érintkezőnyomást. Minél nagyobb az érintkezőnyomás, annál kisebb az átmeneti ellenállás. Az érintkezőnyomás nagyságának megválasztása a készülék típusától és a szerkezeti megoldástól is függ. Leemelő érintkezésnél nagyobb, csúszó érintkezésnél kisebb nyomás szükséges. Az utóbbi esetben ugyanis a mechanikus mozgás az érintkező felületen esetleg kialakult nem-vezető rétegek elroncsolódását elősegíti, így tehát nagy érintkezőnyomás alkalmazása nem célszerű.

A követelmények széleskörűsége érthetővé teszi, hogy nincs olyan érintkezőanyag, mely mindenhová egyöntetűen alkalmazható volna, mert egy ilyen eszményi anyagnak többek között minimum 58 m/ohm mm² villamos vezetőképességgel, kiváló hővezetőképességgel, 2200°C feletti olvadásponttal és legalább 300 kp/mm² Vickers-keménységgel, jó alakíthatósággal, valamint tökéletes korrózióállósággal kellene rendelkezni, hogy a feltételeknek megfeleljen.

Ilyen eszményi érintkezőanyag a gyakorlatban nem áll rendelkezésünkre. Meg kell elégednünk azzal, hogy a legjobb tulajdonságok figyelembevételével a szükséges érintkezőanyagot esetenként kiválasszuk.

Nemesfém érintkezőanyagok

Az elektrotechnika kezdeti szakaszában a réz volt a legfontosabb érintkezőanyag. A réz 58 m/ohm mm² kitűnő villamosvezetőképességgel rendelkezik és egyidejűleg jó a hővezetőképessége is. Hátránya azonban az, hogy az érintkező felületén könnyen képződő oxidréteg az átmeneti ellenállást megnöveli és ezáltal a kapcsolót használhatatlanná teszi. Valószínű, ez a jelenség késztette a konstruktőröket arra, hogy a nagyobb anyagérték ellenére a nemesfémeket szélesebb körben kezdték felhasználni.

A gyakorlatban alkalmazott nemesfémérintkezők típusait a *3. táblázatban* tüntettük fel. Megkülönböztetünk:

a) *színfémeket*,
b) *ötvözeteket*,
c) *heterogén anyagokat*.

Színfémek

A nemesfémek csoportjába tartozik az ezüst, arany, platina, palládium, ródium, iridium, ruténium és ozmium. Jellemző tulajdonságaikat a *4. táblázat* mutatja. Az értékeket a réz jellemző tulajdonságaival hasonlítjuk össze. A táblázatból kitűnik, hogy a felsorolt tulajdonságok közül az első öt az atomsúly növekedésével csökken. A fajlagos villamos ellenállás a platinánál és a palládiumnál maximális értéket mutat. Figyelemre méltó a ruténium és ozmium magas olvadáspontja és rugalmassági moduluszának értéke. A színfémeknek a 4. táblázatban összeállított tulajdonságaiból is látható, hogy egy fémnek csak kevés tulajdonsága közelíti meg többé-kevésbé az eszményi követelményeket.

A táblázatban összehasonlításul a rezet szerepeltetjük, mely mint nem nemesfém, az érintkezők gyártásában rendkívül nagy szerepet játszik.

Nemesfém érintkezők típusai *3. táblázat*

Színfémek	Ötvözetek	Heterogén anyagok
Az érintkező egy kémiai elemből áll	Az érintkező két vagy több fémből áll, melyek egymásban folyékony vagy szilárd állapotban oldódnak	Az érintkező két vagy több fémből áll, melyek egymásban sem folyékony, sem szilárd állapotban nem oldódnak. Fém-fémvegyületből, illetve fém-metalloidból állnak

4. táblázat

Érintkezők anyagául szolgáló nemesfémek néhány jellemző tulajdonsága a réz tulajdonságaival összehasonlítva

Elem	Réz	Ezüst	Arany	Platina	Palládium	Ródium	Ruténium	Iridium	Ozmium
Atomsúly	63,54	107,88	197,0	195,09	106,4	102,91	101,1	192,2	190,2
Sűrűség, g/ml	8,9	10,5	19,29	21,447	12,027	12,414	12,2	22,65	22,48
Olvadáspont (°C)	1083	960,5	1063	1773	1553	1966	2250	2410	3000
Forráspont (°C)	2300	2200	2970	4410	3980	4500	4900	5300	5500
Fajhő, kal/g fok	0,094	0,0557	0,0302	0,0318	0,059	0,0589	0,057	0,032	0,031
Rugalmassági modulus (kp/mm²)	—	8160	7900	17 080	12 850	38 640	44 000	53 000	57 000
Keménység, HV, kp/mm² lágy	23	30	25	45	40	130	200	220	300
kem.	42	80	60	120	100	280	500	350	670
Hővezetőképesség, kal/cms °C	0,94	1,00	0,70	0,168	0,163	0,21	—	0,14	—
Hőtágulási együttható (0—100°C.10⁶)	—	18,8	14,3	8,94	11,86	8,5	9,1	6,58	6,57
Hőmérsékleti együttható (0—100°C/fok)	4	4,1	3,4	3,92	3,5	4,4	4	4,1	4
Vill. vez. kép., m/ohm mm²	58	62	44	10,19	9,80	22,2	13,2	18,9	10,4
Fajl. vill. ellenállás, ohm mm²/m	0,017	0,016	0,023	0,0981	0,102	0,043	0,0764	0,053	0,095
Vill. ellenállás hőmérsékleti együtthatója, 1/°C.10⁻³	4,3	4,1	4	3,9	3,8	4,4	4,1	4,1	—
Termofeszültség Pt-val szemben (0—100°) mV	—	+0,89	+0,91	0	0,61	0,64	+0,68	+0,74	—
Kilépési munka, eV	4,47	4,28	4,58	5,29	4,82	4,65	—	—	—

Réz

A réz és ötvözetei a leggyakrabban alkalmazott érintkezőanyagok. Nagy villamos- és hővezetőképességét, továbbá jó szilárdsági tulajdonságát, közepes anyagköltségét, jó beszerezhetőségét az érintkezőként alkalmazott fémek közül egyik sem éri el. Ha a réz gyors oxidációja nem okozna az érintkezésnél zavart, valószínű, hogy az ezüst, mint érintkezőanyag, figyelembe sem jöhetne. A réz viszonylag puha, bár hideg alakítással keményíthető, azonban alacsony hőmérsékleten rövid idő alatt kilágyul, ezért az érintkezők keményforrasztással történő felerősítése komoly gondot okoz. Kevés ezüst, kadmium vagy tellur beötvözésével a lágyulási hőmérséklet növelhető anélkül, hogy a vezetőképesség jelentős mértékben csökkenne.

Ezüst

A legfontosabb érintkezőanyag, melynek széleskörű felhasználását jó villamos- és hővezetőképességének tulajdoníthatjuk.

Az oxidációnak ellenáll, jól alakítható. Közepes és nagy számú kapcsolási igénybevételnél is kedvezően alkalmazható, mert élettartamát növeli az a jelenség, hogy az ívfény által elpárologtatott ezüst az érintkező hidegebb részein ismét lecsapódik és ennek következtében az anyagveszteség kisebb lesz. Az ezüst lecsapódás hátránya azonban az, hogy az ívnek talppontja marad, melynek következtében az érintkező melegedése fokozódik.

Az ezüst jó alakíthatósága, valamint az oxidációval szemben tanúsított ellenállása következtében viszonylag kis érintkezőnyomást igényel. Nagy villamos- és hővezetőképessége kis műszerdimenziókat is megenged.

Hátránya a kis keménységi érték és a viszonylag alacsony olvadáspont, valamint a kénnel szemben mutatkozó nagy vegyrokonság, melynek következménye, hogy kéntartalmú közegben felületén szulfidréteg keletkezik. A villamosságot nem vezető szulfidréteg különösen a gyengeáramú technikában zavaró. A kis keménység és alacsony olvadáspont hátránya az, hogy a színezüst érintkezők

tapadásra és hegedésre, egyenáram esetén pedig csúcsok és kráterek képződésére hajlamosak.

A felsorolat hátrányos tulajdonságok miatt az ezüstnek mint érintkezőnek az alkalmazása részben korlátolt.

Arany

Az arany alkalmazása a magasabb olvadáspont, a nagyobb korrózióállóság következtében előnyösebb. Minthogy lágyabb, mint az ezüst, kevésbé kopásálló és tapadásra még inkább hajlamos. Az említett hátrányos tulajdonsága és magas fémár miatt főleg mechanikus vagy galvanikus bevonatként használják. Az arany érintkezőket különösen akkor alkalmazzák, ha alacsony feszültségnél, kis érintkező nyomásnál abszolút kapcsolási biztonságot kívánunk.

Platina

Főleg ott alkalmazzák, ahol nagy kapcsolási biztonság szükséges. Az oxidálódási és szulfidizálódási ellenállás miatt az érintkezés nagyon kicsi érintkezőnyomáson (15—20 g) is biztosítva van. Ívhúzás következtében fellépő túlmelegedés a kapcsoló üzemi biztonságára nincs hatással. Alkalmazása során hátrányként jelentkezik magas fémára.

Palládium

Mint a legolcsóbb platinafémnek, az ára kb. 25-ször olyan magas, mint az ezüsté. Vezetőképessége a platinafémek között a legnagyobb. Alkalmazási területe főleg a gyengeáramú technikában van.

A környezet kémiai hatásával szemben mutatott ellenállóképessége miatt kis érintkezőnyomásnál is jó kapcsolást biztosít. Hátránya, hogy 350°C felett a felületén egy vékony fekete oxidréteg képződik, mely az átmeneti ellenállást rendkívül megnöveli. A felületen keletkezett palládiumoxid 870 °C-on ismét felbomlik. Egyenárammal szemben is nagy érzéktelenséget mutat, mert a palládium érintkezőpárnál anyagvándorlás nem lép fel.

Ródium

Rendkívül drága, kemény és nehezen megmunkálható fém. Tömör érintkezőként ezért nem alkalmazzák. Előnyös tulajdonsága, hogy mint galvanikus bevonat már 1 μ vastagságban is tökéletes védelmet nyújt az alapfémnek a környezet kémiai hatásaival szemben. A galvanikus úton leválasztott ródiumbevonat keménysége egyenlő a krómbevonatéval. Ezt az előnyös tulajdonságát a csúszókontaktusoknál hasznosítják. Használata a gyengeáramú technikában az ívfény fellépésének határáig terjed, mert a galvanikus bevonatot az ívfény gyorsan elroncsolja. A ródium érintkezők az oxidációnak teljes mértékben ellenállnak. Felületükön csak 900°C felett keletkezik vékony oxidréteg.

Iridium

Még nehezebben alakítható fém, mint a ródium. Kismértékben azonban mégis alkalmazzák, ha nagy keménységet, jelentős kopási szilárdságot, nagy leégéssel szembeni és kémiai ellenállóképességet egyidőben követelnek meg az érintkezőtől. Galvanikus úton ez ideig még nem tudtuk leválasztani.

Ozmium és ruténium

Gyakorlatban az ozmiumot és a ruténiumot nem alkalmazzuk. Megmunkálásuk úgyszólván lehetetlen. Galvanikus úton történő leválasztásuk eddigi ismereteink alapján nem lehetséges.

Ötvözetek

Az előbbiekben felsorolt színfémek 4. táblázatban összeállított jellemző tulajdonságait ötvözéssel, fémes adalékok hozzáadásával javítani lehet. Különösen a keménység, a kopásállóság, a leégéssel szembeni ellenállás fokozására, a forraszthatóság, a környezet kémiai behatásaival szemben mutatkozó ellenállás megjavítására, az anyagvándorlás megakadályozására stb. törekszünk.

Az előállított ötvözet felépítése azonban a villamosvezetőképesség változását idézheti elő. Ha az ötvözőfém az alapfémmel szilárdoldatot alkot, úgy az egyes tulajdonságok javulása a villamosvezetőképesség jelentős csökkenésével jár. Ha az ötvözés eredményeképpen szilárdoldat nem keletkezik, kedvezőbb tulajdonságú anyagot kapunk. A heterogén szerkezetű ötvözetek vezetőképessége jobb, mint a szilárdoldatoké.

Nemesfémek a legtöbb ötvözőfémmel szilárdoldatot alkotnak, tehát a vezetőképesség csökkenésével mindig számolni kell. Ezüstötvözetek esetében az ötvözés hatása annyival kedvezőbb, hogy az ezüstnek a vezetőképessége a legnagyobb, tehát a bekövetkező csökkenés után is jó vezetőképességű anyagot kapunk.

A gyakorlatban érintkezőként leginkább használatos nemesfémötvözetek jellemző tulajdonságait a *5. táblázatban* tüntettük fel.

Ezüstötvözetek:

Nemesfémtartalmú ötvözetek közül az ezüsttartalmúak azok, melyek az elektrotechnikában mint érintkezőanyagok széles körű alkalmazást nyernek.

A réz növeli az ezüst kopásállóságát, javítja a forraszthatóságát és csökkenti az anyagvándorlást. A vezetőképességben bekövetkező csökkenés értéke nem nagy, mert pl. a 20% réztartalmú ezüstötvözet vezetőképessége még 51 m/ohm mm^2. Nagyobb mennyiségben történő réz beötvözése azonban rontja az ezüstnek a korrózióval szemben mutatott ellenállását. Különösen a felületi revésedés növekszik a réztartalommal. Az érintkező felületén képződő rézoxid növeli az átmeneti ellenállást és ezáltal nagyobb helyi felmelegedést okoz. A felületi oxidáció következtében az ezüst-réz ötvözetből készült érintkezőknél nagy érintkezőnyomást kell alkalmazni.

Az ezüst-réz ötvözetek közül leggyakrabban a 3% réztartalmú úgynevezett keményezüstöt használjuk. Ezenkívül 5, 10 és 20% réztartalmú ötvözetek is alkalmazást nyernek.

5. táblázat

Nemesfém ötvözetből előállított érintkezőanyagok néhány jellemző tulajdonsága

Anyagösszetétel, %	Sűrűség g/ml	Olv. pont °C	Forr. pont °C	Keménység HV kp/mm² lágy	Keménység HV kp/mm² kem.	Hővez. kép. kal/cms °C	Vill. vez. kép. m/ohm mm²	Vill. ell. hőmérs. együttható 1/°C · 10⁻³	Fajl. vill. ellenállás ohm mm²/m
Ötvözetek :									
Ezüst-réz									
97 Ag 3 Cu	10,4	900	2200	50	85	—	57	3,50	0,018
95 Ag 5 Cu	10,4	870	2200	55	90	0,80	53	3,50	0,019
90 Ag 10 Cu	10,3	779	2200	60	100	0,80	52	3,50	0,019
80 Ag 20 Cu	10,2	779	2200	80	105	0,80	51	3,50	0,020
Ezüst-kadmium									
96 Ag 4 Cd	10,4	940	940	35	95	—	34	2,10	0,029
84 Ag 16 Cd	10,1	875	906	55	110	—	21	1,40	0,048
Ezüst-szilícium									
98,5 Ag 1,5 Si	10,4	950	2200	55	110	—	48	—	0,021
Ezüst-nikkel									
99,9 Ag 0,1 Ni	10,5	960	2200	37	90	—	56	3,50	0,018
Arany-ezüst									
80 Au 20 Ag	16,5	1035	2200	35	90	0,78	10,2	0,90	0,098
70 Au 30 Ag	15,4	1025	2200	40	95	0,73	9,8	0,70	0,102
Arany-ezüst-nikkel									
71 Au 26 Ag 3 Ni	15,4	1080	2200	80	120	—	9,1	0,88	0,110
Arany-palládium-nikkel									
65 Au 30 Pd 5 Ni	16,5	1410	2730	120	240	—	4,5	—	0,230
Arany-palládium-ezüst									
30 Au 30 Pd 40 Ag	12,9	1440	2200	65	160	0,08	4,6	—	0,220
Palládium-ezüst									
60 Pd 40 Ag	11,4	1330	2200	100	170	0,07	2,5	0,07	0,400
50 Pd 50 Ag	11,3	1285	2200	90	160	0,08	3,1	0,23	0,320
40 Pd 60 Ag	11,1	1225	2200	70	140	0,11	4,9	0,36	0,200
30 Pd 70 Ag	10,8	1150	2200	65	120	0,14	6,7	0,40	0,150
Palládium-réz									
60 Pd 40 Cu	10,5	1200	2300	120	280	0,09	3,0	0,28	0,330
Platina-iridium									
95 Pt 5 Ir	21,5	1775	4400	80	140	0,10	5,6	2,00	0,180
90 Pt 10 Ir	21,6	1785	4400	100	180	0,074	4,4	1,30	0,230
80 Pt 20 Ir	21,8	1820	4400	190	250	0,042	3,2	0,80	0,310
Platina-ruténium									
96 Pt 4 Ru	20,8	1800	4400	120	200	—	3,1	0,85	0,320
Platina-nikkel									
91,5 Pt 8,5 Ni	19,1	1670	2730	180	260	—	3,4	1,50	0,290
Platina-wolfram									
95 Pt 5 W	21,3	1850	4400	160	250	—	2,3	0,70	0,043

Az ezüst-kadmium ötvözetet, mint érintkezőanyagot már régóta használják. A kadmium csökkenti a keletkező ívfény erősségét. Ezeknek az érintkezőanyagoknak hátránya, hogy az érintkezők nagy áramterhelések hatására kezdetben hamar összetapadnak. A kapcsolási biztonság csupán többszöri kapcsolás, az úgynevezett „formálás" után áll elő.

1,5—2% szilíciumnak az ezüsthöz történő ötvözése az ezüst keménységét és kopásállóságát jelentősen növeli anélkül, hogy az ötvözet vezetőképessége nagymértékben romlana.

A nikkel szemcsefinomító hatása már 0,1% nikkeltartalomnál jelentős. A 0,1% nikkel-tartalmú ötvözet a hagyományos kohászati eljárással még előállítható. Kis nikkeltartalom a szemcsefinomító hatáson kívül növeli az ötvözet hőállóságát, csökkenti a tapadási hajlamot anélkül, hogy az ezüst korrózióállóságát ,illetve a vezetőképességet nagymértékben rontaná.

Aranyötvözetek

Az aranyötvözetű érintkezőket gyenge és alacsony érintkezőnyomás esetén alkalmazzák. Az al-

kalmazott aranyötvözetek ezüsttartalma 30%-ig terjedhet. Az aranyhoz ötvözött ezüst növeli a kopásállóságot, a keménységet anélkül, hogy a kémiai korrózióval szemben mutatott ellenállását említésre méltóan rontaná. Az 5% nikkellel ötvözött arany kis tapadási hajlamot mutat. Alkalmazása különösen előnyös határáram alatt, amikor a kapacitásnak az értéke határozott és az áramkörben önindukció is fennáll.

Hasonló tulajdonsággal rendelkezik pl. a 71% Au, 26% Ag és 3% Ni tartalmú ötvözet, melynek előnye az előbbi ötvözettel szemben az, hogy anyagértéke kisebb. A 65% Au, 30% Pd és 5% Ni tartalmú aranyötvözet nagyon kis (1 g) érintkezőnyomásnál is jó kapcsolást biztosít.

Palládiumötvözetek

A gyengeáramú, különösen a távbeszélőtechnikában a palládiumötvözetek nagy jelentőséggel rendelkeznek. A palládiumötvözet ezüsttartalmát 70%-ig növelhetjük, anélkül, hogy a palládiumnak az atmoszféra kéntartalmával szemben mutatkozó ellenállását jelentősen rontanánk.

Mintegy 30% palládium már jelentősen javítja az ezüst tulajdonságát. Elsősorban csökkenti az anyagvándorlási és tapadási hajlamot. Az ilyen ötvözetek pl. a feszültségszabályozókban és relés szabályzókban alkalmazhatók, és jól beváltak ott is ahol glimmkisülések lépnek fel. A 40% palládiumtartalmú ezüstötvözetek viselkedése kénhidrogén atmoszférában csak csekély eltérést mutat a színpalládiumtól.

A palládium-ezüst ötvözetek igen megbízható gyengeáramú kontaktusok. Az ötvözetek keménységét 1—2‰ Ni beötvözésével növelhetjük.

A palládium-réz ötvözetek főleg az erősáramú iparban nyernek alkalmazást. Hullámvezetők, rezonátorok stb. készítésére megfelelő hőkezeléssel a gyengeáramú technikában is alkalmazhatók. Amennyiben nagy keménység és mechanikai szilárdsági érték szükséges, palládium-ezüst-réz ötvözet célszerűen alkalmazható. Ezek az ötvözetek (pl. 10% Cu, 60% Pd és 30% Ag) jó rugótulajdonsággal is rendelkeznek.

Platinaötvözetek

A platinához adagolt ötvözők elsősorban azt a célt szolgálják, hogy növelik a keménységet, a mechanikai kopásállóságot, valamint csökkentik a platina érintkezők tapadási hajlamát. Platina ötvözeteknél keménységnövelő hatással a palládium, iridium, nikkel, ruténium, wolfram és az ozmium rendelkezik. A megfelelő adalékfém kiválasztása az érintkezőnyomástól, a kapcsolási biztonságtól, az érintkező kívánt élettartamától függ.

Rendkívül elterjedtek a 20% Ir, 7% Os, vagy 5% W tartalmú ötvözetből készített megszakító érintkezők.

Heterogén anyagok

Az alapfém a folyékony vagy szilárd állapotban oldhatatlan fémet, fémvegyületet, vagy metalloidot finoman elosztott állapotban tartalmazza. Felépítésük következtében ezek az anyagok a hagyományos kohászati eljárásokkal nem állíthatók elő. Előállításuk belső oxidációval vagy porkohászati úton történhet. Ezek az eljárások a kohászatnak egy különleges területét jelentik.

Az ezüstalapú heterogén anyagok

Az alapfémbe finoman elosztott és egyenletesen beágyazott alkotó, mint említettük, lehet fémvegyület is. Közepes és nagy kapcsolási teljesítményhez szükséges érintkező anyagok ezüstbe ágyazott boridok, karbidok, szilicidek és nitridek. A jelzett teljesítményre használhatók a fém-fémoxid összetett anyagok is. Ezekben az érintkezőkben a fémoxid gőznyomása az ívoltást segíti elő. A fém-metalloid anyagok fémszemek alakjában, mint csúszókontaktusok nyernek alkalmazást. Kevés grafitot (1—5%) tartalmazó ezüst, mint leemelő érintkező is felhasználást nyer.

A leggyakrabban alkalmazott ezüstalapú heterogén anyagok néhány jellemző tulajdonságát a *6. táblázat* mutatja.

A zsugorítási eljárással készült ezüst-nikkel érintkezőanyagok 10, 20, 30 és 40% nikkelt tartalmaznak. Tekintettel arra, hogy a zsugorításnál ötvöződésről nem beszélünk, a nikkel kis vezetőképessége ellenére az ezüst-nikkel anyag vezetőképessége a nikkeltartalommal arányosan csak kismértékben romlik. A 10 és 20% nikkeltartalmú anyagok még jól alakíthatók, tehát ezekből minden érintkező típus előállítható. A nikkel-tartalommal nő a kopásállóság, csökken a leégési veszteség. Az anyagvándorlás hasonlóan csökkenő irányzatot mutat, az átmeneti ellenállás azonban nő. A jobb vezetőképesség érdekében a kis nikkeltartalmú anyagok alkalmazása előnyösebb.

Lényegesen jobb eredményt szolgáltat az ezüst, ha a tulajdonságjavítást kadmiumoxiddal végezzük. Az *ezüst-kadmiumoxid* villamos vezetőképessége sokkal jobb, mint az azonos ezüsttartalommal rendelkező ezüst-kadmium ötvözeté. Az ívoltó hatása ennek az érintkezőnek a kadmiumoxid ívfényben történő könnyű disszociációjában keresendő.

Az *ezüst-kadmiumoxid* érintkezőknél is különbséget tehetünk a zsugorított és a belső oxidációs eljárással előállított anyagok között. A belső oxidációval előállított érintkezők minden tekintetben felülmúlják a zsugorított anyagokat.

Villamos érintkezőként újabban belsőoxidációval előállított 0,5—4% ólomoxid tartalmú ezüstöt is alkalmaznak. Az ólomoxid ívoltó hatása feltételezhetően szintén az oxid könnyű disszociációján alapszik. Az ezüstólomoxid érintkezőkről több adatot adni, mint a 6. táblázatban közöltek, a folyamatban levő méréseink miatt nem áll módunkban.

A *volfram* magas olvadáspontja és nagy keménysége a kopásállóságot növeli, a leégési veszteséget pedig csökkenti. A volfram adagolás kedvezőbb eredményt mutat, mint a nikkel. Hátránya, hogy üzemközben az érintkező felületén ezüst-volframát bevonat képződik, melynek a vezető-

6. táblázat

Ezüst-alapú heterogén anyagok néhány jellemző tulajdonsága

Anyagösszetétel %	Sűrűség g/ml	Olv. pont °C	Forr. pont °C	Keménység HV kp/mm²		Hővez. kép. kal/cms °C	Vill. vez. kép. m/ohm mm²	Vill. ell. hőmérs. együttható $1/°C \cdot 10^{-3}$	Fajl. vill. ellenállás ohm mm²/m
				lágy	kem.				
Ezüst-nikkel									
90 Ag 10 Ni	10,1	961	2200	50	90	—	54	3,50	0,018
80 Ag 20 Ni	9,9	961	2200	60	96	0,74	47	3,50	0,021
70 Ag 30 Ni	9,7	961	2200	65	105	—	42	3,40	0,024
60 Ag 40 Ni	9,5	961	2200	70	115	—	37	2,90	0,027
Ezüst-kadmiumoxid									
95 Ag 5 CdO ...	10,4	961	1390	50	90	—	56	3,70	0,018
90 Ag 10 CdO ...	10,2	961	1390	70	100	—	48	3,60	0,021
85 Ag 15 CdO ...	10,1	961	1390	80	125	—	42	3,50	0,024
Ezüst-ólomoxid									
97,5 Ag 2,5 PbO	10,0	940	—	30	82	—	43	—	0,230
Ezüst-volfram									
70 Ag 30 W	11,9	961	2200	60	110	0,78	43	1,90	0,023
40 Ag 60 W	14,0	961	2200	100	—	0,66	29	—	0,034
30 Ag 70 W	15,0	961	2200	120	—	0,51	26	—	0,031
20 Ag 80 W	16,0	961	2200	150	—	0,57	22	—	0,046
20 Ag 80 W	16,4	961	2200	230	—	0,57	32	—	0,033
10 Ag 90 W	16,9	961	2200	180	—	0,53	18	—	0,056
10 Ag 90 W	17,6	961	2200	260	—	0,53	21	—	0,048
Ezüst-molibdén									
50 Ag 50 Mo	10,2	961	2200	100	130	—	33	3,90	0,303
40 Ag 60 Mo	10,2	961	2200	30	—	—	29	4,10	0,035
Ezüst-volframkarbid									
80 Ag 20 WC ...	11,2	961	2200	80	100	—	40	—	0,025
60 Ag 20 WC ...	12,0	961	2200	90	110	—	28	—	0,036
40 Ag 60 WC ...	12,9	961	2200	100	—	—	18	—	0,055
40 Ag 60 WC ...	13,1	961	2200	220	—	—	20	—	0,050
20 Ag 80 WC ...	13,6	961	2200	160	—	—	14	—	0,071
20 Ag 80 WC ...	14,1	961	2200	270	—	—	17	—	0,059
Ezüst-karbon									
99,5 Ag 0,5 C ...	10,2	961	2200	40	—	—	55	3,90	0,018
99 Ag 1 C ...	10,1	961	2200	40	—	—	50	3,90	0,020
98 Ag 2 C ...	9,5	961	2200	40	—	—	48	3,90	0,021
97 Ag 3 C ...	8,1	961	2200	40	—	—	35	3,50	0,029

képessége rossz, és ezáltal nagy átmeneti ellenállás lép fel.

Az *ezüst-molibdén* érintkező felületén könnyen képződő ezüst-molibdenát az átmeneti ellenállást növeli. Alkalmazása csak ott célszerű, ahol az érintkezőnyomás nagy.

A volframkarbid még keményebb, mint a volfram és a környezet korrodáló hatásának is jobban ellenáll. Az *ezüst-volframkarbid* átmeneti ellenállása kicsi. Villamosvezetőképessége rosszabb, mint a hasonló ezüsttartalmú ezüst-volfram érintkezőké.

A nagy villamosvezetőképesség és aránylag csekély átmeneti ellenállás az ezüst-karbon érintkezőket alkalmassá teszi nagy és tartós áram vezetésére. Gyakran alkalmazzák az ezüst-karbon érintkezőt réz érintkezővel szemben. A karbon nyilván megakadályozza a réz felületi oxidációját és így az érintkezőpár között az átmeneti ellenállás kicsi marad.

Összefoglalás

Az elektromos érintkezőkkel szemben támasztott követelményekből kiindulva összeállítottuk a nemesfém és nemesfémötvözetű érintkező fajtákat. A tulajdonságokból látható, hogy az „eszményi érintkezőanyag" fogalmat a legjobban a nemesfémek és nemesfémötvözetek közelítik meg. Ellenállnak a korróziónak, állandó és intenzív érintkezést biztosítanak.

IRODALOM

[1] *Holm:* Electric Contacts Handbook—Elektrische Kontakte. Berlin (Göttingen) Heidelberg. 1958.
[2] *Merl:* Der Elektrische Kontakt. Firma Dr. Dürrwächter-Doduco—Pforzheim. 1959.
[3] *Keil:* Werkstoffe für elektrische Kontakte. Springer-Verlag. Berlin (Göttingen) Heidelberg. 1960.
[4] *Schreiner:* Z. Metallkde. 1957. 180—190. old.
[5] *Harsányi István:* Koh. L. 1965. 327—333. old.
[6] *Laboda Sándor:* Híradástechnikai és Műszeripari Műszaki Ankétsorozat 1964. V.
[7] *Laboda Sándor:* Mérés és Automatika 1966. 3.

Az öntési körülmények hatása azonos összetételű kohóalumínium adagból származó lemezek minőségingadozására

LAÁR TIBOR okl. vegyészmérnök, ZAKARNÉ ENDRŐDI MÁRIA okl. kohómérnök
Fémipari Kutató Intézet

DK 669.71+621—413 : 621.983 : 620.18

Bevezetés

Az alumínium lemezeket felhasználó iparban gyakran előfordul, hogy egyes gyártási tételek egyáltalán nem vagy csak részben felelnek meg a követelményeknek. Ilyenkor rendszerint a lemez minőségének és a felhasználás követelményeinek tekintetében vita támad a lemezeket gyártó és a felhasználó szakemberek között.

A problémakör szakmai tartalmának beható vizsgálatára — kísérleteink során — az alábbiakból indultunk ki:

mi okozhatja bármely gyártási tétel nem kielégítő mechanikai tulajdonságait; a lemezgyártás melyik munkaszakaszában alakulnak ki végérvényesen az anyag kedvezőtlen tulajdonságai és ennek alapján mit kell tenni a következőkben a káros hatások kiküszöbölése érdekében?

Az így feltett kérdésekre érdembeni választ nem adhatunk, de a szakirodalomban sem található e tekintetben egységes álláspont [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Ezért e túlságosan összefoglaló jellegű kérdést a lemezgyártás technológiai szakaszaira bontva vizsgáltuk meg: hogyan befolyásolja az alumínium lemezek mechanikai tulajdonságait, ill. azok kialakulására egymagában döntő lehet-e

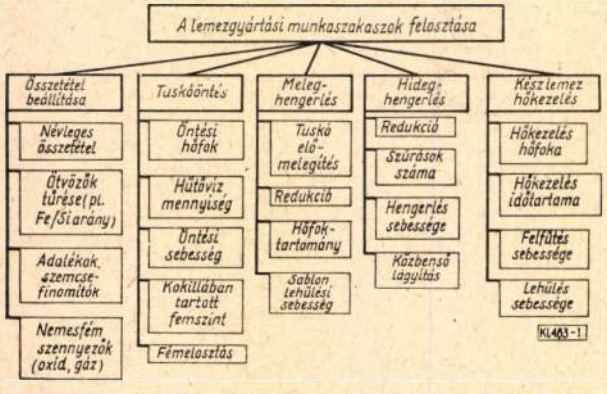
1. az adagok kémiai összetétele,
2. a hengerlési tuskó öntött állapota,
3. a meleghengerlés,
4. a hideghengerlés,
5. a végső hőkezelés.

Ezeken kívül még megvizsgáltuk, hogy a tétel átvételekor használt minősítő módszer mennyire jellemző a felhasználás különféle követelményeire.

(A kérdés alpontjai még tovább bonthatók az *1. ábra* szerint.)

Az alumínium lemezek gyártási problémájának ilyen felosztása és tanulmányozása az alábbiakban összefoglalt következtetésekre vezetett:

ad 1. Az adagok kémiai összetételének ingadozása (Fe/Si arány, szemcsefinomító adalékok, szennyezők stb.) az azonos összetételi kategóriába tartozó (pl. 99,7 Al, 99,5 Al stb.) kohóalumínium lemezek eltérő tulajdonságaival kapcsolatba hozható, ha a *2., 3., 4.* és *5.* alatti technológiai szakaszokat reprodukálhatóan rögzíteni lehet. Minthogy egy gyártási tételen belül az összetétel azonos, az egy adagon belüli szórás összetételi okokra nem vezethető vissza.



1 ábra. A lemezgyártás során minőségingadozást okozó tényezők áttekintése

ad 2. A hengerlési tuskók öntési körülményeinek ingadozása (öntési hőfok és sebesség, a vízellátás változásai stb.) és azok hatása kapcsolatba hozható az egy adagból származó lemezek minőségi szórásával, ha a *3*, *4.* és *5.* alatti műveletek reprodukálhatóan rögzíthetők.

ad 3. A meleghengerlésnek a lemezek minőség ingadozására gyakorolt hatása csak akkor mutatható ki, ha a gyártás garantáltan egyenletes öntött állapotú hengerlési tuskóból indul ki, ezenkívül a *4.* és *5.* alatti műveletek reprodukálhatók.

ad 4. A hideghengerlés változó körülményeinek hatása csak egy gyártási tételen belül mutatható ki, ha a *2., 3.* és *5.* alatti gyártási szakaszok reprodukálhatók

ad 5. Ahhoz, hogy a végső hőkezelés ingadozásainak a lemezek tulajdonságaira gyakorolt hatását kimutathassuk, garantáltan reprodukálni kell az azonos folyékony adagból származó lemezek gyártása során a *2., 3.* és *4.* alatti gyártási szakaszok műveleteit.

Fentiek meggondolása alapján az azonos összetételű, azaz egy adagon belüli minőségi szórások okainak tanulmányozására végeztünk kísérleteket.

Előkísérletek

A tuskóöntés körülményei és az alumínium lemezek tulajdonságai közötti összefüggések tanulmányozására végzett kísérleteink első szakaszában előkísérletképpen az alábbi kérdéseket vizsgáltuk:

a) Az azonos folyékony adagból eltérő körülmények között öntött tuskókból származó lemezek mechanikai tulajdonságaiban milyen eltéréseket okoz az öntött szerkezet különbözősége és az milyen mérési módszerrel mutatható ki.

b) A lemezhegerlés körülményei milyen mértékben befolyásolják az öntési körülményekkel előidézett tulajdonságingadozások mértékét.

A kísérletekhez 99,6%-os kohóalumíniumból egymástól jól megkülönböztethető módon két darab 55×160 mm szelvényméretű hengerlési tuskót öntöttünk.

Az azonos folyékony betétből öntött I. és II. jelű tuskók öntési körülményeire jellemző adatokat az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

A két tuskóból kivágott metszetek makrokristályszerkezeti képe jellegzetes eltérést mutatott. Az I. jelű tuskó nagyobbrészt durva, oszlopos

1. táblázat

55 × 160 mm-es tuskók öntési jellemzői

Tuskó jele	Öntési seb. cm/min	Öntési hőfok °C	Hűtővíz mennyiség l/min	Fajlagos hűtővíz felhasználás l/kg
I	20	720	30	6
II	12	690	30	10

kristályos, míg a II. jelű tuskó kristályszerkezete lényegesen finomabb és egyenletesebb volt.

A tuskókat négy részre daraboltuk és egységesen 450°C kezdő hőmérsékletről indulva 6 mm-es sablonméretre hengereltük. Az I. és II. jelű tuskóból hengerelt négy-négy melegsablont azután négyféleképpen hengereltük 1 mm-es lemezekké:

1. 6 mm-ről lágyítás nélkül hengerlés 1mm-re,

2. sablonlágyítás után hengerlés 1 mm-re,

3. lágyítás 3,6 mm-en, utána hengerlés 1 mm-re,

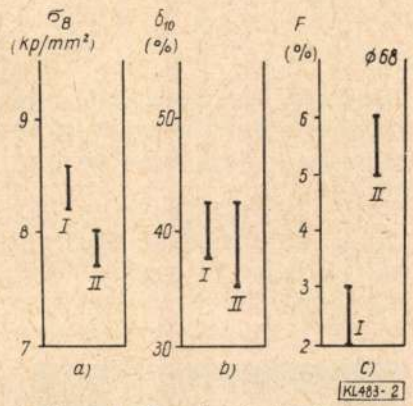
4. lágyítás 1,8 mm-en, utánna hengerlés henhengerlés 1 mm-re.

A négyféleképpen hengerelt lemezek minden tételét két egyenlő részre osztottuk és egyik felét 280°C-on, másik felét pedig 380°C-on négyórás hőkezeléssel lágyítottuk. Kísérleteink eredményeit a *2—9. ábrákon* foglaljuk össze.

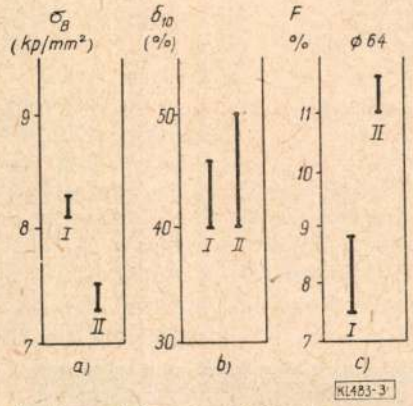
A 2—9. ábrákon az I. és II. jelű tuskókból hengerelt lemezek 280 és 380°C-on lágyított állapotában mért szakítószilárdság (*a*), nyúlás (*b*), valamint a fülképződés (*c*) értékeit tüntettük fel. Az ábrákon a tuskóminőség szerinti I. és II. szakaszok hossza egységesen a mérési eredmények szórását tükrözi.

Az ábrákon látható, hogy az azonos folyékony adagból eltérő módon öntött tuskókból hengerelt lemezek tulajdonságai nem azonosak. Minthogy a meleghengerlés körülményei egységesek voltak, továbbá a hideghengerlés négy változatán belül az I. és II. jelű tuskókból származó sablonokat ugyancsak egyformán hengereltük 1 mm-es lemezekké, ezenkívül a lemezket egyszerre hőkezeltük, a szakítószilárdsági (*a*), és a fülesedési (*c*) értékekben mutatkozó következetes eltérések egyértelműen az öntött állapot kristályszerkezeti különbségével hozhatók kapcsolatba.

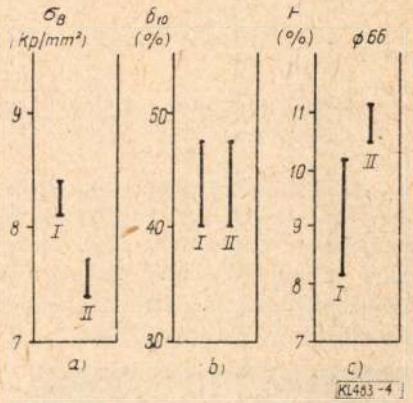
Amint az a 2—9. ábrákon látható, az I. és II. jelű tuskókból származó lemezek nyúlása gyakorlatilag megegyező, ezért a szakítóvizsgálat nyúlás értékei nem alkalmasak az alumínium lemezanyagok ilyen tulajdonságbeli különbségeinek kimutatására.



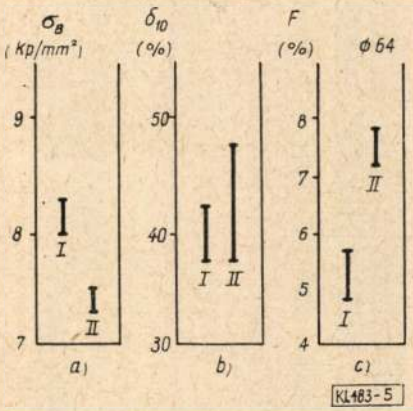
2. ábra. Az 1. technológiával gyártott lemezek összehasonlítása (lágyítás: 280°C, 4h)



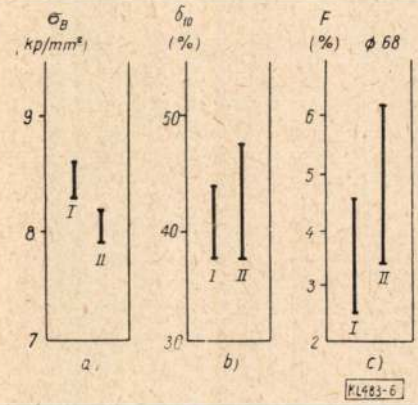
3. ábra. A 2. technológiával gyártott lemezek összehasonlítása (lágyítás: 280°C, 4h)



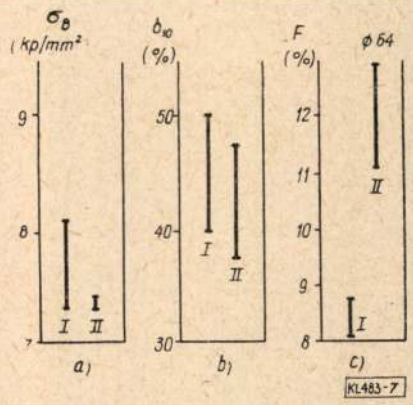
4. ábra. A 3. technológiával gyártott lemezek összehasonlítása (lágyítás: 280°C, 4h)



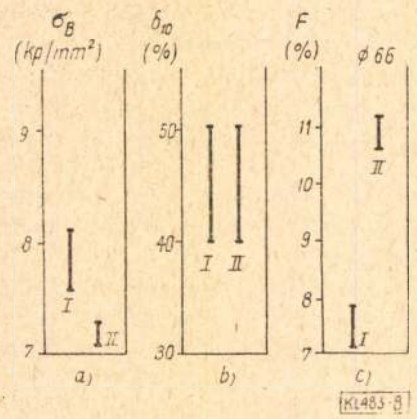
5. ábra. A 4. technológiával gyártott lemezek összehasonlítása (lágyítás: 280°C, 4h)



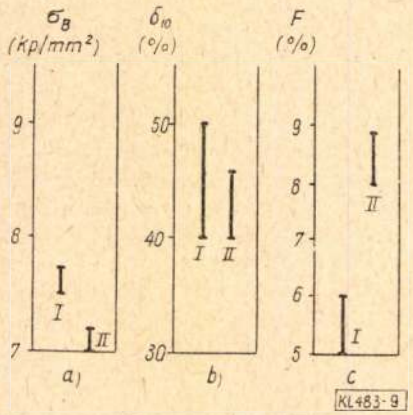
6. ábra. Az 1. technológiával gyártott lemezek összehasonlítása (lágyítás: 380°C, 4h)



7. ábra. A 2. technológiával gyártott lemezek összehasonlítása (lágyítás: 380°C, 4h)



8. ábra. A 3. technológiával gyártott lemezek összehasonlítása (lágyítás: 380°C, 4h)



9. ábra. A 4. technológiával gyártott lemezek összehasonlítása (lágyítás: 380°C, 4h)

Az előkísérlet másik igen fontos eredménye az, hogy az I. és II. jelű tuskókból származó lemezek mechanikai tulajdonságában mutatkozó különbségek a négyféle hideghengerlési technológiától függetlenül megmaradnak annak ellenére, hogy az abszolút értékek eltolódnak.

A hengerlési tuskó öntési körülményeinek hatása a kohóalumínium lemezek fülesedésére és mélyhúzhatóságára

Az előkísérletek eredményei azt mutatták, hogy az öntési körülmények különbözőségére visszavezethető lemezminőségi szórás a kohóalumínium lemezek fülképződésében érzékelhető leginkább. Ezért a továbbiakban az öntött szerkezet hatásának tanulmányozását összekapcsoltuk a lemezek fülesedésének és mélyhúzhatóságának vizsgálatával.

A kísérletek második szakaszában 99,7%-os kohóalumíniumból (Fe 0,18%, Si 0,12%, Ti 0,007%) 80×170 mm-es szelvényméretű hengerlési tuskókat öntöttünk a hűtővíz mennyiségének és a folyékony fém öntési hőmérsékletének — egymástól jól megkülönböztethető — kétféle beállításával. Ennek megfelelően az alábbi, a *2. táblázatban* feltüntetett négy öntési alapváltozat jött létre.

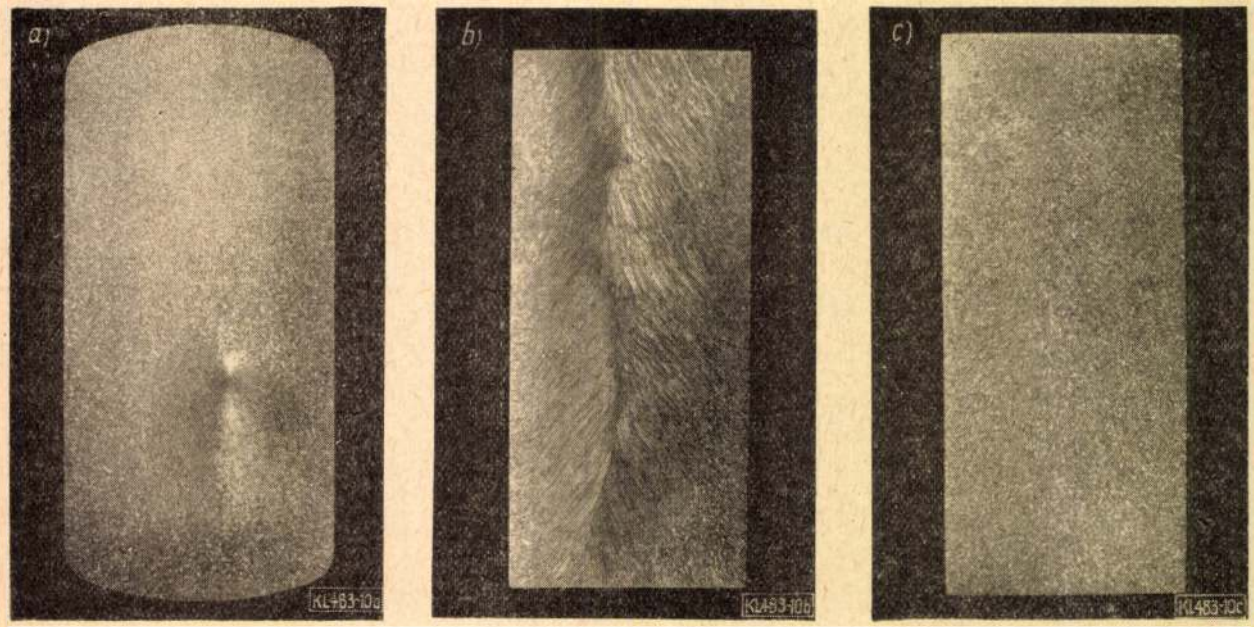
2. táblázat

80×170 mm-es tuskók öntési jellemzői

Sorszám	Öntési hőfok °C	Öntési seb. cm/min	Hűtővíz mennyiség l/min	Fajlagos hűtővíz felhasználás l/kg
1	690	10	48	13,8
2	690	10	14	4,0
3	710	10	48	13,8
4	710	10	14	4,0

A tuskókat fémelosztó nélkül öntöttük oly módon, hogy a fémsugarat a szelvény egyik felébe irányítottuk, ezáltal aszimmetrikus makroszkópos kristályszerkezet jött létre.

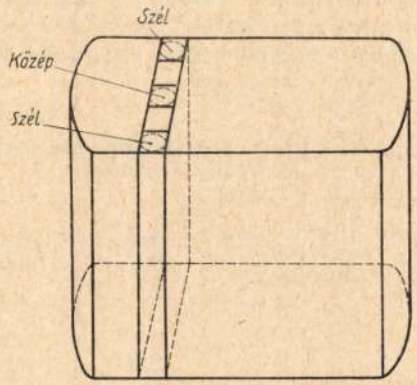
Amint az az *1* jelű tuskó harántmetszeti csiszolatán látható *(10a ábra)*, a fémbetáplálás helyén kialakult kristályszerkezet jól megkülönböztethető a másik féltuskó egyenletesen finomszerkezetű képétől. Még nagyobb különbséget találunk,



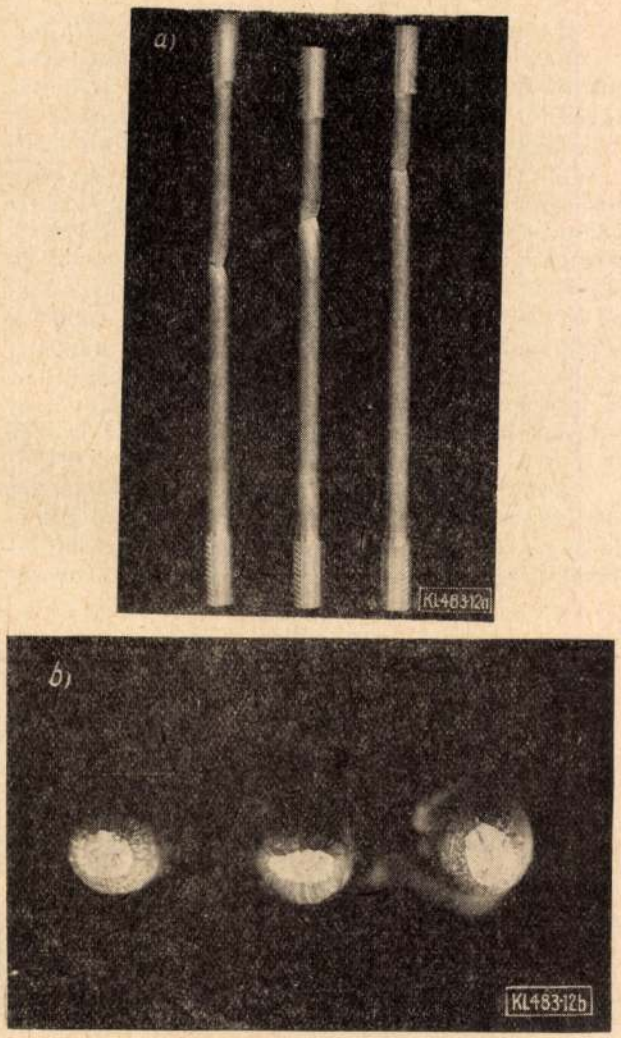
10. ábra. Az 1 jelű kísérleti tuskó makrokristályszerkezeti képe: a harántmetszetben, b hosszmetszet a befolyóhelynél, hosszmetszet a finomszerkezetű tuskófélből

ha a befolyóhely közepén *(10b ábra)*, valamint a finom kristályszerkezetű féltuskó közepén *(10c ábra)* kivágott hosszmetszeti csiszolatokat hasonlítjuk össze. Az ilyen felemás kristályszerkezetű tuskókból a fémbetáplálás helyén a *11. ábrán* szemléltetett módon hosszirányú szakító próbatesteket munkáltunk ki.

A szakító vizsgálat legjellegzetesebb eredményeit a *12a* és a *12b ábrákon* szemléltetjük, a számszerű eredményeket pedig a *3. táblázatban* foglaltuk össze. A *12a* ábrán jól látható, hogy a



11. ábra. A tuskókból kimunkált szakító próbatestek eredeti helyzete



12. ábra. Az elszakított próbatestek
12a felületi kép, 12b a szakadás helye

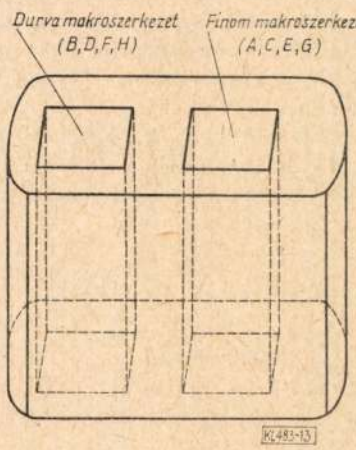
3. táblázat

A tuskókból kimunkált próbatestek szakító vizsgálatának eredményei

Tuskó sorszáma	Próbatest helye	Szakító szilárdság kp/mm²	Nyúlás %
1	szél	8,0	40
	közép	6,7	28
	szél	7,9	37
2	szél	7,9	42
	közép	6,6	28
	szél	7,9	40
3	szél	7,9	41
	közép	7,6	39
	szél	7,9	41
4	szél	8,0	34
	közép	6,6	30
	szél	7,8	39

középső szakítópálca rövidebb, azaz szembetűnően kisebb mértékben nyúlt meg szakítás közben, mint a két szélső. Ezenkívül a pálcák felületén megfigyelhető kristálytorzulás ugyancsak jellegzetes eltérésű. A *12b* ábra ugyanazon három szakítópálca elszakadt keresztmetszetét mutatja. A középső pálca ebben a nézetben is mind a kontrahált keresztmetszet alakja, mind pedig a felületi kép alapján megkülönböztethető a két szélsőtől.

Az *1—4* sorszámú tuskókból (2. táblázat) kísérleti anyagként csak a *13. ábrán* bejelölt 40×60×180 mm méretű hasábokat használtuk fel. A tuskókból kimunkált kísérleti anyagokat a *4. táblázaton* bemutatott módon jelöltük. Ily módon az azonos összetételű kohóalumínium adagból nyolcféle — egymástól jól megkülönböztethető öntött állapotú, de önmagukban egységes kristályszerkezetű — kísérleti anyagot állítottunk elő. A nyolc fémhasábot 480°C-on 16-órás hőkezelés után



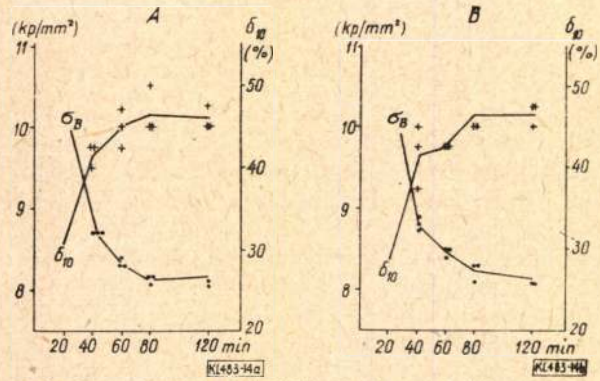
13. ábra. A tuskókból kivágott kísérleti anyagok eredeti helyzete

egységesen hengereltük 6 mm-es melegsablon méretre. A kísérleti anyagok kis mérete és azok gyors lehűlése miatt a meleghengerlést két lépésben végeztük. Az első szakaszban a hengerlést 480°C-on kezdtük és 50%-os redukció után 260—270°C-on fejeztük be, illetve az anyagot visszatettük a

4. táblázat

A tuskókból kivágott kísérleti anyagok jelölése

Tuskó sorszáma	Kísérleti anyag jelölése	Kísérleti anyag meghatározása
1	A	finom kristályszerkezet
	B	durva kristályszerkezet
2	C	finom kristályszerkezet
	D	durva kristályszerkezet
3	E	finom kristályszerkezet
	F	durva kristályszerkezet
4	G	finom kristályszerkezet
	H	durva kristályszerkezet



14. ábra. Az A és B jelű kísérleti anyagból hengerelt lemezek szakító diagramja, a hőkezelés függvényében

14a A jelű kísérleti anyag, 14b B jelű kísérleti anyag

kemencébe. Másodszor a hengerlést 440°C-on kezdtük és 6 mm-es méreten fejeztük be. A meleghengerlés összes redukciója ennek megfelelően 85% volt. A 6 mm vastag sablonokat hidegen közbenső lágyítás nélkül egységesen 1 mm-es lemezekké hengereltük (hidegredukció mértéke 83%).

A nyoleféle kísérleti anyagból ily módon előállított 1×250×1600 mm méretű lemezek teljes mennyiségét különféleképpen lágyítva szakító és mélyhúzó vizsgálatra használtuk fel, amelynek legjellegzetesebb eredményeit a *14—21. ábrákon* foglaltuk össze.

A *14a* és *14b* ábrán a 3. táblázat szerinti 1 tuskó finom (*A*), és durva (*B*), a *15a* és *15b* ábrán pedig a *4* tuskó finom (*G*) és durva (*H*) kristályszerkezetű részéből származó lemezek 300°C-os lágyítási folyamatára jellemző görbék láthatók. Az ábrákról megállapítható, hogy a lemezek az 1 és 2 órás hőkezelési tartományban mechanikai tulajdonságaik alapján kivétel nélkül megfelelnek az MSZ 9321—51-nek, azaz a lágy 99,7 és 99,5%-os Al lemezek előírásainak, tehát a szórások a megengedett határon belül vannak.

A görbék tüzetesebb vizsgálata azonban a szórások öntéstechnológiai eredetét tárja fel. Mindkét görbepár tanúsága szerint hamarabb lágyulnak a finom, mint a durva kristályszerkezetű tuskórészből származó lemezek. A 60 perces hőkezeléssel elért szilárdsági értékeket az *5. táblázatban* foglaltuk össze.

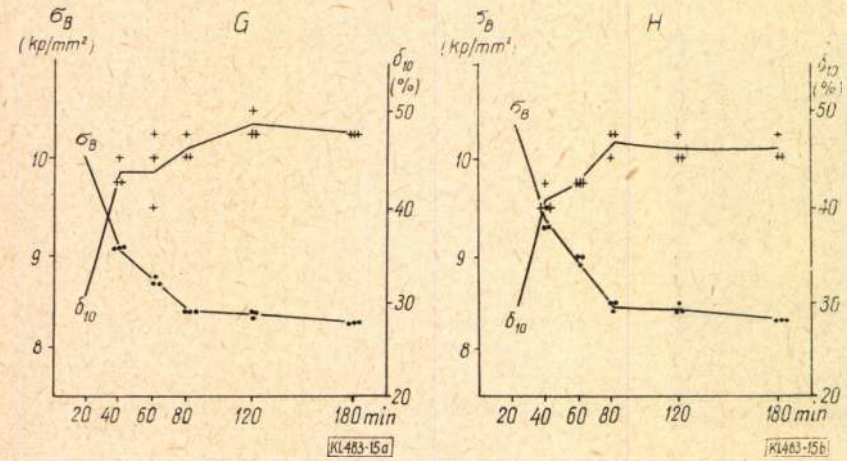
5. táblázat

60 perces hőkezelés hatására kialakult szakítószilárdság és nyúlás értékek

Kísérleti anyag jele	Szakító szilárdság kp/mm²	Nyúlás %	Hivatkozás ábraszám
A	8,3	45	14a
B	8,5	42,5	14b
G	8,75	44	15a
H	8,95	42,5	15b

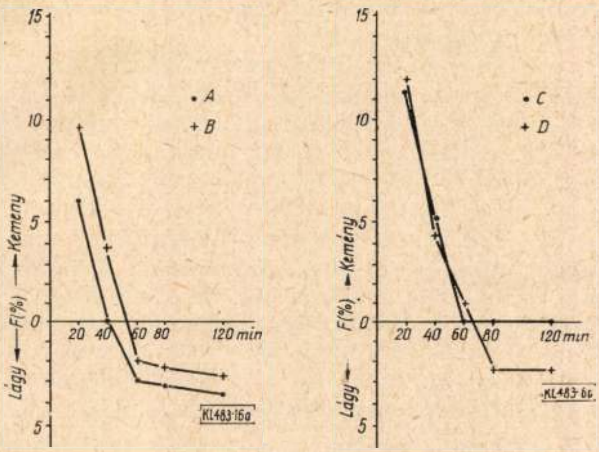
A legnagyobb különbség az *A* és a *H* jelű — azaz a kisebb hőmérsékleten több hűtővízzel öntött finom, valamint a nagyobb hőmérsékleten kevesebb vízzel öntött durvakristályszerkezetű — tuskófélből származó lemezek között alakult ki (l. 5. tábl. 1. és 4. sor; *14a* és *15b* ábra). A lágyulási görbéken látható, hogy a két kísérleti anyag közötti különbség a hőkezelés további szakaszában is megmarad. Így például a hőkezelés következő 20 percében az *A* jelű szakítószilárdsága 0,1 kp/mm²-rel csökkent, nyúlása 1%-kal növekedett, ezalatt a *H* jelű szakítószilárdsága 0,45 kp/mm²-rel csökkent, nyúlása pedig 5,5%-kal növekedett. Ezenkívül a *H* jelű lemez szakítószilárdsága csak háromórás hőkezeléssel csökkent 8,3 kp/mm²-re, ezt az értéket az *A* jelű lemez egyórás hőkezelés hatására érte el.

A lemezek mélyhúzó vizsgálatának eredményei még élesebben rávilágítanak a mechanikai tulajdonságok szórásának öntéstechnológiai eredetére. A mélyhúzó vizsgálatok első szakaszában a nyolc-



15. ábra. A G és H jelű kísérleti anyagból hengerelt lemezek szakító diagramja, a hőkezelés függvényében

15a G jelű kísérleti anyag, 15b H jelű kísérleti anyag

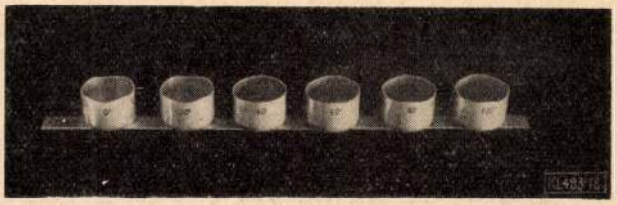


16. ábra. Fülesedési diagram
16a A és B jelű kísérleti anyag, 16b C és D jelű kísérleti anyag

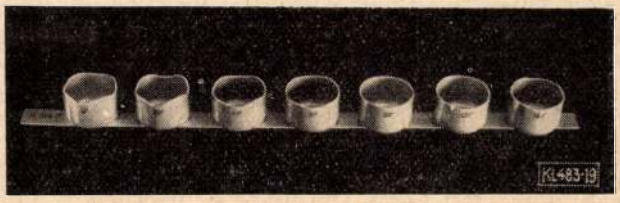
féle kísérleti lemezből többféleképpen lágyítva Guillery-féle lapos bélyegű csészehúzáshoz 64 mm átmérőjű tárcsákat vágtunk ki. A 300°C-on változó ideig hőkezelt lemezek fülképződését a *16a*, *16b*, valamint a *17a* és *17b* ábrák szemléltetik. Az ábrákon a függőleges tengelyen a lemezek anizotropiájára jellemző fülképződés százalékos értékét, a vízszintes tengelyen — amelyet az izotrop állapotnak megfelelő fülmentes metszetben helyeztük el — a hőkezelés időtartamát tüntettük fel. Ennek megfelelően a vízszintes tengely felett a hengerelt textúrás állapotra jellemző 45°-os, alatta a lágy állapotra jellemző 90°-os fülképződés mértéke olvasható le.

A *16a* ábra a kisebb hőmérsékleten több hűtővízzel öntött tuskó finom (*A*) és durva (*B*) feléből származó lemezek fülképződését mutatja. Az *A* és *B* görbék a *14a* és *14b* ábrák szakítószilárdság görbéihez hasonlóan az *A* jelű lemez gyorsabb kilágyulását mutatják. Mindkét görbe meredeken metszi a 0-tengelyt, tehát gyorsan vált át a fülképződés iránya. A kihúzott csészék a *18. ábrán* láthatók.

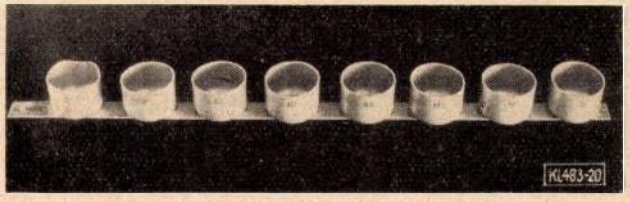
A *16b* ábra a kisebb hőmérsékleten kevés vízzel öntött tuskó finom (*C*) és durva (*D*) feléből szár-



18. ábra. A gyorsan kilágyuló A jelű csésze sorozat



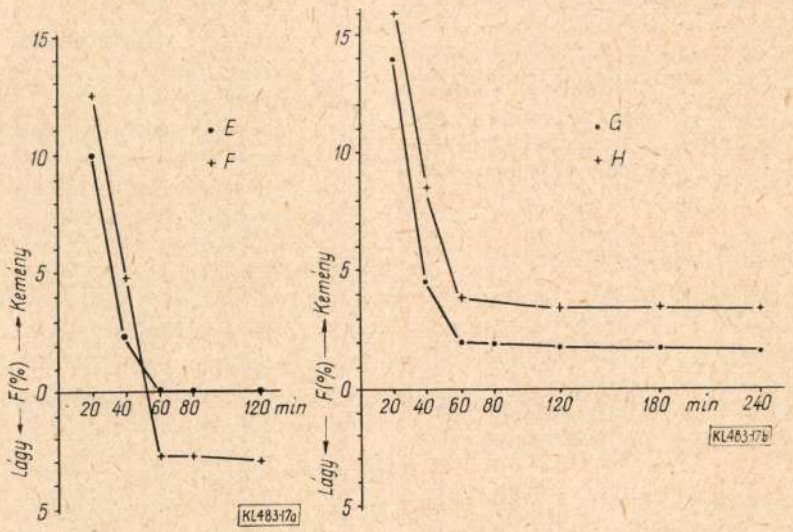
19. ábra. A lassan kilágyuló H jelű csésze sorozat



20. ábra. A 400°C-on hőkezelve tartósan fülmentes G csészesorozat

mazó lemezek fülképződését mutatja. A két görbe nem halad teljesen párhuzamosan, mint az előző esetben, mert a finom (*C*) szerkezetű tuskórészből hengerelt lemez fülképződési görbéje nem metszi át az izotrop 0-tengelyt, hanem hozzásimul. A *D* jelű görbe meredeken átmetszi a vízszintes tengelyt és a 90°-os fül megjelenését jelzi.

Teljesen hasonlóan viselkedik az *E* és *F* görbe is (*17a* ábra). Ezzel szemben a *17b* ábra *G* és *H* görbéi az előzőektől eltérően még négyórás hőkezelés után sem metszik a vízszintes tengelyt, tehát a hengerelt textúrájuk nehezen alakul át. A *19. ábrán* a csészesorozat látható. Ugyanez az anyag 400°C-on hőkezelve sokkal kedvezőbben viselkedik, ugyanis a *G* görbe 5 perces hőkezeléstől 5 órásig benne fekszik a 0-tengelyben, tehát igen tartósan fülmentes állapot jön létre *(20. ábra)*.



17. ábra. Fülesedési diagram
17a E és F jelű kísérleti anyag, 17b G és H jelű kísérleti anyag

A mélyhúzó vizsgálatok második szakaszában a kísérleti lemezek mélyhúzhatóságának mértékét az előbbieknél nagyobb — 66 és 68 mm — átmérőjű tárcsákkal kívántuk meghatározni. A kivágott tárcsák hőkezelését a *16a*, *16b*, *17a* és *17b* ábrák értékelése alapján határoztuk meg. Ennek megfelelően a tárcsák egy részét a fülmentes állapotig, másik részét 20 perccel rövidebb, harmadik részét pedig 20 perccel hosszabb ideig hőkezeltük, ugyancsak 300°C-on. A kísérletek eredményeit a *21. ábrán* szemléltetjük. Az ábrán az üres körök a 66 mm, a fekete körök pedig a 68 mm átmérőjű tárcsák mélyhúzhatóságát jelentik. A fél fekete kör azt jelöli, hogy a 68 mm-es tárcsák egy része mélyhúzható volt. A *G* és *H* jelű lemezeket — minthogy nem metszették a fülmentes állapotot jelző vízszintes tengelyt — három- és négyórás hőkezelt állapotban húzták.

Jel	Átváltási pont előtt	Átváltási pontban	Átváltási pont után
A	◔	●	○
B	○	◔	○
C	○	○	○
D	○	○	○
E	○	●	○
F	○	●	●
G	●	●	—
H	○	○	—

21. ábra. A nyolcféle kísérleti anyag mélyhúzhatósági vizsgálatának összefoglalása

A 21. ábrából kiolvasható, hogy az azonos összetételű, de eltérő öntött állapotú anyagokból hengerelt lemezek mélyhúzhatósága erősen ingadozik. Az eredmények arra a következtetésre vezetnek, hogy a lemezek mélyhúzhatósága a fülmentes vagy ahhoz közelálló állapotban a legkedvezőbb. Kivételt képez a *C* és *D* jelű kísérleti anyag, amely a 2. táblázat szerinti *2* tuskóból származik. Feltehető, hogy az ilyen tuskóállapot eleve nem alkalmas mélyhúzható lemezek gyártására. Lehetséges azonban, hogy a *2* tuskóból kivágott *C* és *D* jelű hasábok anyaga másféleképpen hengerelve alkalmas lett volna jobban mélyhúzható lemezek gyártására.

A kísérleti eredmények értékelése

Laboratóriumi kísérletek során az azonos összetételű kohóalumínium lemezek minőségingadozásának okait tanulmányoztuk. Az eredmények egyöntetűen azt mutatják, hogy az azonos öntödei adagból származó lemezek tulajdonságainak szórását a tuskóöntés körülményei jelentősen befolyásolják.

A kereskedelmi minőségű lemezek minőségingadozását a szakítóvizsgálaton alapuló hagyományos minősítési módszer csak kis mértékben érzékeli, mivel a szórásból adódó szakítószilárdság és nyúlás értékek általában nem lépik túl a vonatkozó szabvány előírásait.

Az öntés és dermedés körülményeire visszavezethető minőségingadozás elsősorban a mélyhúzható alumíniumlemezek gyártását érinti. A kísérleti eredmények tanúsága alapján az öntési hőmérséklet, a hűtővíz mennyiség és a kokillába érkező folyékony fém eloszlási módjának változtatásával előidézhető dermedési körülmények számottevő minőségingadozást okozhatnak. A különböző öntési körülmények hatása elsősorban a lemezek eltérő lágyulási folyamatán keresztül érzékelhető és a Guillery-féle mélyhúzó vizsgálattal szemléletesen kimutatható. A minőségingadozás a lemezek mélyhúzhatóságára és a fülképződésre egyaránt kiterjed. Minthogy a fülesedés mértéke a hőkezelés hatására jelentősen változik, a lágyulás folyamatát a Guillery csészehúzó vizsgálat eredményeiből származó fülesedési diagrammal jellemeztük. Ezáltal az egy adagból öntött azonos összetételű, továbbá egy gyártási tételben hengerelt és azonosan hőkezelt lemezek fülesedésének és mélyhúzhatóságának szórása közvetlenül az öntési körülmények különbözőségére vezethető vissza. Ezt támasztja alá az öntési állapot szerint nyolcféle kísérleti anyagból származott lemezek fülesedés diagramja, amely szemléletesen mutatja, hogy a fülmentes, azaz izotrop állapot eléréséhez az azonos kémiai összetétel ellenére különböző mértékű hőkezelés vezet. -

A kísérleti eredmények tehát arra utalnak, hogy a mélyhúzható lemezek gyártásához célszerű egyenletes kristályszerkezetű hengerlési tuskókat felhasználni. Ebből a feltételből kiindulva lehetőség nyílik a gyártási tételek legkedvezőbb lágyítási hőfokának és időtartamának meghatározására a keményre hengerelt lemezekből kivágott minta fülesedési görbéje alapján.

A kísérletek eredményei alapján a lemezek mélyhúzhatósága a fülmentes vagy ahhoz közeleső állapotban a legkedvezőbb, ezért a kész lemez hőkezelését ebből a szempontból is célszerű minden egyes gyártási tételből kivett minta fülesedési diagramja alapján meghatározni.

Összefoglalás

A kohóalumínium lemezek minőségingadozási okainak tanulmányozása során megállapítható volt a mechanikai tulajdonságok szórása és az öntés változó körülményei közötti összefüggés. Az azonos összetételű adagból származó lemezek különböző mértékű mélyhúzhatósága és fülesedése az öntéstechnológia változásaira vezethető vissza. Ezért mélyhúzható alumínium lemezek gyártásához célszerű reprodukálhatóan rögzített öntéstechnológiával előállított, egyenletes kristályszerkezetű hengerlési tuskókat felhasználni.

IRODALOM

[1] Alumínium 29. 1953. 11. 476.
[2] *Boczor:* Kohászati Lapok 1959. 17—23. és 65—69. old.
[3] *Vassel—Sinay:* Technika 1959. 4. 4.
[4] *Moore—Wallace:* J. Inst. Metals 1964. okt. 33—38. old.
[5] *Shire—Yosio:* Chem. Zbl. 1964. 41. ref. 2029.
[6] *Limpár—Csurbakova:* Kohászati Lapok 1964. 470—475. old.
[7] *Sinay:* Kohászati Lapok 1965. 267—274. old.

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

A Nyugat-Európai államok **alumíniumöntvény** termelése 10^3 t-ban 1962—1965-ig

Ország	1960	1962	1964	1965
NSZK	130,9	129,1	165,9	185,9
Anglia	105,3	97,3	123,2	120,6
Franciaország	70,8	81,8	91,3	92,0
Olaszország	56,0	65,0	67,0	75,0
Spanyolország	—	—	—	22,0
Svédország	8,4	9,0	12,0	15,0
Svájc	10,0	10,0	10,0	11,0
Belgium	1,6	2,5	8,4	9,7
Hollandia	3,5	5,5	7,5	8,5
Ausztria	4,7	5,4	5,2	5,4
Norvégia	2,0	2,5	3,2	4,8

Metall, 1966. 6.

*

Az érctermelés megoszlása a főbb *rézelőállító országok* között 1964—1965-ben (%-ban)

Ország	1964	1965
USA	23,8	24,5
Zambia	13,3	13,9
Chile	13,1	11,6
Szovjetunió	12,9	14,1
Kanada	9,3	9,2
Kongó	5,8	5,7
Peru	3,9	3,5
Többi	17,9	17,5

Metall, 1966. 11.

*

A *finomított réz előállításának megoszlása* a főbb rézelőállító országok között, %-ban:

Ország	1964	1965
USA	31,6	31,9
Szovjetunió	13,0	13,3
Zambia	8,6	8,5
Kanada	6,4	6,4
Japán	5,9	6,0
NSZK	5,8	5,8
Chile	4,8	4,7
Belgium	4,5	4,6
Anglia	4,3	4,2
Többi	15,1	14,6

Metall, 1966. 11.

*

Az *USA-ban a kohóréz belföldi árának változása* 1957—1965 között cent/font-ban évi átlagban (Domestio-copper-price)

Év	Cent/font
1957	29,576
1958	25,764
1959	31,182
1960	32,053
1961	29,921
1962	36,600
1963	36,600
1964	31,960
1965	35,017

Metall, 1966. 11.

*

Olaszországban az egy főre eső rézfelhasználás (kg/fő)

Év	Nyersréz-felhasználás	Összes réz-felhasználás
1951	1,4	2,5
1953	1,5	2,9
1955	1,8	3,6
1957	2,5	3,7
1959	2,5	4,1
1961	3,8	6,0
1962	4,0	6,1
1963	4,2	6,5
1964	3,7	5,8
1965	3,5	5,8

Metall, 1966. 11.

*

Az *USA fém-króm felhasználása* olyan mértékben megemelkedett, hogy a belföldi króm-kohóművek már képtelenek kielégíteni az igényeket. Ezért az amerikai importőrök Rhodéziából hoznak be krómot.
Steel Times, 1966. szept. 23.

*

A finomítottréz-felhasználás megoszlása a főbb rézfelhasználó országok között %-ban

Ország	1964	1965
USA	27,8	29,6
Szovjetunió	12,9	12,4
Anglia	10,7	10,6
NSZK	9,7	9,1
Japán	7,7	7,0
Franciaország	5,0	5,3
Olaszország	3,4	3,2
Kanada	3,1	3,4
Többi	19,7	19,4

Metall, 1966. 11.

A *világ rézérc termelése* 1961—65 között (1000 t-ban, Cu-tartalomra)

Világrész	1961	1962	1963	1964	1965	1965 : 1964 ± %
Európa (KGST országok nélkül)	137,4	149,2	152,5	154,7	150,3	—2,4
Ázsia (KGST országok nélkül)	229,3	233,8	246,1	239,9	255,0	+4,2
Afrika	981,6	968,8	988,6	1044,4	1123,0	+7,5
Amerika	2269,0	2351,7	2374,6	2450,6	2550,9	+4,1
Ausztrália	97,2	108,7	114,8	106,4	93,0	—12,6
Tőkés országok összesen	3714,5	3812,2	3976,6	3996,0	4172,2	+4,4
KGST országok összesen	667,3	691,6	736,4	813,8	849,2	+4,4
Összesen	4381,8	4503,8	4613,0	4809,8	5021,4	

Metall, 1966. 11.

Az **USÁ-ban** Bellinghamban az Intalco Aluminium cég újonnan beruházott **alumíniumkohója** üzembe lépett. Az üzem ez év július hóra eléri az évi 76 000 t-s kapacitást s ez év nov. végéig újabb 76 000 t-s kapacitás fog belépni.

Metall, 1966. 6.

*

Spanyolországban Huelvában egy **új rézkohó** beruházása indult meg, amelyet egy újonnan nyitandó rézércbánya fog nyersanyaggal ellátni. A finomított réz termelési kapacitást évi 40 000 t-ra tervezik.

Metall, 1966. 6.

Surinamban, Moengoban a Surinaamse Aluminium cég Paranamban egy harmadik **timföld gyárat** helyezett üzembe. A cég évi kapacitása ezzel évi 600 000 t-ra nő.

Metall, 1966. 6.

*

A **New Hungary** című külkereskedelmi szaklap szeptemberi száma beszámol a Vegyipari Kutató Intézetben kidolgozott *Polikon* elnevezésű fémragasztókról. A kísérletek során Polikonnal összeragasztott alumíniumlemezek szakítóvizsgálatkor nem a ragasztás helyén, hanem a fémalapanyagban szakadtak.

Steel Times, 1966. okt.

*

A *világ finomítottréz termelése* 1961—1965 között (1000 t-ban)

Világrész	1961	1962	1963	1964	1965	1965 : 1964 ± %
Európa (KGST orsz. nélkül)	997,3	1007,0	1039,1	1112,1	1180,3	+6,1
Ázsia (KGST orsz. nélkül)	302,4	296,5	322,7	365,0	386,3	+5,7
Afrika	598,3	593,6	601,7	666,6	707,0	+6,1
Amerika	2320,3	2403,7	2395,5	2544,8	2728,8	+7,6
Ausztrália	79,6	92,7	104,1	104,1	98,7	—6,1
Tőkés országok	4297,8	4393,5	4463,1	4792,6	5101,1	+6,4
KGST országok	840,9	873,9	929,0	1018,4	1041,9	+2,3
Összesen	5138,7	5267,4	5392,1	5811,0	6142,8	+5,7

Metall, 1966. 11.

*

A *finomítottréz felhasználása* 1961—1965-ig (1000 t-ban)

Világrész	1961	1962	1963	1964	1965	1965 : 1964 ± %
Európa (KGST orsz. nélkül)	1983,0	1903,3	1944,8	2168,8	2155,4	—0,6
Ázsia (KGST orsz. nélkül)	462,4	401,7	454,7	540,9	508,0	—7,4
Afrika	36,5	39,9	43,8	47,5	42,8	—10,0
Amerika	1551,5	1683,2	1838,3	1996,4	2157,3	+8,1
Ausztrália	63,4	77,2	83,7	101,4	123,5	+22,0
Tőkés orsz. összesen	4096,8	4105,0	4365,3	4855,0	4987,0	+2,7
KGST orsz. összesen	941,8	1000,1	1041,0	1035,0	1080,0	+4,3
Összesen	5038,6	5105,1	5406,3	5890,0	6067,0	+3,9

Metall, 1966. 11.

*

Rézkinyerés hulladékból a KGST országok nélkül (1000 t-ban)

Világrész	1961	1962	1963	1964	1965	1965 : 1964 ± %
Európa	995,8	1018,0	1058,0	1125,2	1280,8	+13,9
Ázsia	304,2	288,1	283,1	369,5	288,8	—21,9
Amerika	931,5	1001,0	1068,0	1218,4	1366,9	+12,2
Összesen	2231,5	2308,2	2409,7	2713,1	2936,5	+8,3

Metall, 1966. 11.

Könyvismertetés

Takács Béla: **A Zempléni hegység üveghutái.** 152 oldal 63 (részben színes) ábra. Műszaki Könyvkiadó. Bpest, 1966. Ára 10,— Ft.

Alig van ipartörténetünknek olyan ága, amely jobban hiányolná a részletkutatás eredményeit, mint a magyar üveggyártás története. Üvegiparunkkal foglalkozó, eddig megjelent művek szerzői nem léptek fel ilyen igénnyel. Megelégedtek a másodkézből vett, sokszor téves adatokkal, amelyek alapján igyekeztek átfogó képet adni a magyar üveggyártás múltjáról és jelenéről.

Végiglapozva az üvegiparunk történetét ismertető meglehetősen gazdag irodalmat, azonnal szembetűnik, hogy a szerzők üveggyártásunk múltjára vonatkozó adataikat szinte kivétel nélkül a XIX. század elején megjelent magyar és német nyelvű statisztikai és topográfiai kiadványokból merítették. A minden kritikai ellenőrzés nélkül átvett adatok miatt ezek a művek nem tekinthetők komoly forrásoknak, mert nélkülözik a mai történetírás alapját, a levéltári kutatómunkát.

A magyar üvegipar hozzávetőleges hiteles történetét csak kitartó levéltári kutatás részleteredményeinek felhasználása után lehet majd megírni. Ezekből minden bizonnyal megállapítható lesz, hogy a magyar üveggyártás sokkal régibb, mint gondolnánk, továbbá sokkal több huta működött hazánk területén, mint amit a statisztika, topográfiai munkák felsorolnak. Különösen az uradalmi, családi, egyházi leváltárak rejtenek magukban sok érdekes és ismeretlen adatot üveggyártásunk múltjáról.

Nem kevésbé fontos a leváltári feldolgozómunka mellett a tárgyi emlékek felkutatása és összegyűjtése. Ilyen irányú fáradozás néha meglepő eredménnyel végződhet. A Zempléni-hegység üveghutáival a következő volt a helyzet: tudtuk, hogy ezek a gyárak valamikor működtek, de senkinek eddig nem jutott eszébe, hogy az ipartörténeti emlékek gyűjtése közben arra gondoljon, hogy ezeknek a hutáknak nemcsak a nevük maradt fenn, hanem a termékeik is. *Balassa Iványt*, a sárospataki Rákóczi Múzeum volt igazgatóját illeti az elismerés, akinek elgondolása alapján, tervszerű munkával összegyűjtötték a Zempléni-hegység üveghutáinak tárgyi emlékeit. Több mint háromszáz üvegtárgy került be a sárospataki Rákóczi Múzeumba. Az már csak kellemes ráadás volt, hogy a huta régi szerszámait is sikerült a múzeum számára megszerezni.

A gyűjtőmunkával párhuzamosan folyt a levéltári kutatás. E két hosszadalmas, de mindenképpen eredményesnek mondható munka gyümölcse ez a tanulmány.

Az ismertetett üveghuták közül ma már egyetlen egy sem működik. A legidősebb és egyben a leghosszabb ideig fennállott regéci huta 1916-ban szűnt meg. A gyár termékeinek összegyűjtését — ismerve az üvegtárgyak törékenységét — a szerző valóban az utolsó pillanatban végezte el. *Dr. Bendefy László*

Egyesületi hírek

A *Fémkohászati szakosztályunk csepeli csoportja* és a *Csepeli Fémmű* 1966. nov. 3—4-én *Finomkohászati anyagok előállításának elméleti és gyakorlati kérdései* témakörben a Technika Házában ankétot tartott.

Az ankéton mintegy háromszázan vettek részt, köztük négy NDK és egy jugoszláv szakember.

Az ankét célja az volt, hogy társadalmi úton is ismertesse és megvitassa a finomkohászati anyagok kísérletei és gyártása során felmerülő problémákat.

A megnyitót *dr. Kocsis József*, a kohó- és gépipar miniszterhelyettese tartotta, majd *Soltész István* okl. kohómérnök, a Fémmű igazgatója a Műszeripari, híradás- és elektrotechnikai félgyártmányok előállítása és kutatása a Csepeli Fémműben c. bevezető előadása után került sor az elméleti és gyakorlati vonatkozású előadások megtartására.

Pál Lénárd, a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja, a Központi Fizikai Kutató Intézet igazgatóhelyettese FeAl ötvözetekben végbemenő szerkezeti átalakulások vizsgálata című előadása a FeAl-szalag előállítására vonatkozó kísérleteket segíti elő. A továbbiakban *dr. Stefán Mihály*, a műszaki tudományok kandidátusa, a Fémmű főmérnöke Lágymágneses anyagok fejlődésének iránya, *Balázs Fülöp* okl. kohómérnök, főtechnológus Hidegen hengerelt transzformátorszalagok előállításának néhány kérdése, *dr. Hegedüs Zoltán*, a műszaki tudományok kandidátusa Az elektronsugaras vacuumolvasztás alkalmazása a finomkohászatban, *dr. Nádor Béla*, a műszaki tudományok kandidátusa Vizsgálatok a Permalloy típusú ötvözetekkel, *Groma Géza* fizikus Fázisátalakulások a CuMgNi ötvözetben, *Katona Éva* okl. kohómérnök Keménymágneses FeCo ötvözetek előállítási kísérletei, *Juhász Péter* és *Horváth Csaba* okl. kohómérnökök A Csepeli Fémmű finomkohászati gyártmányai műszaki jellemzőinek stabilitása, valamint *Eigner Viktor* felsőfokú kohásztechnikus és *Albert Béla* fizikus Nagy fajlagos villamosellenállású, kis hőfokténye-zőjű szabályozó ellenállás ötvözetek című előadása hangzott el.

Az előadásokat mind a külföldi, mind a belföldi résztvevők részéről élénk vita követte.

A zárszót *Tarján Ferenc*, a Csepel Vas- és Fémművek vezérigazgatóhelyettese tartotta. *Katona Éva*

*

A *Fémkohászati Szakosztályunk* szept. 23-án az Egyesületben előadást rendezett. Az előadást *Prof. Dr. Med. habil Heinrich Fritz* (NDK, Drezda) tartotta Csontfluorózis címmel. Az előadáson az Alumíniumkohászati Szakcsoport tagjai, valamint az alumínium kohók üzemorvosai nagy számmal vettek részt és a kiváló orvosprofesszor előadását nagy érdeklődéssel hallgatták.

Heinrich professzor másnap a Tatabányai Alumíniumkohót látogatta meg. Az üzemorvos kíséretében végigjárva az üzemet, megelégedéssel tapasztalata, hogy a Kohóban a csontfluorózis megelőzésére biztonságosak az intézkedések és ezzel a betegséggel nem kell számolni.

A *Fémkohászati Szakosztályunk Ipargazdasági Szakcsoportja* dec. 1-én előadást rendezett, melyen *Miloslav Uhlir*, a Spojemé Kovohute Prágai Alumíniumfélgyártmány Egyesülés gazdasági igazgatója tartott előadást Az új gazdasági mechanizmus problémái a Kovohute cégnél címmel. Az érdekes és aktuális előadást a műszaki és gazdasági szakembereink nagy érdeklődéssel hallgatták.

L. D.

Szabványosítási hírek

Felhívjuk olvasóink figyelmét a Magyar Szabványügyi Hivatal által a közelmúltban jóváhagyott alábbi kohászati tárgyú országos szabványokra és tervezetekre

MSZ 68—66 (Az MSZ 68—60 helyett) *Betétben edzhető krómnikkelacél. Minőségek és műszaki előírások.*

A szabvány KGST ajánlás alapján készült, hat minőséget tartalmaz, melyből két új, egy azonos, három pedig hasonló a régi előírásokhoz.

MSZ 69—66 (MSZ 69—60 helyett) *Nemesíthető krómnikkelacél. Minőségek és műszaki előírások.*

A szabvány KGST szabványajánlás alapján készült és hat nikkel-króm és két nikkel- krómmolibdén minőséget tartalmaz, melyek közül csak négy mondható megközelítően azonosnak a meglevő szabványos minőségekkel. Az új acélok a régieknél jobb mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek.

MSZ 2644—66 (MSZ 2644—50 helyett) *Betétben edzhető krómmolibdénacél. Minőségek és műszaki előírások.*

A szabvány kétféle minőséget tartalmaz (BCMo1 és BCMo2).

MSZ 2655—66 (MSZ 2655—50 helyett) *Nemesíthető króm-molibdénacél. Minőségek és műszaki előírások.*

A szabvány KGST szabványajánlás alapján készült és négy minőséget tartalmaz, melyekből egy új, egy azonos, kettő pedig hasonló a régi minőségekhez.

MSZ 2658—66 *Nemesíthető mangánacél. Minőségek és műszaki előírások.*

A szabvány KGST szabványajánlás alapján készült és négyféle minőséget tartalmaz, melyből kettő új, kettő pedig hasonló a hatálytalanított MSZ 2665—53 szerinti M 125 és M 175-ös minőségekhez.

MSZ 2664—66 (MSZ 2664—53 helyett) *Betétben edzhető krómacél. Minőségek és műszaki előírások.*

A szabvány KGST szabványajánlás alapján készült és a régi hat minőség helyett négyet tartalmaz, melyekből egy új, három pedig hasonló a régi minőségekhez.

MSZ 2665—66 (MSZ 2665—53 helyett) *Nemesíthető krómacél. Minőségek és műszaki előírások.*

A szabvány KGST szabványajánlás alapján készült és három minőséget tartalmaz, melyekből csak egy hasonló a régihez, kettő pedig új.

MSZ 2669—66 *Nemesíthető mangán-szilíciumacélok. Minőségek és műszaki előírások.*

A szabvány KGST szabványajánlás alapján készült és 2 MnSi, valamint 3 MnSiCr ötvözésű acélminőséget tartalmaz, melyekből kettő hasonló a hatálytalanított MSZ 2665—53 szerinti MS 135 és MCr 140 minőséghez, három pedig új.

MSZ 17779—66 (Az MSZ 17779—53 helyett) *Nitrálható szerkezeti acél. Minőségek és műszaki előírások.*

A szabvány KGST szabványajánlás alapján készült és négy gázközegben nitrálható minőséget tartalmaz, melyek közül egy új, három pedig hasonló a régihez. A 27 CrAl és 34 CrV régi minőségeknek megfelelő új minőség szabványosítása nincs tervezve.

Terminológia

MSZ 8584—66 *Színesfémek és ötvözeteik. Előtermékek és félgyártmányok nomenklatúrája.*

A szabvány a nehéz színes- és könnyűfémekből és ötvözeteikből öntéssel, képlékeny alakítással és elektrolízissel előállított előtermékek és félgyártmányok fogalommeghatározásait tartalmazza.

Anyagvizsgálat

MSZ 2657—66 (Az MSZ 2657—52 helyett) *Az acél szemcsenagyságának meghatározása. Mikroszkópos vizsgálat.*

A szabvány az acélok átlagos szemcsenagyságának mikroszkópos meghatározási módszereit tartalmazza. A meghatározás etalonképekkel való összehasonlítással, vagy szemcseszámlálással történhet.

MSZ 8626—66 *Acél. Austenitkristályhatárok láthatóvá tételének módszerei.*

A szabvány ötvözetlen vagy gyengén ötvözött acélokban az Ac_3 hőmérséklet felett kialakuló austenitszemcsék előhívására alkalmas módszereket tartalmaz.

Acélöntészet

MSZ 8270—66 *Ötvözetlen acélöntvények. Anyagminőségek és műszaki előírások.*

A szabvány helyettesíti az MSZ 2591—57-ben az ötvözetlen acélöntvények anyagminőségére előírtakat. A KGST szabványajánlás alapján készült szabvány öt acélminőséget tartalmaz, minden minőségnek három változata van. Az alapminőség jellemzője a szakítószilárdság és a nyúlás, vagy a vegyi összetétel, illetve a keménység. A második csoportban a minősítő tényező a szakítószilárdság, a folyáshatár és a nyúlás, a harmadik csoportban pedig ezenfelül még a kontrakció vagy az ütőmunka.

Szabványtervezetek

MSZ 4338 T (Az MSZ 4338—56 helyett) *Húzott lapos- és hatszögacél csavaranya gyártásához.*

A tervezet 8 lapos és 6 hatszögacél méretet tartalmaz. A tervezet felépítése és szerkezete az MSZ 4369—66 előírásaival összehangolt.

MSZ 17784 T (Az MSZ 17784—62 helyett) *Lágyított acélhuzal csavar, alátét és szegecs gyártásához.*

A tervezet 8-féle huzalméret előírását tartalmazza. A tervezet az M 4—M 20 méretű csavaralátétek gyártásához 8-féle, az M 8—M 12 méretű csavarokhoz és SZ 10—SZ 14 méretű szegecsekhez 7-féle huzalméretet tartalmaz.

Hatálytalanítás

MSZ 9344—52 *Különleges sárgaréz szalag.*

MSZ 9345—52 *Különleges sárgaréz rugószalag.*

MSZ 11103—54 *Varratnélküli acélcső sólé-csővezetékhez.*

Érvénytelenítés

MSZ 4355—57 R *Szabványosított acélok felhasználása szerszámhoz, idomszerhez és készülékhez. Irányelvek.*

K. E.

KOHÁSZATI lapok

100. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

3. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 100. ÉVFOLYAM • 97—144. OLD. • BUDAPEST, 1967. MÁRCIUS

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, 318-928

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

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztő:
DR. PILISSY LAJOS
RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
ÁRKOS FRIGYES
BALÁZS FÜLÖP
CHAPÓ ELEK
CSEH MIKLÓS
DR. HAJTÓ NÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
DR. LÁNYI BÉLA
MARCSIS LÁSZLÓ
NAGY ZOLTÁN
PINTÉR ANDRÁS
PŐCZE LÁSZLÓ
RÉFI-OSZKÓ ISTVÁN
ROMWALTER ALFRÉD
SELMECI BÉLA
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÁRHELYI REZSŐ

Felelős kiadó:
SALA SÁNDOR
igazgató

MEGJELENIK HAVONKÉNT

Index: 25,445

TARTALOM

Papy József: Eljárás dróthúzógyűrük tartósságának meghatározására 97
Dr. Tóth Lajos: A süllyesztékes kovácsoláskor fellépő maximális erő meghatározása 102
Gerencsér József: Mozgatott hőtároló anyaggal működő regenerátorok 111
Neményi Rezső: A gázcementálás fejlesztése 119
Dr. Szombatfalvy Árpád—Tardy Pál: Austenites acélok mágneses fázisainak vizsgálata 126

FÉMKOHÁSZAT

Temesvári Jenő: Timföldszállítás levegőáramban 132
Dr. Várhegyi Győző—Iván László: Vasszennyezés lehetőségei fém-vanádium előállításakor 139
Műszaki és gazdasági hírek 101, 110, 125, 130
Szabványosítási hírek 118
Egyetemi hírek 129
A vaskohászat rövid hírei 131
Egyesületi hírek 131
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek 138, 142
Hazai alumíniumipari hírek 144

ÖNTÖDE

33. Nemzetközi Öntő Kongresszus, India 49
Külföldi hír 58
Dr. Nándori Gyula—Jónás Pál: Vasöntvények felületi minőségének összefüggése fémoxidok és szilikátok reakcióképességével 59
Meier, J. W.: Nagy szilárdságú könnyűfémötvözetek kutatása, II. rész 66

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft.

KOHÁSZATI LAPOK
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.
67.3., 3550 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.
Csekkszámla-szám: egyéni 61.254, közületi 61.066 (vagy átutalás a MNB 8. sz. folyószámlájára)
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62.

KOHÁSZATI LAPOK 1967. 3. sz.

СОДЕРЖАНИЕ:

Й. Папи : **Метод определения долговечности волочильных камней** ..... С 97
Определение качества проволоки, протянутого в камне до использования полного диапазона допуска. Расчет коэффициента полезного действия волочильного станка. Имея исходные данные можно заранее с практически достаточной точностью определить удельный расход электроэнергии и экономичность применяемого вида смазки.

Д-р Л. Тот : **Определение максимальной силы, возникающей при горячей объемной штамповке** ..... С 102
Статья занимается определением необходимой при горячей объемной штамповке максимальной силы штамповки. Теоретически полученные зависимости сравниваются с опытными данными и приводится один пример для применения разработанного метода. Рассматриваются зависимость между максимальной штамповочной силой и деформировочной прочностью и определение главных напряжений с помощью деформировочной прочности. На основании.

Й. Геренчер : **Регенратор, действующий с двигаемым теплонакопительным материалом** .....С 111
Значение использования тепла дымовых газов. Преимущества и недостатки теплообменивателей системы рекуператор и регенератор. Описание установки, а также лабораторных и цеховых опытов, проведенных на ней. На ссновании результатов опытов целесообразно применять мелкозернистый теплообмениватель на тех печах, где обычные рекуператоры не оправдали себя (закалочные, нагревательные, кузнечные печи и колодцы).

Р. Немени : **Развитие газовой цементации** .... С 119
Современная установка газовой цементации состоит из двух узлов : из газового генератора для производства газа и из цементационной печи. Только так можно управлять процессом цементации. Подробное описание современного метода, использующего жидкие углеводороды.

Д-р А. Сомбатфалви—П. Тарди: **Испытание магнитных фаз аустенитных сталей** ..... С 126
Для быстрого определения содержания феррита в хромоникелевых сталях наиболее подходящим методом является испытание магнитных свойств. Описание магнитного зонда, применяемого для этой цели. Магнитная микрография. Практические примеры.

Й. Темешвари : **Транспортировка глинозёма в струе воздуха** .....С 132
Флуидизационная транспортировка с помощью воздушной флотации и в закрытом барабане. Процессы, происходящие в горизонтальных и вертикальных трубопроводах. Преимущество флуидизационного транспорта.

Д-р Д. Вархеди—Л. Иван : **Возможности загрязнения железом при производстве металлического ванадия** .....С 139
Некоторые установления остносительно загрязнение железом при производстве металлического ванадия и сообщение некоторых опытов исследования. Наилучшим и наибезопасным методом хранения тетрахлорида ванадия является хранение в сварных железных сосудах в холодильнике при температуре 0°С.

На журнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, а-нили заза-ть отдельные номера для заграничных читателей у организации: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149, Венгрия.

INHALT:

Papy, J.: **Verfahren zur Bestimmung der Haltbarkeit von Ziehringen** ..... S 97
Bestimmung der mit einem Ziehring bis zur Ausnützung der Masstoleranz erzeugbaren Drahtmenge. Die die praktischen Ansprüche befriedigende Berechnung des Wirkungsgrades der Ziehmaschine, des Energieverbrauches und der Wirtschaftlichkeit der Schmierung.

Tóth, L. Dr.: **Bestimmung der maximalen Kräfte beim Gesenkschmieden** ..... S 102
Die beim Gesenkschmieden auftretenden und theoretisch ermittelten Kräfte werden mit den Versuchsergebnissen verglichen. Zusammenhang zwischen dem maximalen Druckkraft und der Verformungsfestigkeit. Bestimmung der Hauptspannungen mit Hilfe der Verformungsfestigkeit. Auf Grund des Prinzips der minimalen Arbeit wird die Höhe der bildsamen Zone bestimmt. Die abgeleiteten Zusammenhänge können zur Bestimmung des Kraftbedarfes und der Verformungsarbeit beim Schmieden von Werkstücken beliebiger Form angewendet werden.

Gerencsér, J.: **Mit einem bewegten Wärmespeicher arbeitender Regenerator** ..... S 111
Die Bedeutung der Wärmeverwertung von Abgasen. Vor- und Nachteile der Rekuperatoren und Regeneratoren. Die Apparatur für die vorgenommenen Laboratoriums- und Betriebsversuche. Auf Grund der Betriebserfahrungen sind Wärmeaustauscher mit kleinen Körnern bei jenen Öfen berechtigt, bei welchen die üblichen Rekuperatoren versagen.

Neményi, R.: **Die Entwickelung des Gaszementierens** S 119
Die zwei Einheiten der zeitgemässen Einrichtung für Gaszementieren sind der Gaserzeuger und der Zementierofen. Ausführliche Beschreibung des mit Kohlenwasserstoff-Verbindungen arbeitenden, modernen Verfahrens.

Szombatfalvy, Á. Dr.—Tardy, P.: **Untersuchung der magnetischen Phasen der austenitischen Stähle** S 126
Die Untersuchung der magnetischen Eigenschaften ist eine geeignete Methode zur schnellen Feststellung des Ferritgehaltes von Kromnikkelstählen. Beschreibung der zu diesem Zweck dienenden Sonde. Magnetische Mikrographie und Beispiele aus der Praxis.

Temesvári, J.: **Tonerdetransport im Luftstrom** ... S 132
Fluidisierter Transport im Schwebezustand und in geschlossenen Behältern. Die im waagerechten und senkrechten Transportrohr ablaufenden Vorgänge. Vorteile des fluidisierten Transportes.

Várhegyi, Gy. Dr.—Iván, L.: **Die Möglichkeit der Verunreinigung durch Eisen bei der Erzeugung von Vanadiummetall** ..... S 139
Einige Versuchsergebnisse und Erfahrungen über Verunreinigung durch Eisen bei der Erzeugung von Vanadiummetall. Die entsprechende und sichere Speicherung von Vanadiumtetraklorid ist die Aufbewahrung in geschweisstem Stahlbehälter bei 0°C in einem Kühlschrank.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummern nach Ausland an der Adresse KULTURA, Budapest 62, P. O. B 149. Ungarn.

CONTENTS:

Papy, J.: **A method for determining the life of wire drawing dies** ..... P 97
Determination of the amount of wire which can be drawn through the die with full utilization of the dimensional tolerance field. Calculating the efficiency of the drawing bench. From the initial data the specific consumption of electric energy and the economy of the applied lubrication method can be calculated with practically adequate precision.

Dr. Tóth, L.: **Determining the maximum force occurring in die forging** ..... P 102
The study is concerned with determining the maximum force necessary in die forging. The theoretical relationships are compared with experimental values and the application of the method evolved is shown in a practical example. The relationship between the maximum forging force and the resistance to deformation and the determination of principal stresses by means of the resistance to deformation are treated. The height of the plastic zone is calculated by means of the principle of minimum work. The relationships obtained may be used for calculating the necessary force and the deformation work in forging pieces of any desired shape.

Gerencsér, J.: **Heat recovery by a mobile heat storing medium** ..... P 111
Significance of heat utilization of flue gas. Advantages and drawbacks of recuperator and regenerator heat exchanger systems. The fine-grained heat exchanger process. Description of the equipment of the laboratory and plant experiments. On the basis of the experimental results the fine-grained heat exchangers may be applied suitably and economically to furnaces where the usual recuperators had no good performance (quenching, heating, forging and soaking pit furnaces).

Neményi, R.: **The development of gas carburizing** P 119
The modern gas carburizing aggregate consists two units: a gas producing generator and a carburizing furnace. This permits controlling the carburizing process. Detailed description of the modern process employing liquid hydrocarbons.

Dr. Szombatfalvy, Á.—Tardy, P.: **Investigation of the netic phases in austenitic steels** ..... P 126
Investigating the magnetic properties is the most rapid method for measuring the ferrite content of CrNi steels. Description of a suitable magnetic probe. Magnetic micrography. Practical examples.

Temesvári, J.: **The transport of alumina in air stream** ..... P 132
Fluidized transport in floating condition and in closed containers. Processes occurring in horizontal and vertical transport pipes. Advantages of fluidized transport.

Dr. Várhegyi, Gy.—Iván, L.: **Possibilities of iron contamination in the production of vanadium metal** ..... P 139
Some conclusions and practical experiences of iron contamination occurring in the production of vanadium metal. Vanadium tetrachloride may be stored most suitably and safely in a welded iron container held in a refrigerator of 0°C temperature.

Subscriptions for the journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers from abroad should be sent to the following address: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149 Hungary.

Die Zeitschrift Kohászati Lapok (Zeitschrift für Hüttenwesen) ist bei unten angegebenen Adressen in Ausland bestellbar:

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20. Denmark
Akateeminen Kirjakauppa Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bataliere, France
Swets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergracht 477—487 Holland
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. India
Lepac Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanada Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovenska Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo, Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweiz
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

100. évfolyam **3. szám** 1967. március

Eljárás dróthúzógyűrűk tartósságának meghatározására

PAPY JÓZSEF okl. gépészmérnök, tud. munkatárs
Vasipari Kutató Intézet

DK 621.771.3+621.9—47 : 620.169.1

A dróthúzógyűrű tartósságát az szabja meg, hogy az alakítást közvetlenül végző része, az ún. magja repedés nélkül bírja-e a rántó és szétfeszíteni akaró erőhatásokat és ha bírja, akkor mekkora a kopásállósága, vagyis mennyire „mérettartó".

A kopásállóság a húzóüzemi gyakorlatban azzal mérhető, hogy a húzógyűrűvel hány tonna huzalt lehet a vastagsági tűrés alsó határától indulva a felső határ eléréséig lehúzni, de mérhető azzal is, hogy a huzalnak e teljes tűrést kimerítő vastagodása hány percig tartó húzás után következik be.

Több, azonos alakú, nagyságú és azonos körülmények között használt húzógyűrű közül nyilván az a legjobban kopásálló, amelyikkel a legtöbb huzalt lehet — vagy ami ugyanaz: a leghoszabb ideig lehet — a teljes tűrésnyi átmérő-vastagodásig húzni. Ez a szempont azonban önmagában még nem elég az adott körülményhez legcélszerűbb húzógyűrű megválasztására, vagy annak elbírálására, hogy a húzási körülmény egyik-másik összetevőjének a megváltoztatása mennyire határozza meg a húzógyűrű használhatóságát. A legcélszerűbb húzógyűrű és a legkedvezőbb húzási körülmény meghatározásához ugyanis a megtűrt vastagodásig eltelt időn, illetve az ezalatt lehúzható huzalsúlyon kívül még az így megadott drótmennyiség lehúzására fordított munkának az ismerete és gazdaságossági számítás is szükséges.

A húzási körülményt sok összetevő határozza meg. Ezek fontosabbjai: a huzal anyaga, felületének előkészítése, kenőanyagának hordozója, maga a kenőanyag, a huzalvastagság, a fokozatonkénti keresztmetszetcsökkentés, a húzógyűrű tengelyének helyzete a húzóerő hatásvonalához képest, a húzás sebessége, a hűtés hatásossága, időkihasználás stb.

Amikor kísérletekkel kell különféle anyagú, vagy kialakítású húzógyűrűk tartósságát, vagy a tartósságot megszabó körülmény megváltoztatásának a hatását megállapítani, akkor nem kell okvetlenül megvárni, míg a húzógyűrű a huzalnak a teljes tűrést kitevő megvastagodásáig kopik. Ugyanis a húzógyűrű addigi kopásának ideje és az ezalatt lehúzható drótmennyiség, valamint az ezen drótmennyiség lehúzásához szükséges munka kiszámítható és a kapott értékek alapján a gazdaságossági számítás is — a költségtényezők egységárainak ismeretében — elvégezhető.

Az eljárás képleteinek levezetése a következő:

Az indulástól a megállásig húzott drótmennyiség súlya kg-ban (a húzógyűrű kopását a használat idejével arányosnak véve):

$$G=\left(\frac{d_e+d_v}{2}\right)^2\frac{\pi}{4}\cdot\frac{1}{10\,000}\cdot\frac{v_e+v_v}{2}10t_h60\gamma=$$
$$=5{,}89\cdot10^{-3}(d_e+d_v)^2\cdot(v_e+v_v)t_h\gamma$$

ahol d_e huzalátmérő a húzás elején, a húzógyűrű után mérve, mm
d_v huzalátmérő a húzás végén, a húzógyűrű után mérve, mm
v_e huzalsebesség a húzás elején, a húzógyűrű után mérve, m/s
v_v huzalsebesség a húzás végén, a húzógyűrű után mérve, m/s
t_h a húzás hasznos (állás nélküli) tartama, min
γ a húzott anyag fajsúlya, kg/dm³
γ = 7,85 kg/dm³ fajsúlyú acéllal számolva
G = $4{,}624\cdot10^{-2}\,(d_e+d_v)^2\,(v_e+v_v)\,t_h\,\gamma$

A v_e és v_v huzalsebességeket a D (mm) átmérőjű és percenként n_d fordulatú húzódob

$$v_d=\frac{n_dD\pi}{60\,000}\ \text{(m/s)}$$

kerületi sebességéből a következő képletek szerint számíthatjuk ki:

$$v_e=\frac{D+d_e}{D}v_d$$

$$v_v=\frac{D+d_v}{D}v_d$$

Mivel a huzalátmérők sokkal kisebbek, mint a dobátmérők, a végső fokozatnál $v_e\approx v_v\approx v_d$

A többi fokozat sebességeit a

$$v_{e(m-n)}=\left(\frac{d_{em}}{d_{e(m-n)}}\right)^2v_{em},$$

illetve a

$$v_{v(m-n)}=\left(\frac{d_{vm}}{d_{v(m-n)}}\right)^2v_{vm},$$

képletekkel számítjuk ki. Ezekben m az utolsó fokozatot jelenti, n pedig azt, hogy a vizsgált fokozat hánnyal előzi meg a végsőt.

Ha az is érdekes, hogy 1 óra alatt hány kg drót húzható le, akkor ezt a

$$G_ó = \frac{60}{t_h}\,\eta_t G = 0{,}3534\,\eta_t (d_e + d_v)^2 \cdot (v_e + v_v)\gamma\,,$$

$\gamma = 7{,}85$ kg/dm³ fajsúlyú acéllal számolva

$$G_ó = 2{,}774\,\eta_t\,(d_e + d_v)^2 \cdot (v_e + v_v)$$

képlettel számíthatjuk ki, a készrehúzó fokozat adatainak, valamint az

$$\eta_t = \frac{\text{húzással (hasznosan) telt idő}}{\text{húzással és állással eltelt (összes) idő}} = \frac{t_h}{t_h + t_á}$$

képlettel számítható időkihasználás értékének a helyettesítése után.

Számunkra azonban elsősorban az érdekes, hogy a drótátmérőnek Δ tűréssel növekedéséig hány kg a lehúzható drótmennyiség súlya. Ennek képletét a következő gondolatmenettel kapjuk:

d_v—d_e átmérőnagyobbodást G súlyú drót lehúzása, 1 mm átmérőnagyobbodást $\frac{G}{d_v - d_e}$ súlyú drót lehúzása, Δmm átmérőnagyobbodást $G_\Delta = \frac{\Delta}{d_v - d_e} G$ súlyú drót lehúzása okoz.

G-t részletezve:

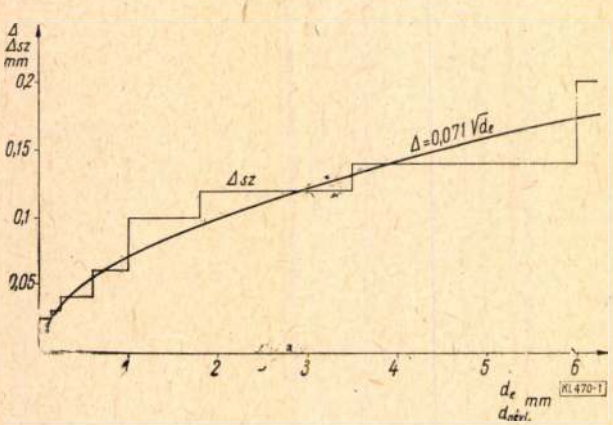
$$G_\Delta = 5{,}89 \cdot 10^{-3}\,\frac{\Delta}{d_v - d_e}\,(d_e + d_v)^2 \cdot (v_e + v_v) t_h \gamma$$

Δ helyébe a megfelelő huzalszabványból kivehető teljes vastagsági tűrést téve azt gondolhatnánk, hogy az így kialakult

$$G_{\Delta_{sz}} = 5{,}89 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\Delta_{sz}}{d_v - d_e}\,(d_e + d_v)^2 \cdot (v_e + v_v) t_h \gamma$$

képlet a számértékek behelyettesítésével már nehézség nélkül használható. Ez azonban nem egészen így van.

A huzalok vastagsági tűréseit ui. a megfelelő huzalszabvány a névleges vastagságtól pozitív és negatív irányban megengedhető legnagyobb eltérés alakjában szabályozza. A teljes tűrés tehát a negatív és a pozitív irányúnak az összege. Ezt jelöltük az előzőkben Δ_{sz}-szel. A húzógyűrűt — természetesen — a lehető leghosszabb ideig akarjuk a tűrésközön belül használni. Ezért furatát a lehető legszűkebbre, vagyis akkorára kell készíteni, hogy a húzógyűrűből a használata kezdetén kifutó huzal d_e átmérője a maximális negatív tűréssel legyen kisebb, mint a névleges huzalátmérő. A húzógyűrű magjának készítésekor ezt nem mindig lehet pontosan eltalálni. Arra azonban vigyáznunk kell, hogy a huzal a szabványban megengedettnél vékonyabb ne legyen. Ezért a húzógyűrű-furatok inkább kissé bővebbek a szabvány szerinti minimumot adónál, vagyis a húzógyűrű a Δ_{sz}-nél csak kisebb tűréstartományban használható.



1. ábra. MSZ 4373—52 szerinti patentált és húzott acélok teljes vastagsági tűrései

A huzalszabvány szerinti Δ_{sz} teljes tűréseket a huzalátmérők függvényében felrajzolva egyenlőtlen magasságú, szabálytalan lépcsőzést kapunk. Ezt szemlélteti a patentált és húzott acélokra vonatkozó MSZ 4373—52 szabvány alapján készített *1. ábra* Δ_{sz}-szel jelölt része. Nyilvánvaló, hogy az ilyen diagram az egész drótskálára kiterjedő, általános érvényű, zavarmentes összehasonlítások céljára, algebrai rövid kifejezésre nem alkalmas.

Ha a legnagyobb szabványos tűrések lépcsős diagramját egyszerű algebrai egyenlettel kifejezhető, folytonos görbével helyettesítjük, akkor a húzógyűrűből kifutott huzal d_e átmérője a hozzátartozó Δ teljes tűrést mindig egyértelműen meghatározza. Ezzel a Δ-val célszerű tehát számolni, mert az így kapott G_Δ értékek zavarmentesen összehasonlíthatók. Az MSZ 4373—52 szerinti acélhuzal esetében például az ábrán vastagon húzott vonalnak megfelelő $\Delta = 0{,}071\,\sqrt{d_e}$ egyenletet használtuk a húzógyűrűk tartósságára jellemző G_Δ drótsúlyok kiszámításához egy olyan kísérletsorozatban, melyben a huzalátmérők 2 és 6 mm között voltak és különböző anyagú húzógyűrűmagok tartósságát vizsgáltuk különböző huzalkenőanyagok, különböző kenőanyaghordozók és különböző húzási sebességek között.

$\gamma = 7{,}85$ kg/dm³ fajsúlyú acéllal számolva a drót

$\Delta = 0{,}071\,\sqrt{d_e}$ tűréssel való növekedéséig lehúzható drótmennyiség súlya kg-ban:

$$G_\Delta = \frac{0{,}701\sqrt{d_e}}{d_v - d_e}\,G =$$

$$= 7{,}1 \cdot 10^{-2} \cdot 4{,}624 \cdot 10^{-2}\,\frac{\sqrt{d_e}}{d_v - d_e}\,(d_e + d_v)^2 (v_e + v_v) t_h =$$

$$= 3{,}283 \cdot 10^{-3}\,\frac{\sqrt{d_e}}{d_v - d_e}\,(d_e + d_v)^2 \cdot (v_e + v_v) t_h$$

Ha a végső (az m-edik) gyűrűn lehúzható drótmennyiség $G_{\Delta m}$ súlyát a G_Δ fenti képletével kiszámítottuk, akor egy másik — $(m—n)$-edik — fokozat gyűrűjével a teljes tűrésköz kihasználásáig lehúzható drótmennyiség súlyát a

$$G_{\Delta(m-n)} = \sqrt{\frac{d_{e(m-n)}}{d_{em}} \cdot \frac{d_{vm} - d_{em}}{d_{v(m-n)} - d_{e(m-n)}}}\,G_{\Delta m}$$

képlettel gyorsan megkaphatjuk.

A G_Δ súlyú drót megállás nélküli lehúzása t_Δ percig tart. Ezalatt a húzógyűrű furata annyira bővül, hogy a belőle kifutott huzal Δ tűréssel megvastagodva a vastagság felső határán lesz. A t_Δ tehát egyben a húzógyűrű tűrésközön belüli tartós-

ságát is jelenti. Nagysága abból a követelményből adódik, hogy az előzőkben leírt módon számított G_Δ-nak egyenlőnek kell lennie a d_e ről a $(d_e+\Delta)$-ra vastagodott és eközben a $\left[v_e=\frac{n_d}{60}(D+d_e)\frac{\pi}{1000}\text{-ről}\right.$ a $\left.v_\Delta=\frac{n_d}{60}(D+d_e+\Delta)\frac{\pi}{1000}\text{-re}\right]$ növekedett sebességgel lehúzott drótmennyiség súlyával, azaz

$$5{,}89\cdot10^{-3}\frac{\Delta}{d_v-d_e}(d_e+d_v)^2(v_e+v_v)t_h\gamma=$$

$$=\left(\frac{d_e+d_e+\Delta}{2}\right)^2\frac{\pi}{40\,000}\cdot\frac{v_e+v_\Delta}{2}10t_\Delta60\gamma\frac{\Delta}{d_v-d_e}\cdot$$

$$\cdot(d_e+d_v)^2\cdot(v_e+v_v)t_h=(2d_e+\Delta)^2(v_e+v_v)t_\Delta$$

$$t_\Delta=\frac{\Delta}{d_v-d_e}\left(\frac{d_e+d_v}{2d_e+\Delta}\right)^2\frac{v_e+v_v}{v_e+v_\Delta}t_h$$

Mivel pedig

$$v_\Delta=v_e+\frac{n_d\Delta\pi}{60\,000}=v_e+5{,}236\cdot10^{-5}n_d\Delta,$$

$$t_\Delta=\frac{\Delta}{d_v-d_e}\left(\frac{d_e+d_v}{2d_e+\Delta}\right)^2\frac{v_e+v_v}{2v_e+5{,}236\cdot10^{-5}n_d\Delta}t_h$$

Ez a képlet a fajsúlyt nem tartalmazza, tehát bármilyen anyagú huzal esetében átalakítás nélkül használható a Δ tűréssel való megvastagodás idejének kiszámítására.

Az említett kísérletsorozatban az MSZ 4373—52 szerinti acélhuzalok teljes vastagsági tűrésének algebrai meghatározására a $\Delta=0{,}071\sqrt{d_e}$ kifejezést használtuk. Ezzel a t_Δ képlete a következőre alakul logarléces számoláskor:

$$t_\Delta=\frac{0{,}071\sqrt{d_e}}{d_v-d_e}\left(\frac{d_e+d_v}{2d_e+0{,}071\sqrt{d_e}}\right)^2\frac{v+v_v}{2v_e}t_h$$

Ha megállás után azt találjuk, hogy a huzalvastagság még nem változott, vagyis ha látszólag $d_v=d_e$, akkor ez nem azt jelenti, hogy G_Δ, vagy t_Δ a képletüknek megfelelően végtelen nagy, hanem csak azt, hogy a vastagodás még nem érte el a mikrométerrel már mérhető kb. 0,005 mm-t. Azért ilyen esetben nem $(d_v=d_e)$-t, hanem $d_v'=d_e+0{,}005$ mm-t veszünk számításba és megjelöljük, hogy az így kapott G, vagy t értékeken a G_Δ, illetőleg a t_Δ nagyobb.

Ha a műszaknak a húzásra tényleg fordított idejét az $\eta_t t_{műsz}$-t, elosztjuk egy húzógyűrűnek a használhatósági idejével, azaz t_Δ-val, akkor azt kapjuk, hogy egy műszak alatt a vizsgált fokozatnak a húzógyűrűjét hányszor kell — a tűréshatárra bővülés miatt — cserélni. A cserék száma tehát

$$cs=\frac{\eta_t t_{műsz}}{t_\Delta}$$

Ha a műszak 8 órás, akkor $cs=\frac{\eta_t 480}{t_\Delta}$ és ha pl. a 8 órás műszakon $\eta_t=0{,}6$, akkor $cs=\frac{288}{t_\Delta}$. Jólmenő üzemben $\eta_t=0{,}75$ — 0,9.

A húzás elején, a vastagsági tűrés alsó határán szükséges teljes húzóerőt P_e-vel, a Δ tűrésnek megfelelő vastagodás elérésekor szükséges teljes húzóerőt P_Δ-val, a húzófokozat hatásfokát η-val jelölve, a tűrésnyi vastagodásig tartó húzáshoz szükséges munka:

$$L'_\Delta=\frac{1}{\eta}\cdot\frac{P_e+P_\Delta}{2}\cdot\frac{v_e+v_\Delta}{2}t_\Delta60=$$

$$=\frac{15}{\eta}(P_e+P_\Delta)\cdot(v_e+v_\Delta)t_\Delta\ \text{kpm}$$

vagy

$$L_\Delta=\frac{L'_\Delta}{75\cdot1{,}36\cdot3600}=\frac{L'_\Delta}{3{,}672\cdot10^5}=$$

$$=\frac{4{,}085\cdot10^{-5}}{\eta}(P_e+P_\Delta)\cdot(v_e+v_\Delta)t_\Delta=$$

$$=\frac{4{,}085\cdot10^{-5}}{\eta}(P_e+P_\Delta)\cdot(2v_e+5{,}236\cdot10^{-5}n_d\Delta)t_\Delta\approx$$

$$\approx\frac{8\cdot17\cdot10^{-5}}{\eta}(P_e+P_\Delta)v_e t_\Delta\ \text{kWó}$$

A húzóerő nagyságát a huzalnak a húzógyűrű előtti vastagsága, szakítószilárdsága, keresztmetszet-csökkentésének (fogyásának) nagysága, a súrlódási tényező, a húzógyűrűmag (ún. húzókő) kúpszöge, a furat hengeres (legszűkebb) részén a hossz és átmérő aránya határozza meg. A P_Δ-nak a sokváltozós számítása, vagy nomogrammos meghatározása hosszadalmas lenne és mégsem mentesítene a bizonytalanságoktól, mivel a húzókő kopás által okozott méretváltozásai, a súrlódási tényező nehezen meghatározhatók. Ezért, valamint arra is figyelemmel, hogy a P_Δ a P_e-től általában nem sokkal különbözik, célszerű közelítő számításokhoz az

$$L_\Delta=\frac{16{,}34\cdot10^{-5}}{\eta}P_e v_e t_\Delta$$

képletet használni, mely az előbbiből $P_\Delta=P_e$ behelyezésével adódik.

A $P_\Delta=P_e+\frac{d_\Delta}{d_v}(P_v-P_e)$ behelyezésével kapható

$$L=\frac{8{,}17\cdot10^{-5}}{\eta}\left[2P_e+(P_v-P_e)\frac{d_\Delta}{d_e}\right]v_e t_\Delta$$

közelítő képlet használata logikusabbnak látszik. Ebben P_v a kísérlet végén mért húzóerőt, $d_\Delta=d_e+\Delta$ a tűrés felső határán levő huzalátmérőt jelenti. Az eljárás azonban így bonyolultabbá válik, mert egyrészt a kísérlet végén érvényes P_v húzóerőket is meg kell állapítani, másrészt az L_Δ számításához így több idő szükséges. Az pedig még kísérleti méréseket igényel, hogy a P_e húzóerőnek P_Δ-ra változása tekinthető-e a — számítás egyszerűbbé tétele céljából — lineárisnak.

A húzóerők mérése sem éppen könnyű. Ehhez ugyanis olyen mérőberendezés kell, mely a húzóerőket nagy érzékenységgel regisztrálja, anélkül azonban, hogy a húzógyűrűk melegedése és hűlése a mérés eredményeit megváltoztatná. Mindezek megfontolásával most még az $L_\Delta=\frac{16{,}34\cdot10^{-5}}{\eta}P_e v_e t_\Delta$ közelítő képlet használata látszik célszerűnek.

Egyfokozatú gépen η a gép η_g hatásfokával egyenlő. Többfokozatú gép húzófokozatainak η

hatásfokait többnyire nem ismerjük. Ezért az ηL_Δ-t, vagyis a húzókő tűrésnyi bővüléséig végzett húzómunkának a hasznos (ideális) részét számítjuk ki. Ezt a műszakonként szükséges húzógyűrűk számával — cs-vel — szorozva, a fokozat műszakonkénti ideális kWó-fogyasztását $\eta L_\Delta \frac{\eta t_{műsz}}{t_\Delta} - t$ kapjuk, amint a húzógép valamennyi fokozatára vonatkozóan kiszámítjuk. Összegük a húzógép műszakonkénti ideális kWó-fogyasztását adja, melyet a gép η_g hatásfokával osztva a műszakonkénti tényleges kWó-fogyasztást kapjuk:

$$L_{műsz} = \frac{\sum \left(\eta L_\Delta \frac{\eta t_{műsz}}{t_\Delta} \right)}{\eta_g}$$

Az utolsó fokozat húzógyűrűje a tűrés mértékével való bővülése alatt $G_{\Delta m}$ súlyú drótot húz. $G_{\Delta m}$-et a hozzátartozó cs_m-mel, vagyis a végső húzógyűrű műszakonként szükséges darabszámával szorozva a műszakonként lehúzott drót súlyát kapjuk kg-ban:

$$G_{műsz} = cs_m G_{\Delta m} = \frac{\eta t_{műsz}}{t_{\Delta m}} G_{\Delta m}$$

Ha pedig a húzógép műszakonkénti tényleges kWó fogyasztását a műszakonként lehúzott drótmennyiség tonnasúlyával osztjuk, akkor az egy tonna huzal lehúzásához szükséges kWó-kat a következő képlettel kapjuk meg:

$$\frac{\text{kWó}}{t} = \frac{L_{műsz}}{G_{műsz}} 1000$$

A lehúzott drótmennyiség 1 kWó-ra jutó része:

$$\frac{\text{kg}}{\text{kWó}} = \frac{G_{műsz}}{L_{műsz}}$$

Ha a lehúzott drótmennyiség súlya helyett a hosszát vennénk mértékadónak, akkor nem kellene a fajsúlyra tekintettel lennünk. Ez azonban csak látszólag jelent előnyt, mert a rendszerint többezer méteres hossz közvetlenül nehezen mérhető, tehát a lemért súlyból kellene a drót hosszát a fajsúly segítségével kiszámítani. Az üzem is súlyméréssel állapítja meg a termelés mennyiségét és mindent ehhez viszonyítva vizsgál vagy ítél meg.

Az m-edik fokozat által a húzás elején létesített fogyás (keresztmetszetcsökkentés):

$$f_{em} = \left[1 - \left(\frac{d_{em}}{d_{e(m-1)}} \right)^2 \right] 100\%.$$

E képletek alkalmazására a következő példát mutatjuk be, mely egyúttal az eljárást is szemlélteti:

A patentált acélhuzal C-tartalma 0,74%.

Kenőanyaghordozója és kenyőanyaga: a szokásos.

A húzógép 6 fokozatú.

A húzókövek anyaga: a szokásos keményfém, kúpszöge $2\alpha = 14°$,

hengeres részén a hossz és átmérő aránya 0,6.

Húzási sebesség a végső gyűrű után $v_e = 3{,}5$ m/s.

Időkihasználás $\eta_t = 0{,}6$

$$\eta_t t_{műsz} = 0{,}6 \cdot 480 = 288 \text{ min.}$$

A tényleges húzás összes ideje $t_h = 207$ min.

A húzógép hatásfoka $\eta_g = 0{,}4$.

Az adatokból az ismertetett módszer az *1. táblázatban* összesített tényszámokat eredményezi (logarléccel számolva).

A keresett mutatók meghatározása:

$$\sum \frac{288}{t_\Delta} = 3{,}133 \frac{\text{darab}}{\text{műszak}}$$

1. táblázat

m	0	1	2	3	4	5	6	
Névleges ∅	5,5	4,8	4,2	3,7	3,25	2,85	2,50	mm
d_e	5,7	4,73	4,13	3,63	3,19	2,79	2,44	mm
d_e		4,74	4,14	3,65	3,23	2,85	2,56	mm
v_e		0,933	1,221	1,581	2,047	2,679	3,50	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$
v_e		1,02	1,338	1,72	2,199	2,805	3,501	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$
G_Δ		25 880	24 150	11 310	5310	2840	1548	kg
t_Δ		3 235	3 030	1 416	663	355	192	min
$\frac{288}{t}$		0,089	0,095	0,203	0,434	0,812	1,50	$\frac{\text{db}}{\text{műszak}}$
P_e		1 510	1 010	820	670	565	456	kp
ηL_Δ		745	612	299	148	88	50	kWó
$\eta L_\Delta \frac{288}{t_\Delta}$		66,3	58,1	60,8	64,4	71,4	75	$\frac{\text{kWó}}{\text{műszak}}$
f_e		31,1	23,7	22,8	22,9	23,5	23,5	%

$$L_{műsz} = \frac{\sum \left(\eta L_{\Delta} \frac{288}{t_{\Delta}}\right)}{\eta_g} = \frac{396}{\eta_g} \frac{\text{kWó}}{\text{műszak}}$$

$$G_{műsz} = \frac{288}{t_{\Delta 6}} \cdot G_{\Delta 6} = 1{,}5 \cdot 1548 = 2322 \frac{\text{kg}}{\text{műszak}}$$

$$\frac{L_{műsz}}{G_{műsz}} \cdot 1000 = \frac{396\,000}{\eta_g 2322} = \frac{170{,}5}{\eta_g} =$$

$$= \frac{170{,}5}{0{,}4} = 426 \frac{\text{kWó}}{\text{t}}$$

$$\frac{G_{műsz}}{L_{műsz}} = \eta_g \frac{2322}{396} = \eta_g 5{,}87 = 0{,}4 \cdot 5{,}87 = 2{,}348 \frac{\text{kg}}{\text{kWó}}$$

Az előzőkben egy tényleg lefolytatott kísérletsorozat kísérleti adatainak feldolgozását mutattuk az ismertetett eljárás alkalmazási példájaként. Több kísérletet is lehet ilyen módon értékelni és közülük a leginkább megfelelőt kiválasztani, akár különböző körülményeknek azonos tulajdonságú húzógyűrűkre kifejtett hatását, akár különböző húzógyűrűk azonos körülmények között érvényes használhatóságát kell elbírálni.

A húzógyűrűfogyasztás a cserék számával arányos. Ezért, ha az egyik — pl. a szokásos gyártásnak megfelelő — esetben a húzógyűrűméretekre jutó huzalmennyiségeket (t/év) és a húzógyűrűfogyasztást (db/év), valamint a húzógyűrűk árait (Ft/db) ismerjük, akkor a vizsgálat tárgyává tett másik esetben a húzógyűrűfogyasztást (db/év), évi költségét (Ft/év) és a húzógyűrűk tekintetében várható költségmegtakarítást kiszámíthatjuk.

A huzalkenés és kenőanyaghordozóval bevonás esetleges költségtöbblete is kiszámítható, ha pl. az első kísérleti körülménynek megfelelő gyártás (Ft/t) költségét, továbbá a második szerintinek a költségelemeit és a gyártott huzalok mennyiségét (t/év) ismerjük.

A műszakonkénti kWó-fogyasztások (a húzási körülmények javítása esetén) a kWó/év megtakarítást és az ebből adódó Ft/év áramköltségmegtakarítást adják. A húzási sebességnek és az időkihasználásnak a hatásai is számszerűen kimutathatók.

A mindezeket magában foglaló gazdaságossági számítás, melynek alapját az aránylag gyorsan megkapható kísérleti adatok képezik, határozottan megmutatja, hogy a vizsgált esetek közül melyiknek alkalmazása a legcélszerűbb.

Műszaki és gazdasági hírek

Az *Európai Szén- és Acélközösség kohóiba* a *póttüzelőanyag befúvás* nagysága 1960-ban nem érte el a 0,01 millió t-t. Ezzel szemben 1965-ben már 0,86 millió t-t adagoltak be a különböző tüzelőanyagokból. A tervek szerint 1970-ben 2,75 millió t és 1975-ben 3,8 millió t lesz a póttüzelőanyag-részesedés. Ily módon a koksz/póttüzelőanyag arány 1970-ben 605/40 és 1975-ben 550/50 lesz. (H)

Revue de Metallurgie 1966. okt.

*

A tudományos kutatásokra a Les Echos híradása szerint a *francia* költségvetésben 1967-re az előző évihez képest 52%-kal többet irányoztak elő. Különösen a kutatási eredmények fejlesztését szolgáló szerződések hitelét növelték az 1966. évi 60 millió frankkal szemben 1967-ben 125 millió frankra. A *kutatások összpontosítását* főleg az elektromosság, *kohászat* és közlekedés területére tervezik. (H)

Revue de Metallurgie 1966. okt.

*

Az *osztrák* kormány a jelenlegi válság csökkentése céljából elhatározta 3 Styria-i *vasércbánya termelésének csökkentését*. Ennek keretében a termelést fokozatosan csökkentik évi 5,3 millió t-ról 4,1 millió t-ra. (H)

Revue de Metallurgie 1966. okt.

*

A VOEST-cég 1967. végére *Kínában* üzembehelyez egy *LD-acélművet* évi 600 000 t-ás kapacitással. Ugyancsak LD-üzem építése céljából felvették a kapcsolatot a Koreai DK-val is, de a koreaiak visszaléptek, mivel a Szovjetuniótól kedvezőbb ajánlatot kaptak egy hosszúlejáratú hitel keretében. (H)

Revue de Metallurgie 1966. okt.

*

A hivatalos állami program első megvalósítója *Angliában* a *metrikus mértékrendszer* bevezetésében a Round Oak Steelworks, ahol a mérlegeket átállították egyelőre az angol tonna tizedes hányadainak mérésére és a számlákat is az angol font sterling tizedes törtjeiben állítják ki. (R)

Steel Times, 1966. okt. 21.

*

A Royal Aircraft Establishment mérnökei egy új anyagot dolgoztak ki, amely szénrost és gyanta keverékéből áll. Az anyagból öntött alkatrészek szilárdabbak az acélnál, és könnyebbek az alumíniumnál. Az új anyag vegyileg semleges, a tengervíznek jól ellentálló. Felhasználható a repülőiparban, autókarosszériákhoz és különböző háztartási eszközök előállítására. (H)

Revue de Metallurgie 1966. okt.

*

Két *nyugatnémet nagyolvasztó* üzem szerzett be a közelmúltban *Angliából olajbefecskendező berendezést* nagyolvasztóikhoz. Mindkét berendezés 14 fúvókás nagyolvasztó kiszolgálására alkalmas, s az olajtároló tartályoktól a mérő-adagoló szivattyúkon keresztül valamennyi szükséges alkatrészt tartalmazza. (R)

Steel Times, 1966. okt. 21.

*

Csehszlovákia és *Anglia* együttműködési szerződést kötöttek *acélművek számítógépes vezérlésére* szolgáló berendezések kidolgozására és működtetésére. Első megvalósítási lépésként az English Electric három szakértője kereste fel a Kuncicei Klement Gottwald Acélművet, hogy az ott kidolgozott és üzembe helyezett berendezés továbbfejlesztési lehetőségeiről tárgyaljanak. (R)

Steel Times, 1966. okt. 21.

*

Spanyolországban, Verina város mellett most épül az Union Siderurgicas Asturianas *új* vegyes *vasmű*ve, melynek kivitelezésében Krupp fő részt vállalt. A nyugatnémet vállalat által szállítandó acélmű az első lépcsőben évi 1,6 millió t, végleges kiépítése után évi 3,5 millió t acél gyártására lesz alkalmas. A vasmű területén már jelenleg is működik egy bugahengersor, melyet egyelőre az anyavállalat lát el alapanyaggal. A telephely kiválóan alkalmas a kőszén- és koksz-szállítmányok tengeri fogadására. A mészkő és dolomit a közelben bőségesen és megfelelő minőségben áll rendelkezésre. A vasmű vízszükségletét két közeli folyóból fogják fedezni. (R)

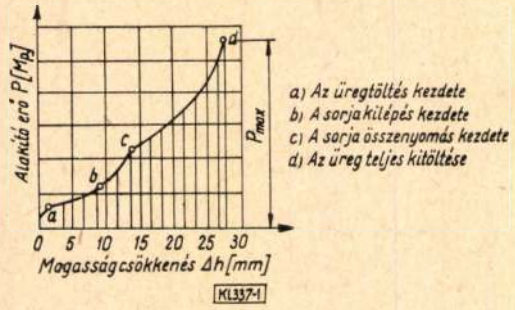
St. u. E. 1966. 19.

A süllyesztékes kovácsoláskor fellépő maximális erő meghatározása

Dr. TÓTH LAJOS okl. gépészmérnök
Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc

DK 621.733.4 : 517.2

A kovácsoláskor fellépő erő ismerete alapját képezi a süllyesztékes kovácsolási technológia kidolgozásának. *Geleji* [1] kísérletei szerint egy egyszerű kovácsdarab alakításakor az erő változása a kovácsdarab magasságcsökkenésének függvényében az *1. ábrán* látható. Eszerint a magasság csökkenésével az alakítás erőszükséglete állandóan nő. Az 1. ábrán feltüntetett erő-magasságcsökkenés görbe két fontos adatot szolgáltat. Az egyik a kovácsdarab előállításához szükséges maximális erő nagysága — ebből a gép teherbíró képességét állapíthatjuk meg — a másik pedig a kovácsdarab elkészítéséhez felhasznált mechanikai munka. Ez utóbbi a gép teljesítményét, illetve a szükséges ütések számát szabja meg. A maximális erő — az 1. ábra szerint — a kovácsolás legutolsó pillanatában lép fel akkor, amikor a süllyeszték teljesen kitöltődött.



1. ábra. Az alakító cső változása a magasságcsökkenés függvényében

Az utóbbi években igen nagy a fejlődés a maximális kovácsolási erő meghatározásának elméletében. Először *Geleji* [2] állapította meg, hogy a süllyesztékes kovácsoláskor a kitöltött süllyesztékben nem az egész anyag kerül képlékeny állapotba. *Geleji* kísérletileg határozta meg a képlékeny öv határait. A képlékeny öv nagyságának ismeretében számítási eljárást dolgozott ki a maximális kovácsolási erő meghatározására. *Szemenov* [3], *Sztrozsev* és *Popov* [4] valamint *Sztrozsev*, *Szemenov* és *Kirszanova* (a maximális kovácsolási erő megállapítására) [5] *Gelejihez* hasonló eljárást közölt. *Ganago*, *Vajszburd* és *Tarnovszkij* [6], valamint *Tarnovszkij*, *Vajszburd*, *Eremejev* és *Ganago* [7] a képlékeny öv határait a képlékenységtannak kis alakváltozásokra érvényes variációs egyenletei segítségével vezették le. *Sofman* [8] és *Johnson* [9] a képlékeny öv határait és a maximális kovácsolási erőt az úgynevezett karakterisztika módszerével határozta meg.

A felsorolt eljárások mindegyikével szemben támaszthatók olyan követelmények, amelyeket az elméletek nem tudnak kielégíteni. A variációs és karakterisztika módszer szolgáltatta eljárások — látszólagos exakt voltuk ellenére is — kritizálhatók. A kiindulási feltételek miatt ugyanis csak kis képlékeny alakváltozásokra érvényesek, ezen túlmenően pedig a bonyolult süllyesztékekre való alkalmazásuk komoly számítási nehézségekbe ütközik. *Geleji* [2], *Szemenov* [3], *Sztrozsev* [4], valamint *Sztrozsev*, *Szemenov* és *Kirszanova* [5] megoldásait viszont bonyolult alakú süllyesztékekre is egyszerűen lehet alkalmazni. Ezek alkalmazásakor a kovácsdarabban kialakuló képlékeny öv határának meghatározásához azonban egyedi és néha bonyolult kísérletekre van szükség.

Ez a tanulmány olyan közelítő eljárás kidolgozását tűzte ki célul, amellyel a képlékeny öv határai és a maximális kovácsolási erő elméletileg egyszerűen adódnak.

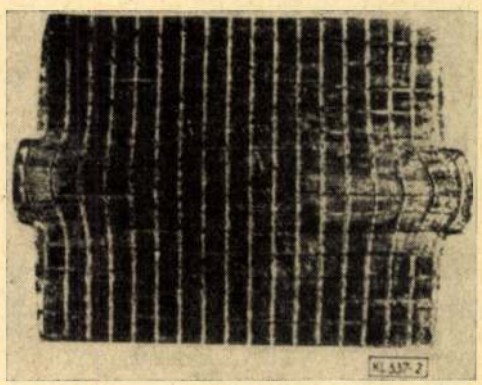
A kovácsolási erő meghatározásának elméleti alapjai

A *2. ábrán* egyszerű hengeres süllyesztékben 5%-os relatív magasságcsökkenéssel alakított próbadarab keresztmetszetét látjuk. Az ábrából kivehető, hogy az eredetileg egyenes vonalak a keresztmetszeteknek csak egy körülhatárolt területén belül görbülnek meg, jeléül a maradó alakváltozásnak. Itt jól körülhatárolható a kovácsdarabban kialakult képlékeny öv is. A kovácsdarabban kialakult képlékeny övet a *3. ábrán* tüntettük fel. A képlékeny öv három egymástól különböző tulajdonságú részre bontható (*I. rész:* anyagösszenyomás párhuzamos, érdes lapok között, *II. rész:* ugyanez párhuzamos, sík felületű, rugalmas anyagrészek között, *III. rész:* kisajtolás egymással szöget bezáró sík felületű rugalmas anyagrészek között).

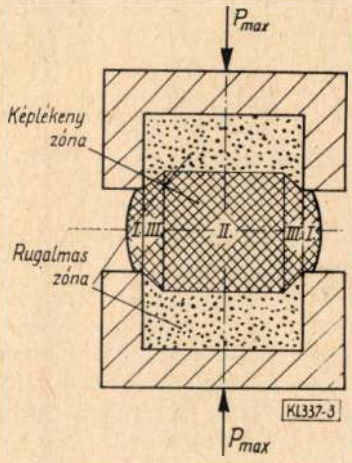
A maximális kovácsolási erő meghatározása

A fémek egytengelyű alakításakor (húzás vagy nyomás) fellépő alakító feszültséget alakítási szilárdságnak nevezzük. Az alakítási szilárdság a képlékeny alakítás szempontjából a fém legfontosabb jellemzője. Ez jut kifejezésre a Mohr-féle képlékenységi feltételben is, amely

$$\sigma_1 - \sigma_3 = k_f \qquad (1)$$



2. ábra. Hengeres süllyesztékben 5%-os relatív magasságcsökkenéssel alakított próba keresztmetszete



3. ábra. A kovácsdarabban kialakult képlékeny öv

alakban írható. (1)-ben σ_1 a képlékeny anyag elemi térfogatára ható legnagyobb, σ_3 a legkisebb feszültség, k_f a fém alakítási szilárdsága.

A fémek alakítási szilárdsága a fém minőségén kívül az alakítási hőmérsékletnek, az alakváltozás mértékének és időtartamának függvénye. A fémek alakítási szilárdságát kísérletekkel határozzák meg [10].

A kovácsolás folyamán az alakítási szilárdság az idővel változik. A kovácsolási erőt — az egyszerűség kedvéért — állandó, úgynevezett közepes alakítási szilárdsággal számolják. A közepes alakítási szilárdság *az alakítási szilárdság — fajlagos alakváltozás* görbéből területkiegyenlítéssel kapható *(4. ábra)*.

Hidegalakításkor az alakítási szilárdság csak az alakváltozás mértékétől függ, ezért a $k_f - \varepsilon$ görbét a húzó, vagy nyomó kísérlet adja. Melegalakításkor az alakítási szilárdságot az alakváltozás időtartama is befolyásolja. Ezért ilyenkor k_f a $k_f = k_f(\varepsilon; t)$ térbeli diagramból határozható meg [11]. Példaképpen a forgatyús présen való alakítást vizsgáljuk *(5d ábra)*. Az alakváltozási idő — fajlagos alakváltozás diagram *(5c ábra)* felhasználásával a $k_f = k_f(\varepsilon)$ görbét az *5a ábrán* látható $k_f = k_f(t; \varepsilon)$ függvényből pontról pontra szerkesztettük meg *(5b ábra)*.

A közepes alakítási szilárdság a $k_f - \varepsilon$ függvény ismeretében a teljes fajlagos alakváltozás függvényében határozható meg. A 3. ábrán látható övekben különböző mértékű a képlékeny alakváltozás, ezért különböző nagyságú a közepes alakítási szilárdság is. Különösen nagy a különbség az I. és a II—III. részben fellépő alakítási szilárdság között. Emiatt ezeket célszerű külön meghatározni.

A *3. ábra* szerint a II—III. részben fellépő közepes teljes alakváltozás közelítőleg a következő:

$$\varepsilon_{2\ddot{u}} = \frac{h_1 - h_{2k}}{h_1 - (h_{2k} - b)} = \frac{\Delta h_k}{\Delta h_k + b} \tag{2}$$

(2)-ben h_k a kovácsolás folyamán fellépő átlagos magasságcsökkenés, b a képlékeny zóna magassága.

$\varepsilon_{2\ddot{u}}$-vel az üregben levő anyag közepes szilárdsága *(4. ábra)*:

$$k_{fk\ddot{u}} = \frac{\int_{\varepsilon_{1\ddot{u}}}^{\varepsilon_{2\ddot{u}}} k_f d\varepsilon}{\varepsilon_{2\ddot{u}} - \varepsilon_{1\ddot{u}}} \approx \frac{k_{f1\ddot{u}} + 2k_{f2\ddot{u}}}{3} \tag{3}$$

ha $k_{f1\ddot{u}}$ az alakítási szilárdság az ütés előtt, $k_{f2\ddot{u}}$ ugyanez az $\varepsilon_{2\ddot{u}}$ fajlagos alakváltozás után.

A sorjacsatornában levő anyag alakításának mértéke *(6. ábra)* az:

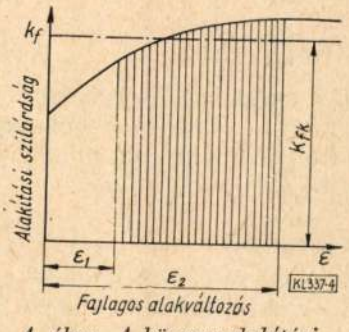
$$(1 - \varepsilon_{2s}) = (1 - \varepsilon_{2\ddot{u}})\left(1 - \frac{b - s}{b}\right) \tag{4}$$

összefüggésből nyerhető, amelyből kifejezhető a sorja közepes fajlagos alakváltozása:

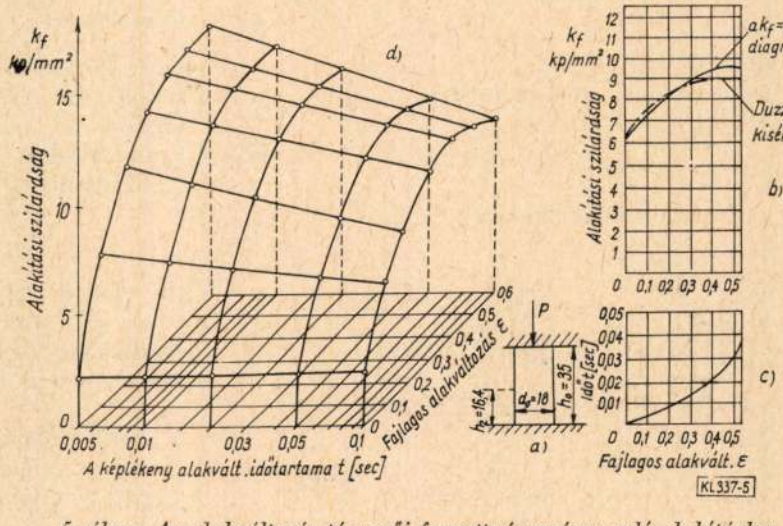
$$\varepsilon_{2s} = 1 - \frac{s}{b}\left(1 - \frac{\Delta h_k}{\Delta h_k + b}\right) \tag{5}$$

Itt s a sorja vastagsága. ε_{2s}-sel a sorjacsatornában levő anyag közepes alakítási szilárdsága *(4. ábra)*:

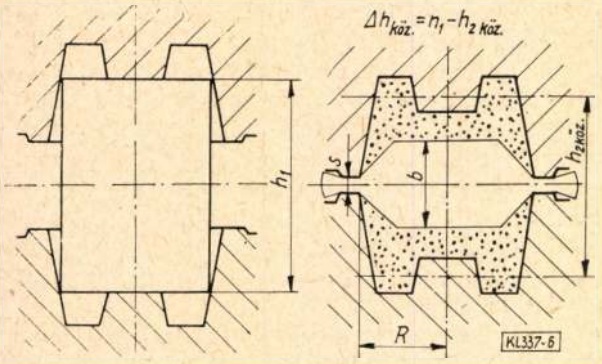
$$k_{fks} = \frac{\int_{\varepsilon_{1s}}^{\varepsilon_{2s}} k_f d\varepsilon}{\varepsilon_{2s} - \varepsilon_{1s}} \approx \frac{k_{f1s} + 2k_{f2s}}{3} \tag{6}$$



4. ábra. A közepes alakítási szilárdság meghatározása



5. ábra. Az alakváltozás tényezői forgattyús présen való alakításkor
a) az alakítás sémája, *b)* $k_f - \varepsilon$ görbe, *c)* $t - \varepsilon$ görbe, *d)* a CuE-re 700°C-on érvényes anyagegyenlet diagramja



6. ábra. A süllyesztékben levő kovácsdarab

(6)-ban k_{f2s} az ε_{2s} fajlagos alakváltozásakor fellépő alakítási szilárdság.

Melegalakítás esetén a sorja közepes alakítási szilárdságának meghatározásakor ügyeljünk arra, hogy a sorja kis tömege és nagy felülete miatt jobban lehül, mint a süllyeszték üregében levő anyag.

A maximális kovácsolási erő *Geleji* [1] szerint:

$$P_{max} = P_1 + P_2 = F(k_{fk\ddot{u}}\,\xi_{\ddot{u}} + k_{fks}\,\xi_s) \tag{7}$$

Itt a már ismert jelöléseken kívül F a kovácsdarab keresztmetszete a sorja síkjában, ξ_s és $\xi_{\ddot{u}}$ pedig olyan tényezők melyek, a súrlódási és geometriai viszonyokat írják le.

Duzzasztás párhuzamos siklapok között

Két párhuzamos, érdes síklap között elhelyezkedő képlékeny anyagban fellépő feszültségek a *7. ábra* segítségével vizsgálhatók. A keresztmetszet egy tetszőleges $h \cdot dx$ felületelemére ható erők egyensúlyát a

$$\frac{d\sigma_3}{dx} = -\frac{2\tau}{h} \tag{8}$$

összefüggés jellemzi.

A képlékenység feltétele

$$\sigma_1 - \sigma_3 = k_{fk} \tag{9}$$

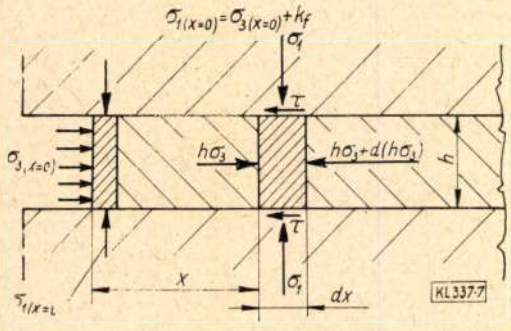
A nyomólap és a képlékeny anyag érintkezési felületén elcsúszás jön létre. Ennek eredményeként τ csúsztató feszültség kelekezik, amely a csúszási tartományban a Coulomb törvény segítségével

$$\tau = \mu \cdot \sigma_1 \tag{10}$$

alakban írható.

Helyettesítsük (10)-et (8)-ba:

$$\frac{d\sigma_1}{\sigma_1} = -\frac{2\mu}{h}\,dx \tag{11}$$



7. ábra. Két párhuzamos lap közötti anyagban fellépő feszültségek

Integráljuk [11]-et a *7. ábrán* feltüntetett határfeltételek figyelembevételével. Így a legnagyobb feszültségre a

$$\sigma_1 = \sigma_{1(x=0)} e^{\frac{2\mu}{h}x} \tag{12}$$

a legkisebb főfeszültségre pedig (9) segítségével a

$$\sigma_3 = \sigma_{1(x=0)} e^{\frac{2\mu}{k}x} - k_{fk} \tag{13}$$

összefüggéseket kapjuk.

(12) és (13) csak akkor érvényes, amikor a nyomólap és az anyag egymáson elcsúszik. Abban az esetben viszont, amikor a nyomólap a képlékeny anyagrésszel összefüggő, rugalmas anyag, illetve amikor a τ csúsztató feszültség túllépi a képlékeny anyag maximális nyírófeszültségét, (8)-ban τ helyébe

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} k_{fk} \tag{14}$$

írandó.

(8) új alakja:

$$d\sigma_3 = -\frac{k_{fk}}{h}\,dx \tag{15}$$

Ha (15)-öt a 7. ábrán feltüntetett határfeltételek figyelembevételével integráljuk, akkor a főfeszültségek a következőképpen állíthatók elő:

$$\sigma_3 = \sigma_{3(x=0)} + \frac{k_{fk}}{h} x \tag{16}$$

illetve

$$\sigma_1 = k_{fk} + \sigma_{3(x=0)} + \frac{k_{fk}}{h} x \tag{17}$$

A főfeszültségek meghatározására szolgáló (12), (13), (16) és (17) egyenletek a valóságos viszonyokat csak megközelítik, mivel nem veszik figyelembe a képlékeny zónában fellépő csúsztató feszültségeket, másrészt pedig az idealizált síkbeli alakváltozásból vannak levezetve. Ennek ellenére a kísérleti eredményekkel elég jól egyeznek. Különösen jó egyezés várható a hengerszimmetrikus darab duzzasztásakor, mert ebben az esetben (8) és (9) (a darab közepén kialakuló rugalmas tartománytól eltekintve) szigorúan érvényes.

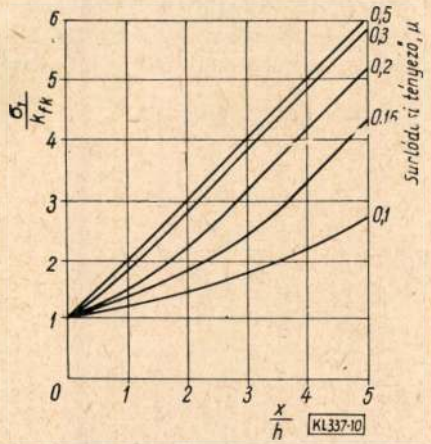
A (12) és (17) egyenletek által meghatározható főfeszültség $\left(\frac{x}{h}\right)$ és μ függvényében a *8. ábrán* látható. Az ábrából kivehető, hogy a súrlódási tényezőnek csak 0,3-nál kisebb értékek esetén van befolyása a főfeszültségre. Mivel a süllyesztékes kovácsoláskor μ 0,3—0,45 között változik, ezért σ_1 főfeszültség közelítően

$$\sigma_1 \cong k_{fk}\left(1 + \frac{x}{h}\right) \tag{18}$$

A (18) egyenlettel megadott főfeszültség — *Georg* (12) mérései szerint — a kísérletekből kapott értékekkel nagyon jól egyezik mind sík, mind hengerszimmetrikus darabok duzzasztásakor.

A „holt" sarok közötti duzzasztás

A 3. ábrán III-mal jelzett öv a rúdsajtoláskor is jelentkezik. A rúdsajtolásnál fellépő feszültségviszonyok a *9. ábrán* láthatók. Az erőszükséglet szempontjából a leglényegesebb a p-vel jel-



8. ábra. A főfeszültség a súrlódási tényező és az x/h függvényében

zett feszültség, amit kísérletileg is meg lehet határozni. A *10. ábrán Johnson és Mellor* [9], *Johnson* [13], *Wilcox* [14] és *Chang* [15] által mért p/k_{fk} értékeket tüntettük fel a relatív keresztmetszetcsökkenés (ε) függvényében. A mérési eredményeket ábrázoló pontok — 50%-os fajlagos keresztmetszetcsökkenésig — a

$$\frac{p}{k_{fk}} \cong 3{,}5\varepsilon \tag{19}$$

egyenletű egyenes mentén helyezkednek el, míg $\varepsilon > 0{,}5$ feltétel mellett

$$\frac{p}{k_{fk}} = 0{,}85 + 1{,}5 \ln \frac{1}{1-\varepsilon} \tag{20}$$

görbéhez simulnak. 50%-os fajlagos keresztmetszetcsökkenés felett a kísérleti értékekkel jól egyezik *Geleji* (1) egyenlete:

$$\frac{p}{k_{fk}} = \frac{1+0{,}93\varepsilon}{1-0{,}93\varepsilon} \tag{21}$$

(19), (20) és (21) érvényességi határa szigorúan betartandó, mert ellenkező esetben például a (20) és (21)-ből $\varepsilon = 0$-nál p/k_{fk}-ra 0 helyett 0,85, illetve 1 adódik.

A kovácsolásnál egyetlen közelítő összefüggésre van szükség, amely p/k_{fk}-t az ε teljes tartományában kis hibával adja meg.

A 9. ábrán feltüntetett $h \cdot dx$ nagyságú térfogatelemre ható feszültségek egyensúlyát a következő két egyenlet írja le:

$$\frac{d(\sigma_3 y)}{dx} = \frac{1{,}15 k_{fk}}{2} + q \tag{22}$$

$$\sigma_1 = q - \frac{1{,}15 k_{fk}}{2}$$

(22) a (9) és $\left(y = \frac{s}{2} + x\right)$ felhasználásával

$$\frac{d\sigma_3}{dx} = \frac{2{,}3 k_{fk}}{\frac{s}{2} + x} \tag{23}$$

alakban írható, amelyet már szétválaszthatunk és integrálhatunk (a határ feltétel: $x = 0$-nál $y = \frac{s}{2}$ és $\sigma_3 = \sigma_{3(x=0)}$).

Végeredményünk:

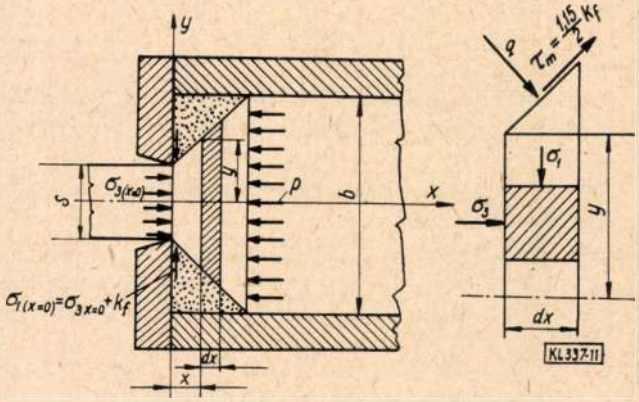
$$\sigma_3 = \sigma_{3(x=0)} + 2{,}3 k_{fk} \ln \frac{\frac{s}{2} + x}{\frac{s}{2}} \tag{24}$$

Az (24)-ből p és ε definíciójának figyelembevételével

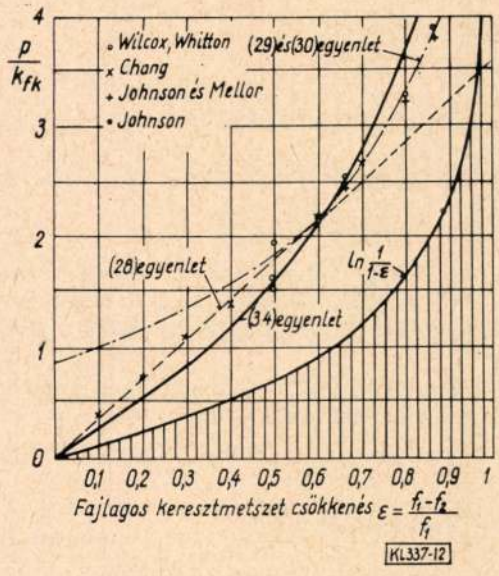
$$\frac{p}{k_{fk}} = 2{,}3 \ln \frac{1}{1-\varepsilon} \tag{25}$$

adódik, a (25)-ből számított p/k_{fk} értékek 0—90% fajlagos keresztmetszetcsökkenés mellett a kísérleti eredményekkel elég jól egyeznek (10. ábra). Ha ε kicsiny, a hiba maximum 25%. A (25) tetszőleges szimmetriájú rudak sajtolásakor érvényes. *Purchase* és *Tupper* [16] ugyanis kísérletileg bebizonyították, hogy a prizmatikus és a hengerszimmetrikus rudak sajtolásakor közel azonos p/k_{fk} értékek adódnak, ha a fajlagos keresztmetszetcsökkenés megegyezik. (25)-ből a holtsarokra ható σ_1 főfeszültség:

$$\sigma_1 = \sigma_{1(x=0)} + 2{,}3 k_{fk} \ln \frac{\frac{s}{2} + x}{\frac{s}{2}} \tag{26}$$



9. ábra. A rúdsajtoláskor fellépő feszültségek



10. ábra. A rúdsajtoláskor fellépő kisajtoló feszültség változása a fajlagos keresztmetszetcsökkenés függvényében

A mininimális munka elve

A minimális munka elve a matematikai képlékenységtan egyik fontos megoldási módszere. A kovácsolási feladatoknál a kinematikailag megengedhető feszültségekre vonatkozó elvet alkalmazzuk. Kinematikailag megengedhetőnek nevezzük a feszültségeket, ha a *Lévy—Mises* egyenletekkel tetszőleges, de kinematikailag lehetséges sebességmezőből származtathatók az egyensúlyi egyenletek betartása mellett. A képlékeny alakításkor fellépő tényleges sebességmező szintén beletartozik az adott sebességi határfeltételeket kielégítő kinematikailag lehetséges mezők végtelen sokaságába. A minimális munka elve azt fejezi ki, hogy az alakításkor kialakuló tényleges sebességmező a kinematikailag lehetséges sebességmezők különleges tulajdonságokkal rendelkező határesete. A kinematikailag lehetséges sebességmezők közül az a tényleges, amelynél az összes munka (teljesítmény) minimális.

A minimális munka elvét a gyakorlati képlékenyalakítási feladatokra, pl. a kovácsolásra is alkalmazhatjuk.

A 3. ábra szerinti alakváltozás esetén a képlékeny öv vastagságára a minimális munka elvéből adódik:

$$\frac{\partial \sigma^*_{3\max}(b)}{\partial b} = 0 \qquad (27)$$

(27)-ből algebrai egyenlet nyerhető, amelyből a képlékeny öv magasságát meghatározhatjuk.

A kovácsdarabban kialakuló képlékeny öv határainak kialakulása

A (27)-ben $\sigma^*_{3\max}$ a *11. ábrán* vázolt kovácsdarab szimmetriatengelyében lép fel. Nagysága az ábra jelöléseivel és a (18) és (26) egyenletek felhasználásával:

$$\sigma^*_{3\max} = 1{,}15 k_{fks} \frac{l_\Delta}{s} + 2{,}3 k_{fkü} \ln \frac{b^*}{s} + \frac{1{,}15 k_{fkü}}{b^*} \left(R - \frac{b^* - s}{2} \right) \qquad (28)$$

(27)-ből és (28)-ból:

$$\frac{\partial \sigma^*_{3\max}}{\partial b^*} = 0 = 1{,}15 k_{fkü} \left(\frac{2{,}3}{b} - \frac{R + \frac{s}{2}}{b^2} \right) \qquad (29)$$

ahonnan egyszerűsíthető elhanyagolással:

$$b = \frac{1}{2} \left(R + \frac{s}{2} \right) = \frac{D + s}{4} \qquad (30)$$

(30)-ban b a képlékeny öv, s a sorja vastagsága, R a süllyesztékes kovácsdarab sugara vagy fél szélessége, D a kovácsdarab átmérője vagy szélessége.

A képlékeny öv magassága nem lehet kisebb, mint a sorja vastagsága, azaz:

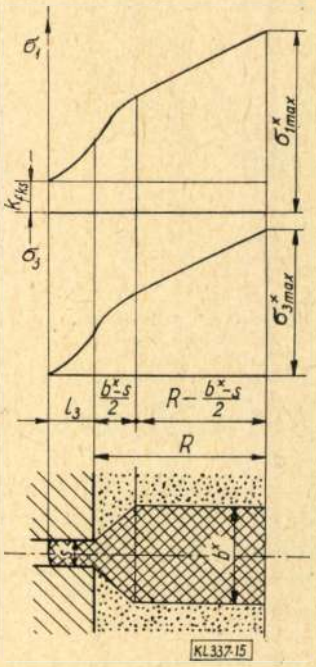
$$b = \frac{D + s}{4} \geq s \qquad (31)$$

A (31) egyenletből még:

$$\frac{D}{s} \geq 3 \qquad (32)$$

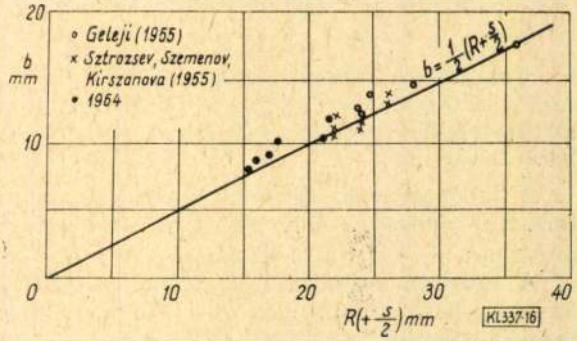
adódik.

Ha (32) nem teljesül, a képlékeny övet két párhuzamos, egymástól s távolságban fekvő egyenes határolja, amint azt *Geleji* [1] kísérletei is igazolják.



11. ábra. A süllyesztékes kovácsdarabban fellépő főfeszültségek

A (30) egyenletből meghatározható értékek helyességéről kísérletileg győződhetünk meg. A *12. ábrán Geleji* [1], *Girs* és *Volkovickij* [17] mérési eredményei láthatók. A 12. ábrán a (30) egyenlet



12. ábra. A süllyesztékes kovácsdarabban fellépő képlékeny öv vastagsága

képét is feltüntettük. Az ábrából kivehető, hogy a mért és kiszámított értékek nagyon jól egyeznek. Ez az első főfejezetben leírt elmélet helyességének egyik bizonyítéka.

A (30) helyes eredményt ad mind prizmatikus, mind hengerszimmetrikus kovácsdarabok esetén.

A maximális kovácsolási erő megállapítása

A kovácsoláskor fellépő maximális erő a képlékeny öv határainak és a feszülségeloszlásnak az ismerte alapján határozható meg.

Az L hosszúságú és R félszélességű darab kovácsolásakor fellépő maximális erő a 11. ábra jelöléseivel, illetve (18) és (26) felhasználásával:

$$P_{\max prism} = L2\left\{k_{fks}\left(R+\frac{ls}{2}\right)\left(1+\frac{ls}{s}\right)+k_{fk\ddot{u}}\left[\frac{\left(R-\frac{b-s}{2}\right)^2}{2b}+2{,}3\left(R-\frac{b-s}{4}\right)\ln\frac{b}{s}\right]\right\} \tag{33}$$

Ha a (33)-at (7)-tel összehasonlítjuk és figyelembe vesszük, hogy $F = 2R \cdot L$,

$$\xi_s = \left(1+\frac{ls}{2R}\right)\left(1+\frac{ls}{s}\right) \tag{34}$$

$$\xi_{\ddot{u}prism} = \frac{\left(R-\frac{b-s}{2}\right)^2}{2bR}+2{,}3\frac{R-\frac{b-s}{4}}{R}\ln\frac{b}{s} \tag{35}$$

adódik.

A (35) (30) figyelembevételével

$$\xi_{\ddot{u}prism} = 0{,}56+0{,}28\frac{s}{R}+$$

$$+\left(2+\frac{s}{R}\right)\ln\left(0{,}25+0{,}5\frac{R}{s}\right) \tag{36}$$

alakban is írható.

Abban az esetben, ha $\frac{R}{s} < 1{,}5$

$$\xi_{\ddot{u}prism} = 0{,}5\frac{R}{s} \tag{37}$$

a maximális kovácsolási erő (34) és (36) felhasználásával:

$$P_{\max prism} = 2RL(k_{fks}\xi_s + k_{fk\ddot{u}}\xi_{\ddot{u}}) \tag{38}$$

Ha hengeres testet kovácsolunk, akkor az előző gondolatmenet megismétlésével a következő eredményre jutunk:

$$P_{hengmax} = R^2\pi(k_{fk\ddot{u}heng}\xi_{\ddot{u}} + k_{fks}\xi_{sheng}) \tag{39}$$

$$\xi_{sheng} = \left(1+\frac{l_s}{2R}\right)\left(1+\frac{l_s}{s}\right) \tag{40}$$

$$\xi_{\ddot{u}heng} = \left(0{,}28+0{,}28\frac{s}{R}\right)+$$

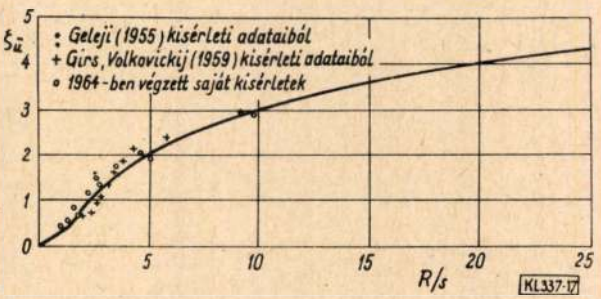
$$+\left(1{,}54+0{,}29\frac{s}{R}\right)\ln\left(0{,}25+0{,}5\frac{R}{s}\right) \tag{41}$$

$$\xi_{\ddot{u}heng} = \frac{1}{3}\cdot\frac{R}{s} \tag{42}$$

A (37)-ben és (39)-ben a k_{fks} a sorjában, $k_{fk\ddot{u}}$ a süllyesztéküregben levő anyag közepes alakítási szilárdsága.

Meghatározásuk a (2), (3), (5), (6) és (30) egyenletek segítségével történik.

A (38), (39) és (40) egyenletek helyességéről a kísérleti eredményekkel való összehasonlítás útján győződhetünk meg. A *13. ábrán Geleji* [1], *Girs* és *Volkovickij* [17] méréseiből, valamint a saját kísérleteim alapján az (37), (41) és (42) egyenletek segítségével meghatározott ξ_{ism} értékeket tüntettem fel. A kísérleti eredmények mellett itt a (39) egyenletet ábrázoló görbét is láthatjuk. Az ábrából kivehető, hogy az elméleti görbe nagyon jól simul a különböző szerzők által végzett mérésekhez.

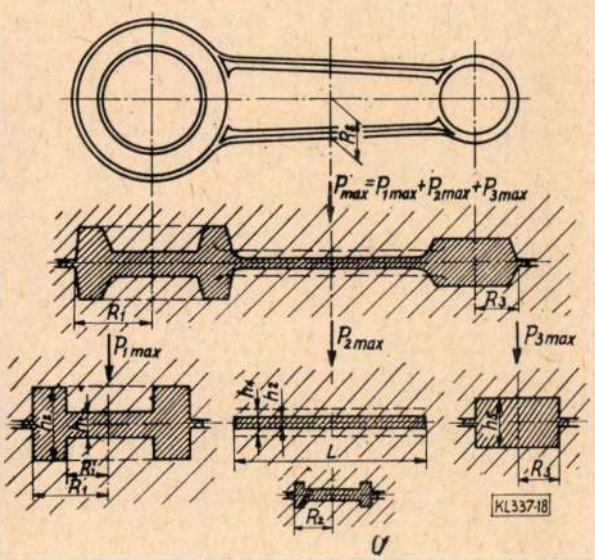


13. ábra. A süllyesztékes kovácsdarab kovácsolásakor fellépő maximális kovácsoló erő tényezője

A maximális kovácsolási erő meghatározása tetszőleges alakú kovácsdarab esetén

A legbonyolultabb süllyesztékes kovácsdarab is felbontható olyan részidomokra, amelyeknek a sorjára merőleges keresztmetszete állandó. Ekkor a maximális kovácsolási erő a részidomokra ható kovácsolási erők összegével egyenlő. A *14. ábrán* egy hajtókar látható, melyet három részre bontottunk. A hajtókar maximális kovácsolási erőszükséglete:

$$P_{\max} = P_{\max 1} + P_{\max 2} + P_{\max 3} \tag{43}$$

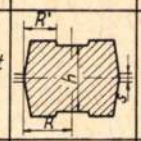
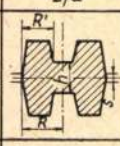
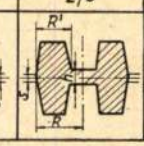
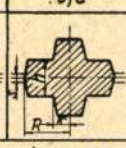
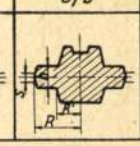
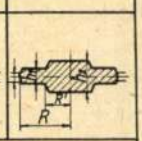
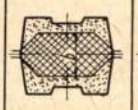
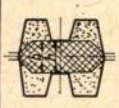
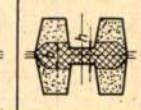
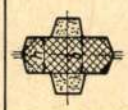
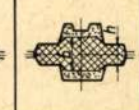
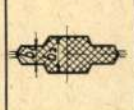


14. ábra. A hajtókar felosztása részidomokra

A részidomokra ható maximális kovácsolási erőket a részidomok jellemző keresztmetszetei alapján határozhatjuk meg. Az *1. táblázatban* a kovácsdarabokat alkotó leggyakoribb részidomok jellemző keresztmetszeteit láthatjuk. Az 1. táblázatban csak azokat a jellemző keresztmetszetfajtákat gyűjtöttük össze, amelyekre vonatkozóan a számítás elvégezhető. Ezért hiányoznak a táblázatból azok a keresztmetszetek, amelyeknél a kovácsdarab aszimmetrikus a sorjacsatorna síkjától $\pm\frac{b}{2}$ távolságra. Az 1. táblázatban látható keresztmetszetfajtákra a képlékeny öv határát a minimális munka elvével határozhattuk meg. Ennek ismeretében már lehetséges a részidomok maximális erőszükségletének számítása. A pontos ered-

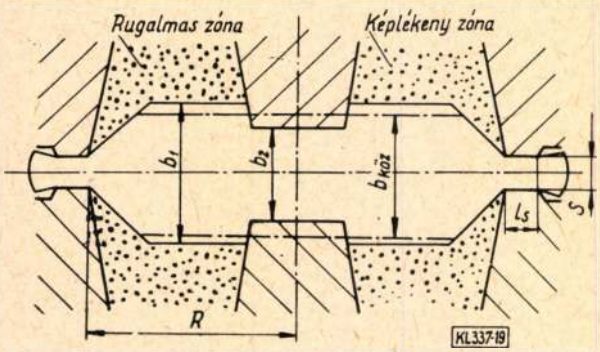
Kovácsdarabokat alkotó leggyakoribb részidomok ***jellemző keresztmetszetei***

1. táblázat

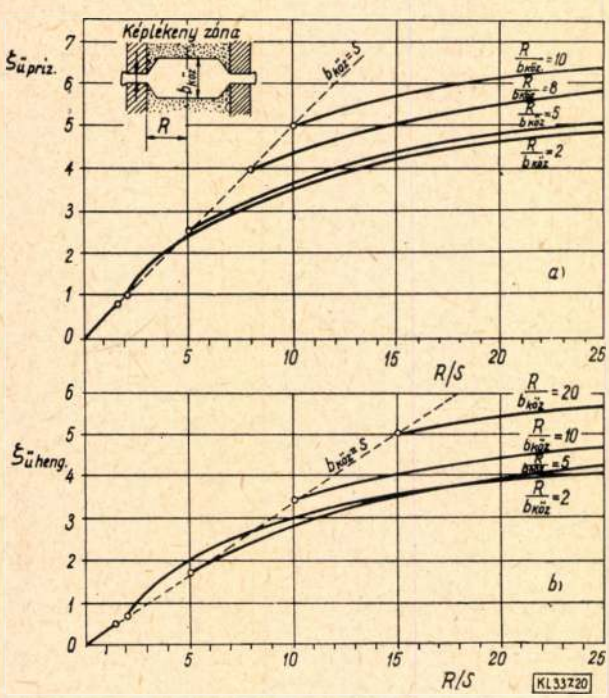
Típus	1	2		3		4
		2/a	2/b	3/a	3/b	
A keresztmetszet alakja						
A méretek közötti összefüggés	$\frac{1}{2}(R+\frac{s}{2})<h$	$\frac{1}{2}(R+\frac{s}{2})>h$				
		$\frac{1}{2}(R'+\frac{s}{2})<h$	$\frac{1}{2}(R'+\frac{s}{2})>h$	$\frac{R'}{h}<1{,}5$	$\frac{R'}{h}>1{,}5$	$\frac{1}{2}(R'+\frac{h_2}{2})>h_2$
A képlékeny öv alakja						
A képlékeny öv magassága	$b=\frac{1}{2}(R+\frac{s}{2})$	$b=h$	$b=\frac{1}{2}(R+\frac{s}{2})$	$b=h$	$b=\frac{1}{2}(R'+\frac{h}{2})$	$b_1=h_1 \quad b_2=h_2$
A képlékeny öv közepes magass.	$b_{köz.}=b$	$b_{köz.}=b$	$b_{köz.}\approx\frac{h+b}{2}$	$b_{köz.}=b$	$b_{köz.}\approx\frac{h+b}{2}$	$b_{köz.}\approx\frac{b_1+b_2}{2}$

KL337-1t

ményt adó egyenlet azonban nagyon bonyolult. A számítások egyszerűsítése érdekében ezért cél-



15. ábra. A képlékeny öv közepes vastagsága



16. ábra. A kovácsoláskor fellépő maximális erő tényezője
a) prizmatikus, *b)* hengerszimmetrikus kovácsdarab esetén

szerű közelítő módszerrel dolgozni. A közelítő módszer lényege az, hogy a viszonylag bonyolult képlékeny öveket a *15. ábra* szerint egyszerűbb alakkal helyettesíthetjük. Így pl. ha a képlékeny öv különböző magasságú részekből áll (2b, 3b, és 4. fajta), akkor a b_k közepes magassággal számolunk. A közepes magasságot első közelítésben a részmagasságok számtani középértékének vehetjük. Az 1. táblázatban az egyes keresztmetszetfajták közepes magasságának meghatározására különféle összefüggések találhatók.

Az állandó keresztmetszetű részidomok maximális kovácsolási erőszükségletének meghatározása a képlékeny öv közepes magassága segítségével a (7), (18), (36), (41), (2), (3), (6) és (30) egyenletekkel végezhető:

$$P_{max} \approx F(k_{fks}\,\xi_s + k_{fkü}\,\xi_ü) \tag{44}$$

ahol:

$$\xi_s \approx \left(1+\frac{l_s}{2R}\right)\left(1+\frac{l_s}{s}\right) \tag{45}$$

$$\xi_{üpism} = \frac{\left(1-\frac{b_k-s}{2R}\right)^2}{2\,\frac{b_k}{R}} + 2{,}3\left(1-\frac{b_k s}{4R}\right)\ln\left(\frac{b_k}{R}\cdot\frac{R}{s}\right) \tag{46}$$

$$\xi_{üheng} = \frac{\left(1-\frac{b_k-s}{2R}\right)^3}{3\,\frac{b_k}{R}} + 2{,}3\left[1-\frac{b_k-s}{2R}+\frac{1}{3}\left(\frac{b_k-s}{2R}\right)^2\right]\cdot\ln\left(\frac{b_k}{R}\cdot\frac{R}{s}\right) \tag{47}$$

$$k_{fkü} = \frac{k_{f1}+2k_{f2}(\varepsilon_{2ü})}{3} \tag{48}$$

$$k_{fks} = \frac{k_{f1}+2k_{f2}(\varepsilon_{2ü})}{3} \tag{49}$$

$$\varepsilon_{2q} = \frac{\Delta h_k}{\Delta h_k + b_k} \tag{50}$$

$$\varepsilon_{2s} = 1-\frac{s}{b_k}(1-\varepsilon_{2q}) \tag{51}$$

A (46) és (47) egyenletekkel való számítás megkönnyítése érdekében a *16. ábrából* a $\xi_{üpism}$ és a $\xi_{üheng}$ viszonyszám az $\frac{s}{R}$ és b_k/R függvényében közvetlenül leolvasható.

A részidomok maximális kovácsolási erőszükségletének ismeretében P_{max} a (43) mintájára határozható meg.

Gyakorlati alkalmazás

Az elmélet alkalmazását egy hajtókar kovácsolására mutatjuk be. A hajtókar rajza a 14. ábrán látható, lényeges méreteket a *2. táblázatban* találjuk meg. A hajtókar anyaga alumínium, kovácsolási hőmérséklete 550°C, a sorja hőmérséklete 450°C. A hajtókar anyagának alakítási szilárdságát *Bella* és *Gulyás* [18] kísérleteiből ismerjük.

A számításokat a *3.*, *4.* és *5. táblázatban* foglaltuk össze. Ezekből a számítás menete jól követhető.

A *3. táblázatban* az 1. és 2. táblázat segítségével feltüntettük a képlékeny öv méreteit, majd a súrlódási és geometriai viszonyoktól függő ξ_s és $\xi_ü$ tényezőket.

A *4. táblázatban* az üregben és a sorjában levő anyag közepes alakítási szilárdsága látható. A készüregben való átlagos magasságcsökkenést kb. 5 mm-nek, az alakítás idejét — a kovácsolás sebességéből számítva — kb. 0,1 s-nak vettük.

Az *5. táblázat* a hajtókar maximális kovácsolási erőszükségletét mutatja. Ez kb. 175 Mp és az ütés munkaszükséglete közelítően:

$$A \cong (0{,}2 \sim 0{,}4)\Delta h_{átl} \cdot P_{max} =$$

$$= 0{,}3 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 200 \cdot 10^{3} = 300 \text{ mkp}$$

2. táblázat

A 14. ábrán vázolt hajtókar méretei

1. sz. részidom		2. sz. részidom		3. sz. részidom	
R_1	35 mm	R_2	20 mm	R_3	25 mm
R_1^i	18 mm	R_2^i	15 mm	h_3	25 mm
h_1	15 mm	h_3	6 mm		
h_2	35 mm	h_4	20 mm		
		L	150 mm		

3. táblázat

A 14. ábrán vázolt hajtókar részidomainak kovácsolásakor fellépő maximális erő tényezője
$s = 1{,}5$ mm $\quad l_s = 4$ mm

A részidom száma	R (mm)	A jellemző keresztmetszet típusjele (1. táblázat)	$b_{köz}$ (mm) 1. táblázat szerint	$\frac{R}{s}$	$\frac{R}{b_{köz}}$	ξ_{sorja} $\left(1+\frac{l_s}{2R}\right)\left(1+\frac{l_s}{s}\right)$	$\xi_{üreg}$ 16. ábrából
1	35	2/a	15	23,3	2,33	3,8	4
2	20	2/a	6	18,3	3,33	3,92	4,6
3	25	1	13,25	16,6	1,89	3,88	3,65

4. táblázat

A 14. ábrán vázolt hajtókar részidomainak alakítási szilárdsága

Anyag: Al 99 $\quad \Delta h_{köz} = 5$ mm
Kovácsolási hőmérséklet: 550°C
Kovácsolás időtartama: 0,1 s
Sorja hőmérséklet: 450°C
$s = 1{,}5$ mm $\quad l_s = 4$ mm

A részidom száma	$b_{köz}$ (mm) 3. táblázat	ε_2 üreg $\frac{\Delta h_{köz}}{\Delta h_{köz}+b_{köz}}$	ε_2 sorja $\frac{s}{1-b_{köz}}(1-\varepsilon 2ü)$	$k_{f1ü}$	k_{f1s}	$k_{f2ü}$	k_{f2s}	$k_{fkü}$ $\frac{k_{f1ü}+2k_{f2ü}}{3}$	k_{fks} $\frac{k_{f1s}+2k_{f2s}}{3}$
				(kp/mm²)					
				Bella és *Gulyás* (18) kísérlete alapján					
1	15	0,285	0,93	1	2	1,2	2,8	1,13	2,53
2	6	0,5	0,875	1,1	2	1,4	2,8	1,3	2,53
3	13,25	0,452	0,94	1,1	2	1,4	2,8	1,3	2,53

5. táblázat

A 14. ábrán vázolt hajtókar maximális kovácsolási erőszükséglete

A részidom sorszáma	k_{fks} (kp/mm)² 4. táblázatból	ξ_{sorja} 3. táblázatból	$k_{fkü}$ (kp/mm²) 4. táblázatból	$\xi_{üreg}$ 3. táblázatból	F (mm²) A részidom keresztmetszetének terül. a sorja síkjában (44) egyenletből	P_{max} (Mp)
1	2,53	3,8	1,13	4	3670	51,7
2	2,53	3,92	1,3	4,6	6000	95
3	2,53	3,88	1,3	3,65	1960	28,5
A hajtókar max. kovácsolási erőszükséglete						175,2

IRODALOM

[1] *Geleji:* Bildsame Formung der Metalle in Rechnung und Versuch. Berlin, 1960.

[2] *Geleji:* Kraftbedarf und Fliessvorgänge beim Strangpressen und beim Pressen im Gesenk. Acta Technica Acad. Sci. Hung. 1950. 187—220. old.

[3] *Szemenov:* Opredelenije neobhodimovo dla stampovki nominslovo uszilija krivosipnovo gorjacses-

tampovocsnovo pressza. Masini i technologia obrabotki metallov davleniem Masgiz, 1955.
[4] *Sztrozsev—Popov:* Teoria obrabotki Metallov davlenien. Masgiz, 1959.
[5] *Sztrozsev—Szemenov—Kirszanova:* Utocsnenije formi ocsaga deformacii i opredelenije uszilija pri stampovke. Vesztnyik masinosztroenija, 1959. 4.
[6] *Ganago—Vajszburd—Tarnovszkij:* Opredelenija uszilij pressza i vszech padajusih csasztej molota, potrebnih dla gorjacsej stampovki. Kuznyecsnostampovocsnoje proizvodsztvo. 1960. 4.
[7] *Grigorjev—Vajszburd:* Szopovztavlenije metodov raszcseta uszilij stampovki. Kuznyecsnostampovocsnoje proizvodsztvo. 1964. 2.
[8] *Sofman:* Osznovi raszcseta processzov stampovki i presszovanija. Masgiz, 1961.
[9] *Johnson—Mellor:* Plasticity for Mechanical Engeneers. D Van Nostrand Company LTD. 1962.
[10] *Prager:* Einführung in die Kontinuummechanik. Basel—Stuttgart, 1961. Birkhauser.
[11] *Tóth L.:* Egyetemi doktori értekezés. Miskolc. 1964.
[12] *Georg:* Der Arbeitsbedarf beim Stauchen dünner Konden. Schmiedetechnische Mitteilungen, 1964. 4.
[13] *Johnson:* Experiments in Plane-Strain extrusion. Journal of the Mechanics and Physics of Solids. 1956. 269—282. old.
[14] *Wilcox—Whitten:* The Cold extrusion of Metals using lubrication at slow speeds Journal of the Institute of Metals. 1958—59. 289—293. old.
[15] *Chang:* Practical and Theoretical Aspects of the Cold Forming of Steel. Sheet Metal Industries. 1963. 575—583. old.
[16] *Purchase—Tupper:* Experiments with a Laboratory Extrusion Apparatus under Conditions of Plane-Strain. J. Mech. Phys. Solids. 1953. 277. old.
[17] *Girs—Volkovickij:* Deformacii krivosipnih presszov nadruzkoj. Kuznyecsnostampovocsnoje proizvodsztvo. 1959. 12.
[18] *Bella—Gulyás:* Warmstauchversuche mit Kupfer bei mittleren Forwänderungsgeschwindigkeiten. Acta Technica. Acad. Sci. Hung. 1964. május.

Műszaki és gazdasági hírek

Spanyolországban az egy főnyi lakosságra jutó *acélfogyasztás* 1964-ben 131 kg volt, ami 1958-cal szemben a fogyasztás megkétszereződését jelenti. A törekvések oda irányulnak, hogy ez a fajlagos érték 1972-ig 230 kg-ra növekedjék. Az ország egyetlen nagy acélműve, az Altos Hornos de Vizcaya kivételével idáig Spanyolországban csak kis vállalatok dolgoztak évi 100—200 ezer t közti acéltermeléssel. Most az új nagyvállalatok összesített évi termelése 1972-re el fogja érni az 1,7 millió t-t. (R)

St. u. E. 1966. 19.

*

A *NATO Tanácsa megszüntette* azt az 1962-ben létesített *embargót*, amely megtiltotta nagy átmérőjű acélcsövek szállítását a Szovjetunióba és a kelet-európai szocialista országokba. Az embargó, amely 48 cm átmérőnél nagyobb csövekre vonatkozott, azt a célt szolgálta, hogy megbuktassa a Duna-menti országok felé építendő kőolajvezeték létesítését. A NATO kommünikéje az embargó feloldását azzal indokolta, hogy megszűnt annak stratégiai jelentősége. (H)

Revue de Metallurgie 1966. dec.

*

A Fuji Bank, *Japán* legnagyobb kereskedelmi bankjának becslése szerint az ország *acéltermelése* 1966-ban eléri a *48 millió t-t*. Az autóipar és a hajóépítőipar fellendülése következtében jelentkező belföldi igény miatt a piaci árak is valószínűleg emelkednek. (H)

Iron and Steel Engr. 1966. szept.

*

Az *USA-ban* a Crucible Steel egy új *vákuum-ívfényes kemencét* helyezett üzembe, amelyben az átolvasztott tuskóméret 1 m átmérő, súlya 20 t. A kemence különlegesen nagytisztaságú acélokat gyárt a repülőipar és a rakétatechnika részére. A nagyfokú automatizálás teljesen kiküszöböli a kezelőszemélyzet tévedéseiből eredő hibákat. (H)

Iron and Steel Engr. 1966. szept.

*

Az *Európai Szén- és Acélközösség kohóinak* elegyében a *zsugorítmány* részesedését az 1965. évi 79,8 millió tonnával szemben 1966-ban 84,5 millió t-ra emelték. Ebből a növekedésből 2,1 millió t Franciaországra és 2,0 millió t Olaszországra esik. Ennek következtében a kokszfogyasztás újabb csökkenését várják. 1966. első felében ilymódon a Közösség kohóinak átlagában az 1 t nyersvasra eső zsugorítmányfogyasztás 1125 kg volt, ami a negyedik negyedre 1140 kg-ra fog emelkedni. (H)

Revue de Metallurgie 1966. okt.

*

Svédország bányászata és kohászata 1963—1965 között, 1000 t-ban (R):

Termékek	1963	1964	1965
Vasércbányászat	23 637	26 660	29 485
Szénbányászat	99	83	58
Koksztermelés	925	950	...
Nyersvasgyártás	1 888	2 173	2 286
ebből acélnyersvas ...	1 737	2 030	2 196
öntészeti nyersvas	151	143	90
Nyersacélgyártás.....	3 844	4 383	4 661
Acélöntvények.....	55	60	64
Acélgyártás összesen	3 899	4 443	4 725
ebből SM-acél	1 233	1 421	1 523
Thomas-acél ...	446	457	373
elektroacél	1 679	1 844	1 802
oxigénes acél ...	541	721	1 028
Vasúti felépítmény-áru ..	98	69	70
Tartók és idomacélok ...	52	60	65
Betonacél	907	1 025	1 125
Mélyfúró szerelvények ...	13	13	15
Hengerhuzal	271	288	278
Csőbuga	210	229	256
Abroncsacél	161	181	171
Durvalemez	530	630	713
Középlemez	72	82	77
Finomlemez	241	295	333
Hengerelt termékek összesen	2 555	2 872	3 103
Kovácsolt acél	92	102	113
Acélcső	189	206	230
Acélöntvény.....	29	32	34

St. u. E. 1966. 20.

*

A *Londonban* megtartott *Anyaghevítés az ejtőkovácsolásban* szimpózium megnyitó előadásán *Morgan* elnök bejelentette, hogy az ejtőkovácsművek hevítési hatásfoka alacsonyabb szinten áll, mint a kohászat bármely más szakmájában. Ez a kedvezőtlen helyzet részben azzal magyarázható, hogy az üzemek egyetlen kemencéből kívánják széles méret- és súlyskálájú teljes programjukat meleg anyaggal ellátni. Pedig lényeges volna mielőbb javulást elérni, mert Angliában a kovácsszakma az egész ipar sorrendben ötödik legnagyobb acélfogyasztója: 1965-ben az ejtőkalapácsos üzemek csaknem 900 ezer t acélalapanyagot dolgoztak fel (R).

Steel Times, 1966. okt. 21.

Mozgatott hőtároló anyaggal működő regenerátorok

GERENCSÉR JÓZSEF okl. kohómérnök

DK 66.04 : 662.925.001.42

Hazánk energiaforrásokban igen szegény. Ezért meglevő energia készleteinket a legfejlettebb technológiai eljárásokkal, a leggazdaságosabban kell felhasználnunk.

Az energiagazdálkodás vizsgálatának időszerűségére jellemző, hogy egy OMFB tanulmány [1] szerzői szerint „az egyetlen hazai tűs rekuperátor gyártása nyolc év után sincs megoldva, mivel az 1957 óta gyártott öntöttacél tűelemes rekuperátorok nem váltak be".

Közismert dolog, hogy a kohászati kemencék és az egyéb kemencék jelentős részben ma is regeneratív, elavult rendszerű tüzeléssel dolgoznak, sőt nagy részükben semmiféle hőhasznosítás nincs.

A hőhasznosító berendezések hiánya, meg nem felelő berendezés alkalmazása, vagy a berendezés helytelen kezelése tetemes energiaveszteséget okoz népgazdaságunknak. Csak két jellemző példát ismertetünk.

Hazánkban a hengerművi kemencékben [1] 1 t hengerelt készárura vonatkoztatott fajlagos hőfogyasztás $1405 \cdot 10^3$ kcal/t, szemben a világszínvonalnak tekinthető $900 \cdot 10^3$ kcal/t fajlagos hőfogyasztással. A veszteség ezen az alapon csak a hengerművi kemencékben $750 \cdot 10^3$ kcal/év hőmennyiséget — kb. 112 millió Ft-ot — jelent.

A hazai hengerművekben (LKM, OKÜ, Csepel, DV) beépített fémrekuperátorok átlagos hőmérséklete mindössze 226°C [1], holott ezek tervezésekor 390°C előmelegítési hőmérséklettel számoltak, ami a tervezettnek 60%-a.

Ezt a két példát a hőhasznosítás tekintetében kemencéinkre általánosan alkalmazhatjuk. Így pl. a cementáló-, buga-, kovács-, toló-, hőkezelő- és szárító- stb. kemencéinknek túlnyomó részben nincs füstgáz hőhasznosító berendezése, ahol pedig van, az igen rossz (5—15%) hatásfokkal működik, vagy pedig kiégve, nincs is üzemben. A kupolókemencék alig 4%-ánál van hőhasznosító berendezés. Ezek is a távozó füstgáz hőmennyiségének legfeljebb 20—25%-át használják fel.

A hasznosítható füstgáz veszteség országos szinten több milliárd forintot tesz ki évente. Ennek részleges visszanyerésére az idők folyamán az üzemek, tervezőirodák és kutatóintézetek részéről sok próbálkozás történt. Az eredmények ennek ellenére ma még egyáltalában nem kielégítők.

Ma már a hőhasznosításban további lépésként az 1000°C és efeletti levegő-előmelegítést kell kitűzni.

Ezzel kapcsolatban mind a Szovjetunióban [2, 3, 4, 5], mind pedig az USA-ban [8, 9] biztató eredményeket értek el az „aprószemcsés"-hőcserélőkkel, mellyel a volt Hőtechnikai Kutató Intézet is évekig foglalkozott.* Sőt újabb irodalmi adatok szerint a Szovjetunióban és az USA-ban a magnetohidrodinamikus generátorokhoz is az aprószemcsés-hőcserélő elven alapuló berendezéseket építettek, melyekkel 1000°C-nál lényegesen magasabb hőmérsékletet értek el.

A rekuperátor és regenerátor elvét ismertetjük, mivel a sokfajta hővisszanyerő berendezés és eljárás ezen két fő csoportba sorolható [23].

Hagyományos rekuperátorok, regenerátorok

A rekuperátorok jellemzője, hogy a hevítő és hevítendő közeget egymástól hőátbocsátó réteg választja el, melynek felületén át történik a hőközlés. Csak jó hővezető és hőálló anyagból készülhetnek. A két közeg keveredését gáztömör kivitelű szerkezettel kell megakadályozni.

A regenerátorok nyugvó vagy mozgó hőtároló anyaggal működnek. A nyugvó hőtároló anyaggal működő regenerátorok szakaszos üzeműek és a hőtároló anyag a felvett hőmennyiséget átváltás után ugyanazon a felületen adja át a hevítendő közegnek. A folyamatos működést csak két párhuzamos egység időnkénti átváltása biztosítja. A hőtároló anyag nagy hőkapacitású, jó hővezető és a hőbehatásokat jól bírja.

A mozgó hőtároló anyaggal működő regenerátorok (ilyenek pl. a Ljungström vagy a Pebble-Heater néven ismertek) folyamatos üzeműek. Jellemző tulajdonságuk, hogy a hőtároló anyag lassú, folyamatos mozgásban van [3—10].

A hőhasznosítók hatásfoka elsősorban a beépített felületek nagyságának és a hőátadási tényezőnek függvénye. A felületek növelésének természetesen a gazdaságosság szab határt, mert az ilyen berendezéseknek ellenállása az áramló közegekkel szemben igen nagy.

A hőátadási tényező az áramlási sebesség függvénye [8, 9] ezért ezeknél a fajlagos teljesítmény csak az áramlási sebesség növelésével, s így nagyobb áramfogyasztással fokozható. A legtöbb ilyen fajta szerkezetben a hőátadás nagyobb része konvekció útján megy végbe.

A rekuperátorok és regenerátorok főbb jellemzői, hiányosságai a következőkben foglalhatók össze [11, 12, 13]:

1. Rekuperátorok

a) A jó hőátadáshoz a hőátadó felület mindkét oldalán viszonylag nagy hőmérséklet-különbség szükséges. Ezért még ellenárammal is nagy a belépő füstgáz és a kilépő levegő hőmérséklete közötti különbség.

b) A nagy hőmérsékleten a felületek elhasználódása rendszerint olyan nagy, hogy könnyen vetemednek és így rövid idő után tömítésük romlik, sőt átégnek és hasznavehetetlenné válnak. A keramikus anyagból készült rekuperátorokban igen nagy a levegőveszteség.

c) A fémrekuperátorok a levegőáram kimaradására rendkívül érzékenyek, mert felületük hűtés hiányában rendszerint könnyen túlhevül és elég.

* Az aprószemcsés hőcserélő berendezés feltalálója, az első hazai berendezés tervezője és megalkotója néhai *Kun László* gépészmérnök volt. Ez a tanulmány posthumusz cikk az ő emlékére.

2. Álló hőtároló anyaggal működő regenerátorok

a) A regenerátor szakaszos működésű és ezért a folyamatos üzemhez legalább két azonos rendszerre van szükség.

b) Az aránylag vastag hőtároló anyag hővezetőképessége szabja meg a berendezés hőkapacitásának nagyságát.

c) A hevített levegő egyenletes hőmérséklete nem tartható fenn a felületek hőmérsékletének állandó változása miatt.

d) A regenerátorok egyéb hőhasznosító berendezésekkel összehasonlítva általában nagy térfogatú berendezések, nagytömegű tűzálló rácsbetéttel.

A mozgó hőtároló anyaggal működő Ljungström hőtároló [6] a beépített és viszonylag gyors elhasználódás (korrozió) és a gáztömörség megoldatlansága miatt csak korlátozottan alkalmazható.

Az említett Pebble-Heater kavicsos hőcserélőben a hőtároló anyag a hőcseretereket kitölti, ezért a hőcserét végző hőtároló anyag tömege aránylag nagy és a gáz áramoltatása a golyók közt viszonylag nagy ventillációs energiát igényel.

A levegő és a gáz gazdaságos előmelegítése ma még nincsen megoldva. Ebben az irányban számos kísérlet és kiterjedt kutatás folyik. Nálunk ezt nehezíti, hogy megfelelő hosszú élettartamú hőálló öntvényekkel és lemezekkel nem rendelkezünk.

Az aprószemcsés hőcserélők említett főbb hiányosságait és a berendezések építésének nehézségeit küszöböli ki az újfajta aprószemcsés hőcserélő eljárás és berendezés [14, 15].

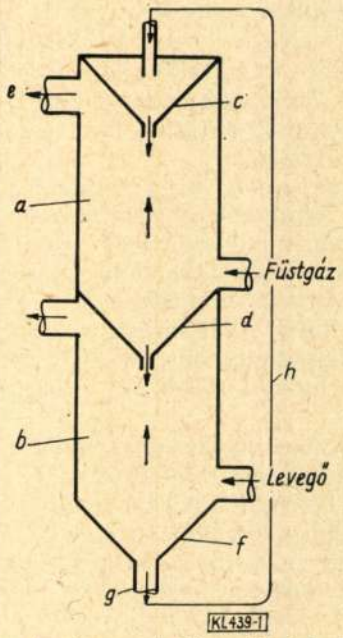
Itt a gázok közti hőátadáskor mozdulatlan fűtőfelületek helyett a hőcsereterekben felülről lefelé áramló, permetszerűen elosztott aprószemcsés ($\varnothing$ 100—1000 μ) mozgatott, hőt közvetítő közeget alkalmaznak.

A mozgatott közegnek az aprószemcsék nagy összfelülete miatt igen jó a hőátadási tényezője, mivel viszonylag igen nagy a hőcsere felülete és ennek következtében ezzel igen jó hőcserét biztosíthatunk.

A rendszerben körbenjáró hőcsere-anyag mennyisége viszonylag kevés. A berendezés szokványos kereskedelmi acélanyagból építhető. A legnagyobb füstgázhőmérsékleten vagy levegő-kimaradás esetén sem ég el, vagy nem válik üzemképtelenné; légtömör, aránylag kevés anyagból építhető fel. Egyenletes hőmérséklet biztosítható vele. A jó hőátadási tényező aránylag kis sebességek esetén is elérhető a berendezéssel és így a ventillációs energia igény is kisebb, mint a szokásos hőcserélőknél. A hőcsere anyag és a berendezés füstgázoknak ellenáll, nem korrodál stb.

Az eljárás a hőcserélés, illetve a hőhasznosítás ismert technológiai megoldását alapjában változtatta meg. Jelentőségét mutatja, hogy kifejlesztésével a volt Hőtechnikai Kutató Intézet, majd az Energiagazdálkodási Intézet, illetve a Villamosenergiaipari Kutató Intézet 1950 óta behatóan foglalkozik. Alkalmazásával a távozó füstgáz hőtartalom jelentékeny részének visszanyerésére nyílik lehetőség és ezzel a hőfelhasználó berendezések hőigénye lényegesen csökkenthető.

Az aprószemcsés hőcserélőben a hőátadást a regenerátorok és rekuperátorok mozdulatlan fűtőfelületei helyett a hőcsereterekben ellenáramban haladó „aprószemcséjű" anyag, pl. kvarchomokszemcsék végzik. Lényegét és a berendezés vázlatos kialakítását az *1. ábra* szemlélteti [14—21].



1. ábra. Aprószemcsés hőcserélő elvi vázlata

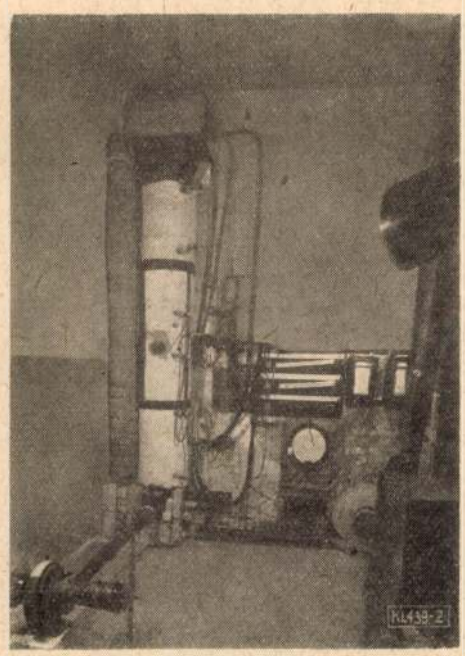
A berendezés két egymás felett elhelyezett *a*, *b* csőrendszerből áll. A felső (a füstgázok hőcsereteretét képező) *a* csőben a kéményhatás következtében az alul levő nyíláson át forró füstgáz áramlik felfelé. Ezzel egyidejűleg a cső felső részén levő *c* kúpból permetszerűen „hideg" homokszemcsék hullanak („süllyednek") a cső alján levő *d* kúpba. Az *a* csőben tehát a felfelé áramló füstgázok és a lehulló homokszemcsék között ellenáramban hőátadást megy végbe.

A lehűlt füstgáz az *a* csőrendszerből az *e* nyíláson távozik. A forró homok a *d* kúpon át az ún. levegőhőcsereteret képező *b* csőbe folyik, illetve hull át, miközben a *d* kúpban a körfolyamatban résztevő homokszemcsék nagy része állandó nagyságú szabályozott réteget alkot. Ezzel a *b* levegőhőcseretér és a füstgázhőcseretér között légzárást biztosítunk.

A *b* levegőhőcseretér alsó nyílásán a hőmérséklet-különbségből származó fajsúlykülönbség vagy ventillációs hatás folytán áramlik be a levegő, mely a *d* kúpból az *f* kúpba permetszerűen hulló homokszemcséktől ellenáramban fokozatosan felhevül és a *b* cső alján *g* nyíláson távozik a rendszerből. A lehűlt homokszemcséket szállító berendezés *h* — mely lehet pneumatikus szállítás is — viszi fel újra a *c* kúpba. A körfolyamat ezután elölről kezdődik.

Az eljárás alapkísérleteit az első laboratóriumi méretű berendezéssel a Hőtechnikai Kutató Intézetben végeztük. E kísérletek célja az volt, hogy az üzemi kísérleti berendezés tervezéséhez és építéséhez, tehát az eljárás gyakorlati alkalmazásához szükséges alapfeltételeket tisztázzuk.

A laboratóriumi berendezést a *2. ábra* szemlélteti. A berendezés acéllemez-csőből készült, melyben gázt égettünk el, és felülről homokot szórtunk be. A lehulló homokszemcséket ventillátor szállította fel a berendezés legmagasabb pontján levő homokelosztóba, melyből a szemcsék



2. ábra. Az aprószemcsés hőcserélő első laboratóriumi berendezésének fényképe

szórófején keresztül permetszerűen hullottak át a berendezésen [22].

A megfelelő szemnagyságú homok kiválogatására a *3. ábrán* látható berendezés szolgál, melyben a különböző nagyságú, de azonos fajsúlyú szemcsék lebegési sebessége alapján történik a válogatás.

A válogató berendezés egymás fölé épített több, fokozatosan növekedő átmérőjű — az ábrán *8*-cal jelzett — csövekből áll. Az *1* jelű tölcséren beadagolt osztályozatlan szemcsés anyagot ventillátor szállítja át a berendezésen. A szemcsék a levegőáramban felfelé haladva a csökkenő sebességű levegőáramból méretük szerint osztályozva kiválnak és a *13* jelű gyűjtőedénybe visszahullanak.

A hőhasznosító berendezésben a hőt közvetítő szemcsék azonos nagysága ugyanis technológiai követelmény, mivel a hőátadás csak azonos szemcsenagyságú és azonos fajsúlyú anyagokból történik meg egyidőben. Ez az időtartam a homok haladási sebességének ismeretében a hőcserélő berendezés hosszát — felvett hatásfokon — a tervezés részére meghatározza.

Az üzemi berendezések

A laboratóriumi kísérleti [16, 18] berendezéssel szerzett tapasztalati és vizsgálati eredmények alapján terveztük és építettük meg a Vörös Csillag Traktorgyárban [19] az első üzemi méretű berendezést, mely egy 600 Nm³/h generátorgáz fogyasztású kemencéhez 750—900°C hőmérsékletű füstgázzal 1000 Nm³/h levegőnek 400—600°C-ra való felmelegítésére szolgált.

E nagyüzemi kísérleti berendezéssel lehetővé vált az eljárás működési elvének és szerkezeti használhatóságának igazolása. Többek között megállapíthattuk azt is, hogy a szükséges anyagok minőségét illetően nincsenek különleges technológiai követelmények; a hőátadást végző közeg 900°C-os hőmérsékletig kvarchomok lehet.

Megállapítottuk, hogy a berendezésben 1000 Nm³/h levegő felhevítéséhez mindössze 20 kg homok szükséges, mely a folyamatos keringés folytán 600—1400 kg/h átáramló mennyiségnek felel meg.

A nagyüzemi kísérleti berendezéssel végzett mérések eredményeivel a rendszer alapfeltételeit is igazoltuk. Eszerint

a) a használt homok a hőmérsékletváltozással szemben ellenálló, mivel az üzemi mérések alatt számottevő aprózódást nem tapasztaltunk;

b) a felhevített levegő hőmérsékletét könnyen lehet állandó szinten tartani;

c) a hőátadás mértéke ugyanazon berendezésben nagy mértékben függ a hőt közvetítő anyagtól és az ezt szállító levegőtől: vagyis a hőátadás mértéke, illetve a berendezés teljesítménye üzem közben tág határok között változtatható;

d) a berendezés anyagszükséglete viszonylag kicsi és ezért teljes egészében kereskedelmi acéllemezből készíthető;

e) hőkapacitása más hőcserélőkhöz viszonyítva kicsi;

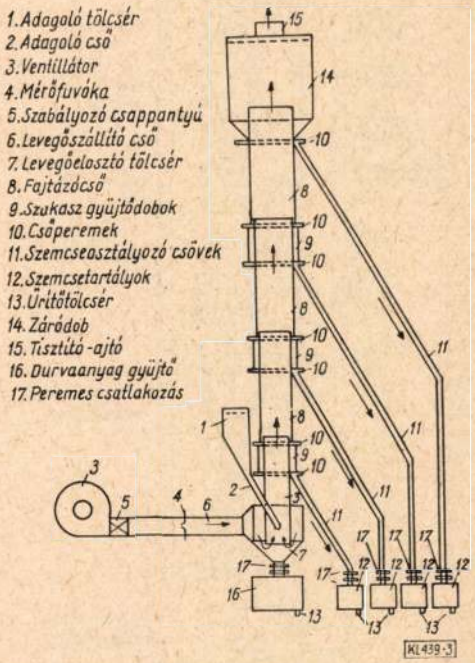
f) a berendezés levegő kimaradásra érzéketlen;

g) a samott bélés és a kvarchomok ellenáll a füstgáz korróziós hatásának;

h) a berendezés áramlási ellenállása kicsi.

A Vörös Csillag Traktorgyárban létesített berendezés igazolta az aprószemcsés hőcserélő egyéb hasonló célt szolgáló berendezésekkel szembeni előnyeit. Hosszabb ideig tartó üzemi kísérleteket azonban az üzem adottságai miatt nem lehetett végezni.

Ezért, valamint az aprószemcsés berendezésen szükséges egyes módosítások elvégzése céljából a KGM és a Csepeli Erőmű Energia-osztálya a HÖKI felsőbb szerveivel egyetértésben a Fémmű Rézhengerdéjében a tűzszekrénysajtoló üzem generátorgáz tüzelésű kovács-kemencéjéhez javított



3. ábra. Pneumatikus szemcseválogató berendezés elvi vázlata

kivitelű, 1000 Nm³/h levegő teljesítményű apró-szemcsés hőcserélőt épített. Ezzel lehetővé vált a berendezés értékeléséhez még szükséges kísérletek nagyüzemi méretekben való elvégzése. A szóban forgó berendezéssel végzett tartós kísérletekkel a fentieken kívül elsősorban az volt a célunk, hogy a hőcserélő üzembiztonságáról és a folyamatos üzemi feltételekről meggyőződhessünk.

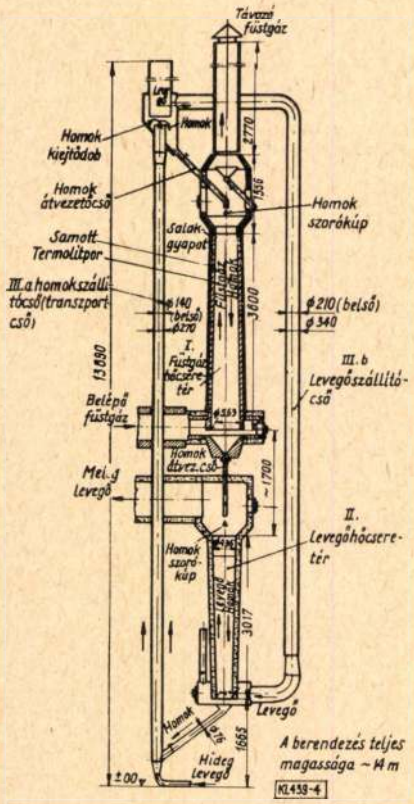
A berendezés 1958 első felében készült el és a próbaüzemeltetés után hat hónapon át folyamatosan üzemben volt. Elvi elrendezési vázlatát a *4. ábra* szemlélteti. A berendezés kemencéhez csatlakozó részletét az *5a* és *5b ábrák* szemléltetik [14].

A berendezés a 4. ábrán vázolt két hőcseretérből áll. A füstgáz és a levegő hőcseretér technológiai folyamata azonos az 1. ábrán látható elvi berendezés előbbiekben ismertetett technológiájával.

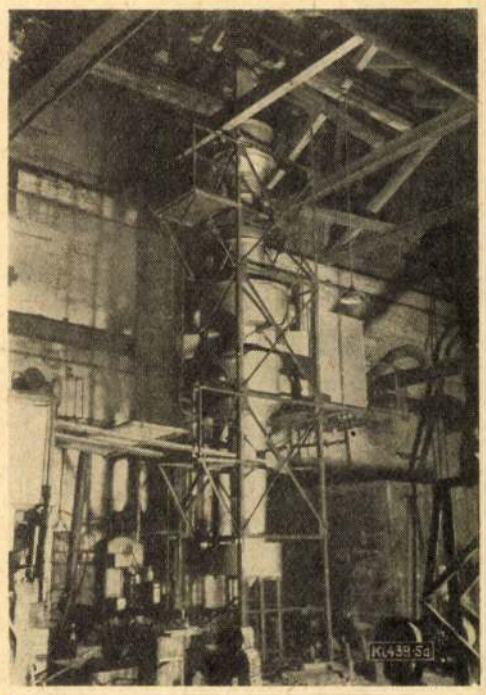
A két csőben a hőcserét végző homok a berendezés alján levő csővezetéken át hull a homokszállítócsőbe, ahol a hevítésre kerülő levegővel — mely egyúttal a homok szállítására is szolgál — ventilláció útján jut fel a kiejtődobba. Itt a homok a levegőtől különválik és csővezetéken át hull a hőcseretérbe.

Ezután a folyamat újból kezdődik. A homoktól különválasztott levegő a kiejtődobból zárt csővezetéken a levegő hőcsereterébe jut, ahol a már említett módon a forró homok hőjét veszi át.

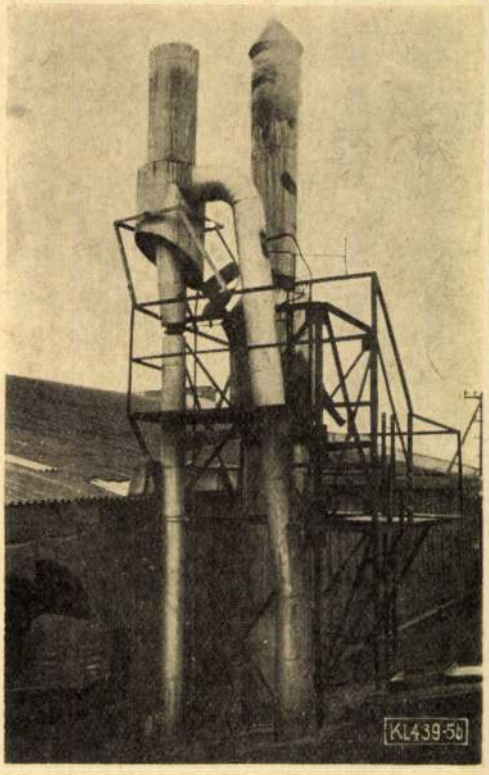
A folyamatos üzemeltetés ideje (hat hónap) alatt hőmérleg készítése céljából két alkalommal értékelő mérést végeztünk, melyek alapján a hőcserélőre vonatkozó néhány jellemző adatot közlünk [14].



4. ábra. Aprószemcsés hőcserélő elvi elrendezési vázlata



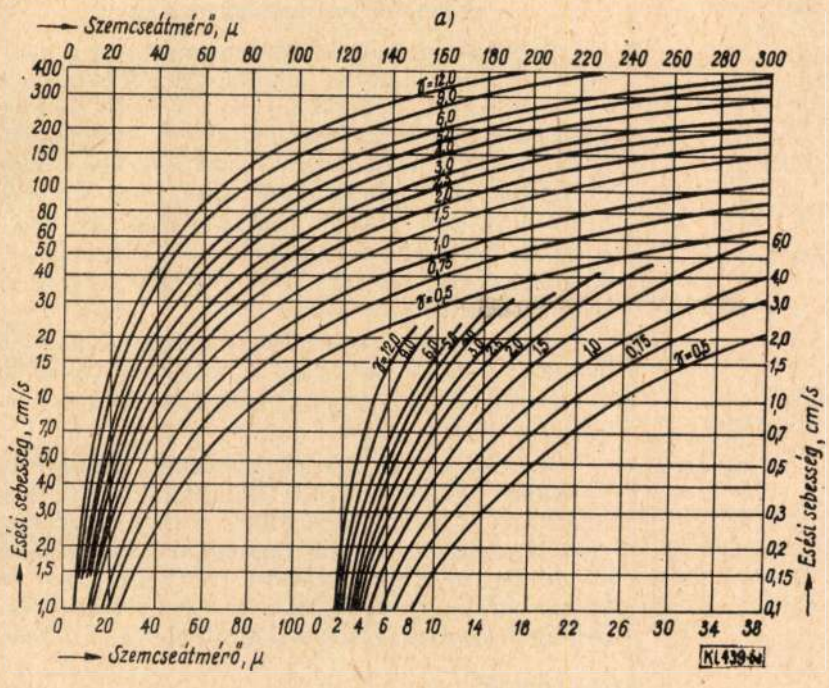
5a ábra. Az első kísérleti nagyüzemi berendezés (alsó rész)



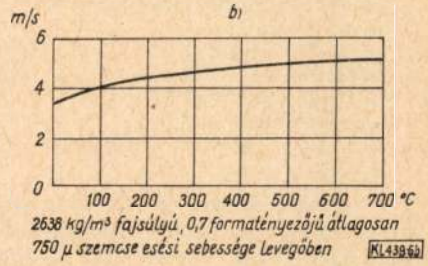
5b ábra. Az első kísérleti nagyüzemi berendezés (felső rész)

A léghevítő hatásfoka 450—550 Nm³/h forró levegő teljesítménynél 41,8% volt. Ez az érték a levegő felhevítése révén hasznosított hőmennyiségnek a füstgázokkal bevitt összes hőmennyiséghez való viszonyát jelenti. 1000 Nm³/h forró levegő teljesítménynél a hatásfok 43,9%-ra növekedett.

A hőcserélő hatásfokának fokozása céljából a homoknak a hőcsereterekben való tartózkodási



6a ábra. Szemcselebegtetési sebesség-diagram



6b ábra. 750 μ nagyságú szemcsék lebegtetési sebesség diagramja

idejét vagy a hőcsereterek hosszúsági méretét kell megnövelni. Ily módon 55% feletti hőhasznosítás könnyen elérhető. A hatásfok további növelése azáltal lehetséges, ha a hőcserélőből távozó füstgázokkal még a kemence fűtésére szolgáló gázt is előmelegítjük.

A szóban forgó berendezés hőcseretereinek össztérfogata 1 m³; ebből a füstgázhőcseretér 0,66 m³, a levegőhőcseretér 0,34 m³. Az előbbi hőcseretér hossza 3,7 m, az utóbbié 3 m. A berendezés teljes hossza kéménnyel együtt kereken 15 m.

A berendezésben használt homokszemcse nagysága az üzemi kísérletek során álag 750 μ volt. A lebegési, illetve esési sebességet a *6a* és *6b ábrából* állapítottuk meg.

A 6a ábrán különböző porított anyagok esési sebessége van feltüntetve a szemcseátmérők függvényében. A 6b ábrán pedig a 2,638 kg/dm³ fajsúlyú 750 μ nagyságú kvarcszemcsék esési sebességét ábrázoltuk a hőmérséklet függvényében. A két ábra szerint berendezésünkben az 500—750 μ szemnagyság a legmegfelelőbb, mivel ennek a gázokban való esési, illetve „süllyedési"-sebessége a szóban forgó hőmérsékleti intervallumokban alig változik [22].

A *7. ábra* görbéivel a füstgáz- és levegőhőcseretérben kialakult hőmérsékleti viszonyok számértékeit tüntettük fel háromnapos kísérlet eredménye alapján.

A berendezés üzembiztonságára vonatkozó adatok

Összes üzemeltetési idő	2472 óra = 100%
Ezen időből a berendezés szemcse elakadása miatt állt (két alkalommal)	24 óra = 0,97%
áramkimaradás miatt (két alkalommal)	8 óra = 0,32%
szállítóvezeték kopása miatt (egy alkalommal)	51 óra = 2,06%
Összesen.....	83 óra = 3,35%

A szemcse elakadását a berendezés felső füstgázhőcseretér feletti lemezből készült részéről lehulló szennyeződés okozta, mely a két hőcseretér közötti szemcse átfolyócsövét eltömte. Ez új berendezésben — a felső résznek samottal való kifalazásával — megszűnik.

A szemcseszállító vezeték alsó vékony lemezből készült kúpkönyökös része, ahol a homokszemcse a szállítócsőbe befolyik és a légáram a homokszemcsét felkapja, konstrukciós hiba miatt kb. 5 hónapi üzem után kilyukadt (a vékony cső fala itt 2 mm volt). Ezen a vezetékdarab helyes méretezésével a fal és homok közé ütközés nélküli áramlási feltételek biztosításával, a csőszakasz kopásállóbb anyagból való elkészítésével és gyors cserélhetőségének megoldásával lehet segíteni. Egyébként a berendezésen — ezen szakasz kivételével — kopást stb. nem észleltünk, ami a berendezés idő előtti elhasználódására mutatna.

A kemence gázfogyasztásának változásával jelentkező füstgázmennyiség változások, továbbá a kemence ajtajának nyitogatása, a huzatviszonyok megváltozása nem okozott észrevehető, illetve mérhető szemcsekihordást.

A berendezés a kemence munkaterébe történő anyagberakás és kiszedés alatt, illetve kivételesen előforduló nagy hőmérsékletváltozás mellett is közel egyenletes hőmérsékleten szolgáltatta a meleg levegőt. Végeredményben a berendezés üzembiztonsága kielégítő volt, ami az eddig szerzett tapasztalatok alapján tervezendő új berendezésnél növekedhet.

A berendezés kezelése különösebb képzettséget nem igényel. A kezelési utasítások pontos betartása mellett a berendezés belső tisztántartását a kezelő személyzet végezheti.

A továbbiakban a berendezéssel végzett értékelő kísérleti mérések legjellemzőbb átlagos eredményeit foglaljuk össze [14]:

Füstgázmennyiség	550—850	Nm^3/h
A bemenő füstgáz hőmérséklete	560—750	°C
A kimenő füstgáz hőmérséklete	240—340	°C
A füstgáz átlagos sebessége	2,7—4,4	m/s
Levegőmennyiség	440—960	Nm^3/h
A hevített levegő hőmérséklete	370—440	°C
A levegő sebessége a szállítócsőben	5,5—15,7	m/s
A berendezésben óránként áthaladó homok mennyisége	600—1400	kg/h
A felhevített homok hőmérséklete	400—510	°C
Nyomásesés a szállító berendezésben a levegő hőcseretérig	60	mm v. o.
A termelő időszak alatt a kemencében elégett generátorgáz mennyisége:		
hőcserélő nélkül	310—430	Nm^3/h
hőcserélővel	140—230	Nm^3/h
hőátadási tényező a levegő-hőcseretérben	250	$kcal/m^3h°C$
hőátadási tényező a füstgáz-hőcseretérben	384	$kcal/m^3h°C$

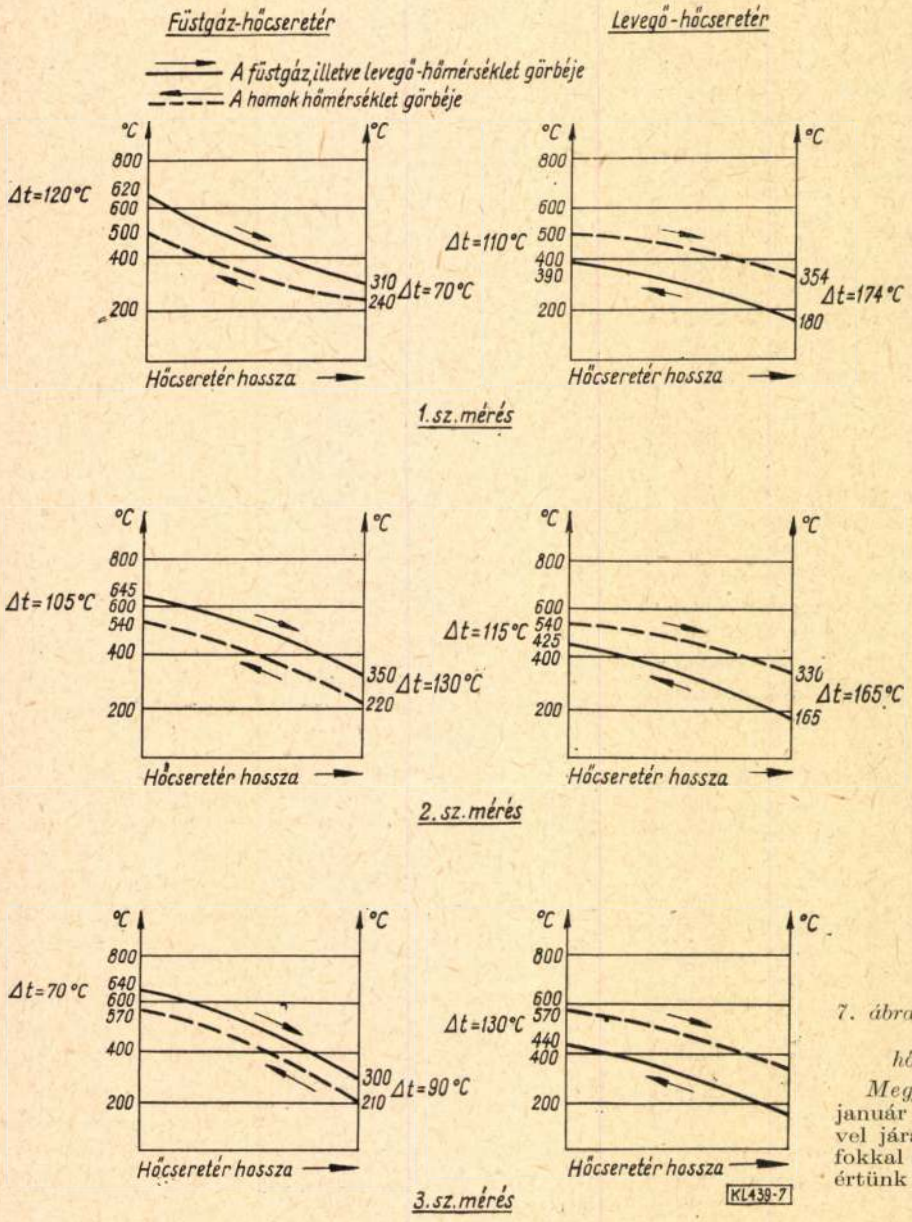
A mérési eredményekből arra következtethetünk, hogy pl. 1200°C hőmérsékletű bemenő füstgáz esetén 800—850°C lesz az előmelegített levegő hőmérséklete.

A berendezés gazdaságossága

A gazdaságosságra legjellemzőbb adat a megtakarított tüzelőanyag mennyisége. A kemence — amelyhez a hőcserélőt kapcsoltuk és kb. fél évig üzemeltettük — hőcserélő nélkül 310—430 Nm^3/h generátorgázt fogyasztott. Gazdaságossági számításunkban a legalacsonyabb értékként szereplő 310 Nm^3/h mennyiséget vettük alapul. Az apró szemcsés hőcserélővel dolgozó kemence gázfogyasztása méréseink szerint 140—230 Nm^3/h volt; a gázmegtakarítás 25—54%.

A berendezés értékelésére jellemző adat a füstgáz- és hevített levegő hőmérséklete közötti különbség időszakonkénti nagysága, illetve változása.

Az első üzemi kísérleti mérésünk alkalmával — melyet 1954-ben a Vörös Csillag Traktorgyárban végeztünk — ez az érték 365°C volt. Az ugyanitt végzett sorozatkísérletek alkalmával a hőmérséklet különbség 280°C-ra csökkent, a Csepel Vas- és Fémművekben pedig 1958. évben 200°C hőmérsékletkülönbség alatti értéket sikerült elérni *(7. ábra)*.



7. ábra. A füstgáz-, illetve levegőhőcseretérben kialakult hőmérsékletviszonyok ábrája

Megjegyzés: A hőkicserélőt 1963. január hónapban 1000 Nm^3/h levegővel járatva a fenti 41,8%-os hatásfokkal szemben 43,9%-os hatásfokot értünk el.

Ugyanitt, ugyanazon a berendezésen, de megnövelt, 1000 Nm³/h levegőterhelésnél a hőmérséklet különbség már csak 187°C volt. A felsorolt adatokból megállapítható, hogy a berendezés az évek során folytonos fejlődő technológiával jó eredménnyel és gazdaságosan működött.

A berendezés gazdasági eredményeit féléves üzemi kísérleti mérések alapján az *1. táblázatban* összeállított hőmérlegbe foglaltuk össze [14].

1. táblázat

A féléves üzemi kísérlet eredményei

	kcal/h	%
a) Hőbevétel:		
füstgáz hőmennyisége ...	143 640	97,9
levegő hőmennyisége	3 340	2,1
Összesen	146 980	100,0
b) Hőkiadás:		
a hevített levegő hőmennyisége	61 100	41,8
füstgázzal távozó hőmennyiség	67 500	46,0
falveszteség	16 220	11,0
tömörítetlenségi veszteség, illetve maradéktag	2 160	1,1
Összesen	146 980	100,0

$$\text{A léghevítés hatásfokas} \frac{61\,100 \cdot 10}{146\,9800} = 41{,}8\%$$

A generátorgáz 1959. évi ára 18 fillér/1000 kcal; a berendezéssel elért legkisebb gázmennyiségmegtakarítás 20%; az átlagos gázfogyasztás 310 Nm³/h. Az évi energiaköltség 271 000 Ft. A megtakarítás ennek 20%-a, tehát 54 000 Ft. Amennyiben 12 órás szakaszos üzem helyett folytonos üzemmel, vagyis 7000 üzemórával számolunk, a minimális gázköltség megtakarítás évente 108 000 Ft lenne.

A berendezés létesítési költsége a Csepel Tervező Iroda kalkulációja szerint kereken 120 000 Ft (1962. évi adat). A létesítési költség tehát szakaszos üzem esetén 14, folyamatos üzem esetén 7 hónap alatt térülne meg.

Megjegyzendő és a berendezés sarkalatos előnyének tekinthető az a körülmény, hogy amennyiben a gáz áramlási sebességét az eredetileg számított 2,7 m/s-ról kétszeresére, vagyis 5,4 m/s-ra növeljük, ugyanazon berendezés teljesítőképessége kétszeresére növekszik, az amortizációs idő tehát a felére csökken. (Az 1959. évi 1000 Nm³/h levegő teljesítmény mellett végzett kísérletek alkalmával ezt az eredményt sikerült is elérnünk.)

Egyéb, hasonló berendezésekkel való összehasonlítás céljából idézzük *Schack* adatait [23], mely szerint ideálisnak mondott samott idomtéglás regenerátor 1200°C hőmérsékletű füstgáz és 800°C hőmérsékletű hevített levegő esetén — tehát 400°C hőmérséklet különbség mellett — 224 000 kcal/h teljesítménnyel dolgozik, a regenerátor alapterülete 1 m², magassága 16 méter.

Nyickevics [24] szerint 1083°C belépő füstgázhőmérsékleten egyenáramú előmelegítővel 428°C levegő hőmérsékletet értek el. Ehhez azonban az előmelegítő belső felületét 25% Cr és 16% Ni tartalmú, külső felületét pedig 18% Cr és 8% Ni tartalmú acéllemezekkel burkolták.

Ezzel szemben az aprószemcsés hőcserélő élettartama ötvözetlen acéllemez használata mellett az eddigi üzemi vizsgálatok alapján 5—6 évre becsülhető.

Összefoglalás

A közölt vizsgálati eredmények ismeretében felbecsülhetők azok az előnyök, melyeket az aprószemcsés hőcserélő alkalmazása nyújt annak ellenére, hogy a berendezéssel eddig végzett kísérletek eredményeiből más berendezésekkel való egyértelmű összehasonlításra érvényes következtetések jelenleg még nem állapíthatók meg.

A berendezés mai típusának további műszaki fejlesztése a gáz áramlási sebességének növelésére és homok süllyedési sebességének csökkentésére irányulhat; e téren még érdemleges fejlődés várható.

A berendezés előnyei: Rövid idő alatt üzemképes állapotba hozható. A hőegyensúly hosszas felfűtés nélkül beáll. A terhelés ingadozásokhoz könnyen alkalmazkodik. A levegő vagy homok kimaradása a berendezés állapotára nincs kihatással.

Szabályozása a hőátadás tekintetében gyors. A hőátadást közvetítő szemcsék tetszés szerinti hőállóságú anyagból választhatók. A levegő és bizonyos esetekben a füstgáz hőmérséklete az eddigi berendezésekkel elért hőmérsékletek fölé emelhető. A berendezéshez nincs szükség bonyolult automatikára, műszerezése minimális és kezelése külön személyzetet nem kíván.

Az előmelegítés hőmérséklete a körfolyamatban résztvevő szemcsék sebességének, illetve a szemcsék nagyságának változásával folyamatosan és pontosan beállítható. A szemcsék esési sebessége a tervezés során előre megszabható, ezáltal a szemcséknek a hőátadó térben való tartózkodási ideje tetszés szerint változtatható. Ez lehetővé teszi a homok és a füstgáz közötti igen kis hőmérsékletkülönbség beállítását, mellyel a berendezés hatásfoka jelentősen javítható.

IRODALOM

[1] OMFB tanulmány: A hulladékhő hasznosítás további lehetőségei, feltételei és főbb megoldások műszaki-gazdasági mutatói hengerműi kemencéknél. 1965.

[2] *Csuhanov:* A szilárd tüzelőanyagok teljes energiatechnológiai kihasználása. Za ekonomijú topliva. 1950.

[3] *Fürst:* Gyenge minőségű szilárd tüzelőanyagok komplex energetikai kihasználására irányuló kutatások a Szovjetunióban. Magyar Energiagazdálkodás 1951. VI.

[4] *Hudjakov—Csuhanov:* Gázban lebegő szilárd részecskék hőcseréje. Dukladu Akadémii Nauk. 1951. 5.

[5] *Lebegyev:* Elektromos telepek szénporelőkészítése. Moszkva. 1949. 352. old.

[6] *Glaser:* Der Regenerator mit bewegter Speichermasse. 1951. Forschung 17. 1. 9—15. old.

[7] *Gums:* Tetszőleges alakú részecskék esési sebességének számítása. Arch. für Ges. Wärmetechn. 1950. II.

[8] *Jakob:* Heat transfer 1. kötet; New York: I. Willey et Sons 1950. 758 old.

[9] *Norton:* Ceram. Soc. (1946) 187—193. old. G. W. F. 1951. 331—332. old.
[10] *Stuke:* Hengeres és gömbalakú hőtároló anyaggal működő regnerátorok hőcseréjének számítása. München. Angewandte Chemie. 1948. 262—268. old.
[11] *Bown:* Gázturbinák III. Cook and Gas. 1952. jún. 201—207. old.
[12] *Dreyer:* Über der Wärmeübergang von Gasen in Schwebekörper. Feuerungstechnik 29 évf. 1941. 3. 60—62. old.
[13] *Foerst:* Ullmans Encyklopedie über der Technischen Chemie. 3. kiadás. 1 kötet: Wicks, E-Römer: Chemischer Apparatbau u. Verlehrenstechnik, München 1951. XII. 1011. old.
[14] *Gerencsér—Kun:* Zárójelentés a Csepel Vas- és Fémmű Vörösrézhengerművében felállított Kun-féle aprószemcsés hőcserélőn eddig végzett mérésekről és ezek kiértékeléséről. 1958. dec.
[15] *Kun:* Aprószemcsés hőátadó eljárás és berendezés HŐKI. A hőenergiagazdálkodás területén végzett kutatások egyes kérdéseiről. 1959. évi jubileumi k. 216—235. old.
[16] *Hargittay:* Kísérletek aprószemcsés hőcserélő anyaggal működő regenerátorral. HŐKI. 1952. okt.
[17] *Kun:* Az aprószemcsés hőcserélő rendszer elméleti és gyakorlati alapjai. HŐKI. 1952. okt.
[18] *Makoldi—Hargittay—Kun:* Az aprószemcsés hőátadó berendezés kialakításával kapcsolatos kutatásokról. HŐKI. 1954. okt.
[19] *Makoldi—Csorba:* A Vörös Csillag Traktorgyárban rekuperátorral, illetve aprószemcsés léghevítővel összekapcsolt két edzőkemencéjének üzemi vizsgálatáról, valamint az aprószemcsés léghevítővel végzett tartós üzemi vizsgálatok eredményeiről. HŐKI. 1956. jún.
[20] *Kun:* Jelentés az aprószemcsés hőcserélő hőtechnikai és főbb méretezési számítási módozatairól. HŐKI. 1960.
[21] HO—377 lajstromszám: 1678. Hőátadási eljárás és berendezés. (145341 szám 1959. okt. 15.) HO—438 lajstromszám: 1699. Javítások hőátadó eljárásokon és berendezéseken. Ku—165 Penumatikus berendezés szemcséknek szemnagyság szerint való szétválogatására.
[22] *Dr. Wieser:* Az aprószemcsés hőcserélő berendezés pneumatikus szállítási részlegére vonatkozólag egy új típusú berendezés tervezéséhez szükséges adatszolgáltatás. 1958.
[23] *Schack:* Der Industrielle Wärmeübergang Düsseldorf 1964.
[24] *Nyickevics:* Hőenergia gazdálkodás Vaskohászati üzemekben. Műszaki Könyvkiadó, 1958.

Szabványosítási hírek

Felhívjuk olvasóink figyelmét a Magyar Szabványügyi Hivatal által a közelmúltban jóváhagyott alábbi kohászati tárgyú szabványokra és hozzászólásra kibocsátott szabványtervezetekre.

SZABVÁNYOK

MSZ 105/7. lap—67 (Az MSZ 105/7. lap—50 helyett) *Acélok és fémek. Szilárdsági vizsgálatok. Nyírővizsgálat.* A szabvány KGST ajánlás alapján készült és elsősorban szegecsek és csavarok, ill. ezek huzaljai nyírószilárdságának meghatározására szolgál.

MSZ 105/25. lap *Acélok és fémek. Szilárdsági vizsgálatok. Bemetszett próbatest ütővizsgálata nagy hőmérsékleten.* A szabvány acélok szobahőmérséklet feletti, de max. 1000°C hőmérsékleten, bemetszett próbatesten mért ütőmunkavizsgálatára vonatkozik.

MSZ 338—67 (Az MSZ 338—52 helyett) *Hengerelt félköracél.* A szabvány 6-féle szelvényméret előírásait tartalmazza.

MSZ 4313—67 (Az MSZ 4313—51 helyett) *Hengerelt élessarkú egyenlőtlenszárú L-acél.* A szabvány 3-féle szelvényméret előírásait tartalmazza. A gyártási hosszúság 4—8 m-re változott.

MSZ 5999/1. lap—67 (Az MSZ 5999/1. lap—63 helyett) *Acélok és fémek. Hajtogatóvizsgálat huzalokon.* A szabvány KGST és ISO szabványajánlás alapján készült és 0,5 mm s ennél vastagabb huzalok szobahőmérsékleti hajtogatóvizsgálatára vonatkozik.

MSZ 5999/3. lap—67 (Az MSZ 5999/3. lap—58 helyett) *Acélok és fémek. Csavaróvizsgálat huzalokon.* A szabvány KGST és ISO ajánlás alapján készült és 0,5 vagy nagyobb átmérőjű, ill. vastagságú huzalok csavaróvizsgálatára vonatkozik.

TERVEZETEK

MSZ 64/2. lap T *Réz. Lemezek, csíkok, tárcsák és szalagok mechanikai és villamos tulajdonságai.* A szabványtervezet az MSZ 64/1. lap—66 szerinti rézminőségekből készült melegen és hidegen hengerelt lemezek, csíkok, táresák és szalagok mechanikai és villamos tulajdonságaira vonatkozó előírásokat tartalmazza.

MSZ 64/3. lap T *Réz. Rudak mechanikai és villamos tulajdonságai* A szabványtervezet az MSZ 64/1. lap—66 szerinti rézminőségekből készült sajtolt és húzott rudak és idomrudak mechanikai és villamos tulajdonságaira vonatkozó előírásokat tartalmazza.

MSZ 64/4. lap T *Réz. Csövek mechanikai és villamos tulajdonságai.* A szabványtervezet az MSZ 64/1. lap—66 szerinti rézminőségekből készült húzott csövek mechanikai és villamos tulajdonságaira vonatkozó előírásokat tartalmazza.

MSZ 64/5. lap T *Huzalok mechanikai és villamos tulajdonságai.* A szabványtervezet az MSZ 64/1. lap—66 szerinti rézminőségekből készült hengerelt, sajtolt és húzott huzalok mechanikai és villamos tulajdonságaira vonatkozó előírásokat tartalmazza.

MSZ 770/1. lap T (Az MSZ 7336—60, 8810—52 és 8812—63 helyett) *Sárgaréz alakítás céljára. Anyagminőségek.* A szabványtervezet az előtermékek és félgyártmányok előállítására használt képlékenyen alakítható, kétalkotós, ólomtartalmú, különleges, nagyszilárdságú és forrasztó-sárgaréz minőségek vegyi összetétele előírásait és jelölési módját tartalmazza. A tervezet a KGST tárgyban kiadott szabványajánlásának figyelembevételével készült és összesen 24 anyagminőséget tartalmaz.

MSZ 2668 T (Az MSZ 2668—53 helyett) *Acélok nemfémes zárványainak metallográfiai meghatározása.* A szabványtervezet a 3 mm és nagyobb szelvényvastagságú, ill. átmérőjű hengerelt, kovácsolt, sajtolt vagy húzott acélok nemfémes zárványainak metallográfiai meghatározására vonatkozik. A tervezet KGST szabványajánlás alapján készült és a *Diergarten*-etalonsoron alapszik.

MSZ 3714/1. lap T (Az MSZ 3714—63 és 7334—61 helyett) *Ötvözött alumínium alakítás céljára. Anyagminőségek.* A szabványtervezet KGST ajánlás alapján készült és 21 alumíniumötvözet vegyi összetételi előírásait tartalmazza, melyek közül az AlSi1MgCu, AlCu2Mg2NiSi és AlCu2SiMn minőségek újak.

HATÁLYTALANÍTÁS

MSZ 2614—52 *Szabványos acélok foszfor- és kéntartalma.*
MSZ 5721—52 *Acéltűzszekrénylemez gőzmozdonyhoz.*
MSZ 5739—52 *Kazán- és keretlemez gőzmozdonyhoz.*

K. E.

A gázcementálás fejlesztése

NEMÉNYI REZSŐ okl. gépészmérnök

DK 662.76.032+621.785.5

Magyarországon a gázcementálásnak mintegy 15 éves múltja van. Az utóbbi 10 évben azonban nem tapasztalható jelentős fejlődés ezen a területen.

A gázcementálás fejlesztése két úton haladt. Az egyik, a folyékony szénhidrogének, pl. alkohol, lakkbenzin stb. közvetlen beadagolása a kemencébe. A másik a gázgenerátort igénylő „hordógázos" eljárás. Hazánkban ma kizárólag az első eljárás szerint működnek a gázcementáló kemencék. Ezzel szemben a fejlett ipari államokban, elsősorban a hordozógázos eljárást fejlesztik.

A tanulmány célja, hogy röviden rámutasson a gázcementálás közismert előnyeire, a hagyományos módszerekkel való cementálással szemben. Elemezze a gázcementálás említett két iránya közti különbségeket, s egyúttal a másik módszert, a generátorral előállított gázzal való cementálást részletessen ismertesse.

A cementálási eljárások helyes elvi csoportosítása

A cementálás szilárd, folyékony vagy gáznemű közegben végezhető. Ilyen alapon három eljárást szokás megkülönböztetni:

a) hagyományos szilárd közegben való cementálást,

b) sófürdőben való cementálást,

c) gázközegben való cementálást.

Bármilyen rendszerű cementálás során a munkadarab felülete és a cementálóközegből képződött gázlégkör között három részfolyamatra bontható reakciónak kell lefolyni:

1. A cementálási hőfokon a munkadarab közvetlen környezetében elegendő mennyiségű atomos karbonnak kell képződnie.

2. A gázlégkörből kivált atomos karbon megtapad a munkadarab felületén. Ez a karbon felületi adszorpciója.

3. A felületen már megkötött (megtapadt) karbon bediffundál a darab belseje felé. Ez a karbondiffúzió.

A cementáló eljárásokat elvileg helyesebb aszerint csoportosítani, hogy a cementálógáz előállítása és felhasználása egy és ugyanazon helyen történik-e vagy sem.

A szilárd és a cseppfolyós kiinduló cementáló közeg esetén, tehát a hagyományos „dobozos" cementálás során és a közvetlen adagolású folyékony szénhidrogéneket felhasználó eljárásnál is, a gázt sófürdőben a felhasználási helyen, a munkadarab közvetlen közelében állítják elő. Ez azért hátrányos, mert így nem oldható meg tökéletesen a cementálóhatás ellenőrzése és irányítása.

A tulajdonképpeni gázcementálás során külön generátorban állítják elő a gázt és egy külön térben használják fel, így a két folyamat időben is és térben is elválasztható. A lejátszódó folyamatok irányíthatók és menetközben ellenőrizhetők.

A kétféle gázcementáló eljárás összehasonlítása

A szilárd közegben való cementáláshoz képest a folyékony szénhidrogéneket felhasználó közvetlen adagolású rendszernek is vannak előnyei. (Kisebb a cementálószer igény (kg/kg acél), nincs szükség cementálóedényekre. Felszabadul azon hely egyrésze, ahol eddig a dobozokat tárolták, csomagolták és bontották. Kisebbek az energiaköltségek, mivel nem kell felmelegíteni a cementálóedényeket és a cementálószert csak magát a munkadarabot. Javul a kemencék kihasználhatósága (t/m²/óra) és kihasználási hatásfoka, mivel a hasznos terhelés az összes terhelés nagyobb %-a, épp a cementálószer és a cementálóedények elmaradása miatt. Gyorsul a munkafolyamat, mert elmarad a por és piszok, ami a szilárd közegben történő cementálás velejárója.)

Minden cementáló eljárás során a gáz cementálás attól függ, hogy szilárd, cseppfolyós vagy gáznemű a kiinduló cementálószer. Minőségi különbség ott jelentkezik, hogy egy helyen, egy térségben állítják-e elő, ill. használják-e fel a gázt vagy sem.

Ha a gázt a munkatérben állítják elő, s nem egy generátorban — folyékony szénhidrogének vagy pl. szilárd cementáló közeg esetén — azonos feltételek közt történik a cementálás. Mindkét esetben az előállított gáz összetétele a cementálószer milyenségétől függ és nem befolyásolható lényegesen. A cementálótérségben — dobozokban vagy kemencékben — a karbonpotenciál és a munkadarabok felületi karbonkoncentrációja, csak kevéssé irányítható.

A generátoros gázcementálás (hordozógázos eljárás)

Gázcementálás céljaira alapgázként a földgáz, a világítógáz és a szénhidrogének, pl. propán, bután stb. a legalkalmasabbak. Ezek tisztán alkalmazva a cementálandó darab felületén elbomlanak és a karbon korom formájában kiválhat, s ez a további diffúziót gátolja. A koromképződés elkerülésére, a sok szénhidrogént tartalmazó gázokat hígítani kell, amire égési gázokat használnak. Tökéletes elégéskor az égéstermék CO_2, H_2O, N_2 tartalmú. Minél kevesebb levegő áll azonban az égéshez rendelkezésre, azaz minél kevésbé tökéletes az égés, annál több éghető gázt (CO, CH_4, H_2 stb.) is tartalmaz az égéstermék.

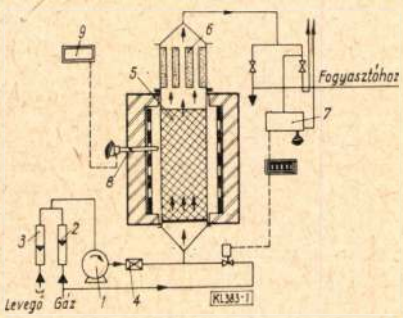
Ha a tökéletes égést biztosító levegő mennyiségének csak a fele vagy ennél kevesebb van jelen, az égési folyamat csak úgy tartható fenn, ha kívülről meleget vezetnek a rendszerbe. Az így keletkezett gáz, az „endotherm-gáz".

A generátor propánból vagy butánból stb., mint alapjából és levegőből endotherm úton állít elő megfelelő hordozógázt, vagyis az alapgázt égetett gázokkal hígítja. Mivel a részleges égés során a reakcióhoz hőre van szükség, a generátor retortáját fűteni kell. Erre a célra bármely fűtőgáz, így a földgáz, világítógáz stb. is megfelel.

A generátor a hordozógáznak akkor is állandó koncentrációt biztosít, ha a felhasználás mértéke vagy a csatlakozó vezetékekben a gáznyomás ingadozik.

A generátor működési módja

A generátor működését az *1. ábrán* mutatjuk be:



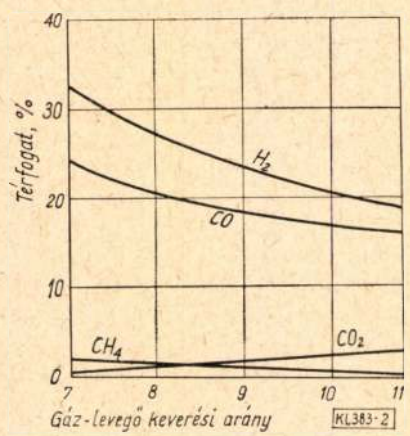
1. ábra. Az endotherm generátor elvi vázlata

Az *1* kompresszor a *2* áramlásmérőn és a *3* nyomásmérőn át szívja be a nyert alapgázt és levegőt, majd a *4* lángvisszacsapás-gátlón keresztül nyomja be a gáz-levegő keveréket az *5.* nagyhőmérsékletű, 1000—1100°C-os retortába. Itt az alapgáz-levegő keverék nikkeloxid katalizátoron át reagál. A retortában keletkezik a hordozógáz, mely a retorta elhagyása után a *6* hűtőben hűl le és egyensúlyi állapotban hagyja el a hűtőt. A retorta hőfokát *8* hőelem méri és a *9* műszer jelzi, illetve szabályozza. A hordozógáz egyrésze a *7* harmatpont-vizsgálóba kerül.

A hordozógáz kívánt összetételét az alapgázon kívül a katalizálási hőmérséklet, továbbá az alapgáz és levegő keverési aránya szabja meg. Ez hat a harmatpontra is.

Ha az alapgáz tiszta (min. 97%-os) propán, a levegővel való katalitikus reakció eredményeképp kialakult gázlégkör százalékos összetételét a keverési arány függvényében a *2. ábra* mutatja. A gázlégkör ábrán nem jelölt komponense a nitrogén.

A cementálógáz ellenőrzésekor és a gázlégkör beállításakor nem a gáz cementálókomponensei, hanem a cementálás szempontjából káros gázalkotók, a CO_2 és H_2O stb. játsszák a döntő szerepet. Ezek és a munkadarab felszíne közt ugyanis olyan reakciók játszódnak le, melyek a cementálóhatást leginkább befolyásolják.



2. ábra. Az endotherm úton kialakított gázlégkör összetétele

A CO_2 és H_2O a ferritet oxidálja, a karbontartalmú szövetelemeket pedig dekarbonizálja. Csökkenti a munkadarab karbonpotenciáját és késlelteti a cementálást. A gázlégkörben jelenlevő oxigén a cementálás során azonnal elhasználódik, s így a cementálás folyamatát nem befolyásolja.

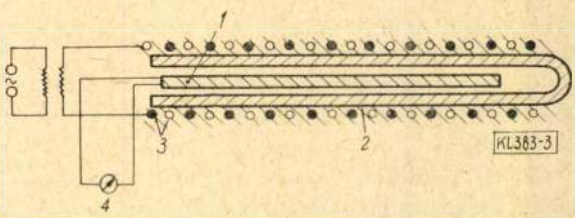
Minden ellenőrző vagy a gázlégkört szabályozó folyamat célja a munkadarab felületén kialakult karbonkoncentrációnak a szabályozása, mely a gázlégkör CO_2 és H_2O tartalmával van összefüggésben. A kettő közül a vízgőz (H_2O) tartalmát könnyebb mérni: az atmoszféra harmatpontjának ellenőrzésével.

A harmatpontmérő műszer

A generátor által előállított gázkeverék szabályozására feltétlenül szükséges harmatpontmérő berendezés, mely méri és regisztrálja a harmatpont változását, továbbá szabályozza a generátor által előállított hordozógáz összetételét. A műszer működése elengedhetetlen, ha tökéletes cementálásra törekszünk.

Harmatpont az a hőmérséklet, amelyen egy vízgőzzel telített gázból, a vízgőz „harmat" formájában kezd kiválni. A kiválás a gáz hőfokcsökkenése következtében indul meg. Ha a harmatpont ismeretes, a légkör nedvességtartalmára (H_2O) lehet belőle következtetni.

A lithiumkloriddal dolgozó harmatpontmérő műszer működési elve azon tényen alapszik, hogy a higroszkópos sót vízgőz éri nedvességet vesz fel, emiatt a só elektromos ellenállása a víztartalom függvényében megváltozik és melegítés hatására a nedvességtartalom elgőzölög belőle.



3. ábra. A harmatpontmérő műszer működési elve

A harmatpontmérő műszerben *(3. ábra)* vékony fém vagy üvegcsövet üveggyapot vagy szövet vesz körül. Az üveggyapotot átitatják lithiumkloriddal *2* és rátekercselnek két korrozióálló huzalt *3*. Ezek egy-egy elektroda szepét töltik be. Az elektródák nyitott végei közti ellenállás a higroszkópos lithiumklorid nedvesség tartalmától függően változik. A cső belsejében elhelyezett kb. 2 mm ∅-jű ellenállásmérő *1* a gázlégkör hőfokát méri. A hőfokot a *4* leolvasó regisztrálja.

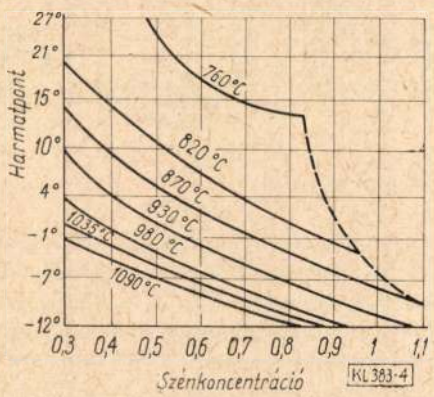
A felületi karbonkoncentráció és a légkör nedvességtartalma közötti összefüggést a cementálási hőfok függvényében a *4. ábra* mutatja.

A függőleges tengely a gáz harmatpontja, a vízszintes tengely a munkadarab felületi karbonkoncentrációja, paraméter a cementálási hőfok. A

három paraméter közti összefüggés az *1. táblázatban* látható.

1. táblázat

Ha állandó	esik	nő
a hőrmérséklet	a harmatpont	a karbon-koncentráció
	a karbon-koncentráció	a harmatpont
a harmatpont	a karbon-koncentráció a hőmérséklet,	a hőmérséklet a karbon-koncentráció,
a karbonkon-centráció	a harmatpont a hőmérséklet	a hőrméséklet a harmatpont.



4. ábra. A karbonpotenciál, harmatpont és cementálási hőfok közti összefüggés

A generátor és a harmatpontmérő műszer összműködése a következő:

A harmatpontmérő műszer közli a mért harmatpontot a generátor vezérlőberendezésével, mely az alapgáz és levegő keverési arányát úgy változtatja, hogy a harmatpont állandó maradjon. Tehát a vezérlőberendezés az alapgáz és a levegő keverési arányát szabályozza.

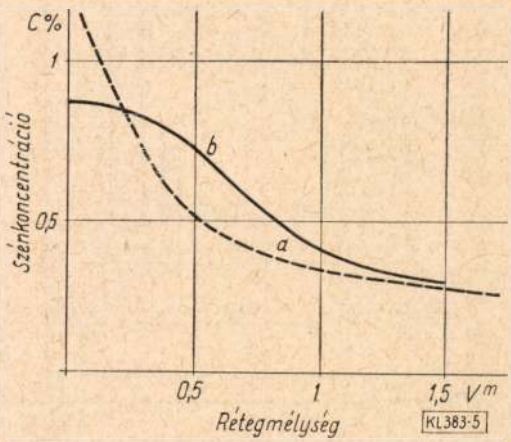
Az alapgáz és hordozógáz jellemző adatait a *2. táblázat* tartalmazza, különböző alapgáz esetén (egy 40 m^3/h hordozógázt szolgáltató geneátornál).

A generátor által szolgáltatott gáz, a „hordozógáz", egy átlagos karbonpotenciált biztosít. A karbonpotenciál növelésére — ha szükséges — ehhez propánt adagolnak; ha csökkenteni kell, levegőt.

A propánellátást külön palacktelep biztosítja. A propánra vonatkozó biztonsági előírások ugyanis megkövetelik, hogy a palacktelepet külön helységben állítsák fel. Rendszerint ikertelepet építenek, amíg a telep egyik oldala üzemel, a másik oldalon cserélik a kiürült propánpalackokat. A propánt folyékony állapotban szerzik be, s elgőzölögtető segítségével hozzák gáznemű állapotba. Egy-egy hazánkban forgalomba hozott palackban kb. 33 kg folyékony propán van. A palackokból lefejtett propán berendezést vagy elektromos úton vagy gázzal fűtik. Az így elgőzölögtetett gázalakú propánt reduktoron átbocsátják és ezalatt az időegységben rendelkezésre álló gázmennyiség szabályozható. Ha pl. az alapgázigény 3,3 m^3/h propán; ezt egy 2×2 palackos telep biztosítja, mivel ez kb. 6 m^3/h teljesítményű. Ez a palacktelep kb. 5—6 óráig látja el a generátort.

Az előírt felületi karbonkoncentráció biztosítása két módon lehetséges: Vagy olyan gázkeveréket állítunk elő, amely a cementálás egész folyamata alatt a kívánt karbonpotenciált biztosítja, vagy ennél nagyobb karbonpotenciált biztosító atmoszférát kell kezdetben kialakítani; ezáltal a cementálás meggyorsul. A légkör karbonpotenciáljának csökkentésével a kész gyártmány legkedvezőbb felületi karbonkoncentrációját a folyamat végén állítják be úgy, hogy a felületén levő karbon befelé diffundál. E két cementálási periódus a cementáló és a diffúziós periódus.

Az *5. ábra* a karbonkoncentrációt mutatja a rétegmélység függvényében e két periódus alatt. Az *a* görbe a cementálás végén, a *b* görbe a diffúziós periódus után készült.



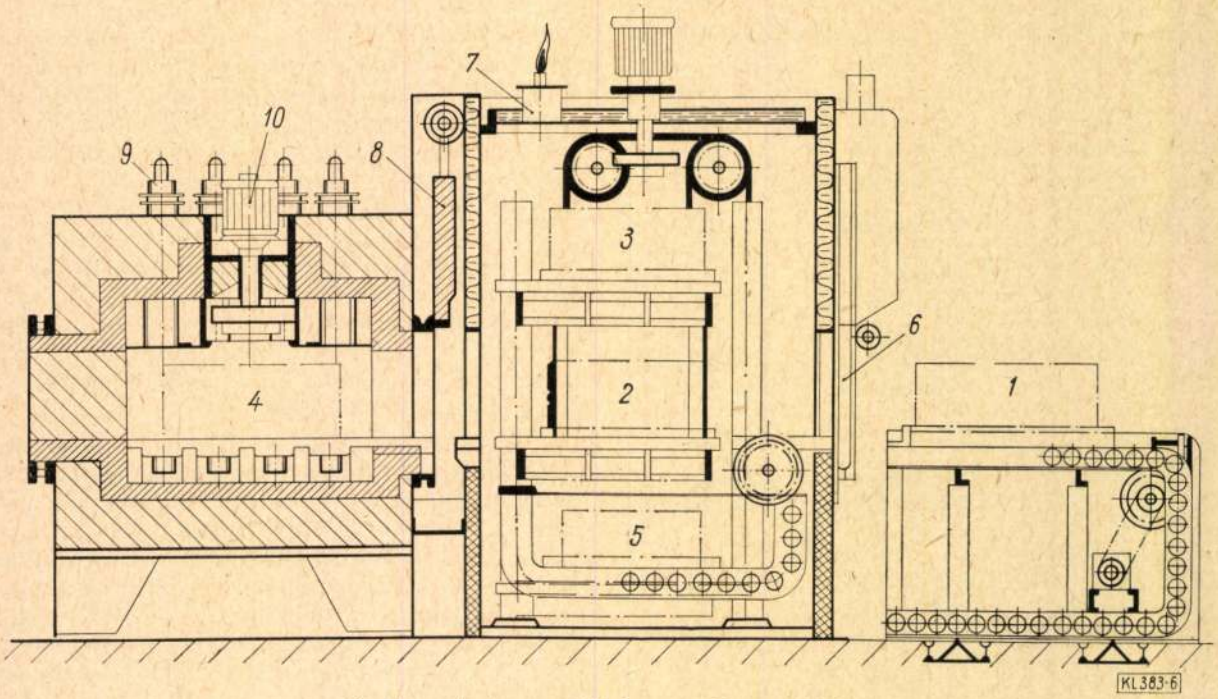
5. ábra. A karbonkoncentráció eloszlása a rétegmélység függvényében a cementáló, ill. diffúziós periódus alatt

A berendezés általános leírása

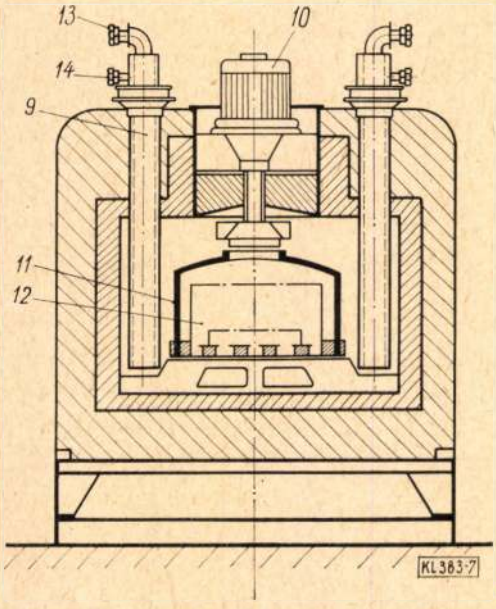
A továbbiakban egy korszerű cementáló-edzőberendezést kívánunk röviden ismertetni, mely a betétedzés összes segédműveletét elvégzi. Így az előzetes zsírtalanítást, az edzést követő megeresztést, a munkadarab mosását, öblítését stb.

2. táblázat

Alapgáz	Alapgáz-igény, m^3/h	Levegőigény, m^3/Nm^3 gáz	Hordozógáz-hozam Nm^3/Nm^3 alapgáz	A hordozógáz összetétele		
				CO, %	H_2, %	N_2, %
Világítógáz	24	0,6	2	15—20	50—60	Maradék
Földgáz	8	2,4	5	20	40	Maradék
Propán	3,3	8	13	23	31	Maradék



6. ábra. A gázcementáló kemence hosszmetszete



7. ábra. A gázcementáló kemence keresztmetszete

Főbb részei: A zsírtalanító berendezés, a generátor, a kemence, a harmatpontvizsgáló, a hűtőkád, és a légkavarásos megeresztőkemence.

A gázcementáló berendezés működése.

A berendezést az jellemzi, hogy az összes hőkezelési művelet, a hűtést is beleértve, védőgáz alatt megy végbe. Ezáltal fényes, dekarbonizációmentes felület adódik.

A kemence főbb részei (a *6. ábra* jelöléseivel):

1 adagolóasztal
2 zsilip vagy hűtőkamra
3 hűtőtér
4 gázcementálótér
5 hűtőkád.

A *2* zsilip vízhűtéses, a tetején egy szelep van a túlnyomás elvezetésére. A *8* közbenső ajtó választja el a *2* zsilipet a *4* cementálótértől és a *6* ajtó a külső légtértől. A cementálótér tetején a sugárzócsövek láthatók és a *10* ventillátor.

A kemence keresztmetszete a *7. ábrán* látható. *9* sugárzócsövek melegítik a *11* tokban levő *12* rakodókosárba helyezett anyagot. A légcirkulációt *10* ventillátor biztosítja. A sugárzócsövekbe a gáz, ill. a levegő a *13*, ill. *14* helyen lép be.

A kemencében minden anyagmozgatás önműködően megy végbe, villamos hajtással, olajhidraulikát vagy pneumatikát nem alkalmaznak, nehogy a kemenceüzemet a gázlégkör miatt bonyolúlttá tegye. Nem feltétlen szükséges, hogy a munkadarab a kemencén való áthaladás közben az összes térséget érintse, egyes állomások kihagyhatók menetközben. A folyamat a 6. ábrán követhető.

A munkadarab először a rakodóasztalon levő adagolóasztalra kerül. Innen önműködően jut át a zsilipnek nevezett zárt térbe. A zsilip két oldalán a már említett pontosan záró két ajtó van, alján pedig a hűtőkád. Amint a hőkezelt anyaggal megrakott *3* rakodókosár a felső helyzetbe kerül, védőgázzal öblítik, s így megszabadítják a magával hozott levegőtől.

A zsilip egyik feladata, hogy a betétből és az adagolókosárból a levegőt teljesen ki lehessen hajtani, s ezzel a kemence légkörének szennyezettsége megakadályozható legyen. Innen a *2* helyzetből kerül át a cementálandó anyag a tulajdonképpeni gázcementáló térbe. A sugárzócsöveket a kemence két oldalán helyezik el.

A tok a munkadarabokat a sugárzócső közvetlen sugárzásától védi. Cementálás után visszakerül az anyag a zsilipbe, és vagy edzik az *5* hűtőkádban, vagy lehűtik a *3* térben. A zsilip másik feladata tehát a cementálás utáni védőgáz alatt végzett hűtés biztosítása. Ha nem feltétlen fontos a védőgáz alatti hűtés, levegőn hűlhet a munka-

darab s nem kell a kemencét a hűlő munkadarabokkal lefoglalni.

Ha cementálás után nem edzik közvetlenül le a munkadarabot, a betétet a *3* helyzetbe emeljük s ott tartjuk. Ezalatt újabb betét juttatható be a cementálókemencébe. A zsilipben *3* hűtési sebességet beépített ventillátorokkal fokozzák. A zsilip kettősfalú, a két fal közt hűtővíz cirkulál; a víz hőfokát önműködő hőfokszabályozó vezérli.

A cementálás utáni lágyítást ugyanebben a kemencében lehet elvégezni a *4* térségben.

A gázcementáló kemencéből kihúzógép szállítja át a rakodókosarat a benne levő betéttel a motorikus láncfelvonóra. Ennek segítségével jut csúszósíneken a betét a *5* hűtőkádba.

Az olajáramlás mértéke és sebessége szabályozható. Az olaj 20°C-ig melegíthető; üzemi hőmérséklete 80—100°C. Az olaj melegítését merülő fűtőtestek biztosítják. A kád kb. 4 m²-es, vízzel hűtött. Állandó hőfokon tartandó az olaj, amit egy hőfokszabályozó biztosít. A rakodókosarakat a *4* kemencetérből gépi berendezés viszi át a *2* zsilipben levő süllyesztőrostályosra.

A kemencén belül az anyag mindig a rakodókosárban van. Ezt a kosarat kizárólag gépi úton mozgatják. Megrakása a görgőpályás adagolóasztalon történik (6. ábra 1 jelzés). Az adagolóasztal mozgatása gépi úton, sínpályán történik. Ugyanezen adagolóasztallal rakodják a zsírtalanító és megeresztő berendezést is.

A gázcementáló tér közepén levő ventillátor a védőgázt 10—15 m/s-es, viszonylag nagy sebességgel áramoltatja a rakodókosárba elhelyezett betéten. Ezért egyenletes és gyors a melegítés.

A jó szigetelés miatt a kemence falának külső hőmérséklete max. 50—70°C. A belső falazat és a rakodókosár közt SiC-ből készült tok bizonyos irányított légkavarást is eredményez (7. ábra 5 jelzés). A falazat tűzálló sejttégla.

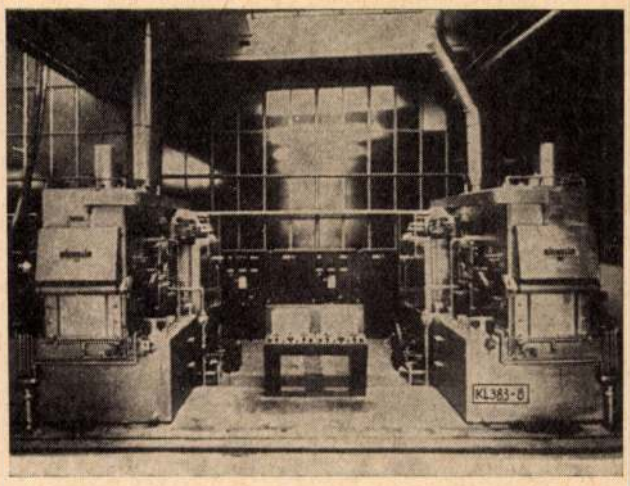
A kemence fűtési rendszere

Technológiai szempontból mindenképp szükséges, hogy a gázcementáló kemence fűtőtere el legyen választva a hőkezelt anyagtól. Ez ilyen nagyméretű kemencék esetén gazdaságossági szempontok és a tartósság miatt sugárzócsöves fűtéssel oldható meg.

Előnyei: Füstgáz nem szennyezi a hőkezelőüzem levegőjét. Egy-egy sugárzócső javítás céljából kiemelhető a kemencéből, s a javítás alatt nem kell leállni az üzemmel. Kevésbé érzékeny a vegyi behatásokra (cementálódás, kénfelvétel), mint a fűtőellenálláshuzal. A cső felváltva használható fűtésre és hűtésre is. A hőkapacitása igen nagy, s az elhasználódása minimális.

A sugárzócső függőleges helyzetű, köpenyes szerkezet, melybe felül vezetik be az égőgázt és a levegőt, mely a csőben keveredik és a körülötte levő köpenycsőből távozik el, mint füstgáz.

A gázkeverék nyomása a csőben kb. 300 mm vo. Ha a gáznyomás a hálózatban nagyobb, reduktor szükséges mielőtt a gázt a sugárzócsőbe bevezetik. Ha a nyomás kisebb ennél, nyomásnövelő fúvót kell beiktatni a hálózatba. Lényeges, hogy



8. ábra. A gázkemence

a cső hőmérséklete egyenletes legyen, azaz minél hosszabb szakaszon menjen végbe az égés.

A termikus hatásfok javítására szükséges, hogy az égéshez szükséges levegőt rekuperátorral melegítsék elő. A sugárzócső jó és gazdaságos működésének alapvető feltétele, hogy a fűtőgáz és levegő keverése megfelelő módon történjék. Más keverési arány kell teljes terheléskor és megint más üresjáratkor. A sugárzócsöves égőnek külön gyújtóberendezése van. A gyujtóégő vagy kézi működtetésű, vagy véglegesen beszerelt nagyfeszültségű égő. A gyujtóégő addig ég üzembehelyezéskor, amíg a kemence az üzemi hőfokot eléri.

A sugárzócsöves fűtéshez bármilyen gáz megfelel a 1500 kal/m³ fűtőértékű generátorgáztól a 10 000 kal/kg fűtőértékű butánig. Pusztán a gáz szennyezettségére vonatkozó megkötéseket kell figyelembe venni.

A *8. ábrán* a két kemence látható. A kettő közt van a vezérlőberendezés.

A CO_2 tartalom mérése

A kemencéhez tartozik még a kemence légkörét ellenőrző CO_2 elemző műszer. (Ez nem vezérel és nincs közvetlen kapcsolatban a generátorral, pusztán ellenőrzi a CO_2 tartalmat.) Azon az elven működik, hogy a több atomból álló gázoknak az infravörös sugárzás tartományában jellemző abszorpciójuk van. Ez az abszorpció adott berendezésben a gáz koncentrációjával arányos.

Minden gáz az abszorpcióképességének megfelelő hullámhosszon nyeli el legjobban az infravörös sugárzás alakjában a térfogatán áthaladó energiát. Ez az energiaveszteség egy infravörös sugárzásra érzékeny fotocellával mérhető.

A berendezéshez két küvetta tartozik. Ha mindkét küvettát az összehasonlító gázzal — pl. N_2-vel töltjük meg, a berendezés műszere nem mutat kitérést, mert mindkét mérőcella egyenlő energiát kap.

Ha azonban az egyik küvettában a vizsgált gázt bocsátjuk, az áthaladó infravörös sugárzási energia egy részét a gáz adszorbeálja. Az abszorpciós hullámhossz a gázra jellemző, s az abszorpció nagysága a koncentrációnak mértéke. A mérő-

követtára eső gyengített infravörös sugárzás tehát éppen az abszorpció miatt nem melegíti fel mindkét gázt azonos mértékben. Így az egyik oldal jobban felmelegedve egy membránra nyomást fejt ki. A membrán egy kondenzátor fegyverzetének távolságát változtatja, ez elektromos impulzust kelt, mely erősítőn keresztül regisztráló és írószerkezetet működtet.

Biztosító berendezések

Optikai vagy akusztikai jellegű riasztójelzés közli a személyzettel, ha valamilyen zavar támad, ha például a kemencehőfok az előírtat meghaladta vagy ha nincs energiaszolgáltatás.

Ha a gáz olyan térbe kerül, melynek hőmérséklete kisebb, mint a gáz gyulladási hőmérséklete, robbanási veszély áll fenn levegő jelenlétében, ha a levegő-gázkeverék meggyullad.

Kiegészítő berendezések a gázcementáló kemencéhez

A gázcementáló kemence kiegészítő berendezései a zsírtalanító-, mosó-, öblítőberendezés és a megeresztőkemence.

Gázcementálás előtt nemcsak a munkadarabokat, hanem a rakodókosarakat és a készülékeket is zsírtalanítani kell, nehogy lágyfoltos legyen a darab. Ugyanabban a berendezésben először zsírtalanítják a rakodókosárban levő munkadarabokat, majd öblítik. A két közeg ugyanott, de időben eltolódva éri a munkadarabot.

Esetenként meg kell állapítani, hogy zsírtalanítás és mosás után szükséges-e szárítás. Elsősorban a munkadarab alakjától, keresztmetszetétől és súlyától függ, hogy szükség van-e erre. Ha a zsírtalanítás és öblítés nagy hőfokon 70—90°C-on történik, a nagyobbméretű munkadarabok saját melegüktől megszáradnak. A kisebb méretűeket azonban szárítani kell.

Az öblítő-zsírtalanítógép adagolása ugyanazon adagolóasztal és tolóberendezéssel történik, mint a kemencéé. A zsírtalanító és mosótartály mintegy 1,5 m^3-es, felfűtésük 3—4 óráig tart, a szükséges hőntartás 60—80°C-on 5—20 perc. A fűtés közvetlen, a fűtőgáz a fürdőbe beépített csőrendszeren halad a mosó és a zsírtalanító berendezésnél egyaránt. A közvetlen fűtést a nagy energiaigény teszi szükségessé.

A megeresztő berendezés

A megeresztő berendezés légkavarásos, villamosfűtésű kamrás kemence, mely 500°C-ig használható. Az anyaggal megrakott kosarak ki- és berakása itt is ugyanazon berakóasztalról történik, mint a gázcementáló kemencénél. A kemence egyoldalas berakásra készült, tehát ugyanott szedik ki az anyagot, ahol berakják. A kosarakat görgőkön csúsztatják be a kemencébe. A kemencébe légkavaró ventillátort építenek.

A generátoros gázcementálás értékelése

A cementálógázt a cementálókemencén kívül, külön térségben a generátorban állítjuk elő. Ezáltal a gázlégkör beállítható és szabályozható.

Előnye az eljárásnak, hogy a cementálószer mennyiségileg és minőségileg is pontosan adagolható. A kéreg karbonkoncentrációja kézben tartható. Az egyenletes összetételű gázlégkör miatt a kemence bármely pontján azonos a rétegmélység és a felületi karbontartalom. Ebben az esetben nincs szabad cementit a kéregben. Csak annyi gáz kerül a kemencébe, amennyire feltétlen szükség van. A rétegmélység tűrése és a kéreg minősége jobban reprodukálható.

Hátránya az eljárásnak, hogy költséges és drága, csak folyamatos üzemben fizetődik ki, mert a beruházási költségek nagyok.

Gázcementálás folyékony szénhidrogének közvetlen adagolásával.

Hazánkban ez az eljárás terjedt el és ma kizárólagosan ezt az eljárást használják. Kis darabszám és egyedi gyártás esetén is gazdaságos. A gázlégkör itt úgy keletkezik, hogy folyékony, szerves vegyületet adagolnak be a cementálási hőfokon levő térbe, a cementáló kemencébe és ez a folyadék a helyszínen elgázosodik.

Közvetlen becsepegtetéssel történő cementálásra elsősorban a nyílt szénláncú vegyületek, mint a metán homológ sorai, az úgynevezett telített szénhidrogének (C_nH_{2n+2}) alkalmasak. A ciklikus vegyületek családjába tartozó zárt szénláncú „aromás vegyületek", pl. benzol, tuluol kevésbé használhatók. Ezek ugyanis hidrogén kiválása mellett a gyantásodásra erősen hajlamosak. Legjobban bevált a petróleum.

Előnye, hogy nem kell hozzá generátor. A beruházási költségek és az üzemköltségek kisebbek. A gáz előállítása egyszerű és olcsó. A cementálószer jól szállítható és nem helyigényes. A berendezés kezelése egyszerű. Az üzem tiszta. Egyedi gyártás estén viszonylag kisebb darabszámnál is gazdaságos.

Hátrányos, hogy a cementálószer drága. Az adagolás nehézkes. Viszonylag kis adagolás-különbség a cementálóhatásban nagy különbséget okoz. A beadagolt cseppek mennyisége és nagysága a helyi üzemi feltételektől függ. A munkadarab karbonpotenciálja s a kéreg karbonkoncentrációja nehezen szabályozható. A kéreg minősége eltér az ideálistól, mert túlcementálás történhet.

Összefoglalás

A korszerű gázcementálás előfeltétele, hogy ahol a gáz előállítása és felhasználása történik az két különálló helyiség legyen. Szükséges tehát egy gázgenerátor, amely a megfelelő összetételű gázt előállítja, s egy cementálókemence, mely adott szabályozott összetételű gázt kap. Csak így irányítható és tartható kézben a cementálás folyamata. Így azonos a kemence bármely pontján a felületi karbonkoncentráció és a rétegmélység és a kéreg minősége valóban elérheti az ideálisat.

A folyékony szénhidrogéneket felhasználó eljárás is termelékenyebb és olcsóbb, mint a régi hagyományos módszerekkel történő dobozos eljárás, de technológiai szempontból nem tökéletes.

Mindezekből az a végkövetkeztetés vonható le, hogy a gázcementálás korszerűsítése elsősorban a generátoros eljárás alapján célszerű.

IRODALOM

[1] *Fabó:* Gyakorlati tapasztalatok a gázcementálás területéről. MTI. 1955.
[2] *Gehrung:* Gasaufkohlungsanlagen. Prospekt der Fa. Aichelin.
[3] *Hancock:* Modern Case—Hardening Processes. Iron and Steel. 1956. 3.
[4] *Ipsen:* Automatische Steuerung für den endothermen Gasgenerator. Das Industrieblatt. 1956. 9.
[5, 6] *Jobaházi—Zoltai:* Cseppfolyós szénhidrogénekkel működő, közvetlen adagolású gázcementáló kemencék szénítőatmoszférája. Kohászati Lapok 1962. 3.
[7] *Dr. Konkoly:* Hőkezelés 1963.
[8] *Mey:* Gasaufkohlung. ZIF. Karl—Marx—Stadt. 1961.
[9] *Michel:* Das Aufkohlen von Stahl mit flüssigen Kohlenwasserstoffen. Das Industrieblatt. 1957. 10.
[10] *Pőcze L.:* A kohászati vegyelemzések új útjai. Kohászati Lapok 1964. 6.
[11] *Schmidt:* Die Erzeugung von Trägergasen für die Gasaufkohlung. HTM. Band. 11. Heft. 2.
[12] *Schmidt:* Neuere Erkenntnisse bei der Gasaufkohlung. HTM. Band. 9. Heft 1.
[13] *Stuhlmann:* Die Einsatzhärtung mit Gasaufkohlung. Fertigungstecknik. 1957. 4.

Műszaki és gazdasági hírek

Belgium és *Luxemburg* külkereskedelme bányászati és kohászati termékekből 1963—1965 között, 1000 t-ban (R):

Termékek	Behozatal			Kivitel		
	1963	1964	1965	1963	1964	1965
Vasércek	19 720	22 986	23 743	273	226	67
Mangánércek	223	271	310	2,5	2	7,5
Kőszén	7 834	7 255	7 243	2659	2575	1978
Koksz	3 892	4 312	4 063	485	404	511
Ócskavas	87	157	145	521	613	720
FeMn és FeSi	76	94	67	30	37	42
Nyersvas	492	304	245	142	70	81
Hengersori nyers bugák	29	202	151	52	68	38
Hengerelt féltermékek	130	175	93	412	669	765
Sínek	23	3,5	1,6	106	63	107
Hengerhuzal	143	169	176	378	439	537
Idomacél	123	149	158	3206	3508	3764
Lemez alapanyag	233	216	187	269	382	397
Lemez	195	238	234	1481	1768	2167
Ónozott lemez	8	8,4	10	164	170	136
Horganyzott és ólmozott lemez	4,8	6,1	6,4	325	355	334
Villamossági lemez	3,4	8,1	6,1	35	34	30
Acélcsövek, csőszerelvények	41	51	52	191	205	242
Öntött csövek	2,8	3,7	6,2	3,6	2,4	4,4
Huzal	7,8	11	11	280	303	318

St. u. E. 1966. 20.

*

Az *angol* Richard Thomas and Baldwins, valamint a *nyugatnémet* Hoesch szerződést kötöttek arra, hogy Angliában közösen felépítenek egy *spirális csőhegesztő* üzemet, melynek gyártmányait szoros együttműködéssel helyezik el a világpiacon. A tervezés munkáját és a fő berendezési tárgyak szállítását a Hoesch vállalta. Az üzem kapacitása kezdetben 400—965 mm átmérőjű hegesztett csövekből évi 30 000 t lesz. (R)

St. u. E. 1966. 20.

*

A Kohászati Lapok 1966. évi 31—34. oldalán *Robonyi Andor* és *Tömpe László* tollából megjelent Ötvözetlen acélok meleg-hidegalakítása című dolgozatot Nyugat-Németországban lefordították német nyelvre. (R)

St. u. E. 1966. 20.

*

A világon *elektronikus számítógépes vezérléssel* 16 folytatólagos hengersor működik (12 az USA-ban, 2 Angliában, 1 Japánban és 1 az NSZK-ban), továbbá ezzel van felszerelve 10 reverzáló hengersor is. 1965-ben az egész világon 156 figyelemre méltó hengersort rendeltek, melyből 13 előnyújtó blokksor, 6 durvalemez sor, 67 csőhengersor (ebből 43 csőhegesztő berendezés), 6 meleglemez hengersor (ezek közül 4 hengerpalást hosszúsága 1960—2135 mm), 42 hideghengersor (ebből 7 Sendzimir és 1-nek a hengerpalást hossza 1900 mm), 14 rúd és huzal hengersor. (H)

Iron and Steel Engr. 1966. 1. D33—D46, D51—54. old.

*

Nyugat-Japánban a Kawasaki Steel egy 1350-es, reverzáló blokk-brammasort helyezett üzembe. A soron 27,5 t-s tuskókat hengerelnek 250—295 méretű bugákká, vagy 295×1870×9055 méretű brammákká. A sor évi teljesítménye 2 millió t. (H)

Iron and Steel Engr. 1966. szept.

*

A *szovjet—olasz tudományos-műszaki együttműködés* keretében a Licensintorg és az Innocenti között megállapodás született különleges hideg csőhengersorok Olaszországban történő gyártására. (H)

Revue de Metallurgie 1966. okt.

Austenites acélok mágneses fázisainak vizsgálata

Dr. SZOMBATFALVY ÁRPÁD okl. gépészmérnök — TARDY PÁL okl. kohómérnök
Vasipari Kutató Intézet

DK 669.15.26.24—194 : 621.317.4

Előzmények

Ismeretes, hogy az austenites krómnikkel acélok rendszerint több-kevesebb ferromágneses fázist (ferritet vagy martensitet) tartalmaznak. Ennek mennyisége erősen kihat alakíthatóságukra, hegeszthetőségükre és korrozióálló tulajdonságaikra. Az austenites mangánacélok cementittartalma pedig a szívósságot rontja számottevően. Az austenites acélokban levő ferromágneses fázisok mennyiségével és jelentőségével az utóbbi években a szakirodalom elég sokat foglalkozott. A hegesztett szerkezetek, élelmiszer- és vegyipari berendezések átvételi feltételei mind gyakrabban tartalmaznak előírásokat a kívánatos vagy a megengedett legnagyobb ferrittartalmat illetően. Ezért az ilyen acélok gyártásával, alakításával és felhasználásával foglalkozó szakember számára fontos a ferromágneses fázisok mennyiségének ismerete.

A több irányból felmerült probléma megoldására Intézetünk Anyagvizsgáló Osztálya az elmúlt évek során részletesen foglalkozott ezzel a feladattal.

A különböző fizikai elveken alapuló eljárások és berendezések előnyeinek és hátrányainak egybevetésekor úgy találtuk, hogy a ferromágneses tulajdonságok vizsgálatával lehet a legpontosabban és legegyszerűbb módon meghatározni a ferrit, ill. a martensit mennyiségét. A kidolgozott vizsgálati módokról és az eddigi tapasztalatokról a következőkben kívánunk beszámolni.

Mágneses tulajdonságok vizsgálata

A kérdés feltevésekor rendelkezésünkre állt egy Schiltknecht-gyártmányú mágneses mérleg. Ezt a Kohászati Lapok egy régebbi számában már ismertettük [1]. A berendezéssel $\varnothing 1 \times 6$ mm méretű próbatest mágneses telítési intenzitását lehet pontosan meghatározni. A ferrit, illetve cementit mágneses tulajdonságainak ismeretében kiszámítható a ferromágneses fázisok százalékos aránya. Előnyös a mérleg nagy pontossága (kb. 2%), használhatóságát azonban erősen korlátozza, hogy csak kimunkált próbatest vizsgálható és a mérés eléggé körülményes.

Ezért olyan eljárást igyekeztünk kidolgozni, amellyel félgyártmányok (öntvények, lemezek, rudak stb.) vizsgálhatók és arra is alkalmas, hogy a varrat és környezete legyen ellenőrizhető.

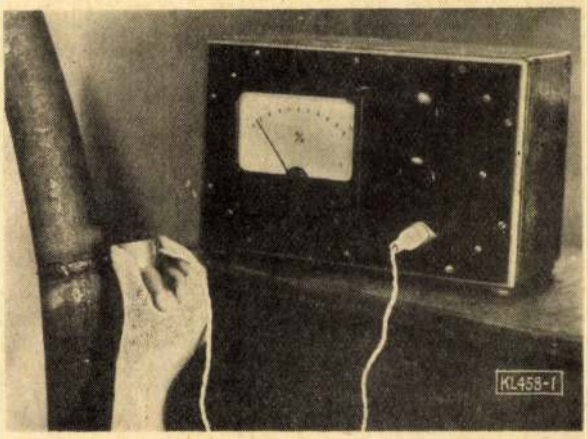
A csak korlátolt pontosságú, de gyorsan végezhető vizsgálat céljára az ismert induktív elv alapján fejlesztettük ki a *mágneses szondát*. Ennek kezdetlegesebb formáját és az első kísérleteket már korábban ismertettük [2, 3]. Tájékoztatásul itt csupán azt említjük meg, hogy a berendezés mutatós műszerrel ellátott készülékből, és hozzá csatlakozó kisméretű szondából áll *(1. ábra)*. Ezt a vizsgálandó darabra helyezve, a műszer mutatója a szonda környezetében levő ferromágneses fázis mennyiségével arányosan tér ki. Az austenitben levő ferromágneses szövetelemek százalékos aránya így minden további nélkül *becsülhető*, kalibrációs görbe vagy etalon segítségével az érték néhány százalékos pontossággal *mérhető*.

A szondával egyszerre letapogatott terület nagysága 6×14 mm, a behatolás mélysége kb. 4 mm. Így lehetővé válik a helyi dúsulások, ugrásszerű változások kimutatása, a hegesztési varrat és az átmeneti zóna vizsgálata. Jól érzékelhető a hidegalakítás (hengerlés, húzás) mértéke és iránya is, továbbá az austenitesítő hőkezelés eredménye is ellenőrizhető.

A készülék újabb, tökéletesített formája telepes kivitelű. Ez igen előnyös helyszíni vizsgálatoknál, ahol hálózati csatlakozás nincs a közelben. Érzékenysége is jóval nagyobb: 0,5% ferrit 3 skálaosztásnyi kitérést eredményez.

A ferromágneses fázis mennyisége és a mutató indikációja közötti összefüggés lineáris. Adott esetben 20% ferrit = 100 osztásnak megfelelő érzékenység esetén a regresszió szorosságot mutató korrelációs együttható $r = 0{,}94$ és a relatív hiba szélső esetben 2,2% volt. Ez teljesen lineáris és igen szoros összefüggésre vall. A mágneses szondával való vizsgálatot igen jól kiegészíti, de önállóan is gyakran használható a *mágneses mikrográfia*.

Ennek lényege, hogy a vizsgálandó anyagból megfelelő módon (lemezeknél pl. hosszirányban) csiszolatot készítünk, azt mágneses térbe helyezzük és felületére igen finom ferromágneses részecskéket tartalmazó szuszpenziót juttatunk. Mágneses térben a szuszpenzió ferromágneses részecskéit a csiszolat felületén elhelyezkedő ferromágneses fázisok (ferrit, martensit, cementit) magukhoz vonzzák, így ezeket vizsgálat közben sötétnek látjuk, míg a csiszolat egyéb részei világosak maradnak. A mágneses tér előállítására általában elegendő, ha a megvizsgálandó darabokhoz erős, permanens mágneseket közelítünk.



1. ábra. A Vasipari Kutató Intézetben kifejlesztett mágneses szonda

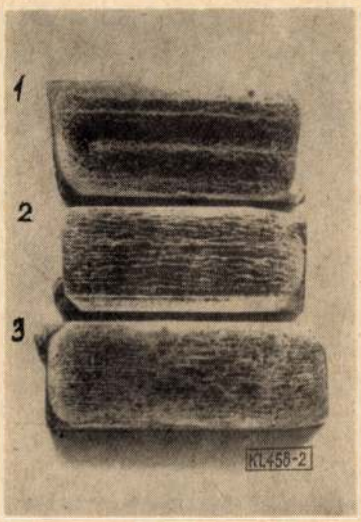
A szuszpenziót a doménvizsgálatokhoz ajánlott módszer szerint kell készíteni [4]. A vizsgálat lehet makroszkopikus és mikroszkopikus. Makroszkopikus módszerrel elsősorban austenites saválló lemezek és ezek hegesztett kötéseinek ferriteloszlása tanulmányozható. Előbbi esetben a ferrit az alakítás hatására sorokba rendeződik és eloszlása az acélgyártás körülményeitől függően egészen különböző lehet. Utóbbi esetben a ferrit mennyiségét és eloszlását az összetétel, a hegesztés közben keletkezett hőhatások és a lehűlési viszonyok határozzák meg.

Gyakorlati alkalmazás

Az ismertetett két eljárás gyakorlati alkalmazását néhány példával kívánjuk bemutatni.

10 mm vastag KOR5 jelű acélból hengerelt lemezek ferrittartalmát vizsgáltuk mágneses szondával és az egyes táblák között, sőt azonos darabon is eléggé nagy eltérést észleltünk. A lemezekből néhány próbatestet készítettünk és a keresztirányú csiszolatokon a ferrit eloszlását mágneses szuszpenzióval próbáltuk kimutatni. A *2. ábra* tanúsága szerint az eredmény eléggé meglepő volt: a felső próbatesten látható lemez egyik oldalán a szonda 0,5% ferrittartalmat jelzett, a csiszolat felületén pedig 4—6%-ot, ami határozott csíkok mentén helyezkedik el. A *2* jelű lemez belsejében a ferrit eloszlása egyenletes (7%), csupán a hengerelt felület közelében csökken a mennyisége 3—4%-ra. A *3* lemezminta felületén 10% ferritet mértünk, belsejében mintegy 22%-ot.

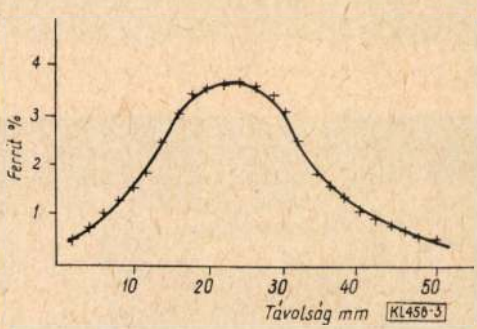
E vizsgálati eredmény arra figyelmeztet, hogy az austenites acélban a ferrit igen egyenetlenül helyezkedhet el. Rendszerint a lemez középső zónájában dúsul, azonban a 2. ábra szerinti *1* jelű darabon éppen ezen a helyen hiányzik. Olyan lemezeken tehát, amelyek vastagsága meghaladja a szonda behatolási mélységének kétszeresét (kb. 10 mm-től kezdődően), csak nagy bizonytalansággal lehet következtetni a ferrit mennyiségére és eloszlására. Ezért ajánlatos a felületre merőleges próbán ellenőrizni a mágneses fázis jelenlétét, vagy pedig szuszpenziós vizsgálattal előzetesen tájékozódni a ferrit eloszlásáról. Ennek ismeretében eldönthetjük, hogy a gyártmány mely részén kell végezni a mérést.



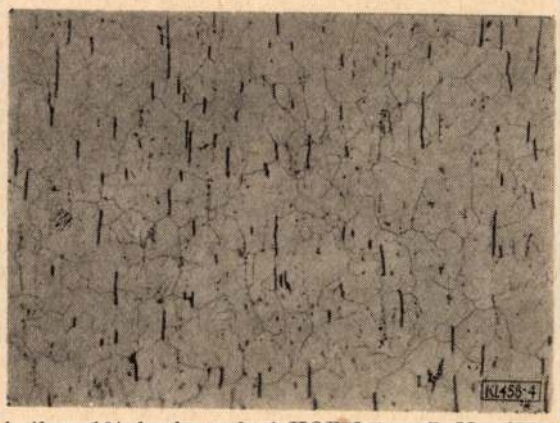
2. ábra. Ferrit eloszlása 10 mm vastag lemez hosszirányú csiszolatán

A *3. ábrán* 50 mm vastag KOR5 jelű lemezből kivágott próbatest látható a ferrit mágneses szuszpenzióval való előhívása után. A mágneses szondával mért ferrittartalmat a diagrammon tüntettük fel. A próba 1%, 2%, és 3,5% ferritet tartalmazó helyéről 100×-os nagyítású mikrofelvételt készítettünk (*4., 5. és 6. ábra*). A különböző vizsgálatokkal megállapított eredmények egyértelműen igazolják a középső részben a ferrit dúsulását.

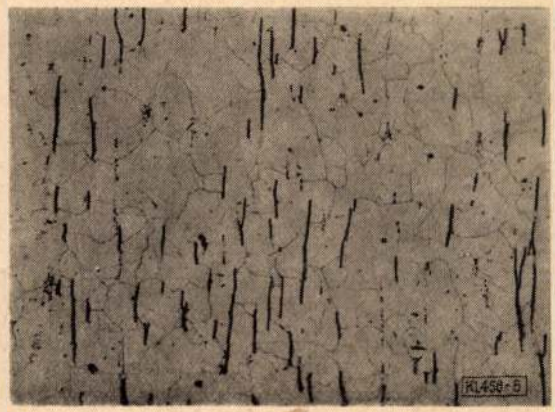
A ferrit eloszlása több szempontból is jelentős. A ferrittartalom növekedésével bizonyos határon túl romlik a korrózióval szemben tanúsított ellenállás, ezt azonban nyilván a korróziónak kitett



3. ábra. A ferrit mennyiségének változása 50 mm vastag lemez keresztirányú próbáján



4. ábra. 1% ferrittartalmú KOR 5-ös acél. N = 100×



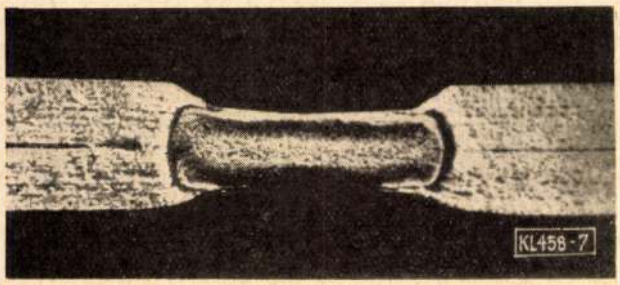
5. ábra. 2% ferrittartalmú KOR 5-ös acél. N = 100×

felület ferrittartalma határozza meg. A *7. ábra* 18/8-as saválló acéllemezeken létesített tompahegesztés környezetét mutatja.

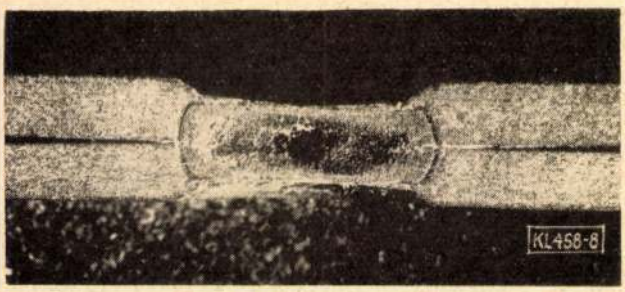
A próbatest 65%-os, forró salétromsavas, 3×48 órás maratása után erőteljes *késélkorrózió* keletkezett *(8. ábra)*.



6. ábra. 3,5% ferrittartalmú KOR 5-ös acél. N = 100×



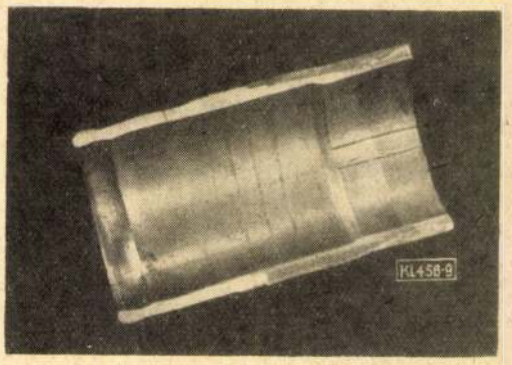
7. ábra. Ponthegesztett kötés mágneses szuszpenzióval előhívott metszete. N = 3×



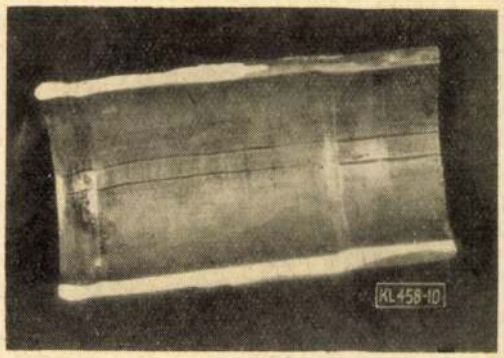
8. ábra. Ponthegesztett kötésen jelentkező késélkorrózió N = 3×

Az ömledék határán jelentkező késélkorrózió már régóta ismeretes, a korrózió okát azonban a 7. és 8. ábra összehasonlítása mutatja legszemléletesebben: a korrózió ugyanabban a zónában keletkezett, ahol igen jelentős a ferritdúsulás.

A mágneses szuszpenzió további alkalmazását szemlélteti a *9.* és *10. ábra*. Ezek szalagból gyártott KOR5-ös cső egy darabját tüntetik fel a középen végighúzódó hegesztési varrattal, részben eredeti, részben szuszpenzióval előhívott állapotban. A cső végét alakították a csőfalba való behengerléskor. Ez eltüntette a hegesztés nyomait. Rendszerint nem ismerhető fel a hegesztés az utólag körkovácsológépen nyújtott vagy hidegen vont csöveken sem. A mágneses szuszpenzió segítségével előhívott vékony fekete csíkok viszont felfedik a hegesztés



9. ábra. Szalagból hegesztett cső hengerelt állapotban. N = 0,5×



10. ábra. Szalagból hegesztett cső behengerelt állapotban szuszpenzióval előhívva. N = 0,5×

helyét és egyben tanúsítják a varrat két oldalán keletkezett kisebb vagy nagyobb mennyiségű ferrit jelenlétét.

Összefoglalás

Az eddigi tapasztalatok azt mutatták, hogy a ferromágneses szonda a gyakorlatban igen jól használható. Egyszerű, könnyen hordozható berendezés, használata semmiféle szakképzettséget nem igényel, a vizsgálat roncsolás nélkül, gyorsan és a gyakorlatban általában kielégítő pontossággal elvégezhető.

Munkánkat és eredményeinket igazoltnak látjuk *Krainer* közleményének tükrében is [5], aki részletesen foglalkozik a ferritmeghatározás különböző módszereivel és többek között a következőket állapította meg:

1. a Schaeffer-diagram segítségével 5%-os abszolút hiba lehetséges;

2. a mikroszkópi kép planimetrálásával vagy összehasonlítási alapon igen nagy eltérésekkel számolhatunk;

3. a röntgensugár-diffrakciós módszerhez különleges berendezés szükséges, a mérési pontosság legjobb esetben abszolút 1% (ez a vizsgálat ezenkívül hosszadalmas és csak a felületre jellemző);

4. a fajsúly- és fajlagos villamos ellenállásmérés pontatlanságánál fogva a gyakorlatban alig jöhet számításba;

5. a mágneses tulajdonságok alapján való vizsgálat a leghasználhatóbb, mert helyszínen maguk a darabok mérhetők és a szondával, tapintótekerccsel 0,5—1% abszolút pontosság érhető el.

IRODALOM

[1] *Mester—Szombatfalvy:* Hazai szabványos acélok C-görbéi. Kohászati Lapok 1958. 168. old.

[2] *Dr. Szombatfalvy Árpád:* L'observation du ferrite et de la martensite dans les aciers austénitiques, par un méthode magnétique. Simposium sur des aciers inoxidables. Práha, 1961.

[3] *Dr. Szombatfalvy Árpád:* Anyagvizsgálat mágneses szondával. Kohászati Lapok 1964. 312. old.

[4] *Kisfaludy—Tardy:* Ferromágneses fázisok mikroszkópos vizsgálata. Kohászati Lapok 1966. 267—269. old.

[5] *Dr. Krainer:* Zur Problematik der Ferritbestimmung in austenitischen Sweissverbindungen. Zeitschrift für Schweisstechnik. 1965. 1. 1. old.

Egyetemi hírek

Az V. éves vas- és fémkohómérnökhallgatók okt. 24—29.-én *Riedl István* adjunktus és *Jónás Pál* tanársegéd vezetésével egyhetes tanulmányi kiránduláson voltak. A hallgatók a Kőbányai Vas- és Acélöntödét, a Csepeli Vas- és Acélöntödét, a Csepeli Fémművet, a Nagytétényi Metallochemiát, az Almásfüzitői Timföldgyárat, a Tatabányai Alumíniumkohót, a Pénzverdét és a Vasipari és a Fémipari Kutató Intézetet tekintették meg.

*

1966. okt. 28—30 között a Kassai Műszaki Főiskola Fémkohászattani Tanszékének oktatói és dolgozói meglátogatták a Fémkohászattani Tanszéket. A vendégek tanulmányozták a tanszék oktató- és kutatómunkáját. A két tanszék oktatói és dolgozói okt. 29.-én este kellemes és hangulatos klubesten búcsúztak el egymástól.

*

A Mérnöki Továbbképző Intézet szervezésében kohászati üzemeink és kutató intézeteink kohómérnökei részére a Nehézipari Műszaki Egyetem Fémkohászattani Tanszékén 2 hetes, bentlakásos továbbképzés volt. A továbbképzési napok keretében *dr. Horváth Zoltán* egyetemi tanár, *dr. Visnyovszky László* okl. kohómérnök, *Sziklavári Károly* adjunktus, *Mihalik Árpád* adjunktus előadást, *dr. Farkas Ottó* docens, *Sziklavári Károly* és *Mihalik Árpád* adjunktusok és *Csutor Tivadar* tudományos munkatárs gyakorlatot tartottak.

*

A Magyar Tudományos Akadémia Elnökségének meghívására hazánkban tartozkodó *Rudberg, Erik* professzor, a Svéd Királyi Természettudományos Akadémia főtitkára, a Nobel-díj bizottság titkára október 15-én látogatást tett egyetemünkön. A svéd vendéget *dr. Káldor Mihály, dr. Kiss Ervin* és *dr. Tarján Gusztáv* professzorok fogadták. A látogatás során megtekintették a Metallográfiai Tanszéket és a Kohógéptani Tanszék műhelycsarnokát.

*

A KGM kiküldetésében *dr. Diószeghy Dániel*, a Tüzeléstechnikai Kutató Intézet igazgatója nov. 7—12.-ig a Pilzenben megrendezésre került „Revementes izzítás" témakörrel foglalkozó ülésszakon vett részt és „Reveszegény izzítás lehetősége a földgáz parciális elégetésével" c. előadást tartott.

*

Az Osztrák Vaskohász Egyesület meghívására, nov. 4. és 5.-én a Leobenben tartott folyamatos öntés témakörrel foglalkozó konferencián részt vett *dr. Csabalik Gyula* megbízott docens.

*

A Freibergi Bányászati és Kohászati Akadémia és egyetemünk között fennálló barátsági szerződés alapján *Dr. Dipl. Ing. Schubert* magyarországi tanulmányútja során november 29.-től december 9.-ig a Metallográfiai Tanszék oktató- és kutatómunkáját tanulmányozta.

*

A Kassai Műszaki Főiskola és a Technika Háza rendezésében 1966. dec. 8—10. között Tátralomnicon „Kohászati folyamatok elméleti alapjai" témakörrel foglalkozó konferenciát tartottak.

Egyetemünkről *Mihalik Árpád* egyetemi adjunktus vett részt és „Fémszulfátok bomlási sebességének a kísérleti meghatározása" címmel előadást tartott.

*

Bensőséges ünnepség keretében köszöntötte a Kohómérnöki Kar két neves professzorát *dr. dr. h. c. Geleji Sándor* akadémikust és *dr. Verő József* akadémikust a Kohómérnöki Kar Kari Tanácsa, abból az alkalomból, hogy 40 esztendővel ezelőtt kezdték meg szakmai tevékenységüket.

Dr. dr. h. c. Geleji Sándor professzor húsz esztendeje foglalta el katedráját egyetemünkön, de már előbb, mint egyetemi magántanár rendszeresen tartott előadásokat.

Dr. Verő József professzor negyvenesztendős szakmai működése egyben negyven éves egyetemi oktatói működését is jelenti.

Egész életüket a tudomány haladásának, a műszaki tudományok továbbfejlesztésének és a hazai kohómérnökképzés felvirágoztatásának szentelték. Negyvenéves működésük során olyan kimagasló eredményeket értek el, amelyekkel nemcsak önmaguknak, hanem egyetemünknek és hazánknak is nemzetközi elismerést szereztek.

*

A KGM és az egyetem közötti szocialista együttműködési szerződés jövő évi munkatervének előkészítésével kapcsolatos problémákat vitatták meg egyetemünkön. A tárgyaláson *Dévényi György*, a KGM Termelési Főosztályának osztályvezetője és *dr. Káldor Mihály* professzor, a kiküldött egyetemi bizottság elnöke vettek részt.

*

A Freibergi Bányászati és Kohászati Akadémiával kötött barátsági és együttműködési szerződés alapján 14 napot töltött a Vaskohászattani Tanszéken *Dipl. Ing. Jürgen Mangelsdorf;* tanulmányozta a tanszék oktató és kutató munkáját.

*

Borisz Mihajlovics Rudenkó, a Harkovi Műszaki Főiskola egyetemi tanára, a főiskola pártbizottságának titkára az egyetemek között fennálló barátsági és együttműködési szerződés alapján nov. 15—29.-én a Tüzeléstani Tanszéken tartózkodott, ahol tanulmányozta a tanszéken folyó oktató- és kutatómunkát.

*

Dipl. Ing. Zosztrov — egyetemünk és a Freibergi Bányászati és Kohászati Akadémia között fennálló közvetlen kapcsolat alapján — dec. 3-án egy hetes tanulmányútra a Tüzeléstani Tanszékre érkezett.

*

Szele Mihály nyugalmazott egyetemi tanár 1966. november 29.-én töltötte be életének 70. évét, *dr. Bognár János* tanszékvezető egyetemi tanár december 14.-én töltötte be életének 50. évét. Ebből az alkalomból *dr. Berecz Endre* dékán vezetésével a Kohómérnöki Kar Tanácsának küldöttsége kereste fel és köszöntötte *Szele Mihály* és *dr. Bognár János* professzorokat.

*

1967. októberében a Kohómérnöki Kar Tudományos Ülésszakot rendez „*Elméleti kohászat* és *képlékeny alakítás*" témakörökben.

*

Megjelent a Nehézipari Műszaki Egyetem Évkönyve, mely egyetemünk 1965/66. tanév szervezeti felépítésének, oktatási munkájának és tudományos tevékenységének adatait tartalmazza. (J. P.)

Műszaki és gazdasági hírek

A *Szibériai Kemerovoban* egy új nehézgépgyárat építenek, amelyben hengerműveket és egyéb kohászati berendezéseket fognak előállítani. Az új gyár az Uralon túli kohászat egyik legnagyobb létesítménye lesz.
Iron and Steel, 1966. 10.

*

A *nyugatnémet* Oberhausen cég üzembe helyezett egy négyszálas folytatólagos dróthengersort. A hengermű napi teljesítménye 1930 tonna 5,5—12 mm átmérőjű hengerhuzal.
Iron and Steel, 1966. 11.

*

A *Japán Vas- és Acélipari Egyesülés* jelentése szerint az ország acélexportja az 1965. pénzügyi évben (1965. ápr. 1—1966. márc. 31.) 1800 millió dollár értéket ért el (beleértve a készárukba, mint hajó, gépkocsi stb. beépített acélt is). Ezzel szemben a vasérc és kokszolható szén importja 1030 millió dollárt tett ki, vagyis az export 770 millió dollárral múlta felül az importot.
Iron and Steel, 1966. 11.

*

Kínában, Tien-Csin városban 1966. augusztusban kiállítás nyílt 50 angol cég részvételével tudományos műszerek bemutatására. Az első ilyen kiállítást 1964-ben rendezeték meg, s azóta az angol műszerek exportált értéke már eléri az évi 2 millió £-ot.
Steel Times, 1966. szept. 23.

*

Csehszlovákia egy 8 tonnás szintenjáró kovácsmanipulátort rendelt meg az angol Wellman Machine vállalattól.
Steel Times, 1966. szept. 30.

*

Az *ENSZ Európai Gazdasági Bizottság* szerkesztésében megjelent a *vasércek előkészítésének* gazdasági kérdéseivel foglalkozó Economic aspects of iron-ore preparation című kiadvány. A 280 oldalra kiterjedő munka első fejezete az ércelőkészítés indokait és a vasércek tulajdonságait ismerteti. A második fejezet a vasérc-előkészítés módszereivel, a harmadik fejezet az egyes módszerek gazdasági hatékonyságával foglalkozik.
ST/ECE(STEEL) 14. kiadvány.

*

A Nippon Kokan beszámolója szerint *Japán legnagyobb acélművei* a közeljövőben öt 2500 m³-es kohót építenek 5000 t/nap teljesítménnyel. A nagyolvasztók üzembehelyezését 1968-ra tervezik.
Blast Furnace and Steel Plant, 1966. 9.

*

A Joseph Gillot sheffieldi acélmű *elektrosalakos olvasztókemencét* helyezett üzembe szerszámacélok gyártására. Az eddig átolvasztott acélból spirálfúrókat készítettek, melyek élettartama a hagyományos acélból gyártottéval szemben megtöbbszöröződött.
Steel Times, 1966. szept. 30.

*

A *világ legnagyobb folyamatos acélöntőgépét* elkezdték szerelni Spanyolországban. A berendezés egy évi 1 millió tonna kapacitású új termelősor részét képezi. A termelősor többi egységei: új nagyolvasztók és bázikus oxigénes acélgyártó kemencék. A termelősor a spanyol acélgyártási kapacitást 25%-kal fogja megemelni.
Steel Times, 1966. szept. 23.

*

Kína 77 000 t *acélcsőre* adott fel megrendelést Japánnak. A japán Külkereskedelmi és Iparügyi Minisztérium közlése szerint ezt a mennyiséget varratnélküli forrcsövek, kazáncsövek, gépszerkezeti csövek és rozsdaálló csövek teszik ki és a teljes mennyiség 1967 júliusáig kerül szállításra.
Steel Times, 1966. okt.

*

A *British Iron and Steel Research Association* (BISRA) új *gyorsacél-gyártási* eljárást dolgozott ki, melyet már a sajtó képviselőinek is bemutatott. A „Spray steelmaking" (permetező acélgyártás) elnevezésű eljárás lényege, hogy a nyersvas-sugarat nagynyomású oxigénsugárral cseppekre bontják és mészpor egyidejű adagolásával a szennyezőket salakba viszik. A kísérleti berendezés teljesítménye 24 t/nap. A betétbe max. 40% ócskavas keverhető és a tűzállóanyag-fogyasztás a kedvező konstrukció következtében meglepően kicsi. Egy angol kohóipari vállalat máris komoly tárgyalásokat folytat az eljárás nagyüzemi alkalmazásáról.
Steel Times, 1966. okt.

*

Dánia bányászati és kohászati termelése 1963—1965 között 1000 t-ban:

	1963	1964	1965
Vasércbányászat	59	63	—
Barnaszénbányászat	1999	2000	2000
Nyersvasgyártás	71,3	75,3	77,6
Nyersacélgyártás.....	358,8	396,2	411,7
ebből SM-acél	340,2	374,0	388,3
elektroacél	18,7	22,2	23,4
Hengerelt acéláruk	258,2	294,4	280,9
ebből idomacél	36,8	36,5	37,4
hengerhuzal	2,0	1,4	—
rúdacél	70,7	82,5	72,7
durvalemez szélesacél	148,8	174,0	170,8
Hegesztett csövek	30,9	35,3	32,8

St. u. E. 1966. 16.

Lapzárta után kaptuk a szomorú hírt, hogy

RASCHKA GYULA

aranydipl. vaskohómérnök

Egyesületünk egyik legrégebbi, 1915 óta, 52 éven át volt tagja, életének 76. évében, hosszú betegség után elhunyt.

Utolsó jószerencsét!

Egyesületi hírek

A vaskohászati üzemeink fejlesztési terveinek részletes tanulmányozása céljából a szovjet kohászati tervező intézet (Gipromez) héttagú szakértő csoportja, a szovjet kohászat fejlesztésével foglalkozó *Sirjajev* főmérnök vezetésével, meglátogatta a borsodi üzemeinket, beható konzultációt folytatott az üzemek vezetőivel és fejlesztési feladatokkal foglalkozó szakembereivel. A szakértő bizottság összetétele olyan volt, hogy abban egyaránt képviselve volt az érctömörítő, nyersvasgyártó, acélgyártó, hengerész és szállító szakterület, tehát a vaskohászat teljes technológiája. Miután nem néhány napos futólagos látogatásról volt szó, hanem több hétig tanulmányozta üzemeinket a szakértő bizottság, alkalom nyílott a meglevő berendezések alaposabb megismerésére és a teljesítmények, sajátos üzemi körülmények értékelésére.

Az egyes üzemekben lefolytatott és sok vitás problémát tisztázó megbeszélések után, Egyesületünk vezetőségének felkérésére elutazásuk előtt a szakértő bizottság tagjai vállalták, hogy egy zárómegbeszélés keretében a Vaskohászati szakosztályunk vezetősége által összehívott értekezleten részletesen ismertetik a szakértő bizottság véleményét üzemeink fejlesztési terveiről és párhuzamosan a szovjet kohászat fejlesztési célkitűzéseit is vázolják.

Erre, az Egyesületünk munkájában újszerű értekezletre jan. 17-én került sor. Az értekezleten a KGM kohászati osztályainak, Vaskohászati Igazgatóságának, a KGMTI-nek, a Vasipari Kutató Intézetnek vezetői, továbbá a kohászati nagyüzemek vezetői és fejlesztéssel foglalkozó szakemberei szinte teljes számban vettek részt. *Dr. Pilter Pál* főtitkár az Egyesület nevében rövid bevezetőben üdvözölte a szovjet szakembereket és hangsúlyozta, hogy a hivatalos kapcsolatokon túlmenően az egyesületi kapcsolatok erősödésében jelentős lépésnek tekintjük ezt a szakmai konzultációt, amely kiváló alkalom arra, hogy a legfontosabb fejlesztési feladatokat a két ország szakemberei széles körben kötetlen formában megtárgyalják és nézeteiket kicseréljék.

Ezt követően *Sirjajev* főmérnök ismertette a szovjet vaskohászat legújabb fejlesztési célkitűzéseit a nyersvasgyártás, acélgyártás és hengerlés terén. Kiemelte többek közt a 2700 m³-es nagyolvasztók gazdaságos üzemét, az ércelegyben a tömörítvény részesedés fokozásának fontosságát. Hangsúlyozta, hogy új SM acélműveket már nem terveznek, hanem néhány nagy teljesítményű egységből álló oxigénes konverterüzemeket építenek és a régi üzemeket is oxigén-befúvásra építik át. Folyamatos öntőműveket, valamint új drót és finomsorokat létesítenek igen nagy hengerlési sebességre, évi 500—800 et-ás teljesítménnyel. Gazdaságos könnyített szelvények gyártására térnek át, fokozzák az acélminőségek választékát. A számítógépeknek és az automatizálásnak a vaskohászat minden területén való rohamos térhódítása a Szovjetunióban már a közeljövőben megvalósul.

Előadásának befejező részében röviden összefoglalta a szakértő bizottság magyarországi tapasztalatait, véleményét az üzemek régi és új berendezéseiről, az üzemek vezetéséről, tisztaságáról, hangsúlyozva, hogy részletekre a csoportosan tartandó konzultációk keretében térnek ki.

Ezt követően az értekezlet résztvevői három csoportban — nyersvasgyártás, acélgyártás, hengerlés — *Hofman, Klepeckij és Istomin* szakértőkkel, részletes konzultáció keretében igen aktív részvétel mellett a legvitatottabb problémákat tárgyalták meg.

Ez az újszerű kezdeményezés, a résztvevők megállapítása szerint igen hasznosnak bizonyult, ezért célszerű lenne, ha az egyes időszerű témák mellett a vaskohászat egészét érintő átfogó problémáknak hasonló munkamódszerrel, egyes külföldi szakértő csoportok bevonásával való megtárgyalását és részletes konzultációjának megszervezését az Egyesület a jövőben gyakrabban kezdeményezné. (OA)

A vaskohászat rövid hírei

Az *Ózdi Kohászati Üzemekben* a bányászat igényeinek kielégítése érdekében eredményesen lefolytatták a szekrényes bányatámacél hengerlési kísérleteit.

*

A MSZMP IX. Kongresszusán résztvevő csehszlovák testvérpárt küldöttsége látogatást tett a *Salgótarjáni Acélárugyárban*. A gyárban nagygyűlést tartottak, melyen *Benkei András* belügyminiszter és *Oldrich Cernik* elvtárs, a csehszlovák delegáció vezetője mondott beszédet.

*

A *Vasipari Kutató Intézet* Tudományos Tanácsa december 5-én megvitatta az Intézet 1967. évi kutatási tervjavaslatát. Az elhangzott észrevételek figyelembevételével december 9-én egyeztették kutatási tervüket a Vasipari Kutató Intézet, a Vaskohászati Igazgatóság vállalatai, a Csepel Vas- és Fémművek, Öntödei Vállalat és a Tüzeléstechnikai Kutató Intézet. Az így kialakított kohászati kutatási tervet a Kohászati Műszaki Tanács vitatja meg és hagyja jóvá.

*

Egy évvel a kitűzött határidő előtt elkészült a *December 4. Drótművek* új üzeme. Az átadási ünnepségen megjelent *dr. Horgos Gyula* kohó- és gépipari miniszter, *dr. Bodnár Ferenc*, a Központi Bizottság tagja, a Borsod megyei pártbizottság első titkára, *dr. Papp Lajos* megyei tanácselnök, a megye, a város, a Kohó- és Gépipari Minisztérium és az Építésügyi Minisztérium vezető beosztású képviselői.

Az új üzem termelésbe állításával jelentősen nő a December 4. Drótművek termelési értéke. Lehetővé válik a nagy szilárdságú acélhuzalokból, drótkötelekből a hazai igények teljes kielégítése.

T. I.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: Lomniczy Dezső

Timföldszállítás levegőáramban

TEMESVÁRI JENŐ okl. gépészmérnök

DK 669.712 : 621.867.8

A korszerűségre törekvés, a timföld gyártása során, a szállítással szemben mint igény, napirenden van. A mechanikus szállítóberendezéseket egyre-másra váltják fel a levegőárammal működő szerkezetek. A régi mechanikus berendezések — szállítócsiga, elevátor stb. — sem mennyiségi, sem minőségi tekintetben már nem felelnek meg. A mechanikus berendezések hátrányai miatt — magas beruházási, fenntartási, energiaköltség — egyre jobban utat tör magának pneumatikus elven működő berendezés.

Az új és korszerű timföldgyárakban a timföld belső anyagmozgatására szinte kivétel nélkül pneumatikus berendezéseket használnak.

A pneumatikus szállítóberendezéseknek több fajtája alakult ki, a következőkben megvizsgáljuk ezeket a szállítási formákat és bemutatjuk azokat a főbb szempontokat és paramétereket, melyek az egyes szállítási módozatokra a legjellemzőbbek.

A levegővel — mint szállító közeggel — működő szállítást, így a timföldét is, gyűjtő néven pneumatikus szállításnak nevezik. Napjainkban a pneumatikus szállításnak két változata terjedt el: szállítás híg áramban, azaz a tulajdonképpeni pneumatikus szállítás és szállítás sűrű áramban, vagyis a fluidizációs szállítás.

A pneumatikus szállítás során a szállított közeg a konzisztenciáját tekintve híg fázisú. Ez azt jelenti, hogy a hordozó közeg, a levegő, esetleg egyéb gáz a szállítás bármely szakaszában viszonylag nagy mennyiségben van jelen a szállítandó anyaghoz képest.

A pneumatikus szállítás egyik legjellemzőbb mérőszáma az anyagkoncentráció:

$$\mu = \frac{Q_A}{Q_L} \text{ kg/kg} \qquad (1)$$

A híg áramban szállításnál μ értéke a gyakorlatban 6—10 szokott lenni.

A μ értékét a tervezés során, a szállítás távolságától, a szállítási teljesítménytől, a szállítandó anyag tulajdonságától, a rendszer nyomásától, a szükséges levegőmennyiségtől, a teljesítményszükséglettől stb. függően szokták megválasztani.

A peumatikus szállítás másik jellemző és differenciáló tényezője az anyagsebesség.

A szállítási sebesség megvilágítására ragadjunk ki a mozgó halmazból egy közepes nagyságú szállított szemcsét. A szemcse kezdeti sebessége $v_A = 0$, melyet a levegőáram állandó sebességre gyorsít fel. Ezen állandó sebesség kialakulásához meghatározott relatív sebességkülönbségre van szükség. A levegő és a kiragadott szemcse között tehát a relatív sebességkülönbség:

$$v_R \cong v_L - v_A \text{ [m/s]} \qquad (2)$$

A szállításhoz szükséges energiát a levegő súrlódás útján adja át, ami azt jelenti, hogy a szállítás fenntartásához relatív sebességkülönbségre van szükség. Ez a relatív sebesség nagymértékben függ az anyag fizikai tulajdonságaitól. Az anyagra a szállítás szempontjából igen jellemző a v_s lebegési sebesség, amely közlítőleg a relatív sebességgel azonos.

$$v_s = v_R = v_L - v_A \text{ [m/s]} \qquad (3)$$

Mérése úgy történik, hogy csőben, nyugalmi állapotban levő (levegő vagy gáztöltetű) térben határozzák meg a kérdéses anyagi rész esési sebességét. Ez a sebesség azonos a lebegési sebességgel.

Gömbalakú részecske lebegési sebessége matematikai úton a következő összefüggéssel határozható meg:

$$v_s = 3{,}62 \sqrt{\frac{dg\,\gamma\,m}{K_g\,\gamma\,e}} \text{ [m/s]} \qquad (4)$$

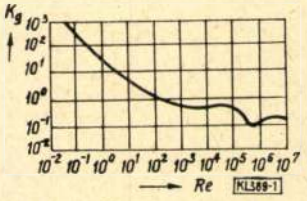
ahol $K_g = f(Re)$.

A K_g értéke az *1. ábrából* a Reynolds-szám ismeretében meghatározható.

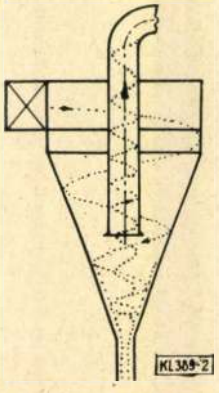
Az ismert lebegési sebességről következtetni lehet a szükséges levegősebességre.

A pneumatikus szállítás során az anyagsebesség értékeit 15—30 m/s nagyságúra szokták megválasztani.

A timföld pneumatikus szállítási sebessége 25—30 m/s. A rendeltetési helyen ciklon elv alapján választják szét az anyagot a levegőtől. A szállítócső bevezetése a leválasztó tartályba rendszerint tangenciális irányú. A tovaszálló finom port szűrők fogják fel.



1. ábra. Összefüggés a K_g gömb ellenállási tényezője és a R_e szám között



2. ábra. Leválasztó ciklon metszete

A leválasztó ciklonok *(2. ábra)* a lebegő anyagok kiválasztására, a centrifugális és a gravitációs erők hatását használják fel. A ciklonokban az áramló keverék pályája hirtelen görbül, s a centrifugális erő hatására a szállított és szállító közeg fajsúly szerint elkülönül, a szállított és nagyobb fajsúlyú anyag a falhoz tömörül, ahol a súrlódás hatására fékeződve lecsúszik a tároló részbe.

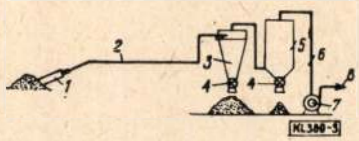
Pneumatikus szállítás

A pneumatikus szállítás a működés jellegét tekintve lehet nyomó vagy szívó rendszerű, esetleg vegyes üzemű.

A szívóüzemű rendszert kis és közepes szállítási teljesítményeknél és közepes szállítási távolságoknál alkalmazzák.

Igen jól használható a rendszer még, ha több helyről akarunk egy helyre anyagot szállítani (porelszívó berendezések).

A szívóüzemű berendezésnél *(3. ábra)* a (7) levegőkompresszor a (6) szívóágon és az (5) finomszűrőn keresztül vákuumot létesít a (3) tartályban. A (3) tartály a (2) csővezetékkel csatlakozik az (1) szívófejhez. A tartályban keletkező vakuum hatására betóduló levegő magával ragadja az anyagszemcséket. A durvább szemcsék a (3) tartályban kicsapódnak, míg a finomabb szemcséket tartalmazó levegő keresztül megy az (5) jelű porszűrőn, amely még a jelenlevő finom szemcséket leválasztja. A megszűrt levegő a (8) nyomócsonkon keresztül jut a szabadba.

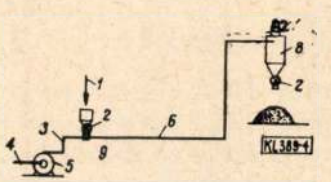


3. ábra. Szívóüzemi pneumatikus szállítórendszer

1 szívófej, 2 szállító csővezeték, 3 leválasztó vákuumtartály, 4 cellás adagoló, 5 finom porleválasztó, 6 kompresszor szívóága, 7 levegőkompresszor, 8 kompresszor nyomóága

A nyomóüzemű rendszert nagyobb szállítási távolságokra alkalmazzuk.

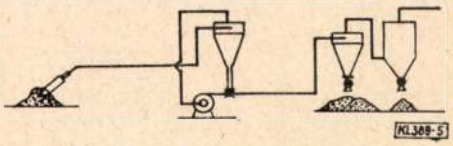
A nyomóüzemi rendszernél *(4. ábra)* a kompresszor (3) nyomóága a (2) cellás adagolóval ellátott feladószerkezettel csatlakozik a (6) szállítócsőhöz. A beadagolt anyagot rendszerint a (9) injektor továbbítja a szállító csővezetékbe. Az anyag a szállítócsőből a (8) leválasztó ciklonba kerül, itt a durvább részek kicsapódnak, míg a finomabb rész a (7) porszűrőzsákon fennmarad, miközben a levegő a szabadba távozik. Az anyagot a ciklonból a cellás adagolóval veszik ki.



4. ábra. Nyomóüzemi pneumatikus szállítórendszer

1 anyag betáplálás, 2 cellás adagoló, 3 kompresszor nyomóága, 4 kompresszor szívóága, 5 levegőkompresszor, 6 szállító csővezeték, 7 porszűrőzsák, 8 leválasztó ciklon, 9 injektor

A vegyes üzemű rendszer egyesíti magában a szívó- és nyomó üzemű szállítórendszer előnyeit. Tehát akkor alkalmazzuk, ha egyidejűleg több helyről akarunk anyagot nagyobb szállítási távolságra továbbítani. A vegyes üzemű pneumatikus szállítórendszer elvi vázlata az *5. ábrán* látható.



5. ábra. Vegyesüzemű pneumatikus szállítórendszer

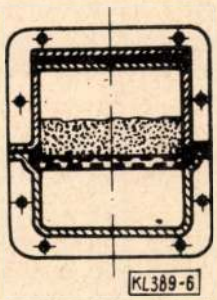
Fluidizációs szállítás

A pneumatikus szállítóberendezések igen elterjedtek, azonban nagy az energiaszükségletük, kicsi az anyagkoncentrációjuk, ezért szükséges kisebb energiaszükséglettel dolgozó rendszert kialakítani. Ez a szállítórendszer az ún. sűrűfázisú — nagy anyagkoncentrációval dolgozó — fluidizációs szállítás.

Míg a pneumatikus szállítás a hordozó gázáram kinetikai energiáját hasznosítja, a fluidizációs szállításkor az anyag a levegővel keveredve szuszpenziót alkot, mely úgy viselkedik, mint a folyadék, s a továbbítás a folyadékhoz hasonlóan megy végbe.

A fluidizációs szállításnak két fő formája van:

1. Lebegtető, ún. *aerációs szállítás*. Ez esetben a szállítandó anyagot lebegő állapotba hozzuk pl. egy nyitott csatornában. A csatornának enyhe lejtést adunk és az anyag a vízhez hasonlóan folyni kezd. Legjellemzőbb típusa az aerációs csatorna *(6. ábra)*.

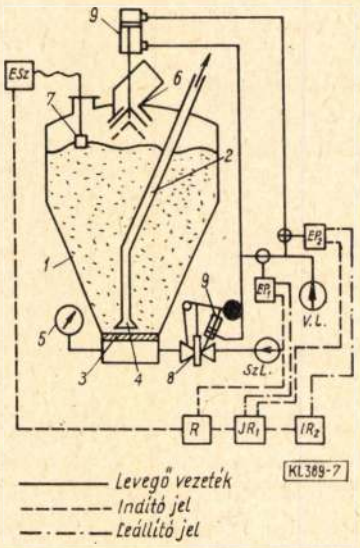


6. ábra. Aerációs csatorna metszete

2. Zárttartályos szállítás. A lebegtető szállítással az anyag emelése nem oldható meg, ezért a szállítandó timföldet alulról porózus fenékkel ellátott tartályba helyezzük. Ha a porózus fenéken keresztül levegőt bocsátunk a tartályba, az anyag vízszerűvé válik és a kialakuló nyomás hatására megkezdődik a levegővel keveredett anyag áramlása a kisebb nyomású hely felé.

A timföldnek a kalcináló üzemtől a tároló silóba szállítására gazdaságosan használható a zárttartályos fluidizációs szállítás.

A kalcináló kemence kiömlő garatja alá rendszerint aknába helyezik el a *7. ábrán* látható berendezést.



7. ábra. Automatizált fluidizációs zárttartályos alumíniumoxid-szállító berendezés

1 tartály, 2 szállító csővezeték, 3 aerációs fenék, 4 szállítócső kúpos része, 5 manométer, 6 harangszelep, 7 izotópos jelzőberendezés, 8 levegőszelep, 9 pneumatikus működtető henger

A kiömlő garat a pneumatikusan vezérelt (6) harangszelephez csatlakozik. Amikor az (1) tartály megtelt anyaggal a (7) jelű izotópos szintjelző elektromos jelt ad az (ESz) jelfogónak, a jelfogó továbbítja az (R) reléhez. A relé működésbe hozza (EP_1) elektro-pneumatikus szelepet. Az elektro-pneumatikus szelep levegőága a (VL) jelű vezérlőlevegővel működik. A beáramló vezérlő levegő zárja a harangszelepet a (9) pneumatikus henger segítségével. Ugyanakkor nyitja a (8) súlyterhelésű szelepet szintén pneumatikus működtető henger segítségével.

Az (R) relé egyidejűleg impulzust ad az (IR_1) időrelének. Az (IR_1) időrelé működésbe hozza az (EP_2) szelepet, ami lehetővé teszi, hogy a (9) hengerben levő dugattyú feletti térből a levegő a szabadba távozzon.

A (8) szelepen beáramló levegő a (3) porózus lemezen — mely, figyelembe véve a kalcinált timföld magas hőfokát, lehet kerámia, szinterfém, vasvakszövet stb. — behatol az anyagba. A levegő először fellazítja a timföldet, majd légpárnát akotva felette a (2) szállítócsővezetéken keresztül távozik a távolabb fekvő silóba.

A beáramló levegő nyomását az (5) manométer jelzi.

Az (IR_1) időrelével egyidejűleg megindul az (IR_2) időrelé is. Az (IR_1) és (IR_2) időrelék szinkron kapcsolásban vannak és az ürítési idő eltelte után, melyet empirikus úton lehet meghatározni és a reléken beállítani, működésbe hozzák az (EP_1) és (EP_2) szelepeket. Az (EP_1) szelep zárja a vezérlő levegő előző áramkörét és ugyanakkor összeköttetésbe hozza a hengert a környezettel. Ugyanakkor az (EP_2) szelep nyitott állásba hozza a (6) harangszelepet.

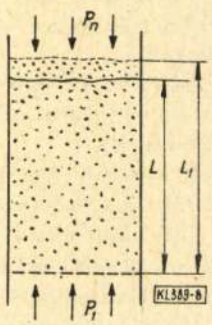
A fluidizációs szállításra alkalmas anyagoknak az alábbi tulajdonságokkal kell rendelkezni:

1. Az anyagszemcsék optimális finomságúak legyenek, hogy felületükön nagy mennyiségű levegőt tudjanak megkötni és azt hosszú ideig megtarthassák.

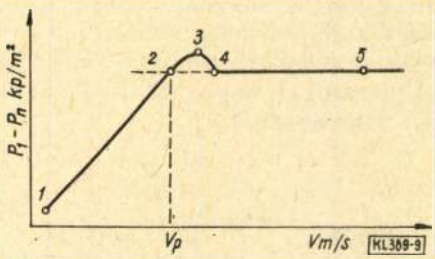
2. Levegő befúváskor a részecskéknek összeállnia nem szabad.

3. Lebegési hajlama nagy legyen.

Ezután nézzük meg a fluidizáció lényegét. Vegyünk olyan edényt, melynek a fenekén porózus réteg — textília, vasvakszövet, kerámia stb. — van *(8. ábra)*. A porózus réteg alatti nyomás p_1 a réteg feletti p_n. A porózus lemezen keresztül növeljük a bebocsátott levegő mennyiségét. Ha a nyomáskülönbség ($p_1 - p_n$) értékét az áramlási sebesség függvényében ábrázoljuk, akkor a *9. ábrán* látható diagramot kapjuk.



8. ábra. A fluidizált réteg változása



9. ábra. Fluidizált réteg lebegtetési görbéje

Kis áramlási sebességet fenntartva az L magasságú rétegben létrejövő nyomásesés arányos az átfúvatott levegő mennyiségével, a rétegmagasság állandó. Az átáramló levegő sebességét növelve, a nyomásesés eléri a réteg felületegységére eső súlyát, ekkor a nyomásesés az adott ponton:

$$p_1 - p_n = L\ \gamma_m \qquad (5)$$

Ezt az esetet a diagramban a *2* jellemzi.

Tovább növelve a levegő sebességét, a rétegvastagság és a nyomás nem növekszik és megkezdődik a részecskék egymástól való eltávolodása, s a részecskéket levegőréteg veszi körül. A réteg mozgási súrlódása csökken *(2, 3, 4)*.

A levegő mennyiségét még tovább növelve fokozódik a rétegvastagság L_1 értékre és a réteg felülete forrásban levő vízhez hasonlít *(4, 5)*. Valamilyen nehezebb tárgyat a felületére helyezve, az lesüllyed.

A további sebességnöveléskor a rétegben búborékok keletkeznek s a nyomásesés ingadozni fog. Egyben anyagrészecskék lépnek ki a rendszerből. Ilyenkor a levegő sebessége meghaladja a lebegtetési sebességet, ezért a porréteg felfelé távozik.

A fluidizációs szállítás alapfeltétele a *2.* pont *(9. ábra)* kialakulása. Az ilyen állapotú, folyadék-

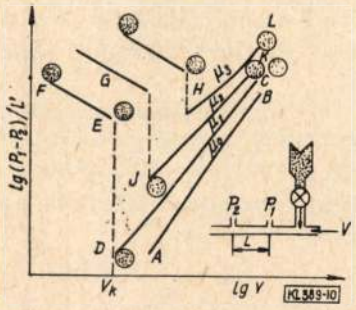
hoz hasonló keverék lejtős vályúban folyni kezd, míg zárt tartályból kivezető csövön viszonylag kis nyomáskülönbség hatására eltávozik.

Az anyagkoncetráció igen nagy lehet $\mu = 25$—200 kg/kg. Az anyag és a gáz keverési aránya viszonylag nagy, ami rendkívül kedvező az energiafelhasználás szempontjából. A szállító csővezeték keresztmetszete kisebb lehet, mint a pneumatikus szállításkor, ugyanakkor a fajlagos szállítási teljesítmény lényegesen nagyobb.

A tökéletes fluidizációs szállításnál az anyag és a szállító gáz között a relatív sebesség (v_R) igen kicsi. Maga az abszolút szállítási sebesség is alacsonyabb mint a pneumatikus szállítás során (6—10 m/s). A kis szállítósebesség kedvezően befolyásolja a rendszerben fellépő eróziós jelenségeket, ami a timföld pneumatikus szállításakor igen jelentős és nagy csőkopásokat eredményez.

Az anyag-levegő keverék a rendeltetési helyen közvetlenül bevezethető a fogadótartályba anélkül, hogy különösebb porképződéstől kellene tartani.

Ezek után közös diagramban ábrázoljuk a levegővel működő anyagszállítás jellemzőit vízszintes szállításkor *(10. ábra)*.



10. ábra. Levegővel történő anyagszállítás jellemzői vízszintes szállítás esetén

A diagram függőleges tengelyére az egységnyi csőszakaszra eső nyomásesés, a vízszintes tengelyre az áramlási sebességek loggaritmusa kerül.

Az AB vonal, melynél a rendszerben levő anyagmennyiség nulla és ezt μ_0-val jelöltük, azt a súrlódási veszteséget jelenti, amikor a fluidizáló közeg egymagában áramlik.

Ha a B pontnak megfelelő sebességgel egy bizonyos μ_1 aránynak megfelelő szemcsemennyiséget viszünk be a rendszerbe, akkor a nyomásveszteségben növekedés tapasztalható (C pont). Ez a nyomáscsökkenés annak az erőnek a hatására következik be, amely ahhoz szükséges, hogy a szemcsék a lebegő állapotban legyenek és az áramlással együtt haladjanak. Minél nagyobb a fluidizált szemcsék arányszáma μ_1, μ_2, μ_3, μ_4, annál nagyobb a nyomásveszteség.

Tételezzük fel, azt, hogy μ_1 arányú szemcsemennyiség jelenlétében a sebesség a C pontnál levő értékről a D pontra csökken. A sebesség csökkenésével a csővezeték hosszegységére eső anyagsűrűség növekszik. A D pontnál kezdenek a szemcsék kiválni és a csővezeték alján lerakódni. A gázalakú közeg D pontban levő sebességét kicsapódási sebességnek nevezzük: ez minden rendszernél a μ érték függvénye. A μ_1 szemcse — telítettségi érték — a szállító közegnek a telítettség továbbítási kapacitását jelenti.

Ha elértük a telítettségi pontot, megkezdődik a kicsapódás, s egy instacionér állapotú időszak következik be, mely alatt mind több és több szemcse válik ki a csővezetékben. A nyomásesés emelkedik. Az E pontnál kivált szemcsék rétege eléri az egyensúlyi helyzetet és ekkor a csővezetékbe történő feladás és a leadás sebessége megegyezik. Ez a jelenség szokott előfordulni mikor a betáplálászkor kevés a levegő mennyisége, viszont a csővezetéket nagyobb szállítási teljesítményre tervezték.

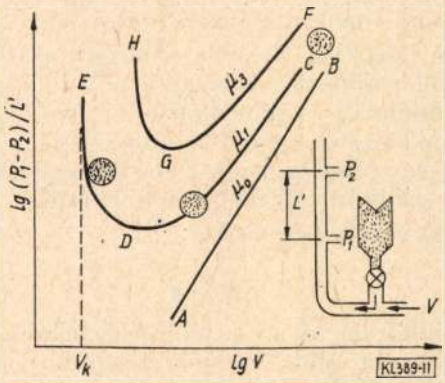
Nyilvánvaló az, hogy a stacionér állapot eléréséhez szükséges idő, az átmenet a D pontról az E pontra, függvénye μ-nek és a csővezeték hosszának. Minél nagyobb a csővezeték hossza, annál több idő szükséges az egyensúlyi állapot eléréséhez. Ha már létrejött és leülepedett a kivált szemcsék egyensúlyi rétege, a szilárd részecskékből és a gázból álló konstans áramlás jól eloszlott keverékként áramlik a leülepedett réteg felett, ugyanúgy mint az olyan áramlási sebességeknél, melyek nagyobbak a kicsapodási aránynál.

Ha a sebesség tovább csökken (E—F pontok), a szilárd szemcsékből álló lerakodott réteg mélysége növekszik.

Ha elértük a kicsapódási sebességet (D pont) a szemcsék kezdenek kiválni és folytatják a kiválást mindaddig, míg a cső majdnem félig megtöltődik (E pont) mielőtt az egyensúlyi helyzet ismét helyreállna.

A csővezeték jellemzőinek megválasztásakor és konstrukciós kialakításakor nagy gondot kell fordítani arra, hogy helyi érdesség, vagy csekélyebb kiálló rész ne forduljon elő, ugyanis a kicsapódás valószínűleg ennél a pontnál veszi kezdetét.

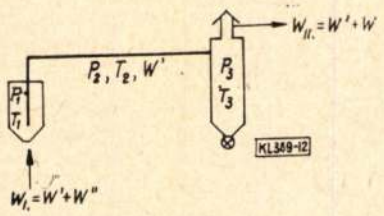
A függőleges szállítás áramlási jellemzőinek az összefüggését logaritmikus léptékben a *11. ábra* mutatja.



11. ábra. Levegővel történő timföldszállítás jellemzői függőleges szállítás esetén

Az AB vonal, mely a μ_0 értéket jellemzi, azt a súrlódást és telítettségi veszteséget jelenti, amikor a szállító közeg egymagában, terheletlenül áramlik át a csővezetékben.

Ha a B pontnak megfelelő sebességnél μ_1 szemcsearányt viszünk be az áramlásba, a P_1—P_2 növekedni fog, ez a növekedés abból adódik, hogy



12. ábra. Fluidizációs szállítási folyamat elvi vázlata

a bevitt szemcsemennyiség nyomáscsökkenést fog előidézni. Minél nagyobb a μ értéke (μ_1, μ_2, μ_3), annál nagyobb a nyomáskülönbség.

Ha pl. μ_1 keverési aránynál az áramlási sebesség C pontról D pontig csökken, akkor növekedni fog a csővezeték hosszegységre eső, illetve a csővezeték térfogategységnyi sűrűsége, vagyis telítettsége. Amint közeledünk a D ponthoz, csökken a fluidizált keveréknek a csőfallal szembeni súrlódása és növekszik a szuszpendált állapotban levő szilárd szemcsék mennyisége, A D pontnál a szilárd szemcsék telítettségi vesztesége kezd nagyobbá válni a fludizáló közeg súrlódási veszteségénél és a fluidizáló sebességben beálló további csökkenés ismét növeli a nyomásesést.

Amint közeledünk az E pont felé, a szilárd szemcsék sebessége oly mértékben csökken, hogy a fluidizáló közeg már csak nehezen tudja elviselni a szemcsék magas áramlás sűrűségét és esetleg az E pontban a teljes szuszpenzió megszűnik és a szemcsék csomósodva haladnak tovább a csővezetéken.

Függőleges szállításkor a csomósodás jelenségét fojtásnak nevezzük. A 11. ábrán az E és H pontok telítettséget jelentenek egy adott áramlási sebességnél. A függőleges szállításnál a fojtás bizonyos mértékben hasonlít a vízszintes továbbításnál előforduló kicsapódásra. Mindkét jelenség telítettségi viszonyokat jelent, mely adott csővezeték megtervezése szempontjából, annak biztonságos üzemelése érdekében, a paraméterek (áramlási sebesség, anyagkoncentráció, csővezeték ellenállása stb.) gondos megválasztását igényli.

Az előzőkből megállapíthatjuk azt, hogy a levegővel szállított poranyagra nézve létezik egy olyan minimális határsebesség — v'_K —, mely még nem idézi elő a vezeték eltömődését — ezért a teljes keresztmetszetben történő kicsapodás, fojtás — és a szállítási folyamat fenntartható.

A határsebesség értéke:

$$v'_K \approx v_K \tag{6}$$

Ugyanakkor ennek a v'_K sebességértéknek a közelében van az adott vezetékrendszerhez és adott anyagjellemzőkhöz tartozó maximális μ_x érték is. Ezt a maximális μ_x értéket nevezzük a szállítási teljsítmény és fajlagos energiafelhasználás optimumának, vagyis ez a pont jellemzi a tulajdonképpeni fluidizációs szállítást. A pneumatikus szállítást a C, K, L (10. ábra) és a C, F (11. ábra) pontok, illetve ezek környezete jellemzi.

Ebből következik: hogy e szállítóberendezések tervezésekor arra kell törekedni — ha ezt az egyéb üzemi körülmények, illetve követelmények megengedik —, hogy a szállítás megvalósításához a fluidizációs rendszert alkalmazzuk.

Egy adott szállítórendszer tervezéséhez ismerni kell a szállítási teljesítményt, az anyagkoncentrációt, a levegő- és energiaszükségletet, szállítási sebességet és a csővezetékben a nyomásesést.

1. Szállítási teljesítmény.

A szállítási teljesítményt az alábbi összefüggésből kapjuk meg:

$$N = 3600 \frac{Q_A}{t} \text{ [kg/h]} \tag{7}$$

2. A szükséges levegőmennyiség.

A tartályba betáplálandó levegőmennyiséget az alábbiakban adhatjuk meg *(12. ábra)*:

$$w_I = w' + w'' \text{ [m}^3\text{/h]} \tag{8}$$

w_I műszerrel mérhető.

A w_{II} levegőmennyiséget előzetes szűrő közbeiktatásával szintén mérni tudjuk.

$$w_{II} = w' + w \text{ [m}^3\text{/h]} \tag{9}$$

A szállításra legjellemezőbb w' levegőmennyiséget közvetlenül mérni nem tudjuk. Ellenben ha a (8), (9) egyenletből a betáplált w_I-et és a távozó w_{II}-t, valamint a w''-t és w-t ismerjük, akkor ismeretes a w' is.

A w'' levegőmennyiség, melyet a feladótartályból kiszorított anyag pótlására vezetünk a tartályba, p_1 nyomáson és T_1 hőmérsékleten van.

Az anyag térfogata a feladó és a fogadó tartályban azonos.

$$w_M = \frac{N}{\gamma m} \text{ [m}^3\text{/h]} \tag{10}$$

tehát, $w_M = w$.

A w levegőtérfogat a feladótarályban p_1 nyomáson és T_1 hőmérsékleten van, ezt át kell számolni a környezet p_3 nyomásának és T_3 hőmérsékletének megfelelő térfogatra.

Az általános gáztörvény szerint:

$$\frac{p_3 w''}{p_1 w} = \frac{Q_L R_e T_3}{Q_L R_e T_1} \tag{11}$$

ebből

$$w'' = w \frac{p_1}{p_3} = \frac{N}{\gamma m} \cdot \frac{p_1}{p_2} \text{ [m}^3\text{/h]} \tag{12}$$

Ha $T_1 \neq T_3$, akkor a hőmérsékletet is figyelembe kell venni.

3. Keverési arány.

$$\mu = \frac{N}{Q_q} \text{ [kg/kg]} \tag{13}$$

ahol $Q_q = \gamma_e w_I$ kg/h.

4. Fajlagos energiaszükséglet.

$$A = \frac{N_i}{N} 10^3 \text{ [kWh/t]} \tag{14}$$

Az N_i levegőteljesítményt izotermikus teljesítményként lehet meghatározni

$$N_i = w_I p_3 \ln \frac{p_1}{p_3} \text{ [mkp/h]} \tag{15}$$

1. táblázat

Különböző szállítások szállítási paramétereinek összehasonlítása

A szállítás neme	Pneumatikus		Fluidizációs	
	nyomó	szívó		
Vezetékhossz, m	60	45	100	120
Csőátmérő, mm	80	100	100	125
Szállítási levegő mennyisége, m³/h	450	—	700	800
Szállító teljesítmény, t/h	5	5	50	40
Keverési arány, kg anyag/kg levegő	9	5—8	55	38
Szállításhoz szükséges nyomás, att	5	—	4	2,5
A szállításhoz szükséges vákuum, mm v. o.	—	5500	—	—
Az anyag térfogatsúlya, t/m³	0,9—1,0	1,0—1,1	0,9—1,0	1,0—1,1
Alkalmazás	Üzemi szállítás	Vagonürítés	Üzemi szállítás	Speciális gépkocsi ürítés

Mivel p_3 atmoszferikus nyomást jelent és ha a teljesítményt wattra számítjuk, akkor

$$N_i = 0{,}0282 w_1 \ln \frac{p_1}{p_3} \text{ [kW]} \qquad (16)$$

Más szóval a levegőteljesítmény kW-ban azt a teljesítményt jelenti, amely ahhoz szükséges, hogy a feladótartályba vezetett levegőt (w_1) a környezet nyomásáról a tartály nyomására sűrítse.

5. Anyag-levegő keverék sebessége

A szállítócsőben a levegő nyomása fokozatosan a p_1 tartálynyomásról a p_3 környezeti nyomásra csökken, tehát a szállítólevegő kiterjed. Ha a kiterjedést izotermikusnak vehetjük fel, érvényes rá az általános gáztörvény. A térfogat-változás sebességváltozással jár, mert

$$v = \frac{W}{3600 F} \text{ [m/s]} \qquad (17)$$

Ha a sebességet a keresztmetszet egy tetszőleges helyén akarjuk meghatározni, ismerni kell az átáramló térfogatot, valamint az ott uralkodó nyomást. Az átáramló térfogat két részből tevődik össze; w_M anyagtérfogatból (lásd [10] egyenlet), és az adott nyomáshoz tartozó w''' levegőtérfogatból. A w''' levegőtérfogatot a mindenkori vezetéknyomásra kell vonatkoztatni.

Tehát

$$W = w''' + w_M \text{ [m³/h]} \qquad (18)$$

ahol

$$w''' = f(p_x) = w' \frac{p_3}{p_x} \text{ [m³/h]}$$

így

$$v = \frac{w''' + w_M}{3600 F} \text{ [m/s]} \qquad (19)$$

A csőellenállások meghatározásával itt nem foglalkozunk, mert azok tárgyalása meghaladná jelen tanulmány terjedelmét és ezek egyébként is többnyire jól meghatározottak [1, 5].

A következőkben vizsgáljuk meg néhány poranyagszállító berendezést, összehasonlítva a pneumatikus és fluidizációs rendszer paramétereivel. Az összehasonlítás az *1. táblázatban* található.

A különböző szállításokat egyenértékű paraméterre átszámítva (azonos csőhossz, szállítási teljesítmény, nyomás stb.) a fajlagos energia-szükséglet szempontjából jó közelítéssel a következő értéket adják:

pneumatikus szívó	5—10	kWh/t
pneumatikus nyomó ..	3,5—6,5	kWh/t
fluidizációs	1,5—3	kWh/t

A fentiekből megállapítható, hogy a fluidizációs timföld-szállító berendezések energiafelhasználás szempontjából kedvezőbbek az egyéb rendszereknél. A szállítási sebességek lényegesebben kisebbek, ami a csővezetékek kopása szempontjából rendkívül előnyös. Tehát amennyiben az üzemi körülmény és a szállítási feladat lehetőséget ad arra, hogy a szállítást fluidizációs rendszerrel oldjuk meg, úgy ezt a megoldást feltétlenül előnyben kell részesíteni.

Ezt a szempontot igazolja az a tény, hogy az energiaszegény országok új poranyag-szállító berendezései többnyire fluidizációs rendszerrel dolgoznak.

Összefoglalás

A tanulmány a pneumatikus szállítást a jellemző paramétereken és gyakorlati módokon keresztül mutatja be. Jellemzi a fluidizációs szállítás két fő formáját: a lebegtető és a zárttartályos szállítást. Felsorolja a fluidizáció alapfeltételeit és a főbb paramétereit, valamint azok szállításmódját. Elemzi a vízszintes és függőleges szállítócsőben lejátszódó folyamatokat. Összehasonlítja néhány kivitelezett berendezés műszaki paramétereit. Megállapítja a fludizációs szállítás előnyeit.

Használt jelölések:

A = fajlagos energiaszükséglet, kWh/t;
dg = a szállított anyag átmérője, m;
F = csővezetékek keresztmetszete, m²;
G = szállított anyagrészecske súlya, kg;
L = rétegmagasság, m;
L_1 = a fluidizált réteg megnövekedett magassága, m;
L' = a p_1 és p_2 nyomású hely távolsága, m;
N = szállítási teljesítmény, kg/h;
N_i = izotermikus levegőteljesítmény, mkg/h;
p_1 = nyomás a fluidizált réteg alatt, kg/m²;
p_2 = a szállító csővezetékben uralkodó nyomás, kp/m²;
p_3 = a környezeti nyomás, kp/m²;
p_n = nyomás a fluidizált réteg felett, kp/m²;
Q_A = a szállított anyag súlya, kg;
Q_L = a szállító levegő súlya, kg;
Q_q = az óránként szükséges szállító levegő súlya, kg/h;
R_e = Reynolds-féle szám;

T_1 = a p_1 nyomású levegő hőmérséklete, abszolút °K;
T_2 = a p_2 nyomású szállító csővezeték hőmérséklete, °K;
T_3 = a p_3 nyomású levegő hőmérséklete, °K;
t = szállítási idő, s;
v = anyag-levegő keverék sebessége, a csővezeték egy tetszőleges pontján, m/s;
v_A = a szállított szemcse haladási sebessége, m/s;
v_L = a levegő sebessége a szállítási viszonyok stabilitásakor, m/s;
v_K = kicsapódási, fojtási sebesség, m/s;
v_p = a fluidizációhoz tartozó levegősebesség, m/s;
v_R = relatív sebességkülönbség, m/s;
v_S = az anyag lebegési sebessége, m/s;
W = a csővezeték tetszőleges pontján átáramló keverék mennyisége, m³/h;
w = a levegőmennyiség, melyet a továbbított anyag a tárolótartályból kiszorított, m³/h;
w' = a levegőmennyiség, mely a szállítótartályt elhagyja, m³/h;
w'' = a szállítótartályból eltávolodott anyagot helyettesítő levegőmennyiség, m³/h;
w''' = levegőtérfogat a mindenkori vezetéknyomásra vonatkoztatva, m³/h;
w_I = a tartályba betáplált levegő mennyisége, m³/h;
w_{II} = a szállítási rendszerből távozó levegő mennyisége, m³/h;
w_M = az anyag térfogata a feladótartályban és a fogadó silóban, m³/h;
γ_e = a szállító levegő fajsúlya, kg/m³;
γ_m = a szállított anyag fajsúlya, kg/m³;
μ = anyagkoncentráció, kg/kg.

IRODALOM

[1] *Kolinuskin—Orlovszkij—Szegal:* Pneumatikus szállítás az építészetben. Moszkva, 1962.
[2] *Temesvári Jenő:* Ömlesztett cementszállító közút; járművek. Járművek Mezőgazdasági Gépek 1963. 12.
[3] *Temesvári Jenő:* Ömlesztett alumíniumoxid szállítása. Kohászati Lapok, 1964. 7.
[4] *Leva:* Fluidizáció. Budapest, 1964.
[5] *Dr. Pattantyús Á. Géza:* Anyagszállítás légáramban. Magyar Tud. Akadémia, Műszaki Tudományok Osztályának közleménye, 1954. 13. kötet. 59. old.
[6] *Dr. Pattantyús Á. Géza:* Gyakorlati áramlástan. Budapest, 1959.

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

A *tőkés országok raffinált ólomtermelése* és felhasználása t-ban (E):

Fém	1964	1965	1965/1964 %
Alumínium	115 014	124 105	+8
Magnézium	6 011	6 279	+4
Ólom.....	42 691	45 418	+6
Cink	73.011	80 897	+11
Antimon	406	264	—35
Kadmium	264	281	+6
Ezüst	33	34	+3
Szilícium	17 750	19 750	+13
Egyéb.....	18	22	+22
Összesen.....	255 198	277 050	+9

Metall, 1966. 12.

*

A *tőkés országok finomított fémfelhasználása* 1000 t-ban (E):

Fém	1964	1965	1965/1964 %
Alumínium.....	120,0	128,0	+7
Magnézium	0,9	1,1	+22
Ólom	89,0	94,0	+6
Cink	108,0	116,0	+7
Antimon	0,9	0,7	—22
Kadmium.....	0,3	0,3	—
Réz	202,0	192,0	—5
Ón	5,7	6,4	+12
Nikkel.....	8,5	9,3	+9
Kobalt	0,4	0,3	—25
Egyéb	0,6	0,7	+17
Ezüst	0,9	0,8	—11
Szilícium.....	7,3	6,7	—8
Összesen	546,5	556,3	+2

Metall, 1966. 12.

*

Olaszországban a fémfélgyártmány-gyártás alakulása 1964-ben és 1965-ben 1000 t-ban (E):

Fém	1964	1965	1965/1964 %
Alumínium és ötvözetei	105,0	112,0	+7
Lemez, szalag	73,0	77,5	+6
Rúd, cső	26,0	28,8	+11
Huzal, kábel	6,0	5,7	—5
Réz és ötvözetei	293,0	302,0	+3
Réz	173,0	173,3	—
Huzal, kábel	134,2	132,0	—2
Rúd	11,3	11,6	+3
Lemez, szalag	13,2	13,9	+5
Cső	14,3	15,8	+10
Sárgaréz	115,0	123,4	+7
Huzal	4,3	6,0	+39
Rúd	63,8	70,8	+11
Szalag	36,7	35,3	—4
Cső	10,2	11,3	+11
Egyéb ötvözetek ...	5,0	5,8	+16
Ólom és ötvözetei	39,5	39,0	—1
Lemez	10,0	9,0	—10
Cső	19,4	18,0	—7
Egyéb	0,6	0,5	—17
Vadászsörét	9,5	11,5	+21
Cink és ötvözetei.....	8,7	9,5	+9
Szalag	8,5	9,0	+6
Egyéb	0,2	0,5	+150
Egyéb ötvözetek ...	0,5	0,4	—20
Összesen	446,7	463,4	+4

Metall, 1966. 12.

*

A *British Aluminium* Dolgarrog-i leányvállalata 750 000 font sterlinges beruházással *bővítette hengerművét.* Ezzel a hengermű kapacitását évi 4000 t-ra növelik és 1969-ig 15 000 t félgyártmányt gyártanak évenként (E).

Alumínium, 1966. 11.

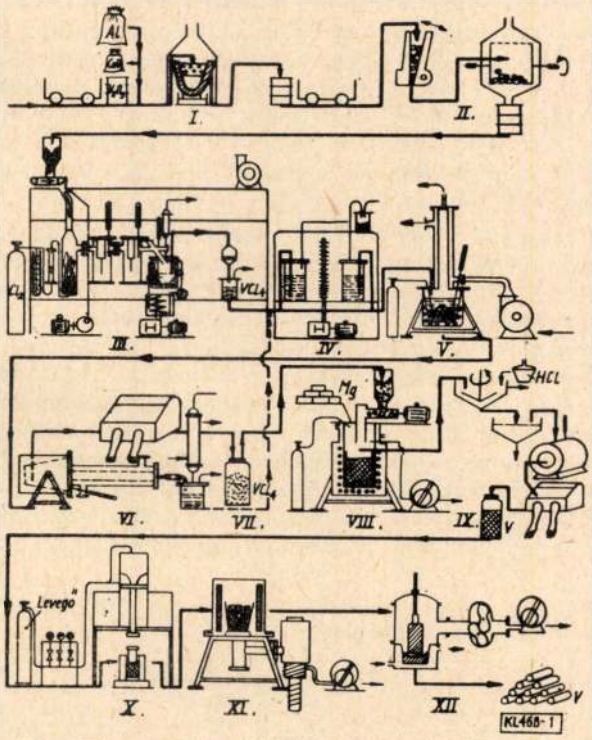
Vasszennyezés lehetőségei fémvanádium előállításakor

DR. VÁRHEGYI GYŐZŐ okl. kohómérnök,
IVÁN LÁSZLÓ okl. vegyészmérnök
Fémipari Kutató Intézet

DK 669.293 : 539.219.001.5

A Fémipari Kutató Intézetben a KGM, NIM és OMFB kezdeményezésére [1] és támogatásával kidolgoztuk a bauxitból kinyerhető vanádium tiszta fémállapotban történő előállításának technológiáját. A kutatás eredményeit időszaki jelentésekben rögzítettük [2], [3]. A hazai viszonyok között legelőnyösebben megvalósítható technológia fontosabb lépéseit az *1. ábrán* mutatjuk be.

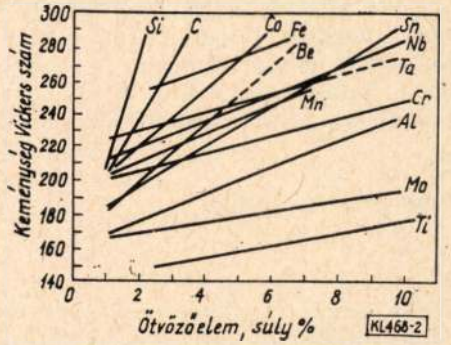
A vanádium egyrészt különleges ötvözés céljára [4], másrészt pedig vanádium-félkészgyártmányok kialakítására szolgál [5]. Különösen utóbbi esetben szükséges megfelelő tisztaságú anyag (általában 99,7% V) az alakíthatóság biztosítása érdekében. A vanádium ridegségét elsősorban a rácsba intersticiósan beépülő hidrogén, nitrogén és oxigénatomok idézik elő, a ridegség oka azonban fémes szennyezők, illetve ötvözők jelenléte is lehet [6], [7], *(2. ábra)*. A technológia sajátossága, valamint a szerkezeti anyagokkal történő érintkezés miatt egyik leggyakoribb szennyező a vanádiumban a vas. Dolgozatunkban a vasszennyezésre vonatkozó megállapításainkat és néhány kísérleti tapasztalatunkat ismertetjük.



1. ábra. Fémvanádium előállítási technológiájának folyamatábrája

I. Ferrovanádium ötvözet előállítása (alumíniumdara, mész, nátr. polivanadát; korundbélés). — II. Előkészítés (törés, őrlés). — III. Klórozás, tisztítás frakcionált kondenzációval ($FeCl_3$, $AlCl_3$, $MnCl_2$ stb. szennyezőktől). Szűrés. — IV. VCl_4 tárolása. — V. VCl_3 előállítás VCl_4 forralásával visszafolyóhűtős magnéziumreaktorban. — VI. Vákuumdesztilláció a VCl_3 megtisztítására ($VOCl_3$, $SiCl_4$ és maradék VCl_4 szennyezőktől). — VII. VCl_3 törése és tárolása száraz, semleges atmoszférában. — VIII. Színítés folyékony magnéziummal, argon atmoszférában. — IX. A reakciótermékek feldolgozása (Mg, $MgCl_2$ eltávolítása lúgzással), és a szivacs tárolása argon atmoszférában. — X. Ütőműves tömörítés. XI. Szivacs izzítás nagyvákuumban hidrogéntelenítés és zsugorítás céljából. — XII. Olvasztás vákuumban

A vanádium-szivacs vasszennyezése származhat a klórozással nyert kiinduló anyagból, vagyis a vanádiumtetrakloridból. Bár a folyékony kloridokban, mint pl. $TiCl_4$, VCl_4 gyakorlatilag nem oldódik a vas és kloridja [8], utóbbi azonban szuszpendált alakban nagy mennyiségben is jelen lehet. Elválasztható ülepítéssel és szűréssel [9]. A magnézium-termikus redukció során a magnéziumban levő vas szintén szennyezi a szivacsot, különösen a kezdetben redukálódó fém veszi fel a magnézium vastartalmát [10]. Ezért a redukcióhoz csak 0,02%-nál kisebb vastartalmú magnéziumot célszerű felhasználni. A magnézium szennyeződhet vassal beolvadása után a színítő reaktor falából való oldódás útján is [11]. Hasonlóképpen nikkel és króm is kerülhet a magnéziumba.



2. ábra. Vanádium keménységének változása különböző ötvöző, illetve szennyező elemek mennyiségének függvényében [7]

Különösen a nikkel oldódása jelentős, ezért a magnéziummal érintkező reaktorfal készítésére nikkeltartalmú acél nem használható. Ilyen szempontból a krómtartalmú acél jobban megfelel. Titán előállításával kapcsolatos vizsgálatok szerint a szivacsot szennyező vasmennyiség fele a reaktor szerkezeti anyagából származik részben a magnézium oldó hatása miatt, részben pedig a reaktorfal és a titántetraklorid kölcsönhatása következtében. A színítés során bejutott vas mennyisége csökkenthető a szivacs külső kérgének eltávolításával. Csökkenthető a vas színítés közben a titántetraklorid adagolási sebességének növelésével, vagyis a magnézium és az edényzet érintkezési idejének rövidítésével [12].

A hidrometallurgiai feldolgozáskor is kerülhet vas a szivacsba, különösen a törés és a golyósmalomban történő őrlés során. Ez a vas savas kezeléssel és mágneses szeparálással eltávolítható, ellentétben a szivacs szerkezetébe már előzőleg bejutott vastartalommal [10]. Különösen sok vasszennyeződés adódik a vákuum-desztillációs eljáráskor, ahol a sók által most már nem vádett fém nagy hőmérsékleten és hosszú ideig érintkezik a reaktor falával [13]. A fallal érintkező kéregben vákuumdesztilláció után a vastartalom több mint

kétszeresére emelkedik, pl. 0,04-ről 0,13%-ra [14]. Többek között ezen ok miatt választottuk a szivacs feldolgozására a hidrometallurgiai utat.

Nedves eljárásnál, vagyis a vanádiumszivacs híg savas feldolgozásakor tehát egyik fontos vasforrás a vanádiumtetrakloriddal bevitt szennyezés lehet, ezenkívül megfelelő válogatással a magnéziummal bevitt vasszennyeződés is csökkenthető. Bár az erre vonatkozó megnyugtató irodalmi tapasztalatot korábban idéztük [8], találhatunk ellenkező értelmű közlést is [15]. Különösen figyelmet érdemel a kérdés a VCl_4 kondenzált fázisban észlelhető kis stabilitása miatt. Tárolás közben ugyanis a

$$VCl_4 \rightarrow VCl_3 + Cl$$

reakció játszódik le és a felszabaduló naszcens klór megtámadhatja a tárolásra használt vasedényzet falát. Így annak a kérdésnek eldöntésére, hogy a vas alkalmas anyag-e VCl_4 tárolására mind az edényzet korrózióját, mind a tetraklorid esetleges elszennyeződése szempontjából, vizsgálatokat végeztünk.

Az 1. ábra törzsfájának megfelelő módon előállított ipari vanádiumtetrakloridot — tehát klórozás után kapott nyers terméket — szűrtük 3G3 üvegszűrőn. Szűrés után a VCl_4 az alábbi koncentrációkban tartalmazza a különböző szennyezőket:

$VOCl_3$, %	10,2
Fe, mg/100 cm^3 VCl_4	< 10
Fe, ppm	< 56
$SiCl_4$, %	~ 1

Három lezárt üvegedénybe 100—100 cm^3 nyers vanádiumtetrakloridot mértünk be és különböző mennyiségű 2 mm-es lágyvas lemezdarabokat helyeztünk el bennük. A I. jelű üvegedénybe vaslemezt nem tettünk, a II. jelű edény 0,17 falfelület/VCl_4 térfogat viszonyszámnak, a III. jelű 0,36 viszonyszámnak megfelelő mennyiségű vaslemezt tartalmazott. A teljes felület folyadékkal érintkezésének biztosítására a vaslemezeket Z alakúra hajlítottuk.

Az edényeket hűtőszekrényben 0°C hőmérsékleten sötét helyen 14 napig tároltuk. Az első, nyolcadik és tizennegyedik napon a lombikokat jól megráztuk. Két hét után a lemezeket kivettük és megmértük. Súlycsökkenést nem tapasztaltunk. A tetrakloridot 3G3 üvegszűrőn újraszűrtük és analizáltuk. A szűrőn maradt csapadékot mértük és meghatároztuk vastartalmát.

A szűrőn maradt csapadék VCl_3 mennyisége és vastartalma:

	I.	II.	III.
VCl_3, mg	450	950	690
VCl_3, %*	0,3	0,5	0,4
Fe, mg	0,1	0,2	0,2
Fe, ppm	222	210	290

A szűrlet analízise:

	I.	II.	III.
$VOCl_3$, %	11,9	12,7	11,9
Fe, mg	6	7	6
Fe, ppm	33	39	33

A bemért VCl_4 súlyszázalékában.

A kísérletek körülményeit és az eredményeket az *1. táblázat* foglalja össze. Utóbbiak természetesen elsősorban gyakorlati értékűek, mivel az adott technológiával elérhető átlagösszetételű nyers vanádiumtetrakloridra vonatkoznak. A kapott adatok alapján a következőket állapíthatjuk meg:

1. A vanádiumtriklorid-képződés 14 nap alatt $<0{,}5\%$. Figyelembe véve a 14. napon bekövetkezett hűtőszekrény-meghibásodást, lehetséges, hogy még ennél is kisebb mértékű. Az ipari VCl_4 0°C hőmérsékleten és sötétben tehát gyakorlatilag stabil.

2. A tárolási kísérletek végén a vaslemezek nem mutattak súlyváltozást. A vanádiumtetraklorid és a képződött kevés vanádiumtriklorid együttes vastartalma ugyanakkora (<50 ppm), mint a kiinduló, újonnan szűrt vanádiumtetrakloridé. Ennek megfelelően az érintkezésnek kitett vasfelület nagysága sem fejt ki hatást a tetraklorid vasszennyezésének mértékére. Korábbi vizsgálataink szerint a hegesztett és hegesztés nélküli vaslemezek súlycsökkenését 72 óra alatt egyöntetűen 20°C-on 0,2 mg/cm^2 vasfelület nagyságúnak találtuk és ezen a hőmérsékleten természetesen a képződött vanádiumtriklorid mennyisége is jelentős volt. A vanádiumtetraklorid bomlása útján keletkező nagyobb klórmennyiség tehát megtámadja a tároláshoz használt vasedényzet falát, 0°C hőmérsékletű tároláskor azonban a vizsgálat kétheti időtartama alatt semmiféle kölcsönhatás nem volt megfigyelhető. A vanádiumtetraklorid tárolásának legmegfelelőbb és legbiztonságosabb módja tehát, ha hegesztett vasedényzetben, 0°C hőmérsékletű hűtőszekrényben helyezzük el. Ennek alapján dolgoztuk ki a 25

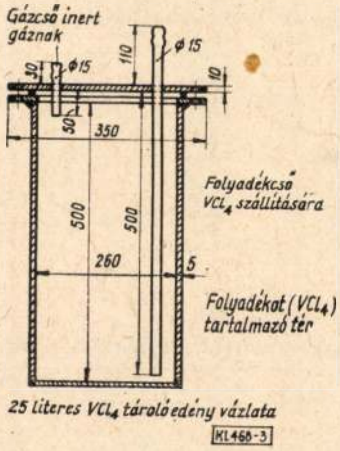
1. táblázat

Nyers VCl_4 vastartalmának változása tárolás közben

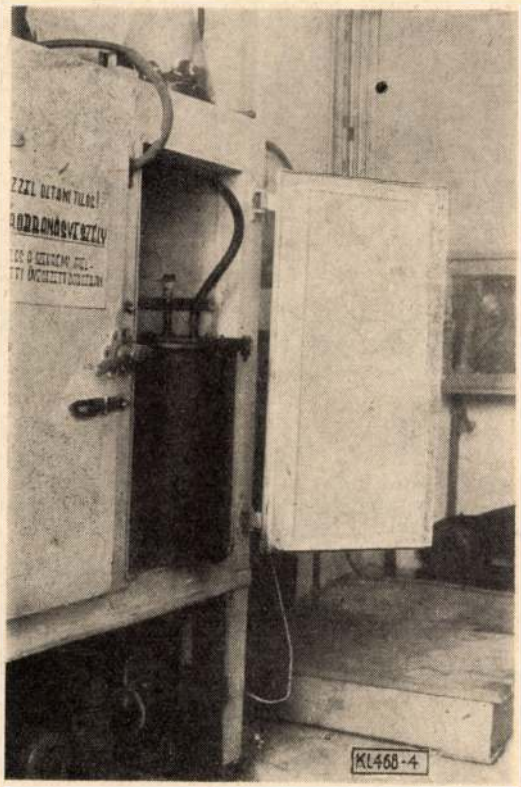
Kísérlet jele	Bemért VCl_4, cm^3	Vaslemez felülete, cm^2	Tárolás 0°C-on sötétben, nap*	Rázás napja	VCl_4 szűrés után			VCl_3			Vaslemez súlyváltozása, mg	A kísérletben modellezett tárolási mód
					$VOCl_3$ %	Fe mg	Fe ppm	%	Fe mg	Fe ppm		
I.	100	—	13+1	1, 8, 14	11,9	6	33	0,3	0,1	222	—	Vasedény nélkül
II.	100	17,5	13+1	1, 8, 14	12,7	7	39	0,5	0,2	210	+2	Tele edény 25 l VCl_4
III.	100	35	13+1	1, 8, 14	11,9	6	33	0,4	0,2	290	—	Edény alján 2,5 l VCl_4

* A 14. napon a hűtőszekrény meghibásodott és 15°C volt a hőmérséklet.

liter hasznos térfogatú vanádiumtetraklorid tároló edényeinket (*3.* és *4. ábra*), melyeknek megtöltése és ürítése nagyon kényelmes argongázáram segítségével. A tartályokban a hosszabb tárolás ta-



3. ábra. Vanádiumtetraklorid tárolására alkalmas vastartály



4. ábra. A *3. ábra szerinti megoldás fényképe*

pasztalatai igazolták várakozásunkat: a tartályok felülete ép maradt és a tárolt vanádiumteraklorid vastartalma sem változott.

3. A kísérletek alatt képződött kevés szilárd vanádiumtriklorid százalékosan 8—10-szer több $FeCl_3$-at tartalmaz, mint a vanádiumtetraklorid folyadékfázis. Minthogy a kísérlet kezdetén és végén ugyanazt a finomságú szűrőt (G3) használtuk, ezt az észlelésünket azzal magyarázhatjuk, hogy a szilárd vanádiumtriklorid derítő- és gyüjtőhatást fejt ki a folyadékban finom szilárd fázisként lebegő $FeCl_3$-ra. Az $FeCl_3$ tartalom lebegő szennyezőkénti jelenlétét mutatja a vasra számított tartalom függése a szűrő finomságától. Az 1965-ben előállított 225 kg nyers vanádiumtetraklorid átlagos vastartalma 88 ppm volt, durvább — pyrex típusú — üvegszűrőn szűrve. Ezzel jó egyezésben volt a termikus bontás után keletkezett 110 kg VCl_3 100 ppm vastartalma.

4. A vanádiumtetraklorid vastartalmát csak szűrés után lehet megbízhatóan meghatározni. Egy ipari vanádiumtetraklorid gyártási tétel vastartalmának megállapításakor, illetve megmintázásakor figyelembe kell venni, hogy a vastartalom lebegő vagy kiülepedett állapotban lehet jelen. Csak az egész tétel megszűrésével és a csapadék és szűrlet vastartalmának külön-külön meghatározásával lehet a vastartalmat megállapítani, vagy pedig kellő homogenizálás után (a szilárd részecskék lebegésben tartásával) egy aliquot mintát vehetünk ki az egész tétel vastartalmának meghatározásához.

5. A vanádiumtetraklorid és ferriklorid minden arányban végbemenő oldódására vonatkozó irodalmi közlést [15] vizsgálataink nem támasztják alá. Eddigi kísérleteink alapján az oldhatatlanságra vonatkozó adatokat [8], [16] tartjuk elfogadhatónak.

IRODALOM

[1] Ritka- és szórványfémek távlati szükségletének elemzése és hazai kinyerésének vizsgálata. 0,659/1964. OMFB koncepció.

[2] *Várhegyi—Iván—Imre—Selmeczi:* Duktilis vanádium előállítása. FKI jelentés a Tudományos Tanács részére. 1965. május.

[3] *Várhegyi—Iván—Imre—Sándor—Vitányiné:* Fémvanádium előállítása. Jelentés. 1966. március.

[4] *Szavickij—Dujszemaljev:* Metalloved. Term. Obrab. Met. *3*, 52. 1961.

[5] Ritkafém félgyártmányok előállítási lehetőségei hazánkban. OMFB tanulmány. 1966.

[6] *Rostoker:* The metallurgy of vanadium. 1958.

[7] *Keeler:* Reactor Handbook, — Metarials. 1955. USA. Energy Com. 437.

[8] *Morozov:* A. N. SSSR. 1960. Titan i ego szplavü. 102.

[9] *Garmata—Falkevics—Kramnik:* Cvet. Met. CIIN. 16, 30. 1963.

[10] *Muszienko:* Cvet. Met. CIIN. 1958. 1—103.

[11] *Mirocsnyikov:* AN. SSSR. 1961. Titan i ego szplavü. 116.

[12] *Szandler—Sztrelec—Garmata—Pogjakin—Apotjunov—Petrunyko—Szokolov:* Cvet. Met. *37*, Nr. 10, 58. 1964.

[13] *Birjukova—Neroszlavszkaja—Alexandrovszkij:* AN. SSSR. 1961. Titan i ego szpalvü. 68.

[14] *Lukasenko—Zinovceva—Terekin—Feofanov:* AN. SSSR. 1961. Titan i ego szplevü. 14.

[15] *Amirova—Pecskovszkij—Kurmajev:* Izv. VUZ. Cvet. Met. Nr. 4, 102. 1963.

[16] *Foley—Ward—Hock:* Kolcsina O. P. Izvlecsenije i ocs. red. met. 1960, Atomizdat. 242.

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Az *alumínium felhasználás* megoszlása néhány tőkés országban 1965-ben %-ban (Z):

Országok	Közlekedés	Gépgyártás	Villamos	Építészet	Csomagolás	Tömegcikk	Összesen
NSZK	29,1	11,6	17,1	9,1	9,3	23,8	100
Franciaország	32,3	8,3	12,4	8,3	10,1	28,6	100
Anglia	32,0	6,9	13,2	8,9	6,9	32,1	100
Olaszország	42,5	8,1	6,2	12,5	9,4	21,3	100
Svédország	8,2	6,8	16,5	26,0	8,2	34,3	100
Svájc	7,9	23,5	9,8	23,5	17,6	17,7	100
USA	25,3	6,6	12,1	24,8	8,7	22,5	100

Schweizer Aluminium Rundschau 1966. 5. 158. old.

*

A Caravelle *utasszállító repülőgépekhez felhasznált alumíniumötvözet* félgyártmányok megoszlása és súlya kg-ban (Z):

Félgyártmányok fajtái	Ötvözetek jele				Összesen	
	AlCuMg2 AlCuMg1 AlCuSiMn GAlCu4TiMg	AlCu2MgFeTi RR 58	AlZnMgCu 1,5	AlMg 5	kg	%
Különböző vastagságú lemezek	760		720		1 480	
Szalag	15 800			460	16 260	52
Tárcsa és plattírozott anyag	3 960			140	4 100	
Idom	4 380		1080		5 460	
Cső	50			150	200	18
Kovácsolt termék	3 540	2570			6 110	
Öntvény	70				70	
Összesen	28 560	2570	1080	750	33 680	

Schweizer Aluminium Rundschau, 1966. 5. 1964. old.

A *japán kohóalumínium-termelési kapacitás* 1967 végére 402 000 t-ra és 1970-ig 512 000 t-ra nő. A jelenlegi kapacitás 350 000 t. A szükséges beruházást 9,2 milliárd yen-re tervezik (E).

Alumínium, 1966. 11.

*

Kanadában (Newfundlandban) 4,5 millió dollár beruházással a Sea Mining és a Continental Ore cég *tengervízből magnézium kinyerésére* szolgáló művet épít. Evvel Kanada a világ második magnéziumtermelő állama lesz (E).

Alumínium, 1966. 11.

*

A *Ranshofen-Berndorf* cég modernizálja és *bővíti alumíniumkohóját* és így a jelenlegi 67 000 t-ról 78 000 t-ra növeli kapacitását (E).

Alumínium, 1966. 11.

*

Ranshofenben (Ausztria) három kádsor van 33 000 amperes kádakkal üzemben. A bővítéssel 40 000 Amp-es kádak kerülnek a régiek helyébe és *40 új kádat* is beépítenek. A beruházás 2 milliárd schilling lesz (E).

Alumínium, 1966. 11.

*

A *norvég Alnor Alumínium* cég Kormay-ban *alumínium kohót épít*, amely ez évben kerül üzembe. A kohó mellé félgyártmánygyártó üzemet is telepít. A hengerművet a Davy and United cégnél rendelte meg és 1968. márciusban tervezik beindítását (E).

Alumínium, 1966. 11.

*

Nagyváradon timföldgyárat építettek, hogy a Romániában tervezett évi 180 000 t timföld-kapacitást elérjék. A nagyváradi gyár 60 000 t-val járul hozzá a termeléshez. A berendezés 90%-át Romániában állítják elő (E).

Alumínium, 1866. 11.

*

A *Reynolds Metals* Phoenixben (USA) modernizálja és *bővíti présműjét*. A kapacitás 90 000 t lesz. A mű 1800 embert foglalkoztat és 1968-ban fogják üzembe helyezni (E).

Metall, 1966. 12.

*

A *különböző fémek felhasználása* a termeléshez viszonyítva 1964-ben és 1965-ben nagy eltolódást mutat (t-ban az eltérés + vagy —).

Fém	1964	1965
Alumínium	+ 8 000	—102 000
Réz	—63 000	+ 105 000
Ólom	—51 000	—26 000
Cink	—240 000	—200 000
Ón	—2 500	—15 000

A + jel termeléstöbblet, a — jel termeléshiány. Az alumíniumból pl. 1964-ben 8000 t-val többet termeltek, mint a felhasználás, de 1965-ben már 102 000 t-val több volt a felhasználás, mint a termelés (E).

Metall, 1966. 12.

*

A *tőkés országok raffinált réztermelése* 1966. I. félévig t-ban (E):

1964	1965	1966. I. félév	1965-höz viszonyítva
393 200	418 500	424 900	+ 6400

Metall, 1966. 12.

*

A *tőkés országok kohóhorgany-termelése* és felhasználása t-ban (E):

	1964	1965	1966 I. félév	1965-höz viszonyítva
Termelés	243 200	256 300	267 000	+10 700
Felhasználás ..	265 100	272 300	284 300	+12 000

Metall, 1966. 12.

*

Kanadai színesfémipar fejlődése, t-ban (Z):

Fémféleség	1965	1964	Megjegyzés
Cu ...	390 000	370 000	
Ni	239 000	207 000	
Pb ...	272 000	189 000	Az érc fémtartalma szerint
Zn ...	816 500	666 800	
Ag ...	1 025 000	931 700	
Au ...	113	119	
Pt	14	11,64	
U_3O_8 .	3 900		1959. óta 14 515 t-t
Mo ...	3 402	544	A dúsított érc fémtartalma alapján

Canad. Mining J. 1966. 2. 81—99, 100—101, 106, 132 és 227—234. old.

*

Új-Zélandban Au, Cu, Mn, Hg Sb, Pb, Zn és Sn érc lelőhelyeket fedeztek fel. 1965-ben kb. 100 millió DM értékű színesfémet importáltak (ebből Cu 45, Al 30, Pb 3,5, Zn 3,5, Sn 3,5, Ni 2,2 millió DM értéket képviselt). A sziget északi részén kb. 20 millió t-s bauxit előfordulást fedeztek fel. Alumíniumkohászat létrehozását tervezik. Új-Zéland Al fogyasztása jelenleg kb. 8000 t/év melyet terv szerint 1970-re 20 000 t-ra növelnek (Z).

Metall 1966. 5. 512. old.

*

Az *USA színesfém termelése* és felhasználása, ezer t-ban (Z):

Fémek	Termelés		Felhasználás	Megjegyzés
	1965	1964	1965	
Cu....	3250	3130	3520	
Ni ...	328,8	285,7	331	
Co ...	14,7	14,06	14,7	
Pb ...	2633	2567	2725	A másodlagos Pb-val együtt
Zn....	3524	3195	3357	
Sn ...	154,4	154,4	168,7	
Ag ...	6,88	6,78	12,05	

Eng. and Mining J. 1966. 2. 80—137. old.

*

1965-ben *Norvégiában* 265 000 t kohóalumíniumot (1964-ben 261 500 t-t) termeltek és az alumíniumkohók kapacitását 1965. év végére 345 000 t-ra növelték. 1968-ban az alumíniumkohók kapacitásának bővítését 500 000 t/évre tervezik.

Norvégia alumínium felhasználása mindössze 26 000 t, vagyis 7 kg/fő. Ugyanebben az időben az USA-ban 15,2, Kanadában 9,8, Svájcban 9,8, Angliában 8,9, Svédországban 8,5 és az NSZK-ban 8,7 kg/fő volt az alumínium felhasználás (Z).

J. four électr. et. inds electrachim. 1966. 3. 61—62. old.

*

A *tőkés országok bauxit vagyonát* kb. 5,36 milliárd t-ra becsülik, amelyből Ausztráliáé 2,06 milliárd t-t, Guineáé 1,1 milliárd t-t, és Jamaicáé 0,6 milliárd t-t tesz ki.

1961—1963. években kb. 30 millió t/év mennyiségű bauxitot bányásztak. (Z).

Bull. Bur. Mines, 1965. 630. 15—26. old.

*

1965-ben a *francia alumíniumkohók* teljes kapacitással dolgoztak és 340 528 t (1964-ben 315 000 t-t) kohóalumíniumot termeltek. Ezenkívül Kamerunban 1965-ben 50 487 t kohóalumíniumot gyártottak, amelyből 44 878 t-t francia cégeknek adtak át.

A francia alumíniumkohók termelő kapacitását 1965 végére 358 000 t/év-re bővítették.

Franciaország alumínium felhasználása 1965-ben 268 800 t volt, vagyis 1964-hez viszonyítva mindössze 0,8%-kal növekedett. Franciaországból a következő országokba exportáltak alumíniumot:

Belgiumba 93 112, NSZK-ba 17 551, Hollandiába 4847, Olaszországba 3159 t-t, vagyis 1965-ben 1964-hez viszonyítva az európai országokba exportált fém mennyiségét 21%-kal növelték, ezenkívül még az USA-ba 38 370 t-t és Argentínába 8452 t-t szállítottak (Z).

Metall 1966. 5. 495—497. old.

*

A *svájci Alusuisse üzemeiben* 1965-ben kb. *200 000 t kohóalumíniumot* termeltek. A társaságnak Svájcban, NSZK-ban, Olaszországban és az USA-ban vannak üzemei. (Z).

Schweiz Maschinenmarkt. 1966. 16. 139—147. old.

*

Anglia alumínium hulladék felhasználása 1965-ben 1964-hez viszonyítva nem csökkent. Az USA-ból az érvényes árnál olcsóbban importáltak kohóalumíniumot és ezzel együtt nagy mennyiségű alumíniumhulladékot használtak fel. Igen nagy mértékben terjed a folyékony alumínium szállítása (Z).

Metal. Bul. 1966. 5096. 18—19. old.

*

Az *USA-ban a kohóalumíniumot előállító vállalatok nyeresége* nagymértékben csökkent (az 1955. évi 18%-ról 1960. évi 6%-ra). Emiatt 1960. évtől kezdve csökkentették az új üzemek építésére fordított tőkét és a meglevő üzemek 100%-os kihasználására törekedtek. A hiányzó alumíniumot importból biztosították. Ez nem kívánatos az USA fizetési mérlege szempontjából. A helyzeten csak az alumínium árának növelésével lehet javítani, ezért az amerikai kormány hozzájárult 1 kg alumínium árának 1,1 centes emeléséhez (Z).

Fortune, 1966. 2. 106—111. old.

*

A *gladstoni timföldgyárat* bővítették és így 1967. márciusában 600 000 t-ról 1 millió t-ra nő a termelése (E).

Alumínium, 1966. 11.

*

Dél-Ausztráliában, Adelaidban *felépítették az első alumínium-félgyártmány üzemet*. Az üzem főleg sajtolt rudakat gyárt. A termelést 1967 májusában kezdik. A Kaiser Alumínium érdekeltségű Comalco cég 1 millió dollárt ruházott be a vállalatba (E).

Alumínium, 1966. 11.

*

A *Kaiser Alumínium Művek* a koblenzi (NSZK) félgyártmányt gyártó üzemüket 9,4 millió DM beruházással bővítette. Egy *új* duó *hideghengerművet* állítottak be a szükséges segédberendezésekkel lemezgyártáshoz és kikészítéshez. A fényes felületű lemezek és szalagok szélessége 1250 mm. A termelést 1967. év közepén kezdik meg az új üzemrészben (E).

Alumínium, 1966. 11.

*

Az *angol* Insulated Callenders Cables cég Wrexhamban új berendezést állított be kisfeszültségű *kábelek gyártására*. A beruházás 7 mill. font sterling. A termelést 1968 májusban kezdik (E).

Alumínium, 1966. 11.

*

A *világ kohóalumínium-termelési kapacitása* 1965. végén, t-ban (E):

Európa	
NSZK	243 000
Franciaország	355 700
Anglia	35 500
Olaszország	141 000
Jugoszlávia	50 000
Norvégia	349 000
Ausztria	80 000
Svédország	30 000
Svájc	70 000
Spanyolország	54 800
Nyugat-Európa	1 409 000 t
Szocialista államok	
Kína	130 000
NDK	65 000
Lengyelország	95 000
Románia	55 000
Csehszlovákia	70 000
Szovjetunió	1 180 000
Magyarország	57 500
Összesen	1 652 500 t
Afrika	
Kamerum	53 000
Ázsia (Kína nélkül)	98 700
Japán	346 500
Ázsia összesen	445 200 t
Ausztrália	95 500 t
Amerika	
Brazília	51 800
Mexikó	20 000
Kanada	828 300
USA	2 535 500
Amerika összesen	3 435 600 t

A világ kapacitása 1965 végén 7 090 800 t.

Aluminium, 1966. 11.

Magántőkével NSZK—holland cég alakult, és átolvasztó (tömbösítő) és ötvöző üzemet hoztak létre Hollandiában. Az üzembehelyezés 1967. áprilisban lesz. A beruházás 6 000 000 holland forint. A termelés 200 t/hó, amelynek 50—70 %-át exportálják. Az öntődét 5000 m²-en telepítették, és még 10 000 m² területet lekötöttek a terjeszkedés céljaira.

A Dow Chemical Co. a freeporti csökkentett üzemű magnéziumkohójának termelését az eddigi 150 millió fontról 190 millió fontra növeli.

Metall, *20.* (1966) 12. sz. 1347. old. *E. Gy.*

Olaszországban a fémöntvénytermelés 1964- és 1965-ben:

Fém	1964 (1000 t)	1965 (1000 t)	1965: 1964 (%)
Alumínium és ötvözetei	67,0	75,0	+12
Ebből nyomásos öntvény	30,0	35,0	+17
Réz és ötvözetei	40,0	37,0	— 7
Ebből sárgaréz	22,5	21,0	— 7
Ebből nyomásos öntvény	2,0	2,0	—
Bronz és egyéb	17,5	16,0	— 9
Cinkltvözetek	17,0	19,5	+15
Ebből nyomásos öntvény	16,7	19,3	+16
Egyéb ötvözet	1,0	1,0	—
Ebből nyomásos öntvény	0,3	0,3	—
Összesen	125,0	132,5	+ 6
Ebből nyomásos öntvény	49,0	56,6	+15

Metall, *20.* (1966.) 12. sz. 1324. old.

E. Gy.

Az Alcoa kimutatása szerint erősen nő az alumínium felhasználás az autóiparban. Az elmúlt évek 45 000 t felhasználását 330 000 t-ra növelték. 1966-ban még ezt is felülmúlták. Újabban a teherautókba is sok alumíniumot építenek be. Ma már 108 000 t a teherautók részesedése.

1966-ban a személykocsikba beépített alumínium mennyiség:

Alkatrészek	Átlag súly, kg/autó	Százalék, összesen
Kapcsolás	11,4	36,0
Motorház	9,7	30,4
Lécek	4,3	13,4
Villamosberendezés	1,9	6,0
Karosszéria	1,1	3,4
Fékek	0,95	3,0
Egyéb	2,37	7,8
Összesen	31,72	100,0

Az első két tétel főleg öntvényből tevődik ki, tehát a gépkocsikba még mindig elsősorban az öntvényfelhasználás a nagyobb tétel.

Metall, *20.* (1966). 12. sz. 1453. old. *E. Gy.*

Hazai alumíniumipari hírek

1966. évben az alumíniumipari beruházások nagy lépéssel haladtak előre. A *Székesfehérvári Könnyűfémműben* a szélesszalag hengermű építkezésén a hengermű csarnok épület jelentős része már tető alá került. A gépi berendezések leszállítása is megkezdődött. A szovjet gyártmányú gépi berendezések már folyamatosan érkeznek és 1967-ben megkezdődik a szerelési munka.

*

Az *Ajkai Timföldgyár* bővítése 1967-ben befejeződik. Az új kalcináló kemence testét a helyére emelték és a szerelés jó ütemben halad.

*

Az *Almásfüzitői Timföldgyár* bővítésénél megkezdték az új autokláv sor szerelését. Elkészült az új kalcináló kemence gépalapja is.

L. D.

KOHÁSZATI *lapok*





ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

4. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 100. ÉVFOLYAM • 145—192. OLD. • BUDAPEST, 1967. 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, 318-928
Венгерский Журнал Металлургии
Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen · Hungarian Journal of Metallurgy
Revue Hongroise de Metallurgie · Rivista Ungherese de Metallurgia

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztő:
DR. PILISSY LAJOS
RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
ÁRKOS FRIGYES
BALÁZS FÜLÖP
CHAPÓ ELEK
CSEH MIKLÓS
DR. HAJTÓ NÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
DR. LÁNYI BÉLA
MARCZIS LÁSZLÓ
NAGY ZOLTÁN
PINTÉR ANDRÁS
DR. PÖCZE LÁSZLÓ
RÉFI-OSZKÓ ISTVÁN
ROMWALTER ALFRÉD
SELMECI BÉLA
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÁRHELYI REZSŐ

Felelős kiadó:
SALA SÁNDOR
igazgató

MEGJELENIK HAVONKÉNT

Index: 25,445

TARTALOM

Voith Márton: A hengerlési nyomás, nyomaték és teljesítmény számítása alakos üregben végzett meleghengerléskor 145
Dr. Pilter Pál: Mangánércek termikus disszociációja 151
Gruber Imre—Szikszay Pál: Mannesmann rendszerű csőlyukasztó hengersorok lyukasztási elmélete és technológiája 157
Dr. Farkas Ottó: A MgO-, Al_2O_3- és BaO-tartalom hatása nagyolvasztósalak viszkozitására 165
Tarmann, B.—Poppmeier, W.: Az acél folyamatos öntése 170

FÉMKOHÁSZAT

Dr. Arató Jenő: Az alumíniumfólia felhasználás alakulása 182
Dr. Hoffmann Pál: Az alumíniumtuskók kábelipari feldolgozásának minőségi feltételei 185
A vaskohászat rövid hírei 150
Szabványosítási hírek 164
Egyesületi hírek 169, 179, 189, 190
Műszaki és gazdasági hírek 177, 178
Hírek a KGST országokból 180
Könyvismertetés 181
Kondenzátorfólia ankét 184
Hazai fémkohászati hírek 189
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek 191, 192

ÖNTÖDE

Vörösné, Faragó Elza: Néhány elem kristályon belüli dúsulásának vizsgálata öntöttvasban 73
Szakosztályi hírek 77
Csontos István: Homokformába öntött, nagyméretű gömbgrafitos hengerek gyártásának tapasztalatai 78
Imre József—Maréchal Károly: Vasúti vontatómotorok háromréteges marokcsapágyának öntése 81
Lapszemle 83
Trajkovics József: A minták és szerszámok rögzített árképzésével szerzett tapasztalatok 84
Tipizált berendezésekkel korszerűsítsük az öntvénygyártást! 87
Könyvismertetés 90
Egyetemi hírek 90
Hencsey László hozzászólása *Pintér András:* Acélöntödei olvasztóeljárások összehasonlítása c. közleményéhez 91
Pintér András válasza *Hencsey László* hozzászólására 92
Könyvismertetés 93
III. Nyomásos Öntő Napok, Drezda 94
Szakosztályi hírek 95
A 34. Nemzetközi Öntödei Kongresszus, Páris, közleménye 96

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft.

KOHÁSZATI LAPOK
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.
67.4., 3872 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.
Csekkszámla-szám: egyéni 61.254, közületi 61.066 (vagy átutalás a MNB 8. sz. folyószámlájára)
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62.

KOHÁSZATI LAPOK 1967. 4. sz.

СОДЕРЖАНИЕ

М. Вопмх: **Расчет прокатного давления, момента и мощности при горячей прокатке в фасонных калибрах** ..... **С 145**
Метод расчета для простого определения характеристик прокатки профилей — давленной поверхности, давления валков, момента и мощности. Расчет круга качения, образовавшегося в калибре и скорости прокатки. Подтверждение правильности методар асчета результатами опытных измерений.

Д-р П. Пилтер: **Термическая диссоциация марганцовых руд** ..... **С 151**
Определение из термодинамических данных и дериватографом парциального давления и количества газообразного продукта, откалывающегося при различных условиях из различных окислов и карбонатов марганца. Кинетика и диссоциационное равновесие окислов марганца.

И. Грубер—П. Сиксаш: **Исследование теории и технологии прошивки на трубопрошивных станах системы Маннесманн** ..... **С 157**
Механика прошивной трубопрокатки: деформация материала под влиянием главных и постронных напряжений. Оценка явлений стой целью, чтобы рациональным изменением технологии уменьшить дефекты и увеличить выход годного. Предложение нового профиля прошивной головки и валков.

Д-р О. Фаркаш : **Влияние содержания MgO, Al_2O_3 и BaO на вязкость доменного шлака** ..... **С 165**
Влияние содержание в доменных шлаках MgO, Al_2O_3 и BaO на вязкость при различных температурных интервалах. Увеличение содержания MgO только при более низких температурах и при низком содержании Al_2O_3 и BaO улучшает вязкость. Влияние Al_2O_3 противоположное. BaO ухудшает влияние Al_2O_3, увеличивает влияние MgO.

Тарманн—Поппмеиер: **Непрерывная разливка стали** ..... **С 170**
Принцип и установка непрерывной разливки стали. Работы технического развития Капфенберского завода качественных сталей для определения принципиальных и практических факторов непрерывной разливки. Влияние вторичного охлаждения. Опыты на загибание непрерывного слитка. Установки непрерывной разливки различных типов. Экономичность метода. Задачи дальнейшего развития.

Д-р И. Арато: **Положение употребления алюминиевой фольги** ..... **С 182**
Аналитическо исследование венгерского употребления алюминиевой фольги. Самые важные отрасли потребления. Мировой уровень. Направления развития.

Д-р П. Горфманн : **Качественные условия проработки алюминия кабельной промышленности С 185**
Качество алюминиевых слитков, годных для проработки на кабель. Особая важность равномерности зёрен и электрического сопротивления. Последствия Включений, поверхностных дефектов и пористости.

На журнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, а-или зазать отдельные номера для заграничных читателей у организации: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149, Венгрия.

INHALT

Voith, M.: **Berechnung des Walzdruckes, des Walzmoments und der Walzleistung beim Warmwalzen von Profilen** ..... S 145
Rechnungsverfahren zur Bestimmung der Kennzahlen — sowie der gedrückten Fläche, des Walzdruckes, des Walzmomentes, der Walzleistug — beim Walzen von Profilen. Berechnung der Walzgeschwindigkeit und des bei der Profilwalzung sich ausbildenden Wälzkreises. Bestätigung der errechneten Angaben durch die Ergebnisse von Betriebsmessungen.

Dr. Pilter, P.: **Thermische Dissoziation der Manganerze** ..... S 151
Die Bestimmung des partialen Druckes und der Menge der aus den verschiedenen Manganoxyden und Mangankarbonaten unter verschiedenen Verhältnissen abspaltenden gasförmigen Produkte aus thermodynamischen Angaben und mit Hilfe des Derivatographen. Dissoziationsgleichgewicht und Kinetik der Manganoxyde.

Gruber, I.—Szikszay, P.: **Theorie und Technologie der Lochung an den Mannesmann'schen Rohrlochwalzen** ..... S 157
Mechanik der Lochwalzung von Rohren, die Formänderung durch die Haupt- und Nebenspannungen. Bewertung der Vorgänge vom Standpunkt einer rationellen Änderung der Technologie zum Zweck der Fehlerverminderung und der Erhöhung des Ausbringens. Vorschlag zum Profilieren der Walzen und des Bohrkopfes.

Dr. Farkas, O.: **Einfluss des MgO-, Al_2O_3- und BaO-Gehaltes auf die Viskosität von Hochofenschlacken** 165
Einfluss des MgO-, Al_2O_3- und BaO-Gehaltes von Hochofenschlacken auf die Viskosität in verschiedenen Temperaturgebieten. Die Erhöhung des MgO-Gehaltes verbessert die Viskosität nur bei niedrigeren Temperaturen und niedrigem Al_2O_3- und BaO-Gehalt. Al_2O_3 hat einen entgegengesetzten Einfluss. BaO vermindert den Einfluss von Al_2O_3 und erhöht den Einfluss des MgO.

Tarmann—Poppmeier.: **Das Stranggiessen von Stahl** ..... S 170
Prinzip und Einrichtungen des Stranggiessens. Die technische Dntwicklungstätigkeit des Edelstahlwerkes in Kapfenberg zur Bestimmung der prinzipiellen und praktischen Betriebsfaktoren des Stranggiessens. Die Erstarrungsvorgänge. Die Wirkung der sekundären Kühlung. Versuche zum Biegen des Stranges. Stranggiessanlagen von verschiedenen Typen. Wirtschaftlichkeit des Verfahrens. Weiterentwicklung.

Dr. Arató, I.: **Die Verwendung von Aluminiumfolien** ..... S 182
Analytische Untersuchung des Verbrauches von Aluminiumfolien in Ungarn. Die wichtigsten Verbraucher. Das Weltniveau und die Richtung der Entwicklung.

Dr. Hoffmann, P.: **Qualitätsvorbedingungen bei der Verarbeitung von Aluminium in der Kabelindustrie** ..... S 185
Beschaffenheit der zur Kabelerzeugung geeigneten Aluminiumblöcke. Hervorragende Bedeutung der Korngleichmässigkeit und des elektrischen Widerstandes. Folgen der Einschlüsse, der Oberflächenfehler und der Porosität.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummern nach Ausland an der Adresse KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

CONTENTS

Voith, M.: **Calculation of rolling load, torque and performance in hot rolling with profile calibers** P 145
A method for the simple determination of the characteristics of profile rolling — loaded surface, roll load, torque, performance —. Calculation of the contact circle formed in the profile caliber and of the rolling velocity. Proving the correctness of the method by experimental measurement results.

Dr. Pilter, P.: **The thermal dissociation of manganese ores** ..... P 151
Determining the partial pressure and amount of gas product formed in the decomposition of various manganese oxides and manganese carbonates in various conditions from thermodynamical data and by the derivatograph. The dissociation equilibria and kinetics of manganese oxides.

Gruber, I.—Szikszay, P.: **Piercing technology and theory in Mannesmann tube mills** ..... P 157
Mechanics of tube piercing: deformation of the material under the influence of mean and subsidiary stresses. Evaluation of the phenomena from the point of view of correcting the defects and improving the material yield. Proposal for a novel profile for the rolls and piercer.

Dr. Farkas, O.: **Influence of MgO, Al_2O_3 and BaO content on the viscosity of blast furnace slags** P 165
Influence of the MgO, Al_2O_3 and BaO content of blast furnace slags on viscosity in various temperature fields. An increasing MgO content improves viscosity only at lower temperatures and at low Al_2O_3 and BaO contents. Al_2O_3 has an opposite influence. BaO impairs the influence of Al_2O_3 and improves that of MgO.

Tarmann—Poppmeier.: **Continuous casting of steel** ..... P 170
Principle and equipment of continuous casting. The technical development in the Kapfenberg Alloyed Steelworks (Austria) for determining the theoretical and practical factors of continuous casting. Conditions of solidification. Influence of secondary cooling. Experiments in strand bending. Various types of continuous casting plants. Economics of the method. Problems of further development.

Dr. Arató, I.: **Development of the utilization of aluminium foil** 182
Analytical study of the utilization of Hungarian aluminium foil. Chief consumer areas. The international level. Lines of development.

Dr. Hoffmann, P.: **Quality conditions in the utilization of aluminium for cable production** .....P 185
Quality of the billets which are suitable for cable production. Special importance of grain size uniformity and of electric resistance. Consequences of inclusions, surface defects and porosity.

Subscriptions for the journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers from abroad should be sent to the following address: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149 Hungary.

The periodical „Kohászati Lapok" (Technical Review of the Metallurgical Industry) can be ordered at the adresses given below:

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20. Denmark
Akateeminen Kirjakauppa Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bataliere, France
Swets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergracht 477—487 Holland
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. Indien
Lepac Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanada Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovenska Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo, Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweitz
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

100. évfolyam **4. szám** 1967. április

A hengerlési nyomás, nyomaték és teljesítmény számítása alakos üregben végzett meleghengerléskor

VOITH MÁRTON okl. kohómérnök, egyetemi adjunktus

(Az Akadémiai Kohászati Kutató Munkaközösség 46. közleménye)

DK 621.776 : 621.944.122

A szakirodalom által a magasságcsökkenés, a nyomott ívhossz, a hengerlési nyomás stb. meghatározására használt képletekbe helyettesítendő értékek csak négyszögletes és szimmetrikus keresztmetszetekre választhatók meg közvetlenül és egyértelműen.

A hengerlési nyomások és teljesítmények kísérleti mérése azonban lehetővé teszi annak megállapítását, hogy a számítási képletekbe milyen értékeket kell helyettesíteni. Számításainkat ugyanis olyan értékek behelyettesítésével kell elvégeznünk, amelyek kis eltéréssel adják meg a mért eredményt. Ilyen számítási eljárás kidolgozása után természetesen más alakos szelvények hengerlésekor fellépő hengerlési nyomás stb. nagysága is hasonló módszerrel számítható ki.

A legegyszerűbb lenne, ha alakos szelvények hengerlésekor is a négyzetes szelvényekre érvényes — viszonylag egyszerű — képleteket használhatnánk. Ha azonban a be- és a kifutó szelvényeket egyszerűen négyszögesítjük és ezen helyettesítő négyszögekkel számolunk, nem kapunk pontos eredményeket.

A képletekbe helyettesítendő értékeket úgy kell megállapítani, hogy a velük kiszámított hengerlési nyomás, hengerlési teljesítmény stb. jól megközelítse a kísérleti mérésekkel meghatározott értékeket.

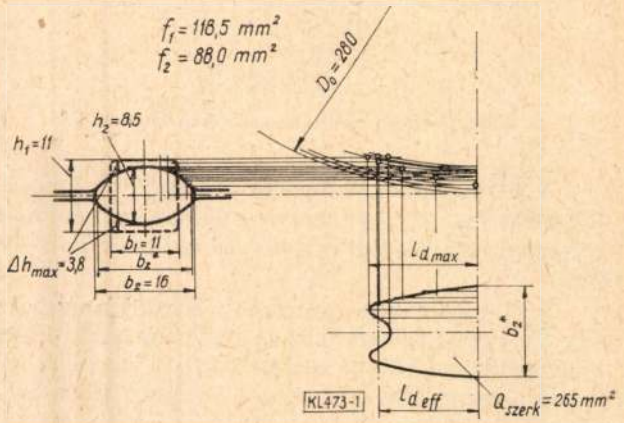
A nyomott felület nagyságának meghatározása

A nyomott felület nagyságának meghatározására legpontosabb módszer a szerkesztés *(1. ábra)*. A szerkesztés azonban bonyolult és hosszadalmas eljárás. A nyomott felület nagyságának számítás útján való meghatározására a következő módszert célszerű használni:

$$Q = b_2^* \cdot l_{d\,ef} \qquad (1)$$

ahol b_2^* a ténylegesen nyomott darabszélesség a kilépés síkjában. A két henger közötti hengerköz és az üreg nyitása miatt $b_2^* < b_2$. Jó közelítéssel írható: nyitással rendelkező üregekben

$$b^* \approx 0{,}95 \cdot b_2 \qquad (2a)$$



1. ábra. A nyomott felület nagyságának szerkesztése négyzet-ovál szúrás esetén

nyitás nélküli (kész) üregekben:

$$b_2^* \approx b_2 \qquad (2b)$$

Az (1) egyenletben szereplő effektív nyomott ívhossz nagysága:

$$l_{d\,eff} = \sqrt{R_{görd} \cdot \Delta h_{eff}} \qquad (3)$$

ahol $R_{görd}$ a gördülő sugár, Δh_{eff} az effektív (számításba veendő) magasságcsökkenés.

Számításaink során az az eredmény adódott, hogy a legkülönfélébb szelvények hengerlésekor az effektív (számításba veendő) magasságcsökkenés:

$$\Delta h_{eff} \cong \frac{3 \cdot \Delta h_{köz} + \Delta h_{max}}{4} \qquad (4)$$

A közepes magasságcsökkenés a b^*_2 szélességre vonatkoztatott négyzetes befutó és kifutó szelvény magasságcsökkenése:

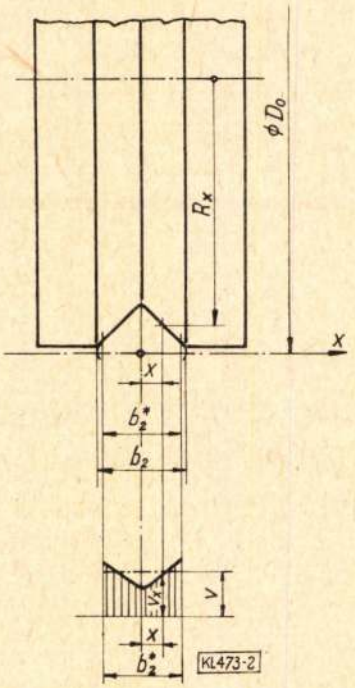
$$\Delta h_{köz} = h_{1köz} - h_{2köz} \qquad (5)$$

ahol

$$h_{1köz} = \frac{f_1}{b_2^*} \qquad (6)$$

és

$$h_{2köz} = \frac{f_2}{b_2^*} \qquad (7)$$



2. ábra. A hengerlési sebesség meghatározása

A szúrás során előforduló legnagyobb magasságcsökkenés (Δh_{max}) a be- és a kifutó szelvényrajz egymásra rajzolása után közvetlenül lemérhető (1. ábra).

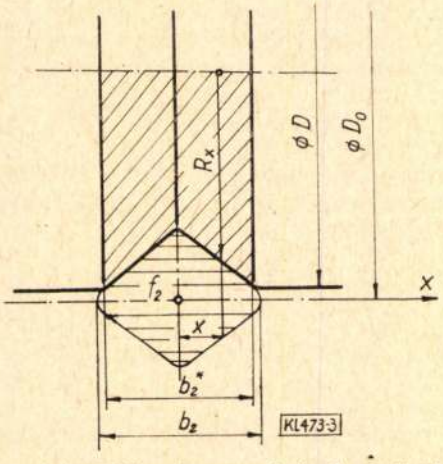
A (3) egyenletben szerepel a gördülősugár. Az üreg $R_{görd}$ gördülősugara az a sugár, amelyhez adott n hengerfordulatszám esetén tartozó kerületi sebesség a hengerlési sebességgel (a darab sebességével) megegyezik:

$$v = R_{görd} \cdot \omega \tag{8}$$

ahol $\omega = 2\pi n$.

Másrészt viszont a hengerlési sebesség az üreg közepes kerületi sebessége *(2. ábra)*:

$$v = \frac{1}{b_2^*} \cdot \int_{-\frac{b_2^*}{2}}^{+\frac{b_2^*}{2}} v_x \mathrm{d}x \tag{9}$$



3. ábra. A gördülősugár nagyságának meghatározása

ahol v_x az üreg kerületi sebessége az x helyen:

$$v_x = R_x \cdot \omega \tag{10}$$

A (10) egyenlet (9)-be helyettesítve és ezután a (8) egyenlettel egyenlővé téve, azt kapjuk, hogy

$$R_{görd} = \frac{1}{b_2^*} \cdot \int_{-\frac{b_2^*}{2}}^{+\frac{b_2^*}{2}} R_x \mathrm{d}x \tag{11}$$

A (11) egyenletben szerepelő határozott integrál egy területet ad, amely a hengerrajzon a henger középvonalától az üregig terjed (*3. ábrán* ferdén sraffozott terület). A (11) egyenlet értelmében a gördülősugár ezen terület átlagos magasságával azonos.

A névleges hengerátmérő (D_0) és a hengerelt szelvény keresztmetszet-területének (f_2) ismeretében $R_{görd}$ értéke integrálás nélkül is meghatározható. A kilépő szelvényt ugyanis úgy helyezik el a hengerlési vonalon, hogy a hengerlési vonal feletti és alatti szelvényterületek egyenlőek legyenek. A hengerlési vonal feletti szelvényterület tehát $1/2 \cdot f_2$.

A 3. ábra alapján nagyon jó közelítéssel írható:

$$\int_{-\frac{b_2^*}{2}}^{+\frac{b_2^*}{2}} R_x \,\mathrm{d}x = \frac{1}{2} \cdot D_0 \cdot b_2^* - \frac{1}{2} \cdot f_2 \tag{12}$$

A (12) egyenletet a (11) egyenletbe behelyettesítve, a gördülő sugár nagysága:

$$R_{görd} = \frac{1}{2} \cdot \left(D_0 - \frac{f_2}{b_2^*} \right) = \frac{1}{2} \cdot (D_0 - h_{2köz}) \tag{13}$$

A fenti gondolatmenet alkalmazását és helyességének bizonyítását példákkal mutatjuk be:

1. példa. Számítsuk ki, mekkora a nyomott felület nagysága, ha 11 mm-es négyzetet 8,5×16 mm-es ovál-üregbe szúrunk be? A szelvényeket az 1. ábra mutatja. A szerkesztett nyomott felület nagysága planimetrálással meghatározva: $Q_{szerk} = 265\ \mathrm{mm}^2$.

A számítás menete:

Az (2/a) egyenletből:

$$b_2^* = 0{,}95 \cdot 16 = 15{,}2\ \mathrm{mm}$$

A (6) egyenletből:

$$h_{1köz} = \frac{118{,}5}{15{,}2} = 7{,}8\ \mathrm{mm}$$

A (7) egyenletből:

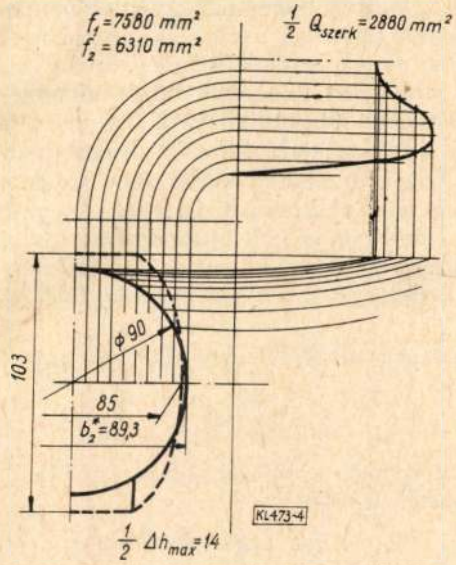
$$h_{2köz} = \frac{88}{15{,}2} = 5{,}9\ \mathrm{mm}$$

Az (5) egyenletből:

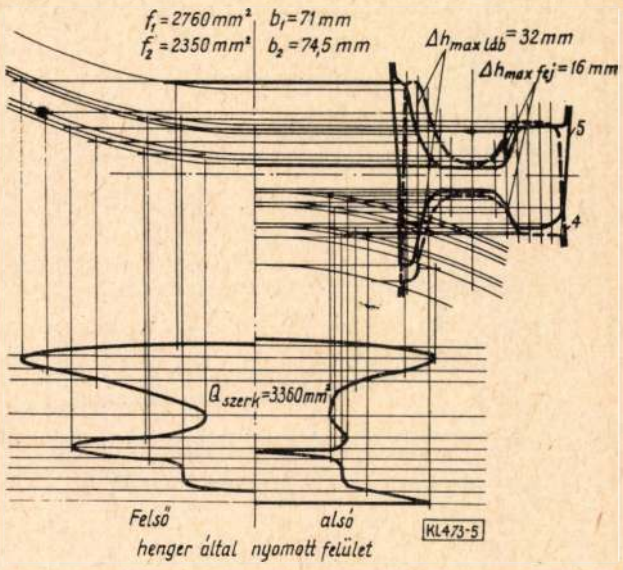
$$\Delta h_{köz} = 7{,}8 - 5{,}9 = 1{,}9\ \mathrm{mm}$$

A (4) egyenletből:

$$\Delta h_{eff} = \frac{3 \cdot 1{,}9 + 3{,}8}{4} = 2{,}37\ \mathrm{mm}$$



4. ábra. A nyomott felület szerkesztése simító ovál-kör szúrás esetén



5. ábra. A nyomott felület szerkesztése bányasínhengerlés 5. szúrásakor

A (13) egyenletből:

$$R_{görd}=\frac{1}{2}\cdot(280-5{,}9)=137 \text{ mm}$$

A (3) egyenletből:

$$l_{d\,eff}=\sqrt{137\cdot 2{,}37}=18 \text{ mm}$$

Az (1) egyenletből:

$$Q=15{,}2\cdot 18=274 \text{ mm}^2$$

A szerkesztett és számított érték közötti eltérés csak +3,4%.

2. példa. *Sklenár* [3] megszerkesztette a nyomott felület nagyságát a *4. ábrán* látható simítóovál-kör szúráskor. A hengerek névleges átmérője $D_0=555$ mm volt. A nyomott felület planimetrált területe szerinte:

$$Q_{szerk}=5760 \text{ mm}^2.$$

A 4. ábra szerint $b_2^*=89{,}3$ mm

A (6) egyenletből:

$$h_{1köz}=\frac{7580}{89{,}3}=85 \text{ mm}$$

A (7) egyenletből:

$$h_{2köz}=\frac{6310}{89{,}3}=70{,}9 \text{ mm}$$

Az (5) egyenletből:

$$\Delta h_{köz}=85-70{,}9=14{,}1 \text{ mm}$$

A (4) egyenletből:

$$\Delta h_{eff}=\frac{3\cdot 14{,}1+28}{4}=17{,}6 \text{ mm}$$

A (13) egyenletből:

$$R_{görd}=\frac{1}{2}\cdot(555-70{,}9)=242 \text{ mm}$$

A (3) egyenletből:

$$l_{d\,eff}=\sqrt{242\cdot 17{,}6}=65{,}2 \text{ mm}$$

Az (1) egyenletből:

$$Q=89{,}3\cdot 65{,}2=5820 \text{ mm}^2$$

A szerkesztett és a számított érték közötti eltérés +1%.

3. példa. *Geleji* [4] közli a nyomott felület szerkesztését egy 14 kp folyóméter súlyú bányasín 5. szúrásakor *(5. ábra)*: $Q_{szerk}=3360$ mm². A hengerek névleges átmérője $D_0=520$ mm.

A (2b) egyenletből: $b_2^*=74{,}5$ mm

A (6) egyenletből:

$$h_{1köz}=\frac{2760}{74{,}5}=37{,}1 \text{ mm}$$

A (7) egyenletből:

$$h_{2köz}=\frac{2350}{74{,}5}=31{,}6 \text{ mm}$$

Az (5) egyenletből:

$$\Delta h_{köz}=37{,}1-31{,}6=5{,}5 \text{ mm}$$

A szelvény aszimmetrikus, ezért a számításba veendő Δh_{max} a sín fej- és talprészén mérhető maximális nyomások számtani közepe (5. ábra):

$$\Delta h_{max}=\frac{\Delta h_{max\,fej}+\Delta h_{max\,láb}}{2}=\frac{16+32}{2}=24 \text{ mm}$$

A (4) egyenletből:

$$\Delta h_{eff}=\frac{3\cdot 5{,}5+24}{4}=10{,}1 \text{ mm}$$

A (13) egyenletből:

$$R_{görd}=\frac{1}{2}\cdot(520-31{,}6)=244{,}2 \text{ mm}$$

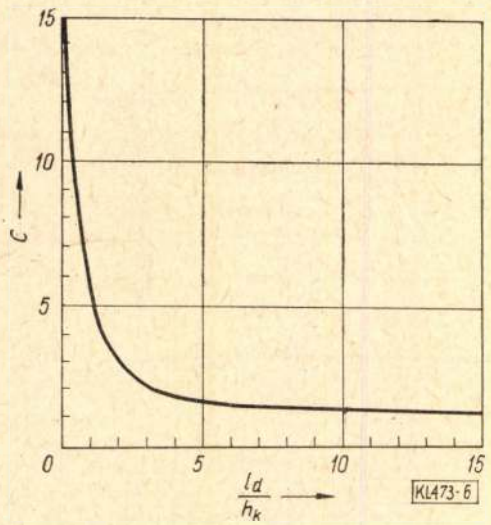
A (3) egyenletből:

$$l_{deff}=\sqrt{244{,}2\cdot 10{,}1}=49{,}6 \text{ mm}$$

Az (1) egyenletből:

$$Q=74{,}5\cdot 49{,}6=3690 \text{ mm}^2$$

A számított és szerkesztett érték közötti eltérés +9,8%.



6. ábra. C-görbe

A hengerlési nyomás nagyságának meghatározása

A *Geleji*-féle hengerlési elmélet szerint a hengerlési nyomás meghatározására szolgáló összefüggés négyzetes keresztmetszetű darabok hengerlésekor:

$$P = k_k \cdot b_k \cdot l_d \text{ [kp]} \qquad (14)$$

ahol k_k [kp/mm²] a közepes alakítási ellenállás,

$b_k = \frac{b_1 + b_2}{2}$ [mm] a darab közepes szélessége és

$l_d = \sqrt{\frac{D}{2} \Delta h}$ [mm] a nyomott ív hossza.

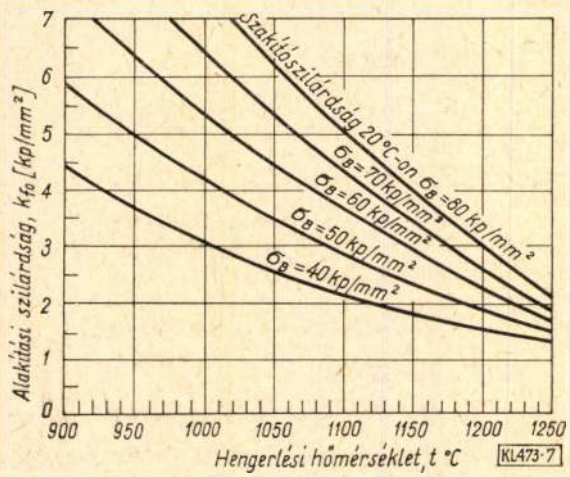
A közepes alakítási ellenállást a következő — Geleji-féle — összefüggéssel lehet meghatározni:

$$k_k = k_f \left(1 + C \cdot \mu \cdot \frac{l_d}{h_k} \cdot \sqrt[4]{v}\right) \qquad (15)$$

ahol $h_k = \frac{h_1 + h_2}{2}$ a hengerelt darab közepes magassága,

μ = a henger és a darab közötti súrlódási tényező [1],

$C = f\left(\frac{l_d}{h_k}\right)$, *(6. ábra)*.



7. ábra. Acélok alakítási szilárdsága

Az alakítási ellenállás egyenletében szerepel a k_f alakítási szilárdság. Kis alakváltozási sebességek esetében ennek értékét a hideg anyag szakítószilárdságának és a hengerelt darab hőmérsékletének függvényében diagramból ([5], 162. ábra) olvashatjuk ki. (Ezt az alakítási szilárdságot jelöljük k_{fo}-val.) Nagyobb alakváltozási sebességek esetében azonban az alakítási szilárdság megnövekszik. Ezért először meg kell határozni az alakváltozási sebesség nagyságát, és ennek figyelembevételével kell kiszámítani a tényleges k_f alakítási szilárdságot.

A szúrás alatti közepes alakváltozási sebesség:

$$w = \frac{\Delta h}{h_k} \cdot \frac{v}{l_d} \quad \left[\frac{1}{s}\right] \qquad (16)$$

A tényleges alakítási szilárdság ([2], II. kötet, 120. oldal, ill. [6]):

$$k_f = k_{fo}(1 + 0{,}05 \cdot w) \qquad (17)$$

A fenti összefüggéseket értelemszerűen alkalmazhatjuk alakos szelvények hengerlésekor keletkező hengerlési nyomás nagyságának kiszámítására is. Az összefüggések használatát — részletes indokolással — számpéldákon mutatjuk be.

4. példa. A hengerlési nyomás nagyságának meghatározása a 2. példában közölt szúráskor.

Kiinduló adatok:

A hengerek fordulatszáma: $n = 156\ ^1/_{min}$

A hengerelt anyag hidegszakítószilárdsága: $\sigma_B = 40$ kp/mm²

A hengerelt anyag hőmérséklete: $t = 980$°C

Az alakítási ellenállás nagysága a (15) egyenlettel számolható, a következőképpen:

A hengerelt darab közepes magassága:

$$h_k = \frac{h_{1köz} + h_{2köz}}{2} = \frac{85 + 70{,}9}{2} = 77{,}95 \text{ mm}$$

Az $\frac{l_d}{h_k}$ viszonyszám helyett értelemszerűen

$l_{deff}/h_k = \frac{65{,}2}{77{,}95} = 0{,}839$ viszonyszám szerepel.

Ezzel a 6. ábrából: $C = 6{,}4$.

A hengerlési sebesség a (8) egyenlet szerint:

$$v = R_{görd} \cdot \omega = R_{görd} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} =$$

$$= 0{,}242 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 156}{60} = 3{,}95 \text{ m/s}$$

A henger és a darab közötti súrlódási tényező:

$$\mu = 0{,}94 - 0{,}0005 \cdot t - 0{,}056 \cdot v = 0{,}94 -$$

$$-0{,}0005 \cdot 980 - 0{,}056 \cdot 3{,}95 = 0{,}229 \approx 0{,}25$$

tekintettel arra, hogy a súrlódási tényező 0,25 alá csak köszörült felületű hengereken csökkenhet. ([7], 229. old.)

Az alakítási szilárdság a 7. ábrából olvasható ki: $k_{fo} = 3{,}3$ kp/mm² ($\sigma_B = 40$ kp/mm²; $t = 980$°C).

Szúrás alatt a közepes alakváltozási sebesség a (16) egyenlet analógiájára:

$$w = \frac{\Delta h_{eff}}{h_k} \cdot \frac{v}{l_{deff}} = \frac{17{,}6}{77{,}95} \cdot \frac{3950}{65{,}2} = 13{,}7 \quad \left[\frac{1}{s}\right]$$

A tényleges alakítási szilárdság:

$$k_f = k_{fo}(1 + 0{,}05 \cdot w) = 3{,}3(1 + 0{,}05 \cdot 13{,}7) =$$

$$= 5{,}55 \text{ kp/mm}^2$$

A közepes alakítási ellenállás a (15) egyenlet alapján:

$$k_k = k_f \cdot \left(1 + C \cdot \mu \cdot \frac{l_{deff}}{h_k} \cdot \sqrt[4]{v}\right) =$$

$$= 5{,}55 \cdot (1 + 6{,}4 \cdot 0{,}25 \cdot 0{,}839 \cdot \sqrt[4]{3{,}95}) = 16{,}0 \text{ kp/mm}^2$$

A hengerlési nyomás:

$$P = k_k \cdot Q =$$

$$16 \cdot 5820 = 93\,100 \text{ kp} \mathrel{\hat{=}} 93{,}1 \text{ Mp}$$

A kísérleti mérés [3] szerint: $P_{mért} = 95{,}5$ Mp.

Sklenár a fenti számítást *Ekelund* és *Celikov* képleteivel is elvégezte.

5. példa. Számítsuk ki a hengerlési nyomás nagyságát a 3. példában közölt szúráskor.

A hengerek fordulatszáma: $n = 105\ ^1/_{min}$

A hengerelt anyag hideg-szakítószilárdsága:

$$\sigma_B = 60 \text{ kp/mm}^2$$

A hengerelt anyag hőmérséklete: $t = 1185°C$. A számítás menete megegyezik a 4. példáéval:

$$h_k = \frac{h_{1köz} + h_{2köz}}{2} = \frac{37{,}1 + 31{,}6}{2} = 34{,}35 \text{ mm}$$

$$\frac{l_{deff}}{h_k} = \frac{49{,}6}{34{,}35} = 1{,}45$$

A 6. ábrából:

$$C = 3{,}85.$$

A súrlódási tényező nagysága:

$$\mu = 0{,}94 - 0{,}0005 \cdot t - 0{,}056 \cdot v = 0{,}94 -$$

$$- 0{,}0005 \cdot 1185 - 0{,}056 \cdot 2{,}68 \cong 0{,}25.$$

A 7. ábrából:

$$k_{fo} = 2{,}35 \text{ kp/mm}^2$$

$$w = \frac{\Delta h_{eff}}{h_k} \cdot \frac{v}{l_{deff}} = \frac{10{,}1}{34{,}35} \cdot \frac{2680}{49{,}6} = 15{,}9 \frac{1}{\text{s}}$$

$$k_f = k_{fo}(1 + 0{,}05w) =$$

$$= 2{,}35(1 + 0{,}05 \cdot 15{,}9) = 4{,}2 \text{ kp/mm}^2$$

$$k_k = k_f \left(1 + C \cdot \mu \cdot \frac{l_{deff}}{h_k} \cdot \sqrt[4]{v}\right) =$$

$$= 4{,}2 \cdot (1 + 3{,}85 \cdot 0{,}25 \cdot 1{,}45 \cdot \sqrt[4]{2{,}68}) = 11{,}65 \text{ kp/mm}^2$$

$$P = k_k \cdot Q = 11{,}65 \cdot 3690 =$$

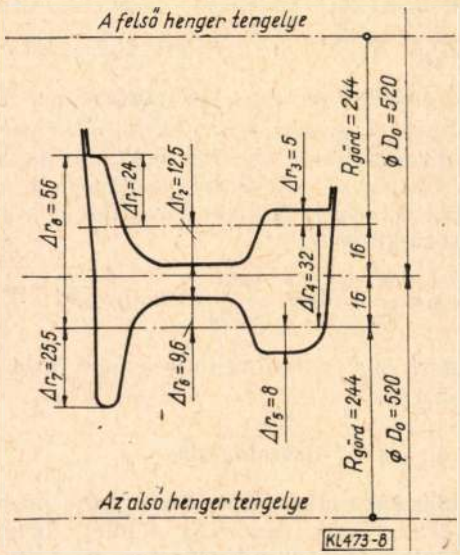
$$= 43\,000 \text{ kp} \mathrel{\hat{=}} 43 \text{ Mp}$$

Mivel a $P_{mért} = 39$ Mp, az eltérés $+10{,}2\%$.

A hengerlési teljesítményszükséglet nagyságának meghatározása

A számítás menetét az alábbi példán mutatjuk be:

6. példa. Számítsuk ki a 3. és az 5. példában közölt bányasín 5. szúrásakor a hengerekkel közlendő teljesítmény nagyságát!



8. ábra. A relatív csúszási sebesség meghatározása

A szúrásban elért fogyás:

$$F = f_1 - f_2 = 2760 - 2350 = 410 \text{ mm}^2$$

A tiszta alakítás teljesítményszükséglete:

$$N_{al} = \eta \cdot F \cdot k_k \cdot v = 0{,}96 \cdot 410 \cdot 11{,}65 \cdot 2{,}68 =$$

$$= 12\,300 \frac{\text{mkp}}{\text{s}} \mathrel{\hat{=}} 121 \text{ kW}$$

ahol η az alakítási ellenállásnak a nyomott ív menti egyenlőtlen eloszlását figyelembe vevő korrekciós tényező; értéke acélok meleghengerlésekor jó megközelítéssel: $\eta = 0{,}96$ ([7], 246. oldal).

A hengerüreg és a darab felülete közötti súrlódás legyőzéséhez szükséges teljesítmény:

$$N_s = 2 \cdot P \cdot \mu \cdot v_{rel} = 2 \cdot 43\,000 \cdot 0{,}25 \cdot 0{,}237 =$$

$$= 5090 \frac{\text{mkp}}{\text{s}} \mathrel{\hat{=}} 50 \text{ kW}$$

mivel a közepes csúszási sebesség:

$$v_{rel} = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{x} \Delta r_i}{x} = \frac{\pi \cdot 105}{30} \cdot \frac{0{,}1725}{8} = 0{,}237 \text{ m/s}$$

Δr a hengerüreg egyes pontjainak a gördülőkörtől való távolsága. Példánkban nyolc jellemző helyen ($x = 8$) mérjük le Δr nagyságát. A *8. ábra* szerint:

$$\sum_{i=1}^{8} \Delta r_i = 172{,}5 \text{ mm} \mathrel{\hat{=}} 0{,}1725 \text{ m}$$

A csapsúrlódás legyőzésére fordítandó teljesítmény ($\mu_{cs} \approx 0{,}1$ és $D_{cs} = 350$ mm):

$$N_{cs} = 2 \cdot P \cdot \mu_{cs} \cdot v_{cs} = 2 \cdot 43\,000 \cdot 0{,}1 \cdot 1{,}925 =$$

$$= 16\,550 \frac{\text{mkp}}{\text{s}} \mathrel{\hat{=}} 162 \text{ kW}$$

ugyanis:

$$v_{cs} = \frac{D_{cs} \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{0{,}35 \cdot \pi \cdot 105}{60} = 1{,}925 \text{ m/s}$$

A hengerekkel közlendő összes teljesítmény:

$$N = N_{al} + N_s + N_{cs} = 121 + 50 + 162 = 333\ kW$$

A motor által felvett mért teljesítmény $N_{mért} = 717$ kW [4]. Ugyanezen mérés alapján a meghajtó berendezés hatásfoka: $\eta_{\ddot{o}} = 0{,}9 \cdot 0{,}87 = 0{,}784$, a hengersor üresjárási teljesítményszükséglete pedig $N_{\ddot{u}} = 270$ kW. Ezek figyelembevételével a számított motorteljesítmény:

$$N_{mot} = \frac{N}{\eta_{\ddot{o}}} + N_{\ddot{u}} = \frac{333}{0{,}784} + 270 = 695\ kW$$

A mért és a számított teljesítmény közötti eltérés: —3,1%.

Összefoglalás

A dolgozat számítási módszert ad a profilhengerlés jellemzőinek (nyomott felület, hengerlési nyomás, nyomaték és teljesítmény stb.) számítás útján való egyszerű meghatározására.

A közölt összefüggések segítségével kiszámíthatók továbbá az alakos üregben végzett hengerléskor kialakuló gördülőkör, és ezzel a hengerlési sebesség nagysága is.

A dolgozat függvénykapcsolatban rögzíti az alakváltozási sebességnek az alakítási szilárdságra gyakorolt hatását. A (17) egyenlet $w \leq 100$ 1/s alakváltozási sebesség esetén érvényes.

A közölt elméleti összefüggések helyességét a nyomott felület nagyságának meghatározásakor pl. szerkesztéssel, a hengerlési nyomás és teljesítmény nagyságának meghatározásakor pedig üzemi kísérleti mérések eredményeinek felhasználásával igazoltuk.

IRODALOM

[1] *Geleji:* Walzwerks- und Schmiedemaschinen. Verlag Technik, Berlin, 1961.
[2] *Geleji:* A fémek képlékeny alakításának elmélete. Tankönyvkiadó, Budapest, 1965.
[3] *Sklenár:* Mereni válcovacich tlaku na hrubostredni trati. Hutnik, Prága, 1959. 306. old.
[4] *Geleji:* Ermittlung der Walzkräfte und des Leistungsbedarfes beim Warmwalzen von Profilen durch Rechnung und Versuch. Archiv. f. d. Eisenhüttenwesen, Düsseldorf, 1960. 571. old.
[5] *Geleji:* Kohógéptan. Tankönyvkiadó, Budapest, 1953.
[6] *Voith:* Berechnungen des Walzdruckes und Walzmomentes bei Feinwalzstrassen. Acta Technica, Budapest, 1964. Tom. 49. 251. old.
[7] *Geleji:* Bildsame Formung der Metalle in Rechnung und Versuch. Akademie Verlag, Berlin, 1960.

A vaskohászat rövid hírei

A *legnagyobb vaskohászati üzemeinkben* 1967. évben a következő *fontosabb beruházások* megkezdésére, illetve befejezésére kerül sor:

A *Lenin Kohászati Művekben* megkezdték az új elektroacélmű beruházását, az acélvákuumozó berendezés, a keresztlángjárású tolókemence és az új turbókompreszszortelep létesítését.

A *Dunai Vasműben* lemezradiátor üzem és a 150 000 m³-es kohógáztároló építése kezdődik meg. Tűzióno zó berendezés létesül és az év végére befejeződik a földgáztüzelésre történő átállás.

Az *Ózdi Kohászati Üzemekben* újabb turbófúvó és a 150 000 m³-es kohógáztároló létesítésére kerül sor. Ezenkívül a hőhasznosítási programnak megfelelően megépítik — sorrendben a negyedik — acélműi füstgázhasznosító kazánt.

*

A *Kohászati Műszaki Tanács* 1967. jan. 6-i ülésén megvitatta az 1967. évi kohászati kutatási terveket, valamint az iparág távlati fejlesztési programját.

*

A kohászati vállalatok elkészítették az 1967. évi *újítási feladatterveiket*. A Vaskohászati Igazgatóság újítási feladatterve a legjelentősebb vállalati témákat tartalmazza technológiai áganként.

*

A *Salgótarjáni Acélárugyárban* 1966. évben 48 különféle kovácsolt termék prototípusát készítették el. A rendelők a prototípusokat már jóváhagyták és megkezdődött a sorozatgyártás.

*

A *Magnezitipari Művekben* üzembehelyezték az oxidkerámiai tűzálló gyártmányok égetésére szolgáló 2 Kerabedarf kemencét. Az égetési kapacitás növekedése lehetővé teszi a speciális oxidkerámiákból a hazai igény jobb kielégítését és a választék bővítését.

*

A *Lenin Kohászati Művek* új elektroacélműve alapkőtétele jan. 19.-én ünnepélyes keretek között történt meg. Az alapzatban emlékdobozt helyeztek el, amely — többek között — az LKM alapító oklevelének másolatát, a gyár dolgozóinak névsorát, a megye és a város jelenlegi fontosabb adatait tartalmazta. Az új elektroacélmű fontos része és előfeltétele a kb. öt milliárd forintos járműfejlesztési program megvalósításának. (TI)

*

A *Salgótarjáni Acélárugyár* berendezkedik *műanyaggal bevont vashuzalok* gyártására. Az első kisebb mennyiségű gyártás megtörtént. A huzalok a felhasználási terület különböző helyein kipróbálás alatt vannak. Jelenleg 30 t nagyüzemi jellegű kísérleti mennyiség gyártása folyik. A huzalok a mezőgazdaságban szőlősortartó-huzalként, valamint a lakosság ellátásában kerítéshuzalként nyernek felhasználást. Előnyük a horganyzott huzallal szemben a lényegesen jobb korrózióállóság, valamint az, hogy esztétikailag tetszetős különböző színekben gyárthatók. Az eddig jelentkező igények éves viszonylatban 5000 t felett vannak. (ÜL)

Mangánércek termikus disszociációja

Dr. PILTER PÁL okl. kohómérnök
Vasipari Kutató Intézet

DK 541.124 : 546 711

A természetben előforduló elsődleges mangánércek a mangánszilikátok, amelyek kis Mn- és nagy SiO_2-tartalmuk miatt gazdaságos kohósításra számításba sem jöhetnek. Erre azonban szükség sincs, mert a természetben évmilliók alatt lejátszódott fizikai-kémiai folyamatok (nagytömegű víz, mint oldószer, trópusi hőség a víz elpárologtatásához stb.) a mangánszilikátokon oly mértékű dúsítást eredményeztek, hogy jelenleg még számottevő mennyiségű oxidos mangánérc áll a kohászat rendelkezésére, főképp a Szovjetunióban, Indiában, Brazíliában és Afrikában. A természetben végbemenő fizikai-kémai behatások függvényeképpen számos mangánércfajta ismeretes, amelyekre az *1. táblázatban* foglalt ásványok a jellemzőek. Ezek szerint kohászati felhasználásra kerülő mangánércek a mangánt oxid, hidroxid, karbonát vagy szilikát alakjában tartalmazzák.

1. táblázat

A mangán fontosabb ásványai

Az ásvány megnevezése		Mn-tartalom %-ban
MnO_2 módosulatai MnO_2		63,19
Kriptomelán α-MnO_2 Piroluzit β-MnO_2		
Birnessit γ-MnO_2 Ramsdellit δ-MnO_2		
Pszilomelán	$MnO.MnO_2.2H_2O$	45—60
Manganit	$Mn_2O_3.H_2O$, ill. (MnOOH)	62,4
Braunit	$Mn_2Si_2O_3$	69
Hausmannit	Mn_3O_4	72,5
Manganozit	MnO	78
Rodokrozit	$MnCO_3$	47,5
Rodonit	$MnSiO_3$	42
Bementit	$2MnSiO_3.H_2O$	39
α-kurnakit	α-Mn_2O_3	69
β-kurnakit	β-Mn_2O_3	69

A pirometallurgiai eljárások során az elegyben levő mangánércekben első lépésben a hevítés hatására megindul a termikus disszociáció.

Az egyes mangánoxidok az alábbiak szerint disszociálnak [1].

$$4\,MnO_2 = 2Mn_2O_3 + O_2 - 39\,600 \text{ cal/mol}$$

$$\Delta G^0_{MnO_2} = 38\,820 - 50{,}40T \qquad (1)$$

$$6\,Mn_2O_3 = 4\,Mn_3O_4 + O_2 - 49\,900 \text{ cal/mol}$$

$$\Delta G^0_{Mn_2O_3} = 49\,440 - 31{,}60T \qquad (2)$$

$$2\,Mn_3O_4 = 6\,MnO + O_2 - 110\,500 \text{ cal/mol}$$

$$\Delta G^0_{Mn_3O_4} = 109\,920 - 61{,}56T \qquad (3)$$

Az (1—3) összefüggés alapján a termodinamikai normálpotenciál számítható.

$$\Delta G^0_{MnO_2} = -RT \ln \frac{a^2_{Mn_2O_3} \cdot p_{O_2}}{a^4_{MnO_2}}$$

Ebből az oxigénpotenciál

$$\Delta \mu^{MnO_2}_{O_2} = RT \ln p_{O_2} = -\Delta G^0_{MnO_2} - 2RT \ln \frac{a_{Mn_2O_3}}{a^2_{MnO_2}}$$

Ha feltételezzük, hogy az MnO_2 és Mn_2O_3 egymásban nem oldódik, az oxigén pedig ideális gáz, azaz

$$a_{MnO_2} \cong 1,$$

$$a_{Mn_2O_3} \cong 1,$$

akkor

$$\Delta \mu^{MnO_2}_{O_2} = -\Delta G^\circ_{MnO_2} = RT \ln p_{O_2}$$

$$\lg p^{MnO_2}_{O_2} = -\frac{\Delta G^0_{MnO_2}}{4{,}575T} \qquad (4)$$

A termodinamikai normálpotenciál ismeretében adott hőmérsékleten a mangándioxidból lehasadó oxigén parciális nyomása a (4) összefüggésből számítható. Ugyanilyen módon járunk el a többi mangánoxidfajta disszociációjánál is.

Így 300°K-ra a MnO_2-ből lehasadó oxigén parciális nyomása

$$\lg p^{MnO_2}_{O_2} = -\frac{38\,820 - 50 \cdot 40 \cdot 300}{4{,}575 \cdot 300} = -17{,}3$$

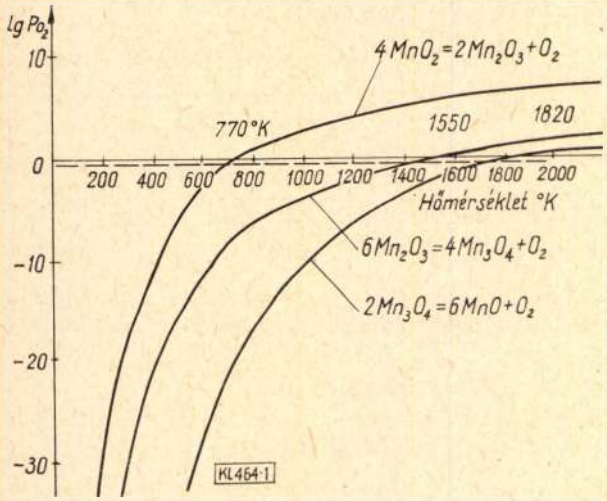
A fenti módszerrel a számításokat még 600, 900, 1200, 1500 és 1800°K-ra elvégezve a *2. táblázatban* szereplő értékeket kapjuk az (1), (2) és (3) összefüggések segítségével. A táblázat adataiból szerkesztett diagramról leolvasható, hogy a tiszta mangán-oxigén-rendszerben a MnO_2 770°K (497°C), a Mn_2O_3 1550°K (1277°C), a Mn_3O_4 pedig 1820°K (1547°C) körül bomlik hevesen. Ezeken a hőmérsékleteken lesz ugyanis a belőlük lehasadó oxigén nyomása egyenlő egy at-al, ill. az oxigén potenciálja $\Delta\mu_{O_2} = RT \ln p_{O_2} = 0$-val.

2. táblázat

A magánoxidok termikus disszociációjánál az egyensúlyi oxigénnyomás logaritmus értékei különböző hőmérsékleteken

Hőmérséklet	$\lg p_{O_2}$		
°K	MnO_2	Mn_2O_3	Mn_3O_4
300	—17,3	—29,1	—66,4
600	— 3,14	—11,12	—26,4
900	1,599	— 5,62	—13,0
1200	3,95	— 2,1	— 6,35
1500	5,34	0,29	— 2,35
1800	6,27	0,906	— 0,245

Amennyiben a termikus disszociáció szabad levegőn megy végbe, úgy a bomlás kisebb hőmérsékleten játszódik le, mert a levegőben az oxigén parciális nyomása csak 0,21 at (*1. ábrán* szaggatott vonal). A diagramból ennek megfelelő hőmérséklet 710°K (437°C) a MnO_2 esetében. Valójában a nagy-



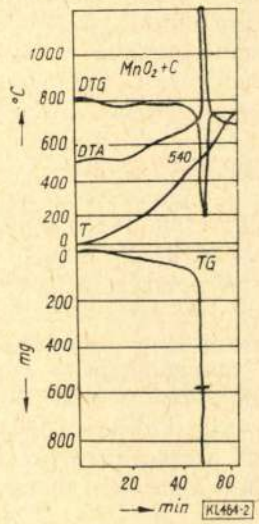
1. ábra. A mangánoxidok bomlásakor lehasadó oxigén parciális nyomása logaritmusának a hőmérséklettel való változása (Tardi P. adatai)

olvasztóban uralkodó körülmények között ez a hőmérséklet még kisebb lesz, mert a CO és a szilárd C jelenléte erősen csökkenti a gázfázisban levő oxigén parciális nyomását. *Dr. Horváth Z.* számításai szerint [2] a nagyolvasztóban levő CO-nak és CO_2-nek olyan kis parciális oxigénnyomás felel meg, hogy mindhárom mangánoxid redukciója a nagyolvasztó legfelsőbb szintjén megkezdődhet. Pl. ferromangán-gyártás során a torokgáz hőmérséklete még intenzív hűtés, azaz a torokba való vízbefecskendezésekor is 450°C körül van.

(Az 1. diagrammal kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy csak közelítéssel fogadható el, mivel a különböző hőmérsékletekhez tartozó termodinamikai normálpotenciál számításakor az átalakulás-hőket pl. α-Mn-ből β-módosulatba való átmenetet, nem vettük figyelembe.)

A *2. ábra* mesterséges MnO_2 levegőn való disszociációját szemlélteti. A DTG- és DTA-görbékről egyértelműen állapítható meg, hogy a 100°C-on kis sebességgel megindult termikus disszociáció 540°C-on a leghevesebb [3].

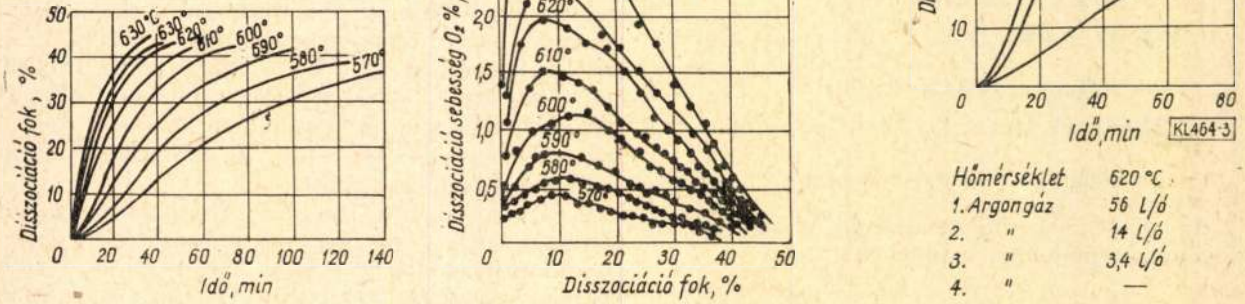
A MnO_2 termikus disszociációjának reakciókinetikai vizsgálati eredményeit a *3. ábra* diagramja szemlélteti [4].



2. ábra. A MnO_2 termikus disszociációjának derivatogramja. (Dr. Visnyovszky, KL. 1965. 252. old. 5. ábra)

Az oxigén parciális nyomását csökkentő argongáz-mennyiség növelése mintegy 14—16 l/h sebességig eredményes. A kísérleti adatok alapján megállapított látszólagos aktiválási energia 42,6 kcal/mol.

A gázfázisban levő oxigén pillanatnyi parciális nyomása és a hőmérséklet, valamint a disszociáció sebessége közötti összefüggést *Csufarov* és társai [5] vizsgálták, s a *4. ábrán* feltüntetett eredményeket kapták. Az ordinátán a disszociáció sebességét láthatjuk. Az I-gyel jelzett ordináta a 750—800°K-on, a II. jelzésű pedig a 850°K-on végzett kísérletekre vonatkozik. Az abszcissza-tengelyen a gázfázisban levő oxigén pillanatnyi parciális nyomása



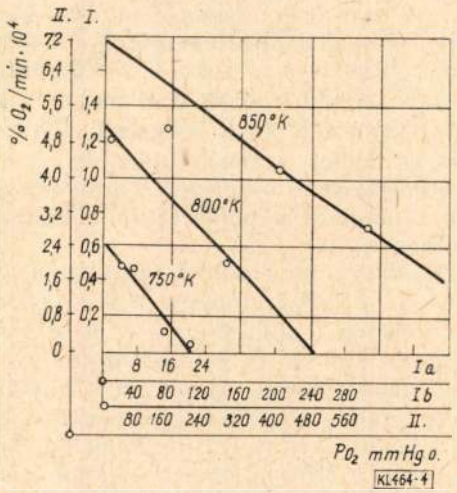
3. ábra. A MnO_2 disszociációja argongáz-áramban. (Asin és társai: A mangánoxidok C-nal való redukciójának kinetikája és mechanizmusa. Izv. Cser. Met. 1964. 4. 13. old. 1—2. ábra)

szerepel, mégpedig Ia jelzéssel a 750°K, Ib-vel a 800°K és II-vel a 850°K-nak megfelelő értékek. A diagramból leolvasható, hogy a MnO_2-disszociáció sebessége az oxigén pillanatnyi parciális nyomásának csökkenésével nő. Tehát állandó hőmérséklet és felület esetén arányos az egyensúlyi (p_{O_2}) és a gázfázisban ténylegesen uralkodó oxigén pillanatnyi parciális nyomás (P_{O_2}) különbségével, azaz

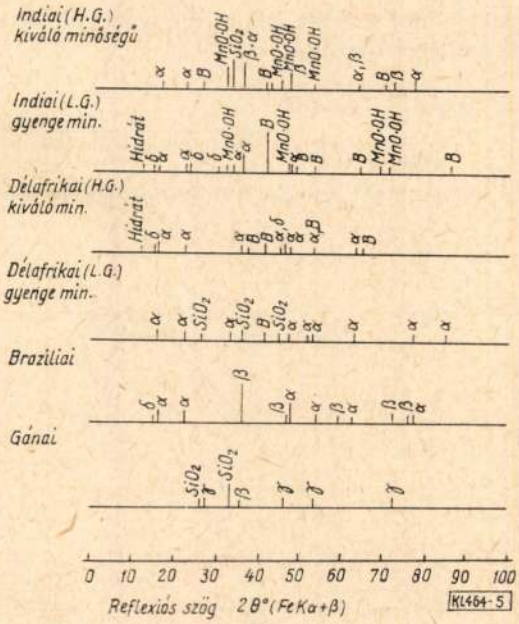
$$V_{dissz} = k(p_{O_2} - P_{O_2}) \qquad (5)$$

A kísérletekhez felhasznált MnO_2-t vegytiszta mangánnitrát $Mn(NO_3)_2\ 6H_2O$-nak 200°C-on való óvatos izzításával készítették.

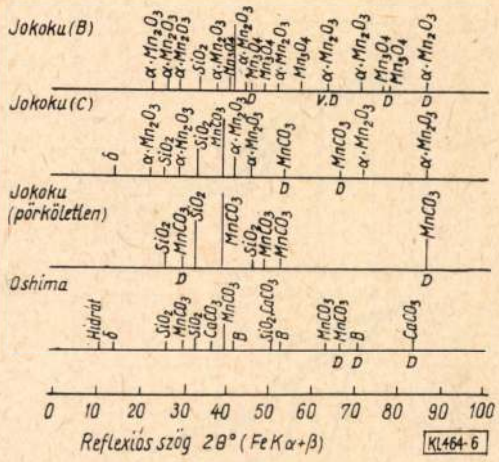
Valójában a kohósításra jelenleg még nyers vagy fizikai dúsításnak alávetett mangánérc kerül, amely a MnO_2-őt az 1. táblázatban ismertetett



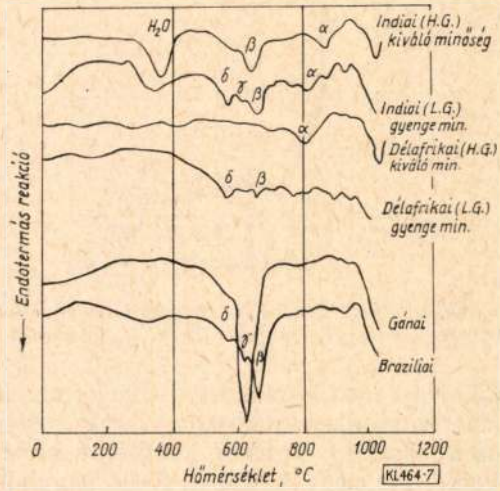
4. ábra. A MnO_2 disszociációjának sebessége és a gázfázisban levő oxigén pillanatnyi parciális nyomása közötti összefüggés. (Csufarov és társai. Izv. Akad. Nauk. SzSzSzR. 1948. 1. ábra)



5. ábra. Oxidos mangánércek röntgendiffrakciós vizsgálata. Jagihashi és társai: Mangánércek tulajdonságainak és redukálhatóságának tanulmányozása. (Tetsu-To-Hagane [Overseas] 1964. 1., 2. ábra)



6. ábra. Karbonátos vagy pörkölt mangánércek röntgendiffrakciós vizsgálata. (Jagihashi és társai. Tetsu-Ho-Hagane 1964. 1., 3. ábra)



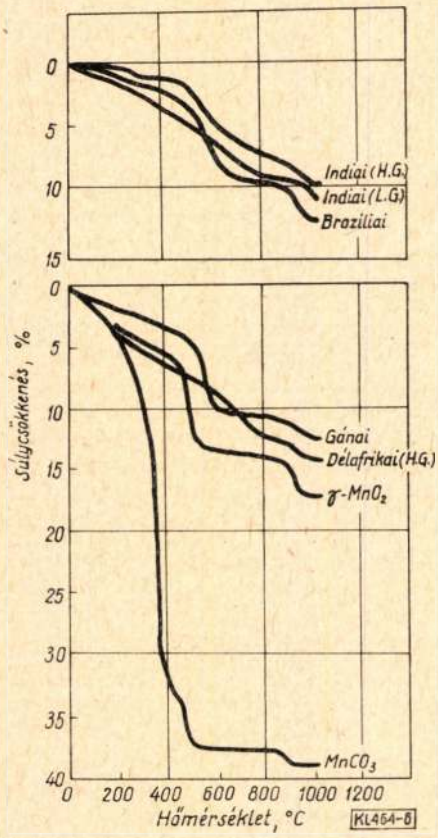
7. ábra. Mangánércek termikus analízise. (Jagihashi és társai, Tetsu-To-Hagane 1964. 1., 4. ábra)

négyféle ásvány alakjában tartalmazhatja. Az ásványi összetevőket termikus analízis és röntgendiffrakciós vizsgálatok együttes alkalmazásával állapíthatjuk meg. A világ egyes mangánérceinek röntgendiffrakciós vizsgálatát az *5—6. ábrák*, termikus analízisét pedig a *7—8. ábrák* szemléltetik. A 4 diagram összevetéséből kitűnik, hogy a négy MnO_2-módosulat más-más hőmérsékleten bomlik hevesen éspedig

α-MnO_2 kriptomelán	810°C körül
β-MnO_2 piroluzit	670°C körül
γ-MnO_2 birneszit	625°C körül
δ-MnO_2 ramsdellit	570°C körül.

Amellett az is megállapítható, hogy egyes mangánércfajtákban (pl. indiai kíváló minőségű) mind a négy MnO_2-módosulat megtalálható. Láthatjuk továbbá, hogy a szóban forgó mangánércféleségek túlnyomórészt MnO_2-ből tevődnek össze, s a kísérő mangánásványok még a braunit, manganit stb., s a legnagyobb hőmérsékleten az α-MnO_2 (kriptomelán) bomlik hevítés hatására (810°C).

Ismeretes, hogy ferromangán-gyártás során a torokhőmérséklet aránylag nagy, s még a torkon való erős vízbefecskendezés ellenére is 450°C körül

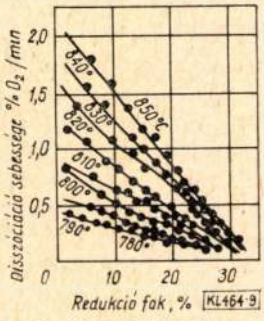


8. ábra. Mangánércek termikus analízise. (Jagihashi és társai. Tetsu-To-Hagane 1964. 1., 5. ábra)

van. Ez arra enged következtetni, hogy az elegyszint alatt igen közel található az 1000°C-os zóna, különösen akadozó, zuhanó kohójárat esetén a beadagolt nyers elegy a szóban forgó nagyhőmérsékletű zónába kerülhet. Az ismertetett 3—4. ábra szerint viszont a hőmérsékletnövekedés a MnO_2 termikus disszociációját igen kedvezően befolyásolja. Tiszta MnO_2-t feltételezve, valamint azt, hogy a termikus disszociáció a

$$MnO_2 = \frac{1}{2} Mn_2O_3 + \frac{1}{4} O_2 \qquad (6)$$

folyamat szerint megy végbe, 1000 kg beadagolt fémmangánra $\frac{1000 \cdot 8}{54{,}94} = 145$ kg oxigén lehasadásával kell számolnunk, amely 80%-os mangánredukció esetén 182 kg-nak felel meg 1000 kg 80% Mn-tartalmú ferromangánra vonatkoztatva. Ennek az



9. ábra. A Mn_2O_3 disszociációja argongázáramban (Asin és társai. Izv. Cset. Met. 1964. 7., 1. ábra)

oxigénmennyiségnek a térfogata pedig $\frac{145}{32} \cdot 22{,}41 = 103$ Nm³/t FeMn. A hagyományos nagyolvasztói ferromangángyártáskor mintegy 9000 Nm³/t FeMn torokgáz keletkezik, amelyben kizárólag csak a MnO_2-nek Mn_2O_3-ig való termikus disszociációja révén

$$\frac{103}{9000} 100 = 1{,}13\%\text{-nyi}$$

oxigén lehetne jelen.

A Mn_2O_3 termikus disszociációjának kinetikáját ugyancsak *Asin* és társai [6] vizsgálták 780—850°C hőmérséklet-határközben 56 l/h argonfelhasználás mellett. A MnO_2 termikus disszociációjával szemben autokatalízis nem volt itt megfigyelhető. A disszociáció sebessége egyenletesen csökkent az oxigénleadás mértékének megfelelően *(9. ábra)*. A 10 és 20% disszociáció fokra kiszámított látszólagos aktiválási energia $E_1 = 54500$ cal/mol. (100% disszociáció foknak a kiinduló oxid MnO-ig való oxigén leadása felel meg.) A Mn_2O_3 termikus disszociációjának sebessége állandó hőmérséklet és felület esetén arányos az egyensúlyi (p_{O_2}) és a gázfázisban ténylegesen uralkodó oxigén pillanatnyi parciális nyomás (P_{O_2}) különbségével (5) összefüggés.

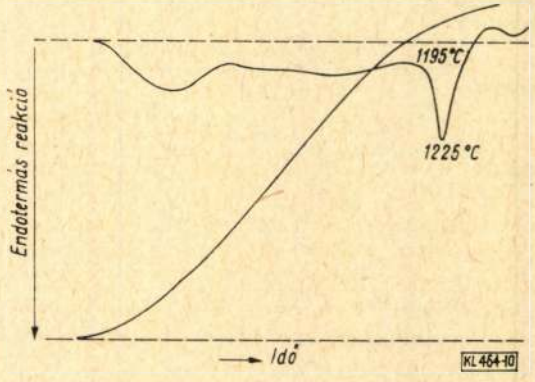
A különböző mangánércek termikus analízisét feltüntető 7—8. diagramokon 900—1000°C közötti endotermikus minimumok és a súlycsökkenések a Mn_2O_3-nak Mn_3O_4-gyé való disszociációjára engednek következtetni. Ebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a nagyolvasztóba Mn_2O_3-alakban adagolt ásvány, pl. pszilomelán, braunit stb., valamint a MnO_2 disszociációjából származó Mn_2O_3 1000°C alatt oxigénjének egy részét leadja a

$$Mn_2O_3 = \frac{2}{3} Mn_3O_4 + \frac{1}{6} O_2 \qquad (7)$$

reakcióegyenlet szerint. Ez a már ismertetett számítási módszer alapján

$$\frac{1000 \frac{23{,}41}{6} \cdot 0{,}8}{109{,}88 \cdot 0{,}8} = 33{,}5 \text{ Nm}^3\text{/t FeMn}$$

oxigén lehasadását jelenti, amely a kohógázban to



10. ábra. A szintetikus —hauszmanit —(Mn_3O_4) szabad levegőn felvett termogramja. (Rode: A mangánoxigén vegyületek. Moszkva, 1947. 45. old. 10. ábra)

vábbi $\frac{33{,}5 \cdot 100}{9000} = 0{,}37\%$ O_2-tartalmat jelent elméletileg.

A Mn_3O_4 termikus disszociációját a *10. ábra* tünteti fel, amelyen a szintetikus β-hauszmanit szabad levegőn *1* és vákuumban *2* felvett termogramja található. Innen megállapíthatjuk, hogy a β-Mn_3O_4 szabad levegőn 1225°C-on bomlik hevesen s vákuum hatására (oxigén parciális nyomásának csökkenése) a disszociáció hőmérséklete is csökken (1205°C).

A mangánoxidul (MnO) termikus disszociációját számos szerző vizsgálta, s a kapott eredmények alapján a bomláskor a szilárd mangánoxidulból lehasadó oxigén parciális nyomásának számítására az alábbi összefüggés fogadható el [7]

$$\lg p_{O_2}^{MnO_{szil}} = -\frac{40\,800}{T} + 8{,}0 \qquad (8)$$

Folyékony MnO esetén

$$\lg p_{O_2}^{MnO_{(f)}} = -\frac{40\,000}{T} + 8{,}16 \qquad (9A)$$

illetve

$$\lg p_{O_2}^{MnO_{(f)}} = -\frac{38\,975{,}8}{T} + 7{,}921 \qquad (9B)$$

A két utóbbi összefüggés alapján a folyékony MnO-ból lehasadó oxigén parciális nyomásának logaritmusára az alábbi értékeket kapjuk (MnO olvadáspontja 2050°K):

	$\lg p_{O_2}$				
	1600	1800	2000	2200	2400
	°K-ban				
9 A	—16,86	—14,06	—11,84	—10,02	—8,52
9 B	—16,43	—13,73	—11,55	—9,76	—8,31

A számadatokból látható, hogy a növekvő hőmérséklet a MnO termikus disszociációjának kedvez. Extrapolálással kaphatjuk, hogy a MnO intenzív bomlásához igen nagy hőmérséklet (mintegy 5000°K) szükséges, amikor is a lehasadó oxigén parciális nyomása eléri az 1 atmoszférát.

A $MnCO_3$ (rodokrozit) termikus disszociációja szabad levegőn már kis hőmérsékleten elkezdődik (8. ábra), s 400—500°C között gyakorlatilag be is fejeződik.

A

$$MnCO_3 = MnO + CO_2$$

$$G^0 = 27\,660 - 14{,}16\,T + 10{,}710^{-3}T^2 - 10{,}19T \qquad (10)$$

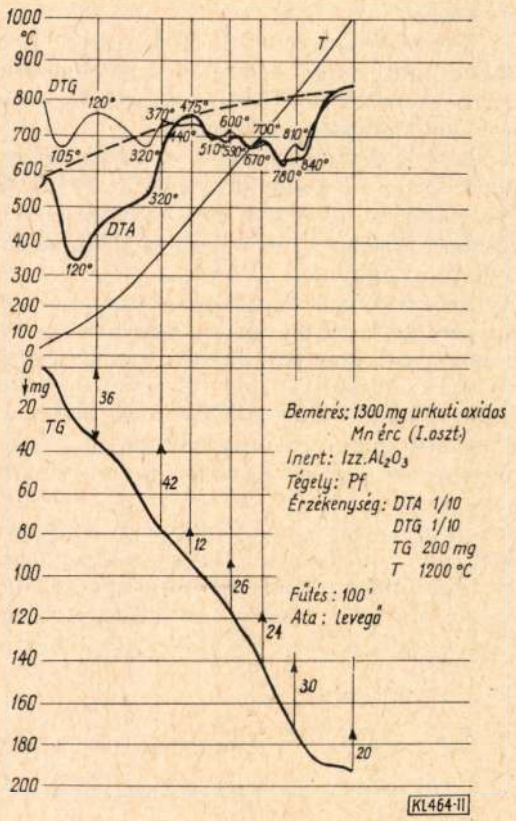
folyamat tehát kis hőmérsékleten és aránylag nem nagy hőenergia-ráfordítással valósul meg és a kapott szilárd termék redukáló atmoszféra esetén MnO. Szabad levegőn való disszociáltatás és visszahűtés esetén az MnO-nak az oxigénfelvétele elkerülhetetlen. A kapott MnO_x-ben egyébként azonos körülmények között az x értéke a hőmérséklet függvénye.

Az ércben levő mangánhidroxidok (manganit, pszilomelán stb.) termikus disszociációja a 7. ábra szerint 300—400°C között teljesen végbemegy.

Az ércben levő $MnSiO_3$ (rodonit) termikus disszociációja $MnO + SiO_2$-re 1000°C hőmérséklet alatt nem nevezhető számottevőnek.

Az eddigiek alapján megállapíthatjuk, hogy a földünkön előforduló és kohósításra kerülő oxidos mangánércek zöme túlnyomórészt MnO_2-t tartalmaz α, β, γ, és δ módosulatokban. Az 1. táblázatban szereplő mangánásványok általában csak a fenti négy módosulat kísérői. Mind a négy MnO_2-módosulat és a Mn_2O_3 1000°C alatti hőmérsékleten tisztán hevítés hatására termikusan disszociál, s oxigénjének egy részét leadja. Hagyományos módszerrel való ferromangángyártás esetén ez azt jelenti, hogy a kohóakna felső részében a kohógázba 1—2%-nyi szabad oxigén kerülhet, amely a medencéből felszálló fém Mn-t vagy a jelenlevő koksz-C-t elégeti és ezáltal a torkot fűti. Emiatt nagymennyiségű vizet kell a kohótorokba befecskendezni, ami sok esetben súlyos üzemzavarok okozója lehet. Az oxigénleadásból származó nagy torokhőmérsékletet már a század eljén megfigyelték ferromangán gyártásakor, amikoris érc adagolásakor észrevették, hogy az előzőleg beleadott koksz már teljesen izzott [8]. Ellene úgy próbáltak védekezni, s a felesleges hőt hasznosan lekötni, hogy a koksz egy részét szénnel pótolták (Szovjetunió, USA), mivel a szénkokszosítás endotermás folyamat. Ez az eljárás azonban nem terjedt el.

Mivel a felsőtűz egyébként azonos mangánérc ásványi összetevők esetén annál hevesebben lép fel, minél kisebb az elegyoszlop és az áthaladási idő — mindkét tényező a torokhőmérsékletet növeli — a század elején ez ellen úgy védekeztek,



11. ábra. Az úrkúti oxidos mangánérc termikus disszociációjának derivatogramja (levegőatmoszférában)

hogy az áthaladási időt növelték. Így a század elején 400 m³ hasznos térfogatú nagyolvasztóban az alábbi ferromangángyártási eredmények voltak 80% Mn-tartalmú FeMn-ra.

Áthaladási idő, h	Termelés, t/24 h	Kokszfogy., kg/t
20	90	205
18—19	90	220
13—14	110	230

A gyártási eljárások fejlődése, azaz a nagy forrószél-hőmérséklet, O_2-ben dúsított fúvószél és nagy toroknyomás, a torokhőmérsékletet csökkentették ugyan [9], azonban a kohóaknában a MnO_2- és Mn_2O_3-fajták termikus disszociációját és az ezzel kapcsolatos szilárd C-fogyasztást nem tudták megakadályozni. Az aknába való oxigénbevitel lecsökkentésére két cél kínálkozik a termikus disszociáció elméletének ismeretében:

1. A nagyolvasztóban felülről lehetőleg $MnCO_3$-t, Mn_3O_4-et, MnO-t vagy $MnSiO_3$-at kell adagolni. (A $MnSiO_3$ adagolása csak elméletileg helyes, gyakorlatilag a nagy salakmennyiség és kokszfogyasztás miatt gazdaságtalan.)

2. Az oxigén mangánásványokat tartalmazó érceket úgy kell a kohóba bevinni, hogy az a kohósítás műszaki és gazdasági jellemzőire előnyös legyen.

Az 1—2. pontban foglaltak együttes használatából az alábbi előnyök származhatnak:

a) Elfogadható értékre csökken a torokhőmérséklet, mert a MnO_2 és Mn_2O_3 termikus disszociációjából származó oxigénnek C-nal való elégése a torkot nem fűti, sőt a $MnCO_3$ bomlása hűtőhatású. Így elkerülhető a vízhűtés is és az ebből származó üzemzavarok.

b) A megfelelően adagolt MnO_2 annál eredményesebben hat, minél kisebb a kokszfogyasztás, amelynek eredménye további torokhőmérséklet- és torokgázmennyiség-csökkenés.

A fentiek együttes hatása a kokszfogyasztás csökkenésében és a mangán-redukció növekedésében, s ezáltal a gyártott ferromangán minőség javulásában (kisebb P- és nagyobb Mn-koncentráció) nyilvánul meg.

Az úrkúti oxidos mangánérc mangánásványai főképp piroluzit, manganit és pszilomelán, tehát olyan ásványok, amelyek hevítés hatására 1000°C alatt a már ismertetett mennyiségben oxigénjük egy részét leadják. Erre utalnak egyébként a *11. ábrán* látható endoterm minimumok is. A többi endoterm csúcs egyéb kísérő ásványok bomlására jellemző.

Az úrkúti oxidos mangánércvagyonunk csökkenőben van, karbonátos mangánércvagyonunk viszont számottevő (jelenleg mintegy 60.10^6 t). Ebben a mangán $MnCO_3$ (rodokrozit)-alakban található, egyéb ásványi alkotók kíséretében.

Az úrkúti karbonátos mangánérc kis (18%) Mn-tartalmánál fogva gazdaságosan jóminőségű termékekre nem kohósítható. Dúsítás tekintetében világirodalmi és hazai kísérletek alapján [10] a vegyi dúsítási eljárások látszanak célszerűnek, főképp a termék-tisztaság és gazdaságosság szempontjából. Ugyanez vonatkozik az oxidos érc mosási melléktermékeire is. A vegyi dúsítás termékeképpen egyrészt a $MnCO_3$ látszik célszerűnek (kohótorok hűtés, felsőtűz elkerülése), másrészt a MnO_x, amely a kohó fúvósíkjába jutva oxigénjének egy részét hevítés hatására leadja, s mintegy a fúvólevegőt oxigénben dúsítja. Ilyen szempontból igen előnyös, ha x értéke megközelítőleg 2. A vegyi dúsítású MnO_x puderfinomságú, s mint ilyen, a fúvósisakba való befúvásra igen alkalmas lehet.

IRODALOM

[1] *Jagihashi* és *társai:* A mangánércek tulajdonságainak és redukálhatóságának vizsgálata. Tetsu-To-Hagane (Overseas) 1964. 1.
[2] Vaskohászati Enciklopédia VI. 190. old.
[3] *Dr. Visnyovszky:* Redukciós folyamatok mechanizmusának vizsgálata termikus analízissel. KL 1965. 292. old.
[4] *Asin—Rosztovcev:* Mangánoxidok C-nal való redukciójának kinetikája és mechanizmusa. Izv. Cser. Met. 1964. 4.
[5] *Csufarov* és *társai:* Mangánércek redukciójának kinetikája. Izv. Akad. Nauk. SzSzSzR. 1948. 3. 374. old. 1. ábra.
[6] *Asin* és *társai:* Mangánoxidok C-nal való redukciójának kinetikája és mechanizmusa. Izv. Cser. Met. 1964. 7.
[7] *Geld—Jeszin:* Nagy hőmérsékletű redukciós folyamatok II. fej. 1952.
[8] *Simmersbach:* Ferromangángyártás nagyolvasztóban. Stahl u. Eisen, 1917. 894. old.
[9] *Dr. Pilter:* Ferromangángyártás. KL. 1967. 22. old.
[10] *Dr. Pilter:* Mangánércvagyonunknak a kohászat fokozódó minőségi követelményeit kielégítő hasznosítási lehetőségei. Bányászati Lapok, 1967. Megjelenés alatt.

Számítóberendezéses vezérlés az amerikai acéliparban

A múlt évben történt felmérés szerint az *USA acéliparában* használatban levő vagy megrendelés alatt álló folyamatvezérlő számítóberendezések száma ez elmúlt néhány év alatt ugrásszerűen növekedett.

Az USA acélgyártó üzemeiben működő számítóberendezések 1965 végén:

Energia és szolgáltatások	5
Ércelőkészítés	5
Nagyolvasztók	10
Acélgyártó berendezések	32
Reverzáló meleghengersorok	14
Melegszalaghengersorok	20
Hidegszalaghengersorok	7
Lágyító és ónozó berendezések	14
Operatív tervezés és ellenőrzés	3
Összesen	110

Ligeti György

Mannesmann rendszerű csőlyukasztó hengersorok lyukasztási elmélete és technológiája

GRUBER IMRE és SZIKSZAY PÁL okl. kohómérnökök, Csepeli Csőgyár

DK 621.771.2 : 621.774.3 : 620.160

Bevezetés

A csőgyártó eljárások egyik széles körben meghonosodott, klasszikus lyukasztási módja, két kúpos, egymással kis szöget bezáró henger közötti lyukasztás. Mind a lyukasztás elmélete, mind az alakváltozás módja még ma sem teljesen egyértelmű és tisztázott.

Ha elemezzük a hulladékképződés helyeit és mértékét, azt találjuk, hogy a kemencétől számított veszteségek nagyságrendje a Mannesmann rendszerű csőgyártás közben megközelítőleg 20—25% a következő megoszlással:

Leégés a kemencében	3— 4%
Hengersori hulladék	10—12%
Kikészítési hulladék	7— 9%

A lyukasztó hengersor munkája látszólag nem jár hulladékképződéssel, de mégis számos selejtképződés forrása és utólagosan megállapítható okozója.

A legdöntőbb hibaforrások: Csőfal egyenlőtlenség, külső és belső pikkelyesség következtében a teljes hulladékból kb. 4% veszteség jut a helytelen lyukasztási technológiára. Ezen hibák forrása a következő lehet:

a) Az anyag egyenlőtlen hevítése, a hengerek és a tüske helytelen beállítása, helytelen szerszám profil használata miatt a tömör anyagban excentrikus lyuk képződhet.

b) A kisebb anyaghibákat a hengerek és a tüske helytelen profilja, vagy a hengerek kedvezőtlen szögállása a selejtződésig fokozhatja.

c) A lyukasztó tüske helyzetének következményeként a belső felületen megjelenő pikkelyesség olyan mértékű lehet, hogy a csövek hibás részét hulladékként le kell vágni.

A gazdaságosság vonatkozásában 1%-os kihozatal javulás közepes csőméreteket gyártó csőhengersoron évi 3 millió Ft termelési értéknövekedéssel jár.

A lyukasztás hibáinak elméleti vizsgálata

A ferdehengerlés feltételei között az alakított anyagra a hengerek nyomása hat. Befogás pillanatától kezdve a tuskó a hengerek geometriai alakjából adódó deformációs szakaszban a szűkülő hézag irányában változtatja helyzetét. A helyzetváltoztatás úgy megy végbe, hogy a nyersanyag felületének minden pontja elmozdul egy térbeli görbe mentén, amely közel azonos a csavarvonallal. A csavarvonaltól való eltérés a relatív tangenciális irányú csúszások következménye.

A hengerlés első szakaszában, az ún. lyukasztási szakaszban a deformációs rés arányosan szűkül. Állandó szöggyorsulással a nyersanyag rádiusz-változása az archimedesi csavar törvényét követi, melynek egyenlete az *1. ábra* alapján:

$$r_\varphi = r_1 - \frac{v}{\omega}\varphi$$

ahol r_1 = a kiinduló anyag sugara,

r_φ = az anyag φ szöggel való elfordulásakor létrejött sugár,

v = a hengerek közeledésének lineáris sebessége,

ω = a tuskó szögsebessége.

A közeledési sebesség meghatározása a *2.* és *3. ábra* alapján

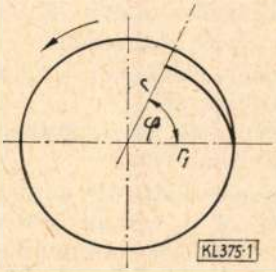
$$v_1 = v_k \sin \alpha$$

ahol l_1 = a lyukasztási kupszakasz hossza

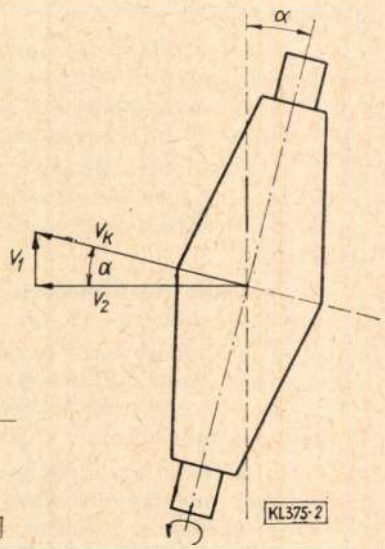
$$v_1 = \frac{l_1}{i_1}$$

$$i_1 = \frac{l_1}{v_1} = \frac{l_1}{v_k \sin \alpha}$$

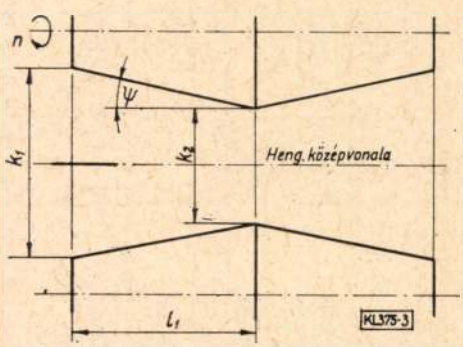
$$v = \frac{k_1 - k_2}{i_1} = \frac{(k_1 - k_2) v_b \sin \alpha}{l_1}$$



1. ábra. A nyersanyag rádiuszváltozása



2. ábra. A kerületi sebesség összetevői



3. ábra. A közeledési sebesség értelmezése

$i_1 = l_1$ útszakasz megtételéhez szükséges idő

$$k_1 - k_2 = 2l_i \operatorname{tg} \Psi$$

$$v = 2v_k \sin \alpha \operatorname{tg} \Psi$$

tehát v állandó fordulatszámon csak az α és φ szögtől függ.

A fogyásnak az átmérő szerinti félfordulatra eső abszolút értéke v és ω állandó sebességeken egyenlő:

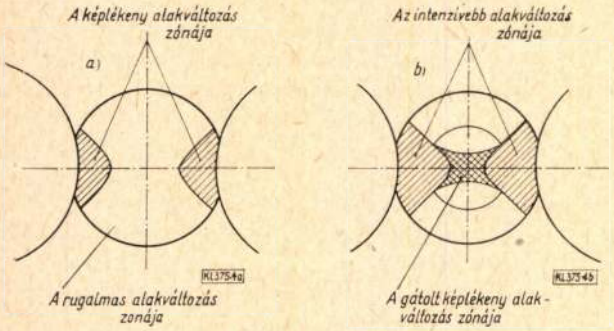
$$\Delta D = 2 \frac{v}{\omega} \pi$$

Ha viszont v és ω nem állandó, akkor

$$\Delta D = 2(r_\varphi - r_{\varphi+\pi})$$

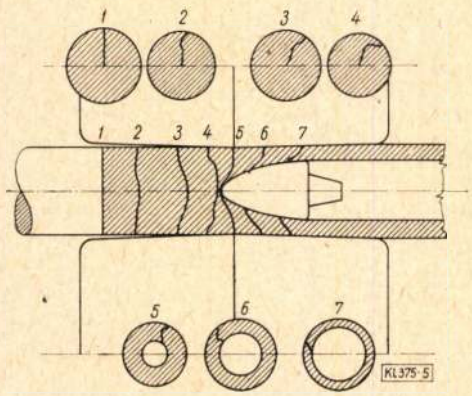
ahol $r_{\varphi+\pi}$ = az r_φ-től számított, a tuskó fél fordulatán mért rádiusz.

Az átmérő szerint vett anyagfolyás a hengerlés kezdetén az anyag külső rétegeiben, az erők támadási helyén indul meg. Az alakítás előrehaladásával a képlékeny alakváltozás zónája egyre mélyebbre hatol és így egyre nagyobb mértékű folyást idéz elő *(4a* és *b ábra)*.



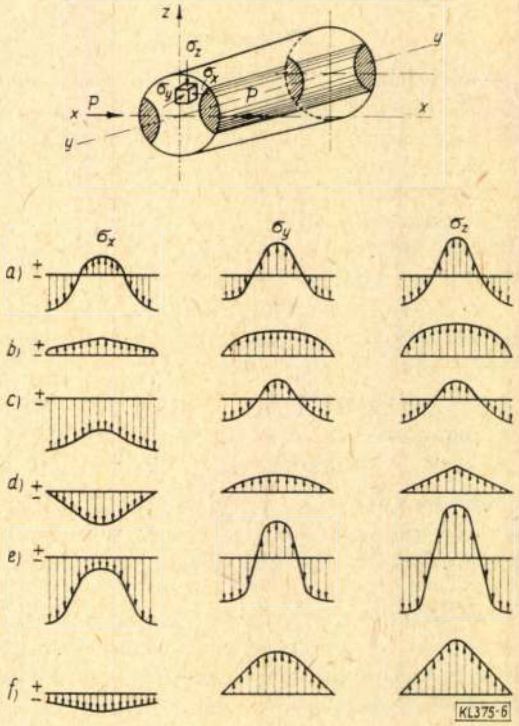
4a, b ábra. Az alakváltozás megindulása hengerléskor

A képlékeny alakváltozás a hengerrel érintkező felületről indul ki és terjed megközelítőleg 45°-os irányban a középpont felé. Az így meginduló fémfolyás nem egyenlő mértékű az anyag hosszirányú és keresztirányú metszetében. Ezt szemlélteti meggyőzően az *5. ábrán* bemutatott kísérleti anyag az előre behelyezett lágyvas csapok egyenlőtlen meggörbülésével. Jól látható, hogy a hengerek nyomó hatására az anyag közepében húzófeszültségek keletkeznek, amelyeknek szerepét a későbbiekben tárgyaljuk [1].



5. ábra. Lágyvas csapok elgörbülése

Az alakváltozás fent közölt különbözősége az anyagban mellékfeszültségeket idéz elő. A ferdehengerléskor ébredő feszültségek eloszlását mutatja a *6. ábra*, amely a viszonyok tisztázása végett lyukasztó tüske nélkül végzett hengerlést mutat [2].



6. ábra. Feszültségek lyukasztó tüske nélküli hengerléskor

a) D_x átmérő mentén létrejövő mellékfeszültség, *b)* D_z átmérő mentén létrejövő mellékfeszültség, *c)* A hengerektől származó feszültségek D_x átmérő mentén, *d)* A hengerektől származó feszültségek D_z átmérő mentén, *e)* Az eredő feszültség D_x átmérő mentén, *f)* Az eredő feszültség D_z átmérő mentén

Az ábrából látható, hogy a ható erőket két húzófeszültség (σ_y; σ_z) és egy nyomófeszültség (σ_x) jellemzi. A két egymásra merőleges átmérő mentén az ébredő feszültségeket az ábra mutatja.

A tüske alkalmazása lényegesen megváltoztatja a feszültségi állapotokat, ezt a *7. ábra* mutatja [3].

A σ_y feszültség a tüske nyomóhatása következtében előjelet vált és nyomófeszültség lesz. A megváltozott viszonyokat két nyomófeszültség (σ_x σ_y), valamint egy húzófeszültség jellemzi (σ_z).

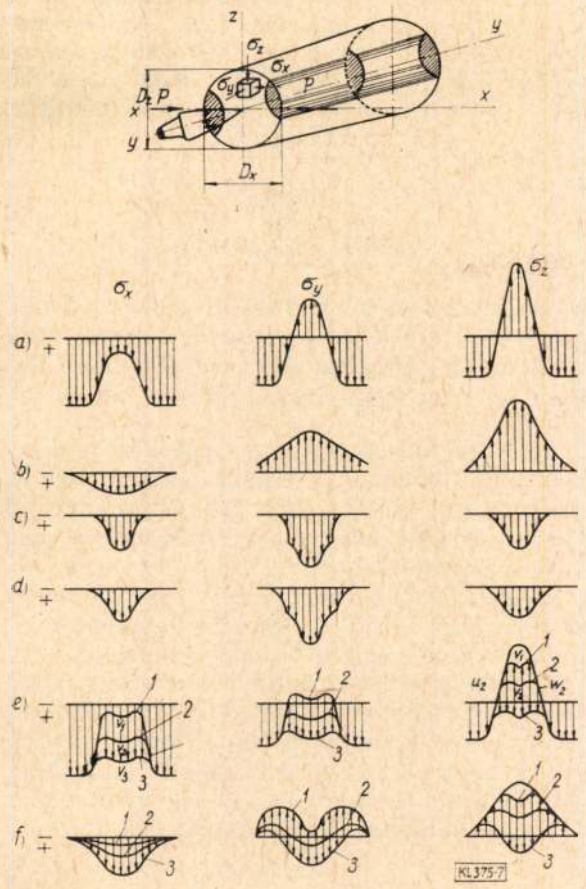
A feszültségi ábrákból kitűnik, hogy a tüske helyzetének igen lényeges szerepe van a feszültségek eloszlásában és az ebből származó üregképződésben.

A tüske beállításától függően három különböző eset lehetséges (7. ábra *a: b* görbesorai):

1. A tüskére ható nyomás elenyésző, a tüske gyakorlatilag az alakítás gócában áll.

A σ_z vektor kedvezően hat az *1* görbére, amelynek minimuma a v_1 pontban van.

2. A tüske az alakítás góca előtt áll, a tüske nyomása megnagyobbodott. A σ_z vektor kedvezően módosítja a *2* görbét, amelynek minimuma a u_2 és w_2 pontokban van, ilyenkor gyűrűs felszakadozás lehetséges az u_2 és w_2 kiinduló pontokkal.

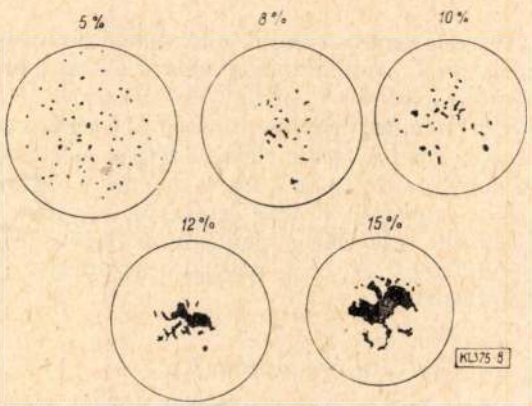


7. ábra. Feszültségek lyukasztó tüskén való hengerléskor

a) Tüske nélkül a ható feszültségek a D_x átmérő mentén, *b)* Tüske nélkül a ható feszültségek a D_z átmérő mentén, *c)* Tüskétől eredő feszültségek a D_x átmérő mentén, *d)* Tüskétől eredő feszültségek a D_z átmérő mentén, *e)* Az eredő feszültségek a D_z átmérő mentén, *f)* Az eredő feszültségek a D_z átmérő mentén

3. A tüske nagyon elől áll, a tüskének nagy a nyomása. A σ_z vektor kedvezően hat a *3* görbére. Minden feszültség nyomófeszültség, felszakadozás nem lehetséges.

A cső minősége szempontjából a harmadik eset a legkedvezőbb, mert ilyenkor az üregképződést a tüske irányítja, nincsenek elsődleges felrepedeződések, amelyek elkenődve belső pikkelyeződést okoznának.



8. ábra. A felszakadozások jellege különböző fogyásoknál

A felszakadozás mértékét a fogyás nagysága szabja meg, ha a többi jellemzőket állandónak vesszük. Különböző fogyásokkal végzett tüske nélküli hengerléskor a felszakadozások mértéke és jellege jól látható a *8. ábrasorozatban* [4].

5%-os fogyás esetén a nyersanyag központi részében kis repedésképződés figyelhető meg, a repedések a szemcsehatárokon helyezkednek el.

8—10%-os fogyás esetén ezek a repedések makroszerkezeti repedésekké változnak.

12—15%-os fogyás esetén üreg keletkezik igen szakadozott felülettel.

A felvételekből kitűnik, hogy hengerléskor kb. 12%-nál nagyobb fogyásokkal nem célszerű dolgozni, sőt ez a minőség szempontjából egyenesen kerülendő. A Csepeli Csőgyár nagyhengersorán pl. kb. 13—19%-os a fogyás mértéke, míg a középhengersoron 10—14%. Ez a két hengersor kihozatali eredményében is lényegesen megmutatkozik, mert a középhengersori kihozatal átlagosan 1,8—2,5%-kal nagyobb a nagyhengersorinál, ugyanazon csőméret gyártásakor.

Mellékirányú alakváltozások

A mellékfeszültségek hatására az anyagban mellékirányú alakváltozások jönnek létre. Az elméleti és gyakorlati megfontolások alapján három mellékirányú alakváltozást különböztetünk meg:

a) *Elcsavarodás az alkotó mentén,*
b) *Axiális folyás,*
c) *Tangenciális folyás.*

Elcsavarodás az alkotó mentén

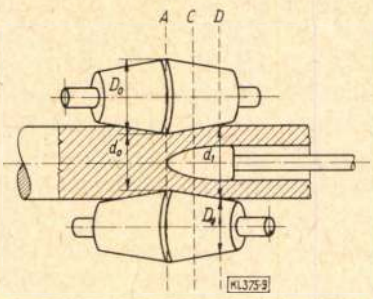
Az elcsavarodás végső eredménye ellenkező irányban jön létre, mint a nyersanyag csavarvonalú előrehaladása. A deformációs övezet mentén a lyukasztási szakaszban a tuskó szöggyorsulást kap, amely annak következménye, hogy a henger átmérője növekszik, a munkadarab átmérője csökken, valamint a hengerek ferde állása miatt a hengerek által meghatározott rés az övrész felé haladva csökken.

A lyukasztási szakaszban létrejövő elcsavarodás iránya megegyezik az anyag forgásának irányával.

Az övrész síkjában a csavarodás ellenkező irányú lesz, mivel a kereszthengerlő szakaszban a hüvely külső átmérője növekszik, míg a hengerek átmérője csökken. Így a cső szögsebessége csökken. A hengerek kúpossága, valamint a deformációs rés szűkülése miatt a nyersanyag és a hengerek között csúszások jönnek létre.

A darab maximális forgási sebességét a hengerek legnagyobb átmérőjű helyén az *A* szelvénynél érné el, míg a minimális sebesség a legkisebb átmérőnek megfelelő helyen, a *B* szelvénynél adódna *(9. ábra)*.

Az *A* szelvény előtt — mivel ott még tüske nélkül megy a hengerlés — erős csúszás keletkezik és így a csavaró hatás minimális. Lényegében tehát az *A—B* közötti szakaszon megy végbe az elcsavarodás.



9. ábra. Elcsavarodás és csúszás a profil mentén

Az A szelvénynél a darab fordulatszámát az alábbiak szerint kapjuk:

$v_{od}=v_{oH}$ (a darab és a hengerek kerületi $K_0 \cdot d_0 \pi n_0 = D_0 \pi n_h \cos\alpha$ sebessége azonos)

$$n_0=\frac{D_0 n_h \cdot \cos\alpha}{K_0 \cdot d_0}=C_0\frac{D_0 n_h \cdot \cos\alpha}{d_0}$$

ahol $C_0=\dfrac{1}{K_0}$

A B szelvényben a darab fordulata:

$$n_1=C_1\frac{n_h \cos\alpha}{d_1};$$

ahol $c_1=\dfrac{1}{K_1}$

Eltekintve a c_0 és c_1 között fennálló különbözőségtől

$$n_1 < n_0$$
$$D_1 < D_0$$

mivel

$$d_1 > d_0$$

Tehát a hüvely ellenkező értelemben csavarodik meg mint forgásának iránya.

Jelölések:
K_0 és K_1 = együttható, a hengerek és a munkadarab csúszásától függ,
v_{od} = a darab kerületi sebessége,
v_{oH} = a henger kerületi sebessége,
d_0 = a darab átmérője,
D_0 = a henger átmérője,
n_0 = a darab fordulatszáma
n_h = a henger fordulatszáma

Az elcsavarodás mértékét módosítja a vezetőgerenda és a támhenger h távolsága, vagyis a cső feltágításának mértéke. A tágítás mértékével növekszik a hüvely átmérője a tuskó átmérőjéhez képest, így növekszik a kerület is.

$$d_1+t=h$$

ahol t = a tágítás mértéke,

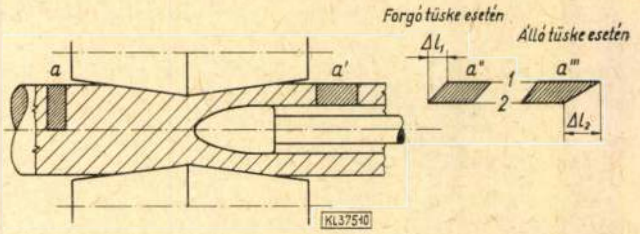
Így $n_1'=c_1\dfrac{D_1 n_h \cos\alpha}{d_1+t}$

$n_1' < n_1$ tehát az elcsavarodás nőni fog.

Az elcsavarodás miatt fúrás közben a tágítást kerülni kell, inkább a kiinduló anyag átmérőjét kell növelni amennyiben erre lehetőség van.

Axiális folyás

A tengelyirányú mellékfeszültségek és átmérőmenti változásuk miatt az axiális irányú alakváltozás mértéke is változni fog az átmérő mentén. Az a



10. ábra. Axiális folyás

szelvényelem elméletében egy a' szelvénnyé alakul át *(10. ábra)*, de a valóságban a'' szelvénnyé alakul át. Az *1* felület mentén a hengerek nyomóhatása, míg a *2* felület mentén a fúró-fékező hatása érvényesül [5].

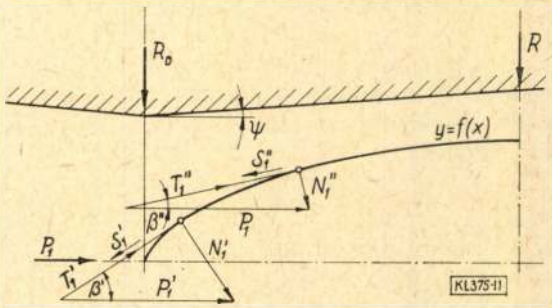
Δl nagyságát elsősorban a tüske alakja és a falvastagság szabja meg, valamint hatással van rá a henger profilja is. Ha a fúrás álló tüskével történik, akkor a súrlódás jellege csúszósúrlódás lesz, a súrlódó erő nagyobb, mint forgó lyukasztó tüskével és az anyag a *2.* felület mentén (a''') még jobban lefékeződik. Így a $\Delta l' > \Delta l$ vagyis a cső belső részében az alakváltozás egyenlőtlenebb és nagyobb lesz.

Ezáltal a kiinduló tuskóban levő lunkerosság, zárványok és dúsulások által okozott fémfolytonossági hiányok igen erős mértékben megnagyobbodnak, a hibák megsokszorozódnak. A lyukasztó tüske felületén levő erő és súrlódási viszonyokat a *11. ábra* szemlélteti. Ennek alapján:

$$P_1=P_k \sin\alpha$$

ahol $P_k=\dfrac{M}{R_0}$

$$T_1=P_1\cos\beta$$
$$N_1=P_1\sin\beta$$
$$S_1=\mu N_1=\mu P_1 \sin\beta$$



11. ábra. Súrlódási arányok a lyukasztó tüskén

Az anyagot a tüskén a P_1 tengelyirányú erő érintőleges T_1 összetevője igyekszik feltolni, míg az N_1 erő által adódó S_1 súrlódó erő ellene hat.

Az anyagáramlás szempontjából legkedvezőtlenebb helyzet a tüske elején adódik, mert itt a β szög nagy, s a T_1 tolóerő kicsi, míg az N_1 erő nagy. Az erők nagysága β szög értékétől, vagyis a fúró profilgörbe tetszőleges pontján az érintő hajlásszögétől függ. A fúró alakját egyenlettel lehet meghatározni:

$$y=f(x)$$
$$y'=f'(x)=\operatorname{tg}\beta;\ \beta=\operatorname{arctg} f'(x)$$

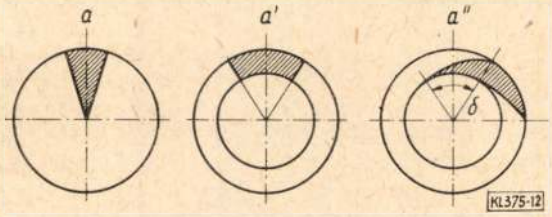
így tehát β szög bármely koordinátánál meghatározható.

Az érintő fokozatos vízszintesre hajlása folyamán a T_1 erő egyre nő, az anyag tengelyirányú gyorsulást kap, a haladási sebesség megnő, ami fúrás közben szabad szemmel is észlelhető.

Tangenciális folyás

A tangenciális mellékfeszültségek és átmérőmenti változásuk miatt a tangenciális alakváltozás mértéke is változik az átmérő mentén.

Elméletben az a szelvényelem a' szelvényelemmé alakul át. A létrejövő tangenciális folyás miatt azonban a szelvényelem alakja a'' jellegű lesz, amelynek jellemzője a δ szög *(12. ábra)*.



12. ábra. A szelvényelem tangenciális alakváltozása

A tangenciális folyás a belső és külső felület egyenlőtlen alakváltozása miatt jön létre [6]. Az eredő δ szöggel jellemezhető tangenciális folyás tehát a külső felület δ_1 tangenciális folyásának és a belső felület δ_2 tangenciális folyásának összege.

A külső felület tangenciális folyása az elcsavarodás és az axiális folyás következménye. A felület C pontja az elcsavarodás szögének megfelelően a B—D görbe mentén mozdul el, viszont a létrejövő Δl axiális folyás miatt az A pontba jut, miközben δ_1 tangenciális folyást hoz létre *(13. ábra)*.

Az elcsavarodást a B—C szakaszon egyenesnek véve írható, hogy

$$\delta_1 \frac{d_a}{2} = r\Delta l$$

$$\delta_1 = \frac{2\Delta l r}{d_a} \text{ radián}$$

ahol d_a a hüvely külső átmérője.

Ezáltal meghatározható a δ_1 szög nagysága, ha a Δl és γ értékét kísérleti mérésekből megállapítjuk.

A belső felület tangenciális folyása a munkahengerek és a tüske közötti falvastagság keresztirányú hengerlésének következménye. Ha a tüske forgó, akkor a hengerlés végtelenített trióhengerléshez hasonló, ahol a tüske mint vonszolt henger működik. Az álló tüske ellenállása lényegesen nagyobb, mint a forgó tüskéé.

A belső hibák képződése szempontjából legdöntőbb a tüske alakja. Egy tüske tengelyére merőleges metszetet felvéve *(14. ábra)* a viszonyok jól láthatók. A kerületi erő a henger ferde állása miatt

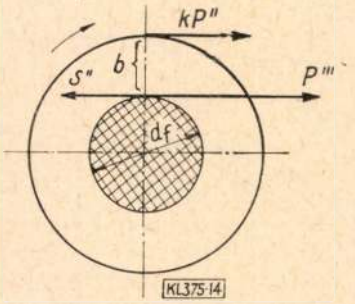
$$P'' = P_k \cos \alpha$$

$$P_k = \frac{M}{R_h}$$

ahol, M = a meghajtó motor nyomatéka,
R_h = a henger sugara.

A hüvely kerületén ébredő erő kisebb lesz a súrlódás miatt: kP''

A tüske kerületén ébredő erő a falvastagságtól függően nagyobb lesz, mint a kerületén.



14. ábra. A kerületi erő változása

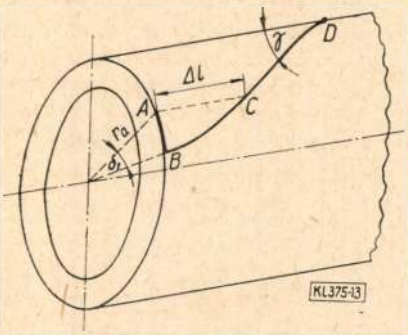
Egy tüske tengelyén átmenő metszeten vizsgálva a viszonyokat és két profilgörbét felvéve, egy jelenlegi $y_1 = f_1(x)$ ellipszis és egy $y_2 = f_2(x)$ áramvonalas profilgörbe. Látható, hogy mindkét profilt két részre lehet osztani *(15. ábra)*:

I. erős alakváltozási szakasz,
II. enyhe alakváltozási szakasz

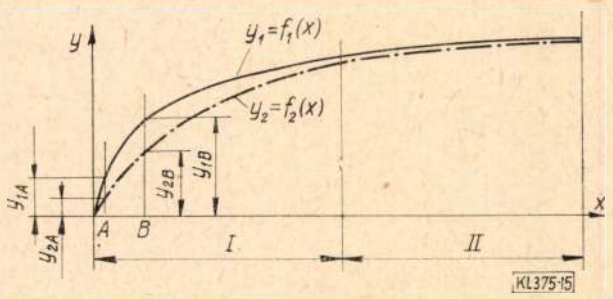
A vizsgálat szempontjából az *I* szakasz érdekes, a *II* szakaszban mindkét profilgörbe közelít a vízszinteshez és egymáshoz, így a viszonyok azonosak.

$$\Delta y_1 = y_{1B} - y_{1A} = f_1(x_B) - f_1(x_A)$$
$$\Delta y_2 = y_{2B} - y_{2A} = f_2(x_B) - f_2(x_A)$$

Tehát a $\Delta y_1 > \Delta y_2$, vagyis az y_1 tüskeprofil mentén az időbeni alakváltozás nagyobb, mint y_2 tüskeprofil mentén.



13. ábra. A felületi pont elmozdulása



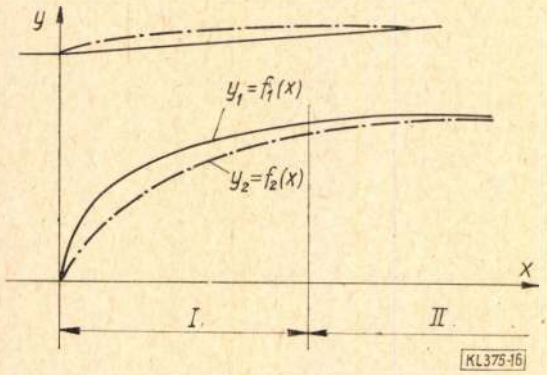
15. ábra. A profilgörbék jellege

Az y_1 tüskeprofil I szakasza az alakváltozás szempontjából nagyobb ellenállást gyakorol, mint az y_2 tüskeprofil I szakasza.

Az Δy értékek időbeni változása a S'' súrlódó erő időbeni változásához vezet. Minél nagyobb és főleg egyenlőtlenebb Δy változása, annál nagyobb, s egyenlőtlenebb lesz S'' súrlódó erő változása. Ez pedig a δ_2 belső tangenciális folyás időben egyenlőtlen változásához vezet, amely a belső hibák képződésének forrása.

Tehát előnyösebb az ún. áramvonalas profilú tüske alkalmazása, $y_2=f_2\,(x)$ görbe.

A belső tangenciális folyás időben azonos változása a tüskeprofil mentén mint fő követelmény maga után vonja a tüskeprofil megváltoztatása mellett a munkahengerek kereszthengerlő kúpjának módosítását is *(16. ábra)*. Mivel a kereszthengerlő kúpszakasz természetesen egyenes, a tüske profilja pedig görbe, az I szakaszban időben egyenlőtlen alakváltozás lép fel.



16. ábra. A kereszthengerlő kúpszakasz profiljának megváltoztatása

Szükséges tehát a kereszthengerlő kúpszakasz első részét olyan görbe szerint átalakítani, amely követi az Δy_2 időbeni változások értékét megfelelő arány szerint.

A tangenciális folyás hibanövelő — sokszorozó hatását szemléletesen mutatja egy olyan nyersanyag alakváltozása, amelyen egy u nagyságú eredeti radiális hiba van (öntési repedés, gázhólyag, zárvány stb.) *(17. ábra)*.

A d átmérőt állandónak vesszük, mivel ez lyukasztásnál keveset változik. A hüvely falvastagsága legyen s érték, hossza pedig lyukasztáskor l_1-ről l_2-re változik.

Az elméleti alakváltozás hatására az u mélységű hiba u' mélységűre változik *(18. ábra)*.

A térfogat állandóságából:

$$d\pi u l_1 = d\pi u l_2$$

$$u' = u\,\frac{l_1}{l_2}$$

A gyakorlatban azonban a tangenciális folyás következtében az A pont az A' helyen lesz, s így az u' hiba z értékűvé fog nőni, de már nem sugárirányban [8].

Az ábrát síkba metszve és feltételezve, hogy $A'B$ ív az $A'C$ egyenesvonalú szakasza írható a *19. ábra* alapján:

$$\sin\xi = \frac{u'}{z}$$

mivel a $\sin\xi = \operatorname{tg}\xi$ megadja a keletkező hiba hosszát.

$$z = \frac{u'}{\sin\xi} = \frac{u'}{\operatorname{tg}\xi} = \frac{u'\,\delta d}{2s} = u\,\frac{l_1\,\delta d}{2l_2 s}$$

$$\frac{z}{u} = \frac{l_1}{l_2}\cdot\frac{\delta d}{2s}$$

érték megadja a hiba növekedését, a hiba megsokszorozódásának mértékét.

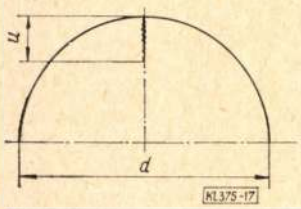
A kalibrálási tényezők hatása

Az előzőkben elméletileg levezettük, hogy a hüvely csavarodása a keresztmetszetben tangenciális nyírófeszültséget hoz létre, amely az axiális folyással együtt a külső tangenciális folyás okozója.

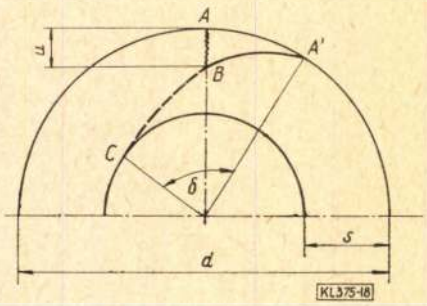
A tangenciális nyírófeszültség a legnagyobb a hüvely kerületén, amely a felszínen levő repedések, dúsulások, nemfémes zárványok gyökében koncentrálódik és a sokszorozó hatás szerint itt nagy értékeket vehet fel. A feszültség ilyen nagy értéke a meleg állapotra való tekintettel jelentős mértékben csökkenti az anyag szilárdságát, s okozza a meglevő repedések további szélesedését is.

A hüvely legnagyobb tangenciális nyíró igénybevétele az áthaladás síkjában lép fel, a munkahenger övrészénél.

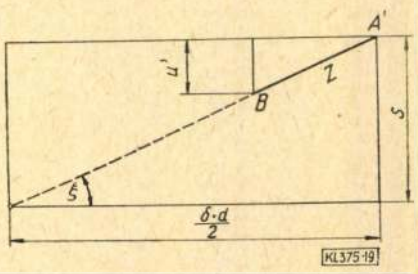
A relatív tangenciális csúszás miatt a csúszás által előidézett húzófeszültség axiális alkotója csökken a felületi rétegben és legnagyobb értéke



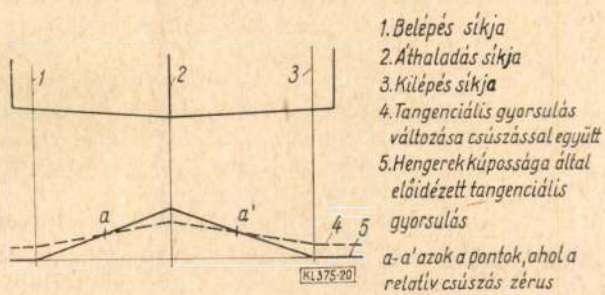
17. ábra. Radiális hiba a nyersanyagon



18. ábra. Radiális hiba a hüvelyen



19. ábra. A radiális hiba síkjának kiterítése



20. ábra. A tuskó tangenciális gyorsulás-változásának folyamata

csak abban a pontban lesz, ahol a relatív csúszás 0 értékű, s ettől mindkét irányban csökken *(20. ábra)*.

Az áthaladás síkjában tehát a lyukasztott tuskó felületét maximális tangenciális nyírófeszültség és maximális tengelyirányú nyomófeszültség is igénybe veszi. Ez okozza az elsődleges eredetű felületi hibák további terjedését.

Az üreg korai keletkezését a tuskó félfordulatára eső fogyása és a lyukasztási szakaszban a félfordulatok száma módosítja.

A fogyás nagysága függ a munkahengerek lyukasztó kúpjának kúposságától, s a hengerek hajlásszögétől. A hengerek hajlásszögének azonban leglényegesebb funkciója az, hogy meghatározza a tuskó előrehaladásának nagyságát egy félfordulat alatt, vagyis a fogyás időbeni nagyságát, gyorsaságát.

Időben gyorsan végbemenő fogyásokkal végzett lyukasztáskor a korai üregképződésre nincs idő, a lyukasztótüske üregképző szerepe érvényesül.

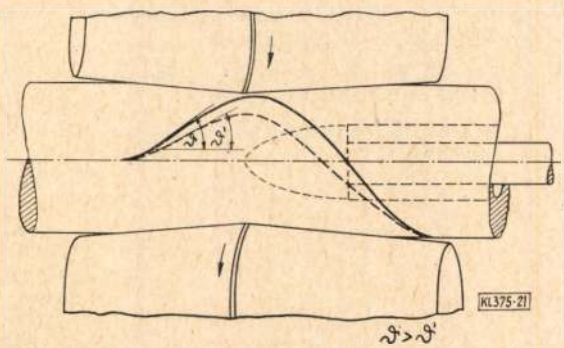
A félfordulatok számát a deformációs övezet hossza és a tuskó elemi részecskéinek mozgási sebessége határozza meg.

Mindezek a tényezők kölcsönös összefüggésben vannak egymással és a helyes kalibrálás érdekében bármelyik tényező megváltoztatása esetén figyelembe kell venni a többi tényező megváltozását is.

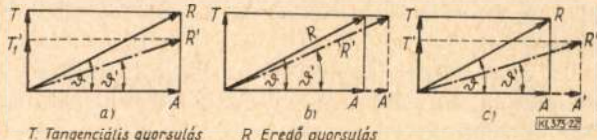
A hüvelyek külső és belső hibáinak csökkentésére csökkenteni kell a külső felület és belső felület tangenciális folyását, amelyet a csavarodás és axiális folyás idéz elő a deformációs övezet mentén *(21. ábra)*.

Ezt a következő módszerekkel lehet elérni:

a) A munkahengerek lyukasztó és keresztkengerlő kúpjai kúpszögének csökkentése. Ezáltal



21. ábra. A tuskó alkotójának elcsavarodása



T Tangenciális gyorsulás R Eredő gyorsulás
A Axiális gyorsulás ϑ A felületi szál elcsavarodási szöge

22. ábra. A tuskó elcsavarodásának csökkentése

a) a hengerek kúposságának csökkentésével,
b) a hengerek hajlási szögének növelésével,
c) az *a)*, *b)* változások együttes alkalmazásával

csökken a kerületi és szöggyorsulás értéke, a felület kisebb mértékben késik a deformációs szakaszon, s így a csavarodás mértéke kisebb lesz *(22a ábra)*.

A csavarodás csökkentésével csökken az ébredő tangenciális nyírófeszültség abszolút értéke. A lyukasztási folyamat a hüvely elemi részecskéinek kisebb fogyásaival megy végbe, miközben a tuskó keresztmetszetében a csúsztató feszültségek irányváltozásainak száma nagyobb.

b) A munkahengerek hajlásszögének növelése. Ezáltal is csökken a hüvelyelcsavarodás, mert a tengelyirányú gyorsulás megnő.

A munkahengerek hajlásszögének növelésével a tengelyirányú haladás sebessége megnő, a deformációs szakasz hossza csökken, a fogyás állandó értéken marad. Ilyenkor a lyukasztás a tuskó elemi részecskéinek kisebb számú, de nagyobb mértékű fogyásaival megy végbe. A félfordulat alatti előrehaladás nagyobb, a csúsztató feszültségek irányváltozásainak száma kisebb *(22b ábra)*.

c) A kúpszakaszok kúposságának csökkentése és a hengerek hajlásszögének növelése. Lényegében az *a* és *b* eset együttes alkalmazása, mellyel a hüvely elcsavarodását maximálisan lehet csökkenteni, mert a két eljárás kedvező hatása összegeződik. Az elcsavarodás szöge csökkenni fog a tangenciális gyorsulás révén és a tengelyirányú gyorsulás növekedése folytán is *(22c ábra)*.

Az *a* és *b* esetekben a hatások azonosak az elcsavarodás vonatkozásában. Csupán annyi a különbség, hogy a *b* módszer szerint a lyukasztás intenzívebb és a tangenciális nyírófeszültség abszolút értéke változatlan marad. A nyírófeszültség kedvező csökkenését csak a relatív tangenciális csúszás megnövekedése hozza létre, mert a deformációs övezet megrövidül.

A feszültségek irányváltozásainak kisebb száma az üreg idő előtti keletkezésének veszélyét csökkenti, s így kedvező értelemben hat a lyukasztott anyag felületének minőségére.

A kúpszögek csökkentése, valamint a hengerek hajlásszögének növelése lényegesen megnöveli a lyukasztás gazdaságosságát, a kisebb munka, illetve teljesítményfelvétel alapján.

Pejcoch kísérletei meggyőzően alátámasztják ezen megállapítást. Kísérletei alapján egy egymással 12°-ot bezáró hengerpárral végzett lyukasztásnál a lyukasztásra fordított alakító munka $4{,}45 \times 10^6$ kg volt.

A hengerek hajlásszögének 14°-ra való emelésével ezen munka $2{,}34 \times 10^6$ kg-ra csökkent, a lyukasztás sebességének 36,5%-os növekedése mel-

lett. A teljesítménycsökkenés tehát kb. 42%-os értéket ért el.

Ugyanakkor a hajtó villamosmotor pillanatnyi terhelése a művelet intenzitása ellenére nem nőtt, hanem csökkent.

Végkövetkeztetések

Kedvező hatást kiváltó paraméterváltoztatások:

1. A hengerek által bezárt szög nagyságát 10—12°-ra helyes beállítani. Ezáltal a lyukasztás gyorsabbá válik, a teljesítményfelvétel csökken, végül a pikkelyképződés veszélye csökken.

2. A lyukasztási kúpszöget olyan mértékben célszerű csökkenteni, hogy az összfogyás átlagértéke különböző tuskóátmérők mellett se haladja meg a 10%-ot.

Ez a szögérték a meglevő kúposszakaszt figyelembe véve kb. 1°-nak felel meg. Ezáltal a belső felszakadozások és azok elkenődése, valamint a kisebb mértékű hibák keletkezése meggátolható.

3. A lyukasztó tüske és a kereszthengerlő kúp munkájának első periódusában, az erőteljes redukció zónában a tüskeprofilt áramvonalasabbá és a hengerprofilt ezt követő mértékű — görbelefutási profillá célszerű átszerkeszteni.

Ezáltal a külső káros feszültségeket kiküszöböljük, így a külső pikkelyképződés hatása is gyengül.

4. A tüskeprofilját is módosítani kívánatos áramvonal alakú idommá. A hengeres szakaszt célszerű meghosszabbítani, ezáltal kedvezőbb anyagfolyást, egyenletesebb falvastagságot, végül jobb belső felületet tudunk biztosítani.

5. A hengerek simító szakaszát hiperbolikus felületűvé célszerű kiképezni. A tüske hengeres szakaszával való együttműködéskor nagymértékű falegyenlítő hatás érhető el, valamint a darab egyenességét is biztosítani lehet.

IRODALOM

[1] *Dr. Geleji Sándor:* Kohógéptan 1949.
[2] *Jemeljanyenkó:* Ferde és pilgerhengerlés elmélete. 1950.
[3] *Pejcoch:* Defauts des tubes sans soudure. Hutnik. 10. 1960.
[4] *Mozzanti—Molaroni:* Varratnélküli csövek felületi hibái. La Metallurgia Italiana Milanó, 1962. nov.
[5] *Mc. Laren:* Factor in the Operation of a Mannesmann Piercing Mill. Iron and Steel Engineer 1948. ápr.
[6] *Holmquist:* Investigation of the Piercing Process by Means of Model Wax Billets. Iron and Steel Engineer. 1952. 12. 29.

Szabványosítási hírek

Felhívjuk olvasóink figyelmét a Magyar Szabványügyi Hivatal által a közelmúltban hozzászólásra közzétett alábbi kohászati tárgyú szabványtervezetekre:

MSZ 5744 T (Az MSZ 5744—52 és 5744 T [63. IV.] helyett.) *Acél szabadalakító kovácsolása. Hozzáadások és tűrések*

A tervezet acélból szabadalakító kovácsolással készült rudak, hengerek, hasábok, tömbök, tárcsák, lapok, lépcsőstengelyek, lépcsős vagy csapos tömbök, gyűrűk, valamint perselyek kovácsolási és technológiai hozzáadásaira és tűréseire vonatkozik. A termékek osztályozása bonyolultságuk és méretviszonyaik alapján némileg bővült; az új osztályozás alapját a kovácsolási technológia messzemenő figyelembevétele szabta meg. A besorolást jól megszerkesztett ábrák egyértelműen meghatározzák.

MSZ 7922 T (Az MSZ 7922—61 helyett) *Fémszilícium*

A tervezet színesfémkohászati célokra ötvözőanyagként használt kvarcból, ill. kvarcitból elektrotermikus eljárással, karbonnal redukált fémszilíciumra vonatkozik. A tervezet három anyagminőséget tartalmaz, legalább 98, 97 és 95% Si-tartalommal.

MSZ 17780 T (Az MSZ 17780—54 helyett) *Melegen hengerelt vagy kovácsolt acélgyártmányok felületi és belső makrohibái*

MSZ 17783 T (Az MSZ 17783—54 helyett) *Hidegen hengerelt acéllemezek és acélszalagok felületének makrohibái*

MSZ 17787 T (Az MSZ 17787—54 helyett) *Húzott acélok felületi és belső makrohibái*

Mindhárom szabványtervezet lényegében, címükben meghatározott termékcsoportok makrohibáinak terminológiájára vonatkozik. A megadott elnevezéseket az ipari termelés és a vonatkozó gyártmányok kereskedelmi ügyleteiben kell használni, alkalmazásuk a tudományos és műszaki kutatás területén, vagy bármely, a szabvány alkalmazásbavétele előtt megjelent kiadvány átdolgozás nélküli utánnyomása esetén nem kötelező.

Kimaradtak a szabványtervezetekből a hibák megengedett mértékét tárgyaló részek, ezeket a vonatkozó termékszabványok tárgyalják.

Az alábbi szabványok hatályukat vesztették

MSZ 4384—50 Betétben edzhető és nemesíthető kovácsolt, ill. hengerelt acélfajták.

MSZ 17774—53 R Irányelvek Ni és Mo ötvözetű gépszerkezeti acélok helyettesítésére.

MSZ 17790—53 R Irányelvek a szabványosított acélok alkalmazásában.

K. E.

A MgO-, Al_2O_3- és BaO-tartalom hatása nagyolvasztósalak viszkozitására*

Dr. FARKAS OTTÓ okl. kohómérnök, egy. docens
Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc

DK 669.162.2 : 669.046.58 : 532.13

Bevezetés

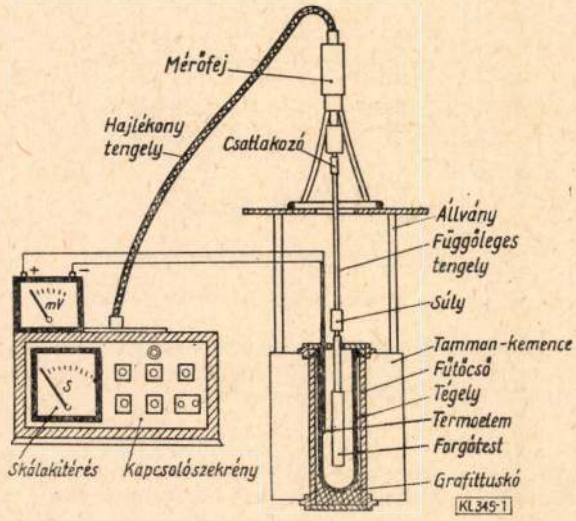
A folyékony nagyolvasztósalakok közvetítésével lejátszódó metallurgiai folyamatok közül a kéntelenítés a legfontosabb. A kéntelenítés mechanizmusának reakciókinetikai kutatásai [1, 2, 3, 4] arra a megállapításra vezettek, hogy a salak viszkozitása — a diffúzióra gyakorolt hatásán keresztül — meghatározója vagy legalábbis lényeges szabályozója a folyamat sebességének. Így természetes, hogy a salak fizikai tulajdonságai metallurgiai szempontból elsősorban a salak kénkapacitásának jobb kihasználásában, azaz a kéntelenítés hatékonyságában jelentkeznek. A nagyolvasztósalakok viszkozitásviszonyainak ismerete azonban ezeken túlmenően is szükséges. A viszkozitás ugyanis hatással van az aknában haladó gázáramlás eloszlására, a salak és a fémfürdő közötti hőátadásra (a kis viszkozitású folyadékokban gyorsabb a konvekciós hőátadás), s a salak és a nyersvas elkülönülésére is, de nem utolsó sorban a viszkozitástól függ, hogy a salak jól kifolyik-e az olvasztóból. Adott, illetve célszerűen változtatott hőmérsékleten legmegfelelőbb salakok kialakítását segítő hagyományos viszkoziméterek mérési eredményei az ennek alapján közölt irodalmi adatok, nem megbízhatók. Az utóbbi években kifejlesztett salakviszkoziméterek azonban már alkalmasak arra, hogy a kapott eredmények kvantitatíve is helyes képet adjanak a salakok viszkozitásviszonyairól. A továbbiakban hazai nagyolvasztósalakok viszkozitását vizsgáljuk laboratóriumi viszonyok között a MgO-, Al_2O_3- és BaO-tartalom, ill. a hőmérséklet változásának függvényében.

A viszkozitás mérésének munkamódja

A viszkozitás mérésére a ma ismert legkorszerűbb úgynevezett rotációs viszkozimétert használtuk. A salakok megolvasztását 60 KVA teljesítményű Tamman-kemencében végeztük a hőmérsékletet Pt-PtRh termoelemmel ellenőriztük. A viszkozitást mérő berendezés összeállítási rajzát az *1. ábra* mutatja. A méréshez alapsalakként üzemi nagyolvasztósalakot választottunk, melynek összetétele százalékban a következő volt:

CaO	42,52	BaO	1,33
MgO	6,08	FeO	0,27
SiO_2	39,77	MnO	1,26
Al_2O_3	5,43		

A salak összetételét a $CaO+MgO+SiO_2+Al_2O_3=100\%$-ra átszámítva és a négyalkotós salakrendszerben ábrázolva azt kapjuk, hogy az a melilit mezőben fekszik, közel a merwinit mezőt elválasztó görbéhez, kb. az 1420°C-os izotermán. Ezt a salakot kísérleti alapsalaknak tekintettük, s az egyes sorozatok kiindulósalakját — amikor arra szükség volt — BaO hozzáadásával, ebből állítottuk elő. A különböző BaO-tartalmú (1,33, 3,63—3,65, 5,34—5,38%) salakok viszkozitását növekvő MgO-, majd Al_2O_3-tartalmának és a hőmérsékletnek a függvényében mértük. A kiindulósalakok összetétele a MgO-tartalom fokozatos dúsításával úgy változott, hogy a merwinit mezőbe ment át, az Al_2O_3-tartalom növekedése pedig a megfelelő melilit térfogatban változtatta a salakok összetételét.



1. ábra. A viszkozitást mérő berendezés összeállítási rajza

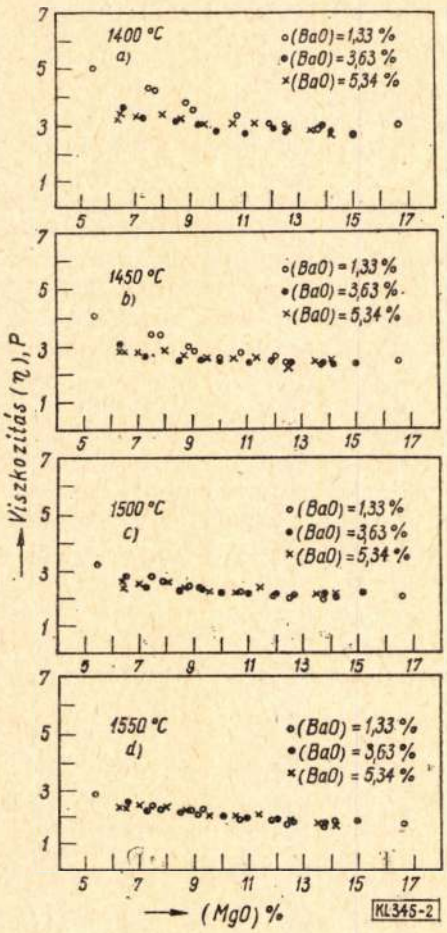
A viszkozitásmérésekhez minden esetben pontosan 4450 g salakot mértünk be a Tammankemencében elhelyezett grafit tégelybe, majd 1600°C-ra hevítettük, és a homogenitás érdekében alaposan átkevertük.

A mérést csak a buborékképződés megszűnése után, a salak teljes homogenitása elérésekor kezdtük meg. A kemence fűtését a szükséges mértékre lecsökkentettük, a viszkozimétert bekapcsoljuk, s az 1550, 1500, 1450 és 1400°C-os hőmérsékleten leolvasott S értékeket feljegyeztük. Ezután acélrúddal próbát vettünk, majd a módosítani kívánt salakalkotóból annyit adtunk a fürdőbe, hogy %-os arányuk 1%-kal növekedjen. A kemencét intenzív fűtésre állítva, a salakfürdőt 1600°C-ra hevítettük, alaposan átkevertük, és az egyneműsítés, majd a buborékképződés megszűnése után, ismét megkezdtük a mérést. (Az átkeveréskor a keverőrúdra tapadt salakot a következő méréshez mindig visszaadtuk.)

A sorozatonként vett átlagosan 10—11 salakpróbából az elsőt, mint kiinduló salakot CaO-,

*A külföldi szakközlemények és laboratóriumi kísérletek alapján készült dolgozat eredményeit célszerű lenne üzemi kísérletekkel is kiegészíteni.

(A Szerk.)



2. ábra. Különböző BaO-tartalmú nagyolvasztósalak viszkozitása a MgO-tartalom függvényében a) 1400°C-os, b) 1450°C-os, c) 1500°C-os és d) 1550°C-os hőmérsékleten

MgO-, SiO_2-, Al_2O_3- és BaO-tartalomra a többieket pedig csak a kérdéses alkotóra elemeztük. Az alapsalak összetétele csak a BaO-hozzáadás hatására mutatott némi módosulást.

A viszkoziméter használata közben leolvasott, ill. adott összetartozó értékekből a viszkozitás centipoiseben a következő képletből számítható:

$$\eta = USK\,cP$$

A képletben U sebességtényező, mely a készülék sebességváltójának adott helyzetében leolvasható, S a mérőműszer skálájának kitérése, K pedig a forgótest hitelesítési állandója, mely jelen mérésekben 10,27.

A viszkozitásvizsgálatok eredményei

A különböző BaO-tartalmú nagyolvasztósalak viszkozitásának változásait a MgO-, ill. az Al_2O_3-tartalom növekedésének függvényében és különböző hőmérsékleten, összefoglalva az *1. táblázat* tartalmazza. A táblázat adatainak felhasználásával készült *2a, b, c* és *d ábra* szemlélteti azokat a viszkozitásváltozásokat, melyeket az 1,33%, 3,63% és 5,34% BaO-tartalmú salakok 1400, 1450, 1500 és 1550°C-os hőmérsékleten mutatnak, miközben MgO-ban is dúsulnak.

Látható, hogy a nagyobb MgO-mennyiség javítja a salak viszkozitását, mégpedig minél kisebb hőmérséklet, annál inkább. Ez a viszkozitáscsökkenés azonban csak a kisebb BaO-tartalmú salakokban és kisebb hőmérsékleten számottevő. Figyelembe kell vennünk azonban azt is, hogy a vizsgált alapsalak kevés Al_2O_3-ot tartalmaz (5,43 %), és MgO-dúsítás nélkül is kicsi a viszkozitása ($\eta = 3{,}0$—$5{,}1$ P, 1550—1400°C-on). Amint azt korábbi kísérleteink [5] mutatták, nagyobb Al_2O_3-tartalmú salakok viszkozitása lényegesen nagyobb, s ilyen salakokban a MgO-tartalom növekedése is jóval hatásosabb a viszkozitás csökkentésére.

A MgO-növekedésének a viszkozitást csökkentő hatása kb. 11%-nyi mennyiség felett gyakorlatilag megszűnik, s minél több BaO-ot tartalmaz a salak, ill. minél nagyobb a hőmérséklet, annál kisebb MgO-mennyiséggel lehet azonos viszkozitást elérni. A görbéknek kb. 14% MgO-tartalomnál vannak minimumaik. A MgO-nak ilyen mértékű dúsítása azonban még a kisebb BaO-tartalmú salakokban sincs arányban a kapott eredménnyel.

Az ábrák jól szemléltetik, hogy a hőmérséklet növekedésével a különböző BaO-tartalomra vonatkozó viszkozitásgörbék a kisebb MgO-tartalom esetén is közelednek egymáshoz, majd 1550°C-os hőmérsékleten együtt futnak. Ebből következik, hogy nagy hőmérsékleten a MgO-tartalom növekedésének a salak viszkozitására gyakorolt hatása független annak BaO-tartalmától. A vizsgált salak viszkozitása egyébként nagyon kedvező, mivel az összetétel és a hőmérséklet változásainak együttes figyelembevételével $\eta = 1{,}64$—$5{,}10$ P.

A salak MgO-tartalmának növekedése, a hígfolyósság javulása mellett — azt jelenti, hogy összetétele a CaO-MgO-SiO_2-Al_2O_3 salakrendszer melilit felületéről, a merwinit mező felé halad, ill. abban módosul. A viszkozitásvizsgálatokkal kapott eredmények tehát igazolják a salak szerkezetvizsgálata alapján egy korábbi dolgozatban [6] rögzített elméleti feltevéseket. A salakrendszer merwinit felületén elhelyezkedő salakok összetétele ugyanis olyan, hogy lehetőség van több-kevesebb különálló SiO^{4-} szilikátanion kialakulására (merwinit = $Ca_3MgSi_2O_8$, O:Si = 4), ami a hígfolyósságot növeli. Hogy a MgO-tartalom növekedése — mely egyébként nagy oxigéniont leadó hajlamával az SiO_4^{-} komplex anion létrejöttét erősen elősegíti — mégis csak egy bizonyos %-os mennyiségig csökkenti a salak viszkozitását, az mindenekelőtt a salak olvadási hőmérsékletének a nagy MgO-tartalom esetén mutatkozó növekedésével magyarázható.

A következő vizsgálat sorozatban az alapsalaknak az Al_2O_3-tartalom növekedése függvényében mutatkozó viszkozitásváltozásait határoztuk meg. Az 1. táblázat adatai alapján készült *3a, b, c* és *d ábra* 1400, 1450, 1500 és 1550°C hőmérsékleten mutatja az alapsalak viszkozitását növekvő Al_2O_3-tartalom mellett. Mindjárt szembetűnik, hogy az Al_2O_3 kezdetben kisebb, majd egyre nagyobb mértékben növeli a salak viszkozitását, mégpedig annál inkább, minél kisebb a salak hőmérséklete. Ugyanakkor megfigyelhető az is, hogy kb. 5%

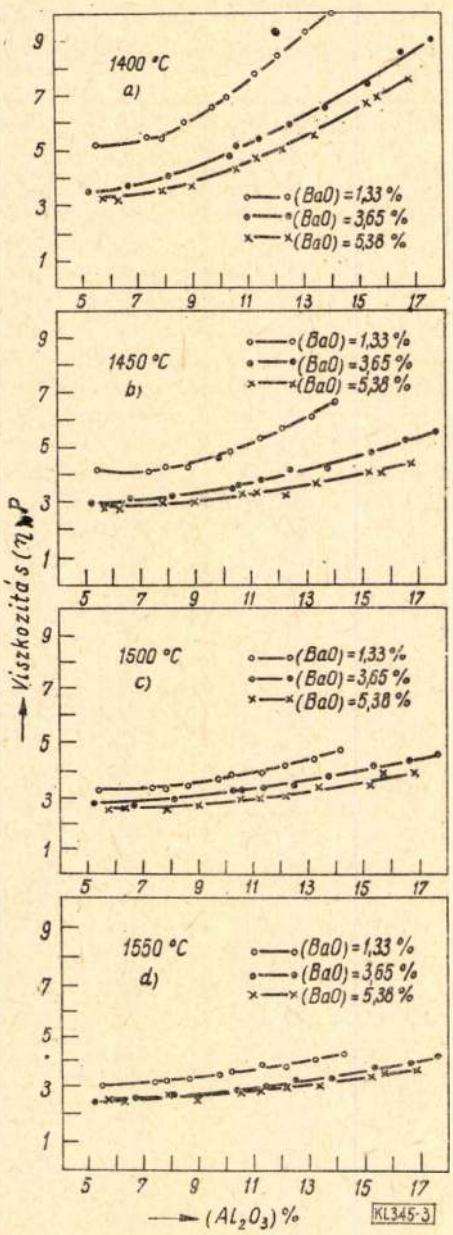
1. táblázat

Különböző BaO-tartalmú nagyolvasztósalak viszkozitása a MgO-, illetve Al_2O_3-tartalom és a hőmérséklet változásának függvényében

	1,33% BaO				3,63%—3,65% BaO				5,34%—5,38% BaO			
Hom., °C	MgO (%)	(P)	Al_2O_3 (%)	(P)	MgO (%)	(P)	Al_2O_3 (%)	(P)	MgO (%)	(P)	Al_2O_3 (%)	(P)
1550		3,00		3,00		2,57		2,38		2,38		2,50
1500	6,08	3,31	5,43	3,31	6,53	2,77	5,18	2,81	6,30	2,66	5,70	2,62
1450		4,12		4,12		3,07		3,46		3,89		3,81
1400		5,10		5,10		3,54		3,46		3,27		3,31
1550		2,39		3,16		2,23		2,54		2,31		2,42
1500	7,50	2,85	7,34	3,35	7,29	2,39	6,62	2,70	6,34	2,46	6,23	2,65
1450		3,46		4,08		2,58		3,05		2,77		2,70
1400		4,23		5,31		3,23		3,70		3,43		3,23
1550		2,31		3,19		2,19		2,65		2,38		2,54
1500	7,80	2,69	7,86	3,39	8,51	2,35	8,09	2,97	7,01	2,54	7,85	2,65
1450		3,39		4,16		2,54		3,08		2,85		2,96
1400		4,12		5,43		3,12		4,00		3,39		3,65
1550		2,16		3,27		2,19		2,81		2,38		2,50
1500	8,90	2,50	8,64	3,46	9,33	2,31	10,29	3,27	8,01	2,58	8,96	2,85
1450		3,00		4,27		2,50		3,39		2,89		3,00
1400		3,74		5,85		2,97		4,77		3,47		3,73
1550		2,12		3,46		2,04		2,81		2,38		2,81
1500	9,12	2,43	9,76	3,70	10,07	2,23	10,50	3,27	8,69	2,50	10,54	3,00
1450		2,85		4,62		2,50		3,54		2,78		3,23
1400		3,66		6,47		2,81		5,05		3,43		4,30
1550		1,93		3,54		1,96		2,97		2,04		2,85
1500		2,24		3,77		2,16		3,35		2,27		3,00
1450	10,73	2,70	10,20	4,85	11,01	2,43	11,34	3,74	9,47	2,58	11,16	3,35
1400		3,27		6,85		2,74		5,35		3,00		4,70
1550		1,77		3,70		1,89		3,20		2,00		2,97
1500	11,87	2,00	11,30	3,93	12,09	2,16	12,45	3,46	10,47	2,27	12,17	3,08
1450		2,54		5,27		2,54		4,12		2,58		3,20
1400		3,08		7,70		2,89		5,90		3,08		5,00
1550		1,70		3,85		1,77		3,31		2,08		3,08
1500	12,45	2,00	12,15	4,16	12,58	2,12	13,77	3,73	11,36	2,43	13,55	3,42
1450		2,39		5,70		2,43		4,17		2,62		3,65
1400		3,00		8,39		2,81		6,43		3,08		5,50
1550		1,65		4,00		1,73		3,73		1,81		3,38
1500	13,75	1,96	13,19	4,39	13,79	2,16	15,34	4,18	12,48	2,08	15,21	3,50
1450		2,31		6,08		2,43		4,81		2,35		4,03
1400		2,89		9,24		2,93		7,35		2,85		6,70
1550		1,64		4,05		1,81		3,90		1,77		3,57
1500	16,58	2,08	14,14	4,74	14,15	2,04	16,57	4,35	13,52	2,16	15,65	3,90
1450		2,42		6,78		2,43		5,20		2,46		4,03
1400		3,04		10,00		2,81		8,50		2,89		6,83
1550		—		—		1,81		4,15		1,77		3,69
1500	—	—	—	—	15,03	2,16	17,65	4,58	14,14	2,16	16,83	3,96
1450		—		—		2,39		5,50		2,50		4,38
1400		—		—		2,66		9,00		2,78		7,70

Al_2O_3-tartalom alatt feltehetően ismét emelkedik. Ezek alapján valószínűsíthetjük, hogy a nagyolvasztósalakok, a vizsgált alapsalak megfelelő bazicitása esetén ($CaO/SiO_2 = 1{,}07$), kb. 5% Al_2O_3-tartalomnál mutatják a legkisebb viszkozitást. A diagramokból azonban az is leolvasható, hogy kb. 9%-ig növekedhet a salak Al_2O_3-tartalma anélkül, hogy ez jelentősen nagyobb viszkozitást vonna maga után. A további Al_2O_3 adagolás viszkozitást már jelentősen növeli, bár a mért legnagyobb Al_2O_3-tartalomig a salak még kielégítően hígfolyós.

Az Al_2O_3 ilyen hatása elsősorban kisebb hőmérsékleteken és kisebb BaO-tartalmaknál szembetűnő. Minél nagyobb azonban a salak hőmérséklete, a BaO viszkozitásnövekedést gátló szerepe annál jelentéktelenebb, de az Al_2O_3 kedvezőtlen hatása is kisebb. Ezzel magyarázható, hogy — különösen nagyobb hőmérsékleteken — a 3,65% és az 5,38% BaO-ot tartalmazó salakok viszkozitásgörbéi vagy egybeesnek, vagy igen közel húzódnak egymáshoz. Az Al_2O_3 tehát csak a kevés BaO-ot (és általában kevés bázikus oxidot) tartalmazó salakokban növeli intenzíven a salak viszkozitását.



3. ábra. Különböző BaO-tartalmú nagyolvasztósalak viszkozitása az Al_2O_3-tartalom függvényében, a) 1400°C-os, b) 1450°C-os, c) 1500°C-os és d) 1550°C-os hőmérsékleten

A salak Al_2O_3-tartalmának kísérletekkel igazolt viszkozitást növelő hatása megegyezik a salakszerkezetben betöltött szerepének a már hivatkozott korábbi dolgozatban [6] kifejtett elméletével. Eszerint a viszkozitást, az oxigénanionokat részben lekötő komplex AlO_4^{5-}, AlO_6^{9-} stb. anionok kialakulása okozza.

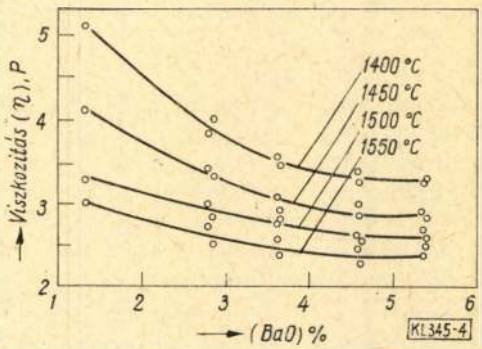
A viszkozitásmérések 1. táblázatban összefoglalt és a 2. és 3. ábrákon szemléltetett eredményei lehetőséget adnak a BaO hatásának megállapítására is.

Az ábrák jól mutatják, hogy a vizsgált BaO-tartományon belül a több BaO-ot tartalmazó salakok viszkozitása kisebb valamennyi vizsgálati hőmérsékleten. Ez azonban a nagyobb MgO-tartalmú salakokban nem olyan kifejezett, mint a több Al_2O_3-ot tartalmazókban, s csak a kisebb hőmérsékleteken szembetűnő. Nagyobb MgO-tartalom esetén csak az 1,33% és 3,63% BaO-ot tartalmazó salakok viszkozitásai között mutatkozik ez a korlátozott érvényű minimális javulás, a 3,63 %, ill. az 5,34% BaO-tartalmú salakok viszkozitásai csaknem egybeesnek minden hőmérsékleten.

A BaO, a kevés MgO-ot és sok Al_2O_3-at tartalmazó salakokban sokkal erősebb viszkozitáscsökkentő hatású, bár természetesen a MgO-hatást nem éri el. A 3b ábra szerint 1450°C-on, ha a salak BaO-tartalma 1,33%-ról 5,83%-ra növekszik, Al_2O_3-tartalma 7%-ról 15%-ra szaporodhat anélkül, hogy viszkozitása megváltozna.

A BaO növekedésének az alapsalak viszkozitására kifejtett hatását kiegészítő vizsgálatban határoztuk meg. Ennek a méréssorozatnak az adatait, valamint az előző sorozatokból idevágó eredményeket felhasználva készült a *4. ábra*. A kapott eredményekből látható, hogy a BaO-tartalom növekedése valamennyi vizsgálati hőmérsékleten csak egy bizonyos mennyiségig csökkenti a salak viszkozitását. Kb. 5% BaO-tartalomnál a görbéknek minimumaik vannak, s utána a viszkozitás emelkedni kezd. Természetesen a BaO viszkozitáscsökkentő hatása lényegesen kisebb, mint pl. a MgO-é vagy akár a CaO-é. Minden esetre a BaO korlátozott viszkozitását csökkentő szerepét tanúsító eredmények némely esetben látszólagos ellentmondásban vannak az üzemi tapasztalatokkal.

A viszkozitás során kapott eredmények jobb megértése érdekében tudnunk kell, hogy a salak viszkozitásának csökkentéséhez szükséges oxigénanionokat a bázikus oxidok, tehát a CaO, MgO, BaO stb. biztosítják, s így természetes, hogy ezek valamennyien javítják a salak hígfolyósságát a likvidusz hőmérséklet felett. Mivel azonban a viszkozitáscsökkenés mértéke a leadott oxigénionok mennyiségétől függ, nyilvánvaló, hogy a felsorolt oxidok súlyszázalék alapon vizsgálva különböző nagyságú hatást fejtenek ki. A CaO molekula súlya 56,08, a MgO-é 40,32, a BaO-é pedig 153,36, amiből az következik, hogy azonos súlyú CaO, MgO, illetve BaO közül a MgO-ban van a legtöbb molekula, s így a legtöbb oxigéniont képes leadni. A BaO molekula súlya viszonyítva igen nagy, tehát azonos mennyiségű MgO-hoz képest sokkal kisebb hatása lehet a viszkozitás csökkentésében, amint az a mérésekben igazolódott. Ezekből következik, hogy



4. ábra. A CaO = 42,52%, MgO = 6,08%, SiO_2 = 29,77%, Al_2O_3 = 5,43% összetételű nagyolvasztósalak viszkozitása a BaO-tartalom függvényében különböző hőmérsékleten

a salak valamely alkotója százalékos mennyiségének hirtelen megnagyobbodása annak függvényében módosítja a viszkozitást, hogy a salak többi alkotóiban közben milyen mennyiségi változás következik be. Ha tehát a salak BaO-tartalma úgy növekszik meg, hogy közben a CaO- vagy MgO-tartalma, esetleg mind a kettő csökken, akkor a BaO mennyiségi növekedése a salakot sűrűbbé teszi, mivel sokkal nagyobb molekula súlya miatt kevesebb molekulát tartalmaz, s így a CaO, illetve MgO azonos vagy közel azonos mennyiségéhez képest sokkal kevesebb oxigéniont visz a salakfürdőbe.

A salak bizonyos összetételénél előállhat az a helyzet is, hogy a BaO (de a CaO vagy MgO) mennyiségének kismértékű növekedése nagyobb salak olvadási hőmérsékletet eredményez, s az adott üzemi hőmérsékleten esetleg már primérkristályok válnak ki, ami a salakot nehezen folyóvá teszi.

Az elmondottakból kitűnik, hogy bár a salak növekvő BaO-tartalma bizonyos mennyiségig mind elméletileg, mind a kísérletek tanúsága szerint kismértékben csökkenti a viszkozitást, gyakoriak lehetnek az olyan helyzetek, amikor a BaO-tartalom növekedésekor a salak nehezebben folyik és nem válik el jól a nyersvastól. Sokkal valószínűbb azonban az, hogy a szokásosnál több BaO-ot tartalmazó salakok esetenkénti sűrűfolyását a keletkezett BaS okozza.

Összefoglalás

Különböző BaO-tartalmú nagyolvasztósalak viszkozitását mértük meg a MgO- és Al_2O_3-tartalom, ill. a hőmérséklet változásának függvényében. Megállapítottuk, hogy a MgO mennyiségi növekedése a kis Al_2O_3-tartalmú (5,34%) salakban csak a kisebb hőmérsékleteken (1400—1450°C), és kisebb BaO-tartalmak (1,33%) esetén javítja jelentékenyen a salak viszkozitását, de csak kb. 11%-nyi MgO mennyiségig.

A salak Al_2O_3-tartalmának hatása ellentétes, amenyiben a kevés MgO-ot (6,08)% tartalmazó salak viszkozitását jelentősen növeli, mégpedig annál inkább, minél kisebb a hőmérséklet és minél kevesebb BaO-ot tartalmaz. A viszkozitás szempontjából legkedvezőbb Al_2O_3-tartalom kb. 5%, de kb. 9%-ig kedvezőtlen hatása nem számottevő.

A BaO-tartalom növekedése 5%-ig bizonyos viszkozitáscsökkenést eredményez elsősorban a kisebb hőmérsékleteken, de csak akkor, ha a többi alkotó mennyiségi arányai változatlanok maradnak. A salak BaO-tartalmának megnövekedésekor az üzemi gyakorlatban esetenként tapasztalt nagyobb viszkozitás vagy az egyidőben bekövetkező CaO, ill. MgO mennyiségi csökkenésével, vagy a salak olvadási hőmérsékletének növekedésével, vagy — ami a legvalószínűbb — BaS képződésével magyarázható.

IRODALOM

[1] *Liu-Szu-Csen—Skála—Mandl:* Studium vlivu desoxydecnich prvku na kinetikus odsireni zeleza pomici S[35]. Hutnické Listy, 1960. okt. 755—762. old.
[2] *Mazanek—Benesh:* Kinetyka reakcji odsiarczania surówki z uwzglednieniem wplywu zasadowosci i lepkosci zuzli. Hutnik, 1959. okt. 384—394. old.
[3] *Ward—Salmon:* The kinetics of sulphur trnasfer from iron to slag. Journal of the Iron and Steel Institute, 1960. dec. 393—403. old.
[4] *Farkas:* A nyersvas kéntelenítési folyamatának reakciókinetikai vizsgálata és az optimális tulajdonságú nagyolvasztósalakok összetételének kialakítása. Kandidátusi értekezés. Miskolc, 1965.
[5] *Farkas:* Untersuchungen zur Ausbildung der Zusammensetzung von Hochofenschlacken mit hohem Entschwelungsvermögen und niedrigen Viskosität. Freiberger Forschungshefte 1965. B 106.
[6] *Farkas:* A nagyolvasztósalak ionszerkezete. Kohászati Lapok, 1961. 11. 481—485. old.

Egyesületi hírek

Vaskohászati szakosztályunk május hó 15—17-én rendezi meg Balatonszéplakon a *IV. Kohászati anyagvizsgáló napokat.* A konferencia programján összefoglalók és beszámolók szerepelnek a kohászati anyagvizsgálat különféle területeiről, így pl. az elektronoptikai vizsgálatokról, a röntgensugaras mérésekről, a spektrometriai, termometriai és neutronaktivációs eljárásokról. (P)

*

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács szakcsoportja febr. 14-én Egyesületünk helyiségében klubnapot tartott. A klubnap keretében *Kovács Miklós* okl. kohómérnök tagtársunk, a Magyar Vagon- és Gépgyár hőkezelő szakmérnöke beszámolt a kölni Ford- és a francia Simca autógyár kovácsüzemeiben szerzett tapasztalatairól. A beszámolót sok hozzászólás követte, a klubnap résztvevői sok szakmai kérdésre kaptak részletes választ. (L)

Az acél folyamatos öntése*

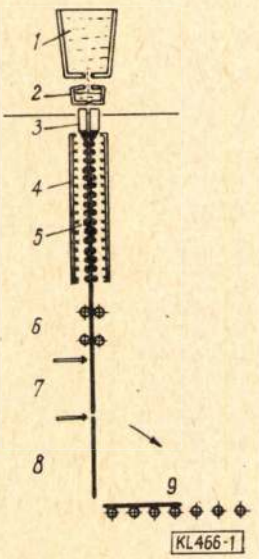
TARMANN BRUNÓ és POPPMEIER WERNER (Kapfenberg, Böhler Nemesacélmű)
Ford. és adaptálta: ÉLES LÁSZLÓ okl. kohómérnök

DK 669.14 : 621.746.5.001.5

Bevezetés

A folyamatos acélöntés a kohászatban egyre inkább terjed és a második világháború után a kohóiparban kifejlesztett új gyártási és feldolgozási eljárásokban mind nagyobb jelentőségre tesz szert. A szakértők véleménye szerint a közeljövőben az eljárás további elterjedése várható [1]. Bár az elmélet gyakorlati megoldása igen egyszerűnek tűnik, mégis több metallurgiai nehézség merült fel, ezért a tervezés és a berendezés megvalósítása is jelentős műszaki tudást követel. A második világháború után több fejlesztési központ foglalkozott a folyamatos acélöntés problémáinak megoldásával és végül kialakították az üzemi berendezéseket. *Az eddigi gyakorlati tapasztalatok alapján ma már úgy kis-, mint nagyméretű, kör-, négyzet- és laposszelvények üzembiztos öntése lehetséges.* A berendezések teljesítményei összhangban vannak az általában alkalmazott acélgyártó egységekkel és ma már lehetséges az ismert acélfajták és acélötvözetek nagy részének kielégítő minőségű folyamatos öntése.

Az egyes fejlesztési szakaszokban felmerülő nehézségek megértéséhez szükséges az eljárás lényegének és az öntési berendezésnek az ismerete. A folyamatos öntéskor az acélt egy közbenső üst segítségével egy vízzel hűtött kristályosító kokillába öntik *(1. ábra)*, amely a peremréteg megdermedése révén az acél végleges szelvényét biztosítja. A kokilla akkor teljesíti feladatát, ha a szilárd peremkéreg olyan erős, hogy a támasztógörgők és egyéb berendezések segítségével képes az alakját és a folyékony belső acélmagot megtartani. Az általában alkalmazott öntési sebességeknél és berendezésekben a keresztmetszettől függően 8—25 mm-es vastagságú felületi szilárd kéreg érhető el. A kokillából kilépő szálat erőteljes vízpermetezéssel másodlagosan hűtik. Az előírt öntési sebesség betartását és az öntött szál egyenletes mozgatását a szállító hengerpárok biztosítják. A szál továbbításával a folyamatos öntés metallurgiai munkája befejeződött. A következő, a hengerművekben használtakhoz hasonló berendezések az öntött szálak feldarabolására és továbbszállítására szolgálnak.



1. ábra. Egy folyamatos öntő berendezés vázlata
1 öntőüst, 2 kiegyenlítőüst, 3 kokilla, 4 hűtősor, 5 támasztógörgősor, 6 süllyesztő berendezés, 7 vágó berendezés, 8 lerakó, 9 szállítógörgő

Az öntött kéregnek a kokillafalból történő elválását megkönnyíti és különösen biztonságossá teszi a kokilla ritmikus fel- és lemozgatása. Történtek kísérletek mereven álló kokillákkal is, mégis időközben mindenütt a mozgó kokillákra tértek át. *A folyamatos acélöntés elsősorban a ritmikusan mozgó kokillával vált üzembiztossá.*

Az egyes berendezési részek elhelyezése a mai színvonal mellett vagy függőlegesen egymás alatt, vagy a körívben elhajlított szál esetén a függőleges szakaszban a metallurgiai rész, míg a vízszintesbe történő elhajlítás után a szállító berendezések nyernek elhelyezést. Az utolsó három évben a tiszta köríves öntőművet vezették be, amelyben az acél megszilárdulása is az íves részben történik. Az öntőberendezések értékeléséről a későbbiekben lesz még szó.

A Kapfenberg-i Nemesacélmű a második világháború után, még 1948 tavaszán, átfogó szakirodalmi tanulmányozás és megvitatás után bekapcsolódott a folyamatos acélöntés gyakorlati fejlesztésébe. Kísérleti berendezésen, amely a fejlesztés időszakában állandóan a legújabb műszaki ismeretek szerint nyert kialakítást, a folyamatos öntés alapvető problémáit tudományosan kikísérletezték és kiértékelték. Viszonylag rövid idő alatt az eredmények is mutatkoztak és már az 1952. tavaszán az első berendezés bekapcsolódhatott az üzemi termelésbe. A súlypont azonban továbbra is a kutatási és fejlesztési tevékenységen volt mind a mai napig.

A dermedés szabályozása a folyamatos öntés során

A folyamatos öntés első fő problémája az acél dermedése és azok a hatások, amelyekkel összefüggésben a nemesacélműben gyártandó különböző acélfajtákhoz a hűtési viszonyokat meg lehet határozni. A dermedési folyamat pontos ismerete nem csak az öntött acél minőségére, hanem az egész berendezésre, annak egyes részeire, az öntési sebesség megállapítására, az egyidejűleg önthető szálak számára és a berendezés magasságára döntő hatással van. A dermedés szabályozhatóságának ismerete ad lehetőséget a hűtési viszonyok meghatározásához, amelyeknek a keresztszelvényhez és acél összetételéhez kell alkalmazkodniok. Világos tehát, hogy a folyamatos acélöntés metallurgiája és be-

* A Vaskohászati Szakosztályunk rendezésében 1966. október 6-án tartott előadás rövidített, átdolgozott anyaga.

rendezése az acél megdermedés ismeretén alapul. Így érthető, hogy milyen nagy jelentősége van a kutatásnak ezen a részterületén is. Kapfenbergben már 1948-ban kezdtek [2] evvel foglalkozni és még ma is szerepel kutatási programunkban.

A legutóbbi Kapfenberg-i kutatások az öntési hőmérséklet, a szelvényalak és méretnek a keregvastagságra [3], valamint a másodlagos hűtésnek a dermedési folyamatra gyakorolt hatásával foglalkoztak [4]. Ezekből a kutatásokból néhány jellegzetes megállapítást ismertetünk:

Az acél megdermedése a legegyszerűbb függvényformában egy parabolával fejezhető ki, a következő egyenlet szerint: $s = c\sqrt{t}$.

A c dermedési tényezőt a túlhevítés, az acél hővezetőképessége, a keresztmetszet alakja és a hűtés intenzitása határozza meg. A Kapfenberg-i vizsgálatok szerint ez az érték négyzetszelvényű tuskó esetében átlagosan 25—27 mm · min$^{\frac{-1}{2}}$ és körszelvényű tuskó esetében 26,5—29,5 mm · min$^{\frac{-1}{2}}$. Laposbuga szelvényre a tényező nagyjából hasonló értékű. A közölt adatok átlagértékek, ezek segítségével a dermedési idő és az öntési sebesség ismeretében a belső folyékony mag hosszúsága meghatározható. Pontos vizsgálatok azt mutatták, hogy a c dermedési tényező nem állandó, hanem a kokillában és közvetlenül utána is erősen változik, amelyet különböző tényezők, így a kéregnek a kokillafaltól történő elválása befolyásol.

Az öntési hőmérséklet

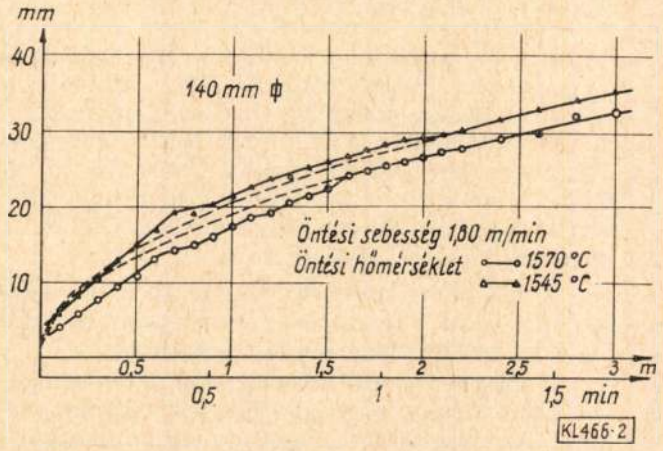
Nagyszámú öntési kísérlet kiértékelése alapján hatása egyértelműen megállapítható. Négyzetszelvényű tuskók esetében a *2. ábrán* láthatók erre példák. Az ábrán a tényleges dermedési görbék vannak feltüntetve, minden esetben két különböző acél hőmérsékletre vonatkoztatva és a hozzátartozó elméleti dermedési parabolák szaggatottan vannak jelölve. Látható, hogy a nagyobb öntési hőmérséklet következtében a dermedés később kezdődik meg és az első percekben a tényleges dermedési görbék az elméleti parabolától eltérnek. Számos ilyen görbe vizsgálata alapján sikerült az elméleti parabolától való eltérésre három alapvető változatot meghatározni, melyek a *3. ábrán* láthatók a hozzájuk tartozó c dermedési tényezők változásával együtt.

Az *A* esetben a c tényező gyors emelkedésével egyidejűleg erőteljes kezdeti dermedés indul meg, amelyet a kokillafal hatására egyenletes csökkenés követ. A dermedési tényező is csökken ezáltal, a hőátadási viszony lényegesen változik, majd egy állandó értéket vesz fel. Evvel párhuzamosan a dermedési görbe egy erőteljes melegedés és rövididejű stagnálás után parabolikus vonal mentén fut le.

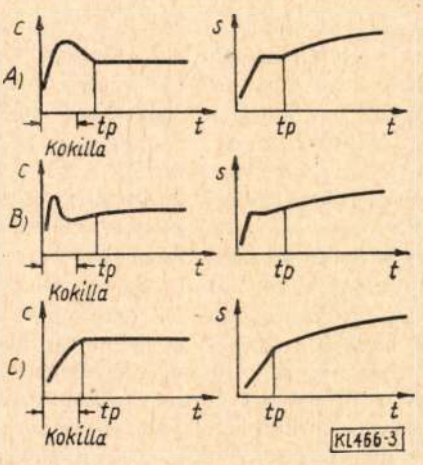
A *B* eset szerint a c tényező gyors emelkedése és visszaesése után ismét kis mértékben növekszik, majd állandó értéket vesz fel. A megszilárdult héjnak a kokillafaltól való gyors elválása következtében a dermedési folyamat mindaddig megszakad, míg egy újabb felfekvés nem jön létre. Ezután a dermedési tényező ismét emelkedik és miután az öntött szál a kokillát elhagyta, a görbe parabolikus lesz. Meg kell jegyezni, hogy a dermedésnek e módjával a négyzetszelvényű szálak öntésekor találkozunk és ez az oka az élek menti szakadásnak is.

A kokillában megvalósuló teljesen zavartalan és egyenletes dermedésre a *C* eset érvényes. A c tényező egyenletesen növekszik és hamarosan állandó értéket vesz fel. A hozzátartozó dermedési görbe kezdetben egyenes, majd az ismert parabolába megy át. A dermedési tényezőnek a kokillában való növekedését a héjvastagságok alapján figyelembe véve, az öntési hőmérsékletet egyértelműen meg lehet határozni. Ez fordítottan arányos a túlhevítéssel. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a túlhevítés a dermedés kezdetét károsan befolyásolja és a kokillában visszamaradt dermedés a későbbiekben sem nyer pótlást. A 2. ábrán igen szemléletesen látható az öntési hőfok hatása. Azt is megállapíthatjuk, hogy a dermedési vonal kezdetben nem parabolikus, hanem egyenes és ez annál meredekebb és rövidebb, minél kisebb a túlhevítés mértéke.

A *4. ábra* az acél túlhevítés, az öntési sebesség és öntött keresztmetszet együttes hatását mutatja a dermedési tényezőre. A két utóbbi csupán kis mértékben befolyásolja a dermedési tényező ala-

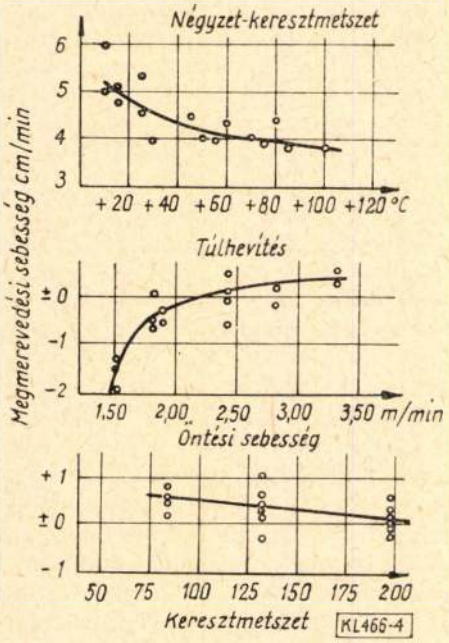


2. ábra. A túlhevítés befolyása a magmerevedésre



3. ábra. A jellegzetes GT görbék és a megmerevedési görbék

kulását. Az öntési sebesség hatással van az általános üzemi eredményekre, mivel egy állandó hosszúságú hűtési szakasszal dolgozunk. Ha azonban az állandó hűtési idővel lehetne dolgozni a primér és szekundér szakaszban, akkor az öntési sebesség hatása teljesen megszűnne.

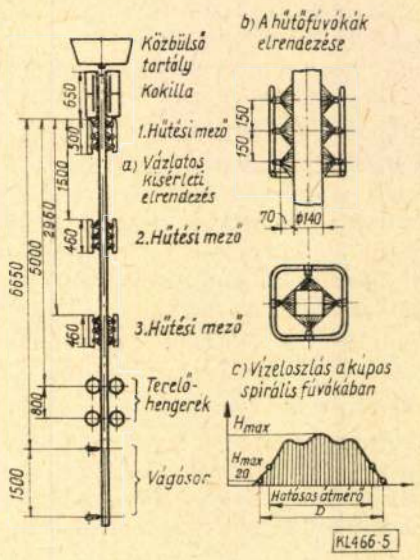


4. ábra. Megmerevedési sebesség különböző túlhevítés, öntési hőmérséklet és keresztmetszet esetén

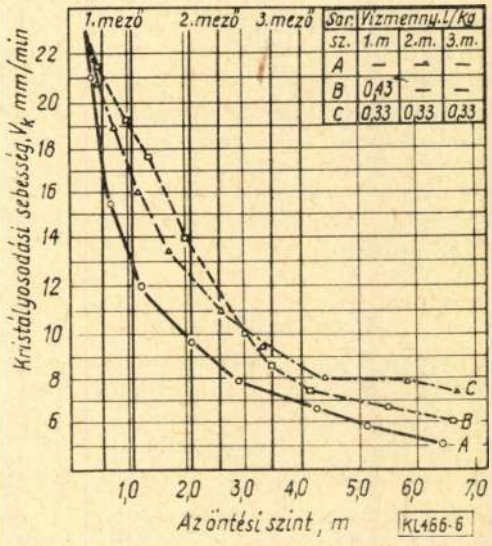
A másodlagos hűtés

A dermedési folyamatot az öntési hőmérsékleten túlmenően a kokilla alakja és mérete is befolyásolja. A dermedésre már a kokillának az öntési szintben fellépő csekély elhuzódása is hatással van és ez a fentebb ismertetett *B* eset szerint megy végbe s megnehezíti a minőségileg kifogástalan termékek leöntését. Az üzemben tehát mindenkor fokozott figyelmet kell fordítani a kokilla állapotára is.

Az *5. ábrán* vázlatosan látható a kísérleti berendezés. A másodlagos hűtési szakasz három egymástól meghatározott távolságban levő független részre tagozódik. Így a kísérletek elvégzésére a szakaszok számának és az egyes részek hűtési intenzitásának megválasztásával tág lehetőség adódott. A *6. ábrán* van feltüntetve a különböző másodlagos hűtések hatása a kristályosodási sebességre. Jól megfigyelhető, hogy a másodlagos hűtés még a mélyebb szakaszokra is erős hatással volt. A levegőn szabadon hűlt buga esetében a kristályosodási sebesség gyorsan alacsony értékre csökken. A *B* jelű szálnak az első szakaszbani enyhe hűtésével, — amely azonban erősebb mint a *C* szál esetében — figyelemreméltó gyors dermedés jön létre. A *C* szál csak a kokilla után 3 m-re, a második hűtőszakasz hatására hozza be a lemaradást, ahol már a *B* szál nincsen hűtve. Figyelembe véve a vastagabb megdermedt kérget, a harmadik hűtőszakaszban a *C* szálnál a hűtés intenzitása csökken és a teljes megdermedés előtt a kristályosodás sebessége állandósul.



5. ábra. A hűtési mezők és a hűtőmezőkben levő fúvókák elrendezése

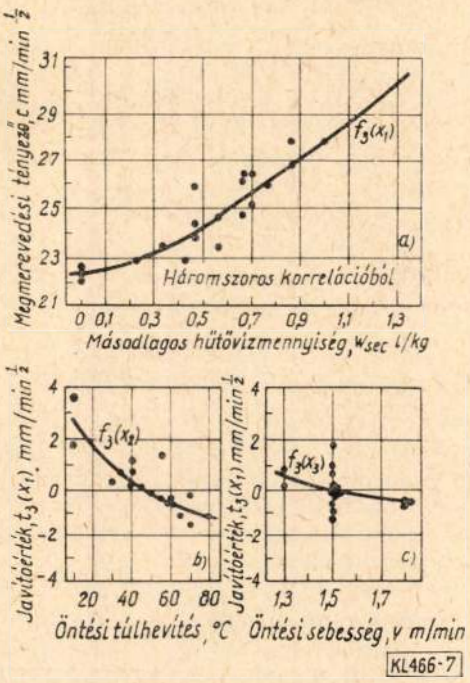


6. ábra. Kristályosodási sebesség, darabhossz és másodlagos hűtés összefüggése

A teljes dermedéshez szükséges idő meghatározáskor fontos a másodlagos hűtés hatása a dermedési tényezőre. Ezt az összefüggést egy korrelációs görbe mutatja a *7. ábrán*. Megállapítható, hogy az acél összetételétől függően a másodlagos hűtési szakaszban a szokásos hűtési intenzitást alapulvéve általában 0,6—1,2 l víz/kg acél szükséges, miközben a dermedési tényező 25 és 30 között változik. A szétporlasztott vízmennyiségnek az említett szakaszban történő megkétszerezésével a tényező 20%-os növelése érhető el.

A vizsgálati eredmények alapján a másodlagos hűtésnek a folyamatos öntésre gyakorolt hatását a következőképen lehet meghatározni:

A kristályosodási sebességre az öntés befejeztéig a másodlagos hűtés igen jelentős befolyást gyakorol. Az elporlasztott vízmennyiség hűtőhatása a kéregvastagságtól függ és a vizsgálatok szerint a



7. ábra. C magmerevedési tényező kapcsolata a másodlagos hűtővíz mennyiséggel

hűtőhatás 2—3 percig érvényesül. A fajlagos hőelvezetés, 1 m² tuskófelület/min-re vonatkoztatva, a másodlagos hűtéssel mintegy 66%-kal növelhető és a hűtővíz által elvezetett hőmennyiség kb. 40 százalékot tesz ki. A folyékony acéllal bevitt túlhevítési hőmennyiség jelentős része a gyorsan öntött négyzet- és körkeresztmetszetek esetén, a másodlagos hűtési szakaszban kerül elvezetésre és itt még a dermedési folyamatra is hatással van.

Különböző keresztmetszetű kokillák öntési körülményei

Az öntött szálak keresztmetszetét a késztermék gyártás szempontjai szerint határozzák meg. Körszelvényt a csőgyártáshoz, a süllyesztékes kovácsoláshoz és a sajtoláshoz, a négyzetszelvényű bugákat rúd-, profil- és drótgyártáshoz, míg laposbugát lemez- és szalaggyártáshoz alkalmaznak. A felsorolt keresztmetszetek azok, amelyek a gyakorlatban leginkább elterjedtek. Az öntés során figyelembe veendő az egyes keresztszelvények különleges tulajdonsága.

Körszelvényű szálak öntésekor a hűtéssel óvatosan kell bánni, hogy a hosszrepedési hibákat elkerüljük. Ez vonatkozik a kokilla hűtőhatására, amelyet a kokillafal hőmérséklet helyes beállításával szabályozunk és ahol ügyelni kell a kokilla kifogástalan alakjára, valamint a szekundér hűtésre, amely egy lehetséges kiegyenlítő szakasz után nagyon egyenletes legyen. A körkeresztmetszetek előnye, hogy a hőelvezetés majdnem kizárólag sugár irányban történik és a folyamatos öntéskor a feltételek adva vannak, ezért a körszelvénynél a hűlési viszonyok előnyösebbek, mint a négyzetszelvénynél. A hőelvezetés mindkét esetben túlnyomórészt a felületre, illetve körszelvény esetén az érintőre merőlegesen történik. Ezért a körszelvénynél nagyobb felület áll a hőelvezetés rendelkezésére, mint a négyzetnél. Ez a magyarázata a körszelvények — már korábban említett — nagyobb dermedési tényezőjének.

A négyzetes keresztmetszetek előnye, hogy az acél a sarkoknál gyorsan megszilárdul és ez mintegy belső állványzatot képez. *A nehézség* viszont *a négyzetszelvényű bugák öntésénél abban rejlik, hogy ez az állványzat elhúzódhat és a keresztmetszet rombusszá deformálódhat.* Ez a jelenség a nagy öntési hőmérséklet, a nem központos beömlés, az alacsony kokillafal hőmérséklet, az egyenlőtlen hűtővíz bevezetés, hibás kokillaalak, valamint a kokilla utáni rossz szálvezetés következtében állhat elő. A tényezők tehát igen sokrétűek és a követelményeket még az acél összetételével, a keresztszelvény nagyságával és az öntési sebességgel is össze kell hangolni.

Az elhúzódások következtében hosszrepedések, vagy a rombusz tompaszögű sarkainál felület alatti repedések jöhetnek létre, és zavarok keletkezhetnek a továbbfeldolgozás során is, főleg a tolókemencében. A négyzetes bugákra meg kell még jegyezni, hogy a szekundér hűtést úgy kell irányítani, hogy a kerületi hőmérsélketkülönbségek kicsinyek legyenek.

A laposbugákra a hőelvezetés feltételei az előnyös felület-térfogat-viszony miatt jobbak és öntésükkel nagyobb teljesítmény érhető el. A nehézségek a bugák méreteinek növekedésével fokozódnak és ezért minden esetben szükséges a tengely-viszonyok helyes meghatározása. A nagyméretű lapos bugák öntése során a fő nehézséget az egyenletes kéregképződés biztosítása okozza. Ezt a kokillafal hőmérséklettel, az acél összetétellel és az öntési sebességgel lehet szabályozni. A kéregkialakulást zavarhatja a helytelen acélbeömlés is.

Ezen megállapítások tisztázására 1959. és 1961. között egy fejlesztési és kutatási sorozat során sokféle beömlési módot vettek vizsgálat alá. A legjobb eredmények akkor születtek, amikor a folyékony acél beömlése a kokillába közvetlenül az acélszint alatt vízszintes irányból történt. Ez a megoldás azonban csak nagyméretű berendezéseknél került gyakorlati alkalmazásra, miután a megfelelő tartósságú kagylóanyagot kifejlesztették.

Az atmoszféra acélfelülettől távoltartása javítja a folyamatos öntés minőségét Ez a nagyméretű lapos bugaszelvényekre érvényes különösen akkor, ha az acél az oxigénhez nagy affinitású ötvözőelemeket tartalmaz. Ilyen acélminőségek pl. a finomszemcsés acélok, a ferrites és austenites saválló acélok (Ti-nal és anélkül). Bevált az acél szintjének porral, vagy salakkal való lefedése.

A laposbuga öntőműveknél a metallurgiai problémákon felül a gépészetiek is igen jelentős szerepet játszanak. A nagy hőmérsékleten még nem elég szilárd kéregre hat a ferrostatikus nyomás, azért ezt megfelelően méretezett támasztó és továbbító berendezésekkel kell felfogni. Mivel a ferrostatikus nyomás erősen nő a folyékony mag hosszával, a mamutberendezések építésének elkerülésére az öntési sebességet korlátozni kell.

A különböző acélfajták önthetősége

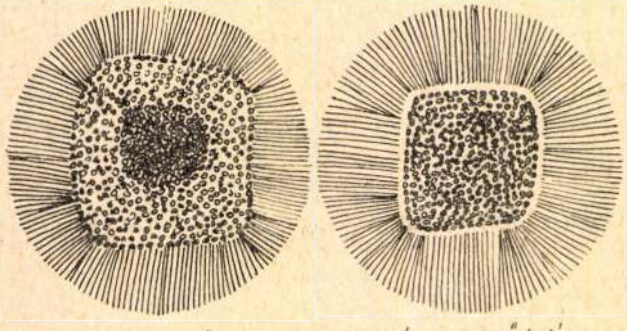
A különböző acélfajták öntésekor sajátos tulajdonságaikra fokozott figyelmet kell fordítani. Az egyes acélok eltérő tulajdonságait a dermedési intervallum, a szennyeződések, a zsugorodási és átalakulási viszonyok, a primér kristályosodás és a nagy hőmérsékletű mechanikai tulajdonságok különbségei adják. A befolyásoló tényezők nagy számából kitűnik, hogy egy acélmű öntési feltételeinek meghatározása, az acél összetétel, a keresztszelvény nagyság és alak miatt szükséges terjedelmes gyártási programhoz igen nehézkes és körülményes. Figyelemmel kell lenni a kifogástalan acélgyártásra és arra, hogy az acél megfelelő hőmérséklettel és folyékonysággal kerüljön öntésre. A szükséges hőfok általában 40°C-al a liquidus felett van, a megengedett eltérés + 20 és —10°C között mozog. A közölt adat az elosztóüstben a beömlés közelében mért értékre vonatkozik.

A dermedési szövetszerkezet és a nem állandó elektromágneses mezők

Az öntött szálak dermedése a konvencionalisan öntött tuskóéval azonos törvények szerint történik. Igy a primér kristályszerkezetben a tuskók és folyamatosan öntött szálak között nem nagy a különbség. A fő eltérés a szálak gyors lehűlése következtében a finomabb kristályok képződésében rejlik. Míg a tuskók esetében a primér kristályosodásra csupán az öntési hőfokkal lehet hatást gyakorolni, addig a folyamatos öntésnél a primér és szekundér hűtés szabályozásával is lehetőség van a folyamat befolyásolására.

További lehetőség a nem állandó elektromágneses mező alkalmazása.

Az elektromágneses tér hatására az acél forgó mozgása következtében a szabályos dermedési folyamat feltételei erősen csökkennek, ugyanakkor a hatásos kristályosodási magok száma erősen



8. ábra. Az elektromágneses mező hatása

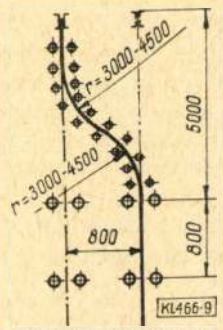
megnő. A durva kristályos szakasz lerövidül *(8. ábra)*, finom kristályos szerkezet jön létre és erősen csökken a hűlési feszültségek okozta repedésekkel szembeni érzékenység. A szálban a dermedő szakasz megváltozása következtében a középponti fogyási üreget kisebb pórusok helyettesítik, amelyek egy nagyobb területen oszlanak el.

Az öntött szál hajlítása és egyengetése

Kapfenbergben a metallurgiai kutatási és fejlesztési munkákat a folyamatos öntőművek kiviteli módozataira is kiterjesztették. Az 1960. és 1964. között végzett kísérletsorozatok a bugák szilárd, valamint folyékony belső maggal történő hajlíthatóságára és az azt követő egyengetésére vonatkoznak. Az ívelt kokillával történő öntési tervek kipróbálásán felül ezek a berendezések kiképzése miatt voltak fontosak, mert lehetőség mutatkozott az öntőművek építési magasságának jelentős csökkentésére.

A Kapfenberg-i kísérletek azt mutatták, hogy *folyékony belső maggal bíró szál hajlítása és egyengetése a minőséget befolyásoló hibák jelentkezése nélkül végrehajtható, ha a nyúlás nem lépi túl a szilárd-folyékony határfázisban az acél összetételétől függő, kritikus értéket.* Különösen érzékenynek mutatkoztak azon acélfajták, amelyek röviddel a megdermedés után szövetalakuláson mennek át (δ—γ).

Kapfenbergben az egyidejűleg két folyamatos szál öntésére alkalmas függőleges berendezésbe *(9. ábra)* egy görgős vezeték úgy nyert elhelyezést, hogy ennek segítségével a szál „S" alakú pályán a baloldali kokillából a jobboldali továbbító hengerpárok közé futott át. Ezáltal az egyre csökkenő belső folyékony maggal rendelkező szál kétszeres hajlításon és egyengetésen ment keresztül. A kísérletekhez alkalmazott bugaméretek 90 mm ⌀, 115 mm ⌀ és 150 mm ⌀.



9. ábra. A kísérleti hajlító berendezés

Az ismertetett kísérleti munkák eredményeként 1964-ben egy 5,7 m-es átlagos hajlítási sugárral rendelkező köríves berendezés üzembehelyezésére került sor. Figyelembe véve az igen terjedelmes keresztmetszeti és minőségi programot, az eddig elért üzemi eredmények bebizonyították a köríves öntőművek gyakorlati létjogosultságát. A függőleges kivitelű berendezésekkel szemben minőségi hátrányokat nem lehetett megállapítani. A központos dermedés a hűtés szabályozásával és a beömlés irányításával biztosítható és ezáltal a viszonyok azonosak a függőleges kivitelű berendezésekével. Nagy oxigéntartalmú adagok öntése során azonban az ív belső és külső oldala között különbségek léphetnek fel.

A fejlesztési eredmények hatásai

A folyamatos öntözőberendezés tervezésekor szükség van az alapadatok ismertetésére. A bevezetőben ismertetett fejlesztési kísérletek révén

— amelyek a primér és szekundér hűtésnek a kéreg növekedésére és az öntött szálak minőségére kifejtett hatásával foglalkoztak — lehetővé vált a lényeges alapadatok tudományos értékelése.

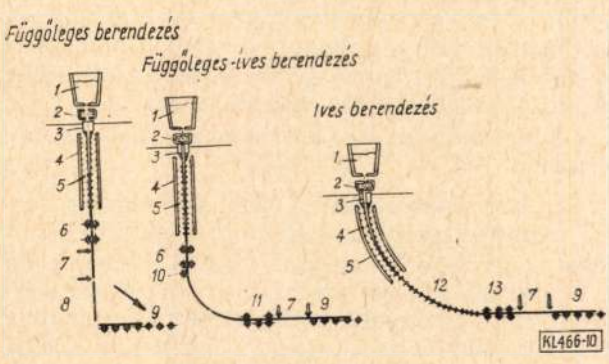
Az öntési keresztmetszet megválasztásával meghatározható a dermedési idő, az öntési sebesség ismeretében a dermedési szálak hossza és ezzel az öntőmű legfontosabb mérete: az acélszint távolsága a továbbító hengerpárokig, szélső esetben a vágási kezdetig. Az üzemi berendezés fajtájának és teljesítményének megválasztásakor a szekundér hűtőszakaszban végzett dermedési vizsgálatok voltak a mérvadók.

A különleges folyamatos öntőművekben fontos a kristályosodási sebesség meghatározásához a hűtés hatásfokának és hatásidejének pontos ismerete. Bár a kísérletek során tisztázódott a szétporlasztott vízmennyiség és a felületi repedések közötti összefüggés, a hűtésnek a kristályosodásra gyakorolt hatására vonatkozó kutatások tovább folynak. Megállapítást nyert, hogy nem csak az öntött acélsúlyra vonatkoztatott vízmennyiség, hanem a felvitel időtartama is fontos. Alapvető változtatások a közvetlen hűtőszakasz kialakításában a fentiekből kifolyólag nem várhatók.

A különféle berendezéstípusok

Az ismertetett tényezők minden fajta folyamatos öntőberendezésre mérvadók, függetlenül attól, hogy az öntött szál vezetése függőleges, vízszintes, vagy köríves. Ezek azonban csak a metallurgiailag működő részei a berendezésnek, de az üzem számára a kiviteli megoldás is igen fontos. Ezért ezt érdemes közelebbi vizsgálat tárgyává tenni. Mint a *10. ábrán* látható, manapság három alapvető típusú létesítményt különböztethetünk meg.

1. A gyakorlatban először a *függőleges típus* került alkalmazásra, amely a metallurgiai ismeretek bővülésével nagy mértékben fejlődött. *Az építési magasság 20—30 m között van.* Az öntött szál dermedése és az előírt hosszakra való darabolása függőleges helyzetben történik. Az ilyen berendezés többféle változatban létesíthető, kezdve a teljesen kohószint feletti elrendezéstől, egészen a kohószint alatti elrendezésig. Ez utóbbinál a kokilla a kohószint magasságában van elhelyezve. Míg a nyugati országokban általában az ún. torony típusú létesítményekkel találkozunk, addig a Szovjetunióban a kohószint alatti létesítményeket részesítik előnyben. A torony-típus építés előnye, hogy a berendezés az acélműtől elkülöníthető, viszont az öntőüst szállítása körülményesebb.



10. ábra. A folyamatos öntő berendezések típusai:

1 öntőüst, 2 kiegyenlítőüst, 3 kokilla, 4 hűtősor, 5 támasztógörgősor, 6 süllyesztő berendezés, 7 vágó berendezés, 8 lerakó, 9 szállítógörgő, 10 hajlítógörgők, 11 egyengető, 12 öntőív, 13 szállító-egyengető állvány

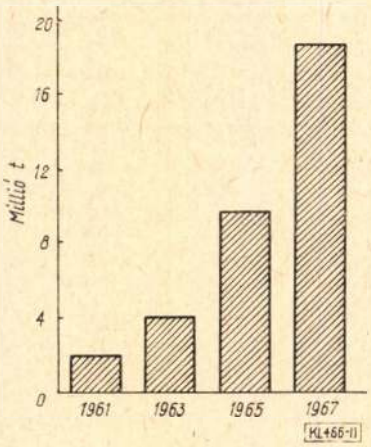
2. A nagyobb öntési sebességek és az ezáltal szükségszerűen folyamatosan felfelé eltolódó szálhosszak miatt egy másik típus is kifejlődött, az ún. *függőleges és hajlított* berendezés. Az ötlet, amely *Barrowtól* indult ki és eredetileg kis négyzetes bugák öntésére szolgált, a gyakorlatban jól bevált és ma már laposbuga szelvények öntésére is használják. *Ennél a típusnál az öntött szálat röviddel a teljes keresztmetszetben történő megdermedés után* — vagy akár előtte — *hajlítógörgőkkel vízszintes irányba elhajlítják.* A függőleges és hajlított berendezés *előnye, hogy az építési magasság nem függvénye többé a buga hosszaknak és hogy a bugák vízszintes irányban hagyják el az öntőművet.* A létesítmény ezért alacsonyabb és mivel torony-típusként építik, a bugák kifutása a kohószint magasságában történik.

3. Az utóbbi években mindinkább kezd elterjedni egy újabb berendezéstípus, amelyet *„íves" öntőműnek* neveznek. Ez abban különbözik az előbbiekben ismertetettektől, hogy *az acél megszilárdulása teljesen, vagy részben az ívben való haladás közben megy végre.* Az ív lehet körív, vagy más görbe is, mint pl. folyamatosan változó egyengetés, vagy hajlítás. A szerkezeti részek ívben történő elhelyezésével viszonylag alacsony építési magasság szükséges és így az öntőmű az acélművek meglevő csarnokaiban, a darupálya alatt is elhelyezhető. A 10. ábrán jól látható az egyes típusok építési magasság különbsége. A kisebb építési magasság előnye még az öntés jobb áttekinthetősége.

Az ipari alkalmazás lehetőségei

A folyamatos öntés előnyei a gazdaságosságban és a gépesítési lehetőségekben rejlenek, amelyek magukban foglalják az automatizálás lehetőségeit is. A gazdaságosságot két tényező adja. A kihozatal, feltételezve, hogy a folyamatos öntés csillapított tuskókat helyettesít, lényegesen javul. A különböző üzemekben szerzett tapasztalatok alapján a *folyékony acélra vonatkoztatott jó termék-kihozatal négyzetes buga esetében 96—98%, míg laposbugánál 94—96%*, mivel itt nagyobbak a fej- és lábveszteségek. Megjegyzendő, hogy jó terméknek a fej- és lábhulladék levágása után az előírt hosszúságra feldarabolt bugákat értjük.

A gazdaságosságra ható másik tényező a *hengerlési költségek csökkenése.* Az öntött szálak keresztszelvényei általában kisebbek, mint a tuskóé, ezért a *blokksori előnyújtó műveletre nincsen szükség.* A megtakarítás pontos meghatározásához részletes kalkulációk elvégzése szükséges, melyeknek ki kell terjedniök a keresztszelvényre, az acélminőségre, sőt a készáru által támasztott követelményekre is (pl. melegen, vagy hidegen hengerelt szalag). Mint további gyakorlati érték ismeretes, hogy a folyamatos öntőmű üzemeltetési költségei hasonlóak egy azonos teljesítményű tuskót gyártó



11. ábra. A folyamatos öntés világtermelése

öntőcsarnok költségeivel. A berendezés amortizációs költsége jelentős, ezért fontos az üzem jó kihasználása. Azonos költségű folyamatos- és tuskóöntés esetén a nagyobb kihozatal és az előnyújtás elmaradása miatt a folyamatos öntés a gazdaságosabb. A folyamatos öntés mai üzemviszonyait tekintve, a kiszolgáló személyzet eddig csak kézzel végezhető nehéz munkája elmaradt és ez egy ellenőrző, illetve szabályozó tevékenységgé alakult át. A már általánosan használt önműködő hozzáfolyásszabályozó a minőségi javuláson felül a berendezés kiszolgálását is jelentősen megkönnyíti. A szálak méretre darabolása is rendszerint automatikusan autogén vágóberendezéssel, vagy hidraulikus ollóval történik.

A folyamatos öntés fő előnye műszaki szempontból abban rejlik, hogy a más folyamatos ipari eljárásokhoz hasonlóan a legkisebb előállítási költségek mellett a termékek legnagyobb azonossága érhető el.

A folyamatos öntőberendezések elterjedése

A folyamatos öntés terén szerzett növekvő tapasztalatok és ismeretek-, valamint az építési- és kiviteli megoldások tökéletesedése következtében az eljárás rohamosan terjed. Bizonyíték erre *Tannersnek* az 1965. évi Leoben-i folyamatos öntőnapokon tett közlése. Egy, ott bemutatott diagram szerint 1961-ben kereken 2 millió volt a termelés és ez az érték hozzávetőleges becslések alapján 1967-re 19 millió tonnára fog növekedni *(11. ábra)*.

Röviden vizsgáljuk meg, milyen esetekben ajánlatos a folyamatos öntést bevezetni.

Közepes nagyságú nemesacélművekben, amelyek végtermékig feldolgozzák az acélt és ahol nagyobb sorozatot képeznek a minőségi csoportok és szelvények, különösen előnyös a folyamatos öntés. A keresztmetszet változtatásból adódó kokillacsere elmaradásával, a berendezés jól kihasználható és jelentős gazdasági előny érhető el, ugyanakkor az azonos sorozatok kedvező hatással vannak az előállított termékek tulajdonságaira.

Nagy nemesacélművekben — melyek terjedelmes acélgyártási és feldolgozási programmal rendelkeznek — szintén találhatók olyan gyártmányok, amelyek a folyamatos öntésre alkalmasak. Ahol a gyártási program megkívánja a tuskó öntést is, a berendezés üzembeállítása nem célravezető. Ha ennek ellenére mégis létesítenének folyamatos öntőművet, az a gyakorlatban nehézkes és gazdaságtalan lesz. *A sokféle szelvény öntése miatt a gyakori kokillacsere sok időkiesést eredményez és az átállások úgy az alakra, mint az öntött szálak minőségi tulajdonságaira kedvezőtlen hatással vannak.*

A *kicsi és közepes acélművekben*, amelyek tömegárut gyártanak, de nem rendelkeznek saját blokksorral, a folyamatos öntés bevezetése új gyártási lehetőségeket biztosít és gazdaságosságával az ilyen üzemek fenntartására jelentős hatással van. A tömegárut gyártó kohászati művekben, ahol az előnyújtósor kapacitása ki van használva és új blokksor építése nem gazdaságos, a *folyamatos öntést mint kapacitás kiegészítést alkalmazhatjuk.* Főként akkor ideális az eljárás bevezetése, ha a tömegárut gyártó műben melegen, vagy hidegen hengerelt szalagot gyártanak. A folyamatos öntőművek öntési lehetőségei alapján ma már 100 tonnás adagokat lehet közepes szelvényű négyzetes bugaszálakba önteni kifogástalan minőségben. Még nagyobb súlyú adagokat önthetünk, ha laposbugaszelvényt használunk.

A berendezés lehet talajszint feletti ún. torony megoldású, vagy a kohószint alá süllyesztett, ez elsősorban a helyi viszonyok függvénye. Előnyös, ha a létesítmény az acélműi csarnoktól különálló épületbe kerül torony kivitelben, mert így a portól és egyéb szennyeződéstől védve van. A kohószint alatti kivitel esetén a folyékony acéllal telt üstöt kisebb magasságra kell emelni.

Mindig esetről esetre kell megállapítani, hogy melyik építési megoldást célravezetőbb alkalmazni.

A továbbfejlesztés lehetőségei

A jelen tanulmányban megkíséreltük a folyamatos öntés előnyeit ismertetni, amelyek alapján az új eljárás a kohászatban rohamosan terjed. Nem lehet figyelmen kívül hagyni, hogy az eljárás kidolgozásához nagymértékű fejlesztési tevékenységre volt szükség és eredményeket csak sokrétű és fáradságos részletproblémák megoldásával lehetett elérni. Egyes részletkérdések még ma sem teljesen tisztázottak, jóllehet olyan fejlettségi szintet ért el az eljárás, hogy a hagyományos tuskóöntés mellett kiegészítő megoldásnak lehet tekinteni.

A még megoldásra váró feladatok három részre oszlanak.

1. *Metallurgiai* szempontból szükséges a tuskók minőségi tulajdonságát rontó hibák megszüntetése, vagy legalább nagymértékű csökkentése. Ez alatt a szálak középponti laza szövetszerkezete értendő, mely a nagyobb karbontartalmú acélokban központi különválással együtt jelentkezik. A hiba kiküszöbölésére kísérletek folynak, melyek biztató eredményeket mutatnak. A felületen, vagy közvetlenül a felület alatti salakzárványok és a kisebb-nagyobb mértékben jelentkező perempórusok meg-

szüntetését az elosztó-üstben és a kokillában az acél felszíni kezelésével lehet elérni.

2. A jövőben a létesítmények gépi berendezéseinek egyszerűsítésére kell törekedni. A fő *gépészeti* és *készülékszerkesztési* feladat továbbra is a *kristályosító kokilla kiképzése* marad. Új szerkezeti megoldások mellett a kutatásoknak új anyagok alkalmazására is ki kell terjedniök.

3. A műszaki fejlesztés egy további területe az *öntés* fokozódó *automatizálása* lesz. Biztató kezdetnek tekinthető az automatikus beömlőszabályozás alkalmazása, de ezen túlmenően már egyéb automatizálási törekvések is tapasztalhatók.

IRODALOM

[1] *Tanner:* Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 1966. 263. old.

[2] *Krainer—Tarmann:* Stahl und Eisen, 1949.

[3] *Tarmann—Forstner:* Radex-Rundschau, 1966. 51—59. old.

[4] *Holzgruber—Tarmann:* Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, 1966. 199—208. old.

Műszaki és gazdasági hírek

Ez év első felében üzembe helyezik azt a kb. 480 *km hosszú olajvezetéket*, mely *Trieszből* fogja a nyersolajat Ausztrián keresztül az NSZK déli területéig szállítani. A vezeték építésének költségeiben 13 vállalat részesedik, köztük 15%-kal a Shell. Az építési nehézségek ellenére a munkát 2,5 év alatt teljesen befejezik. 1966 nyarán a heves ausztriai esőzések a vezeték nyomvonala környékén több hidat elmostak, de a vezeték nem sérült meg. Három útbanálló hegycsúcs alatt alagútban vezetik a csövet, egy-egy ilyen célrendeltetésű alagút hossza kb. 6 km. Az egyik alagút és egyben az egész vezeték legmagasabb pontja 1530 m a tengerszint felett. Az olaj szállítását a megfelelő helyekre telepített 5 szivattyúállomás biztosítja. A vezeték kezdeti szállítási kapacitása napi 80 ezer m³, végleges kapacitása napi 160 ezer m³ lesz. A trieszti kikötő fogadóállomása 160 ezer t-ás tartályhajók ürítésére és 700 ezer t nyersolaj tárolására lesz alkalmas. (R)

Engineering, 1966. nov.

*

A *betonhidak vasbetétjeit* a jégmentesítő sók erősen korrodálják. A Battelle Memorial Institute (USA) két évig tartó kutatásának eredményei ezt mutatják, hogy e *korrózió megszüntetésére a legmegfelelőbb módszer a horganyozás, nikkelezés vagy aszfaltgyantával való bevonás.* (R)

Engineering, 1966. nov.

*

Az *angliai* Dungeness B atomerőmű *fűtőelem-tároló-csöveit* az Atomenergia Bizottság nemrég rendelte meg az egyik angol acélműben 1 millió font sterling értékben. A vákuumban kétszer olvasztott acélból készülő csövek belső átmérője 14,5 mm, falvastagsága 0,75 mm, hossza pedig 1000 mm. A rendelés tárgyát képező 322 ezer csövet ultrahanggal és más roncsolásmentes módszerrel kell bevizsgálni. (R)

Steel Times, 1966. okt. 28.

*

A *brazíliai* Companhia Siderurgica Paulista Sao Paulo-i üzemének 30 ezer font sterling értékben egy angol üzem szállít *olajbefecskendező berendezést* egy 20 fúvókás nagyolvasztóhoz. Angol gazdasági körökben nagy jelentőségűnek minősítik, hogy a megbízást a versenytárgyaláron amerikai cégek előtt angol vállalatnak sikerült megszereznie. (R)

Steel Times, 1966. okt. 28.

*

Az International Nickel, angol vállalat új eljárást kísérletezett ki *acélbugák nikkelbevonására.* Az iszappá szuszpendáltatott nikkelport felviszik a tuskó felületére, megszárítják, hengerléssel pórusmentes réteggé tömörítik és rázsugorítják az acél felületére. Ezután a nikkellel bevont acéltuskó alakítását ugyanazon berendezésekkel lehet elvégezni, mint a bevonat nélküli acélokét. (R)

Steel Times, 1966. nov. 4.

*

Négy amerikai (USA) *cég* a Schloemann cégtől *hideg szalaghengerművet* rendelt. Két hengermű reverzáló, amelyekkel 1250 mm széles nikkel-, illetve nikkelötvözésű szalagot gyártanak. A harmadik cégnek egy reverzáló állványt és egy duó állványt szállítottak max. 660 mm széles lágyacél szalag hengerlésére. Az Union Carbid cég további hengerművet rendelt a Schloemann cégtől 915 mm széles szalag hengerlésre. A hengerműveket a Schloemann MKW-típusú gépeivel szerelték fel. (E)

Blech, 1966. 10.

*

A British Standards Institution előtt hatalmas feladatok állnak az *angol mértékegység metrikusra* való átállításában, ezért az intézet eddigi székháza szűknek bizonyult. Az új székházat 1966 novemberében az angol technológiai miniszter avatta fel. Az épület 7 emeletes, teljes alapterülete 2350 m² és főként a szabványok sokszorosítására és kiadására szolgáló részlegek elhelyezésére vették igénybe. Az intézet évente 1,5 millió példányban ad ki szabványokat, 4000 szakbizottsága működik, a szakbizottsági ülések száma évenként 6000 körül jár. (R)

Steel Times, 1966. nov. 11.

*

Az *angol* Tubes vállalat 7 millió font sterling beruházásával fejleszti *varratnélküli csőgyárát.* Az új csőhengerlő berendezések közé tartozik egy percenként 4 csövet 22 m hosszban kiadó folyamatos hengermű, melynek teljes energiafelvétele 12 000 LE, az ehhez csatlakozó 24 állványos, 3 hengeres nyújtva-redukáló hengersor és a szükséges csőkikészítő berendezések. A redukált csövek átmérője 1—5″, hosszuk 84 m, az évi termelés 100 ezer t lesz. (R)

Steel Times, 1966. nov. 11.

*

A *belgiumi* Tubes de la Meuse csőgyár *roncsolásmentes csővizsgáló berendezést* rendelt Angliából, mely 1967-ben már hivatva lesz a kazáncsövek, gázvezetékcsövek és más nagyteljesítményű csövek átadási vizsgálatait végezni. A berendezés ultrahang-visszhang impulzus alapelven működik, két cserélhető vizsgálófeje van, az egyik $^1/_2$—3″, a másik 3—$6^5/_8$″ átmérőjű csövek vizsgálatára. A berendezéshez elektronikusan egy hibajelző készülék csatlakozik, mely a cső hibásnak észlelt részeit jelzőfestékkel látja el. (R)

Steel Times, 1966. nov. 18.

*

A *japán* Fuji Acélművek Muroran-i egyik nagyolvasztójába üzemszerűen *kőszénpor olajos szuszpenzióját* fúvatják be. Az olaj kéntartalma 0,34%, a széné 2,5%, a befúvott iszapban a kettő keverési aránya kb. 50 súlyszázalék. A kezdeti dugulási nehézségeket a szivattyúk átalakításával sikerült elhárítani. A befúvás hatására csökkent a nyersvas kéntartalma, a csökkenés mértéke azonos, mintha azonos hőmennyiséget tisztán olajjal vit-

tek volna be. Minthogy azonban Japánban a kőszén olcsóbb az olajnál, az eljárással megtakarítást sikerült elérniük. (R)
Steel Times, 1966. nov. 18.

*

A *hondurasi* Agatelca közelében kb. 3,3 millió US dollár értékben *finomlemez-hengermű* épül évi 100 ezer t lemezgyártási kapacitással. A mű munkáslétszáma 1500 lesz. (R)
Steel Times, 1966. nov. 18.

*

Az *angliai vasútpályák sínhibáinak* statisztikai értékelése érdekes eredményekre vezetett. *Dearden* összefoglaló közleményei szerint a járatsűrűség és 1000 km hosszú sínpályán évente bekövetkezett sínhibák között az alábbi összefüggések adódtak (R):

Naponta áthaladó vonatok száma	Sínhibák közepes száma
100—200	250
60—100	93
40—60	25
20—40	6,2
5—10	1,9

St. u. E. 1966. 24.

*

Az *NSZK* vaskohászatában 1966. harmadik negyedévében az *alkalmazott létszám* 7089 fővel, vagyis 2,4%-kal csökkent. Az alkalmazottak számának változását táblázat mutatja. (R)

Létszámcsoportok	1966. VI. 30.	1966. VII. 31.	1966. VIII. 31.	1966. IX. 30.
Alkalmazottak tanulók nélkül	381 596	381 623	380 540	373 788
ebből fizikai	308 639	308 539	307 367	301 550
szellemi	72 957	73 084	73 173	72 238
Tanulók	15 476	15 608	15 922	15 346
Alkalmazottak összesen	397 072	397 231	396 462	389 134
Alkalmazottak tanulók nélkül, %	100,00	100,01	99,72	97,95
Fizikai állományú, %	100,00	99,97	99,59	97,70
Szellemi állományú, %	100,00	100,17	100,30	99,01

St. u. E. 1966. 24.

*

Az *ausztráliai* Új-Dél-Walesben levő Port Kembla mellett levő kohóműnek japán cégek szállítanak egy napi 3200 t nyersvas termelésére tervezett *óriás-nagyolvasztót*. A 4 évre előirányzott építkezést a folyó évben kezdik meg. Az új nagyolvasztóval a kohómű nyersvastermelése megkétszereződik. (R)
St. u. E. 1966. 24.

*

Az *Európai Szén- és acélközösség* 1966. évi *nyersacéltermelését* 85,3 millió t-ra becsülték, ami az 1965. évivel szemben 0,8%-os csökkenést jelent. A valóságos acélfogyasztás 1966-ban 72 millió t, ami viszont az előző évivel szemben 0,7%-os növekedésnek felel meg. Az acél-export 16 millió t körüli, az 1965-ös 19 millió ellenében. Az import eléri a 2,65 millió t-t, ez 200 000-rel haladja meg az előző évit. Az acélfogyasztás növekedése ellenére az acélpiac általános helyzete romlott és a kapacitáskihasználás az 1964-es 90%-ról 1965-ben 80,2%-ra és 1966-ban 78,4%-ra esett. (H)
Iron and Steel, 1967. jan.

*

Indiában, Madras közelében egy *új kohászati objektum* épül szovjet segítséggel. A mű első lépcsőjében 50 000 t nyersacélt állít elő évente, majd ezt a mennyiséget két további lépcsőben növelik 100 000, illetve 200 000 t-ra. A Szovjetunió 1968—69-ben berendezéseket szállít a gyár részére, ezek közt nagyméretű elektrokemencéket, emelő- és szállítóberendezéseket. A mű felépítésében szovjet szakértők vesznek részt. (H)
Iron and Steel, 1967. jan.

*

Olaszország a Szén- és Acélközösség egyetlen olyan országa, amely *mangánérccel rendelkezik* (az érc Mn-tartalma 20% fölötti), de a növekvő ércimport konkurrenciája miatt a termelés csökkenőben van. (H)

Míg 1954-ben a mangánérc bányászata elérte a 122 ezer t-t, 1959-ben csak 50 ezer t-t és 1962-ben 44 ezer t-t termeltek. (H)
Revue de Metallurgie, 1966. dec.

*

A *United States Steel* egy új *drótsort* szándékozik létesíteni, amely hegesztés nélküli huzalokat fog hengerelni és a világ legnagyobb ilyen sora lesz. A megrendelők kívánságainak újabb irányzatait figyelembe véve a hengersor termékét 1500 kg-os tekercsekbe csévélik, amelyekben a huzal hossza eléri a 7 km-t. A huzal átmérője a soron 5,5—16 mm között változtatható. A hengerelt acél kis- és nagy karbontartalmú, valamint néhány ötvözött acél minőség lesz. A nagyméretű tekercsek jelentősen csökkentik a dróthúzó gyárak költségeit. (H)
Blast Furnace and Steel Plant, 1966. dec.

*

Japán kohóművei jelenleg mintegy 6 millió t *pelletet* kohósítanak. Ez a japán kohászat által felhasznált nyersanyagnak 10%-a. A Japán Vas- és Acélszövetség legújabb tanulmányai szerint a pelletfelhasználás olyan nagy mértékben növekszik, hogy 1970-ben eléri a 15 millió t-t, amely az ország anyagszükségletének mintegy 20%-át teszi ki. (H)
Blast Furnace and Steel Plant, 1966. dec.

*

A *Szovjetunióban* a novolipecki vas- és acélművekben egy újabb *folyamatos öntőművet* helyeztek üzembe, amelyet a konverterüzem lát el acéllal. A folyamatos öntőmű bugákat állít elő lemezhengerlés céljaira. Tervezés alatt van egy 2000-es hengersor is, amely széles szalaggal fogja ellátni a motor- és a csőgyártást.

A *Karagundában* épülő Kazahsztán-üzem *finomlemezre* szakosodik, a fejlődő autóipar karosszéria-szükségletének kielégítésére. Egy automatikus lemezbugasort helyeztek már üzembe és több új sor létesítésére készülnek. A nagyolvasztó- és acélművet ugyancsak bővítik. (H)
Iron and Steel, 1967. febr.

*

Honkongban 23 kisebb hengermű 100 000 t rúdacélt (16 mm legnagyobb átmérővel) állít elő évente. Honkong évi acélfelhasználása 250 000 t, amelynek 40%-át helyben állítják elő. Rövidesen üzembe helyeznek egy 2,5 t-s elektrokemencét az egyik kis acélműben. Építés alatt áll egy mű 20 t/hó rozsdamentes acél, 500 t/hó hegesztett cső és 2000 t/hó hegesztett spirálcső termelésre. (E)
Blech, 1966. 11.

*

Csehszlovákiának Ausztriával kereskedelmi szerződése volt 1960-tól kezdve évi 54 000—69 000 t *karosszérialemez* átvételére. Ez a mennyiség a kassai acélmű üzembehelyezése óta 18 000—20 000 t/évre csökkent. 1966-ban növekedés jelentkezett, mert a Skoda művek olcsóbban kapja a lemezt Linzből, mint Kassáról; olcsóbb a szállítás és az ára is olcsóbb, mint Kassán az előállítás. Az osztrák lemez felhasználását előmozdítja az is, hogy a Skoda-1000 kocsikból sokat adnak el Ausztriában, amelyeket linzi lemezből készítettek. Csak 1965-ben 5800 kocsit adtak el. (E)
Blech, 1966. 11.

*

Pakisztánban egy 16 000 t/év kapacitású *rúdacélhengermű* építését engedélyezte a pakisztáni iparfejlesztési bank. (E)
Blech, 1966. 11.

*

Taivanon a II. világháború óta kb. *60 kisebb vas- és acélművet* építettek. A bővítési és korszerűsítési program után 1970-től a termelés 400 000 t acél lesz. Ehhez jön egy különálló acélmű, amely 1969—70-ben készül el 423 000 t acél kapacitással. Az első lépcsőben 160 000 t kapacitású rúd-, sín-, huzal- és lemezhengermű készül. A második lépcsőben lemez- és csőgyártó üzem létesül. (E)
Blech, 1966. 10.

Egyesületi hírek

Vaskohászati Szakosztályunk jan. 24-én *kibővített vezetőségi ülést tartott*, amelyen *dr. Gyulay Zoltán* elnök és a Kohászati Lapok szerkesztő bizottsági tagjai is részt vettek, tekintettel arra, hogy első napirendi pontként a vezetőségi ülés a Kohászati Lapokkal kapcsolatos problémák megtárgyalását tűzte ki.

Óvári Antal főszerkesztő részletesen beszámolt a múlt év áprilisában újjáalakított szerkesztő bizottság munkájáról. A szerkesztés munkáját elsősorban az igen hosszú, kb. 70 napra tehető nyomdai átfutási idő, valamint a szerzői és lektori honoráriumokra rendelkezésre álló igen szűk anyagi dotáció gátolja. A cikkanyag általában bőséges, kivéve a tűzálló, kovács, tüzeléstechnika és a technika-történeti szakterületet. Továbbra is az anyagvizsgálati témákról, elsősorban kémiai vizsgálatokról jelentkezik igen sok cikk. A cikkek zöme túlzott terjedelmű, lerövidítésük ellen a szerzők, sok esetben anyagi szempontok miatt tiltakoznak. Hiányoznak a szerzők részére lényegesen több munkát jelentő, egy-egy szakterület egészére vonatkozó, a jelenlegi világszintet, a fejlődés irányait feldolgozó összefoglaló cikkek. A nagy átfutási idő miatt a rendezvényekről szóló beszámolók, az elhangzott előadások anyaga csak igen megkésve jelentethető meg. A vidéki csoportoktól, üzemektől alig kapunk híranyagot, kivéve a Kovács szakcsoportot és az Egyetemi csoportot. A lap eddig jól bevált szerkesztési rendszerében az eltelt félév alatt csak néhány változtatás történt, nevezetesen: igyekeztünk az egyesületi és műszaki-gazdasági híranyagot bővíteni, a közelgő jubileumra való tekintettel Jubileumi rovatot nyitottunk és januártól kezdve, miután önálló fémkohászati lap létesítése nem volt lehetséges, „Fémkohászat" fejléccel különálló részben hozzuk a fémkohászati cikkeket és híranyagot.

Ezt követően *dr. Gyulay Zoltán* elnök körvonalazta az Egyesület lapjainak szerkesztésében nézete szerint követendő korszerű elveket, amelyeket a többi szakosztályunk közelmúltban tartott vezetőségi ülésein már elmondott. Hangsúlyozta, hogy lapjaink feladata a magas nívójú tudományos tájékoztatás és az, hogy tükrözzék az egyesületi élet minden megmozdulását. Részletes szerkesztési elveket kell kidolgozni az Egyesület lapjai részére. Elsősorban a szakmai profilra vonatkozó cikkeket, több irányított, felkérésre összeállított cikket kell közölni. Radikálisan csökkenteni kell a cikkek terjedelmét, felesleges előzményeket, levezetéseket, hasonlóan az USA olajlapjaihoz nem szabad közölni. A szerkesztő bizottságokban minden egyes szakmai területnek legyen képviselője. Többszörös gondos lektorálás szükséges (az USA-ban 4 lektor véleményezi a megjelenő tudományos cikkeket). Nagy súlyt kell helyezni a kivonatokra, az idegen nyelvű összefoglalókra. Ezeket többen olvassák, mint a hosszú cikkeket és külföldön ez a dokumentáció alapja. Főleg a világszintről és a hazai szintről kell összefoglaló cikkeket közölni szakterületenként.

A hozzászólók közül *Szele Mihály* alelnök emlékeztetett arra, hogy 1960-ban szerkesztési szabályzat készítésére már határozatot hozott az akkori elnökség. Szükségesnek látja, hogy a cikkterjedelemre, kézirat és ábrák kivitelére vonatkozó előírások a lapban ismételten közzé legyenek téve. Célszerű lenne a cikkek beérkezési dátumát is közölni. A magyaros stílusra nagy gondot kell fordítani.

Claus Alajos szakosztályi elnök szükségesnek látja a lapok profiljának pontos meghatározását, a külföldi szakirodalomból a legkiemelkedőbb cikkek rövid ismertetését és egy-egy szűkebb téma összefoglalását. A szakosztály a vidéki csoportokat és az említett 4 szakterületen működő tagokat felhívja híranyag, illetve szakcikkek beküldésére.

Felföldy Zoltán kifejtette azt a nézetét, hogy a Tudományos Akadémián elhangzott kohászati előadásokat és a kohászati témákról szóló doktori disszertációkat is közölni kellene. Időnként a Kohászati Múzeumról és a Tört. Bizottság munkájáról is írni kell. A vidéki csoportoknak a területi MTESZ intézőbizottságokkal és lapokkal tapasztalata szerint jobbak a kapcsolatai, mint az anyaegyesülettel és lapjainkkal.

Nagyenyedy József felhívta a figyelmet arra, hogy a különféle dokumentációs kiadványok KGMTPI, Műszaki Könyvtár, Csepel, DV, KGM dokumentációi feleslegesen ugyanazokat a szakcikkeket ismétlik.

Cseh Miklós rámutatott arra, hogy a külföldi szaklapok azért vannak lényegesen jobb anyagi helyzetben, mert főleg hirdetésekből élnek. Az irányított összefoglaló cikkek elkészítése sok időt, ezért nagyobb díjazást igényel.

Dr. Pilissy Lajos, az Öntöde szerkesztője utalt arra, hogy a hazai lapszerkesztők igen mostoha körülmények közt dolgoznak. NDK, lengyel és csehszlovák testvérlapok lényegesen kedvezőbb anyagi helyzetben vannak, mert a nálunk a lektorálás, szerkesztés lényegében társadalmi munkában történik. A szerzői honorárium díjtételeit egy elavult 1952-ben kiadott rendelet rögzíti. A lapszerkesztési munka javításához első lépésként legalább minimális létszámú függetlenített apparátus szükséges.

Ruhmann Jenő véleménye szerint a DV és Csepel üzemi lapjai az Egyesület lapjaival konkurálnak, lényegesen jobb papírhoz jutnak, ezeket a lapokat ingyen küldik szét. Ezekre fordított összegeket eredményesebben is fel lehetne használni.

A vezetőségi értekezlet ezt követően a többi napirendi pont tárgyalására tért át.

A dec. 9—16-i lengyelországi nemesacélgyártói tanulmányútról, amelyen hat tagú csoportunk vett részt, *Éles László* számolt be.

Ezt követően *Bodócz János* a lengyel tűzállóanyagipari szakemberek januári magyarországi tanulmányútjáról terjesztett elő jelentést.

Dr. Visnyovszky László bejelentette, hogy 13 pályázat érkezett be a múlt év végéig. Elbírálásuk folyamatban van. Ezévi pályázati témákra a Vaskohászati Igazgatóságtól és a nagyüzemektől kért javaslatot.

Ezután *Köves Ferenc* ismertette a külföldi szakmai rendezvényeken való részvételre javasolt aktív egyesületi munkát végző tagokból összeállított delegációk kiutazási tervét, valamint a külföldi testvéregyesületektől hozzánk érkező csoportok programját.

A vezetőségi ülés a beszámolókat tudomásul vette, az előterjesztéseket jóváhagyta.

Gruber Imre titkár befejezésül jelentést tett a folyamatban levő kiemelkedő ügyekről. A márciusban tartandó Francia Műszaki Hetek programjában kohászati előadások dominálnak, ezért tőlünk elsősorban szaktolmácsokat kértek. Javaslat érkezett *Kerpely emlékérem* alapítására. Alapszabályaink értelmében az emlékérem alapító okmányát a legközelebbi választmányi ülés elé kell terjeszteni jóváhagyás céljából. Az egyesületi oktatási bizottságba a szakosztály *dr. Remport Zoltánt* delegálta. A szakosztály-vezetőség szervező titkárnak *Tardy Pált* kooptálta, miután *Kondoray Egon* elfoglaltságára való hivatkozással lemondott. (OA)

Hírek a KGST országokból

A szovjet vaskohászat fejlesztése az új ötéves tervben

A Szovjetunió Kommunista Pártjának XXIII. Kongresszusán elfogadott irányelvek szerint a vaskohászat termelését 1970-ben a következők jellemzik: nyersvastermelés 95—97 mill. t, acéltermelés 124—129 mill. t, hengerelt áru termelés 95—99 mill. t, és csőgyártás 14—15 mill. t [1].

Az 1966—70-es tervidőszakban a vaskohászat fejlesztésére 11,7 mrd. Rbl-t fordítanak, amely 68%-kal több, mint az előző 5 évben felhasznált összeg. A terv megvalósítása során a következő új kapacitásokat helyezik üzembe: 17,8 mill. t nyersvas, 31,3 mill. t acél, 25,7 mill. t hengerelt áru és 5,3 mill. t acélcső. Nem új üzemeket építenek, hanem a már meglevő üzemet fejlesztik. A fenti célkitűzéseket nagyrészben az alábbi főbb berendezésekkel kívánják biztosítani: 13 új nagyolvasztó, — melyek közül 8 db 2700 m³-es — 25 kokszolóblokk, 30 oxigénes konverter, 10 elektrokemence, 43 folyamatos öntőberendezés, 27 hengersor — köztük 350-es, 450-es, 600-as sorok a vékonyfalú idomacélok hengerlésére —, 2000-es és 3600-as lemezsorok, valamint 2500-as hidegen hengerlő lemezsor autólemezek hengerlésére, 17 csősor. Az ércbányászat területén 183 mill. t vasércet kitermelő új kapacitás üzembehelyezésével számolnak.

A vaskohászati üzemekben üzembehelyeznek 8 hidegen hajlító profilsort, s így a hidegen hajlított szelvények termelése 1970-ben 920 et lesz, több mint 400 szelvényméretben [2].

Az új ötéves tervben az acélgyártás és a hengerelt-áru gyártásának növekedését alapvetően új modern üzemrészek és berendezések építésével kívánják biztosítani. Amíg az előző tervidőszakban új berendezésekkel biztosították az acéltermelés növekedésének 45%-át és a hengerelt áru növekedésének 35%-át, addig a következő tervidőszakokban az új berendezésekkel elért termelésnövekedés 65%, illetve 80%-os lesz.

Az 1966—70-es tervidőszakban a rendelkezésre álló források alapján a szovjet vaskohászat fejlesztésének fő iránya: a termelés mennyiségi növekedésének ütemét nem csökkentve jelentősen növelni a kohászati termékek minőségét és bővíteni a választékot. A fentiek miatt a fő hangsúly — az előző tervidőszakkal ellentétben — a kohászati késztermékeken van [1, 2].

E feladat megoldása érdekében a hengereltáru, a cső és a kohászati másodtermékek minőségének javítására az összes beruházási összeg 30—34%-át — 3,5—3,9 mrd. Rbl-t — fordítanak. (Az előző tervidőszakban az e célra felhasznált összeg 1,2 mrd. Rbl volt.)

A fenti koncepcióba tartozik a nemesacélok és a villamos iparban felhasznált lemezek gyártásának fejlesztése. A tervidőszakban az elektrokemencében gyártott nemesacélok növekedése másfélszeres, a szintetikus salakkal kezelt acéloké hétszeres lesz. A vákuumkemencében gyártott acélok növekedése hatszoros, az elektrosalakos átolvasztással gyártottaké négyszeres és a hidegen hengerelt acéloké kétszeres. 1970-ben hő- és termomechanikus kezeléssel 5 mill. t kohászati terméket kívánnak előállítani.

A kohászati másodtermékek és a csőgyártás fejlesztésére fordított összeg háromszorosára növekszik. Nagy növekedést ér el a nagypontosságú hidegen húzott alakos termékek gyártása, a porkohászati és bimetal huzalok, valamint a precíziós ötvözetek gyártása. A csőgyártásban jellemző az olajbányászati csövek, a kazáncsövek, szívó és nyomócsövek, olajvezetéki csövek, valamint az 1220—1400 mm-es gázvezetéki csövek gyártásának tervezett jelentős növekedése.

Azt tervezik, hogy a minőségjavítás a felhasználóknál 1970-ben népgazdasági szinten 5 mill. t acél megtakarítását teszi lehetővé.

A kohászati üzemekben közvetlenül 1970-ben 3,5 mill. t acél megtakarítását tervezik, melyből 1 mill. t-t a nyugtatott és kémiailag fagyasztott acélok részarányának növelése, 1 mill. t-t pedig a folyamatos öntés alkalmazása eredményez.

A technikai és technológiai fejlődés fő irányai

A fentebb vázolt feladatokat a beruházások koncentrálásával és a beruházási idők rövidítésével, új modern berendezések alkalmazásával, az egy berendezésre eső kapacitás növelésével kívánják megoldani.

A nagyolvasztók közepes térfogatát iparági szinten 1970-ig 25%-kal növelik a 2700 m³-es nagyolvasztók építésével, a meglevők egy részének rekonstrukciójával, illetve leállításával.

Oxigénes konvertereket a tervidőszakban 100—250 t betétsúllyal építenek, elektrokemencéket pedig 100—200 t betétsúllyal. Több üzemben alkalmaznak 200—300 t üstöket az acélok vákuumozásakor [2] . Az acélgyártás szerkezeti változását az jellemzi, hogy az oxigénes konverteracél 1965. évi 5%-ról 1970-re 20%-ra növekszik az összes acéltermeléshez viszonyítva.

A folyamatos öntés nagymérvű alkalmazására 1970-ben kb. 10 mill. t acélt öntenek folyamatosan s így a folyamatosan öntött bugák termelése nyolcszorosára növekszik.

A felületi tisztításra 10—12 lánggyalut helyeznek üzembe.

Az új hengersorokhoz a hengerlés pontosságának növelése érdekében előfeszített, valamint merev hengerállványokat alkalmaznak. Ugyancsak ez vonatkozik egyes hengersorok rekonstrukciójára is.

A tervidőszakban széles körben valósítják meg a termelési és technológiai folyamatok gépesítését, automatizálását és programvezérlését. A hengerművi előkészítő és kikészítő üzemrészek gépesítése egyik legfontosabb feladat, mivel jelenleg a hengerművekben dolgozók 30—35%-a ezekben az üzemrészekben dolgozik.

A fenti feladatok közé tartozik: a gépesített öntecs- és bugatisztítás a technológiai folyamatban, a bugák bélyegzése, a minősítés és a kötegelés gépesítése és automatizálása, a technológiai folyamatok programvezérlése és szabályozása, automatikus minőségellenőrzés és ultrahangvizsgálat a termelési folyamatban.

A termelési és technológiai folyamatok intenzitásának növelése érdekében az automatizálással egyidőben széles körben fogják alkalmazni az elektronikus számító berendezéseket, elsősorban a lemezhengerlésnél, az oxigénes konverter üzemekben és az elektroacél gyártásában.

A szovjet vaskohászat 1967. évi tervéről még a következők állapíthatók meg *Bajlakovnak* a Tervhivatal Elnökének, a Minisztertanács Elnökhelyettesének a Pravdában közölt 1966. dec. 16. beszéde alapján: Az elért fejlődés ellenére a népgazdasági igényeket a szovjet vaskohászat nem tudja jelenleg teljesen kielégíteni. A vaskohászati termékekben mutatkozó hiány jelenleg gátolja olyan fontos iparágak fejlődését mint a gépgyártás, az olaj- és gázipar, valamint az építőipar. Ezért 1967-ben a vaskohászat fejlesztésére fordított összeget 21%-kal növelik 1966-hoz viszonyítva. Az 1967-ben beruházandó összeg 2,072 mrd. Rbl.

A terv szerint a termelés 1967-ben: 102,1 mill. t acél, 80,6 mill. t hengerelt áru és 10,5 mill. t acélcső.

Pókos István

IRODALOM

[1] Stal No 7 1966. 577—580. old.
[2] Minyisztersztvo Csornoj Metallurgii SzSzSzR. Bjulleteny 20 (544) 1—6. old.

Könyvismertetés

Korán Imre: **Kutatások értékelése a Vasipari Kutató Intézetben. 1961—1965.** 200 oldal, kézirat.

A kohászat műszaki fejlesztésének irányítói és műszaki-gazdasági kérdésekkel foglalkozó szakemberei az elmúlt hónapokban egy kutatásgazdaságtani munkát kaptak kézhez. A Vasipari Kutató Intézet igazgatósága többszáz példányban juttatta el az érdekeltekhez a „Kutatások értékelése a Vasipari Kutató Intézetben 1961—1965." c. kb. 200 oldalas tanulmánykötetét, amely a kutatóintézet és az iparág ilyen tapasztalatait, valamint két évi módszeres tudományos kutatás eredményét foglalja össze zárójelentés formájában.

A tanulmány szerzője *Korán Imre* gépészmérnök, az Intézet tudományos főmunkatársa (egyben a Közgazdaságtudományi Egyetem docense), a kohászati kutatásgazdaságtan eredményes művelője.

A tanulmány két főrészre tagozódik. Az első részben a Vasipari Intézet működését és eredményeit elemzi (a második ötéves terv időszakában) monográfiaszerű feldolgozásban, a második rész pedig elsősorban kutatásértékelési módszertan.

I. Rész. A Vasipari Kutató Intézet működése és eredményei

Az Intézet jellemzését a feladatköréből vezeti le. A kutatómunka szervezése a heterogén feladatkör szakosított ellátására horizontális tagozódású kutatóosztályok keretében történik. A szervezés alapja a tudományos kutatók munkaóra-kapacitása, mellyel az osztályvezetők felelősséggel gazdálkodnak. A kutatási terv távlati témáira az Intézet a Vaskohászati Igazgatósággal, az ipari témákra pedig a rendelő vállalattal köt kutatási szerződést. A távlati/ipari témák számszerinti aránya kb. 50/50, a költségszerinti viszont kb. 70/30 százalék. Az Intézet a vaskohászat műszaki fejlesztési alapjának 17—18%-át vette igénybe. Az 1961—65. években 212 kutatási témát fejeztek be. Kb. 1000 iparági dolgozóra jut egy tudományos kutató.

A kutatási témákat rendszerezi a 2. fejezet. Kutatási szintek szerint a témák megoszlása: 11% alap-, 82% alkalmazott és 7% fejlesztő kutatás volt. Öt év alatt önálló kutatásnak tekinthető a témák 50, reprodukáló kutatásnak 46 és adaptáló kutatásnak 4%-a. Az átfutási idők a témaszám százalékában: 1 éves 72%; 2—3 éves 25%; 4—5 éves 3%. Ugyanez a költségek százalékában: 1 éves 42%; 2—3 éves 43%; 4—5 éves 15%. A feladatmegoldás csoportosításában új gyártmány és új technológia 56% (62%); mérésfejlesztés 20% (25%); elvi tanulmány 24% (13%) témaszám (költség) szerint. A témák eredetének, tartalmának, szintjének elemzése később alapul szolgált a kutatás-szabályozási elvek lefektetéséhez.

A kutatások eredményessége és hasznosítása c. fejezetben — a témát, a kutatás célját és eredményét tartalmazó — kutatmánynak önálló értéket tulajdonít és meghatározza önálló gazdasági „L" (licencia-) értéküket, a felhasználó termelő vállalatok kimutatható „H" hasznát, illetve a várható népgazdasági „E" eredményességet. Ezeket az „R" kutatási ráfordításokkal szembe állítva öt évre intézeti átlagban L/R = 5,4; H/R 10 — 15 és E/R = 21 Ft/Ft adódott. A számszerűsített eredményeken kívül az intézet nagy értékű tudományfejlesztő és -terjesztő tevékenységét részletesen analizálja. A kutatmányok hasznosításának vizsgálata feltárta az ösztönzésnek szinte csaknem teljes hiányát.

Az intézeti műszaki-gazdasági szervező és elemző munkák kritikai vizsgálatára elkészítette az intézeti tevékenység modelljét és ennek alapján a megoldandó feladatokat a témaválasztás, a kutatástervezés, a kutatásprogramozás, és kutatmányátvitel munkaszakaszaira rögzítette.

A tudományos műszaki kutató osztályok tevékenységének jellemzésére a tanulmány a reprezentatív kutatmányokon kívül felhasználta távlati feladataik megjelölését is.

A kutatómunkák távlati kérdéseinek taglalása a témakörök szerepe az időben, célja és jelentősége alapján fontos prognózis-elemeket törekszik meghatározni. Részletezi a gazdasági mechanizmus reformjának várható hatását a kutatás-fejlesztés egészére mind intézeti, mind kutatóhálózati vonatkozásban.

II. Rész. A kutatásértékelés ágazati módszertana

A kutatások értékelési elvének és módszerének fejlődése c. fejezet mindenekelőtt általánosságban rendszerezi a fejlődést. Összefoglalja a kapitalista és a szocialista országok témaszemléletét, gyakorlatát, valamint az idevágó hazai törekvéseket és tapasztalatokat.

A kutatási tevékenység szakszainak vizsgálata c. fejezetben a megfelelő elemző-számító módszerek kiválasztásához megszerkesztette a társadalmi munkafolyamat részét képező ipari kutatási tevékenység menetrendjét. Ennek állomásai között megvalósuló folyamatok szabályozására szolgáló elveket és módszereket rögzítette.

Vizsgálatok a kutatások tervezési szakaszában c. fejezet az üzemviteli és üzemfejlesztési rutinfeladatoknak a kutatási tématervből való kiszűrésére „témaküszöb" vizsgáló módszert javasol. A kutatási igényhalmaz csoportosítására és értékelésére három témakategóriát ajánl felállítani és esettanulmány-tematikát ír elő. A felméréshez független változóként használt témaszám heterogén tartalmának pontosabb meghatározására „egységtéma mérőszám" logikai modellt dolgozott ki.

Kutatások általános értékelésére a kvalitatív és kvantitatív tényezőket egyaránt figyelembe vevő komplexlogikai eljárásokkal való kísérletekről beszámol. Egyiket az intézetben való alkalmazásra adaptálta, amely többek között alkalmas a kutatás kockázatának, az új témák várható értékesíthetőségének stb. kvantálására.

A kutatások pénzben történő értékelésére kidolgozta a szellemi munka értékét kifejező licencia-érték elvi és számítási eljárását. A számítást logikai modellek, illetve szimbolikus függvények segítségével végzi.

A bevezetés hatékonyságának elemzésére, illetve számítására a mai felkészültségnek megfelelő keretszabályt ajánl, amely a fejlesztési intézkedési tervek kalkulációjának analógiájára előre kialakított modell alapján, a mindenkori adott helyzethez alkalmazkodik, egyben az üzemi szakemberek helyi tapasztalatára és széleskörű tájékozottságára támaszkodik.

A kutatásértékelési módszerek fejlesztését egyrészt intézményes bevezetésüktől, a megfelelő műszaki-gazdasági szakmában jártas szakemberek képzésétől, valamint az elméleti követelmények fokozásától lehet várni. A tanulmány ajánlásait a kutatóhálózatban — a gazdasági mechanizmus reformjának lehetőségeit felhasználva — kívánatos volna bevezetni.

A tanulmányt mellékletek egészítik ki, amelyek az elemző-kísérletek részlet-adatait, elemző-vizsgálatokra példákat stb. tartalmaznak.

A tanulmány úttörő jellegű a hazai kutatásgazdaságtani irodalomban, mert konkréten tárgyalja az Intézet és a kohászati kutató hálózat kutatásszervezési és kutatásértékelési problémáit.

A lefektetett elvek alapján ajánlott módszereit pedig nagyszámú alkalmazási kísérlet eredményével támasztja alá. Ezzel az ágazat számára az egységes kutatásszervezési és értékelési eljárásokat nemcsak elméletileg dolgozta ki, hanem gyakorlati alkalmazásukat is előkészítette.

Szele Mihály

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: Lomniczy Dezső

Az alumíniumfólia felhasználás alakulása

Dr. ARATÓ JENŐ közgazdász

DK 669.71+621—416.002.612

Az alumíniumfólia felhasználás az elmúlt tíz év alatt világszerte több mint háromszorosára emelkedett és mintegy 250—300 ezer t-ra tehető. A felhasználás gyors ütemű növekedését az alumíniumfólia kedvező tulajdonságainak köszönheti.

A felhasználás növelése terén hazánkban is jelentős eredmények születtek az elmúlt másfél évtized alatt, ennek alakulását az *1. táblázat* mutatja.

1. táblázat

A hazai alumíniumfólia felhasználás alakulása 1950—1964. években

Év	Alumíniumfólia felhasználás			
	mennyisége t	az 1950. évi felh. %-ban	az 1957. évi felh. %-ban	az előző évi felh. %-ban
1950.	106,1	100,0	30,7	—
1951.	107,2	101,0	31,0	101,0
1952.	98,8	93,1	28,6	92,2
1953.	84,6	79,7	24,5	85,6
1954.	174,4	164,4	50,4	206,1
1955.	251,4	236,9	72,7	144,2
1956.	179,3	169,0	51,9	71,3
1957.	345,7	325,8	100,0	192,8
1958.	411,0	387,4	118,9	118,9
1959.	473,0	445,8	136,8	115,1
1960.	605,6	570,8	175,2	128,0
1961.	698,3	658,2	202,0	115,3
1962.	705,5	664,9	204,1	101,0
1963.	737,4	695,0	213,3	104,5
1964.	807,8	761,4	233,7	109,5

Magyarország alumíniumfólia felhasználása 1950. és 1964. között, több mint 7,5-szeresére növekedett. Ez azonban közel sem jelenti azt, hogy Magyarország az alumíniumfóliát felhasználó országok élvonalába lépett, hiszen 1960—1961-ben a Szovjetunióban 12 ezer t-át, az NSZK-ban 24 ezer t-át, Angliában 20 ezer t-át, Franciaországban 14 ezer t-át és az USA-ban 120 ezer t-át termeltek, ill. használtak fel.

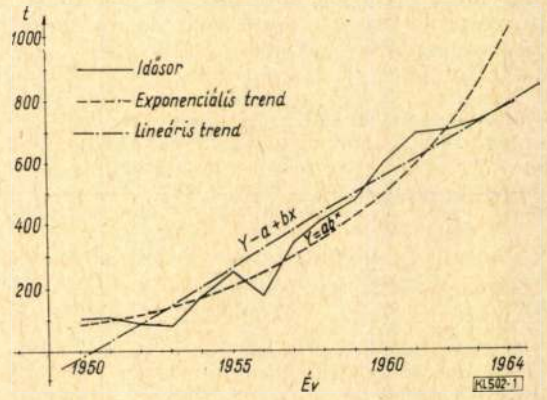
(A hazai viszonylag nagymérvűnek látszó növekedés a bázis év jelentéktelen termelésének következménye.)

A vizsgált időszakban a fólia jelentős részét hazai termelésből fedeztük. Második alumíniumfólia hengerművünk (Kőbányai Könnyűfémmű) termelésének megindulása elősegítette a növekvő fogyasztást. [Az első üzem (Csepeli Fóliahengermű) azonban 1963-ban leállt.] Célszerű az új kapacitás belépése után a felhasználást az üzembehelyezés évének (1957) bázisán is megvizsgálni. Ez a táblázat adatai szerint 1964-ben az 1957. évinek 2,3-szerese volt.

A táblázat utolsó oszlopa azt mutatja, hogy a népgazdaságunk fólia felhasználása — az ötvenes évek első felének visszaesésekkel és ugrásszerű emelkedésekkel teli szakaszától eltekintve — évről évre nő. A növekedő tendenciát annak analitikus trendje is mutatja.

A trendet analitikusan a legkisebb négyzetek módszerével számítottuk ki. A trend kifejezésére szolgáló függvénytípus — a $\Sigma(y - Y^2)$ négyzetösszeg legkisebb értéke alapján — az $y = a + bx$ függvény. A szóbajöhető függvénytípusok közül az előbb említett négyzetösszeg ugyanis lineáris függvénynél legkisebb. A lineáris trend egyenletes fejlődésre mutat, azaz a felhasználás növekedésének mértéke állandó. A számítások szerint ($Y = 385 \cdot 7 + 57{,}7x$) a népgazdaság alumíniumfólia felhasználása a vizsgált időszakban átlagosan évi 60 t-val növekedett.

Az alumíniumfólia felhasználás alakulását és analitikus trendjét az *1. ábra* mutatja.



1. ábra. Az alumíniumfólia felhasznalás alakulása és analitikus trendje Magyarországon

A népgazdaság alumíniumfólia szükségletét túlnyomórészt hazai termelésből fedeztük és csak kisebb részt — átlagosan évi 100 t-át — importáltunk. A felmerült igényeket azonban csak részben tudtuk kielégíteni és így azok egy része évről évre kielégítetlen maradt.

Az igények gyors növekedése miatt az alumíniumfólia felhasználás fejlődésének átlagosan 119%-os üteme nem volt kielégítő. Bár a hazai felhasználás átlagos üteme világviszonylatban a Szovjetunió (125%) és Japán (123%) után a har-

madik helyet foglalta el maga mögött hagyva Angliát (112%), Franciaországot (116%), az NSZK-t (115%) és az USÁ-t (111%) is — az igényeket maradéktalanul kielégíteni mégsem tudta, mert a kezdeti csekély felhasználás csak kis volumenű növekedést eredményezhetett. Az amúgy sem kielégítő ütemű növekedés az 1961 utáni években csökkenő tendenciát mutat. A fentiek ellenére a felhasználás növekedésének átlagos üteme az alumíniumfóliából közel 6%-kal nagyobb, mint az alumínium félgyártmányokból.

A felhasználást ágazatonként 1958 óta tartjuk nyilván. Az ágazati szerkezet változása miatt a rendelkezésünkre álló 1963 utáni adatok nem hasonlíthatók össze. Ezért azok közlését mellőzzük. A felhasználás ágazati struktúráját mutatja a *2. táblázat*.

2. táblázat

A hazai alumíniumfólia felhasználás struktúrája 1958—1963. években

Felhasználás megnevezése	Az alumíniumfólia felhasználás %-os megoszlása					
	1958	1959	1960	1961	1962	1963
Gépgyártás	4,2	5,1	4,7	3,9	2,2	2,2
Villamosgépipar	21,4	20,1	15,5	17,3	18,4	14,6
Vas- és fémtömegcikkipar	2,4	4,1	2,9	3,7	0,5	3,1
Vegyipar	0,5	0,9	0,4	0,5	0,3	0,3
Papíripar	18,4	13,5	17,1	15,6	17,0	20,2
Textilipar	0,1	—	—	0,1	—	—
Élelmiszer, ital, dohányipar	50,6	51,3	46,6	47,9	48,0	47,6
Minisztériumi ipar összesen	97,6	95,0	87,2	89,0	86,4	88,0
Tanácsi, szövetkezeti ipar és egyéb népgazdasági ágak	2,4	5,0	12,8	11,0	13,6	12,0

A táblázat alapján megállapítható, hogy a népgazdaságunk fóliafelhasználásából az egyes ágazatok részesedésének aránya jelentősen nem változott. E struktúra változatlanságában nagy szerepet játszott az ágazatok között elosztásra kerülő termék nem kielégítő mennyisége is. A tanácsi és szövetkezeti ipar termelési volumenének nagyarányú növekedése azonban szükségszerűvé tette az alumíniumfólia felhasználás részesedési arányának növekedését.

A felhasználás ágazatonkénti megoszlása nem azonos a végső felhasználási területek szerinti megoszlással. Ez az összeállításításunk — adatok hiánya miatt — csupán a Kőbányai Könnyűfémmű alumíniumfólia termelésére vonatkozik.

A vizsgált időszakban azonban a népgazdaság alumíniumfólia felhasználásának közel 70, illetve 80%-a származott ebből az üzemből. Ezért a Kőbányai Könnyűfémmű alumíniumfólia termelése — a végső felhasználás szerinti csoportosítása útján látott — tendenciája megközelítően a népgazdaság fóliafelhasználásának egészére is jellemzőnek tekinthető.

Az ilyen csoportosítás alapján lehetséges a felhasználást a kapitalista országokéval összehasonlítanunk, mert a kapitalista országok statisztikái a felhasználást — más termékekhez hasonlóan — általában a végső rendeltetés szerint csoportosítják.

Az USA csoportosítását vettük alapul. Ez a tagolás nem veszi figyelembe a felhasználás minden területét. Így például a villamosipar szükségletét nem tartalmazza. Továbbá figyelembe kell venni, hogy a két országban az alumíniumfólia mérettartománya jelentősen eltér egymástól. Fentiek miatt a következtetések levonásakor — különösen az egyéb csoportra vonatkozóan — óvatossággal kell eljárni. A felhasználás végső rendeltetés szerinti megoszlását a *3. táblázat* mutatja.

3. táblázat

Az alumíniumfólia felhasználás az USA-ban és hazánkban

Felhasználás megnevezése	Alumíniumfólia felhasználás %-os megoszlása		
	USA	Magyarország	
	1959	1961	1963
Édesipar és csemegeáru	5,7	40,7	40,9
Tej- és tejtermék	5,5	19,5	10,5
Élelmiszerek	18,4	3,3	8,1
Pékáruk	3,6	—	—
Háztartási fólia	36,0	—	—
Gyógyszeripar	0,4	—	—
Dohányáruk	10,6	1,7	3,2
Kupakok, zárak	9,4	13,1	9,3
Címkék, dekorációk	4,9	1,0	2,8
Egyéb	5,5	20,7	25,2

Az alumíniumfólia felhasználásának az USÁ-ban tradíciói vannak. Hazánkban jelentős mennyiségű termelés és felhasználás csak a legutóbbi években kezdődött és a következő években várható. Ennek ellenére a végső felhasználás szerinti jelentős különbségek nemcsak a felhasználás színvonalában meglevő elmaradásunkat, hanem a két ország eltérő sajátosságait is tükrözik.

Biztosra vehető, hogy népgazdaságunk felhasználásának fenti struktúrája még jelentős mértékben változik, amíg egy magasabb telítettségi fokot el nem ér. A telítettségnek ez a magasabb színvonala 1980-ra várható. Pontos adatok erre vonatkozóan nincsenek, de a meglevők alapján azonban néhány megállapítást már most is tehetünk.

Az USÁ-ban 1959-ben a fólia 70%-át az élelmiszeripar és a háztartások használták fel. Hazánkban ezeken a területeken 1961-ben 63,5%, 1963-ban 59,5% volt az arány. Ez a százalékos arány előreláthatólag még néhány éven át növekszik, majd csökken, de 1980-ban nem éri el az USÁ-ban 1959-ben tapasztalt 70%-ot. Ugyanis az igényes magyar konyha sohasem fog olyan arányban konzervet, kész és félkész ételeket, főleg háztartási alumíniumfóliát felhasználni, mint azt például az USÁ-ban teszik.

Szembetűnő az a nagy különbség, amely a két ország felhasználásának az „egyéb" megnevezésű csoportjában látható. E csoport jelentős része a műszaki célokra felhasznált fólia. Ebből a nagy eltérésből arra lehet következtetni, hogy a hazai felhasználás is hasonló tendenciát fog követni. Ugyanis műszaki területeken kevésbé jelentkeznek olyan sajátosságok, mint amelyek az élelmezés terén nyilvánvalóak.

Végül szükségesnek látszik még annak vizsgálata, hogy milyen helyet foglal el hazánk nem-

zetközi viszonylatban az egy főre jutó alumíniumfólia felhasználás terén. Az egy lakosra jutó fólia felhasználást a *4. táblázat* mutatja.

4. táblázat

Az egy lakosra jutó alumíniumfólia felhasználás 1950—1965. években

Mennyiségi egység: gramm

Felhasználás megnevezése	Az egy lakosra jutó alumíniumfólia felhasználás				Az 1965. év az 1950. év %-ban
	1950	1955	1960	1965	
Anglia	138	293	400	467	338,5
Franciaország	72	92	285	369	512,5
Japán	14	34	97	—	—
NSZK	125	219	451	473	378,4
USA	276	542	636	800	292,4
Ausztria	144	143	424	—	—
Csehszlovákia	39	64	106	—	—
Magyarország	11	26	61	90	818,1

Az egy lakosra jutó fólia felhasználás hazánkban a vizsgált országokhoz viszonyítva kevés. A következő években ez — a várható igények és a termelő kapacitás tervezett növelése miatt — jelentősen emelkedni fog.

Összefoglalás

Az alumíniumfólia felhasználása világszerte gyors ütemben fejlődik. Hazánkban a fejlődés üteme a felhasználás volumenét és az egy főre jutó felhasználást tekintve nem kielégítő. Jelentős erőfeszítésre van még szükség ahhoz, hogy évtizedes lemaradásunkat behozzuk. A távlati fejlesztési tervek kialakításakor nem szorítkozhatunk kizárólag más országok felhasználási adatainak elérésére, hanem célszerű a várható igényeket és a hazai sajátosságokat messzemenően figyelembe venni.

IRODALOM

[1] KSH. Statisztikai Évkönyv 1965.
[2] *Baranyai—Domony—Várhelyi:* A csomagolási alumíniumfólia jelenlegi és jövőbeli gyártásának mennyiségi és gazdaságossági kérdései OMFB. 1961.
[3] Alumínium Düsseldorf 1966. jan.
[4] Demografic Yearbook 1962. U. N. New-York 1962. 130—141 old.
[5] KSH Statisztikai Évkönyv 1963.
[6] *Dr. Domony:* Félgyártmányok és készáruk 1961. évi világpiaci műszaki és gazdasági irányzatai ALTAK 1964.

Kondenzátorfólia ankét

A hazai elektrolit-kondenzátor gyártáshoz szükséges alumíniumfólia gyártási problémáinak az együttműködő üzemek szakemberei közötti ismertetésére és koordinálására az első lépést az 1965. jún. 11-én Nagytisztaságú alumínium gyártásának és feldolgozásának problémái c. Tatabányán a Technika Házában megtartott ankét jelentette. Az ankét sikerét bizonyította a jelenlevők azon igénye, hogy hasonló jellegű konzultációra évente legalább egyszer sor kerüljön a kooperáló üzemek és felügyeleti hatóságok képviselői között.

Az 1966. évi konzultációt *nov. 23-án* Elektrolit kondenzátorokhoz felhasznált nagytisztaságú alumíniumfólia gyártásának és feldolgozásának problémái c.-el a *Mechanikai Művek* rendezte.

Az ankéton a rendező üzemen kívül a Kőbányai Könnyűfémmű, Tatabányai Alumíniumkohó, Fémipari Kutató Intézet, Magyar Alumíniumipari Tröszt, Egyesületünk Fémkohászati Szakosztályának Alumíniumkohászati Szakcsoportja és egyéb szervek képviseltették magukat.

A megnyitót *Péter Pál* a Mechanikai Művek főmérnöke tartotta. Ezután *Kovács Gyula* vegyészmérnök, a Mechanikai Művek Technológiai Osztályának vezetője vita indító előadásában méltatta az 1965. évi ankét alapján az alumíniumfóliák kémiai összetétele, szövetszerkezete és vastagság egyenletessége terén elért gyakorlati eredményeket. Ismertette a fóliával szemben fellépő követelményeket a maratásnál és megoldásukban előrehaladott problémák további teendőinek távlatait vázolta fel.

A saját és egynéhány tekintélyes külföldi cég által előállított maratott kondenzátorfólia elektromos jellemzőinek összehasonlítása után rátért a hengerlésre. Részletesen foglalkozott a felületi szennyezettség és hőkezelés hatásával.

Legfontosabb feladat a gyártási egyenetlenségek megszüntetése, hogy a mi fóliánk is megközelítse a világszínvonalat.

A vitaindító előadás után a résztvevők megtekintették a marató és oxidáló üzemrészeket. Ennek gépeit a vállalat kollektívája tervezte és építette.

Vitára és az előadás kiegészítésére délután folyamán került sor. A résztvevők 29 hozzászólásban fejtették ki nézeteiket. A vitaindító előadás és az elhangzott hozzászólások alapján kialakultak a további kutatás irányai, valamint meghatározták a sürgős konkrét teendőket. Hivatkozva az elektrolit kondenzátor gyártás megindulásakor működő ún. „fólia bizottság" eredményes munkájára, munkabizottság felállítására hoztak határozatot. Ebben a kooperáló vállalatok és felügyeleti szervek képviselői vesznek részt.

A bizottság munkájának célja az alumíniumfólia teljes gyártási folyamatának áttekintése — az öntéstől a kondenzátor-gyártásig —, valamint a kísérletek összehangolása és végrehajtása.

Az ankét *Péter Pál* főmérnök zárszavával fejeződött be.

December hónapban a Mechanikai Művek felkérte az érdekelt vállalatokat a munkabizottságban való részvételre. Az érdemi munka 1967. évben megkezdődött.

Őszintén reméljük, hogy még ez évben sorra kerülő konzultáción a munkabizottság már komoly eredményekről számolhat be és építően hozzájárul a népgazdaságilag is jelentős probléma megoldásához.

Vörös Csaba

Az alumíniumtuskók kábelipari feldolgozásának minőségi feltételei

Dr. HOFFMANN PÁL okl. vegyész, Magyar Kábel Művek

DK 669.71+621—412 : 621.315.5.002.612

Bevezetés

A kábeliparban az ötvözetlen és ötvözött alumíniumot áramvezető huzalok, sodratok, árnyékoló szalagok, fóliák, hézagmentes köpenytípusok (hengeres- és hullámosított cső) előállítására használják fel. Nem soroljuk ide az egyéb villamosipari — köztük a kábelszerelvény — alumínium anyagokat.

A kábelipari alumínium felhasználás területe az egyéb felhasználási ágazatoktól jól elhatárolható és egyben a minőségi követelmények is megkülönböztethetők.

E követelményekről általában az IEC ajánlások [1], speciálisan pedig az egyes országok szabványelőírásai [2] tájékoztatnak. Hazánkban e szabványok: MSZ 142, 143, 1737, 11 845, illetve 11 847 jelzések alatt találhatók.

Hazánkban a kábelipar huzalszükségletét a Magyar Kábel Művek (továbbiakban: MKM) fedezi. A hideg-alakításra kerülő (hengerelt, illetve sajtolt) alaphuzalok nagyobb részét az alumíniumkohók és a présmű állítja elő (a MKM csak a saját gyártási hulladékait olvasztja és tömbösíti öntődéjében).

A szigetelések árnyékolására szolgáló alumíniumfóliát (MSZ 3760), illetve szalagot (MSZ 9323) mint félgyártmányokat szerzi be a kábelipar.

E terméktípusokkal szemben különlegesebb követelményeket általában nem támasztanak. Nagyon lényeges azonban, hogy a szigetelésre való felvitelük alkalmával azt meg ne sértsék — tehát megfelelően hajlékonyak legyenek — valamint méreteik kielégítsék (hosszméretben is!) a kábelszerkezetből adódó méretkövetelményeket.

A szakadás- és hézagmentes köpenyezésre alkalmas alumínium anyagokkal szemben támasztott főbb követelmények: a viszonylag alacsony hőmérsékleten való sajtolhatóság (nehogy elégjen a köpeny alatti szigetelés) és a zárványmentesség (nehogy a relatíve kicsiny falvastagságú csőben szakadás, repedés, elvékonyodás stb. következzék be).

Akár ezen követelményeket, akár a korrózióállóságot tekintjük, köpenyezés céljára a viszonylag nagyobb tisztaságú kohóalumínium alapanyagok alkalmasak.

A kábelipar alumínium felhasználásának kettős követelménye — a fentiekből következően — az alapanyagok tisztasága és homogenitása. Cikksorozatunkban is e kérdésekkel kapcsolatos tapasztalatokról, eredményekről, — illetve még megoldásra váró hiányosságokról — számolunk be.

A feldolgozásra kerülő alumíniumtuskók minősége

Az ötvözetlen kohóalumínium minőségek közül az MSZ 3747 szabvány az E-Al 99,5 minőséget írja elő a villamosipar számára.

Ugyancsak ez a szabvány ismerteti az Al 99,7-t is, amely a kábelköpeny gyártás egyik alapanyaga (a köpenyezés céljára ugyancsak felhasznált Al 99,8-t a hivatkozott szabvány nem ismerteti).

Az alumínium ötvözetek közül az MSZ 3714 szerinti E-AlMgSi típust használja a villamosipar.

Az alumínium alapanyagok összetételét az *1. táblázat* mutatja be.

1. táblázat

A kábeliparban felhasznált ötvözetlen és ötvözött alumínium kémiai összetétele (%)

Összetevő	E-Al 99,5	Al 99,7	E-AlMgSi
Al	min. 99,45	min. 99,7	maradék
Si	max. 0,10	max. 0,20	0,42—0,52
Fe	0,30—0,40	max. 0,25	max. 0,25
Cu	max. 0,02	max. 0,02	max. 0,02
Cu+Zn	max. 0,03	max. 0,05	Zn max. 0,05
Mn	max. 0,01	—	Mg 0,55—0,65
Cr	max. 0,01	Egyéb,	—
Ti	max. 0,01	egyenként,	—
V	max. 0,01	max. 0,02	—
Mn+Cr+Ti+V	max. 0,03	—	max. 0,03

Az MSZ 3747 előírásai szerint az E-Al 99,5 típus fajlagos villamos ellenállása minősítő tényező, számértékileg pedig meg kell felelnie az MSZ 142 követelményeinek.

A tömbök műszaki előírásait az MSZ 3758 ismerteti.

A szabványokban hivatkozott vizsgálati előírásokat és a tulajdonságok számértékeit tanulmányozva azonnal szembeötlik két olyan körülmény, amelyeknek nem kielégítő jellemzése számos vitára és félreértésre adhat — sőt ad is — okot.

A villamos ellenállás vizsgálatát — az MSZ 3747 és az MSZ 142 értelmében — a tömbből készített huzalon kell mérni, a közismert híd-módszerrel. Az előírt fajlagos ellenállás — a jelenleg érvényes MSZ 142 szerint — 20°C-on max. 0,0285 ohm · $\cdot$ mm²/m, jóllehet az IEC ajánlások (amelyeket a legtöbb külföldi szabvány már a 60-as évek elején átvett) lágy alumíniumra 0,0280, keményre húzott alumíniumra pedig 0,028264 ohm · mm²/m értéket maximalizál.

Az MSZ 142 előírásaiból nem derül ki, hogy az ellenállást milyen állapotú huzalon kell mérni, jóllehet nyilvánvaló, hogy a húzás különböző fokozataiban (kemény, félkemény) a villamos ellenállás a mindenkori szilárdság függvényében nő.

Az sem közömbös, hogy az ellenállást milyen átmérőjű huzalon kell mérni, továbbá, hogy a huzal keresztmetszetét átmérő-méréssel (ez ugyanis szabályos körkeresztmetszetet tételez fel), vagy a tömeg és a sűrűség ismeretében visszaszámolt átlagból kell megállapítani.

A szabványok másik hiányossága a tuskók makroszerkezetének és zárványosságának nem kielégítő jellemzése. Mivel a szövegezés nem egyértelmű és az ellenőrzés módszerére vonatkozóan sem nyújt támpontot a szabvány, így ez a leírás sem az átadó, sem az átvevő ellenőrzésre és minősítésre nem megfelelő.

A tuskók kémiai összetételének vizsgálata mind az átadó — mind az átvevő félnél már régebben bevezetett spektrográfiai elemzés folytán — megoldott kérdés. E módszer gyorsabb és pontosabb a szabványban hivatkozott hagyományos kémiai elemzés módszereinél. E téren tehát mindössze az a tennivaló, hogy jól bevált összetételű anyagokat állítsunk elő.

A villamos ellenállás, mint minősítő tényező

Közismert, hogy a vezető anyagok villamos ellenállását az ún. kiegyenlítés módszerével (híd-módszer) mérik. Ezzel az eljárással azonban a tuskók villamos ellenállása nem mérhető.

Mind a hazai, mind a külföldi szabványok ezért a tuskóból előállított huzal villamos ellenállásának vizsgálatát írják elő, amely eljárás egyben a kérdéses fém huzallá alakításának — vagyis feldolgozhatóságának — technológiai próbáját is magában foglalja.

Az előző fejezetben már röviden összefoglalt, a mérések reprodukálhatóságát befolyásoló körülmények kiküszöbölése érdekében célszerűen 2 mm ∅-jű huzalt húzunk a vizsgálandó fémből. A huzal lágyítás után elérhető minimális ellenállását határozzuk meg a híd-módszerrel.

Amíg azonban a húzás és a lágyítás viszonyai nincsenek egyértelműen és kötelezően előírva szabványainkban, addig az MKM-ben egyébként igen jól bevált vizsgálati eljárás csak az átadó és átvevő kölcsönös megállapodása alapján juthat érvényre.

Az is vitatható, hogy e vizsgálat beletartozik-e az MSZ 142 szabványba. Véleményünk szerint a húzás körülményeinek és a lágyított (avagy éppen lágyítatlan állapotú) huzal ellenállásvizsgálatának jelentősége megkívánná, hogy a szabvány írja elő annak minden, kellően részletezett lépését, mint ahogyan azt pl. a BS 3239, vagy az ASTM B 193 teszi.

A tömbök felületi és szövetszerkezeti hibái

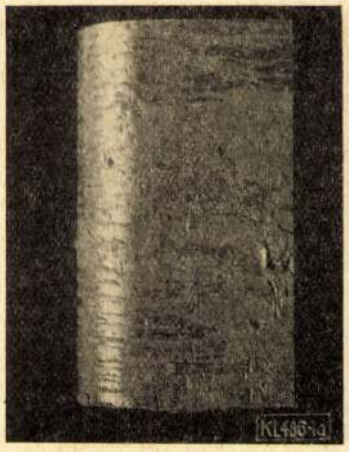
A huzalhúzó (és egyben a huzal-, illetve lemezhengerlő) üzemben közismert, hogy a tuskók öntési szövetszerkezetének inhomogenitásai igen káros hatásúak, amelyek a kész méretig nyomon követhetők.

A durvább hibák (zárványok) következményeként a huzal alakítás közben elszakadhat, de legalábbis eltorzul (elvékonyodás, a zárvány előbukkan), miközben a zárvány rendszerint ki is esik.

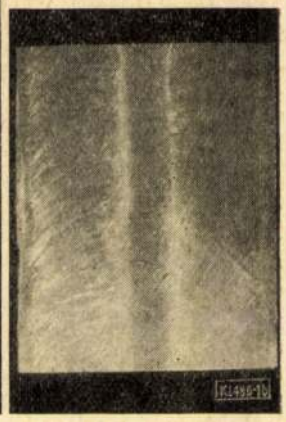
Kisebb mérvű inhomogenitások a vizsgált huzalhossz egyes szakaszain mért tulajdonságok ingadozását okozhatják.

A tuskók felületén már szabad szemmel is jól látható hibák rendszerint gyürődések *(1a ábra)*, megfolyások *(2a ábra)*, zárványok *(3a ábra)*, vagy izzadmányok *(4a ábra)*.

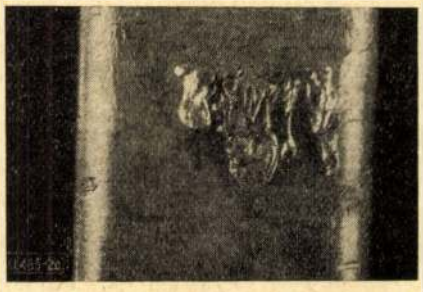
Ha a hibahelyeket átfűrészelve, azok környezetében előhívjuk a tuskómetszet makroszerkezeti képét*, rendre az *1b—4b ábrákat* kapjuk. A



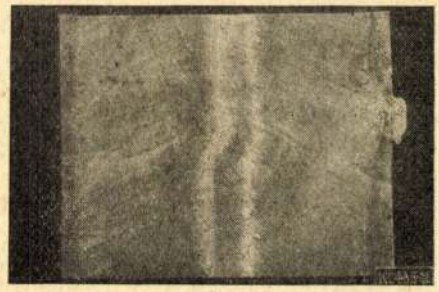
1a ábra. Gyűrődések a tuskó felületén



1b. ábra. A felületi gyűrődés keresztmetszeti szerkezete



2a ábra. Megfolyás a tuskó felületén



2b ábra. A felületi megfolyás keresztmetszeti szerkezete

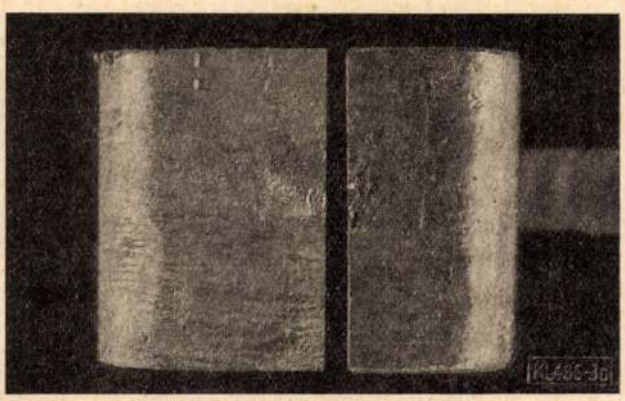
metszet makroszerkezetéből jól látható, hogy a tuskók felületi hibái gyakran belső, szerkezeti hibákkal is párosulnak. A képek alapján következtethetünk a hibák keletkezésének körülményeire és azok okaira is.

A metszetek makroszerkezetét vizsgálva megállapítható továbbá, hogy a felületileg egyébként kifogástalannak látszó tuskók makroszerkezete sem szükségszerűen homogén, mivel a kéreg és a középponti mag kristályszerkezete rendszerint határozottan elkülönül.

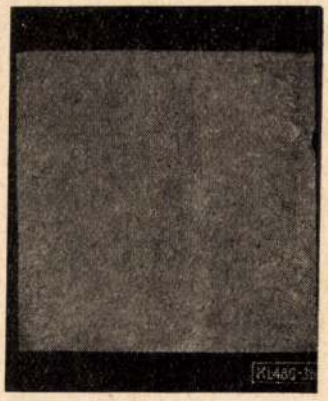
Ez utóbbi kristályszerkezetet is hibásnak kell tehát tekintenünk, mivel a hengerlésre kerülő tuskók szövezetének egységesnek kell lennie.

A tuskók szövezetére vonatkozó, utoljára említett jelenség azért különösen meglepő, mivel a tuskóöntés félfolyamatos eljárásának legfőbb előnye éppen az — más technológiákkal szemben —, hogy itt lehetőség nyílik az olvadék hőmérsékletének, áramlási viszonyainak, a hűtési fokozatok intenzitásának, a süllyesztés sebességének stb. befolyásolása által a kristályszerkezet szabályozására.

* Makromaratás cc. $HCl : HNO_3 : HF = 55 : 40 : 5$ térfogat arányú oldattal, Lihl és Sagoschen eljárása szerint.



3a ábra. A felületi zárvány



3b ábra. A felületi zárvány keresztmetszeti szerkezete

Az általunk észlelt hiányosságok korántsem újkeletűek. A kérdés hazai irodalmából *Vassel* [3], *Laár* [4], ill. *Boczor* [5] dolgozatait idézhetjük.

Könnyen belátható, hogy a durvább felületi hibák, pl. a zárványok (amelyeknek az alapfémnél lényegesen ridegebb anyaga könnyen töredezik), a héngerelt féltermék nagyobb hosszán huzódnak szét, benyomulva annak egyébként ép szakaszaiba is.

Bizonyítható ez az előzetesen feltérképezett tuskóból hengerelt, majd a megnyúlás arányában újólag elhatárolt huzalszakaszok vizsgálatával, akár a szabad szemmel történő megfigyelés, akár a csavaró próbák *(5. ábra)*, akár a húzási kísérletek alapján. Alátámasztja megállapításaink helyességét a húzási kísérlettel nyert huzalszakaszok ellenállás vizsgálata is, összehasonlítva ezen számértékeket az ép szakaszokból hasonlóan kiképzett mintadarabokon mért értékekkel.

Az említett vizsgálati eljárások közül legérzékenyebbnek a csavarási próbák mutatkoztak, amelyet rendre a szemrevételezés és a villamos ellenállás meghatározása követ.

A mondottakat igazolja végül az a tapasztalat, amely szerint a hengerelt huzalok durvahúzásának első lépcsőiben az ún. pikkelyképződés a szokásosnál lényegesen nagyobb mértékű, a keletkező töredék pedig durvaszemcsés és rideg, ha a tuskó eredetileg zárványos, illetve a pikkelyképződés kisebb mértékű és pelyhes állapotú, ha a felület ép volt *(6. ábra)*.

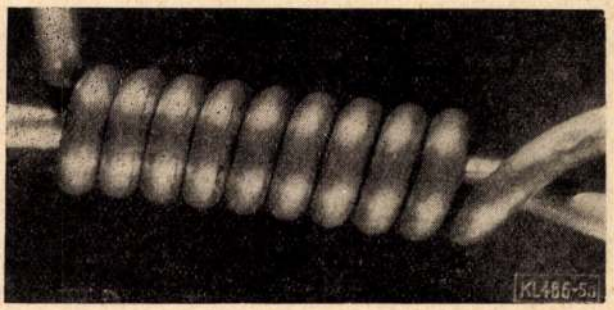
A tapasztalat szerint ez a rideg töredék mind a hengerlésnél, mind a durvahúzás első lépcsőinél

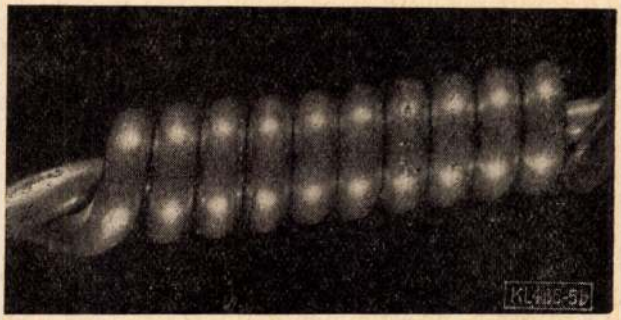


4a ábra. Izzadmány a tuskó felületén

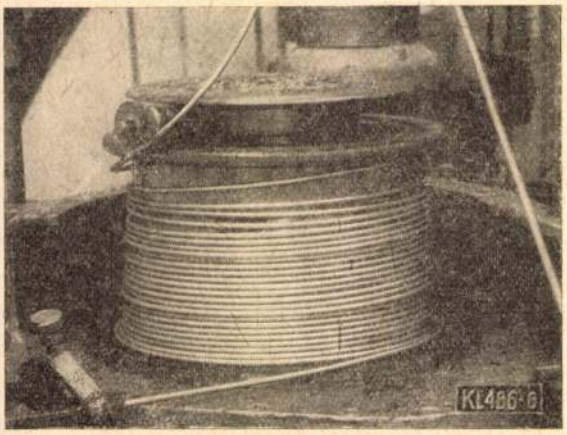


4b ábra. A felületi izzadmány keresztmetszeti szerkezete





5. ábra. Saját átmérőre tekercselt ép és felpattogó felületű huzalok

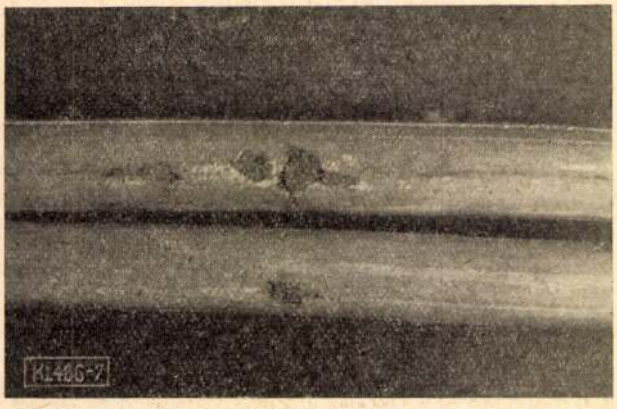


6. ábra. Durvaszemcsés töredék képződése zárványos tuskóból hengerelt huzal húzásának első redukciójánál

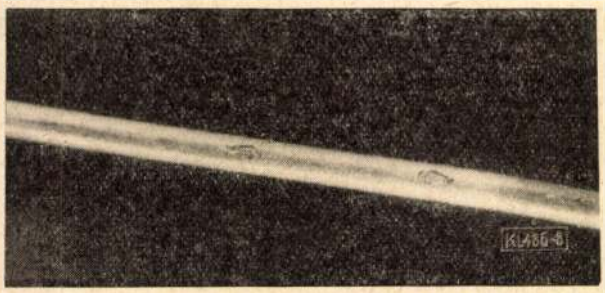
bejuthat az alakító-üregbe is, majd az üreg alakító zónájában benyomódhat a fém még viszonylag lágy anyagába. Ily módon az egyébként ép huzalszakaszok roncsolódása is bekövetkezhet, a huzalok ép keresztmetszete pedig jelentősen lecsökkenhet.

Mint már említettük, a durva zárvány-hibás fémből hengerelt huzal a durvahúzáskor, a zárványtöredékektől megsérült huzal pedig a közép-, illetve a végméretre húzás alkalmával rendszerint el is szakad *(7. ábra)*.

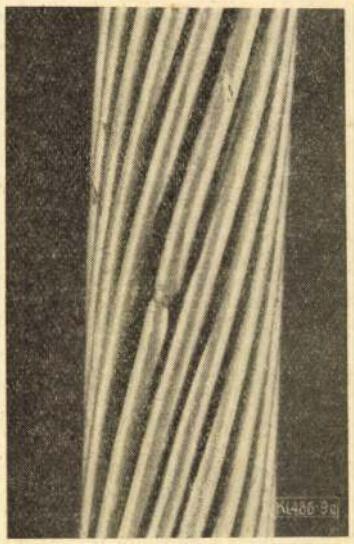
Amennyiben a benyomódott zárványtöredékek méretei kicsinyek, úgy a huzal többé-kevésbé szakadás nélkül is lehúzható, a végméret elérésekor azonban a hibahelynél a huzal keresztmetszete kisebb lesz *(8. ábra)*. A szakadás ilyenkor rend-

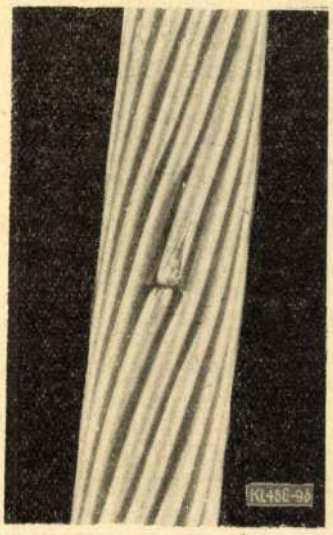


7. ábra. Hengerelt huzalba egy alkotó mentén benyomódott tuskóhiba töredékek



8. ábra. A hengerhuzal felületébe benyomódott, majd a durvahúzás folyamán kipattogott szennyezések okozta hibahelyek (nem szarkaláb!)





9. ábra. A sodrási igénybevétel folyamán kontrahált huzal

szerint a további technológiai műveletek (átorsózás, sodrás, a szigetelés felvitele) folyamán következik be, megszakítva ezáltal a gyártás folyamatosságát *(9. ábra)*.

Az előzőekben vázolt, ún. durva tuskó-hibákon és azok következményein kívül megvizsgáltuk a tuskók egyetlen kristályszerkezetéből eredő egyéb következményeket is.

Ezzel a kérdéssel *Lihl, Nachtigall* és *Piesslinger* [6] és *Feldmann* [7] tanulmányai foglalkoznak.

A huzalok optimális vezetőképességét a tuskók meleghengerlését megelőző 400—500°C-os hőmérsékletű hőkezelés biztosítja [8].

Ez a hőkezelés azonban a tuskók öntött kristályszerkezetét nem változtathatja meg.

Feldmann tanulmánya szerint a hengerlés minden szúrási fokozatához — az anyag fokozatos lehűlése következtében — bizonyos keményedés tartozik. A mérethengerlés befejeztével — amikor a durvahuzal hőmérséklete még jelentős lehet — a környezet hőmérsékletére lehűlő anyag részlegesen kilágyulhat.

Feldmann ezt a gondolatmenetet a hengerelt huzalok eleje és vége közötti — rendszerint koránt-

sem elhanyagolható tulajdonság — különbségek értelmezésére dolgozta ki. Értelemszerűen alkalmazható ez a magyarázat az egyenlőtlen kristályszerkezetű huzal tulajdonság-ingadozásának megokolására is.

A huzalhúzási gyakorlat tapasztalata szerint ui. az alakított fém kilágyulása — adott hőmérsékleten — annál hamarabb következik be, minél nagyobb volt az alakítás mértéke. A hengerlésből kikerülő durvahuzalok hőmérséklete általában 250—300°C, lehűlésük alatt tehát a kilágyulásra lehetőség van. Az egyes szakaszok eltérő kilágyulásából adódó tulajdonság-különbségek létrejöttének minden feltétele adva van.

E kérdés taglalására a további közleményekben még visszatérünk. Mindenképpen indokolt azonban az a követelmény, hogy a hengerlésre kerülő tuskók kristályszerkezete egyenletes legyen, mert csak így biztosítható a hengerelt féltermék teljes hosszában is az egyenletes belső feszültségi állapot.

Összefoglalás

Közleménysorozatunk első részében a kábelipari huzalok és kábelköpeny gyártására felhasznált alumínium-minőségeket ismertettük.

Megállapítható, hogy a végtermék (huzal, köpeny) egyenletes minősége érdekében nem csupán a tuskók zárványmentességét, hanem az öntött szerkezet egyenletességét is biztosítani kell. A huzalok tulajdonság-ingadozásának egyik oka a tuskók öntött szerkezetének egyenlőtlensége. A zárványosság a huzalon felületi hibákat és szakadásokat, a köpenyen pedig porozitást okozhat.

IRODALOM

[1] IEC Publ. 111/1959. és IEC Publ. 121/1960.

[2] Alumínium vezetékhuzalokra vonatkozó jelentősebb külföldi szabványelőírások: ASTM B 230—1960, 231—1960, 314—1690, BS 2627—1961, 2791—1956 + módosítás 1964-ben. CSA C 49—1957, DIN 40 501 Bl. 4 1959., NF C 34—120 1955., SEN 240 801—1961.

[3] *Vassel:* Alumínium, 1960. 145—150. old.

[4] *Laár:* Kohászati Lapok. Öntöde, 1964. 176—178. old.

[5] *Boczor:* Fém. Kut. Közleményei, 1959. III. 113.

[6] *Lihl—Nachtigall—Piesslinger:* Z. Metallkunde, 1960. 580—589. old.

[7] *Feldmann:* Alumínium, 1958. 530—538 és 1959. 13—20. old.

[8] *Zeerleder:* Technologie des Aluminiums. 5. Auflage. Akad. Verlag, Leipzig, 1947.

Hazai fémkohászati hírek

Közös Timföldgyártási és Alumíniumkohászati Szakbizottság-i ülésen kerültek megvitatásra a *timföld kémiai tisztaságának fokozására irányuló intézkedések* gyakorlati tapasztalatai és eredményei. Még a folyó évben hasonló szinten kerül megvitatásra a timföld fizikai tulajdonságainak javítására irányuló kutatási program.

*

Az *Inotai Alumíniumkohóban* befejezéshez közelednek a durvahuzal-öntvehengerlő berendezés beruházási munkálatai. Az üzemi próbákra a folyó év II. negyedévében kerül sor.

*

Ütemszerűen folytatódik a *Tatabányai Alumíniumkohó* oldaltüskés szériájában a sínezési rendszer és az anódok rekonstrukciója.

*

Az elmúlt évben lefolytatott eredményes kísérletek alapján a *Székesfehérvári Könnyűfémmű* 1967-től kezdődően gyárt AlMgSi 0,5 típusú sajtolt profilokat min. 25 kp/mm²-es és az AlMgSi 1 típusúakat min. 32 kp/mm²-es szakítószilárdsággal.

*

A *Kőbányai Könnyűfémmű* pigment üzeme az 1966-ban megvalósított fizetési mérlegjavító beruházás eredményeképpen fokozza az alumínium-pigment gyártását. A termék jelentős részét exportálják. (ROI)

Egyesületi hírek

Az *Inotai Alumíniumkohó helyi csoportja* szeptember első felében vezetőségi ülést tartott, amelyen az őszi rendezvények előkészítésével foglalkozott. (LT)

*

Inotán szept. 26-án *Abaffy Károly* kutatási osztályvezető előadást tartott a félfolyamatos timföldadagolási kísérletekről. Erre az előadásra az Ajkai és Tatabányai Alumíniumkohó helyi csoportját is meghívták. (LT)

*

Az *Inotai csoport* részt vett a szept. 23-i budapesti előadáson, amelyet *dr. Fritz* drezdai orvosprofesszor tartott a csontfluorózis kérdéseiről. (LT)

*

Az *Inotai csoport* nov. 25-én egész napos *ankétot* tartott a Properzi-huzalgyártás témakörében. Ennek keretében az alábbi két előadás hangzott el: *Eberhardt Kannegiesser:* Properzi 7 típusú huzal-öntőhengerlő berendezés üzembehelyezési tapasztalatai Hettstedtben és *Laár Tibor:* A Fémkutató Intézet külföldön végzett Properzi kísérletei.

Az ankéton részt vettek az alumíniumipari vállalatok helyi csoportjainak, valamint az Alumíniumipari Trösztnek, a Magyar Kábel Műveknek és a Csepeli Fémműnek küldöttei. (LT)

*

Egyesületi hírek

A *Fémkohászati Szakosztályunk* jan. 25-én *vezetőségi ülést* tartott. Jelen voltak: *dr. Gyulay Zoltán* egyesületi elnök, *Lomniczy Dezső* szakosztályi elnök, *Laár Tibor* titkár, *Katona Éva, Kövess Elemér, Kolosy Ernő, dr. Lányi Béla, Lados Balázs, Ötvös Dániel, Szakál Pál, Szalay Jenő, Vörös Csaba, Zachár László* szakosztályvezetőségi tagok.

Lomniczy Dezső elnök az ülés megnyitása után tájékoztatta a vezetőséget arról, hogy a Kohászati Lapok *1967. januári számától kezdődően* a Szakosztály profiljába tartozó cikkek és közlemények *„Fémkohászat"* fejléc alatt jelennek meg. Ismertette a rovat szerkesztési problémáit. Ezután *dr. Gyulay Zoltán* egyesületi elnök a szaksajtóval kapcsolatos korszerű követelményekről beszélt. A Szakosztály vezetőségének kell gondoskodnia arról, hogy a közlemények fedjék a teljes szakmai területet, továbbá tükrözzék a fémkohászat világ és hazai színvonalát. Ennek megfelelően minden szakágból jelenjenek meg rendszeresen elméleti, laboratóriumi és üzemi eredményeket tárgyaló cikkek. Kerülni kell a túlságosan nagy terjedelmű közleményeket, tehát maximálni kell a terjedelmet. A korszerű szerkesztői követelményekhez tartozik, hogy csak a lényeg közlésének elvét érvényesítse, valamint a szabatos, a cikk mondanivalóját jól tükröző kivonat-készítés, ennek idegen nyelvekre való szabatos fordítása a dokumentálás érdekében.

A lappal kapcsolatos vitában *Katona, Köves, Laár, Ötvös, Vörös* vezetőségi tagok vettek részt. A vezetőség megbízta a rovat szerkesztői csoportját, hogy a szerkesztési irányelveket dolgozza ki és a következő szakosztályvezetőségi ülésen terjessze elő megvitatásra.

A *Szakosztály 1967. évi mukatervét Laár Tibor* titkár ismertette. Az előterjesztett munkatervet és költségvetést a vezetőség elfogadta, egyben megbízta a szakcsoportokat, hogy a februárban megtartandó vezetőségi ülésekre a részletes I. félévi ütemtervet készítsék el. A jelenlevők elfogadták azt a javaslatot, hogy Budapesten Alumínium-székházi helyi csoport létesüljön.

A vezetőség elfogadta a Szakosztály ez évi fejlesztési tervjavaslatát is az alábbiak szerint:

1. A Félgyártmánygyártási szakcsoport kiterjeszti előadás- és nagyobb rendezvények szervezésével kapcsolatos szakmai tevékenységét a feldolgozó iparok irányába.
2. A Szakosztály az év folyamán megalakítja a Nemes-és ritkafémkohászati szakcsoportot.
3. A Szakosztály megalakítja az Anyagmozgatási bizottságot és az Anyagvizsgálói bizottságot.

Az utolsó napirendi pont keretében *Lomniczy Dezső* elnök tájékoztatta a vezetőséget az Egyesület jubileumi közgyűlésének szervezési munkáiról. (LT)

*

A *Félgyártmánygyártási szakcsoport* nov. 30-án vezetőségi ülést tartott. Jelen voltak: *Köves Elemér* szakcsoport elnök, *Kóder Frigyes, Jánosi Miklós, Galauner Béla, dr. Tóth Béla, Pais Zoltán, dr. Buray Zoltán, Csizmadia Lajos, Zakar Mihályné, Laár Tibor, Baranyai György, Réfi-Oszkó István.*

A Vezetőség megtárgyalta az 1966. évi munkaterv teljesítését, továbbá az 1967. évi programot. A Vezetőség egyetértett abban, hogy a szakcsoportnak igen sikeres rendezvénye volt a Székesfehérvári helyi csoportnál a *dr. Joó Endre* és *Limpár István* által tartott előadás, amelynek tárgya az alumínium félgyártmányokkal szemben támasztott minőségi kifogások műszaki és jogi vonatkozásai voltak.

Ezt követően a Vezetőség megtárgyalta a dec. 9-i Tuskóöntödei ankét előkészítésével kapcsolatos teendőket. Majd *dr. Buray Zoltán* beszámolt a Varsói Könnyűszerkezeti konferenciáról. Ezzel kapcsolatban a Vezetőség szükségesnek találta a szakcsoport tevékenységének az alumínium feldolgozó iparágak irányába való kiterjesztését és határozatot fogadott el ilyen értelmű javaslatra vonatkozóan, amelyet a következő Szakosztályvezetőségi ülésen kíván előterjeszteni. (LT)

*

A *Félgyártmánygyártási szakcsoport* Székesfehérvári helyi csoportjának rendezésében dec. 9-én *Tuskóöntödei ankétot* tartott. Az ankét előadásai az alábbiak voltak:

1. *Czeke Arisztid:* Korszerű tuskóöntödei kemencék,
2. *Nagy Ernő:* Korszerű tuskóöntő-gépek,
3. *Laár Tibor:* A tuskóminőség hatása az alumínium félgyártmánygyártásra,
4. *Egerszegi János:* Tuskóöntödék programozása.

Az első előadást az előadó távollétében *Kolosy Ernő* olvasta fel. Az egésznapos programot igen nagy érdeklődés előzte meg, amit a megjelent nagyszámú hallgatóság is igazolt. A megjelent 50 résztvevő közül mintegy 20-an vettek részt aktívan az előadásokat követő vitában. Az élénk érdeklődésre való tekintettel egy év múlva a Szakcsoport újabb ankétot rendez a tuskóöntödei tárgykörben. (LT)

*

A Fémkohászati Szakosztályon belül megalakul a *Nemes- és Ritkafém szakcsoport.* A nemes- és ritkafémek szerepe a technikában egyre növekvő jelentőségre tesz szert. Ez a tény teszi indokolttá, hogy a Fémkohászati Szakosztályunk külön Nemes- és Ritkafém szakcsoportot alakítson. A szakcsoport megalakítására febr. 7-én tartott klubdélután keretében az első lépések megtörténtek. Az első megbeszélésen nagy vonalakban rögzítették az alakuló szakcsoport ez évi munkatervét. Megválasztották az új szakcsoport vezetőségét is; elnökké *dr. Várhegyi Győzőt*, a Fémipari Kutató Intézet igazgatóhelyettesét, titkárokká *dr. Laboda Sándort*, az Állami Pénzverő tőtechnológusát és *Szabó Miklóst*, a Ritkafém Tárcaközi Koordinációs Bizottság Titkárságának vezetőjét. (LD)

*

Az *Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó helyi csoportja* szept. 19-én tanulmányi kirándulást rendezett az Inotai Alumíniumkohó megtekintésére. A látogatás alkalmával a vendégfogadók ismertették a vállalatuk legutóbbi években bekövetkezett fejlődését az alumíniumkohászat, a tuskóöntöde, valamint a kutatás területén. (LT)

*

Az *Ajkai csoport* nov. 14-én az Almásfüzitői Timföldgyárba látogatott el tapasztalatcsere céljából. A tanulmányúton 30 fő vett részt. Az üzem megtekintésének bevezetéseképpen *Lázár Ferenc* ismertette az üzem fejlődését és távlati műszaki fejlesztési programját. (LT)

*

A *Tatabányai Alumíniumkohó* helyi csoportja szept. 14-én előadást rendezett. A vállalat 1966—67. évi beruházásairól szóló előadást *Balogh Lajos* tartotta. Az előadáson 20 fő volt jelen. (LT)

*

Nov. 16-án a *Tatabányai csoport* két előadást rendezett. A termelési költségek elszámolása c. előadást *Segesdi József* számviteli osztályvezető, a külföldi tanulmányutakról szóló úti-beszámolót pedig *Sejteri Vjekoszlav* főmérnök tartotta. (LT)

*

A *Tatabányai csoport* aug. 27—28-án a Székesfehérvári Könnyűfémműbe, szept. 16—18-án pedig a Hajdúsági Iparművekbe és a Gördülőcsapágy Művek debreceni gyárába rendezett csoportos tanulmányutat. (LT)

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Ausztráliában újabb *nikkel-lelőhelyre* bukkantak North Queenslandben. Az érc Ni-tartalmát a felszíni próbák és néhány fúrás alapján 1,5—3%-ra becsülik. A telep néhány négyzetkilométer területen helyezkedik el és mintegy 100 mill. t ércet tartalmaz. Ha a végleges felmérések azt mutatják, hogy a közepes Ni-tartalom nem haladja meg a 2%-ot, a helyszínen építenek kohót. 3%-os fémtartalom esetén célszerűbb az ércet Japánba exportálni. (H)

Iron and Steel, 1967. febr.

*

Becslések szerint a következő tíz év során *Rodézia* a világ legnagyobb *ferrokróm-gyártó* országává lép elő. A kohósítás részére az ércet a Great Dyke-i lelőhelyről fogják biztosítani, amelynek tartaléka több billió t nagyságrendű. (H)

Iron and Steel, 1967. febr.

*

Bulgária a jelenlegi ötéves tervében egy *alumíniumhengerművet* és acél-alumíniumcső művet épít évi 15 000 t kapacitással, egy rézlemezhengerművet fólia- és szalaggyártással is egybehangolva 25 000 t évi kapacitással és egy művet ónozott acéllemez gyártásra. (E)

Blech, 1966. 11.

*

Nemrég kezdte meg a termelést a Konini Alumíniumkohó, mely *Lengyelország* legnagyobb fémkohászati létesítménye. Egyelőre csak tömböt és rudat gyártanak. Tervbe vették, hogy a közeljövőben alumíniumhengerművet építenek. (E)

Bleck, 1966. 11.

*

A *Koblenz*-i Kaiser Alumínium Művek metántartály készítő gyáregysége 2000 t vastag alumíniumlemezt rendelt, amelyeknek szélessége 2600 mm. Ez Európában a legnagyobb ilyen jellegű rendelés. Evvel elérik, hogy kevesebb a hegesztés és így lényegesen olcsóbb a tartály előállítási ára. A Standard Oil telepén 40 000 t-s dupla falú tankok is készülnek a cseppfolyós metángáz tengeri szállítására. A vastag lemezeket AlMG4,5 Mn ötvözetből készítik. A lemezgyártás 3600 mm-es melegállványon és 3500 t-s nyújtópadon történik. A tartályban a folyékony metángáz —126°C hőmérsékletű. A tartály hossza 30 m, szélessége 21 m és 20 m magas. Ugyancsak a Kaiser Alumínium Művek szállítják a tartályokhoz szükséges 120 t sajtolt profilt, illetve 140 t alumíniumlemezt szintén AlMg4,5 Mn ötvözetből. (E)

Blech, 1966. 10.

*

Az *International Nickel of Kanada* cég elnökének bejelentése alapján megállapítható, hogy 1966. első félévében, főleg a II. negyedben erősen nőtt a nikkel-felhasználás. A fő felhasználó, illetve vásárló az USA volt. Az eladási ár közel az önköltségi ár. A réz és egyéb fémek forgalma közel azonos az 1965. évivel. A nikkelárak a sztrájkok miatt emelkedtek, ezért számolni lehet a forgalom csökkenéssel. (E)

Blech, 1966. 10.

*

Az Alcoa *új alumínium lemezhengersort* helyezett üzembe az *USA* Indiana államában. Havi termelő kapacitása 9000 t. A gyár öntödéből és hengerműből áll. Folyamatos eljárással téglalap keresztmetszetű tuskót öntenek 88,9 mm/min sebességgel. Az önthető tuskó max. vastagsága 558 mm. Az öntött szálat repülő ollókkal az előírt hosszúságra darabolják. A tuskók felületét Ingersol hántológépeken marják le. A lemart réteg vastagsága 6,35—19,05 mm. Hengerlés előtt a tuskókat külön kemencékben 454°C-ra hevítik fel. Meleghengersoron előhengerelnek 7—9 szúrással, majd az ötvözettől függően a hatállványos folytatólagos sorban hengerelnek tovább. A meleghengersort elektronikus számítógéppel irányítják. A melegen hengerelt 3,1 mm-es szalagot feltekercselik; a hengerlési végsebesség 5 m/s. A folytatólagos hengersoron elhelyezett automatikus vastagság szabályzó lehetővé teszi ±0,005 mm pontosság elérését. A hengerelt termékek egy részét lágyítókemencékben hőkezelik. A kemencebetét 12 db tekercs. Ezeket 16 órán át hőkezelik. A tekercsek ezután a kétszer öt állványos folytatólagos hideghengersorra jutnak, amelyen a szalagot 0,85—0,2 mm vastagságra hengerlik. Ezután a kész szalagok a négy kikészítő sor egyikére kerülnek, itt daraboljják, egyengetik, mossák, szárítják. A kikészítés sebessége 5 m/s. (Z)

Engineer 1966. 335—336. old.

*

1966 júliusában helyezték üzembe *Hollandia* első cca 30 et/év kapacitású *alumíniumkohóját* Delfzijl-ben. Az alumíniumkohó bővítését máris elkezdték és a kapacitását 60 et/év-re fogják növelni. A timföldet Surinámból importálják. (Z)

Metall Bull. 1966. 23. old.

*

A *Pechiney* cég termelése 1965-ben a következő volt:

bauxit	1394 et,
timföld	648 et,
kohóalumínium	272 et.

Timföld üzemeik kapacitását Guineában 520 et-ra, Kamerunban 50,5 et-ra, Gardanneban 1400 t-ra, alumínium kohóik kapacitását 280 et-ra növelték. A cég Ausztráliában timföldgyár és az USA-ban alumíniumkohó építésében vesz részt. Az 1965. évi forgalom elérte az 1966 millió frankot. Ez 15,3%-kal több az 1964. évinél. (Z)

Journal four electr. 1966. 5. 132. old.

*

Jugoszlávia bauxitvagyonát jelenleg 90 millió t-ra becsülik. 1938-ban 400 et bauxitot bányásztak, 1964-ben pedig már 1,4 mill. t-t. 1938-ban 250 t alumíniumot termeltek és 1964-ben 36 200 t-t. (Z)

Georg. pazgl. 1965. 2—3. 128—129. old.

*

Jamaica timföld termelésének jelentős bővítését tervezi az Alcan a következő két évben. A szigeten levő két timföldgyárba 28 mill. dollárt kíván beruházni. Ezzel üzemeinek kapacitását 558 et/évre bővíti. Három amerikai vállalat tárgyalást folytat a Jamaicai kormánnyal egy új (harmadik) timföldgyár építésére. (Z)

Chem. and Eng. News 1966. 25. 26. old.

*

A *lengyelországi skawinai alumíniumkohó* alumíniumtermelésének fejlődése és tervezett bővítése: 1954-ben 5100 t, 1960-ban 25 900 t, 1965-ben 47 300 t és 1970-ben 98 600 t (Z).

Rudi i metalle 1966. 8. 430. old.

*

A *Buenos-Aires-i* Camea üzemben 1965 áprilisában helyezték üzembe az új reverzáló kvartó meleghengérsort alumínium és ötvözött alumínium tuskók hengerlésére. A hengersor termelő kapacitása kezdetben 1200 t/nap volt. A tuskót 300 mm-ről 3 mm-re hengerlik melegen. A munkahenger $\varnothing = 600$ mm, $L = 1600$ mm, a támhenger $\varnothing = 1000$ mm, $L = 1600$ mm.

A kiindulási tuskó mérete: 300×1050 és 1400 mm. A tuskó súlya: 1200 kg. A szalagokat 1300 mm szélességig hengerlik. A meleghengersor hengerállító berendezése Nouvelle Spidem típusú. Ez magába foglalja a 0,04 s alatt működésbe lépő biztonsági berendezést is. (Z)

Rev. Aluminium 1966. 217—219. old.

*

Az *ón árának csökkenése* következtében Angliában 1%-kal csökkent az üres konzervdobozok ára. (R)

Steel Times, 1966. nov. 4.

*

A *franciaországi* Societe Aluminium Európe üzemben felállított berendezések. A henger- műben 2 db nem reverzáló hideg kvartó állvány működik. Az első kvartó hengersoron 0,04—0,8 mm vastagságig és 600—1280 mm szélességig szalagokat hengerelnek. Hengerlési sebesség max. 10 m/s. A hengersor hajtómotorjának teljesítménye 300 kW. A csévélők motorjának

teljesítménye 80 kW. A második kvartó soron 2 × 0,08 × × 0,5 mm vastagságú és 600—1280 mm szélességű fóliát hengerelnek. A hengersor hajtómotorjának teljesítménye 250 kW, a csévélő motorok teljesítménye 30 kW. (Z)

ACEC Rev. 1966. 15—23. old.

*

Japánban új fólia hengersort helyeztek üzembe 5 mikron vastagságú és 1050 mm szélességű fólia gyártására. A hengersort többnyire 7 mikronos fólia hengerlésére fogják használni. A kvartó hengersor állványa előfeszített és a hengerek mérete 185/470 × 1270 mm. A kiindulási előtermék max. vastagsága 2 mm. A hengersor felszerelése: 1. a hengerlési vonal pontos beállítását végző műszer, 2. a kész fólia tekercsek gyors és könnyű levételére szolgáló berendezés, 3. a fólia félcsévélési tengelyének pontos beállítását biztosító berendezés, 4. fólia selejt vizsgáló készülék, amely a szakadást és a porozitást határozza meg, 5. a henger alakját szabályozó berendezés (vastagság szabályozó), 6. a hengerek hűtésének távirányítású vezérlő berendezés, 7. gyors hengercserélő berendezés. (Z)

Look Japan. 1966. 8—9. old.

*

A *francia alumíniumipar* a negyedik ötéves tervet 1965-ben fejezte be a következő eredményekkel: kibányászott bauxit mennyisége 2,4 mill. t, timföld termelés 750 et.

1965 végére a timföldgyárak kapacitását 870 et-ra bővítették.

A kohóalumínium termelés cca 300 et. A kohók kapacitását 335 et/évre növelték. Franciaország évi kohóalumínium szükséglete 365 et. Az ötödik ötéves fejlesztési terv szerint az alumínium felhasználás 7%-os évi növekedésével számolnak. 1970-re a felhasználás eléri a 660 et-ás szintet, a kohóalumínium termelés pedig a 487 et-t. A hiányzó 113 et-t alumínium hulladék felhasználásával kívánják pótolni. A bauxit kitermelés 1970-re 2,7 mill. t-ra növekszik, miközben a SiO_2-tartalom átlagosan 6%-ról 8%-ra nő. A bauxit import eléri majd a 300 et-t, melyből 275 et-t Ausztráliából kívánnak behozni.

1970-re a timföldgyárak termelő kapacitását 1,03 mill. t/év-re bővítik. (Z)

Journal four electr. 1966. 125—131. old.

*

Olaszország alumíniumiparának termelése 1965-ben 1964-hez viszonyítva 213 et-ról 231 et-ra, vagyis 8,5%-kal növekedett. Félgyártmány előállítása 1965-ben: lemez 77 et, ebből fólia 12 et, idom és cső 28,8 et, huzal és kábel 5,7 et, kovácsolt áru 0,5 et. öntvény 75 et, dezoxidálásra 5 et, porokra és pasztákra 2,5 et.

Félgyártmányokból ezenkívül 23 500 t-t exportáltak. A félgyártmány felhasználásának megoszlása: közlekedés 75 et, gépgyártás 14 et, villamosipar 11 et, építőipar 20 et, vegyipar 2,5 et, csomagolóipar 16,5 et, tömegcikkipar 13 et, porok 1 et, kohóipar 5 et, egyéb iparágak 13,5 et. A nyersalumínium felhasználás 2,53 kg/fő. Az alumínium félgyártmány felhasználás 1,30 kg/fő (Z).

Alluminio e nuova metallurgia 1966. 307—310. old.

*

1966-ban az előző évhez képest kereken 9%-kal, 5,6 mill. t-ra emelkedett a *tőkés országok alumínium termelése*. A szocialista országok termelésével együtt kb. 7 mill. t volt az 1966. évi hutaalumínium termelés. Az elmúlt évben Hollandia és Görögország is az alumínium termelő országok sorába lépett, így jelenleg már 29 országban termelnek alumíniumot.

*

Az *USA hutaalumínium termelése* 1966-ban 2,7 mill. t-t tett ki. A szükséglet azonban ennél is nagyobb volt, amit importtal elégítettek ki.

*

Latin-Amerikában is tervbe vették az általános iparosítással együtt az *alumínium ipar kifejlesztését*. 1966 ban az alumínium fogyasztás 181 ezer t volt.

*

Japánban 1966-ban 336 ezer t hutaalumíniumot állítottak elő, 1967-re a kapacitást 400 ezer t-ra tervezik.

*

Kanadában 1966-ban kb. 820 ezer t hutaalumíniumot termeltek. Ebből legtöbbet az Alcan konszern kohói állítottak elő, melyek kapacitását 1967-re 880 ezer t-ra emelik fel.

*

A *NSZK-ban* a *hutaalumínium termelése* 4%-kal, 244 ezer t-ra emelkedett. Az ország nyersanyag fogyasztása 597 ezer t volt. A félkész termékek termelése 14%-kal, 365 ezer t-ra nőtt, míg az alumínium öntvényeké 8 ezer t-val 178 ezer t-ra csökkent, mivel az öntvényfogyasztók készleteiket leépítették. Az alumínium belföldi felhasználása 5%-kal emelkedett.

*

Franciaországban 284 ezer t *hutaalumíniumot* használtak fel, kereken 14%-kal többet mint 1965-ben.

*

Anglia hutaalumínium termelése 5%-kal, 38 ezer t-ra nőtt. Az import 8%-kal 344 ezer t-ra emelkedett. Az importban Norvégia részesedése 32%-ot ért el. Több új félkésztermék üzem kezdte meg működését, a meglevőket pedig korszerűsítették. A félkész termékek gyártása 434 ezer t-ra emelkedett az elmúlt évben.

*

Olaszországban két új alumínium félkésztermék gyár kezdte meg a működését. A kohók kapacitása 1966 végén 140 ezer t-ra bővült, azonban a termelés csak 128 ezer t volt.

*

Belgium nem állít elő hutaalumíniumot, de az NSZK, Anglia és Franciaország után Belgium a negyedik legnagyobb félkészterméket előállító ország Európában. Az 1965. évi kereken 126 ezer t-val szemben 1966. I. félévében már 88 ezer t félkészterméket állított elő.

*

Svédország termelése változatlanul 30 ezer t *hutaalumínium* volt. Az alumíniumkohók kapacitását 1967-ben 50 ezer t-ra becsülik.

*

Ausztriában 81 ezer t *hutaalumíniumot* állítottak elő. Félkésztermékből 35 ezer t-t termeltek.

*

Svájcban az *alumínium kohók termelése* 69 ezer t-ra volt tehető. A felhasználás az előző évi 71 ezer t-s szinten maradt.

*

Spanyolországban 68 ezer t *hutaalumíniumot* termeltek. 1970-ig a kapacitás 129 ezer t-ra tervezik felemelni.

(LD)

KPI Sajtószemle 1967. jan.

KOHÁSZATI lapok



100. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

5. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 100. ÉVFOLYAM • 193—240. OLD. • BUDAPEST, 1967. 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, 318-928

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

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztő:
DR. PILISSY LAJOS
RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
ÁRKOS FRIGYES
BALÁZS FÜLÖP
CHAPÓ ELEK
CSEH MIKLÓS
DR. HAJTÓ NÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
DR. LÁNYI BÉLA
MARCZIS LÁSZLÓ
NAGY ZOLTÁN
PINTÉR ANDRÁS
DR. PÖCZE LÁSZLÓ
RÉFI-OSZKÓ ISTVÁN
ROMWALTER ALFRÉD
SELMECI BÉLA
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÁRHELYI REZSŐ

Felelős kiadó:
SALA SÁNDOR
igazgató

MEGJELENIK HAVONKÉNT

Index: 25,445

TARTALOM

Dr. Verő József: A folyási határ növelésének kérdése a korszerű elmélet tükrében .. 193
Altnéder János: A Dunai Vasmű fenéktüzelésű mélykemencéinek fajlagos hőfogyasztása .. 201
Sziklavári János: A folyamatos öntés kristályosítói .. 207
Horváth János: Acélhengerműveink általános helyzete .. 211
Bolgár Gábor: Spektrográfiai vizsgálatok a tűzállóanyagiparban .. 217

FÉMKOHÁSZAT

Bartsch Ottó: Az alumíniumkohók villamosenergia felhasználása .. 228
Dr. Pőcze László: Ritkaföldfémek és felhasználásuk a korszerű iparban .. 231
Dr. Bújdosó—Miskei—Ormos: Néhány nyomszennyező meghatározása nagytisztaságú galliumban és galliumarzenidben neutronaktivációs analízissel .. 236
A vaskohászat rövid hírei .. 206
Jubileumi rovat .. 216
Egyesületi hírek .. 219
1966. évi pályázatok értékelése .. 222
Szakcikkek írásának korszerű szempontjai .. 223
Könyvismertetés .. 234, 240
Műszaki és gazdasági hírek .. 225
Szabványosítási hírek .. 210, 226, 240

ÖNTÖDE

Dr. Vereskői János: Különböző nyersvasakból készült öntöttvas próbák lineáris duzzadása, zsugorodása és hatásuk az öntvényekben keletkező belső feszültségek nagyságára .. 97
Robert Wlodawer: A modulus hatása a szürkevas öntvény szövetének néhány tulajdonságára .. 103
Lapszemle .. 111
Szende György: Keramikus formázókeverékek vizsgálata .. 112
A 34. Nemzetközi Öntödei Kongresszus tájékoztatója .. 115
Szakosztályi hírek .. 116
Külföldi hírek .. 118
Könyvismertetés .. 119

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft.

KOHÁSZATI LAPOK
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.
67.5., 4134 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.
Csekkszámla-szám: egyéni 61.254, közületi 61.066 (vagy átutalás a MNB 8. sz. folyószámlájára)
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62.

KOHÁSZATI LAPOK 1967. 5. sz.

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р Й. Вэро: **Вопрос увеличения предела текучести в освещении современной теории ..... С 193**

Пределы пругости или текучести, определяющие статическую нагружаемость конструкционных сталей можно повышать двумя путями: ограничением свободного пути, возможности движения дислокаций или увеличением удельного сопротивления ползучести. Свободное движение дислокаций можно ограничить уменьшением величины зерен феррита, утончением структуры пластинчатого перлита, увеличением плотности дислокаций, т. е. холодной деформацией, а также достаточно тонко распределяющейся дисперсией какой-то твердой фазы. Удельное сопротивление ползучести можно повышать увеличением шероховатности поверхности скольжения, встроением в решетку атомов субституционно или интерстиционно растворяющихся элементов. Описание и объяснение уже достигнутых результатов в увеличении предела текучести, также возможное дальнейшее развитие этого вопроса.

Й. Алтнедер: **Удельный расход тепла колодцев, отопливаемых через дно на заводе Дунаи Вашмю ..... С 201**

Описание отопливаемых через дно колодцев, снабженных керамическими рекуператорами. Факторы, изменяющие удельный расход тепла. Тепловой баланс колодца. Расчет полезного тепла, потерей через стенки, потерей излучением и выбиванием пламени. Расчет удельного расхода тепла в зависимости от температуры нагрева слитка, суммарного времени нагрева и веса садки с помощью диаграмм.

Й. Сиклавари: **Кристаллизаторы непрерывной разливки ..... С 207**

Процессы, происходящие в кристаллизаторе при непрерывной разливке стали. Влияние стабильного кристализатора с непрерывным и периодическим вытягиванием слитка, а также подвешенного на пружинах кристаллизатора с поступательно-возвратным движением и непрерывным вытягиванием слитка на величину поверхности липкого трения слитка. Роль фактора липкого трения на возникновение поверхностных надрывов слитка. Целесообразные методы воздействия на излучаемое количество тепла.

Й. Хорват: **Производство прокатных цехов в 1960—1965 годах ..... С 211**

Статья анализирует, каким образом можно повышать производительность и улучшать качество при уменьшении расхода материалов и внутризаводских затрат на действующих заводах и станах с применением ограниченных материальных средств, за счет изменения технологии, организации труда и технического развития. Цель третьего пятилетнего плана.

Г. Болгар: **Спектрографические испытания в промышленности огнеупорных изделий ..... С 217**

Классические методы анализов в большинстве случаев не дают возможности оперативно вмешивается в процесс производства, так как они потягиваются по времени. Серийные опыты для быстрого спектрографического анализа материалов с высоким содержанием окиси магния. Испарение материалов с помощью дуговозбуждения переменного тока после размелчения на соответсвующую фракцию зерен и смешивания спектральным графитом и нитратом бария. В качестве постоянных можно воспользоваться с одной стороны линиями присуствующего магния, с другой сторони линиями бария.

О. Барч: **Расход электроэнергии алюминиевых печей ..... С 228**

Суммарная потребность в электроэнергии. Положение по удельному расходу. Влияние размеров печей.

Л. Пёце: **Редкоземельные элементы и их применения в современной промышленности ..... С 231**

Важнейшие месторождения редкоземельных элементов. Обобщение положения мирового производства, различных промышленных применений элементов и образования цен на мировом рынке. Отечественные потребности.

Д-р Э. Буйдошо—М. Мишкеи—Д. Ормош: **Определение некоторых примесей в сверхчистом галлии и арсениде галлия с помощью нейтронактивационного анализа ..... С 236**

Исследование примесей серебра, кобальта, железа, индия и цинка в галлии и арсениде галлия активационным анализом. Использование экстракции, ионнообменной крометографии и дистиляции для разделения элементов. Способ разделения, чувствительность и точность метода; полученные результаты.

На журнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, аилн зазать отдельные номера для заграничных читателей у организации: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149, Венгрия.

INHALT

Verő, J. Dr.: **Das Steigerungsproblem der Fliessgrenze im Spiegel der zeitgemässen Theorie** ... S 193

Die statische Belastbarkeit, d. h. die Elastizitäts- und Fliessgrenze der Baustähle kann durch Abkürzung der freien Weglänge der Versetzungen oder aber durch Erhöhen des spezifischen Gleitwiderstandes gesteigert werden. Die Bewegungsfreiheit der Versetzungen kann durch feinere Korngrösse, durch geringeren Lamellenabstand im Perlit, durch Erhöhen der Versetzungsdichte als Folge einer Kaltverformung oder durch fein verteilte harte Einschlüsse eingeschränkt werden. Der spezifische Gleitwiderstand kann durch Einbau von Fremdatomen in das Gitter erhöht werden. Ausser den bereits erzielten Ergebnissen wird auch auf die als möglich oder wahrscheinlich erscheinende künftige Entwicklung hingewiesen.

Altnéder, J.: **Der spez. Wärmeverbrauch der bodenbeheizten Tieföfen im Donau-Eisenwerk** ..... S 201

Beschreibung der bodenbeheizten Tieföfen mit keramischen Rekuperatoren. Die Faktoren des Wärmeverbrauches und die Wärmebilanz der Öfen. Berechnung der Nutzwärme, der Wandverluste, der Stahlungsverluste und der Ausflammverluste. Berechnung des spez. Wärmeverbrauches in Abhängigkeit von der Blokkübergabezeit (Blokktemperatur) und von der Gesamtzeit der Erhitzung, mit Hilfe von Diagrammen.

Sziklavári, J.: **Die Kristallisatoren der Stranggiessanlagen** ..... S 207

Die in dem Kristallisator sich abspielenden Vorgänge während des Stranggiessens. Die auf die Grösse der Reibfläche des Stranges ausgeübte Wirkung, und zwar einerseits in den feststehenden Kristallisatoren, anderseits in den sich auf und ab bewegenden und federnd befestigten Kristallisatoren. Der zur Entstehung eines Oberflächenrisses gehörende Haftreibungskoeffizient, z_s. Ein Kristallisator aus Kettengliedern. Die Beeinflussungsmöglichkeit der durch Strahlung abgeführten Wärmemenge.

Horváth, J.: **Die Produktion der ungarischen Walzwerke in den Jahren 1960—1965** ..... S 211

In den vorhandenen Walzwerken konnte die Steigerung der Produktivität, der Qualität und die Verminderung des Einsatzes und der Gestehungskosten durch eingeschränkte Investitionen, durch Verbesserung der Technologie und durch entsprechende Arbeitorganisation erreicht werden. Die weiteren Zielsetzungen in der Periode des III. Fünfjahrplanes.

Bolgár, G.: **Spektrographische Untersuchungen in der Feuerfestindustrie** ..... S 217

Die klassischen Bestimmungsmethoden lassen einen schnellen Eingriff während des Erzeugungsablaufes meistens nicht zu, da die Methoden zeitaufwändig sind. Beschreibung der Versuche zur spektrographischen Schnellanalyse von MgO-haltigen Materialien. Die Verdampfung dieser Materialien mit Hilfe eines Wechselstrom-Bogenerregers nach entsprechender Vermahlung und Vermischung mit Spektralgraphit und $Ba(NO_3)_2$. Als Standard kann einerseits die vorhandene Mg-Linie, anderseits die Ba-Linie verwendet werden.

Bartsch, O.: **Sämtlicher Energiebedarf** ..... S 228

Gestaltung des spezifischen Verbrauches. Einfluss der Ofengrösse.

Pőcze, L.: **Die seltenen Erden und ihre Anwendung in der Industrie** ..... S 231

Die wichtigsten Vorkommen der seltenen Erden, ihre Welterzeugung und Anwendung in den verschiedenen Industriezweigen. Die Preisgestaltung der seltenen Erden im Welthandel. Die einheimischen Amsprüche.

Bujdosó, E. Dr.—Miskei, M.—Ormos, Gy.: **Bestimmung einiger Spurenverunreinigungenin Gallium und in Galliumarsenid mit der Neutronenaktivierungs-Analyse** ..... S 236

Untersuchung der Silber-, Kobalt-, Indium-, Zink-Spurenverunreinigungen von Gallium und Galliumarsenid mit der Aktivierungs-Analyse. Benützung der Extraktion, der Kromatographie mit Ionenaustauscher und der Destillation zur Abscheidung der Elemente. Empfindlichkeit und Genauigkeit der Methoden und die erhaltenen Ergebnisse.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummern nach Ausland an der Adresse KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

CONTENTS

Dr. Verő, J.: **Modern theoretical questions of the increase of the yield point** ..... **P 193**

The limit of static loading of constructional steels, i. e. their yield point can be raised either by shortening the free path of dislocations or by increasing the specific resistance to translation. The free path of dislocations becomes shorter, if the grain size of ferrite and the width of the lamellae in pearlite is decreased, if the diclocation density is increased by cold work or if there is a fine dispersion of hard particles in the matrix. The specific resistance to gliding can be raised by roughening the gliding planes by inserting substitutional or interstitial foreign atoms into the lattice. In addition to the already existing achievements the possible and probable future development is briefly pointed out.

Altnéder, J.: **The specific heat consumption of bottom fired pit furnaces in the Duna Ironworks** ..... **P 201**

Description of the bottom fired pit furnaces with ceramic recuperators. Factors influencing the specific heat consumption. Heat balance of the pit furnace. Calculation of the useful heat, of the wall losses, radiation loss and flaming loss. Calculation of the specific heat consumption as a function of the ingot delivery time (ingot temperature), total heating time and charge weight with the aid of charts.

Sziklavári, J.: **The molds of the continuous casting process** ..... **P 207**

The processes occurring in the mold during the continuous casting of steel. Influence of the fixed mold with continuous and intermittent drawing of the strand and of the oscillating spring-attached mold with continuous drawing of the strand on the size of the surface adhering by friction. Role of the frictional adherence factor z_s on the occurrence of superficial tearing. The mold with chain elements. Methods of influencing the heat transferred by radiation.

Horváth, J.: **Development of the production of our steel rolling mills between 1960 and 1965** ..... **P 211**

Description of the productivity and quality increase to be gaines in the rolling mills of existing plants with the employment of limited material resources by technological changes, work organization and development with a simultaneous decrease of material consumption and expenditure. Presentation of the aims of the IIIrd Five Year Plan.

Bolgár, G.: **Spectrographic testing in the refractories industry** ..... **P 217**

The classical methods of analysis usually do not permit a prompt intervention during production, since the analyses require considerable time. A series of experiments is presented for the spectrochemical rapid analysis of materials with a high MgO content. The substances are evaporated with an a. c. Arc exciter after grinding to a suitable grain size and mixing with spectral graphite and Ba $(NO_3)_2$. The bands of the MgO present and of Ba may be used as internal standards.

Bartsch, O.: **Electric energy consumption of aluminium smelters** ..... **P 228**

Total energy requirements. Development of the specific consumption. Influence ot furnace size.

Pőcze, L.: **The rare earth metals and their industrial uses** ..... **P 231**

The most important occurrences of the rare earth metals. Summarizing the state of the world production, the various industrial uses of the rare earth metals and the international price development. The Hungarian requirements.

Dr. Bujdosó, E.—Miskei, M.—Ormos, Gy.: **Determination of some trace contaminants in high purity gallium and gallium arsenide by neutron activation analysis** ..... **P 236**

The determination of the trace contaminants silver, cobalt, iron, indium and zinc by activation analysis. Separation of the elements by extraction, ion exchange chromatography and distillation. The method of separation, the sensitivity of the method, results.

Subscriptions for the journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers from abroad should be sent to the following address: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149 Hungary.

Die Zeitschrift Kohászati Lapok (Zeitschrift für Hüttenwesen) ist bei unten angegebenen Adressen in Ausland bestellbar:

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20. Denmark
Akateeminen Kirjakauppa Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bataliere, France
Swets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergracht 477—487 Holland
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. India
Lepac Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanada Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovenska Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo, Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweiz
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

100. évfolyam **5. szám** 1967. május

A folyási határ növelésének kérdése a korszerű elmélet tükrében

Dr. VERŐ JÓZSEF egyetemi tanár

DK 669.14.018.29 : 539.371.620.1

A fémek és ötvözetek szilárdságának növelése, helyesebben a már ismerteknél teherbíróbb anyagok előteremtése már hosszú ideje napirenden levő probléma. Műszaki és gazdasági szempontok ezt a törekvést eléggé megokolják. Az ilyen irányú tevékenység több évtizeden át tisztán empirikus volt; a legutóbbi két évtizedben azonban a fémek szerkezetét és tulajdonságait már sikerült annyira megismernünk, hogy nemcsak a már elért eredményeket értelmezhetjük és értékelhetjük, hanem szinte a jövőbe tekintve, a még remélhető fejlődésről is alkothatunk képet.

Elvben minden fémre és ötvözetre érvényes ugyan, amit a szerkezet és a mechanikai tulajdonságok összefüggéseiről elmondok, a következőkben mégis a legfontosabb szerkezeti anyagnak, a vasnak és acélnak adatait fogom az összefüggések szemléltetésére; még ezek közül is csak a ferrites állapotú vasötvözeteknek a közönséges hőmérsékleten érvényesülő tulajdonságait tartom szem előtt. Ez az erős korlátozás szükségesnek látszik, hogy a különböző fémekre vonatkozó adatok sokasága az összefüggések lényegét el ne homályosítsa.

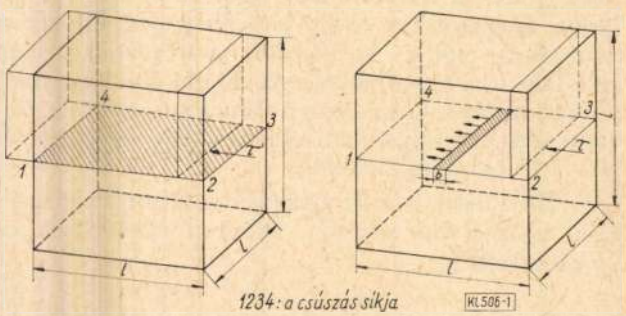
Az álló és mozgó szerkezetek méretezésének egyik fontos elve tudvalevően az, hogy a rájuk ható terhelő erők maradó alakváltozást nem okozhatnak. Ennek megfelelően a statikusan igénybevett szerkezeti anyagok terhelhetőségének határát a rugalmassági határuk jelenti; ezt a gyakorlatban sokszor helyettesíti a könnyebben meghatározható 0,2%-os határ, vasötvözetek esetében pedig a folyási határ. Amikor nagyobb szilárdságú szerkezeti anyagot, acélt mondunk, voltaképpen nagyobb rugalmassági vagy folyási határú anyagot kell értenünk. Amikor pedig a szilárdság fokozásának lehetőségeit akarjuk számbavenni, azt kell megvizsgálnunk, hogy a figyelembe vehető jelenségek és körülmények miképpen változtatják meg azt a feszültséget, amely a transzlációs mechanizmussal végbemenő maradó alakváltozást megindítja.

A „nagy szilárdságú" jelző értelme az idők folyamán természetesen változott, de ma sem jelenti minden körülmények között ugyanazt. A feltétel nélkül hegeszthető acélfajták közül az olyan, amely 50—60 kp/mm² folyási határa van, ma is nagy szilárdságúnak nevezhető. Szűkebb értelemben azonban ma inkább olyan acélt nevezünk nagy szilárdságúnak, amelynek 200 kp/mm²-nél is nagyobb folyási határa van, feltéve, hogy a szerkezeti anyagoktól megkívánható szívóssága is megvan.

A diszlokációk szerepe

Azt a feszültséget, amely tökéletesen ép rácsszerkezetű fémkristályt maradó alakváltozásra birhatna, a rugalmassági moduluszokban kifejezésre jutó rácserőkből, az atomok térbeli illeszkedésének figyelembe vételével kiszámíthatjuk. Ilyen számítás a különböző rácsszerkezetű fémek kristályainak rugalmassági határát 0,03—0,10 E, illetve 0,07—0,25 G értékben adja meg; a színvaskristályok rugalmassági határa a számítás szerint 0,10 $G = 850$ kp/mm² [9]. A reális vaskristályokat ennél lényegesen kisebb feszültség már maradó alakváltozásra birja: nagyon tiszta vaskristályban 3 kp/mm², nagyon durva szemnagyságú polikristallin vaspróbában pedig 8—12, középértékben tehát 10 kp/mm² feszültség már megindítja a transzlációs mechanizmust, a maradó alakváltozást [10].

A vaskristályok elméleti rugalmassági határa tehát több, mint két nagyságrenddel nagyobb a reális kristályokon megfigyelhető értéknél. Ennek a nagy különbségnek az a magyarázata, hogy a reális kristályokban mindig van nagy számú, diszlokációnak nevezett szerkezeti hiba. Anélkül, hogy a diszlokációkra vonatkozó hatalmas ismeretanyag részleteivel foglalkoznék, az *1. ábra* alapján a diszlokációknak csupán a transzlációs mechanizmusban való közreműködését világítom meg.



1. ábra. A transzláció kezdetének értelmezéséhez, a baloldalon hibátlan rácsú, a jobboldalon diszlokációt magában foglaló kristályrészben

Az ábra egy vaskristályból kivágott, l oldalélű kockát tüntet fel. Ha a kocka anyaga hibátlan rácsszerkezetű, akkor a baloldali vázlat szerint a kocka felső felének az alsóhoz képest a vékonyabb vonallal rajzolt helyzetbe való elcsúsztatásához a vonalkázással jelölt l^2 nagyságú felületen működtetnünk kellene az elmélet kívánta 0,10 G nagyságú feszültséget. Ha azonban a csúszás síkjában a vonalkázással jelölt helyen (a jobb oldali vázlaton) diszlokáció is van, akkor az elcsúszás egyszerre csak a diszlokáció elfoglalta bl nagyságú részen következik be, a szükséges feszültséget is csak ezen a felületen kell működtetnünk. Az l^2 nagyságú teljes felületen az elcsúszás úgy jön létre, hogy a diszlokáció a nyilak irányában végigvándorol a felületen. Végeredményben tehát az a feszültség, amely csak a bl méretű részen okozhatna transzlációt, a teljes l^2 nagyságú felületen idézi elő ezt a jelenséget. A diszlokációt magában foglaló kristályrészben tehát olyan feszültség is megindítja a transzlációt és evvel a maradó alakváltozást, amely $bl:l^2$ arányban kisebb az elmélet kívánta értéknél [14]. Ennek megfelelően az 1. ábra jobb oldali vázlatában feltüntetett transzlációt az elmélet kívánta 0,1 G helyett a

$$\sigma_F = 0{,}1G\frac{b}{l} \qquad (1)$$

feszültség indítja meg. b az atomok távolságát jelenti a rácsban a csúszás irányában, ez a méret a rácselem méretével természetesen arányos.

A b/l tört számértéke szabja meg, hogy a reális kristályokat az elméletileg szükséges feszültségnek hányadrésze indítja maradó alakváltozásra. A tört számértéke általában 0,001—0,01, a színvasra vonatkozóan a már említett adatok felhasználásával 3:850 = 0,0035 nagyságúnak adódik. A vas rugalmassági és folyási határát a diszlokációk tehát az elméletinek mintegy háromszázad részére csökkentik.

Ebből az következik, hogy a vasötvözetek teherbírásának, folyási határának növelése céljából a diszlokációk hatását kell mérsékelnünk. Ezt avval érhetjük el, hogy a diszlokációk mozgását korlátozzuk, rövidítjük a szabad útjuk hosszúságát, vagy pedig a csúszási síkok „érdesítésével" megnöveljük a transzlációval szemben érvényesülő, súrlódás jellegű fajlagos csúszási ellenállást.

A diszlokációk csak ép, hibátlan rácsrészben mozoghatnak zavartalanul; mozgásuk közben teljesen megakadnak vagy legalább megváltozik a mozgásuk módja, ha akadályba ütköznek. Ilyen akadály: 1. a kristályhatár, 2. valami jóval nagyobb folyási határú, keménységű fázis kristálya és 3. valami más kristálysíkban elhelyezkedő diszlokációval való összekapcsolódás.

Ha a diszlokációk mozgását a felsorolt jelenségek valamelyike zavarja, akkor a vasötvözet folyási határa a

$$\sigma_F = \sigma_0 + \Delta\sigma \qquad (2)$$

képlettel kifejezhető módon nagyobb lesz. σ_0-lal a diszlokációknak lehetőleg szabad mozgásakor érvényesülő folyási határt jelöljük, amely [10] szerint $\sigma_0 = 10$ kp/mm². $\Delta\sigma$ pedig a folyási határ növekedésének mértéke. A következőkben $\Delta\sigma$-nak az egyes jelenségekhez tartozó értékeiről lesz szó.

A diszlokációk lefékeződésének következménye

Bármely mozgó diszlokáció a kristály határát csak megközelítheti, de azon nem léphet át. Ennek következtében a szemnagyság csökkenése rövidíti a diszlokációk mozgásának szabad úthosszúságát és evvel növeli a fém vagy ötvözet rugalmassági és folyási határát [15]. Bár a jelenséget korábban is megkísérelték a diszlokáció-mechanikával értelmezni, lényegében mégis empirikus eredménynek kell tekintenünk azt a megállapítást, hogy a polikrisztallin fémek több mechanikai tulajdonsága, köztük a vas folyási határa is az átlagos szemcseátmérő négyzetgyökével fordítva arányos [4]. A szemnagyság eszerint

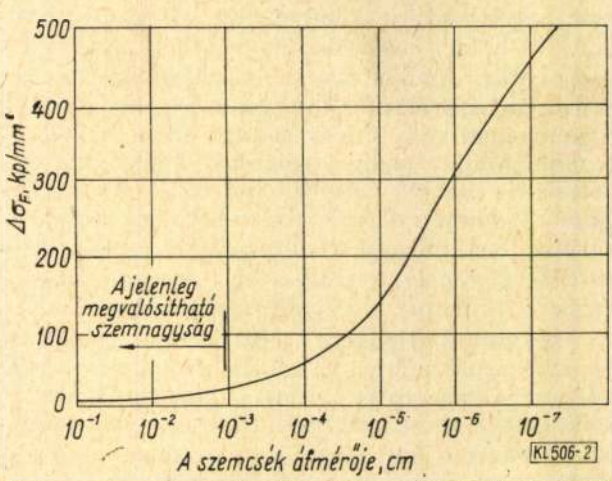
$$\Delta\sigma = \frac{k}{\sqrt{d}} \qquad (3)$$

mértékben járul hozzá a folyási határ értékéhez, ahol k ötvözetlen acélra vonatkozóan megközelítően 0,8 cm 0,5 kp/mm², ha a d szemcseátmérőt cm-ben számítjuk [10]. Acéljaink szemnagysága mintegy 10^{-1}—10^{-3} cm között változik; a szemnagyság szokásos csökkenése így legfeljebb mintegy 8 kp/mm²-rel növelheti a vas folyási határát.

Kochendörfer legújabban [10] megkísérelte, hogy a szemnagyság hatását a diszlokációk erőterére vonatkozó összefüggések felhasználásával számítsa ki. Számításaiban a hibátlan rácsú vaskristály folyási határát 500 kp/mm²-nek tételezte fel, 850 kp/mm² helyett. A d cm szemcseátmérőjű polikrisztallin vas folyási határa szerinte

$$\Delta\sigma = \frac{3G}{2}\left(\frac{b}{d}\right)\left(\sqrt{1+\frac{\alpha d}{b}}-1\right) \qquad (4)$$

értékkel nagyobb a tetszőleges szemcsenagyságú vas $\Delta d = 10$ kp/mm² folyási határánál, ahol b az 1. ábrában is szereplő méret: $2{,}5\cdot10^{-8}$ cm, $G = 8500$ kp/mm², α pedig a felvett értékekből kiadódóan 0,08 számértékű állandó. A (4) képlettel végzett számítás eredményét a *2. ábra* tünteti fel. A 10^{-3} cm-nél nagyobb méretű szemcsék alkotta vasra vonatkozóan megközelítően ugyanazt az



2. ábra. A szemnagyság részesedése a folyási határ értékében [10] nyomán

eredményt adja, mint a (3) képlet. Meglepőnek tűnhetik, hogy a $d = 10^{-7}$ cm méretű szemcsék alkotta vaspróba folyási határa megközelíti a hibátlan rácsú vaskristály folyási határát; ilyen kis méretű, néhány Å átmérőjű kristályokban azonban a diszlokációk egyáltalán nem mozoghatnak, hiszen egy-két rácselemnek megfelelő nagyságú elmozdulás után már a kristályhatárba ütköznének.

A szemnagyság csökkentése a 2. ábra szerint nagyon hatásos módszer lehetne a vasötvözetek folyási határának növelésére. Ennek a lehetőségnek a hasznosítása már csak azért is kívánatosnak látszik, mert a finom szemcsenagyságú vasötvözeteknek egyéb kedvező mechanikai sajátságaik is vannak. Egyelőre azonban nem ismerünk olyan módszert, amellyel az átlagos szemcseméretet mintegy 10^{-3} cm alá csökkenthetnők.

A kristályhatárhoz hasonló természetű akadályt jelent, ha a diszlokáció mozgása közben a vaskristályokénál jóval nagyobb ellenállást tanúsító, tehát sokkal keményebb fázis kristályába ütközik, mégpedig nemcsak egy-két pontban, hanem jelentős hosszúságban. Vasötvözetekben ilyen kemény fázis elsősorban a cementit, amelynek rugalmassági határa mintegy tízszer akkora, mint a ferrité. A perlites szövet cementitlemezei ugyanúgy megállítják a ferritlemezekben mozgó diszlokációkat, mint a kristályok határa. Ilyen szövetben a diszlokációk szabad útjának hosszúsága nyilván a cementitlemezek kölcsönös távolságától, azaz a perlit lemezeinek vastagságától függ. Régebbi empirikus vizsgálat [6] szerint a tisztán perlites szövetű vasötvözetek folyási határa a diszlokációk u szabad úthosszúságának logaritmusával arányosan csökken

$$\sigma_F = A - B \lg u \qquad (5)$$

alakú képletnek megfelelően, ahol A és B az ötvözőelemek mennyiségével valamelyest változó értékek: $A = 220 - 280$ kp/mm² és $B = 35 - 50$ kp/mm², ha u-t Å-ben számítjuk. A perlit lemezeinek vastagsága szerint u 400 és 20 000 Å között változhatik.

Hasonló természetű hatásról lévén szó, nyilvánvaló, hogy a cementitlemezek részesedését a perlites szövetű acél folyási határában [10] szerint jogosan számíthatjuk a szemnagyságra érvényes (4) képlettel, ha abban d helyébe u értékét helyettesítjük:

$$\Delta\sigma = \frac{3G}{2}\left(\frac{b}{u}\right)\left(\sqrt{1+\frac{\alpha u}{b}}-1\right) \qquad (6)$$

A Kochendörfer használta adatokból számítva α értéke itt 0,034.

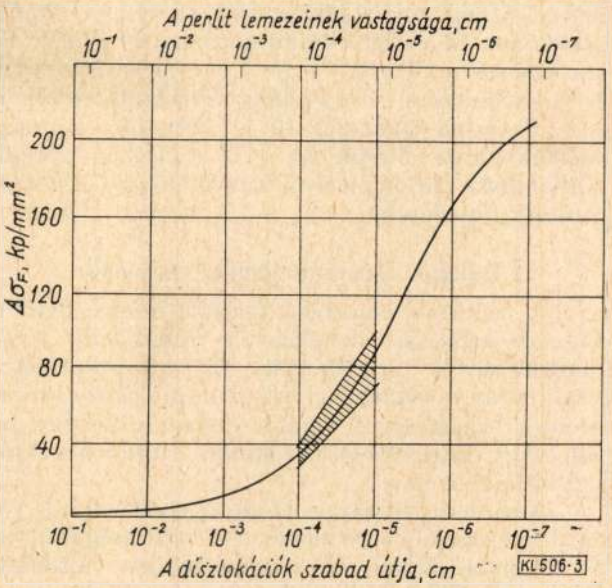
A számítás eredményét a *3. ábra* szemlélteti; a vonalkázott terület a [6] szerinti korábbi, empirikus vizsgálat eredményeit foglalja magában. A számítás eredménye a korábbi vizsgálatéval jól egyezik. A perlit szövetének egyáltalán elképzelhető finomítása $u = 10^{-7}$ cm-ig a folyási határban legfeljebb 200—210 kp/mm²-rel jutna kifejezésre, ekkor azonban a perlit ferrit- és cementitlemezei legfeljebb néhány rácselemnek megfelelő vastagok volnának. A jelenleg ismert módszerekkel mintegy $5 \cdot 10^{-6}$ cm-nél finomabb lemezű perlitet nem hozhatunk létre; a folyási határnak ehhez tartozó növekedése mintegy 120 kp/mm² (3. ábra).

Ha a szövetben a perliten kívül proeutektoidos ferrit is van, akkor a folyási határ annak mennyiségével arányos mértékben kisebb.

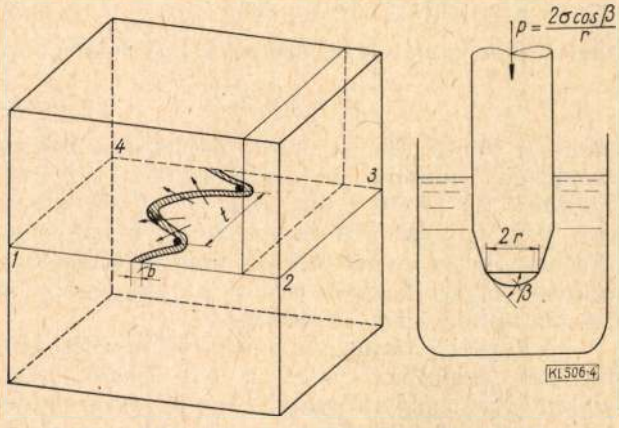
A diszlokációk átsajtolódása két akadály között

A kristályhatár és a cementitlemezek közelében a diszlokációk egész hosszúságukban megállásra kényszerülnek. A diszlokáció útjába olyan akadályok is kerülhetnek, amelyek annak csak egy részét kényszerítik megállásra, míg az akadálytól bizonyos távolságra levő része, némileg megváltozott módon tovább folytathatja a mozgását és természetesen maradó alakváltozást is okoz.

Csak azt az esetet vesszük szemügyre, hogy az 1. ábra jobb oldali vázlatában feltüntetett diszlokáció mozgása közben két, egymástól t távolságra levő olyan akadályba ütközik, amelyen nem mehet keresztül *(4. ábra)*. Ha a csúszás síkjában kellő nagyságú feszültség működik, akkor az addig egyenes vonalú diszlokációt a két akadály közti résen átpréseli. A diszlokáció ilyen átsajtolódása mecha-



3. ábra. A cementitlemezek részesedése perlites ötvözetlen acél folyási határának értékében [10] nyomán



4. ábra. Mozgásban levő diszlokáció átsajtolódása két akadály között

nikai szempontból ugyanolyan jelenség, mint a buborék képződése egy folyadékba merülő kapilláris száján a felületi feszültség ellenében. A csúsztató feszültségnek az a többlete, amely a diszlokációt a két akadály között átsajtolja és ,,diszlokáció-buborékot'' létesít, *Orowan* szerint [14] ugyanúgy is fejezhető ki, mint a kapilláris száján félgömb alakú buborékot létesítő gáznyomás, csak a felületi feszültség helyébe a diszlokációban rugalmas feszültségként felhalmozott energiát kell behelyettesítenünk.

A feszültségtöbblet értékét Orowan

$$\Delta\tau_{krit} = qG\frac{b}{t}$$

alakban vezeti le, ahol q egység nagyságrendű állandó, b az atomok távolsága a csúszás irányában, t pedig a két akadály távolsága. A transzláció kristálygeometriája következtében $\Delta\tau_{krit}$-nak a folyási határnak $2\Delta\tau_{krit}$ mértékű növekedése felel meg.

A leírt következménnyel járó akadályok egyik változata akkor jön létre, ha két egymást metsző síkban elhelyezkedő diszlokáció találkozik és egy közös pontban egymásba kapcsolódik. A két diszlokáció közös pontja mozgásra képtelen; ha egy mozgásban levő diszlokáció egymástól t távolságban levő diszlokációkkal találkozik, sor kerül a diszlokáció-buborék képződésére. A folyási határ szempontjából közömbös, hogy a buborékká torzult diszlokációval a továbbiakban mi történik, ezért evvel, mint a diszlokációkat sokszorozó mechanizmusok egyik változatával bővebben nem foglalkozom.

A diszlokációknak akadályt jelentő összeakadására természetesen annál többször kerülhet sor, minél több diszlokáció van a fém kristályaiban. A diszlokációk számát a fémpróba 1 cm² nagyságú síkmetszetére szokás vonatkoztatni. Nem alakított vasban a diszlokációknak ez a sűrűsége $e = 5 \cdot 10^6$—$10^7/\text{cm}^2$, mintegy 10% fogyással hidegen alakított vasban pedig $e = 5 \cdot 10^{10}$ cm² [3, 9]. A diszlokációk e sűrűségéből azok átlagos t távolsága

$$t = \frac{1}{\sqrt{e}} \tag{8}$$

és így a folyási határnak az a része, amelyet a diszlokációk sűrűségének növekedése okoz,

$$\Delta\sigma_F = 2\Delta\tau_{krit} = 2qGb\sqrt{e} \tag{9}$$

illetve (9) nyomán a 0,1 szorzót is figyelembe véve

$$\Delta\sigma_F = 0{,}5Gb\sqrt{e} \tag{10}$$

alakban írható. Ha az utóbbi képletbe a színvas megfelelő adatait behelyettesítjük: $G = 8500$ kp/mm², $b = 2{,}5 \cdot 10^{-8}$ cm, $e_{min} = 5 \cdot 10^6$ és $e_{max} = 5 \cdot 10^{10}/\text{cm}^2$, akkor a diszlokáció sűrűségnövekedésének, illetve az azt előidéző hidegalakításnak a színvas folyási határát növelő hatása legfeljebb 24—25 kp/mm²-nek számítható ki.

A folyási határ nagyobb mértékű növelése elvben még elképzelhető, mert egyéb ötvözetek hidegalakításával azokban legalább egy nagyságrenddel több, $10^{11}/\text{cm}^2$ diszlokációt is sikerült már létesíteni [9]. Színvasban ez még nem sikerült, úgy látszik azonban, hogy perlites szövetű acél ferritjében erős hidegalakítás után lényegesen több a diszlokáció és ennek megfelelően a folyási határa is nagyobb mértékben növekszik [5].

Hasonló következménnyel járó akadálynak számítanak a ferrites alapanyagban elosztott, megközelítően gömb vagy poliéder alaku, tehát nem lemezes kemény zárványok, amilyenek a szegregációs folyamat során képződnek. A precipitátum a vasnak fémtermészetű vagy metalloid ötvözőelemeivel alkotott vegyülete lehet, például Fe_2W vagy Fe_3C, de lehet az ötvözőelemeknek egymással alkotott hasonló természetű fázisa, amilyen például a NbC vagy TiC.

A szoros értelemben vett precipitátumok hatását illetően ismeretes olyan adat, amelynek felhasználásával kvantitatív elemzés lehetséges volna. Modell-ötvözeteken végzett kísérletek eredményét [2, 11] olyan képletekbe foglalták, amelyekben a vasötvözetekre érvényes, de ismeretlen értékű állandók szerepelnek. Más fémek, elsősorban az alumínium precipitátumos ötvözeteire vonatkozó adataink alapján a színvas folyási határának tízszeresénél, tehát kereken 100 kp/mm²-nél nagyobb érték nem várható, lényegében azért, mert a szegregációs folyamat egy-két százaléknál nagyobb mennyiségű precipitátumot nem hoz létre.

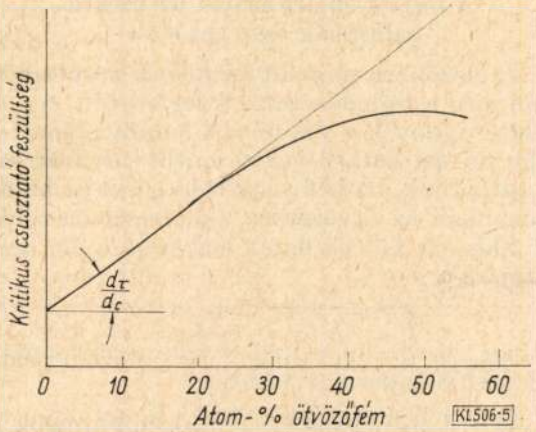
A vas allotrópiája jóval nagyobb mennyiségű vaskarbidnak precipitátumszerű elosztására teremt lehetőséget. A γ-vas 1150°C-on mintegy egymilliószor annyi karbont old, mint az α-vas a szobahőmérsékleten. Edzéssel és megeresztéssel 2% karbont, azaz kereken 30% cementitet precititátumszerűen oszthatunk el a szferoiditnek nevezett szövetelemben.

A szferoiditben, megeresztett martensitben a karbidszemcsék száma, tehát távolsága egymástól lényegében a karbontartalomtól, valamint a megeresztés hőmérsékletétől és időtartamától függ. A sok tekintetben hasonló szerkezetű bainitben a karbidszemcsék eloszlása az ötvözet karbontartalmán kívül az átalakulás hőmérsékletéhez igazodik. A szferoiditben a karbidszemcsék távolsága a mikroszkópos és elektronmikroszkópos felvételek tanúsága szerint $t = 10^{-3}$—10^{-6} cm; az utóbbi adattal a karbidszemcsék a vas folyási határát legfeljebb $\Delta\sigma_F = 0{,}5 \cdot 8500 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-8}$, $10^6 = 106$ kp/mm² mértékben növelhetik, ha a (7) képletben szereplő q állandót a (10) képletben már felhasznált értékkel vesszük figyelembe.

A fajlagos csúszási ellenállás növelése

A kritikus csúsztató feszültségnek nevezett fajlagos csúszási ellenállást a transzlációs síkok ,,érdesítésével'' növelhetjük. Ezt az érdesítést a vaskristály rácsának helyi torzulását okozó idegen atomok beépítésével, tehát a vasban szubsztitúciósan vagy intersztíciósan oldódó ötvözőelemekkel valósíthatjuk meg.

A szubsztitúciósan oldódó ötvözőfémek a Vegard-féle szabály értelmében a helyszükségletükkel és mennyiségükkel arányos mértékben változtatják meg az átlagos rácsméretet, ez a változás azonban az idegen atom megtelepedése helyén bekövet-



5. ábra. Szubsztituciósan oldódó ötvözőfém hatása a fajlagos csúszási ellenállást jelentő kritikus feszültségre

kező jóval nagyobb mértékű torzulásnak a következménye. Ez a helyi torzulás a kristály síkjait, köztük természetesen a transzláció síkjait is hullámossá teszi, annál nagyobb mértékben, minél nagyobb a különbség a vasatom és az idegen atom helyszükséglete, átmérője között. A rácssíkok hullámainak amplitúdójával és számával arányos mértékben nő a kristálynak a transzlációval szemben tanúsított fajlagos ellenállása, tehát a kritikus csúsztató feszültségnek nagysága.

A szubsztituciósan oldódó ötvözőfém mennyiségének növekedésével a maradó alakváltozást megindító csúsztató feszültség az *5. ábra* értelmében olyan vonalon változik, amelynek hajlásszög tangense kezdetben [8] szerint

$$\frac{d\tau}{dc} = K\left(\frac{1}{a}\cdot\frac{da}{dc}\right)^n \qquad (11)$$

ahol a az oldó fém rácsmérete, da/dc annak változása egy atomszázalék ötvözőfém jelenlétében, K és n egyelőre csak kísérleti adatokból meghatározható állandók. Az átlagos rácsméret változása azonban a két atomfajta átmérőjének ΔD különbségével arányos, az n kitevő pedig megközelítően 2. A (11) összefüggést ezért

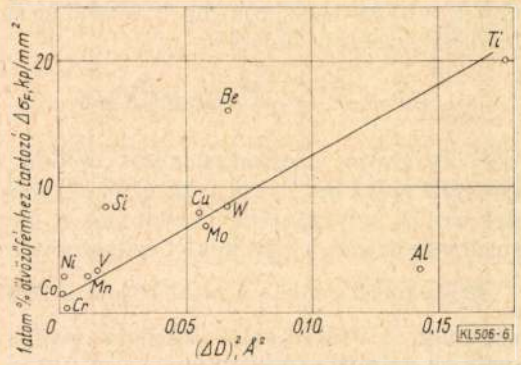
$$\frac{d\tau}{dc} = K_1(\Delta D)^2 \qquad (12)$$

alakban is írhatjuk.

A (12) összefüggés nagyon pontosan érvényes a réz ötvözeteire vonatkozóan [8], amelyekben mellékjelenségek nem okoznak zavart. A vas ötvözeteit illetően az összefüggést nem könnyű igazolni, főként azért, mert az egyes ötvözőelemek hatását nagyon különböző mértékűnek találták. Egy százalék titán például a különböző kutatók szerint 11—106 kp/mm²-rel növeli meg a vas folyási határát. A *6. ábrában* a fontosabb ötvözőfémeknek a folyási határra gyakorolt hatásának nagyságát lényegében [11] nyomán tüntettem fel $(\Delta D)^2$ függvényeképpen. Néhány fém, főként a szilícium, a berillium és az alumínium hatását ábrázoló pont elég távol esik a többi ponttól, amelyeken át a

$$\frac{\Delta\sigma_F}{\Delta c} = 105(\Delta D)^2 + 1{,}5 \qquad (13)$$

egyenletnek megfelelő egyenest húzhatjuk. Az egyenes nem tart a kezdőpontba, hanem mintegy

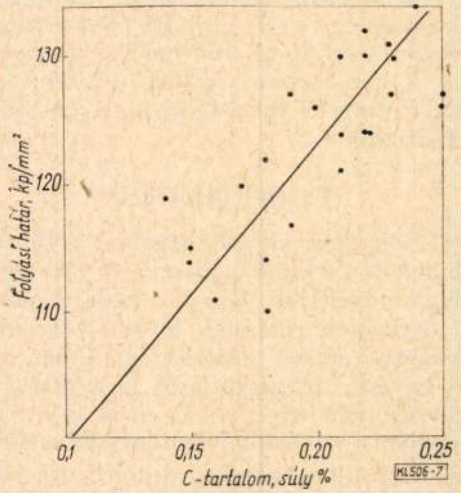


6. ábra. Az α-vasban oldódó ötvözőfémek hatása a ferrit folyási határára

1,5 kp/mm²-nél metszi az ordináta tengelyt; ennek talán az az oka, hogy az ötvözőfémek a ferrit szemnagyságát valamelyest csökkentik.

Ha figyelembe vesszük, hogy a 6. ábrában szereplő ötvözőfémek közül a vastól erősebben különböző atomátmérőjűek a ferritben csak kevéssé oldódnak, éppen az atomjaik jóval kisebb vagy nagyobb helyszükséglete miatt, a többiek meg csak kevéssé növelik a folyási határt, arra a következtetésre jutunk, hogy szubsztituciósan oldódó ötvözőtémekkel a vas folyási határát 25—40 kp/mm²-nél többel aligha növelhetjük. A nagy mennyiségben oldódó ötvözőfémek, például a kobalt vagy nikkel hatása 10—15%-on túl észrevehetően gyengül, a folyási határnak ugyanis az ilyen ötvözetrendszerek közepe táján maximuma van. Jellemző adatként említhetem, hogy a 18—20% nikkellel ötvözött ferrites acél folyási határa csak 35—40 kp/mm², vagyis csupán 25—30 kp/mm²-rel nagyobb a színvas folyási határánál.

Az interszticiósan oldódó ötvözőelemek, elsősorban a karbon hasonló következménnyel torzítják az α-vas kristályrácsát. Amikor az 1,54 Å átmérőjű karbonatom az α-vas 2,86 Å hosszú élének közepén két vasatom közé beékelődik, 1,54 Å-re tágítja a két vasatom között meglevő 2,86—2,48 = = 0,38 Å méretű hézagot. Az él két végén elhelyezkedő vasatomokat evvel a helyükről odébb szorítja. Egy karbonatom beilleszkedése tehát olyan



7. ábra. Martensites állapotú ötvözött acélfajták folyási határa a karbontartalom függvényeképpen

mértékű torzulást okoz, mintha a rácselem egyik élén levő két vasatom helyébe

$$\Delta D = \frac{1{,}54 - 0{,}38}{2} = 0{,}58 \text{ Å-gel}$$

nagyobb átmérőjű, szubsztituciósan oldódó fém atomja épült volna be. Evvel a ΔD értékkel 1 atomszázalék = 0,22 súlyszázalék karbonnak a folyási határt növelő hatása a (13) képlet felhasználásával

$$\Delta\sigma_F = 2(105 \cdot 0{,}58^2 + 1{,}5) = 71 \text{ kp/mm}^2$$

nagyságúnak, 1 súlyszázalék karboné pedig 330 kp/mm²-nek számítható ki.

A *7. ábrában* korábbi irodalmi adatokat [1] felhasználva feltüntettem a 4—6% mangánt, nikkelt, krómot, molibdént is tartalmazó martensites állapotú, tehát a karbont interszticiósan oldva tartalmazó acélpróbák folyási határát a karbontartalmuk függvényeképpen. A pontokon át húzható egyenes egyenlete

$$\sigma_F = 70 + 230 \cdot C\% \qquad (14)$$

vagyis a kísérleti adatok szerint 1 súlyszázalék karbon a vas folyási határát a kiszámított 330 kp/mm² helyett csupán 230 kp/mm²-rel növeli. Ennek a különbségnek többféle oka lehet, elsősorban talán az, hogy a kísérleti acélpróbák nem voltak tökéletesen martensites állapotúak.

A 7. ábra pontjai között húzott egyenes baloldali folytatása a 0% karbontartalmú martensit folyási határát mintegy 70 kp/mm²-ben határozza meg. Ez az elég nagy érték egyrészt a megvizsgált ötvözetek mangán, nikkel, króm és molibdén-tartalmának, másrészt meg a martensit finom szemnagyságának a következménye.

A 0,1—0,25% karbontartalom, amelyre a 7. ábra vonatkozik, a martensites állapotban szerkezeti anyagként használható acélfajták összetételének határát is jelenti. A 0,25%-nál nagyobb karbontartalmú martensitben olyan szerkezeti változás kezd érvényesülni, amely azt a szívósságától megfosztja. Az ábrából leolvasható 130—135 kp/mm² így az interszticiósan oldódó elemekkel jelenleg megvalósítható legnagyobb folyási határt jelenti. Ha sikerülne a martensit tűit még finomabbá tenni vagy a nagyobb karbontartalmú acélt ugyanolyan szerkezetű martensitté varázsolnunk, amilyen a kis karbontartalmú martensit, akkor akár 500 kp/mm² folyási határú szerkezeti anyaghoz juthatnánk.

Egyéb lehetőségek

Az eddig tárgyalt jelenségeken kívül még két további lehetőség kínálkozik a vasötvözetek folyási határának növelésére. Egyik a szilárd oldat szerkezetű ötvözetek rácsának hosszú távú rendeződése; vasötvözetekre vonatkozóan ilyen vonatkozásban kevés a hasznosítható tapasztalat [9], de ez a jelenség nem is igér sokat, mert az ilyen rendeződés egyben a szívósság jelentős csökkenésével jár.

A neutron-besugárzás szintén a folyási határ növekedését okozza [9, 16]. Ez a módszer egyelőre nagyon költséges.

A folyási határt növelő jelenségek hatásának összegeződése

Az előzőkben tárgyalt jelenségek közül egymagában még a leghatásosabb is legfeljebb 130—135 kp/mm²-re növeli a vas folyási határát. Ennél nagyobb folyási határú vasötvözethez nyilván csak úgy juthatunk, ha két vagy több jelenség hatását ugyanabban az ötvözetben együttesen hasznosítjuk. Ekkor a folyási határ nagysága a (2) képlet mintájára a

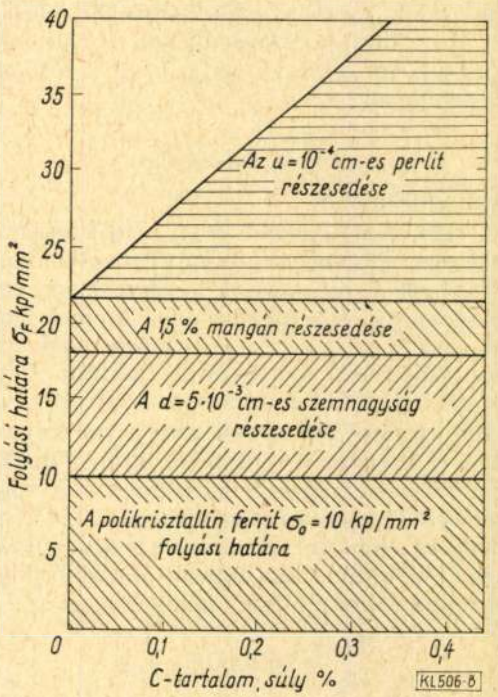
$$\sigma_F = \sigma_0 + \Delta\sigma_1 + \Delta\sigma_2 + \ldots \qquad (15)$$

alakban írható, ahol a jobb oldali összeadandók az érvényesülő hatásokat jelentik.

Annak bemutatására, hogy ez az összegezés mennyire helyes és megengedhető, a már megismert összefüggések és adatok felhasználásával kiszámítottam és a *8. ábrában* feltüntettem az 1,5% mangánt, legfeljebb 0,4% karbont tartalmazó, $d = 5 \cdot 10^{-3}$ cm szemnagyságú ferrit és $8 \cdot 10^{-3}$ cm vastag lemezű, illetve $u = 10^{-4}$ cm szabad úthosszúságú perlit alkotta acél folyási határát.

A jobb oldal első tagja $\sigma_0 = 10$ kp/mm². A szemnagyság hozzájárulása a folyási határhoz a (4) képletből 8 kp/mm², az 1,5% mangáné $D = 0{,}102$ Å-gel számítva 3,7 kp/mm². Az $u = 10^{-4}$ cm adattal jellemezhető perlit folyási határa a (6) képlet értelmében 55 kp/mm²-rel nagyobb a színvasénál. Hipoeutektoidos összetételű ötvözetben a perlit mennyisége C%/0,8, ahol C% az ötvözet, 0,8% pedig a perlit karbontartalma. A C% karbont tartalmazó ötvözetben a perlit a mennyiségével arányos mértékben növeli a folyási határt, vagyis a részesedése a folyási határ értékében

$$55 \cdot \frac{C\%}{0{,}8} = 68 \cdot 5 \cdot C\%.$$



8. ábra. Gyengén ötvözött, ferrit-perlites szerkezetű acél számított folyási határa

Így a felsorolt adatokkal jellemezhető mangánacél folyási határa

$$\sigma_F = 10 + 8 + 3{,}7 + 68{,}5 \cdot C\%$$

amint azt a 8. ábrában feltüntettem. Bár a számításhoz empirikus adatot alig kellett felhasználnom, az eredmény a valóságot nagyon jól megközelíti.

A hatások összegeződésének további példájaként megvizsgálhatjuk annak a 94% fogyással hidegen húzott, pontosan eutektoidos, $u = 4 \cdot 10^{-6}$ cm méretű, tehát nagyon finom lemezű perlites acél adatait, amelynek folyási határa [5] szerint 130 tons/in^2 = 204 kp/mm^2. A finom perlit folyási határa a (6) képlet értelmében kereken 120 kp/mm^2-rel nagyobb, mint a színvasé; a néhány tized százalék mangán, valamint a szemnagyság legfeljebb 5—6 kp/mm^2-rel járul hozzá. A hidegalakítás következményét ennek következtében

$$\Delta\sigma = 204 — 10 — 120 — 5 = 69 \text{ kp/mm}^2$$

nagyságúnak állapíthatjuk meg. Ez a hatás majdnem háromszor akkora, mint a hidegalakítás következményeként a diszlokációk sűrűségéből korábban kiszámított 24—25 kp/mm^2. A különbségnek csak az lehet az oka, hogy a hidegen alakított perlites acélban az összetört cementitlemezek megakadályozzák a mértékadó szemnagyságnak, a szubkristályok méretének növekedését vagy pedig a diszlokációk sűrűségét legalább egy nagyságrenddel megnövelik. A két jelenség voltaképpen ugyanazt jelenti, mert a szubkristályok határa diszlokációk sorozata.

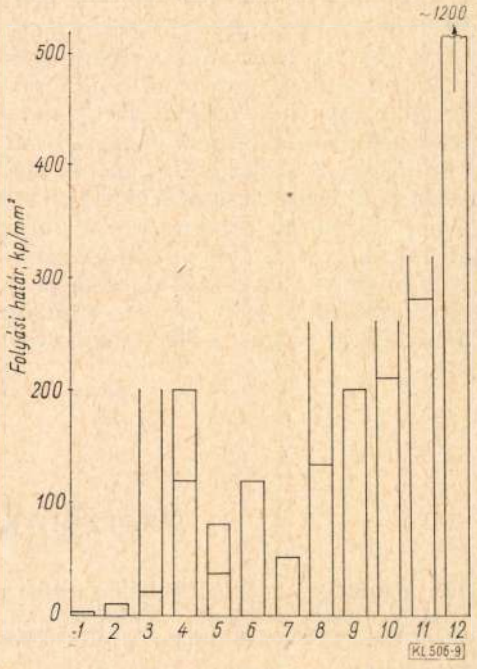
A folyási határt növelő körülmények hatásának egyesítése révén az utóbbi évtizedben az igen nagy teherbírású acélfajtáknak két típusát sikerült kifejleszteni; az egyik típus a precipitátummal keményített martensites acélfajtáké, amelyeket az irodalomban *maraging* vagy *mar-ageing steel* néven emlegetnek, a másik típus pedig a túlhűtött austenites állapotban alakított, aztán martensitté átalakított acéloké. A túlhűtött austenit alakítását nevezik *ausforming process*-nek.

Az első csoport 18—22, esetleg 25% nikkelt és legfeljebb 0,02% karbont tartalmaz. Ez a vasötvözet igen nagy termikus hiszterézissel alakul át: hűléskor mintegy 200°C-on martensitté alakul, ez azonban hevítéskor csak 550—600°C-on alakul újra austenitté. Ha ezt az ötvözetet még olyan további elemekkel, molibdénnel, titánnal, alumíniummal is ötvözzük, amelyek legfeljebb 450—480°C-on Ni_3Mo, Ni_3Ti vagy $(FeNi)_3(TiAl)$ alakjában precipitálnak, 190—210 kp/mm^2 folyási határú, elég szívós szerkezeti anyaghoz jutunk [7]. A mintegy 20% nikkelt tartalmazó lágy martensit folyási határa 35 kp/mm^2, ezt a precipitátum ötszörösére... hatszorosára növeli. A precipitátumnak ilyen mértékű hatása más fémek, például az alumínium ötvözeteiben is tapasztalható.

Kevésbé világos még, hogy az ausforming process milyen úton-módon hozza létre a 260—280 kp/mm^2-t is elérő, igen nagy folyási határt. *Lips* és *Van Zuilen* [12] állapította meg, hogy karbidképző elemekkel, főként krómmal ötvözött acélokat mintegy 500°C-on túlhűtött austenites állapotukban alakítani lehet, mert ez az állapotuk 500°C-on elég hosszú ideig változatlan marad. Ha aztán alakítás után teljes lehűlés következik, az alakított austenit igen nagy folyási határú martensitté alakul. Még nem ismeretes pontosan, hogy az alakított austenitből képződő martensit miben különbözik a szokásos körülmények között képződőtől [17], nyilvánvaló, azonban, hogy vagy a szemnagyságában vagy a szerkezetében kell valami kedvező különbségnek lennie.

Áttekintés céljából a *9. ábrában* még összefoglalom azokat az adatokat, amelyeket a színvaskristály 3 kp/mm^2 és a durva szemnagyságú polikristallin vas 10 kp/mm^2 folyási határának növelésében már sikerült elérnünk, utalva a még elképzelhető további fejlődésre is. A diagram oszlopainak alsó sötét része azt ábrázolja, ami jelenleg már megvan, a felső részük pedig az elvben lehetséges vagy elképzelhető további fejlődést, amelyről azonban jelenleg még nem tudjuk, megvalósítható-e vagy nem. Ahol az oszlop felső részét nem zártam le, ott még a fejlődés határa sem jelölhető meg elég biztosan. Az áttekintés rámutat azokra a tényezőkre, amelyek révén fejlődés még lehetséges és várható, és amelyekre az acélfajtáink fejlesztése céljából a figyelmünket fordítanunk kell. A fejlődést igérő tényezők közül főként a szemnagyság csökkentése, a hidegalakítás és az interszticiósan oldódó ötvözőelemek említhetők meg.

Az ábra 9., 10. és 11. oszlopában olyan eredményeket tüntettem fel, amelyeket két-három egymagában is hatásos tényező kombinálásával, együttes hasznosításával sikerült elérnünk. Azokat a tényezőket, amelyekre az ábra 3—8. oszlopa vonatkozik, bizonyos korlátozásokkal természetesen még sokféleképpen kombinálhatjuk. A jelenlegi ál-



9. ábra. A tárgyalt tényezők hatása a folyási határra a még lehetséges fejlődés feltüntetésével

1 színvas, egyes kristály, 2 polikriszt. színvas, 3 finomszemű vas, 4 lemezes perlites acél, 5 hidegen alakított vas, 6 szferoiditos acél, 7 szubsztituciós szilárd oldatok, 8 intersztitiós sz. oldat (martensit), 9 hidegen alakított finom perlit, 10 martensit + precipitátum, 11 alakított austenitből képződött martensit, 12 hibátlan rácsú kristálysörte

lapothoz, a legfeljebb 280 kp/mm² folyási határhoz képest jelentős fejlődés valószínűen a hatásos tényezők újszerű kombinációinak lesz az eredménye.

Az ábra 12. oszlopát csak mintegy a fele magasságáig tüntettem fel. Ennek az oszlopnak teljes magassága mintegy 1200 kp/mm² rugalmassági-folyási határ az 1 μm-nél vékonyabb, hibátlan rácsú kristálysörtéire vonatkozik; a nagyobb átmérőjű ilyen sörték rugalmassági határa mintegy 850—500 kp/mm². Felvetődhetik a kérdés, hogy az ilyen nagyon nagy rugalmassági határú vasat tudunk-e majd valamikor felhasználható mennyiségben előállítani és hogy egyáltalán érdemes-e erre törekednünk. Egyelőre nem sok a remény, hogy tökéletes rácsú vaskristályokat μm-nél nagyobb átmérővel készíthetünk. Szerkezeti anyagként a mai eszközeinkkel és felkészültségünkkel aligha is tudnánk használni. Az ép rácsú kristályok maradó alakváltozásra ismereteink szerint képtelenek. Emiatt a rugalmassági határuk egyben a szakítószilárdságukat is jelenti, vagyis a megszokott előjelek — nyúlás, kontrahálás — nélkül törnek, szakadnak; ilyen anyagot szerkezeti célra nem szívesen használunk. Maradó alakváltozásra képtelen anyagból a szokásos módszerekkel, hengerléssel, kovácsolással, húzással nem is tudnánk szerkezeti elemeket kialakítani.

Mindezt figyelembe véve a gyakorlati célra használható vasötvözetek várható legnagyobb folyási határát mintegy 500—550 kp/mm²-ben jelölhetjük meg; ezt az értéket hidegalakítással esetleg még 800 kp/mm²-re fokozhatjuk. Nem merném megjósolni, hogy ezt milyen úton-módon és mikor sikerül megvalósítanunk.

Összefoglalás

A jelenleg már birtokunkban levő elméleti összefüggések és kísérleti adatok felhasználásával az acélfajtáink folyási határának értékét szinte az elemeire bonthatjuk és evvel az analitikai módszerrel megállapíthatjuk, milyen körülmények milyen mértékben részesek annak nagyságában. Az a tény, hogy bizonyos acélfajták folyási határát empirikus adatok felhasználása nélkül is kielégítő módon ki lehet számítani, azt a reményt csillogtatja meg előttünk, hogy a jövőben, talán a nem is nagyon távoli jövőben a megfelelő összefüggések szintézisével valami adott célra szánt, meghatározott mechanikai tulajdonságú acélt „megtervezni" is képesek leszünk. A jelenleg már ismert acélfajták közül félig-meddig ilyen szintetizáló tevékenység termékének tekinthető a precipitátummal keményített martensites acél. Az lesz az igazi fejlődés, ha a több évszázados próbálgató, empirikus módszert és az analizáló vizsgálatokat a szintézis módszere fogja felváltani.

IRODALOM

[1] *Aborn:* Kis karbontartalmú martensit. Trans. Am. Soc. Met., 48 (1956), 51.

[2] *Ansell* és *Lenel:* Precipitátummal szilárdabbá tett ötvözetek maradó alakváltozásának kritériumai. Acta. Met., 8 (1960), 612.

[3] *Brandon* és *Nutting:* Diszlokációk az alfa-vasban. J. Iron Steel Inst., 195 (1960), 160.

[4] *Cracknell* és *Petch:* Súrlódás jellegű erők a folyási határig terhelt vaskristályok diszlokáció sorozataiban. Acta Met., 3 (1955), 186.

[5] *Dewey* és *Briers:* Hidegen erősen alakított eutektoidos acél szerkezete. J. Iron Steel Inst., 204 (1966), 102.

[6] *Gensamer, Pearsall* és *Pellini:* A perlit, bainit és szferoidit mechanikai tulajdonságai. Trans. Am. Soc. Met., 30 (1942), 983.

[7] *Haynes* és *Blower:* A kémiai összetétel hatása a nagy szilárdságú martensites acél tulajdonságaira. Iron Steel Inst., Spec. Rept. No. 76 (1962), 33.

[8] *Honeycombe:* A hőmérséklet és az ötvözőelemek hatása a fémkristályok maradó alakváltozására. Progr. in Metals Scienc, 9 (1961), 102.

[9] *Kelly* és *Nutting:* Az acél szilárdságát fokozó mechamizmusok. Iron Steel Inst., Spec. Rept. No. 76 (1962), 7.

[10] *Kochendörfer:* Kísérlet az ipari fémötvözetek szilárdsági tulajdonságainak számítására. Arch. Eisenhüttenw., 37 (1966), 877.

[11] *Lacy* és *Gensamer:* Ötvözőfémeket tartalmazó ferrites anyagokkal végzett szakítókísérletek. Trans. Am. Soc. Met., 32 (1944), 88.

[12] *Lips* és *Van Zuilen:* A keménység növelésének tökéletesebb módszere. Metal Progr., 66 (1954), 103.

[13] *Meiklejohn* és *Skoda:* A precipitátumnak a keménységet növelő hatása. Acta Met., 8 (1960), 773.

[14] *Orowan:* A diszlokációk és a mechanikai tulajdonságok. A „Dislocations in metals" c. kiadványban 69—196. o. Am. Inst. Min. Met. Eng., New York, 1954.

[15] *Petch:* Polikrisztallin fémek szakadási és folyási határa. J. Iron Steel Inst., 174 (1953), 25.

[16] *Stefanovic:* Nagyobb hőmérsékleten végzett besugárzásnak a keménységet növelő hatása. J. Iron Steel Inst., 204 (1966), 967.

[17] *Zackay* és *Justusson:* Alakított austenitből képződött martensit tulajdonságai. Iron Steel Inst., Spec. Rept. No. 76 (1962), 15.

Szerzőink szíves figyelmébe

Kérjük szerzőinket, hogy kéziratait széles margóval és legalább kettes sorközzel, oldalanként 25 sorral és soronként 50—52 leütéssel juttassák el szerkesztőségünkhöz.

A dolgozathoz 5—6 soros tartalmi összefoglaló elkészítését kérjük.

A rajzokat, ábraaláírásokat, táblázatokat nem a szövegbe beépítve, hanem külön lapokon kérjük. Minden rajzot egységes kivitel érdekében átrajzoltatunk, ezért szerzőinktől ceruzarajzot is elfogadunk. Fényképeket felragasztani nem kell.

A szakirodalmi hivatkozásoknál részletes, pontos adatokat kérünk: szerző, könyv, vagy cikk címe (magyar fordításban is), a kiadó, ill. folyóirat neve, megjelenés éve, füzetszám, oldalszám. Végül kérjük a végzettségen kívül (okl. km., gm., vm.) az esetleges tudományos fokozat és a munkahely, lakás adatait (telefonszám) a kézirat első oldalán feltüntetni.

E kéréseink figyelembe vétele a kézirat átfutási idejét, tehát a dolgozat megjelenési időtartamát rövidíti.

Szerkesztő bizottság

A Dunai Vasmű fenéktüzelésű mélykemencéinek fajlagos hőfogyasztása

ALTNÉDER JÁNOS okl. kohómérnök
Dunai Vasmű

DK 669.013.6041—662.925

A mélykemencék általános ismertetése

A fenéktűzelésű mélykemencéket 1600 kcal/Nm³ fűtőértékű és 360—400 mm v.o. nyomású kohógáz-kamragáz keverékkel fűtik. Az égési levegőt keramikus rekuperátorokkal 700°C-ra, a gázt csöves rekuperátorokkal 350°C hőmérsékletre melegítik elő. A fenék téglalap-alakú, 5100×4800 mm alapterületű, magassága 3000 mm, a hasznos fenékterület 22,4 m². A kemence vázlatát az *1. ábra* tünteti fel.

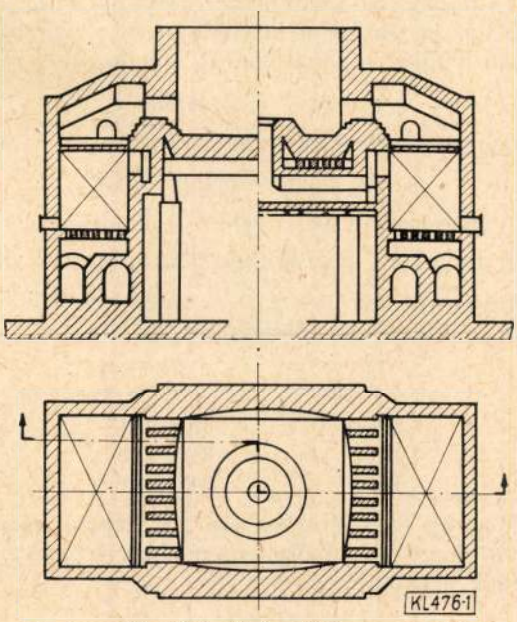
A kemencékbe 14—16 db 6—7 t súlyú lapos öntecset (*L-61* és *L-72* típusú) lehet behelyezni, az átlagos betétsúly 81 t. A kemencék a következő műszerekkel és automatikus szabályozókkal vannak ellátva: gáz és levegő mennyiségmérő, munkatér-nyomás és hőmérséklet mérő, az előmelegített levegő és gáz hőmérsékletét, a távozó füstgáz hőmérsékletét és oxigéntartalmát meghatározó regisztráló műszerek, munkatér-hőmérséklet- és nyomásszabályozók, valamint a gáz és levegő arányát szabályozó műszerek.

A gáz és levegő aránytszabályozó helyes működését a keramikus rekuperátorok levegővesztesége nagyon megnehezíti, ez ui. a kemence állapotától és a levegő mennyiségétől függően erősen változik.

A fajlagos hőfogyasztást megváltoztató tényezők

A mélykemencék fajlagos hőfogyasztására sok tényező van hatással, ezek közül a legfontosabbak a következők:

1. A berakott meleg öntecsek hőmérséklete.
2. A meleg betét részesedése.



1. ábra. Fenéktüzelésű mélykemence vázlata

3. A kemencébe berakott betét súlya, ill. az öntecsek száma.
4. Az öntecsek típusa.
5. Az acél minősége és az öntés módja.
6. A melegítési idő, ill. ezzel kapcsolatban a felesleges hőntartási idő és a kemence üresen állási ideje.
7. A kemence hőterhelése.
8. A kemencetér hőmérséklete.
9. A gáz fűtőértéke.
10. A fűtőgáz előmelegítési hőmérséklete.
11. Az előmelegített levegő hőmérséklete.

E tényezők közül az 5., 7. és 8. pontban foglaltakkal nem foglalkozunk, mert:

a) A mélykemencékben túlnyomórészt 0,1—0,3% C-tartalmú lágy acélt melegítenek, a nagyobb C-tartalmú vagy ötvözött acélok mennyisége kicsi.

Az öntés módja (csillapított, csillapítatlan és félig csillapított, alsó és felső öntés, Norrit-fejes és Norrit-fej nélküli öntecsek) havi átlagban nem változik, ennek figyelembe vétele a számítást feleslegesen bonyolulttá tenné (5. pont).

b) A kemence hőterhelését az égési levegő mennyisége szabja meg és lehetőleg maximális értéken tartjuk, mivel ez biztosítja a legnagyobb teljesítményt és legkisebb hőfogyasztást (7. pont).

c) A kemencetér hőmérsékletét a maximálisan megengedhető 1350 °C-on tartjuk. E hőmérséklet felett az öntecsek megégésétől, túlzott mértékű revésedésétől, a kemencefenék gyors felrakódásától és a kemence korai elhasználódásától kellene tartani. Alacsonyabb hőmérsékletet pedig a megkívánt hengerlési hőmérséklet miatt nem lehet tartani (ebben az esetben a kemence teljesítménye csökkenne, fajlagos hőfogyasztása pedig nőne (8. pont).

Az öntecsek méretei, ill. a kokillatípus (4. pont) szintén hatással van a fajlagos hőfogyasztásra. Az általában használatos *L-61* típusú öntecsek részesedése kb. 65, az *L-72* típusúaké 35%. Ezek lehűlése és melegítési időszükséglete egymástól eltérő, amit külön számolunk és a diagramokba külön jelöljük be. Végeredményben kiszámítjuk a görbék átlagértékét és ezt vesszük figyelembe.

A kemence hőmérlege

A hőfogyasztást megváltoztató tényezők vizsgálatakor a kemence hőmérlegéből indulunk ki. Az energia megmaradásának törvénye értelmében a hőbevétel (q_{be}) egyenlő a hőkiadással (q_{ki}):

$$q_{be} = q_{ki}$$

Hőt viszünk be a tüzelőanyag kémiailag kötött hőjével ($q_{tü}$) és érzékelhető hőjével (q_g), az égési levegő érzékelhető hőjével (q_{lev}), az öntecs ér-

zékelhető hőjével (q_2) és a vas revésedésének reakcióhőjével, (q_{re}).

$$q_{be}=q_{tü}+q_g+q_{lev}+q_2+q_{re}$$

A hőkiadás a felmelegített öntecsek hőtartalmának (q_1), a falveszteségnek (q_{fal}), a sugárzási veszteségnek (q_{sug}), a kilángolási veszteségnek (q_{kil}), a füstgázveszteségnek ($q_{füst}$) és a mérleghibának (q_m) összegével egyenlő. Mérleghibát azért kell felvenni, mivel mérések közben elkerülhetetlenül mérési hibák keletkeznek.

$$q_{ki}=q_1+q_{fal}+q_{sug}+q_{kil}+q_{füst}+q_m$$

Ebből

$$q_{tü}+q_g+q_{lev}+q_2+q_{re}=q_1+q_{fal}+q_{sug}+q_{kil}+$$
$$+q_{füst}+q_m \text{ kcal/ó, vagy kcal/t, vagy \%}$$

Az egyenlet rendezéséből azt kapjuk, hogy

$$q_{tü}+q_g+q_{lev}=(q_1-q_2-q_{re})+q_{fal}+q_{sug}+$$
$$+q_{kil}+q_{füst}+q_m$$

A tüzelőanyaggal és az égési levegővel bevitt érzékelhető hőt elhanyagolhatjuk:

$$q_g+q_{lev}\sim 0,$$

mivel számítás szerint a 10°C hőmérsékletű gáz és levegő hőtartalma a tüzelőanyaggal bevitt kémiailag kötött hőnek csak kb. 0,52%-a.

Vezessük be a következő jelölést:

$$q_h=q_1-q_2-q_{re}$$

A hőmérleg egyszerűsített és célszerű alakja tehát:

$$q_{tü}=q_h+q_{fal}+q_{kil}+q_{füst}+q_m \text{ kcal/t} \quad (1)$$

Ezen egyenlet alkalmazásának előnye az, hogy a tüzelőanyaggal bevitt kémiailag kötött hőt felosztjuk a különböző veszteségek között.

A tüzeléstechnikai hatásfok ($\eta_{tü}$) a kemencében leadott hőmennyiség és a bevitt viszonya:

$$\eta_{tü}=\frac{q_h+q_{fal}+q_{sug}+q_{kil}}{q_{tü}}\ 100\% \quad (2)$$

Ha az (1) egyenletet osztjuk $q_{tü}$-vel és szorozzuk 100-zal:

$$100=\frac{q_h+q_{fal}+q_{sug}+q_{kil}}{q_{tü}}100+\frac{q_{füst}}{q_{tü}}100$$

Ha bevezetjük a $q'_{füst}=\frac{q_{füst}}{q_{tü}}100$ jelölést, ahol $q'_{füst}$ a bevitt hőre vontakozó fütsgázveszteség százalékos értéke, akkor azt kapjuk, hogy

$$100=\eta_{tü}+q'_{füst}$$

ill.

$$q'_{füst}=100-\eta_{tü}\% \quad (3)$$

Ha a (2) egyenletből $q_{tü}$-t kifejezzük, a fajlagos hőfogyasztás:

$$q_{tü}=\frac{q_h+q_{fal}+q_{sug}+q_{kil}}{\eta_{tü}}100 \text{ kcal/t} \quad (4)$$

Vagyis a fajlagos hőfogyasztást megkapjuk, ha a hasznos hő, a falveszteség, a sugárzási és a kilángolási veszteség összegét osztjuk a tüzeléstechnikai hatásfokkal.

A különböző veszteségek kiszámításából megláthatjuk, hogy milyen módon tudjuk a fajlagos hőfogyasztást csökkenteni.

A hasznos hő (q_h) számítása

Mélykemencékre a hasznos hőt célszerűen úgy számítjuk ki, hogy a kemencéből kiadott felmelegí öntecsek hőtartalmából (q_1) levonjuk a beadagolt hideg öntecsek hőtartalmát (q_2) és a révésedéssel keletkező hő (q_{re}) mennyiségét.

$$q_h=q_1-q_2-q_{re} \text{ kcal/t betét} \quad (5)$$

Ha ismerjük a felmelegített öntecsek és a berakott öntecsek átlagos hőmérsékletét (t_{1k}, t_{2k}) és a betétre vonatkozó reve mennyiségét (t), akkor a hasznos idő:

$$q_h=1000\ (c_{1k}\ t_{1k}-c_{2k}\ t_{2k}-10\ r) \text{ kcal/t} \quad (6)$$

ahol a zárójelben levő 10 tényező 0,01 kg vas revésedéséből szabaddá váló hő mennyisége (1 kg vas leégésekor 1000 kcal hőmennyiség fejlődik) [1].

Tehát a hasznos hő a kivett öntecsek és berakott öntecsek átlagos hőmérsékletének, valamint a reve mennyiségének a függvénye,
vagyis

$$q_h=f\ (t_{1k},\ t_{2k},\ r)$$

t_{1k} közelítő számításhoz 1200°C-ra vehető fel, vagy színpirométerrel kell megmérni. Már nehezebb megállapítani, a keletkezett reve mennyiségét, amely 2—3%-ra vehető fel. Itt csak a kemencében keletkező revével (és nem az egész hengerművi revével) kell számolni.

A kemencébe berakott öntecsek átlagos hőmérsékletét azonban nem lehet a felületi hőmérsékletből számolni. Az öntecsek felületi hőmérséklete a különböző típusú lapos öntecsek alján, közepén, tetején, a sarkokon, a hosszabb és rövidebb oldalakon nem azonos, hanem kisebb, mint az öntecsek belsejében.

Emiatt a hasznos hő számítására a (6) egyenlet nem alkalmas. Ezért a kemencébe berakott öntecsek hőtartalmát kerülő úton úgy számítjuk ki, hogy a folyékony acél öntéskor érvényes hőtartalmából ($q_ö$) kivonjuk a kokillában és a szabadban történő lehűlés közben leadott hőt (q_{veszt}):

$$q_2=q_ö-q_{veszt} \text{ kcal/t} \quad (7)$$

Ezt behelyettesítve az (5) egyenletbe:

$$q_h=q_1-(q_ö-q_{veszt})-q_{re}$$
$$q_h=q_{veszt}-(q_ö-q_1)-q_{re} \text{ kcal/t} \quad (8)$$

A folyékony acél hőtartalma öntéskor:

$$q_ö=1000\ 315{,}5+0{,}2\ (t_ö-1500) \text{ kcal/t} \quad (9)$$

Ebből $q_ö$ különböző hőmérsékleten:

$t_ö$ °C	$q_ö$ kcal/t
1600	335 500
1550	325 500
1500	315 500

Vegyük fel $t_ö$-t átlagosan 1555°C-ra, ezen $q_ö$ 326 000 kcal/t. A mélykemencében felmelegített öntecsek hőtartalma:

$$q_1=1000\ c_{1k}\ t_{1k}$$

Mivel $c_{1k}=0{,}17$ kcal/kg °C,

$q_1=170\ t_{1k}$

q_1 értékei különböző kihúzási hőmérsékleten:

t_{1k} °C	q_1 kcal/t
1240	210 700
1220	207 400
1200	204 000
1180	200 600
1160	197 200

Vegyük fel a felmelegített öntecsek átlagos hőmérsékletét 1200 °C-ra, akkor $q_1=204\ 000$ kcal/t.

Az acél leégésével keletkező hő mennyisége:

$$q_{re}=1000\ 10r=10\ 000\ r.$$

Ebből azt kapjuk, hogy 2% revére 20 000 kcal/t, 3% revére 30 000 kcal/t hő fejlődik. A reve átlagos mennyisége meleg betéttel 2%-ra, hideg betéttel 3%-ra vehető fel.

A hasznos hő a (8) egyenletből:

$$q_h=q_{veszt}-(326\ 000-204\ 000)-20\ 000$$

$$q_h=q_{veszt}-142\ 000\ \text{kcal/t} \qquad (10)$$

Hideg öntecsekre 0 °C átlagos hőmérséklettel számolva ($q_2=0$):

$q_h=q_1-q_{re}$

$q_1=204\ 000$ kcal/t, $q_{re}=30\ 000$ kcal/t (3% reve)

$q_h=204\ 000-30\ 000=174\ 000$ kcal/t

Az öntecsek hőveszteségé 1 m² felületen *Heiligenstaedt* szerint [1] határozható meg. Ennek segítségével kiszámoltuk az *1. táblázatot.* A továbbiakban a Dunai Vasműben levő évi átlaggal, 80 perc kokillában tartózkodási idővel számolunk.

Az öntecsméretekből kiszámoltuk, hogy az *L-61* típusú öntecsek 1 tonna súlyára 0,963 m², míg az *L-72* típusúakéra 0,936 m² öntecsfelület esik.

Az 1. táblázatból 80 perc kokillában tartózkodási idővel számolva összeállítottuk a *2. táblázatot,* amelyben az *L-61* és *L-72* típusú öntecsek lehűlése közben keletkezett veszteséget számoltuk ki. Ebből és a (10) egyenletből számoltuk ki a hasznos hőt, amelyet ugyancsak a 2. táblázatban tüntetünk fel. A hasznos hőt az öntecsátadási idő (a csapolás végétől a berakás végéig eltelt idő) függvényében a *2. ábrából* is kivehetjük. Ebbe berajzoltuk a felületi hőmérsékletből számított hasznos hőt is, mely nagyobb, mint a hőveszteségekből számított érték. Ugyanebből az ábrából azt láthatjuk, hogy az öntés végétől a berakás végéig eltelt 110—120 percig a hasznos hő negatív, vagyis az öntecseknek berakási hőtartalma nagyobb, mint a melegítés végén, annak ellenére, hogy felületi hőmérsékletük berakáskor kisebb, mint a melegítés végén.

A falveszteség számítása

Az 1 órára jutó falveszteség:

$$Q_{fal}=\frac{Q_{fal}z_{\ddot{o}}}{G}\ \text{kcal/t} \qquad (11)$$

Ezt a falveszteséget egy meleg és egy hideg adagon, a különböző falrészek felületének nagyságától és színes krétával mért hőmérsékletéből számítottuk ki. A mérés szerint $Q_{fal}=680\ 000$ kcal/ó. Ebből

$$q_{fal}=\frac{680\ 000z_{\ddot{o}}}{G}\ \text{kcal/t} \qquad (12)$$

ahol $z_{\ddot{o}}$ a szükséges hevítési időre (z_{sz}) és a felesleges hőntartási időre (z_{fh}) osztható fel:

$$z_{\ddot{o}}=z_{sz}+z_{fh}\ \text{ó} \qquad (13)$$

ahol z_{sz} a berakási, felfűtési, szükséges hőntartási és kiszedési idő összege:

$$z_{sz}=z_{be}+z_f+z_h+z_{ki}\ \text{ó} \qquad (14)$$

A 2. ábra szerint határozott összefüggés van az öntecsátadási idő és a melegítési idő között, s ennek alapján készítettük el a *3. ábrát,* amelyben az öntecs-átadási idő és a kiszedés kezdetéig szükséges hevítési idő közötti összefüggést ábrázoljuk. A 2. és 3. ábrába külön rajzoltuk be az öntecsek kiszedésének kezdetéig és végéig eltelt időt. A gyakorlatban bizonyos nagyságú többlet hőntartási időre a következő okokból van szükség:

A hengerlés nem teljesen egyenletes. Üzemzavarok idején sok a felesleges hőntartási idő, míg folyamatos hengerlés közben a kemencéknek bizonyos biztonsággal kell ellátniuk a hengersort meleg anyaggal. Ezenkívül a Martin-kemencék csapolásai sem teljesen egyenletesek, néhány csapolás sűrűbben követi egymást, mások széthúzódnak. Az utóbbi esetben több mélykemence üresen áll, s ezek üzemi hőmérsékleten való tartása szintén hőveszteséget okoz. Számítani kell még arra is,

1. táblázat

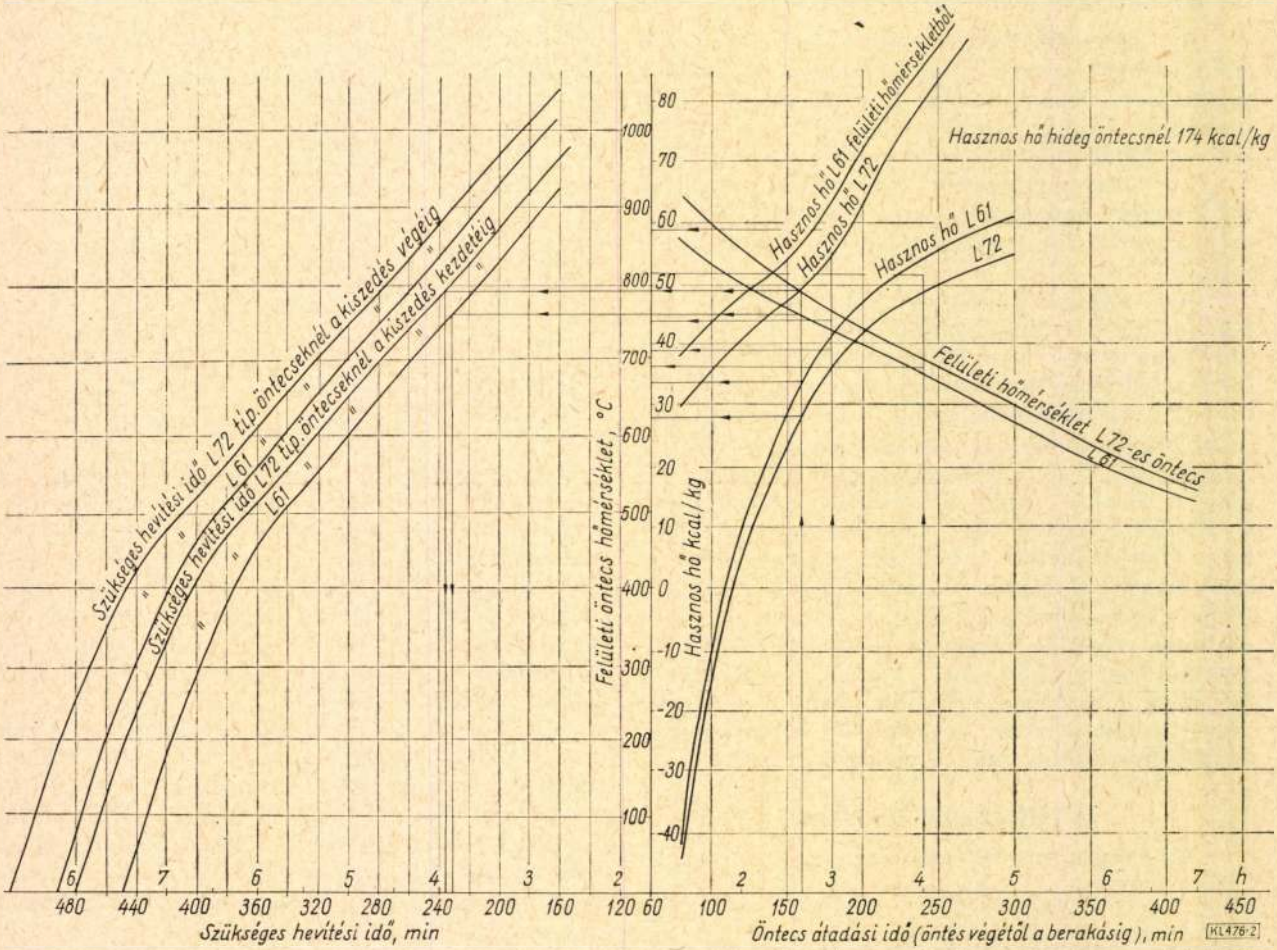
1 m² öntecsfelület lehűlési vesztesége az öntecsátadási idő és a kokillában tartózkodási idő függvényében

Átadási idő min.	Lehűlés veszteség 10^3 kcal/m² a kokillában tartózkodási idő, min.				
	40	60	80	100	120
0	—	—	—	—	—
10	43	43	43	43	43
20	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5
30	76	76	76	76	76
40	84	84	84	84	84
50	101,5	91,5	91,5	91,5	91,5
60	116	96	96	96	96
70	128,5	113,5	101	101	101
80	137	128	104	104	104
90	145	140,5	121,5	107,5	107,5
100	151,5	149	136	110	110
110	157	157	148,5	127,5	112,5
120	161,5	163,5	157	142	115
130	167	169	165	154,5	132,5
140	170,5	173,5	171,5	163	147
150	173,5	179	177	171	159,5
160	176	182,5	181,5	177,5	168
170	178,5	185,5	187	183	176
180	181	188	190,5	187,5	182,5
190	182,5	190,5	193,5	193	188
200	194	193	196	196,5	192,5
210		194,5	198,5	199,5	198
220		196	201	202	201,5
230			202,5	204,5	204,5
240			204	207	207
250				208,5	209,5
260				210	212

2. táblázat

A hasznos hő, az öntecsek felületi és átlagos hőmérséklete az öntecsátadási idő függvényében

Összes állás idő, min.	L 61-es kok.-nál					L 72-es kok.-nál				
	Hőveszt. kcal/kg	Hőtart., kcal/kg	Átl. hőm. °C	Felületi hőm., °C	Hasznos hő, kcal/kg	Hőveszt. kcal/kg	Hőtart., kcal/kg	Átl. hőm. °C	Felületi hőm., °C	Hasznos hő, kcal/kg
80	100,2	225,8	1328	862	—41,8	97,3	228,3	1343	916	—44,7
90	117,1	208,9	1229	847	—24,9	113,7	212,3	1248	900	—28,3
100	131,1	194,9	1147	832	—10,9	127,3	198,7	1168	885	—14,7
110	143,1	182,9	1076	817	+1,1	139,0	187,0	1100	870	—3,0
120	151,3	174,7	1028	802	9,3	146,8	179,2	1054	855	+4,8
130	159,0	167,0	976	790	17,0	154,4	171,6	1008	840	12,4
140	165,3	160,7	940	780	23,3	160,5	165,5	968	825	18,5
150	170,7	155,3	908	770	28,7	165,7	160,3	938	810	23,7
160	171,8	151,2	884	760	32,8	169,9	156,1	912	795	27,9
170	180,2	145,8	853	750	38,2	175,0	151,0	833	780	33,0
180	183,6	142,4	833	740	41,6	178,3	147,7	864	765	36,3
190	186,4	139,6	816	730	44,4	181,2	144,8	847	752	39,2
200	188,9	137,2	807	720	46,8	183,9	142,1	831	740	41,9
210	181,3	134,7	793	710	49,3	185,7	140,3	820	730	43,7
220	193,7	132,3	778	700	51,7	188,1	137,9	806	720	46,1
230	195,1	130,9	770	690	53,1	189,6	136,4	798	710	47,6
240	196,6	129,4	762	680	54,6	191,0	135,0	794	700	49,0
250	197,7	128,3	755	670	55,7	192,1	133,9	788	690	50,1
260	199,1	126,9	746	660	57,1	193,3	132,7	781	680	51,3
270	200,1	125,9	740	650	58,1	194,6	131,4	773	670	52,6
280	201,5	124,5	732	640	59,5	195,7	130,3	766	660	53,7
290	202,8	123,8	728	630	60,2	196,4	129,6	762	650	54,4
300	202,8	123,2	725	620	60,8	197,0	129,0	758	640	55,0



2. ábra. A hasznos hő és az öntecsek felületi hőmérséklete az öntecs-átadási idő függvényében, valamint a hevítési idő és az öntecs felületi hőmérséklete közötti összefüggés

hogy bizonyos időszakokban a hideg betét részesedése is megnő.

Mindezek figyelembevételével meg kell állapítani azt az optimális kamraszámot, amelyet üzemben, illetve melegen kell tartani. Az optimálisnál kevesebb kamra fűtésekor néha a meleg öntecseket is vissza kell hűteni, s az ilyenek újramelegítéséhez többlet hőenergiára van szükség. A feleslegesen üzemben tartott kamrák miatt viszont a falveszteség nő meg. Az optimum megállapítása céljából még vizsgálatokat kell végezni.

A sugárzási veszteség számítása

A sugárzási veszteség:

$$q_{sug}=\frac{Q_{sug}}{G} \quad \text{kcal/t} \qquad (15)$$

ahol Q_{sug} az egy adagra vonatkozó sugárzási veszteség, q_{sug} a berakott öntecsek számával és így közvetve súlyával arányos. Egy adag hőmérlege szerint az *L-61* típusú öntecsekre $Q_{sug}=4\ 500\ 000$ kcal/adag, míg $G=90{,}75$ t, ebből

$$q_{sug}=49\ 600\ \ 50\ 000 \text{ kcal/t}$$

A kilángolási veszteség számítása

A kilángolási veszteség:

$$q_{kil}=\frac{Q_{kil}}{G} \quad \text{kcal/t} \qquad (16)$$

ahol Q_{kil} az egy adagra vonatkozó kilángolási veszteség. q_{kil} a berakott öntecsek számával, ill. súlyával arányos. Mérések szerint egy *L-61* típusú öntecsekből álló adagra

$Q_{kil}=330\ 000$ kcal/adag, $G=90{,}75$ t, ebből

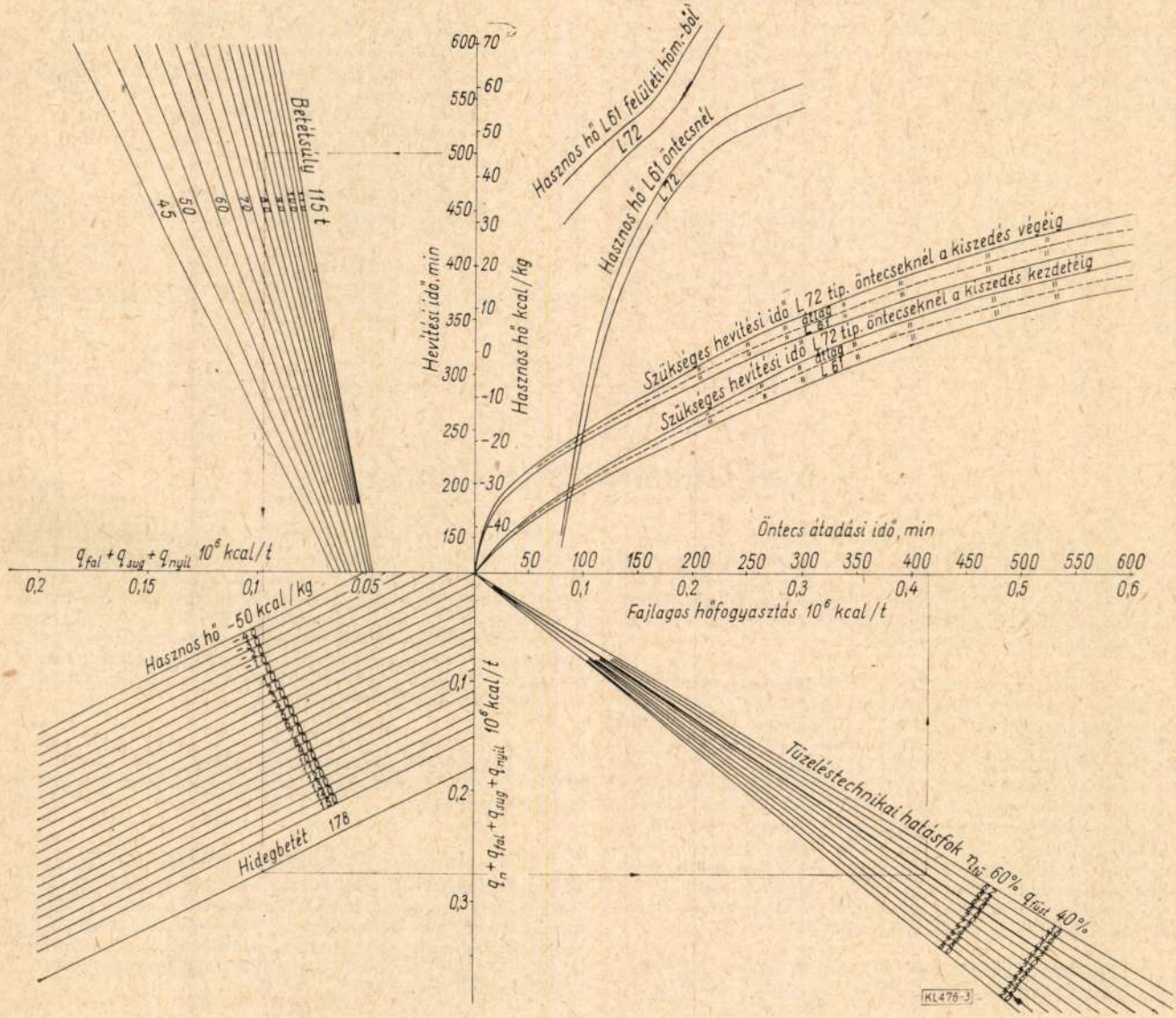
$q_{kil}=3640\ \ 4000$ kcal/t

A sugárzási és lángolási veszteség összege ebből:

$$q_{sug}+q_{kil}=53\ 240 \sim 54\ 000 \text{ kcal/t}$$

A falveszteség, a sugárzási és a kilángolási veszteség összege a hevítési idő és a betétsúly függvényében a 3. ábra második negyedéből vehető ki. A falveszteség, a sugárzási veszteség, a kilángolási veszteség és a hasznos hő összegét grafikusan a 3. ábra harmadik negyedében határoztuk meg.

A hasznos hő, a falveszteség, a sugárzási veszteség és a kilángolási veszteség összegét a tüzelés-



3. ábra. A fajlagos hőfogyasztás grafikus meghatározása különböző öntecs-átadási idő, öntecstípus, betétsúly és tüzeléstechnikai hatásfok figyelembevételével

technikai hatásfokkal osztva megkapjuk a fajlagos hőfogyasztást.

A füstgázveszteség az elkészített hőmérleg szerint:

Csak levegő-rekuperátorral működő kemencékre

$$q'_{füst} = 34\%, \qquad \eta_{tü} = 100 - q'_{füst} = 66\%$$

A levegő- és gázrekuperátorral működő kemencékre

$$q'_{füst} = 26\%, \qquad \eta_{tü} = 100 - q'_{füst} = 74\%$$

Ezt a számítást grafikusan a 3. ábra negyedik negyedében oldottuk meg.

Összefoglalás

Az előírt és a tényleges hevítési időből számítható várható fajlagos hőfogyasztást — az eddigi számítások végeredményképpen — a 3. ábrából tudjuk grafikusan meghatározni.

Adott kemence fajlagos hőfogyasztását elsősorban az öntecsátadási idő (öntecs hőmérséklet), a felesleges hőntartási idő, a berakott öntecsek száma, ill. súlya és az öntecs típusa határozza meg.

Az öntecs-átadási idő növelése 10 min-al (160 min átlagos átadási időhöz viszonyítva) a fajlagos hőfogyasztást $0{,}0066 \cdot 10^6$ kcal/t-val, a felesleges hőntartási időnek egy órás növelése pedig $0{,}013 \cdot 10^6$ kcal/t-val növeli meg.

Jelölések

q_{be}	hőbevétel, kcal/t betét
q_{ki}	hőkiadás, kcal/t betét
q_g	a gázzal bevitt érzékelhető hő, kcal/t betét
q_{lev}	a levegővel bevitt érzékelhető hő, kcal/t betét
$q_{tü}$	fajlagos hőfogyasztás (a tüzelőanyaggal bevitt hő), kcal/t betét
q_h	hasznos hő, kcal/t betét
q_{fal} és Q_{fal}	falveszteség, kcal/t betét
q_{sug} és Q_{sug}	sugárzási veszteség, kcal/t betét, ill. kcal/ó
q_{kil}	kilángolási veszteség, kcal/t betét, ill. kcal/ó
$q_{füst}$	füstgáz-veszteség, kcal/t betét
q_m	hőmérleg hiba, kcal/t betét
$\eta_{tü}$	tüzeléstechnikai hatásfok, %
$q_{füst}$	füstgázveszteség (viszonyítva a bevitt hőhöz), %
q_1	a kemencéből kivett meleg öntecsek hőtartalma, kcal/t betét
q_2	a kemencébe berakott öntecsek hőtartalma, kcal/t betét
q_{re}	a revésedésnél keletkezett hő mennyisége, kcal/t betét
t_{1k}	a kemencéből kivett meleg öntecsek hőmérséklete, °C
t_{2k}	a kemencébe berakott öntecsek hőmérséklete, °C
r	a kemencében keletkezett reve mennyisége a betéthez viszonyítva, %
c_{1k}	a kivett öntecsek közepes fajhője, kcal/kg°C
c_{2k}	a berakott öntecsek közepes fajhője, kcal/kg°C
$q_ö$	a folyékony acél hőtartalma öntéskor, kcal/t betét
q_{veszt}	öntecslehűlési veszteség az öntés végétől a kemencébe történő berakás végéig, kcal/t betét
G	betétsúly, t
$z_ö$	a hevítés teljes ideje a berakás kezdetétől a következő berakás kezdetéig, ó
z_{sz}	szükséges hevítési idő, ó
z_{fh}	felesleges hőntartási idő (beleértve az üresen tartott időt is), ó
z_h	szükséges hőntartási idő, ó
z_{be}	berakási idő, ó
z_f	felfűtési idő, ó
z_{ki}	kiszedési idő, ó
Q_{kil}	kilángolási veszteség, kcal/adag
$z_á$	öntecs átadási idő, perc

IRODALOM

[1] *Heiligenstaedt:* Wärmetechnische Rechnungen für Industrieöfen 1964.

A vaskohászat rövid hírei

A Vaskohászati Igazgatóság vállalatai 1966. évben *műszaki fejlesztési intézkedések* megvalósítása révén 350 millió forint megtakarítást értek el. A műszaki fejlesztési tevékenység — elsősorban a fajlagos anyagfelhasználás és a selejt csökkentésével — jelentős mértékben hozzájárult az önköltség csökkentéséhez.

*

Tovább bővül a kohászat gyártmányainak választéka. A December 4. Drótművekben a műanyagbevonatú acélhuzalok, varrott kivitelű laposkötelek, a Salgótarjáni Acélárugyárban húzott profilacélok, újtípusú kovácsdarabok és különféle ötvözött szalagacélok gyártásának bevezetését készítik elő. A Dunai Vasműben bővítik a nyitott és zárt profilok választékát, bevezetik a matt és félmatt felületű hidegen hengerelt lemezek gyártását. A Lenin Kohászati Művekben és az Ózdi Kohászati Üzemekben a földalatti vasút áramszedő sín anyagának gyártási és hengerlési kísérleteit fogják lefolytatni. A Magnezitipari Művekben bővítik az oxidkerámiai termékek és a tűzálló betonok választékát.

*

A *KGST Vaskohászati Állandó Bizottsága* jan. 25—31. között tartotta 25. ülését Moszkvában. Az ülésen a tagországok képviselőin kívül részt vett Jugoszlávia delegációja és megfigyelőként a Vietnami Demokratikus Köztársaság képviselői. A Vaskohászati Állandó Bizottságot tízéves fennállása alkalmából üdvözölte *Leszecsko*, a Szovjetunió miniszertanácsának elnökhelyettese. Az ülésen értékelték a KGST országok vaskohászatában tíz év alatt elért eredményeket, a Vaskohászati Állandó Bizottság tevékenységének eredményeit és megtárgyalták a napirenden szereplő folyó ügyeket.

*

A *December 4. Drótművekben* január hóban üzembehelyezték az öntvénytisztításhoz szükséges *drótsörét* gyártó berendezést.

*

A *Vaskohászati Kemenceépítő Vállalat* felsőpályás törmelékszállító berendezést tervezett és épített a Martin-kemencék rácskamráinak bontásához a nehéz fizikai munka megkönnyítése céljából. Gépesítették a tűzálló téglák kemenceépítéshez történő szállítását is. Ez utóbbi intézkedés 700 ezer forint megtakarítást eredményezett a vállalatnak. (T. I.)

A folyamatos öntés kristályosítói

SZIKLAVÁRI JÁNOS okl. kohómérnök

DK 669.14 : 721.74.047 : 548.5

Folyamatos öntés során — a szál húzásakor — a néhány mm-es, sőt néhány tizedmilliméteres kérgű, de belsejében még folyékony acélszál és a kristályosító fala között, súrlódással járó elmozdulás jön létre. A sikeres öntés attól függ, hogy az elmozdítást végre tudjuk-e hajtani úgy, hogy közben a súrlódás miatt az acélkéreg nem szakad meg, vagy az esetleges szakadást sikerül-e üzemzavart vagy selejtet nem okozó mértékűre korlátozni. Lényeges az is, hogy a kristályosítóban való tartózkodás ideje alatt tudunk-e az acélszálnak olyan vastag kérget biztosítani, amely a kristályosítóból kilépve is elbírja a felette levő folyékony acéloszlop nyomását. A szakadást meggátolni vagy mértékét korlátozni csak megfelelő belső felületű és működésű kristályosítóval lehet. A szükséges kéregvastagság elérése érdekében pedig a kristályosítóban meghatározott mennyiségű hőt kell az acéltól elvonnunk [1].

A beöntött acél és a kristályosító egymáshoz viszonyított helyzete alapján a kristályosítóban függőleges irányban négy szakaszt különböztethetünk meg *(1. ábra)*.

A kristályosító legfelső szakaszában, a kiegyenlítőtérben csak a beömlő acélsugár tartózkodik. A 2. szakasz magassága a hullámzó acéltükör szintkülönbségével egyenlő. Ez alatt van a 3. vagy tapadó szakasz, amelyben a dermedő acél még érintkezésben van a kristályosító falával. A 4. szakaszban az acél zsugorodás folytán elválik a kristályosító falától.

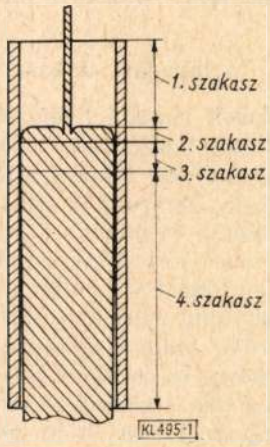
Amíg az öntés és húzás egyensúlyban van, addig egy-egy szakasz a kristályosító ugyanazon részén helyezkedik el és kiterjedése változatlan hosszúságú; az öntés és húzás egyensúlyának megbomlásakor azonban az elkülöníthető szakaszok a kristályosító magasságában változtatják helyüket és kiterjedésüket.

A kiegyenlítő tér

Az 1. szakasz tengelyirányú hossza az öntési módtól, a kristályosító keresztmetszetétől és az öntési teljesítménytől függ. Legalább akkorának kell lennie, hogy az esetleges húzási vagy öntési sebességkülönbségek okozta acélszint-emelkedést lehetővé tegye anélkül, hogy az acél a kristályosítón túlfolynék. Ügyelni kell ugyanis arra, hogy hengerszorulás vagy vágási zavar miatt bekövetkező húzáslassítás, esetleg néhány másodperces megállás miatt az öntést ne kelljen megszakítani. Az öntésnek bármilyen rövid ideig tartó megszakítása nyomot hagy az acélszál felületén, a többmásodperces megszakítással öntött szál pedig hideg állapotban már kisebb ütésre is kettétörik. Másrészt viszont a szál felületi hibáinak csökkentése érdekében rövid kiegyenlítő szakaszra kell törekedni, mert az acélsugár annál erősebben fröcscsen szét, minél magasabbról csapódik be.

A kiegyenlítőtér magassága annál kisebb lehet, minél pontosabban szabályozható a beöntött acél mennyisége. Azonos szabályozási lehetőségek mellett annál rövidebb kiegyenlítőtérre van szükség, minél nagyobb a kristályosító keresztmetszete; azonos keresztmetszet esetén a kiegyenlítőtér magassága az öntési teljesítménnyel egyenesen arányos.

A kiegyenlítőtérbe általában védőgázt nyomnak be vagy hoznak benne létre, hogy az acélsugarat és felszínt megvédjék az oxidációtól [2]. Az oxidhártya ugyanis befordul a kristályosító falához és salakfoltok alakjában nemcsak szennyezi a szál felületét, hanem zavart okoz a hőátadásban is, amivel károsan befolyásolja az acélszál belső szerkezetének kialakulását.



1. ábra. A kristályosító szakaszai
1 kiegyenlítőtér, 2 a hullámzó acéltükör szintkülönbsége, 3 tapadási szakasz, 4 zsugorodási szakasz

A kiegyenlítőtérben történik a kristályosító falának a kenése is. A kenőanyag csökkenti a dermedő acélszál felülete és a kristályosító fala közt fellépő súrlódást. A kenés legegyszerűbb módja az, hogy a kristályosító falán csorgatják le a kenőanyagot, amely a tükörszintben kerül az acél és a kristályosítófal közé. Előfordul, hogy a kenőanyagot az acéltükörre adagolják és az acélhullámok szállítják azt a kristályosító falához. Ez a módszer több kenőanyagot igényel, de ilyenkor a kenéssel együtt legtöbbször a védőatmoszféra is létrejön. Ha az öntést szemmel ellenőrzik, akkor az is fontos, hogy a kenőanyag füstje ne zavarja a látási viszonyokat.

A hullámzó acéltükör szintkülönbsége

A kristályosító 2. szakasza igen rövid, állandóan változó kiterjedésű és egyenlő az acéltükör hullámzás okozta szintkülönbségével. Ha az öntés hullámzásmentes lehetne, akkor ennek a szakasznak a hossza tulajdonképpen csak az acél meniszkuszmagassága lenne. (Valamely folyadék meniszkuszmagassán a folyadék és az edény legfelső érintkezési vonalán átfektetett vízszintes sík és a folyadéktükör középpontján átfektetett vízszintes sík közötti szintkülönbséget értjük. A meniszkuszma-

gasság függ az acél felületi feszültségétől.) A gyakorlatban a beömlő acélsugár a felszínt hullámzóvá teszi, emiatt a 2. szakasz hossza mindig nagyobb, mint a meniszkuszmagasság. Az acéltükör hullámzását néhol könnyű, száraz fakeret ráhelyezésével csillapítják.

A 2. szakaszban elhelyezkedő kevés acél a kristályosodás lefolyásában két különbözőképpen viselkedő részre oszlik. Egyik része a kristályosító falával körös-körül érintkezik, az erős hűtőhatás következtében megdermed és az alatta levő kéreghez forr. Az acéltükör belső, tehát nem kerületi része ugyanakkor hullámzik, fogadja a beömlő sugarat, megmutatja, hogy az acél tiszta-e, megfelelő hőmérsékletű-e, a beömlő sugár becsapódása helyes-e. Az acélsugár ráömlik a tükörre, és legyőzve a felületi feszültséget a tükör alá süllyed. Ha a sugár botszerű, akkor a tükör átütése fröccsenésmentes. A beömlő acél annál mélyebbre hatol a tükör alá, minél alacsonyabbról öntik.

A tapadási szakasz

A 3. szakaszt azzal jellemeztük, hogy itt a dermedő acélkéreg hozzátapad a kristályosítóhoz. Mivel a kristályosítófal felületi hibái (bemaródás, illeszkedési hézag, deformáció stb.) nyomot hagynak a szál felületén és növelik a súrlódást, a kristályosítófal simaságára nagy gondot fordítanak. Igyekeznek a súrlódást valamilyen eszközzel, főleg kenéssel csökkenteni, mert ha a súrlódás okozta feszültség nagyobb, mint a vékony acélfal szilárdsága, akkor a kéreg megszakad. Sokszor az egészen kismértékű súrlódás is szakadást okoz. Mivel pedig a súrlódást teljesen kiküszöbölni csaknem lehetetlen, ezért inkább a súrlódás következményének, vagyis a beszakadásnak a korlátozására törekszenek. Ezt a feladatot a különböző kristályosító rendszerek más-más módon oldják meg; értékelésükre az alábbi összefüggések szolgálhatnak.

Valamennyi kristályosítóra vonatkozóan érvényes, hogy a szálfelület minden része átesik egyszer a tapadási állapoton; a tapadáson átment felületelemek összege tehát egyenlő a szál felületével:

$$\Sigma f_t = F$$

f_t a tapadáson átment felületi elem,
F a szál felülete.

Amikor a kristályosító áll, a szálat pedig húzzák, vagy ha mozog is a kristályosító, de nem szállal azonos irányban vagy ha azonos irányban is, de nem egyenlő sebességgel, akkor az éppen tapadó felületelem a kristályosító falához képest súrlódó elmozdulást szenved.

Ha az öntést álló kristályosítóval úgy hatják végre, hogy közben a szálat megszakítás nélkül húzzák, akkor valamennyi felületelem átesik a súrlódás, illetve az egyidejű tapadás és elmozdulás állapotán:

$$\Sigma f_{ts} = F.\ z_s F$$

$$z_s = \frac{\Sigma f_{ts}}{F}$$

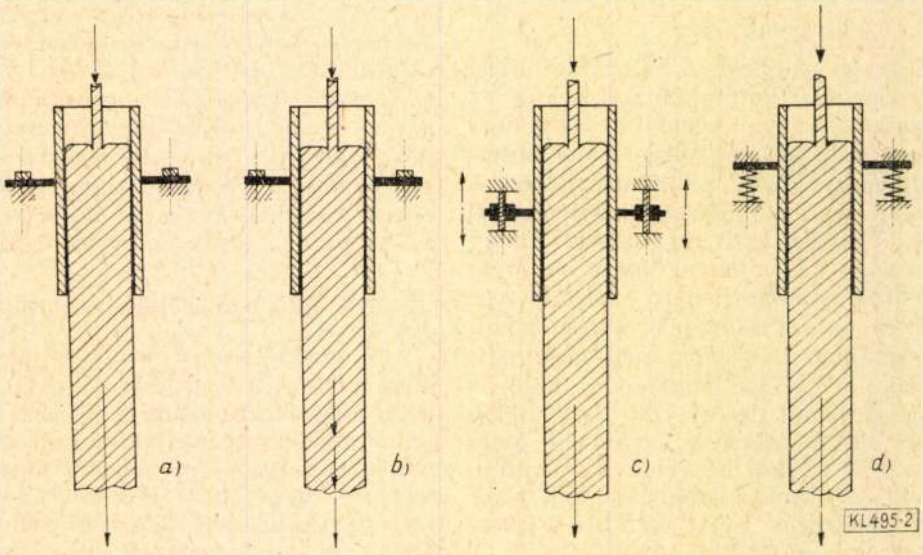
f_{ts} a tapadó és közben súrlódó felületelem,
z_s a tapadósúrlódási arány, amely megmutatja, hogy a szál teljes felületének hányad része volt tapadósúrlódásban.

A z_s 1 és 0 között minden értéket felvehet. A $z_s = 0$ érték jellemző pl. a szokásos tuskóöntésre, hiszen a tapadó tuskókéreg és a kokillafal között gyakorlatilag nincsen súrlódással járó elmozdulás.

A folyamatos öntés sikeres lebonyolítása, a szálfelület és a belső szerkezet jó minősége érdekében olyan kristályosító megoldásokra kell törekedni, amelyekre nézve a z_s tényező minél kisebb, mert annál kevésbé áll fenn a kéregszakadás veszélye.

Az állókristályosítóval és állandó húzással dolgozó rendszer *(2. ábra a* kép), szélsőeset, mert $z_s = 1$; állandóan fennáll tehát a tapadósúrlódás, csak egészen sima felületű, jól kent kristályosítóval lehet így biztonságosan dolgozni [3].

Az amerikai Beaver-Fallsban álló kristályosító az öntést 1 m/min körüli egyenletes húzási sebességhez-állították be, a húzást azonban szakaszosan



2. ábra. A különböző kristályosító rendszerek

a rögzített kristályosító, folyamatos szálhúzás, *b* rögzített kristályosító, szakaszos szálhúzás, *c* le-fel mozgó kristályosító, folyamatos szálhúzás, *d* rugós felfüggesztésű kristályosító, folyamatos szálhúzás

hajtották végre [4] (*2. ábra b* kép). Az 1 m/min körüli átlagsebességet úgy érték el, hogy 11 s-en át 2,15 m/min sebességgel húzták a szálat, majd 8 s-en át szüneteltették a húzást. Mivel az öntés eközben szakadatlanul és egyenletesen folyt, az acéltükör le-fel vándorolt, magával hordva az ismert hibalehetőségeket. Előnye azonban ennek az eljárásnak, hogy az állási szakasz 8 s-a alatt a tapadó felületelemeknek nincs elmozdulásuk, tehát szakadás nem következik be. Az aránylag gyors húzás alatt természetesen megszakadhat a szál, de az állási szakaszban a megszakadt kéreg biztosan összeheged. Erre a kristályosítóra

$$z_s = \frac{11}{19} = 0{,}58$$

$$f_{ts} = 0{,}58\ F$$

vagyis a súrlódó tapadófelület a szálfelület 58%-a.

A szovjet és német öntőművek többsége és a diósgyőri kísérleti öntőmű is a Junghans-féle kristályosítóval dolgozik. Az öntés és a húzás megszakítás nélküli és egyenletes, de közben a kristályosító állandó le-fel mozgást végez (*2. ábra c* kép). Lefelé a kristályosító ugyanakkora sebességgel halad, mint amekkorával az acélszálat húzzák, tehát az acélszál és kristályosító között relatív elmozdulás csak akkor van, amikor a kristályosító felugrik kiindulási helyzetébe. A le-felmozgás sebességi viszonyai rendszerint olyanok, hogy a felugrás háromszor gyorsabban megy végbe, mint a lefelé irányuló együtthaladás. Az egyenlet tehát így írható fel:

$$z_s = \frac{1}{4} = 0{,}25,$$

$$f_{ts} = 0{,}25\ F$$

a súrlódó tapadófelület tehát a szálfelület 25%-a.

Újabban a le-fel mozgó kristályosítók lefelé irányuló mozgása valamivel nagyobb sebességű, mint a szálé. Mivel a szálat a húzóhengerek visszatartják tehát nem süllyedhet együtt a kristályosítóval, azért a tapadó felületelemek súrlódnak a kristályosítófalon. A sebességkülönbség azonban rendszerint olyan minimális értékű, hogy a súrlódási erő nem számottevő, és ha kismértékű súrlódás fel is lép, az valójában a felületi kérget mintegy tömöríti, tehát a kéregszakadás valószínűsége minimális. Az ilyen kristályosítók lefelé irányuló mozgását a szállal együtthaladó kristályosító lefelé irányuló mozgásával azonos hatásúnak ítélhetjük meg [5].

Az Angol Vas- és Acélipari Kutatóintézetben kikísérletezett rugós felfüggesztésű BISRA-kristályosító [3,6] (*2. ábra d* kép) az angol szakértők szerint mind az amerikai, mind pedig a Junghans-féle megoldásnál jobb. A rugók a tapadáskor fellépő súrlódás hatására összenyomódnak, és így tulajképpen a szál és a kristályosító viszonya tekintetében a Junghans-eljárás relatív állás, illetve az amerikai eljárás abszolút állás periódusát teremtik meg. A tapadás megszűntével a súrlódás ereje lecsökken és a rugók visszanyomják a kristályosítót eredeti helyzetébe.

A BISRA-kristályosítóra

$$z_s = \text{határozatlan.}$$

Az angol kristályosító valójában csak kevéssel nyújthat nagyobb biztonságot, mint az álló kristályosító, mert a súrlódóerő és rugóerő összehangolása nem egyszerű és előre nem számítható feladat.

A diósgyőri kísérleti öntőművön valamennyi felsorolt kristályosító megoldással és öntési eljárással végeztünk kísérleteket és legmegfelelőbbnek a Junghans-féle kristályosítót találtuk [2].

A folyamatos öntés kristályosítóinak tökéletesítése állandóan napirenden van és célja nemcsak a szál minőségének javítása, hanem a folyamatos acélöntés teljesítményeinek növelése is. Különféle megoldásokkal az egyre kisebb tapadósúrlódási tényezőjű öntési eljárást keresik. Nem lehetetlen, hogy a jövő kristályosítója a

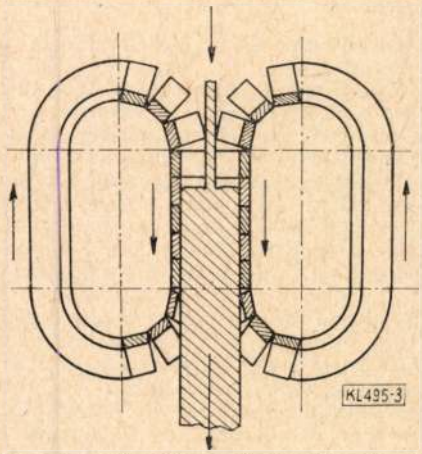
$$z_s = 0$$

indexű kristályosító lesz. Az ilyen kristályosítóra

$$\Sigma f_{ts} = 0,$$

vagyis a tapadófelület és a kristályosítófal között semminemű relatív elmozdulás nincsen, éppúgy, mint a tuskóöntéskor. Sokféle szabadalom született már erre, és néhány kísérleti berendezést építettek is, elsősorban a nemvasfémek folyamatos öntésére.

A *3. ábra* egy lánctagos öntőgépet mutat be [7]. A kristályosító több, egymás felett elhelyezkedő elemből áll. Minden elem a szállal azonos irányban azonos sebességgel halad és szimmetriatengelyében nyitható. A szállal való együtthaladás alsó állásában az elem szétnyílik, részei elhagyják a szálat, és a külső pályán — a szállal nem érintkezve — visszatérnek az öntési tengelybe. Itt összeszerződva csatlakoznak az alattuk levő, a szállal együtthaladó kristályosító elemekhez, és ezzel biztosítják, hogy a szál nem súrlódik rajtuk. Az eddig kipróbált szerkezetek a gyakorlatban még nem váltak be, mert nehéz a jól hűtött, jól záró és nem deformálódó elemek kivitelezése, amellett élettartamuk rendkívül kicsi.



3. ábra. Az acélszállal együtthaladó, láncelemes kristályosító, folyamatos szálhúzással

A zsugorodási szakasz

A kristályosító 4., vagy zsugorodási szakaszában való tartózkodási idő alatt az acéltömbben olyan vastag kéregnek kell kialakulni, amely már elbírja a folyadékoszlop ferrosztatikus nyomását is, mert ellenkező esetben a kristályosítóból való kilépés után a szál oldallapjain kidudorodások jöhetnek létre. Ebben a szakaszban az acélszál és a kristályosító fala között a zsugorodás mértékétől függő, lefelé növekvő hézag van, azért itt az acél hőtartalmának elvonása sugárzással, illetve a zsugorodási hézagot kitöltő gáz hővezetésével történik.

A sugárzással átadott hőmennyiség Stefan és Boltzmann, illetve Kirchhoff törvényei szerint az abszolút hőmérsékleten kívül a hőt kisugárzó és a hőt felvevő testek, esetünkben az acélszál és kristályosítófal feketeségi fokától függ. A kristályosítóban dermedő acél feketeségi fokát nem tudjuk befolyásolni, de a kristályosító falának abszorpcióképességét meghatározó feketeségi fokát igen. Pl. a vörösréz csiszolt felülete 0,02 körüli feketeségi fokú; ha kb. 0,075 mm vastag koromréteggel bevonjuk, akkor feketeségi foka 0,94 fölé emelkedik. Mivel Kirchhoff törvénye szerint az abszorpcióképesség és a test feketeségi foka számértéküket tekintve megegyeznek egymással, ezért a kormozással a sugárzás útján átadott hőmennyiség csaknem 50-szeresére növelhető.

A zsugorodási hézag gázterében a vizsgálatok alkalmával 50% H_2-t találtak [4]. A nagy hidrogéntartalom előnyös, mert a hidrogén hővezetőképessége bármely gázénál 7—8-szor nagyobb.

Vannak olyan eljárások is, amelyek az intenzívyebb hűtés érdekében vizet fecskendeznek a szóban forgó térbe.

Összefoglalás

Az acél folyamatos öntése közben a kristályosítóban — függőleges tengelye mentén — négy szakasz különböztethető meg. Közülük a tapadó szakasz játsza a legfőbb szerepet, mert elsősorban itt alakul ki az acélszál felületi minősége, sőt az itt uralkodó körülmények még a szál belső szerkezetét is befolyásolják.

Ha a kristályosító falához tapadó acélfelület elmozdulás miatt súrlódik, akkor a felületen szakadások keletkezhetnek. Nyilvánvaló, hogy az acélszál felülete annál több helyen szakadhat, minél nagyobb az összes felületnek a tapadósúrlódó része, amit z_s tapadósúrlódási tényezővel fejezhetünk ki.

Ez a tényező alkalmas a kristályosító megoldások és a húzási eljárások összehasonlító értékelésére.

IRODALOM

[1] *Bojcsenko—Rutesz és társaik:* Continuous casting of steel in the USSR. Journal of the Iron and Steel Institute. 1959. 2. 109. old.
[2] *Bojcsenko—Rutesz—Nikolaev:* Neprerüvjana razlivka sztali. Moszkva, 1956. Akadémija Nauk SzSzSzR.
[3] *Gouzou—Zaeytydt:* Le probleme des ruptures de peau dans la coulée continue de l'acier. Revue Universelle des Mines, 1961. 3. 110. old.
[4] *Olson:* Continuous casting of steel. Journal of the Iron and Steel Institute. 1958. 1. 40. old.
[5] *Halliday:* Continuous casting at Barrow. Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. 2. 121. old.
[6] *Fenton—Pearson:* Continuous casting on the BISRA Experimental Plant. Revue Universelle des Mines, de la Métallurgie et des Travaux Publics des Sciences et des Arts appliqués a l'Industrie, 1958, 12. 623. old.
[7] *Golikov:* Perszpektivi Szozdanija. Szovmescsényije processzov nyeprerüvnoj razlivki i prokátki sztáli, Izvesztija Akademii Nauk SzSzSzR, Metallurgija i toplivo, 1962. 9. sz. 14. old.

Szabványosítási hírek

Felhívjuk olvasóink figyelmét a Magyar Szabványügyi Hivatal által a közelmúltban jóváhagyott alábbi kohászati tárgyú szabványokra és hozzászólásra kibocsátott szabványtervezetekre:

SZABVÁNY

MSZ 328—67 (Az MSZ 328—51 helyett) *Hengerelt egyenlőszárú L-acél*
A szabvány méretválasztéka a régi 49-ről 52-re emelkedett. A leglényegesebb változás a régi előírásokkal szemben az, hogy a szárvastagsági méretek 1—3 mm-rel csökkentek, ami várhatóan mintegy 5—8% súlymegtakarítást fog eredményezni. A szárszélesség választéka a tízes — és nem a Renard — számsoron alapszik. A szabvány függeléke összehasonlítást ad az L-acélok hazai és a fontosabb külföldi szabványos méretválasztéka között.

MSZ 2136—67 *Szilárd cementálószer acélok hőkezelésére*
A szabvány acélok betétedzésekor használatos szilárd cementálószerre vonatkozik. A cementálószer szemcseformájú retorta faszén, kötőanyaggal megkötött bevonattal (bárium- és kalciumkarbonát stb.). A szabvány a $BaCO_3$- és a $CaCO_3$-tartalom, valamint a szemcsenagyság függvényében ötféle minőséget különböztet meg.

TERVEZET

MSZ 4344 T (Az MSZ 4344—57 helyett) *Hengerelt menetű köracél métermenetű csavarokhoz és anyákhoz*
A szabvány módosítását új csavargyártógépek üzembehelyezése és egyes kapcsolódó kohászati szabványok tartalmi megváltozása indokolja. A tervezetben az eddigi 16 szelvényméret 4 mérettel kiegészült.

MSZ 5780 T (Az MSZ 5780—53 helyett) *Nemesíthető krómvanádiumacél. Minőségek és műszaki követelmények*
A szabványtervezet legfejebb 250 mm átmérőjű vagy vastagságú hengerelt vagy kovácsolt, krómmal és vanádiummal ötvözött nemesíthető acélok vegyi összetételi, szilárdsági és technológiai előírásaira és a vizsgálatok módjára vonatkozik. A vegyi összetételi előírások érvényesek még tuskókra, valamint egyéb melegen és hidegen alakított termékre is.

HATÁLYTALANÍTÁS

MSZ 17782—57 *Acélok láng-, indukciós-, mártóedzésre*
A Magyar Szabványügyi Hivatal a szabványt 1967. július 1-i határidővel hatálytalanítja.

Acélhengerműveink általános helyzete*

HORVÁTH JÁNOS okl. kohómérnök
KGM Vaskohászati Igazgatóság

DK 669.14+621.771.06 (439) „1960/1965"

A hazai hengerművek munkájának megítélésekor figyelembe kell venni ezen technológiai ágazat műszaki adottságait, a berendezések korát és állapotát. A hengersorok műszaki elmaradottságára magyarázatot leginkább az elmúlt évek beruházásainak, fejlesztéseinek vizsgálata szolgáltat.

A vaskohászati iparág államosítása óta jelentős összeget fordítottunk fejlesztésre, beruházásra. Az 1965-ös évvel bezárólag, kb. 23 milliárd Ft-ot ruháztunk be. A beruházott összeg kereken 1,6 millió t acéltermelés növekedést eredményezett. Az elmúlt időszak fejlesztései azonban főleg nyersvas és acélgyártó berendezések beruházására korlátozódtak. Ezen években csak négy meleghengersor és három hideghengermű épült, illetőleg került rekonstruálásra. Ezek is egy kivételével 1960 után kezdték meg termelésüket. A jelentős acéltermelés növekedést tehát csak részben vették fel az újonnan telepített, illetve rekonstruált hengersorok. Az acéltermelés bővülésének nagyobbik része a régi, átlagosan 50 esztendős hengersorokon került feldolgozásra, természetesen igen kedvezőtlen műszaki és gazdasági hatékonyságot eredményező termelés keretén belül.

A beruházott összegből 17 év alatt csak 12% jutott a meleghengerművek, és 8,5% az új hideghengerművek építésére, illetőleg rekonstruálására. Ez a részesedés aránytalanul kevés. A szocialista országok, valamint a tőkés ipari államok fejlesztési ráfordításaiban ez a hányad általában 45—55% között szokott lenni.

A jelenleg működő 30 meleghengersorunkból 8 sor a múlt századból való, 18 sor az első és a második világháború előtti időben épült, és 2—2 sor építése, illetve rekonstruálása esik a felszabadulás utáni időszakra.

Nincs hengersorunk, amely a legkorszerűbb követelményeket kielégítené. A régi hengersorok egyes berendezéseit felállításuk óta természetesen kicserélték. A csere, felújítás azonban ritkán jelentett korszerűbb szerkezetet és sohasem járt együtt a hengereltáru termelés színvonalát alapvetően javító módosításokkal.

Ennek következtében természetesen ma már a feldolgozó ipar igényeit egyes hengerelt termékfajtákból sem mennyiségi, sem minőségi vonatkozásban nem tudjuk kielégíteni. Ezért jelentős importra kényszerülünk, ugyanakkor devizamérleg javító célzattal nagy mennyiségben exportálunk hengerelt tömegárut a baráti és tőkés piacokra.

A II. ötéves tervidőszak munkájának elemzése

Mindezek előrebocsátása után vizsgáljuk meg a hazai hengerművek munkáját a II. ötéves terv teljesítésének tükrében és nézzük meg a III. ötéves tervidőszaki célkitűzéseit.

* Szilvásváradon 1966. szept. 22—25-én tartott II. Országos Hengerész Konferencia megnyitó előadása.

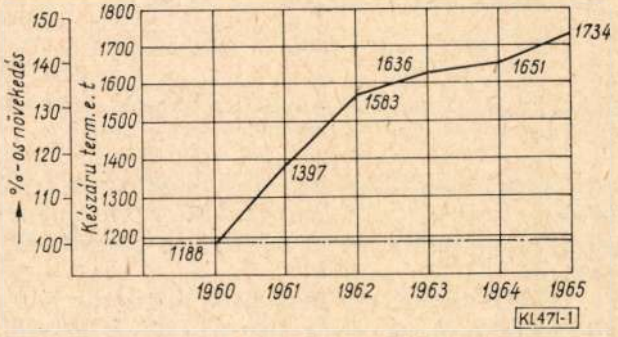
1. A termelés alakulása

A termelés alakulását vizsgálva kitűnik, hogy 546 000 t-val termeltünk több hengereltárut a II. ötéves tervidőszak utolsó évében, mint 1960. év folyamán. Ezen 46%-os többlettermelés évenkénti növekedését az *1. ábra* szemlélteti. A jelentős többletet a DV meleg szélesszalagsorának üzembehelyezése és termelési felfutása szolgáltatta.

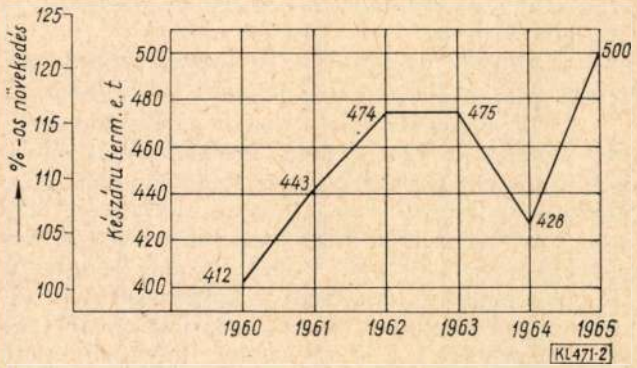
A *2. ábrán* az LKM hengersorainak kászáru termelése látható. A termelés növekedése az 1960. évi szinthez képest 21%. Az 1000-es blokksor és a 800-as duó-bugasor átépítése 1964. évben jelentős termeléscsökkenést eredményezett. A blokk- és bugasor átépítését követő termelési felfutás kezdeti nehézségeinek leküzdése után a készáru termelés 1965. évben elérte az 500 000 t-t. A blokk- és bugahengersor termelésének felfutása érdekében LKM műszaki és fizikai dolgozói dicséretet érdemlő munkát végeztek. Az elért eredmény egyben a KGMT elismerésreméltó munkájának is bizonyítéka.

Az ötvözött hengerelt készáru termelés a II. ötéves tervidőszakban 12%-kal növekedett az LKM hengersorain.

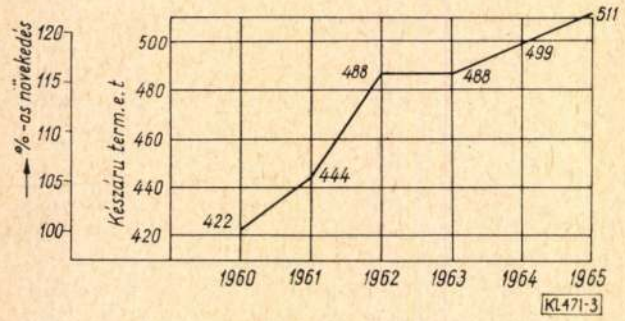
Az ÓKÜ hengerelt készáru termelésének alakulására a *3. ábra* ad felvilágosítást. A hengerelt készáru termelés 1965. évben 511 000 t volt. A termelésnövekedés 1960. évi szinthez mérve 21%. A lemezsorok termelésének alakulását befolyásolta a DV meleg-szélesszalagsorának üzembelépése, amely



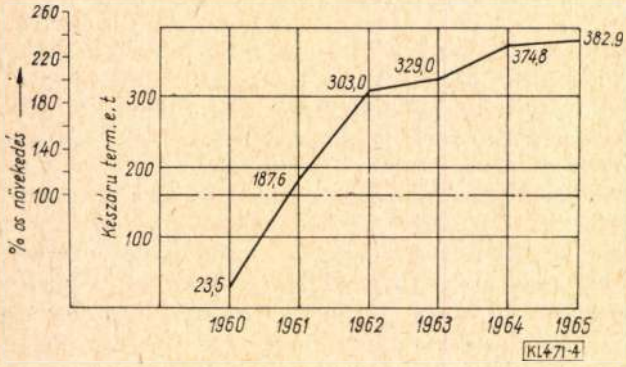
1. ábra. A vaskohászati üzemeink hengerelt készáru termelésének alakulása 1960—1965-ben



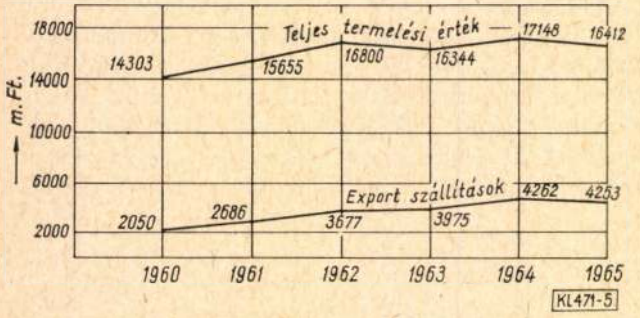
2. ábra. Az LKM hengerelt készáru termelése



3. ábra. Az ÓKÜ hengerelt készáru termelése



4. ábra. A DV melegszalagsorának termelése



5. ábra. A vaskohászati üzemeink teljes termelési értékének és export szállításainak alakulása 1960—1965-ben

tekintélyes mennyiségű durva- és középlemez rendelést vett át az ózdi lemezsorokról. A finomhengerműi sorok termelése növekedett a vizsgált időszakban.

A DV meleghengerművének felfutását a *4. ábra* mutatja. A hengersor 1960-tól 1965-ig 383 000 tonna termelésére fejlődött fel.

A DV Lőrinci Hengermű termelése öt év alatt 15%-kal, a Borsodnádasdi Lemezgyáré pedig 12%-kal növekedett.

A csepeli hengermű a II. ötéves tervidőszak végén 6%-kal termelt többet, mint 1960. évben.

A II. ötéves tervidőszak során a hidegen hengerelt szalag- és lemezgyártás kapacitásának bővítésére történtek erőfeszítések. Még 1960 előtt kezdődött el a csepeli és salgótarjáni hideghengerművek rekonstrukciója. Ezek befejezése 1960 utáni időszakra esett és a két keskeny szalag hengermű 15 000 t együttes kapacitása a korszerűsítés és bővítés nyomán 70 000 t-ra növekedett. A DV hideghengerműve is a II. ötéves terv folyamán épült fel és kezdte meg termelését. Az új hideghengerműi 250 000 t kapacitást képvisel és az előzőekkel együtt hosszú időre biztosítja a hidegen hengerelt szalag- és lemezigények hazai kielégítését, sőt egy ideig még jelentős exportra is számíthatunk.

A vaskohászati vállalatok teljes termelési értéke a vizsgált időszakban a korábbi évekhez viszonyítva tovább növekedett és 1965. évben elérte a 16 412 mFt-ot, a növekedés 11,5% volt az 1960. évi szinthez mérve. Ezen belül az export-teljesítés Ft-értéke 1965. évben 108%-os növekedést ért el a bázis időszakhoz viszonyítva, amihez jelentősen hozzájárult a DV meleghengerművének üzembelépése és a két hidegszalaghengermű (Salgótarján, Csepel) rekonstrukciója nyomán elért termelésnövekedésből adódó exporttöbblet. Az értékek alakulását az *5. ábra* tartalmazza.

A hengersorok termelése a II. ötéves tervidőszak során, mint láttuk, jelentősen növekedett. Ez az igények kielégítésének fokozásán túlmenően önköltségcsökkenést is eredményezett. A termelés növekedése a berendezések jobb kihasználását, az állandó költségek egy termelt tonnára eső részének csökkenését eredményezi. Minden többlettermelés az egyes sorokon az álladó költségeken keresztül jelentős önköltségcsökkenést eredményez.

2. A termelékenység, az üzemidőkihasználás és az anyagfelhasználás alakulása

A hengerművek termelékenységi, üzemidőkihasználási és anyagfelhasználási mutatóit az *1. táblázat* szemlélteti.

A hengerművek termelékenysége a hengersorok összesített üzemidejére számítva 42%-kal, hengerlési időre vonatkoztatva 44%-kal növekedett és minden hengerműben tovább javult.

A Lenin Kohászati Művekben az 1000-es blokksor és a 800-as duóbugasor teljesítménye a rekonstrukció utáni felfutási nehézségek miatt csak 1965. II. félévében érte el a megkívánt szintet. Az előnyújtósor munkaintenzitásának azonban tovább kell javulni, hogy a készsorok bugaellátása zavartalan legyen.

El kell érni azt, hogy az előnyújtósor a fejlesztési célkitűzésnek megfelelő bugaméreteket gyártsa a készsorok gazdaságos ellátására. A 300-as finomsor és az 1700-as középlemezsor termelékenysége csökkent, míg a 450-es középhengerműben a termelékenység évről évre növekedett. Fokozni kell a középhengermű teljesítményét az előnyújtási és készrehengerlési idők összehangolásával.

Az ÓKÜ-ben jelentős volt a blokk- és bugasor termelékenységének növekedése, de számottevő a durva- és finomhengerműi készsoroké is.

A DV-ben a folytatólagos szélesszalagsor termelékenysége üzemidőre számítva 107%-kal, hengerlési időre vonatkoztatva 95%-kal növekedett. További jelentős tartalékok tárhatók fel ennek a sornak az üzemeltetésében.

A termelékenység növelésének jelentőségét nem kell külön kiemelni, azonban a megfelelő súlyozás érdekében célszerű megjegyezni, hogy pl. a DV folytatólagos meleg szélesszalagsorán 10 000 t többlettermelés 6 mFt/év megtakarítást eredményezne az önköltség csökkenése révén.

1. táblázat

Az acélhengerművek műszaki mutatóinak alakulása

Üzemek	Év	Termelékenység heng. készárunál		Anyagfelhasználás, kg/t		Munkaidő kihasználás, %	
		t/heng. i.	t/üz. i.	sori	öntecsre	üz. i. napt. i.	heng. i. üz. i.
LKM	1960	8,08	10,47	1117	1359	87,4	77,14
	1965	10,69	15,04	1118	1344	90,72	71,02
ÓKÜ	1960	9,35	11,76	1165	1266	88,00	79,20
	1965	10,75	13,20	1108	1298	88,26	81,39
DV	1961	22,80	48,00	1188	1358	81,22	63,50
	1965	47,25	93,77	1156	1259	92,51	69,82
DV Lőrinci Hengerműve	1960	18,10	20,50	1356	1501	71,00	88,10
	1965	20,95	24,75	1312	1517	70,58	84,64
B.-nádasd	1960	9,90	10,22	1259	1587	81,20	96,80
	1965	11,00	11,30	1229	1468	81,57	97,21
Csepel	1960	3,40	4,20	1100	1340	81,20	81,00
	1965	3,58	4,24	1095	1304	82,11	84,62
Vaskohászat összesen	1960	7,70	9,66	1164	1352	83,51	79,76
	1965	10,97	13,95	1143	1332	86,18	78,65

A programozás további javításával hengersorainkon minimálisan 2—3% termelésnövekedést érhetünk el. Az ózdi finomhengerműben pl. évi 10 000 t többtermeléssel, az önköltség csökkenése révén, kb. 3 mFt megtakarítás érhető el. A diósgyőri gerandasoron és középhengerműben évi 10 000 t többlettermelés közel 4 mFt megtakarítást jelent előbbi alapon számolva.

A munkaidő kihasználás a hengerművekben még tovább javítható. Műszaki intézkedésekkel, szervezési tevékenység révén az üzemek termelékenysége és a termelés gazdaságossága tovább növelhető.

A II. ötéves tervidőszakban a hengersorok naptári időkihasználása javult (83,5—86,2%) az üzemidőkihasználás csökkenő tendenciája mellett (79,9—78,7%).

Amint az 1. táblázatból látható, jelentős mértékben romlott a LKM-ben az üzemidőkihasználás. A csökkenés 6%-os. Kismértékű a javulás ezen a téren a Dunai Vasműben.

Előbbiek az okozói a vaskohászat egészét kifejező mutató romlásának.

Az üzemzavaridők és a meleg anyagra várás csökkentésével, vagyis a hengerlési idő növelésével a munkaidőkihasználás továbbjavítására lehetőség nyílik, ami egyik súlyponti feladata az üzemek műszaki vezetőinek.

A fajlagos anyagfelhasználás a vaskohászat egészét tekintve a II. ötéves tervidőszakban tovább javult és a sorok betétjére és öntecsbetétére számolva 21, illetve 20 kg/t értékkel csökkent.

Vállalatonként vizsgálva a mutató alakulását megállapítható, hogy az LKM-ben növekedett a fajlagos anyagfelhasználás a sori betétre számolva a középhengerműben, a finomsoron és a régi középsoron. Öntecsre vonatkoztatva a finomsor kivételével minden soron tovább csökkent a fajlagos anyagfelhasználás és ez kedvezően alakította a vállalati átlagot is, amely 15 kg/t értékkel csökkent.

Az ÓKÜ-ben a hengerelt készáru-termelés átlagában vállalati szinten 57 kg/t értékkel csökkent a sori anyagfelhasználás. A tervidőszakban azonban növekedett az anyagigényesebb termékek — mint kötél-, rugó-, csavar és szegecsacélok — gyártása, ami az öntecsfelhasználás növekedéséhez vezetett (1266—1298 kg/t).

A DV-ben az anyagfelhasználás (öntecsbetétre vonatkoztatva) az 1961. évi 1358 kg/t értékről 1965-re fokozatosan 1259 kg/t-ra csökkent, ami döntő mértékben járult hozzá a vaskohászati átlagos anyagfelhasználás kedvező alakulásához.

Törekedni kell a vaskohászati átlagos anyagfelhasználás csökkentésére, ezért a hengersorok munkájában célszerű olyan módosításokat bevezetni, amivel további anyagmegtakarítás biztosítható.

Erre a törekvésünkre jó példát szolgáltat az Elektronikus Számítóközpont kezdeményezése. Elvégezték az LKM finomsorára és az ÓKÜ középsorára a típusbuga rendszerű anyagellátás számítását. Korábban LKM finomsorán 131-féle bugasúlyt használtak. A nagyszámú bugatípus tárolási, kezelési nehézségeket idézett elő, és igen gyakran anyagkeveredéseknek is az okozója volt.

A számítás 15-féle bugasúlyt elégségesnek tartott, ennek alapján 1966 első felében a bevezetés nyomán 15,2 kg/t anyagmegtakarítás volt elérhető. Csökkent a bugakészlet és az eddigi tapasztalat szerint a 15-féle típusbuga zökkenőmentesen biztosítja a hengerlés folyamatosságát. Az ózdi hengerműben a számítás az eddigi gyakorlat helyességét igazolta.

3. A termékek minőségének javítása

A kohászati termékek minőségének továbbjavítása megköveteli a mechanikai értékek növelé-

sét, a termékek méretpontosságának szigorú betartását és az áru felületének kifogástalan kikészítését. A termékek minőségének szabályozása helyes szabványalkotással érhető el.

A II. ötéves tervidőszak folyamán a gyártók, a feldolgozók és szükség szerint a kutató és tervező intézetek közreműködésével megkezdtük a szabványok felülvizsgálatát, amire a hazai adottságok, a KGST ajánlások és az iparilag fejlett országok előírásai szolgáltattak adatokat és alapot.

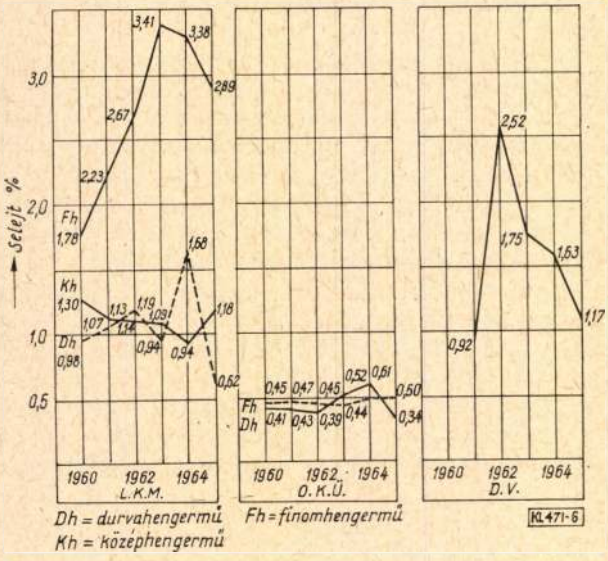
A tűrések, a vizsgálati és átvételi előírások szigorításai azonban kihatással vannak a hengerművek selejtalakulására. A berendezések elavult állapota és a technológiai lazaságok miatt keletkező selejt aránylag kisebb mértékű, mint az acélműi hibaforrásokra visszavezethető selejt.

A vaskohászati termékek gyártásakor keletkező selejt a tervidőszak folyamán az 1960. évi szinthez mérve kismértékű növekedést mutat. A három nagy kohászati vállalat hengerműveinek selejtalakulását a *6. ábra* szemlélteti.

A diagramból leolvasható, hogy a LKM durvahengerművében a selejt növekedett, a középhengerműben csökkent, a finomhengerműben szintén növekedett a bázisévhez viszonyítva. Ebben az üzemben a kör-, hatszög-, négyzetacél és bordásrugó, valamint a szélesacél selejtje az átlagosnál nagyobb volt.

Az ÓKÜ-ben a durva- és finomhengermű selejtje közel azonos szinten mozgott az öt év folyamán. Ezen belül viszont a salgótarjáni szeráru gyártáshoz szükséges zőmíthető acélok, a húzási célokat szolgáló termékek — a drótkötél, nagyszilárdságú és előfeszített betonacélok —, a rugóacélok, valamint a nagyszilárdságú és folyáshatárú lemezek selejtje növekedett.

A DV-ben a lemez- és tekercstermékek selejtje az időközbeni nagymértékű növekedés után 1,17 százalékos értékre csökkent. Az átlagosnál nagyobb volt a nagyszilárdságú és nagyfolyáshatárú lemezek, dinamó, saválló és a hajólemezek selejtje.



6. ábra. A hengerműi selejt alakulása 1960—1965-ben az LKM, ÓKÜ és DV hengerműveiben

4. A gyártmány- és gyártásfejlesztés alakulása

Gyártmány- és gyártásfejlesztési tevékenység keretén belül a II. ötéves tervidőszakban súlyponti feladatként kezeltük a hengerművek gyártási technológiáinak javítását. A technológiai előírások átdolgozásával, korszerűsítésével, betartásának szigorú megkövetelésével szilárdítottuk meg a technológiai fegyelmet. A mintatechnológiát az ÓKÜ dolgozta ki, amit a többi hengermű tapasztalatcsere keretén belül vett át.

Az eddig tapasztalt hiányosságokat a következőkben foglalhatjuk össze:

— jelentős mennyiségű igényes minőségű terméket gyártanak az üzemek a technológiai előírásokban megkövetelt bugaelőkészítés, tisztítás nélkül;

— sok esetben rossz, hibás a bugaelőkészítés — lángfúvatás és faragás stb. — kivitelezése Ózdon és Diósgyőrben;

— a selejtben számottevő a helytelen melegítés okozta elcsavarodási selejt mindkét profilhengerműven;

— jelentős mennyiséget tesz ki az anyag túlzott revésedéséből származó selejt ÓKÜ és LKM egyes hengersorain;

— gyakori az anyag elégetéséből adódó selejtkár.

A hengersorok munkájában általában az alábbi súlyponti hengerléstechnikai hibák találhatók:

— a szelvények méret- és alakeltérése szinte minden hengerműben:

— gyűrődések, behengerlések, rálapolások, felületi hibák,

— lemeztekercseknél a teleszkóposság,

— a munkadarabok elhülése a személyzet hibájából.

A vaskohászat a feldolgozó ipar jobb kiszolgálása érdekében a II. ötéves tervidőszak során számos új terméket vezetett be és sok termék koszerűsítését hajtotta végre.

— KGST ajánlás alapján gyártmányfejlesztés keretében ÓKÜ-ben és LKM-ben kikísérleteztük a könnyített „U" szelvények gyártását és az egyenlőszárú „L" szelvényekre is elvégeztük a szelvénykönnyítési munkát. A szabvány kiadása folyamatban van, sajnos egyelőre a felhasználók nem igénylik kellő mennyiségben az új szelvényeket.

— A szénbányászat kívánságára berendezkedtünk acélsüveggerenda, a bányakaparó E-profil és harangtám szelvény gyártására.

— A járműipar számára berendezkedtünk a trilex keréktalp gyártására ÓKÜ-ben.

— Az építőipari igények jobb kielégítésére áttértünk az újtípusú és minőségű csavarható bordázatú, a nyílbordás betonacélok, valamint a feszített betonelemekhez szükséges különleges nagyszilárdságú betonacél huzalok gyártására.

— A DV meleghengerművének üzembelépésével megoldódott a jó minőségű és méretpontos durva-, közép, és finomlemez, valamint a tekercselt laposáruellátás kérdése. A hazai igényeken túl exportra is jut ezekből a termékekből.

— A Borsodnádasdi Lemezgyár és a DV a vegyipar részére szükséges rozsda-, sav- és lúgálló lemezek gyártását kis mennyiségben elkezdte.

— A Salgótarjáni Acélárugyárban és a Csepeli Fémműben üzembehelyezett hideghengerlő berendezéseken jó minőségű kereskedelmi szalagokat, továbbá edzett, ötvözött minőségű szalagokat gyártunk. Az ötvözött szalagminőségek közül: trafó, dinamó, motorkerékpárlánc heveder, ampullafűrész, kézi fűrész, játék- és órarugó szalag minőségek gyártását említem meg.

— A csepeli finomhengermű a CO_2 védőgázas huzalok gyártásához szükséges hengerhuzal ellátását biztosítja.

— A DV új hideghengerművében 1500 mm szélességig, hidegen hengerelt mélyhúzható és szerkezeti lemezek gyártására rendezkedtünk be. Melegen és hidegen hengerelt szélesszalagból táblalemezt, tekercset, hasított keskeny szalagot és szélezett szalagot gyártunk a feldolgozó ipar részére.

A II. ötéves terv folyamán iparági szinten jelentős összeget fordítottunk gyártmány-, gyártás-, energiafejlesztésre, kísérletre és kutatásra. Az erre fordított összeg kb. 430 mFt. Ezen belül a kutatás-kísérletre 130 mFt-ot költöttünk. Ezen összeg jelentős része szolgálta a hengerlés fejlesztésének céljait.

Operatív műszaki fejlesztési tevékenység alatt a gyártmány-, gyártás-, energiafejlesztést, kutatást, kísérletet és a műszaki intézkedéseket értvén, megállapítható, hogy bár a II. ötéves tervidőszak során értünk el eredményeket, mégis számos hiányosság akadályozza a fenti munkák sikeres kibontakozását.

A kutatások területén hiba, hogy a választott témák legtöbbször nem a súlyponti feladatok elérését szolgálják, a kísérlet-kutatás átfutási ideje hosszú. A kutatásra fordított költségek, a bevezetés elmaradása miatt nem térülnek meg, ill. nem hajtanak elég hasznot a népgazdaságnak.

Hasonlóak a problémák a gyártmány- és gyártásfejlesztésnél is. Túl sok a téma, elaprózódik a pénz, a műszaki erő, időben elhúzódnak a kísérletek és a bevezetés. A gazdaságos bevezetés, felhasználás sok esetben nem biztosítható, vagy elmarad.

Ezek általános hibák, de érvényesek a hengerművekben folytatott műszaki fejlesztési tevékenységekkel kapcsolatban is.

A felsorolt hiányosságokkal szemben azt várjuk ettől a tevékenységtől, hogy jövőben eredményesebben szolgálja a termelést, a fejlődést. Kevés, de súlyponti téma kerüljön a programba, és ezek megalapozottabbak, jobban előkészítettek legyenek, kivitelezésük gyorsan menjen végbe, és a sikeres, eredményes bevezetés a használatbavételt mielőbb tegye lehetővé.

A kohászatnak, mint alapanyaggyártó iparágnak elsőrendű feladata a felhasználók igényeit megfelelő mennyiségben, választékban és minőségben kielégíteni. Az elmúlt évek kohászati fejlesztéseinél ez a célkitűzés, nem jutott elég határozottan kifejezésre ezért az eredmény sem volt kielégítő.

A III. ötéves tervidőszak fejlesztési célkitűzései

A III. ötéves tervidőszak folyamán igen jelentősek a kohászat előtt álló feladatok. Gépiparunknak szüksége van sokféle, ötvözetlen és ötvözött, jó minőségű melegen és hidegen alakított termékre. Célul tűztük ki ezért a készáru termelés minőségének tovább javítását, a választék bővítését és a munkaigényesebb, értékesebb termékek gyártásának bevezetését.

A vaskohászat III. ötéves tervidőszaki fejlesztésére előirányzott összeg a folyamatban levő beruházások nélkül kb. 4 milliárd Ft. Ebből a minőség és a felület javítására 575 mFt-ot a hengerművek fejlesztésére, a hengerelt termékek választékának bővítésére 1100 mFt-ot tervezünk beruházni.

A LKM-ben a minőségi, főleg ötvözött acélgyártás képezi a fejlesztések súlypontját. A minőségi és mennyiségi igények kielégítésére acélvákuumozó berendezés felállítását, és egy vákuumozó berendezéssel ellátott új elektrokemence telepítését tervezzük. A hengerelt késztermékek felületi minőségének javítását az öntecs és buga felület mechanikus és lángfúvató berendezéssel történő tisztításával kívánjuk elérni. Új bugatisztító műhelyt építünk, felállítunk egy oxigéngyárat és megoldjuk a lángfúvatást. A nemesacél kovácsüzem rekonstrukciója az ötvözött szerszámacélgyártás mennyiségi és minőségi fejlesztését viszi előbbre. A gépipar ötvözött hengereltáru ellátásával kapcsolatosan a gerendasor fejlesztését és a finomhegermű rekonstrukcióját tervezzük. Ez utóbbin belül a középsor felújítása szerepel fejlesztési tervünkben. Ezekkel bizonyos mértékig mennyiségi bővítést, de főleg a hengereltáru felületének javulását, a méretpontosság fokozását kívánjuk elérni.

Az ÓKÜ-ben befejeződik az acélmű rekonstrukciója és a tervezett további fejlesztésekkel elsősorban a hengereltáru minőségét javítjuk. Bővíteni kívánjuk a bugatisztítási kapacitást és a készáru kikészítését. A tervidőszakban készítjük elő az új finom-drótsor létesítését oly módon, hogy 1970 utáni időszakban azonnal el lehessen kezdeni az építkezési és szerelési munkákat. A tervidőszak végén kezdődő finom-drótsori beruházás a hengerelt finomáru gyártás mennyiségi és minőségi javítása érdekében történik.

A Dunai Vasműben oxigéngyárat telepítünk az acélgyártás fokozásának és a felülettisztítás fejlesztésének biztosítására. A folyamatos öntőmű telepítésével a meleghengermű áteresztőképességének fokozását kívánjuk elősegíteni. A meleghengermű fejlesztésével pedig a többlet acéltermelés feldolgozásának lehetőségét teremtjük meg. A folyamatos öntőművel együtt létesítjük a felülettisztító üzemet, ami a lemezgyártmányok minőségének javítását teszi lehetővé.

A tűzi és elektrolitikus ónozó építése a lemeztermékek választékbővítését célozzák. A perforált hajlított szelvények gyártása, radiátorgyártás meghonosítása és a könnyűvasszerkezetet gyártó

üzem létrehozása pedig a lemezfeldolgozást az értékesebb termékek irányába tolja el a Dunai Vasműben.

A Lőrinci Hengerműben a korszerű normalizáló kemence megépítése a durvalemez minőségének javítását kívánja biztosítani.

Az új lemez- és szalaghengerművek üzembehelyezésével a Borsodnádasdi Lemezgyár feladatai a lemeztermelésben csökkennek. Gondoskodni kívánunk azonban a gyár további sorsáról, ezért a gyár profiljában marad egy ideig még a melegen hengerelt finomlemez termelés. Ennek mennyiségét azonban fokozatosan csökkentjük. A felszabaduló munkaerő foglalkoztatására új profilokat keresünk. Részben a lemez továbbfeldolgozásával, részben a trilex-keréktárcsa, esetleg a laprugó gyártás bevezetésével kívánjuk ezt a problémát rendezni.

A csepeli hengermű a III. ötéves tervidőszakban drótsor rekonstrukciójával segíti a dróthúzó üzemek ötvözött és nagy C tartalmú huzaligényének minőségben is jobb kielégítését.

A felsoroltakból látható, hogy a III. ötéves terv során a hengereltáru termelésben lényeges fejlődés következik be. Ez a törekvés az előző időszakban elkezdett hengerműi fejlesztések továbbfolytatását jelenti. 1970 után súllyal ugyancsak hengerműi beruházások, új hengersorok, hőkezelő és kikészítő berendezések, a hengereltáru gyártás fejlesztését célzó létesítmények telepítése várható az előzetesen kidolgozott távlati tervek alapján.

Jubileumi rovat

Tájékoztatás a jubileumi előkészületekről

Egyesületünk és Szaklapjaink 75, illetve 100 éves jubileumi ünnepségeit ez év szept. 12—15-én rendezzük meg. A jubileumi díszközgyűlést a Magyar Építőipari Dolgozók Szakszervezetének székházában tartjuk meg, ahol egyrészt a bel- és külföldi résztvevők várható nagy létszáma akadálytalanul befogadható, másrészt a többnyelvű szinkron tolmácsolás műszaki berendezései is adottak. Díszközgyűlésünk ünnepi előadását elnökünk, *dr. Gyulay Zoltán* professzor fogja megtartani, ismertetve Egyesületünk és Lapjaink alapításának, fejlődésének történetét, valamint kimagasló szerepét iparágazataink fejlesztésében és tagságunk társadalmi értékelésének, megbecsülésének öregbítésében.

A díszközgyűlésen szeretnénk meghallgatni az államigazgatási szervek, az oktatási intézmények, társegyesületek és nyilván a külföldi delegációk Egyesületünk felé szálló üdvözléseit s ez alkalommal kívánjuk átnyújtani arra érdemes tagjainknak a kormány- és egyesületi kitüntetéseket.

Február hó végéig kb. 500 előzetes meghívót küldtünk el számos közeli s távolabbi országba azokhoz a szaktársainkhoz, akiket barátainknak tartunk s akiknek részvételét bensőséges ünnepünkön szívesen látnánk. Örömmel jelenthetjük, hogy a külföldiek jelentkezése szinte túlhaladja várakozásainkat, számos neves professzor, sok ipari vezető és sok jó ismerős kollega jelentkezése máris birtokunkban van.

Ünnepségeink második napján az egyes szakosztályok tartják meg jubileumi ülésüket s ezeken a szakágazatok prominens személyiségei fogják ismertetni a szűkebb szakma eddigi fejlődését és jövő perspektíváit.

A harmadik és negyedik napon külföldi vendégeinket fogjuk elvinni élenjáró üzemeinkbe és országunk valamely szép és kedves vidékére. Az a törekvésünk, hogy vendégeink a legszebb benyomásokat vigyék magukkal hazájukba.

A Jubileumi Bizottság február hóban öt munkabizottságot alakított meg, ezek feladata lesz a külföldiek fogadását és elhelyezését — a hivatalos idegenforgalmi szervek közreműködésével — intézni, a díszközgyűlés rendezői feladatát ellátni, külföldi vendégeink családtagjainak szórakoztatásáról gondoskodni.

Érdekesnek és tanulságosnak ígérkezik az a széleskörű, nemzetközi szaklapkiállítás, amelyet jubileumunkkal kapcsolatban a Technika Házának új bemutató termében fogunk megrendezni. A kiállításon való részvételre kb. 300 külföldi szaklapot hívtunk meg.

Filatelistáink javaslatára a szaklapkiállítást tarkítani szeretnénk egy levélbélyeg kiállítással, amelyen a bányász-kohász motívumokat mutató kül- és belföldi bélyegeket tárnánk a látogatók elé. A Magyar Posta különben jubileumunk alkalmából emlékbélyeget ad ki s a jubileumi rendező-irodában (székház kupolacsarnoka) felállítandó ideiglenes postahivatal első napi bélyegzéssel is ellátja a küldeményeket.

Jubileumi kiadványaink felsorolását múlt évi novemberi lapszámunkban már megadtuk. A kiadványok közül kettő már nyomdában van, a többiek kézirata elkészült vagy a közel jövőben elkészül.

Egyesületünk és szaklapjaink nevezetes évfordulóinak méltó megünneplésére nemcsak a lelkes és egyre terebélyesedő rendező gárda, hanem a szakosztályvezetőségek, sőt az elnökség úgyszólván valamennyi tagja nagy ügybuzgalommal készül és tevékenykedik. Így nemcsak a remény, de a biztosítéka is megvan annak, hogy a ritkán visszatérő jubileumunkon elődeink és a mi munkánkról, törekvéseinkről, céljainkról szakmáink népgazdasági súlyának és fontosságának megfelelő módon adjunk számot necsak önmagunknak, hanem a nagyobb hazai nyilvánosságnak és a külföldi rokonszakmák bennünket megtisztelő képviselőinek is.

Szeless László
a Jubileumi Bizottság vezetője

Spektrográfiai vizsgálatok a tűzállóanyagiparban

BOLGÁR GÁBOR okl. vegyészmérnök
Magnezitipari Művek

DK 543.42 : 666.76

A tűzálló, illetve kerámiai anyagok kémiai elemzése klasszikus módszerekkel sok nehézség forrása az analitikus számára. A problémák már az elemzés kezdetén, a feltárás vagy feloldás közben jelentkeznek. A feltáráshoz minden esetben agresszív olvasztó- vagy oldószer és nagy hőmérséklet szükséges. Az anyagok oldatba vitele után sem szűnnek meg a nehézségek, hiszen különösen bázikus anyagok meghatározásakor az oldatban egymáshoz igen hasonló tulajdonságú anyagok vannak. Példaként megemlíthetjük a Ca és Mg egymás melletti meghatározását a magnezittermékekben, amikor az anyag döntő többségét jelentő magnézium mellett (50—90% MgO) igen kis mennyiségű (1—4,5%) CaO-t kell pontosan megelemezni. A MgO-tartalom határozza meg ugyanis a termék minőségét, a Ca-tartalom viszont a bázikus anyagoknak káros szennyezője lehet, ha bizonyos határon túl levő mennyiségben van jelen. A Ca-tartalmat e termékfajtákban biztonsággal ma még csak lángfotométer segítségével lehet meghatározni, ehhez viszont külön feltárás szükséges.

E tények figyelembevétele után fordult a vegyészek figyelme a spektrográfiai elemzés felé, melytől megoldást vártak az említett problémák kiküszöbölésére. A Magnezitipari Művek kutató laboratóriumában 1965—66-ban kísérleteket folytattunk a nyersanyagaink és termékeink döntő többségét jelentő MgO-tartalmú anyagok, a magnezitszinterek és téglák, valamint krómércadalékos termékeink (magnezitkróm, krómmagnezit) spektrográfiai meghatározására.

Az elemzések lefolytatása

Elsőként a magnezit gyűjtőfogalom alá eső anyagok elemzését végeztük el. Vállalatunk jelenleg több mint tízféle, importból származó, igen változó összetételű magnezitszintert használ fel. Ezek összetétele az alábbi határok között mozog:

MgO 84 — 92%	Al_2O_3 0,5 — 2,5%
SiO_2 0,5 — 4,5%	CaO 1 — 4,5%
Fe_2O_3 0,8 — 8,5%	Mn_3O_4 0,2 —1,4%

A spektrográfiai meghatározás közben komoly nehézséget jelent eme anyagok különböző mineralógiai felépítése, amely elsősorban a kémiai összetétel és a szinterezési fok (zsugorító égetés) függvénye.

Mivel két, pontosan azonos kémiai összetételű magnezitszinter nagyon ritkán fordul elő, elmondható, hogy azonos mineralógiai összetétel is a legritkább esetben adódik.

A spektrográfiai meghatározásokat Q-20 típusú készüléken végeztük, BIG-100-as váltóáramú ívgerjesztő segítségével. A vizsgálandó anyagokat achát vagy wolframkarbid csészében 0,056 mm-es szemnagyság alá őröltük, majd $Ba(NO_3)_2$-tal és cseh gyártmányú SU 601 típusú spektrálgrafittal kevertük össze, a homogenizálást laboratóriumi mágneses keverőn végezve. Ezután a homogén mintából az SU-103 jelzésű grafitrúdból általunk kialakított kráterelektródba ismert mennyiségű anyagot töltöttünk, majd ívet húzva a keveréket 7,2 A áramerősséggel elgőzölögtettük. A színképet Gevaert 23D50 jelzésű spektrállemezre vettük fel, a kiértékelést pedig Zeiss gyártmányú gyorsfotométerrel végeztük el. A meghatározásokhoz az alábbi vonalakat használtuk fel:

Mg	2781,42Å	Fe	2973Å
Si	2881,58Å	Ba	3071,59Å
Mn	2949,21Å	Al	3082,16Å
		Ca	3179,33Å

Belső standardként egyrészt a Mg vonalát használtuk, amelyhez a Si, Mn, Fe vonalak erősségét viszonyítottuk, másrészt pedig a Ba vonalát, amelyhez az Al és Ca vonalát hasonlítottuk.

A módszer értékelése

A módszer legfőbb előnye a gyorsasága. Megfelelő kapacitás biztosításával napi öt minta elemzése kényelmesen elvégezhető és a kapott eredményeket még a minta beérkezése napján közölni tudjuk a technológiával, vagy bármely üzemrészünkkel. Így lehetőség nyílik a folyamatos üzemközbeni ellenőrzésre és az esetleges gyors beavatkozásra.

Módszerünk pontosságának ellenőrzésére összegyűjtöttünk 16 különböző eredetű és összetételű magnezitszintert, amelyeket oldatosan is megelemeztünk. A minták kovasav-tartalmát HF-os elfüstöléssel, vastartalmát titanometriásan, Ca-tartalmát komplexometriásan és lángfotométerrel, Al-tartalmát pedig urotropinos lecsapás után gravimetriásan és komplexometriásan is meghatároztuk. A mangántartalmat — amely viszonylag kis jelentőségű bázikus anyagaink felépítésében — arzenometriásan határoztuk meg.

Az oldatos és a spektrográfiai módszerrel kapott jellegzetes eredmények összehasonlítását az *1. táblázat*ban közöljük.

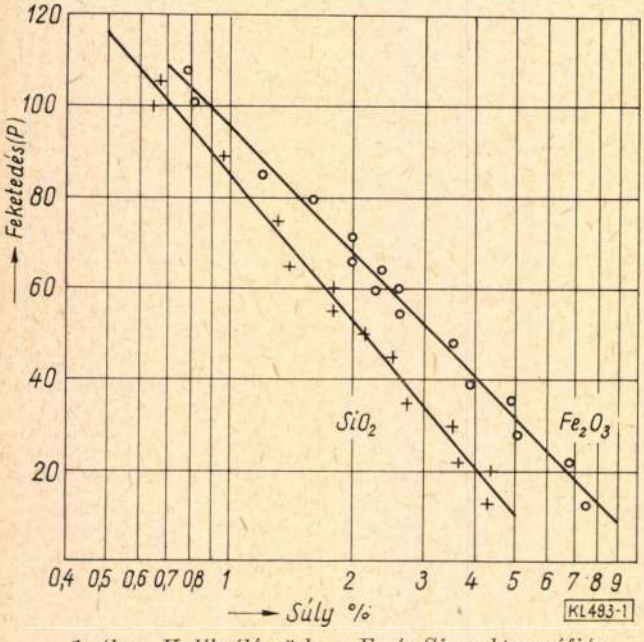
A táblázatból látható, hogy az SiO_2, Fe_2O_3 és az Al_2O_3 meghatározás pontossága az egészen kis koncentrációt kivéve $\pm 10\%$ relatív hibahatáron belül mozog, míg CaO-ra ez csak $\pm 15\%$ között oldható meg. A mérés szórásának legfőbb oka az, hogy a meghatározott elemek mindig különböző kristályformában vannak jelen és ezáltal az ívben a párolgási viszonyok megváltoznak. Ugyancsak növeli a szórást az, hogy a porfelvételi eljárásokkal sohasem érhető el az anyagnak az a homogenitása, mint az oldatos eljárással. Egyébként a SiO_2 és Al_2O_3 meghatározás abszolút hibája nem éri el a 0,2%-ot, amely eltérés a KGST elfogadott szabvány-ajánlása szerint magnezitek elemzésekor megengedett. A Fe_2O_3 és CaO meghatározás hibája is elfogadható e szabvány értelmében, hiszen 0,4 százalékos eredménykülönbség engedhető meg

1. táblázat

Elemzések összehasonlítása

Magnezit származási helye	SiO_2%			Fe_2O_3%			Al_2O_3%			CaO%		
	K	SP	Különbs. %	K	SP	Különbs. %	K	SP	Különbs. %	K	SP	Különbs. %
1. Breitenaui	1,49	1,58	0,09	7,05	7,39	0,34	0,57	0,68	0,11	1,95	2,16	0,21
2. Brazil	2,39	2,21	0,18	2,00	2,18	0,18	2,06	2,18	0,12	3,20	2,89	0,31
3. Vörös jugoszláv	3,49	3,30	0,19	5,75	5,52	0,23	1,39	1,54	0,15	3,10	3,34	0,24
4. Q-20	0,75	0,80	0,05	2,17	2,37	0,20	1,50	1,64	0,14	1,92	2,20	0,28
5. Szovjet	2,14	2,06	0,08	2,00	1,83	0,17	1,70	1,60	0,10	1,98	1,72	0,26
6. Fehér jugoszláv	2,38	2,54	0,16	1,74	1,87	0,13	2,18	2,00	0,18	4,60	4,39	0,21
7. Kassai	1,85	1,69	0,16	6,87	7,12	0,25	0,98	1,09	0,11	2,00	2,27	0,27
8. Lovinói	1,23	1,34	0,11	7,28	7,47	0,19	1,85	1,68	0,17	3,60	3,85	0,25
9. Jolsvai	0,72	0,85	0,13	8,34	8,07	0,27	1,59	1,45	0,14	2,71	2,54	0,17

Megjegyzés: K = Klasszikus kémiai elemzés. SP = Spektrografikus elemzés.



1. ábra. Kalibráló görbe a Fe és Si spektrográfiás meghatározásához

két, ugyanazon módszerrel dolgozó laboratórium eredményei között.

A Fe és Si spektrográfiás meghatározásához az *1. ábra* szerinti kalibráló görbéket használtuk fel.

Elemzési módszerünk egyik legnagyobb eredménye az Al-tartalom gyors és megfelelő hibahatárok közötti meghatározása, amely az oldatos módszerrel ma még megfelelő gyorsasággal és pontossággal nem biztosítható. Ugyancsak eredmény az a tény, hogy egyetlen mintából valamennyi alkotó meghatározható, szemben az oldatos eljárással, ahol a lángfotometriás Ca, vagy Mn meghatározáshoz külön feltárás szükséges.

A spektrográfiai elemzésnek a tűzállóanyag iparban megkezdett alkalmazása — mindenekelőtt a gyakori és gyors gyártásközi ellenőrzés révén — minden bizonnyal hathatós eszköze lesz termékeink színttartásának és minőségjavításának.

Összefoglalás

A Magnezitipari Művek Kutató Laboratóriumában 1965—1966-ban kísérleteket folytattunk a spektrográfiai elemzés tűzállóanyagipari bevezetésére. Elsőként a nyersanyagaink és termékeink döntő többségét jelentő nagy MgO-tartalmú anyagok vizsgálatát végeztük el. Ezeket az anyagokat a megfelelő szemcseméretre való őrlés után spektrálgrafittal és $Ba(NO_3)_2$-tal összekeverve váltóáramú ívgerjesztő segítségével párologtattuk el. Belső standardnak egyrészt a nagy koncentrációban jelenlevő Mg, másrészt pedig a Ba vonalát használtuk fel. A spektrográfiai elemzés gyorsabb a klasszikus elemzésnél és pontossága is kielégítő.

IRODALOM

[1] *Kahler—Haas—Fischer:* Die spektrochemische Analyse von Magnesit. Radex-Rundschau 1952. 1. 33. old.

[2] *Terényi:* A zaporozsjei Tűzállóanyaggyárban alkalmazott spektrográfiai módszer. (Tapasztalatcsere beszámoló.)

[3] *Mika—Török:* Kémiai emissziós színképelemzés műszaki és egyéb alkalmazása. Tankönyvkiadó, Budapest 1954.

[4] *Benkő:* Emissziós színképelemzés. Tankönyvkiadó, Budapest, 1965.

[5] *Moenke:* Spektroanalyse von Mineralien und Gesteinen. Akademischer Verlag, Leipzig 1962.

Egyesületi hírek

Vaskohászati Szakosztályunk febr. 28-án *vezetőségi ülést* tartott. Résztvevők: *Claus Alajos* elnök, *Gruber Imre* titkár, *Szele Mihály* egyesületi alelnök, *Óvári Antal* főszerkesztő, *Bodocz János*, *Éles László*, *Csépe Ferenc*, *Felföldi Zoltán*, *Horváth Gyula*, *Kovács Dezső*, *Marczis László*, *Martin Imre*, *Dr. Remport Zoltán*, *Stehlik László*, *Tardy Pál*, *Dr. Visnyovszky László* vezetőségi tagok.

Claus Alajos üdvözlő szavai után a közelmúltban elhunyt *Raschka Gyula* aranydiplomás kohómérnökről egy perces néma felállással emlékezett meg a vezetőség.

Dr. Visnyovszky László, a pályázati bíráló bizottság vezetője beszámolt a beérkezett 13 pályázati munka értékeléséről. A bizottság három I., két II., négy III. díj kiadását javasolta, négy pályamunkát pedig nem fogadott el díjazásra.

A vezetőség a bírálatokat meghallgatva, megvitatás után a javaslatokat elfogadta, majd megtörtént a díjazott jeligés borítékok felbontása. (A pályázatokról lapunkban más helyütt részletesen beszámolunk.) A díjkiosztás két héten belül megtörténik.

A pályázók felszólítást kapnak, hogy két példányban küldjék be dolgozataikat, amelyből egy példány a Vaskohászati Igazgatósághoz kerül betekintésre, egy pedig közlés céljából a Kohászati Lapok Szerk. Bizottságához.

Az 1967. évi pályázatok témájára beérkezett eddigi javaslatokat *dr. Visnyovszky László* egy külön bizottság segítségével kibővíti és közlésre két héten belül a Kohászati Lapok főszerkesztőjéhez juttatja.

Ezután a vidéki csoportok titkárai, *Csépe Ferenc* (ÓKÜ), *Kovács Dezső*, *Stehlik László* (LKM), *Horváth Gyula* (Csepel) számoltak be csoportjaik egyéves tevékenységéről. Számos szakmai előadást, filmvetítést, belföldi tanulmányutat szerveztek. Kiemelkedő volt az ózdi csoport szervezésében megrendezett szilvásváradi hengerész konferencia, valamint a csepeli csoport által kiírt pályázat, amelyre beérkezett pályázatokat összesen 25 000 Ft pályadíjjal jutalmazták.

Szépen fejlődő csoportjaink munkáját összefogó titkárok jegyzőkönyvi dícséretben részesültek.

Salgótarjáni és Dec. 4. Drótműi csoport felkeresésére *Nagy Zoltánt*, a Dunai Vasműi csoport meglátogatására *Martin Imrét* kérte fel a vezetőség.

Csépe Ferenc bejelentette, hogy az ózdi csoport helyettes titkárának *Grega Oszkárt* választotta meg a csoport.

A vezetőség szükségesnek látja, hogy az évi munkáról a vidéki csop. titkárok a Lapoknak rövid kivonatot juttassanak el, és hogy a pályázatok kiértékeléséről rövid cikket közöljön a Lapunk.

Az Anyagmozgatási Bizottságba *Kovács Lászlót* jelölte a vezetőség szakosztályi képviselőként.

14 tag felvételi kérelmének elfogadása után a vezetőségi ülés befejeződött. (G. I.)

*

A *Bányászati Lapok* és a *Kohászati Lapok* Szerkesztő Bizottságai márc. 17-én *közös szerkesztő bizottsági ülést* tartottak, amelyen *dr. Gyulay Zoltán* elnök is részt vett.

Az értekezleten részletesen megtárgyalták a korszerű szerkesztési elveket, a külföldi lapok által követett módszereket. *dr. Gyulay Zoltán* kifejtette elgondolásait, és ezeket főleg a külföldi olajszaklapokból vett példákkal támasztotta alá. Hangsúlyozta a cikkek rövidítésének fontosságát, mert külföldön 5000 szónál hosszabb cikket nem jelentetnek meg. Ha a szerző a rövidítést nem tudja megfelelően elvégezni, ez a szerkesztőségek feladatává válik. A rendszeres információ minden szakterületről a szaklapok leglényegesebb feladata, ez legyen tehát a szerkesztőségek fő célkitűzése.

A vitában *Ruhmann*, *Kárpáty*, *dr. Gagyi-Pálffy*, *dr. Pilissy*, *Binder*, *Selmeci* szerkesztőségi bizottsági tagok szólaltak fel. *Heinrich József* főszerkesztő a részletesebb szerkesztői munka alapfeltételeként az anyagi fedezet biztosítását sürgette. *Óvári Antal* pedig az ezirányban legelső sorban megteendő lépésekre tett javaslatot.

(Ó. A.)

A MTESZ Központi Anyagmozgatási Bizottsága *okt. 23—27.* közt rendezi meg Budapesten a Technika Házában az *V. Országos Anyagmozgatási Konferenciát.*

A konferencián ömlesztett és darabos anyagok komplex anyagmozgatási folyamatai, ezen belül az egyes anyagmozgatási technológiák, az anyagmozgató gépek konstrukciós és technológiai megoldásai, az anyagmozgatás szervezési és gazdaságossági kérdései — különös tekintettel az anyagmozgatásnak az új gazdasági mechanizmusban várható szerepére — kerülnek megvitatásra, szakmai filmek egyidejű bemutatása mellett.

A konferencián résztvevők az egyidőben rendezett anyagmozgatási tárgyú modell-, foto-, könyv- és folyóiratkiállítást is megtekinthetik.

A konferenciát követően gyártmányismertető előadásokra is sor kerül, amelyek a gyártmányok ismertetésén kívül kereskedelmi és propaganda célt is szolgálnak.

A konferencia a bányászati és kohászati anyagmozgatási témákkal is foglalkozik, ezért tagjaink körében is nagy érdeklődésre tarthat számot. A szakosztályaink anyagmozgatási megbízottai az előadások témáinak kiválasztásában és egyes előadások rendezésében, a konferencia szervezésében messzemenően közreműködnek.

(Ó. A.)

*

A MTESZ szervezésében, Egyesületünk közreműködésével *márc. 14—21.* közt került megrendezésre a *Francia Műszaki Hét.* Az előadásokat, filmvetítéseket, valamint a francia gépipar és műszeripar legkorszerűbb gyártmányait bemutató kiállítást Budapesten a Technika Házában tartották meg. Ezenkívül néhány legnagyobb érdeklődésre számottartó előadást Miskolcon, Győrött, Szegeden és Székesfehérváron is megismételtek.

Az előadásokat a legnagyobb francia vállalatok szakértői tartották. A kohászati előadások szervezésében, az előadások anyagának lefordításában, valamint az előadásokat követő konzultáció szakszerű tolmácsolási feladatának ellátásában kohászati szakosztályaink számos franciául tudó tagja vett részt.

A kb. 15 kohászati tárgyú előadás iránt igen nagy érdeklődés nyilvánult meg, miután ez volt az első alkalom arra, hogy a legidőszerűbb témákról a legjobb szakemberek előadásában az érdeklődők a francia szakmai eredményekről részletesen értesülhettek. A rendezés — jóllehet igen nagyszámú előadást és filmvetítést kellett megszervezni — sikeresen oldotta meg a feladatát, különösen azt kell kiemelnünk, hogy a kohászati vonatkozású előadások mindegyikének magyar fordítását az előadáson, a jelenlevők kézhez kapták. Az előadásokon részt nem vett érdeklődők részére az előadások kivonatát, illetve legérdekesebb részleteit egyik következő számunkban közölni fogjuk. (Ó. A.)

*

Egyesületünk elnökségének márc. 10-én tartott ülésén dr. Gyulay Zoltán elnök, *dr. Dobos György*, *dr. Ember Kálmán*, *dr. Gagyi-Pálffy András*, *dr. Martos Ferenc*, *dr. Tarján Gusztáv*, *Szele Mihály*, *dr. Verő József* alelnökök, *dr. Pilter Pál* főtitkár, *Heinrich József*, *Óvári Antal*, *dr. Pilissy Lajos* főszerkesztők, *Tamássy István*, *dr. Alliquander Ödön*, *Claus Alajos*, *Lomniczy Dezső* szakosztályi elnökök, *Böszörményi Béla*, *Gruber Imre* szakosztályi titkárok, *Fekete Sándor* számvizsg. biz. vezetője, *Csák Tibor* titkár és *Varga Frigyes* főkönyvelő vettek részt.

A napirend első pontjaként *Szeless László* beszámolt a jubileum előkészítési munkálatainak állásáról. Bejelentette, hogy a külföldre küldött előzetes meghívókra már számos jelentkezés érkezett és már most megállapítható, hogy külföldi szakemberek és társegyesületek részéről igen nagy érdeklődés mutatkozik. Beszámolt az emlékplakettről, a kiadványokról, a szaklap kiállításról a kiadni tervezett emlékbélyegről (esetleges szakmai tárgyú bélyegkiállításról), valamint bányász-kohász dalokat tartalmazó hanglemezről. (Beszámolójának részletes anyagát a Jubileumi rovatunkban hozzuk.)

Ezt követően *Tamássy István* a *Pécsett*, *ápr. 28—29.* tartandó *választmányi ülés* előkészítéséről adott tájékoz-

tatást. A választmányi ülést az ún. uránvárosi kultúrházban szervezi meg a pécsi csoport. Az elhelyezést Komlón tervezik. A két szakmai előadás a mecseki szénbányászatról, valamint a hazai szenekből készült kohókoksz felhasználásáról fog szólni. Megtartásukra *Pozsgay Károly*, illetve *Horváth János* tagtársakat kérték fel.

A napirend harmadik pontjaként *Fekete Sándor*, a Számvizsgáló Bizottság vezetője bejelentette, hogy a költségvetés átdolgozása az előző elnökségi ülés határozatai szerint megtörtént, amint a kiosztott részletes anyagból kitűnik.

Heinrich József főszerkesztő kérte a Bányászati Lapok és Kohászati Lapok főszerkesztőinek közös beadványa tekintetében is döntsön az elnökség, amely azokat az anyagi igényeket tartalmazza, ami a *dr. Gyulay Zoltán* elnökünk által javasolt fokozott szerkesztői, lektorálási tevékenységből adódik.

Az elnökség résztvevőknek kiosztott beadvány ügyében úgy határozott, hogy a szükséges anyagi fedezetet a költségvetésből biztosítja, és felkérte a főszerkesztőket, valamint a Számvizsgáló Bizottság vezetőjét, hogy az ez ügyben szükséges tárgyalásokat a MTESZ illetékeseivel folytassák le és a szerkesztőségek megerősítésére szükséges intézkedéseket tegyék meg.

A költségvetést végül is *Szele, dr. Tarján* és *dr. Martos* alelnökök hozzászólása után az elnökség elfogadta.

Befejezésül *dr. Pilter Pál* főtitkár jelentést tett a taglétszám alakulásáról, az elmúlt időszakban tartott szakmai előadásokról és a nagyobb rendezvényekről. Főleg május hónapban tartanak a szakosztályok több nagyrendezvényt, így Szegeden olajbányász konferenciát, Balatonszéplakon Kohóközgazdász ankétot és Anyagvizsgáló ankétot, Gyenesdiáson Mangánérc konferenciát. Bejelentette, hogy a bolgár kohász egyesülettel az együttműködési szerződés aláírásra került és a külföldi utaztatások előkészítése és bonyolítása Külügyi Bizottság tervei szerint rendben megtörténik. A régóta húzódó egyesületi helyiségbővítés ügyében is végre biztató ígéretet kaptunk a szomszédos új kiállítási terem emeletének beépítése révén. (Ó. A.)

SASS LÓRÁNT

okl. vegyészmérnök
1893-1967



1967. febr. 7-én a farkasréti temetőben kísérték utolsó útjára Egyesületünk sok éven át hűséges tagját *Sass Lórántot*. 1893. jún. 6-án született Budapesten. 1911-ben érettségizett, ezután a Budapesti Műegyetem Vegyészmérnöki Karára iratkozott be, de az első világháború kitörése miatt a tanulmányait félbeszakítva bevonult katonának. A háború teljes tartama alatt katona volt, 30 hónapot töltött a fronton. 1918 végén a Műegyetemen a Kémiai Technológiai Tanszéken Pfeiffer Ignác egyetemi tanár mellett tanársegédi megbízást kapott. 1919 februárjában szerezte meg vegyészmérnöki oklevelét. 1920-ban üzemmérnöki állást vállalat a lábatlani cementgyárban, majd 1922-ben a Csáky—Ajax acélműben, ahol az anyagvizsgáló laboratóriumokat vezette. Később fokozatosan átvette az acélgyártás üzemének vezetését is. 1935-ben az Ajax acélművet megvette a Rimamurányi és a budapesti üzemet áttelepítette a Magyar Vagon és Gépgyár győri telepére. Itt is az anyagvizsgáló laboratórium és a nemesacélgyártás vezetésével bízták meg felettesei és ebben a munkakörben dolgozott 1944-ig.

Irányítása alatt a nemesacélgyártás Győrött fokozatosan fejlődött és minőségét tekintve a külföldiekkel azonos szintet ért el.

Amikor 1944-ben a győri gyárat súlyos bombatámadás érte, áthelyezték a Rimamurányi budapesti műszaki vezérigazgatóságára, ahol több üzem nemesacélgyártását irányította. A második világháború befejezése után visszatért Győrbe, az elsők között jelentkezett korábbi munkahelyén, megkezdte a munkát, részt vett a romok eltakarításában, a gyár újjászervezésében. 1945-től a MV anyagvizsgáló laboratóriumát vezette 1957-ig, amikor 64 éves korában nyugdíjazását kérte. Felelősségteljes beosztása mellett — amit mindig elöljáróinak teljes megelégedésére látott el — a hosszú szolgálata folyamán a laboratóriumi munkán kívül gyakran más üzemek vezetését is reá bízták, így az öntöde, a kovácsműhely, a hőkezelő üzemek és az erőműnek is vezetője volt hosszabb ideig.

Nyugdíj-éveiből 3 évet még Győrben töltött, majd 1960-ban Budapestre költözött. 1962-től 1964-ig a KGMTI-ben dolgozott, 1964-től 1966 nyaráig a Vegyiműveket Tervező Vállalatnál hasznosította elméleti és gyakorlati tudását és gazdag tapasztalatait. Nagy hozzáértéssel és lelkiismeretes odaadó munkával látta el a rábízott feladatokat és közben értékes tudományos és irodalmi munkásságot is végzett.

Előadásokat tartott a Mérnöki Továbbképző Intézetben, a Budapesti Műszaki Egyetem Hadmérnöki Karán és a Műszaki Egyetem győri esti tagozatán, ahol Kémiai Technológiát és Hőkezelést adott elő. Előadásokat tartott különböző szakegyesületben, konferencián, részt vett a Magyar Tudományos Akadémia acél-bizottságának és a Magyar Szabványügyi Hivatal különböző szakértő-bizottságainak munkájában.

Irodalmi munkásságát a gyakorlati szemlélet jellemezte. Ma is jól használható az 1927-ben megjelent és egy szerzőtársával írt Technikai-chemiai vizsgálati módszerek c. könyve, amely mind az üzemi gyakorlatban, mind pedig az egyetemi oktatásban nagyon jól bevált. Ez a szakkönyv a vasipari laboratóriumok szakembereinek nélkülözhetetlen kézikönyve volt az ország minden üzemében. Félszázra tehető azoknak a tudományos vagy üzemi publikációinak száma, amely a különböző hazai szakfolyóiratokban jelent meg, ezek közül legtöbb az Egyesületünk szaklapjaiban. Vaskohászati Szakosztályunk kovács-klubdélutánjain szinte rendszeresen megjelent. Tevékeny részt vállalt az 1960-ban megrendezésre került Nemzetközi Kovácskonferencia szervezési munkájában és jelentős része volt annak nemzetközileg is elismert sikerében. 1966 nyarán elmaradt rendezvényeinkről és ez egybe-esett súlyos betegségének kezdetével. Temetésén sok tagunk vett részt és Egyesületünk is képviseltette magát.

Szeretetreméltó egyénisége mind a mérnöki hivatás, mind az egyesületi kapcsolat ápolása, mind pedig a családi élet vonatkozásában példamutató volt. Emlékét kegyelettel megőrizzük.

Utolsó jószerencsét! *(Latinák I.)*

Beszámoló

az Egyesület rendezésében 1966. nov. 16—27.-e között megtartott lengyelországi hengerész konzultációs tanulmányútról

A tanulmányút résztvevői az alábbiak voltak:

A Dunai Vasmű részéről: Komlósy Antal, Dr. Szeghegyi Árpád.

A Lenin Kohászati Művek részéről: Marosváry László, Romváry Zoltán.

A tanulmányút keretében az alábbi lengyelországi intézményeket és vállalatokat látogattuk meg:

1. Stowarzyszenie Inzynierów Techników Przemyslu Hutniczego W Polsce. (Lengyelországi Kohóipari Mérnökök és Technikusok Egyesülete.)
2. Instytut Metalurgii Zeleza (Metallurgiai Kutató Intézet) Gliwice.
3. Huta Kosciuszko, Chorzow.
4. Huta Pokój, Nowi Bytom.
5. Huta Labedy, Gliwice.
6. Huta Lenina, Kraków.

A tanulmányút célja: Egyesületünk, valamint a Lengyelországi Kohóipari Mérnökök és Technikusok Egyesülete hengerműi szakembereinek kölcsönös tapasztalatcseréje keretében a lengyel üzemek meglátogatása, személyes kapcsolatok felvétele és közös hengerműi és üregezési problémák megbeszélése volt.

A tanulmányút tapasztalatai a következők voltak:

Huta Kosciuszkó, Chorzów.

A blokksor hengerátmérője 1100 mm, a henger testhossza 2800 mm. A blokksor üregezése német rendszerű, szekrény üregekkel és a henger bal oldali palástján lapos résszel. Az üregek mérete arányosan hasonló az LKM blokksorának 1966. nov. hó végétől már alkalmazott üregezésével.

A blokksor felújítás alatt állt, a sorozat gőzgép meghajtását elektromos meghajtásra cserélik át. A blokksor a sorvonómotor cseréjére 1966. VIII. 6-án állt le és XII. hó elejére tervezik az indulást, s így a meghajtás cseréje cca 4 hónapot vesz igénybe.

Huta Kosciuszkó fogja Lengyelországban a síngyártás zömét átvenni. Lengyelországban sem tisztázott még a síngyártás fejlesztés jövője. A kopással szemben tanúsított ellenállás növelése érdekében az első elgondolások arra irányultak, hogy a nagyobb C- vagy Mn-tartalmú síneknél izothermikus hűtést alkalmazzanak a kihengerlés után. Ezt a szándékukat függőbe tették, mivel a Lengyelországban gyártott 30 m hosszú sín kemencéje igen nagy helyszükségletet kíván, lassítja a termelést és nincs kielégítő tapasztalatuk az ilyen típusú kemence üzembiztonságáról.

Az ∅ 420 mm-es középsor 1948-ban épült. A hengersor félfolytatólagos típusú. Az előnyújtó 4 db ∅ 430 mm-es hengerátmérőjű, folytatólagos elrendezésű hengerállványból áll. A kész sorozat 4 db nyitott elrendezésű hengerállványból áll, melyek közül 3 állvány trió elrendezésű, a kész hengerállvány duó. Az előnyújtóból az anyag továbbítása a kész sorhoz vonszoló szerkezettel, kereszt irányban történik. Az előnyújtósor a ∅ 300 mm-es finomsor számára is előnyújtja az anyagot, s annak első folytatólagos szakaszát képezi.

A sor gépesített. Ezen a soron ∅ 32—48 mm-es köracélokat, 45—65 mm-es szögacélokat, 50—100 × 10—12 mm-es méretű laposacélokat hengerelnek. A középsor és finomsor számára két db azonos típusú 3 zónás, rekuperatív rendszerű, áttoló kemence melegíti a bugát. A buga mérete 140 × 140 × 2800 mm, amelynek súlya 380—400 kg. Az alkalmazott tüzelőanyag 1800—1900 kcal/Nm³ fűtőértékű kamra és kohógáz keveréke.

Az ∅ 300 mm-es finomhengersor első előnyújtó szakaszát az előbb említett 4 állványos Morgan rész képezi, amelyik a □ 140 mm-es bugát □ 75 mm-es méretre nyújtja elő. A második előnyújtó szakasz 4 db Morgan rendszerű, ∅ 310 mm es hengerállványból áll, amelyik a bugát □ 42 mm-re nyújtja tovább. Ezt követi a ∅ 300 mm-es állványból álló, nyitott elrendezésű készsor. A sorozaton a köracélokat ∅ 18—30 mm-is a négyzetacélt és periodikus betonacélokat is hengerelnek. A sorozaton elől-hátul átvezetők vannak.

Az ∅ 280 mm-es drótsor 6 db Morgan rendszerű ∅ 325 mm-es előnyújtó hengerállványból és 4 lépcsőben telepített lépcsőként 2 hengerállványból álló készsorozatból áll. A készsor 8 állványból 2—2 állványnak közös fordulatszáma van. A készsort két oldalról egy-egy sorvonómotor hajtja meg. Az első motornak egy áttételi szekrényből 3 kilépő tengelye van. A készállvány mögött 5 csévélő van és 1 láncos konvejor szállítja az anyagot a készáru-raktárig.

A megbeszélés során bejelentették, hogy könnyített I-acélt Lengyelországban sem hengerelnek.

Könnyített U-acélokat 240—300 mm-es mérettel Huta Pokójban, 120—140 mm-es méretben Huta Labedyben hengerelnek. A könnyített U-acéloknál a bugahossz növelésének határa van, s a korlátozott bugahossz miatt a kiinduló szelvény nagy, sok szúrást kell alkalmazni, ami miatt a darab elhűl.

Huta Pokóly, Nowi Bytom.

A blokksor henger átmérője 1150 mm, üregezése európai rendszerű.

A blokksor első oldalán korszerűtlen hidraulikus manipulátor végzi a fordítást. Vonalzókat sem elől, sem hátul nem alkalmaznak. Az öntecsek hevítése rekuperatív rendszerű, 2100 Kcal/Nm³ fűtőértékű kokszkemencegáz + kohógáz keverékével történik.

A tolókemence után egy 3 állványos trió elrendezésű ∅ 800 mm-es durvasort telepítettek. A sorozat gőzgép meghajtású. Kiszolgálása gépesített. Az első előnyújtó állványnál a befutó oldalon emelőasztalt, a középnyújtó állványnál a befutó oldalon billenőasztalt építettek.

Huta Labedy, Gliwice.

Ezt az üzemet a második világháború után leszerelték és a lengyel újjáépítés megkezdése alkalmával építették újjá.

A vállalat egy kifejlesztett Acélművel rendelkezik, amelyben saját célra kis öntecseket, 1 tonnás súllyal és idegen vállalatok számára nagy öntecseket öntenek.

A vállalatnak blokksora nincs, egy ∅ 750 mm-es Lauth-trió rendszerű előnyújtóval rendelkezik, melyen a saját kis öntecseket és az idegenből kapott cca 300 × 300 mm-es méretű bugákat nyújtják elő. Az öntecs és buga melegítése hidegből történik, tolókemencéből. Az acélmű végzi el az öntecsen a felülettisztítási munkát. A Hengermű csak kifogástalan állapotú öntecset vesz át az Acélműtől.

Az ∅ 750 mm-es trió-előnyújtó szekrény üregezéssel és a befutó oldalon manipulátorral és horgos bugafordítóval rendelkezik.

A hengerelt féltermék nagyobbik része az ∅ 620 mm-es durvasorra kerül, kisebbik részét más vállalatokhoz szállítják.

A sorozat programjába 120—200 mm közötti I- és U-acélok gyártása tartozik, valamint az ennek megfelelő méret csoportokba tartozó köracélok, illetve egyéb profilacélok és 120—140 mm-es méretű könnyített U-acélok.

Huta Lenina, Kraków.

Ez a mű Lengyelország háború után épült legkorszerűbb üzeme, amelyik 3,5 millió t acélt termelt.

Jelenleg egy blokksora van, amelyik 330 × 330 mm-es méretben nyújt elő a folytatólagos bugasor számára és lapos-buga méretben a folytatólagos széles szalagsor számára. A blokksor esetenként tandem hengerlést végez, két öntecset nyújt elő közvetlen egymás után.

A mű a közeljövőben egy új blokk-bramma előnyújtó sort is fog kapni.

A folytatólagos bugasor két szakaszból áll, melyek közül az első folytatólagos szakasz 8 hengerállványban a 330 × 330 mm méretű bugát 130 × 130 mm-re nyújtja le, a második folytatólagos szakasz 6 állványa pedig ezt a szelvényt 60 × 60 és 80 × 80 mm-es méretre nyújtja tovább.

Az ∅ 300 mm-es folytatólagos finomsor egy 7 állványos előnyújtó szakaszból áll, melyen két érben folyik

a hengerlés. Ezt követően repülőollót építettek be és az előnyújtott szál az egymástól eltolt, két különálló készsorozatra fut, amelybe vertikális és 4 horizontális állványt építettek be váltakozó sorrendben.

A folytatólagos finomsorral párhuzamosan a bugacsarnok másik oldalán helyezkedik el az ∅ 270 mm átmérőjű folytatólagos drótsor.

A sorozat egy 7 állványos előnyújtó, egy 4 állványos közbenső hengerállványból áll, melyek 4 érben hengerelnek. Ezt követően két második közbenső szakasz, melyek már 2—2 érben hengerelnek. Ezt követően a szálak külön válnak és a 4 egymással párhuzanos-készhengersori szakaszra kerülnek, melyek egyenként 6 hengerpárból állnak (3 vertikális, 3 horizontális állványból váltakozó sorrendben beépítve). A készsorozat már egyszálával hengerel. Ezt követően a kihengerelt szál a 8 motolla egyikén kerül felcsévélésre, majd a tekercseket szállító berendezés a konvejorhoz viszi, amelyiken körbe haladva a tekercsek lehűlnek. A tekercsek leszedése a szokásos módon történik. Ez a sorozat négyzetovál rendszerrel nyújt elő, a végsebesség 30 m/s körül van.

Mindkét folytatólagos sorozatot az Ernst Thällmann Művek szállította.

A Metallurgiai Kutató Intézet *Hengerész Konferenciája* Gliwicében.

A Hengerész Konferencia tárgya: a durva és finom lemezek gyártásával kapcsolatos volt.

A konferenciának 45 lengyel, 10 angol, 3 francia, 5 belga, 2 jugoszláv, 3 román, 1 szovjet, 5 csehszlovák, 4 magyar és 11 német résztvevője volt.

A Konferencián az alábbi előadások hangzottak el:

Nov. 24-én:

1. Syra (Lengyel Metallurgiai Intézet) és Szwajnoch (Huta Pokój): A durvalemez gyártás betét anyagának meghatározása.

2. Orzel, Rytel, Spyra (Lengyel Metallurgiai Kutató Intézet): A durvalemez gyártás optimális programjának meghatározása számítási úton.

3. Maron, Mihalik (Huta Batory), Spyra, Wusatowski (Lengyel Metallurgiai Kutató Intézet): Plattirozott lemezek előállítása.

4. Roberts (Anglia): A durvalemezek hőkezelése.

5. Pfeuffer (Német Szövetségi Köztársaság): Folytatólagos lemezhengerművek betétanyagainak felületi kezelése.

6. Folfasinski (Lengyelország): A melegen hengerelt lemezek nagynyomású vízzel történő revétlenítésének optimális üzemi viszonyai.

Nov. 25-én:

7. Quonten (Franciaország): Folytatólagos meleg szalag hengersorok vezérlési módszerei paramétereinek különböző analízise.

8. Shaughnessy (Anglia): A hengerek élettartama és felhasználása szalag hengerléskor.

9. Neve (Belgium): Folytatólagos meleg szalagsorok munkahengerei.

10. Halleux (Belgium): Kovácsolt hengerek indukciós edzése.

11. Vidal (Franciaország): Mélyhúzó lemezek hideg hengerei.

12. Vallino (Franciaország): A szalagacélok folytatólagos hőkezelésének kemencéi.

Nov. 26-án:

13. Beck (Német Demokratikus Köztársaság): Lemezminőségek mélyhúzási követelményei.

14. Gorecki, Jonca, Mniszek (Lengyelország): 5 állványos Tanden hideglemezsor üzemi mérései.

15. Hagel (Lengyelország): A hengerlés dinamikus folyamatai vastagság szabályozáskor.

16. Gedin (Svédország): Egy új quartó hengerállvány szalagsorok számára.

17. Alsop (Anglia): Folytatólagos szalagsorok automatizálása.

18. Fischer (Anglia): Elektromos számítógépek eredményei a gyártási folyamatban.

19. A Hengerész Konferencia eredményeinek értékelése. *Marosváry László*

1966. évi vaskohászati pályázatok értékelése

Vaskohászati Szakosztályunk múlt évben a nyersvasgyártás, acélgyártás, hideg és melegalakítás, kemenceépítés, tűzállóanyaggyártás, valamint az anyagvizsgálat köréből 16 pályatételt tűzött ki. A Kohászati Lapok 1966. 4. számában megjelent pályázati felhívásra *13 pályamunka érkezett be.*

A pályamunkákat 17 tagú bíráló bizottság értékelte elsősorban abból a szempontból, hogy a javasolt, illetve kidolgozott megoldás nyújthat-e a kohászatnak gyakorlati segítséget. A pályadíjak odaítélésekor előnyben részesültek azok a munkák, melyek konkrét problémát ipari bevezetésre alkalmas módon oldottak meg.

5000 Ft-os I. díjat nyertek :

Kálmán György és *Kisfaludy Antal* „Hegesztés 1966" jeligéjű munkájukkal, melyben repedésmentes hegesztésre dolgoztak ki eljárást.

Horváth János, Gárdonyi Sándor és *Lerch József* „Fornax Ferraria" jeligéjű munkája, melynek alapján a vasércek mindenkori kohászati értékét gépi számolás útján percek alatt meg lehet állapítani.

Székely Levente, Koltay Ferenc és *Kiss Sándor* „Lánc-lánc eszterlánc" jeligéjű pályázata, mely a kalibrált bányaláncok gyártását CrMo 80 jelű acél helyett, olcsóbb MnV típusú acélból oldja meg.

3000 Ft-os II. díjat nyertek :

Pőcze László „Neutron" jeligéjű munkája, mely a tűzálló anyagok Al_2O_3 és SiO_2-tartalmának meghatározására tartalmaz fizikai mérésen alapuló gyorsanalitikai módszert.

Dr. Lőcsei Béla és *Ivócs László* „Hengermű" jeligéjű pályázata, mely a hengerdei izzító kemencék fenék-falazat tartósságának növelésére ad gyakorlatilag megvalósítható útmutatást.

1000 Ft-os III. díjat nyertek :

Lerch József „Damascenus Chalybs" jeligéjű, a gyorsacélok minőség-javításának kérdésével,

Fazekas Ferenc „Egyedül" jeligéjű, a tűzálló betonok kohászati kemencékben való beépítési lehetőségével,

Hauszner Ernő és *Kőhalmi Imréné* „Lemez" jeligéjű, kiválóan mélyhúzható öregedésálló lemezek gyártásával,

Károly Gyula és *Frazon Iván* „Kohászati probléma a bányászatban" jeligéjű, a kőzetfúrók élettartamának növelésével foglalkozó munka.

A bíráló bizottság megítélése szerint „Késél korrózió", „Hematit", „Földgáz és oxigén" valamint „Prometheus" jeligéjű pályamunkák gyakorlati érték hiányában nem voltak díjazhatók.

A bíráló bizottság értékelését a Vaskohászati Szakosztály febr. 28-i szakosztályvezetői ülésén jóváhagyta.

A pályadíjat nyert munkák Egyesületünk Titkárságán az érdeklődők részére betekintés, áttanulmányozás céljára rendelkezésre állanak.

Dr. Visnyovszky László

Szakcikkek írásának korszerű szempontjai

Az üzemekben dolgozó, valamint a kutatással és tervezéssel foglalkozó szakemberek mind gyakrabban hangoztatják, hogy a legújabb szakmai eredmények megismerése munkaidejük egyre tekintélyesebb hányadát veszi igénybe, éppen azért, mert a szakirodalom évről évre terjedelmesebbé válik és az egyes szakterületekre vonatkozó közlések száma ugrásszerűen nő. Ezek értékelését sajnos a különféle dokumentációk csak néhány szakfolyóiratból merítve, gyakran megkésve és sokszor nem is eléggé szakszerű kivonatolásban adják, ezért a szóbajövő, többnyire rendkívül terjedelmes szakcikkek felkutatását, lefordítását, áttanulmányozását ezek a dokumentációk sajnos nem teszik szükségtelenné.

Ezekkel a problémákkal, főleg a lapjaink korszerű szerkesztési elvei szempontjából levonandó következtetésekkel Szerkesztő Bizottságaink, legutóbb pedig Szakosztályaink vezetőségei is *dr. Gyulay Zoltán* elnökünk vitaindító kezdeményezése alapján — amint erről hírt adtunk — többször foglalkoztak.

Éppen ezért igen nagy örömmel üdvözöltük *dr. Kismarty Loránd* tagtársunknak szintén ezzel a témával foglalkozó, konkrét javaslatokat tartalmazó, alább közölt cikkét. A szerző évtizedek óta foglalkozik a vaskohászatunk és a vaskohászati termékeket feldolgozó iparágak kapcsolataival, a kohászat termelési és fejlesztési problémáival. Hosszabb ideig a Műszaki Könyvkiadó Nehézipari Szerkesztőségének vezetője volt, jelenleg pedig vaskohászatunk legfontosabb fejlesztési feladataival foglalkozik az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottságban. Munkaterülete révén tehát a kohászattal kapcsolatos szakkönyvekkel, szakcikkekkel rendszeresen találkozik, ezért javaslatai érdeklődésre tarthatnak számot.

(Érdeklődéssel várjuk olvasóink további hozzászólását és javaslatait ehhez a témához.)

A szerk.

Milyen legyen a jó szakmai cikk?

Ismeretes, hogy az információ különféle csatornáin milyen tudományos tájékoztatási áradat folyik, amely a megfigyelések szerint *négy évenkint megkétszereződik.* Köztudott az is, hogy a modern technikában nagyrészt mások által kidolgozott eredményekre támaszkodva lehet lépést tartani, így az irodalmat állandóan figyelemmel kell kísérni. Egyes amerikai vélemények szerint a tudományos eredményeket szükségszerűen legjobban igénybevevő kutatók munkája akkor a leghatékonyabb, *ha munkaidejük felét az információk megszerzésére, másik felét saját kutatómunkájukra fordítják.* Ez az arány a saját munka felé mindjobban eltolódik, ha tervezőkről, vagy üzemi szakemberekről van szó. Ebből és az emberi agy átlagos befogadóképességéből a hatékonyan használható információ mennyisége egy-egy szakemberre nézve csaknem számítható.

A hatalmas információs anyag csoportosítására, kiválasztására, a megfelelő helyre való eljuttatására elméleti és gyakorlati kutatások folynak szerte a világon, még abban az irányban is, hogy miképpen lehet gyorsan olvasni. Mégis arra vezettek e vizsgálódások, hogy a tájékoztatás legeredményesebb módja a közlendő anyag célszerű rendezése, a lényeges elemek kiemelése mellett a kevésbé fontosak gondos kiszűrése, és a nyelvileg helyes, takarékos kifejező előadás. Minthogy a műszaki-tudományos cikkek — mint az értekező próza műfajához sorolható irodalmi termékek — célja a szakemberek tájékoztatása, ennek tálalásában magának a szerzőnek, és a lapszerkesztőnek van a legnagyobb szerepe. Erről foglaltam össze néhány, bár nem új, de megszívlelendő gondolatot.

A mondanivalót rövidíthetjük, ha az olvasóról a szakterület alapismereteit feltételezzük, sőt minél speciálisabb témáról van szó, annál kevesebbet kell előzményként elmondanunk, kezdhetjük in medias res. *A cikket* ugyanis *csak az fogja elolvasni, akit ez közvetlenül érdekel.* A szakcikkíróknak le kell mondaniok arról az igényükről, hogy tanulmányukat a folyóirat olvasóinak nagy része el fogja olvasni.

A szakcikkek a vizsgálódásoknak célját s ha kell, módszerét ismertessék. A vizsgálatok részletes leírása elmaradhat, *elegendő csak az eredményekről beszámolni.* Az eredmények közlésére szövegek helyett gyakran a rövid táblázatok, sőt a táblázatoknál a diagramok alkalmasabbak. Fényképek csak a legritkább esetekben járulnak hozzá a tartalom megértéséhez (pl. szövetszerkezetek közlésekor). Gépek, készülékek fényképei még kiváló papíron és jó fotográfiával sem mondanak semmit.

Feleslegesen terhelik a terjedelmet — de az olvasót is — olyan számadatok vagy számsorok, amelyek olyan pontosak, hogy messze a mérési hibahatáron túl adnak még értékeket, különösen komikus, ha olyan viszonyszámokat közlünk több tizedes pontossággal, amelyek tényezői maguk pontatlanok. Alig van értelme pl. százalékos jellemzőket, megoszlásokat három számjegynél többel közölni — elég inkább két számjegy.

Előfordul, hogy a cikk terjedelmének csökkentése céljából olyan részleteket hagyunk el, amelyek egyes olvasókat, kutatókat valóban érdekelhetnek. Közölni lehet: hol található meg a részletesebb kifejtés, pl. egy kutatóintézet jelentésében.

Amennyire lényeges törekvés, hogy a cikk terjedelmét a legszükségesebbre csökkentsük, annyira fontos és hasznos az alapos összefoglalás. Az összefoglalás 10—20 sora megismétli a vizsgálódás tárgyát és annak eredményeit. A jó összefoglalás alapja annak a legrövidebb referátumnak, amelyet a cikkekről kartonos nyilvántartásokban szoktak vezetni. Az összefoglalás a cikkíró feladata és önmagát kell próbára tennie, amikor a szűkre szabott terjedelmet ökonomikusan használja fel.

A szakcikkek ritkán szoktak visszaélni az irodalmi utalásokkal, az inkább egyes szakkönyvek, vagy nagyobb tanulmányok hibája. Mindannyian ismerünk olyan terjedelmes irodalomjegyzékeket, amelyeket a szerző biztosan nem olvasott végig, de módja volt elég olcsón és kényelmesen megrendelni az Országos Műszaki Könyvtár és Dokumentációs Központnál.

Anyanyelvünk kifejező erőben és tömörségben számos nyelvet megelőz. Ezt párhuzamosan futó, azonos betűtípusú különféle nyelvű szövegeken közvetlenül tapasztalhatjuk. Nyelvünk tömörsége és kifejező ereje azonban csak szívós, kitartó szövegező munkával hasznosítható. A stílus ugyan még szakszövegekben is kissé művészet, a jó stílusra tehát némiképp születni kell, vannak azonban olyan nyelvszerkezeti formák, amelyek igenis megtanulhatók. A szakírókkal szemben a takarékos, de mégis szabatos kifejezési forma hiányát másutt is kifogásolják. Egy információs problémákkal foglalkozó magasszintű amerikai bizottság megállapítja pl. „...minden eddigi hiányosságnál sokkal nyilvánvalóbb hibánk, hogy képtelenek vagyunk a természetes angol nyelv szabatos használatára ... sok amerikai tudós és mérnök sem beszélni, sem írni nem tud helyesen angolul ... határozottan javasoljuk, hogy az egyetemeken a felsőbb fokozatok elnyerésének szilárd feltétele legyen a kifejező és szabatos közlési készség." A megállapítás minket is elgondolkoztat, mert a nyelv helyes kezelése elsősorban a szerző és nem a lektor, vagy a szerkesztő dolga.

Műszaki-tudományos közlések során sajátos jelbeszéddel is élünk. Ezek egy része egyezményes rajzjel, más része szabványos, vagy szokványos betűhasználat. Ami ezekből egy szakterületen meghonosodott, azt következetesen alkalmazni kell, magyarázatuk felesleges.

Ha a szerzőről ennyit beszélünk, mi marad a szerkesztőnek? Mindenekelőtt meg kell követelnie a szerzőktől a cikkekre vonatkozó közlési feltételek betartását, mert őt a szerzői jó szándék még nem menti fel a cikkek sokoldalú — nem a tartalmi értékelésre vonatkozó — felülbírálata és javítása alól. A szerkesztő képviseli az olvasótábort, tehát a mondanivaló formája tekintetében (a tartalmi kérdésekről most nem beszélünk) összhangot kell teremtenie az egész lap, folyóirat valamennyi cikke között. Ez az ő érdemi „munkája".

Való, hogy cikkírók, lektorok személyes érdekeit a terjedelem csökkentés, a nyelvi tömörség nem szolgálja, mert betűszámra honorálják őket, nem is bőkezűen. Itt csak annyit mondhatunk, hogy aki szakcikket honorárium ért ír, az hagyja abba a tollforgatást. Van annál hasznothajtóbb munka is! Egyelőre csak reméljük, de talán nem alaptalanul, hogy a szakcikkek értékét az olvasók — főképp azonban a tudományos minősítők — nem a terjedelem alapján ítélik meg.

Befejezésül szabad legyen idéznem *Sterne-t* az angol regényirodalom klasszikusát, aki — nem kis iróniával — életművének egyetlen nagy regényében (*Sterne:* Nemes Tristram Shandy úr élete és gondolatai) már kétszáz évvel ezelőtt csipkelődött a tudálékosság és dagályosság ellen:

„Írni — ha értjük a módját (mint ahogy hiszem is magamról, legyen nyugodt), írni semmi egyéb, mint társalkodni. Miként a jó társaság manérjának-illedelmének tudója őrizkednék, hogy mindent kimondjon, azonképpen az író, aki a tisztességtudás és jónevelés határainak ismerője, óvakodik, hogy mindent kieszeljen: nagyrabecsülésének az olvasó értelme iránt mivel sem adhatja inkább tanújelét, mint hogy barátilag megfelezi véle a dolgot, valemennyit az olvasó képzeletére bízva, a többit pedig megtartva magának.

Magam szakadatlanul gyakorolom az előzékenység e nemét és minden tőlem telhetőt elkövetek, hogy egyaránt foglalkoztassam az olvasó képzeletét és a magamét."

Más helyütt, ahol a 23. fejezet után a 25. következik: „Semmi kétség, uram, imhol egy teljes fejezet hiányzik s ezáltal tízoldalas űr támadt a könyvben; pedig a könyvkötő se bolond, sem nem kelekótya, de még olyan selyma sem és a könyv sem lett tökéletlenebb egy jótányival se (ezáltal, legalábbis), sőt, sokkalta teljesebb és tökéletesebb nélkülie, mint vele... Mindenekelőtt vajon kérdem én — csak úgy mellesleg — nem kísérelhetnők meg sikerrel némely más fejezetek esetében ugyanezt?"

Úgy látszik régen is voltak hibák, de szerencsére okos emberek is.

Dr. Kismarty Loránd

Könyvismertetés

Minőségi és nemesacélok (Qualitäts- und Edelstähle). Szerkesztette a *Freibergi Acélipari Tanácsadó Szolgálat (Stahlberatungsstelle)*. Verl. für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1966. Két kötet, 940 oldal. Második kiadás.

A terjedelmes katalógus minden részletre kiterjedő ismertetésére kevés a rendekezésre álló hely, ezért *csak a legfontosabb szempontokra* tudunk e helyt kitérni. Az első kiadás I. kötetét a második kiadás már nem tartalmazza, mivel annak tartalmát ma már a gyári katalógusok teljesen felölelik. Az első kiadás II. kötetének tartalma a második kiadásban két acélcsoporttal, a *Hideg állapotban szívós acélok*, valamint az *Induktorsapkaacélok* fejezetével bővült.

Az első kötet 16 acélcsoportot tárgyal ugyanannyi önálló fejezetben. Ezek a következők: lágyvasak és lágy mágneses anyagok relékhez, hidegen zömíthető acélok, betétben edzhető acélok, nemesíthető acélok, láng- és indukciós edzésű acélok, nitrálható acélok, krómozható acélok, rugóacélok, acélok patentált huzalokhoz, acélok tűgyártási huzalokhoz, szelepacélok, hidrogén-nyomásálló acélok, acél feszített betonhuzalhoz, acélok hegesztő elektródákhoz, rozsda- és saválló acélok, végül hő- és rozsdaálló acélok.

A második kötet 13 acélcsoportot tárgyal a következő bontásban: nagy kovácsdarabok gyártására szolgáló acélok, hideg állapotban szívós acélok, nem mágnesezhető acélok, turbinalapát-acélok, általános rendeltetésű és csavargyártásra szolgáló hőálló acélok, acélok melegen hengerelt dinamó- és transzformátorlemezek gyártásához, kopásálló acélok, gördülőcsapágy-acélok, ötvözetlen szerszámacélok, ötvözött hidegalakítható acélok, ötvözött melegalakítható acélok, gyorsacélok és automata-acélok.

A szerkesztés alapját, az összeállítás gerincét az NDK szabványai, a TGL-ek szerinti megnevezés képezte, de minden fejezet tartalmaz *összehasonlító táblázatot* a DIN és GOSZT szabványokkal. A fejezetek általános összeállítása a következő: általános ismertetés, összehasonlítás más szabványok szerinti acélminőségekkel, gyártási mód, vegyi összetétel, mechanikai tulajdonságok szobahőmérsékleten és növelt hőmérsékleten, fizikai tulajdonságok, alakíthatóság és hőkezelési mód, példák a felhasználásra.

Mindkét kötetet *tartalomjegyzék* és a kötetben szereplő *acélminőségek felsorolása* a megnevezés alfabetikus sorrendjében vezeti be, a második kötet végén pedig a kezelhetőséget igen részletes *szakmai mutató* könnyíti. Mindezek segítségével pillanatok alatt kikereshető a jól rendszerezett anyagból, a 940 oldalnyi terjedelemből az éppen érdekes rész, s az információk táblázatos összefoglalása gyors áttekintést nyújt a keresett anyagrészben.

A papír kifogástalan minőségű, mely szépen visszaadja nemcsak a *vonalas diagramokat*, hanem a *szövetszerkezeti fényképfelvételeket* is. A terjedelem nagyságát bizonyítja a túlnyomórészt petit betűnagyság, ami a tiszta szedés segítségével azonban nem megy az olvashatóság rovására.

A könyv hasznos és nélkülözhetetlen segédanyaga lesz a hazai acélgyártásnak, szerkesztőknek, külkereskedelmi üzletkötőknek és a szabványosítással foglalkozóknak. Tanulmányozása közben elkerülhetetlenül felmerül a gondolat, *mennyire hasznos lenne hasonló összefoglaló tájékoztató katalógus megjelentetése a hazai acélminőségekről is.*

Ruhmann Jenő

Műszaki és gazdasági hírek

A *Niederrheinische Hütte* (NSZK) 3 drótsorából kettőt üzemen kívül helyeznek és 1968 elejére egy *új drótsort* építenek. A hengerhuzal termelés így havi 80 ezer t-ra fog emelkedni. (O)
Acier-Stahl 1967. 1.

*

Jugoszláviában a *Skoplje-i új acélmű* első lépcsője elkészült. A minőségi acélgyártáshoz szükséges nyersvasat 3 svéd gyártmányú különleges elektrokemencében állítják elő. További elektrokemencék szerelés alatt állnak. Egy kemence napi 340 t nyersvasat termel. Az acélműben jelenleg két 120 t-ás nyersvas keverő és két 100 t-ás LD konverter működik. A hengerműben egy durva és középlemezeket gyártó 132″-os kvartósor és egy kvartó előnyújtóból és 4 kvartóállványból álló 68″-as melegszalagsor működik. A hideghengermű egy 68″-os reverzálható kvartóból egy 3 állványos temdem hengersorból és egy 48″-os állványból áll. A várható teljesítmény jelenleg 600 ezer t évenként, ami a második lépcsőben 1,3 mill. t-ra emelkedik. (O)
Acier-Stahl 1967. 1.

*

Japán acéltermelése elérte az 50 mill. t-t. A japán acélművek szövetségének közlése szerint egy éven belül további 4 durva- és középlemezsor, 2 hidegszalagsor, 1 csősor, 1 melegszalagsor és 1 durva profilsor üzembehelyezését tervezik. Hirohatában 2 100 t-ás konvertert és egy folyamatos öntőművet építenek. A Fuji céghez tartozó nagyobb művek évi nyersacélkapacitása: Hirohata 4 mill. t, Tokai 3,5 mill. t, Muróran 3 mill. t. A másik nagy konszern a Yawata Kimizuban egy 2500 m^3-es nagyolvasztót, 200 t-ás konvertert, folyamatos öntőművet, új blokksort, 860 ezer t/év kapacitású durvalemezsort, ugyanakkor és egy 3 mill. t/év kapacitású melegszalagsort épít. (O)
Acier-Stahl 1967. 1.

*

Az *ónozott lemeztermelés* az 1956. évi 7,7 mill. t-ról 1965. évben 11,2 mill. t-ra emelkedett. A legnagyobb termelők: USA 5,6 mill. t, Anglia 1,2 mill. t, Japán 867 ezer t és NSZK 418 ezer t. (O)
Acier-Stahl 1967. 2.

*

A *Bethlehem Steel* (USA) Burns Harbour-ban (Indiana) *új vasművet* épített. Az első lépcső építése befejeződött. Felépült egy 160 t-ás durvalemezsor 60 ezer short t/hó kapacitással, egy teljesen elektronikusan vezérelt 80″-os melegszélesszalagsor, egy 5 állványos 80″-os hidegszalagsor 60 short t/hó kapacitással és egy elektrolytikus ónozó berendezés 23 ezer short t/hó kapacitással. Az öt évig tartó második lépcső építését is megkezdték. (O)
Acier-Stahl 1967. 2.

*

Mexikóban épülő *új acélműben* üzembe helyeztek egy 275 t-ás SM kemencét. Egy második hasonló egység építése folyamatban van. Ugyancsak épül a folytatólagos hideghengermű is. (O)
Acier-Stahl 1967. 2.

*

Délkoreában USA, Japán és NSZK cégek anyagi támogatással egy *új vasmű* építését kezdték meg 100 mill. dolláros költségelőirányzattal. (O)
Acier-Stahl 1967. 2.

*

Az *osztrák VÖEST cég Kínában egy LD-acélművet* épít. Az új acélmű Tai Yonban Pekingtől 700 km-re délre épül évi 650 ezer t teljesítményre. Üzembehelyezését 1968-ra tervezik. (O)
Acier-Stahl 1967. 2.

*

A *Szovjetunióban*, Lipezkben az osztrák VÖEST cég által szállított utolsó *LD konvertert* is üzembe helyezték. Az építés 1963-ban vette kezdetét. Az acélmű évi teljesítménye 2,1 mill. t. Jelenleg még az acéltermelést más hengerművekben dolgozzák fel, amíg a szovjet tervezésű folyamatos öntőmű és a hengersorok elkészülnek. A termelés zömét autokarosszéria lemezek teszik.

A folyamatos öntőmű kapacitása akkora lesz, hogy fel fogja dolgozni az acélmű egész termelését. Ez azért érdemel különös figyelmet, mert eddig egy országban sem sikerült folyamatos öntőművel megoldani a teljes acéltermelés feldolgozását. (O)
Acier-Stahl 1967. 2.

*

Felépült az *NSZK leghosszabb acélhídja* Essen közelében Mintarában. Az új Ruhr-völgyi híd 1800 m hosszú, és a völgyet 60 m magasan hidalja át. *Az acélszerkezet súlya 14 000 t.* A híd 27,5 m széles, 4 sávos közlekedésre épült. Átlagosan napi 20 000 gépkocsi halad át rajta. Az építés egy évig tartott. (O)
Acier-Stahl 1967. 2.

*

Az *NSZK-ban*, a Bochumer Verein üzemében *új széles abroncs hengersor* épül, mely folytatását képezi az 1966-ban üzembehelyezett előnyújtó hengersornak. Az Unikum elnevezésű berendezést a Bochumer Verein szakembereinek közreműködésével a Krupp vállalat tervezte és gyártotta. A többrendeltetésű hengermű (MZW) kombinált vízszintes kvartó-duó állványból, előtte és utána torlóállványokból áll. A kombinált állvány vagy két nagy átmérőjű munkahenger beépítésével duó állványként, vagy két kis átmérőjű munkahenger és két támasztóhenger beépítésével kvartó állványként tud dolgozni. Duó beépítéssel, a másik két állvánnyal közösen univerzális lemezelőnyújtó munkákra alkalmas, kvartó beépítéssel az előnyújtott lemezbugákat lehet a folytatólagos készsor számára továbbhengerelni, vagy 2700 mm széles durvalemezeket lehet hengerelni. (R)
St. u. E. 1966. 24.

*

A *bukaresti Industrialimport* vállalat a nyugatnémet Klöckner—Schloemann munkaközösségtől *vasúti keréktárcsák és tengelyek* gyártó berendezésének elkészítését és szerelési munkálatait rendelte meg. A berendezés Balš-ban fog dolgozni és a legkorszerűbb kivitelben, a legújabb műszaki megoldásokkal rendelkezik, így a gépcsoport egyik tagja pl. egy szintalatti telepítésű 6000 t teljesítményű kerék-kovácssajtó lesz. (R)
St. u. E. 1966. 24.

*

A *kiselejtezett közúti gépjárművek* kohászati feldolgozását leginkább az nehezíti, hogy a járművek nagy térfogata és kis súlya miatt gazdaságtalan a beszállításuk az ócskavastelepre. Most az *NSZK-ban* a Lineta vállalat egy közúti forgalomba is bevethető, mozgó autóroncssajtót készített, mely óránként kb. 60 roncsot képes 30—35 cm magasságú csomagokká összesajtolni. A sajtolt roncsok azután már nehézség nélkül elszállíthatók a berendezéshez tartozó utánfutón. A sajtó kiszolgálását végző forgódaru és a hidraulika energiaellátását belső égésű motor biztosítja. (R)
St. u. E. 1967. 2.

*

A Hille és Müller cég az *NSZK-ban* felújította *reverzáló hidegszalag-hengerművének meghajtását.* Az új hajtómotorokat tirisztoros áramátalakítóból 13 MW összteljesítménnyel táplálják, s ez a teljesítmény 630 mm széles hidegszalagok 600 m/min sebességgel való hengerlését teszi lehetővé. Az automatikus vezérlés és fékezés segítségével a hengerlési sebesség közvetlenül a szalag végső szakaszának befutásáig tartható. A szalag vastagságát indukciós berendezés ellenőrzi, mely az eltérések észlelésekor szabályozó impulzust ad a hengerállító és a visszafeszítő készülékeknek. (R)
St. u. E. 1967. 2.

*

Az *esseni Ruhrgas* vállalat (NSZK) termelése 1966-ban 7,5 *milliárd* Nm^3-re emelkedett, hálózatát 175 km-rel megnövelték, s most a kezelésében levő gázelosztó hálózat teljes hossza 3300 km. A vállalat a gázellátást fokozódó mértékben földgáz bázisra állítja át. (R)
St. u. E. 1967. 2.

*

A *mexikói Hojalata y Lamina* vállalat *finom- és drót-hengersort* rendelt az NSZK-ból. A 70 t/h teljesítményű kemencéhez egy előnyújtósor, két drótsor és a kikészítő berendezések csatlakoznak. A drótsor készrehengerlési sebessége 42 m/min lesz. (R)

St. u. E. 1967. 2.

Japánban 1966 szeptemberében vízrebocsátották a világ legnagyobb *olajszállító tankhajóját*, melynek vízkiszorítása 209 000 tonna. A hajó építésére 10 000 tonna 50 kp/mm² szakítószilárdságú acélt használtak fel. A múltban ilyen célokra 41 kp/mm² szilárdságú acélt alkalmaztak 43 mm-es lemezvastagsággal. Ez esetben egy könnyebb szerkezet kialakítását tűzték ki célul, amelyben a lemezek vastagsága csak 35 mm. Ezáltal a hajótest súlya mintegy 20%-kal csökkent. (H)

Trans. Iron and Steel Inst. of Japan 1966. 5. sz.

*

Az *Európai Szén- és Acélközösség* országai 1966-ban 73,3 millió tonna *vasércet* termeltek ki, ami az előző évihez képest 7,3%-os csökkenést jelent. A fenti mennyiségből 9,5 millió tonna az NSZK-ra, 55,7 millió tonna Franciaországra és 6,5 millió tonna Luxemburgra esett. A rosszul jövedelmező bányák bezárása 1966-ban folytatódott, ily módon a vasércbányák száma 13,5%-kal csökkent. Az importércek részesedése az 1965-ös 41%-kal szemben 1966-ban 42%-ra, ugyanakkor a vasércek átlagos Fe-tartalma 59%-ról 60%-ra növekedett. A Közösség országai közötti kereskedelem mintegy 1 millió tonnával csökkent, ami főleg a Franciaországból az NSZK-ba, Belgiumba és Luxemburgba irányuló szállítások redukálásából adódik.

A Közösség *acéltermelése* 1966-ban 85,11 millió tonna volt, ami az előző évivel szemben 1%-os csökkenést jelent. A kapacitások kihasználása az 1965. évi 86%-ról 78,5%-ra esett. Az egyes országok részesedése a egész acélvolumenből:

NSZK	35,30 millió tonna
Belgium	8,91 millió tonna
Franciaország	19,38 millió tonna
Olaszország	13,62 millió tonna
Luxemburg	4,39 millió tonna
Hollandia	3,28 millió tonna
Összesen	85,11 millió tonna

A *nemesacélgyártás* az előző évihez képest 2%-kal növekedett, így részesedése a teljes acélgyártásból 7,6 százalékot ért el. Az acélkereskedelem a Közösség országai között 13,0 millió tonna hengerelt terméket tett ki, ami az előző évekhez képest némi fejlődést mutat.

Az *acél-export* 1966-ban nyersacélban kifejezve 16 millió tonna, késztermékben 12 millió tonna volt. Bár ez az előző évvel szemben 16%-os csökkenést jelent, mégis kielégítőnek tartható, ha figyelembe vesszük az 1965-ös év kivételes nagy exportját, az USA-t fenyegető sztrájkok következtében. Az *acélimport* az előző évihez képest kevéssé növekedett és így 2 millió tonna késztermék ért el. (H)

Iron and Steel, 1967. márc.

*

Csehszlovákiában, Kladnoban 1975-ig tervezett üzembehelyezéssel egy 1 millió tonna termelésű *nemesacélgyárat* létesítenek. A művet a jelenleg meglevő, elavult gyár helyére telepítik. Az építés két ütemben történik. Az első lépcsőben két nagyteljesítményű elektrokemencét, két folyamatos öntőművet, egy vákuumozó berendezést és egy új hengersort építenek. A második lépcső programjába két oxigénes konverter tartozik. (H)

Iron and Steel, 1967. márc.

*

1967. jan. 13-án kezdődtek meg a *tárgyalások* az *angol kormány* és az *Európai Szén- és Acélközösség felső hatósága* között Luxemburgban. Az angol delegáció vezetője, *Marsh* energiaügyi miniszter javaslatokat terjesztett be a tárgyaláson annak a kedvezőtlen helyzetnek a megszüntetésére, mely szerint a világ acélgyártási kapacitása továbbra is nagyobb az acéligénynél, ami kedvezőtlenül hat a jövőben tervezett beruházásokra. (R)

Steel Times, 1967. jan.

*

Az angliai Berk vállalat eladta az amerikai United Steel-nek a *Shaw-féle precíziós öntési eljárás* licenciáját. Az olcsó keramikus formákban fogyóminta nélkül lehet precíziós öntvényeket előállítani. Az eljárás segítségével csökken a forgácsolási szükséglet, nő a méretpontosság és az öntvények alakja bonyolultabb lehet az eddiginél. Az eredeti angol szabadalmat az USA-ban teljesen gépesítették. (R)

Steel Times, 1967. jan.

*

A Colvilles angol vállalat vezérigazgatója az 1966-*os üzleti évet* úgy kommentálta egy nyilatkozatában, hogy riasztóan emelkedett Anglia *acélimportja*, mégpedig olyan árú acéllal, mely a belföldi gyártásnak még az önköltségét sem fedezné. (R)

Steel Times, 1967. jan.

*

A Richard Thomas and Baldwins *angliai kohómű kékrefuttatott acélszalagok* forgalombahozatalát tervezi. Az ebből készült lemezekből füstcsöveket, kenyérsütő tepsiket és egyéb tömegcikkeket lehet gyártani. (R)

Steel Times, 1967. jan.

*

Angliában a Consett vasmű az Esso olajipari vállalattal közösen kísérleteket végez *fűtőolaj és oxigén injektálására* Kaldo és LD konverterekbe. Arra számítanak, hogy kedvező eredmények esetén növelni lehet a konverterek öcskavasbetét-arányát. (R)

Steel Times, 1967. jan.

*

Az *ausztráliai* Port Adelaide-ben kb. 300 000 US dollár értékben jelenleg épül a második *tűzálló téglagyár*, mely az ausztráliai piacot különleges tűzálló idomtéglákkal van hivatva ellátni. (R)

Steel Times, 1967. jan.

Szabványosítási hírek

A DIN 17100 (1966 szept.) Általános szerkezeti acélok. Minőségi előírások szabvány ismertetése

A DIN 17100 1957-ben kiadott szabványának módosítását az acélgyártó eljárások fejlődése, az acélok felhasználási tulajdonságainak szabatosabb minősítése, továbbá az általános szerkezeti acélok tárgyában folyamatban levő EURONORM és ISO-ajánlások kidolgozása indokolta.

Az új szabvány több figyelemreméltó eltérést tartalmaz a régi szabványhoz képest. Ezek:

A szabvány tárgya kíbővült a *hengerhuzal anyagminőségeivel*.

Az anyagminőségi választékból *igényhiány miatt kimaradt* az St 34—3 és *kiegészült* az St 33—2, RSt 46—2 és RSt 46—3 minőségekkel. Az St 33—2 szavatolt P, S és N tartalmú, az RSt 46—2 és RSt 46—3 minőségek max. 0,20% C mellett min. 29 kp/mm² folyáshatárral rendelkeznek.

A szabvány *adott anyagminőségen belül* a különleges követelményeket támasztó felhasználási igényeknek — élhajlítás, húzás, süllyesztékes kovácsolás, csőgyártás — is eleget tesz. Ez esetben az acélfajta anyagminőségi jelét a felhasználási célra utaló *kiegészítő jellel* is el kell látni.

Elmaradt a minőségi jelből a gyártási módra utaló megkülönböztető megjelölés. A 2. minőségi csoportban szavatolt max. 0,007% N és max. 0,050% P-tartalom, valamint az ütőmunka-értékek biztosítékot nyújtanak

arra, hogy ebben a csoportban Thomas-acél nem kerülhet szállításra. Tekintettel arra, hogy a felhasználók eddig gyakran a gyártási mód alapján tettek különbséget az egyes acélfajták alkalmazhatósági területei között és ezt nagyon megszokták, a szabvány 7.1.1 szakasza a 2. és 3. minőségi csoportba tartozó acélfajtákra a felek közti megállapodással lehetővé teszi a *gyártási mód kikötését*. Az 1. minőségi csoportra ilyen megállapodás nem köthető, itt ennek megválasztása a *gyártó kizárólagos jogköre*.

Az új kiadásból törölték az öntési módra (dezoxidálási módra) nem utaló minőségeket, abból kiindulva, hogy a felhasználót a *csillapítás módjának* egyértelmű meghatározására bírják.

Többrendbeli változtatás történt a vegyi összetételi előírásokban is.

A 2. minőségi csoport N-tartalmát 0,007%-ban, a 3. csoportét — tekintettel az alkalmazott nitridképző elemekre — 0,009%-ban maximálták. A foszfortartalom a 2. csoport acéljaiban — az St 33—2 kivételével — max. 0,050%-ra, a 3. csoportban max. 0,045%-ra csökkent.

A hegeszthetőség szempontjából fontos C-tartalom az St 34—2, St 37—2, St 37—3, St 42—2 és St 42—3, valamint az St 52—3 minőségű 16 mm és ennél vékonyabb lemezeknél 0,02—0,03%-kal csökkent. A vegyi összetételi előírások az új szabványban 6 t-nál nagyobb tuskókra is érvényesek, hacsak ettől eltérő megállapodás nem történt.

Lényeges változtatás történt az ütőmunka-előírásokban. A 2. és 3. minőségi csoport acéljaira 3,5 mkp/cm² ütőmunkát szavatolnak ISO típusú V-alakú bemetszésű próbatesteken, az anyagminőségtől függően +20 és —20°C hőmérsékleten, 3 próbatest átlagában. Az eddigi DVMF és DVM próbatestek használata már csak külön előírásra történik. Az ütőmunka-előírásokon túlmenően — felek közötti megállapodással — az St 37—3, St 46—3 és St 52—3 minőségű, 25—50 mm vastagságú termékek hegeszthetőségének megítélésére hernyóvarrat-hajlítóvizsgálat is előírható.

A szabvány *ömlesztő hegesztésre alkalmasnak* mondja az St 34—2, St 37—2, St 37—3, St 46—2, St 46—3 és St 52—3 minőségeket,

„általában" alkalmasnak az St 33—2, St 34—1, St 37—1, St 42—2 és St 42—3 minőségeket,

a hegesztési és üzemeltetési körülmények függvényében *„korlátozottan" hegeszthetőnek* az St 33—1, St 42—1, St 50—1 és St 50—2 minőségeket.

Tompa ellenálláshegesztésre „általában" minden minőség alkalmas.

Változtak a tételnagyságra, a próbavételre és a próbák számára vonatkozó előírások. Az előírások az EURONORM 25-tel teljesen egyezők.

Összehasonlítás magyar acélminőségekkel

A DIN 17100 szerinti minőségek az **MSZ 500—66** *Általános rendeltetésű szerkezeti acél* és az **MSZ 6280—65** *Szerkezeti acél fokozott követelményű hegesztett szerkezetekhez. Minőségek és műszaki előírások* szabványok előírásaival hasonlíthatók össze. Bár a magyar és a nyugatnémet szabványok egymástól teljesen függetlenek — a magyar KGST szabványajánlás, a német EURONORM alapján — mégis az acélgyártás fejlődésének hasonló körülményei erősen hasonló előírások kialakulásához vezettek. A fő hasonlatosság elsősorban az anyagminőségi választék lépcsőzésében, az öntési mód meghatározásában, a szakítószilárdsági, folyáshatár- és nyúlás-értékekben, a vegyi összetételi előírásokban és a hernyóvarrat-hajlítóvizsgálatában van.

A magyar előírásokban az ütőmunka-értékek még nem az ISO V-bemetszésű próbatestre vonatkoztatva szerepelnek, ami az összehasonlítást nehezíti. Bár nálunk *konverteres acélgyártás* nincs és az általános szerkezeti acélok mind SM-eljárással készülnek, a magyar szabványok — azáltal, hogy öntési mód megjelölése nélküli, valamint szavatolt ütőmunka nélküli acélminőségeket is tartalmaznak — nagyobb minőségi választékot eredményeznek, mint a DIN 17100, ugyanakkor az 50 kp/mm² szakítószilárdság alatti, ütőmunkavizsgálat nélküli MSZ minőségeket a kisebb N, P és S-tartalom ellenére a kereskedelmi gyakorlat sokszor a DIN 17100 1. minőségi csoportjába fogja sorolni. Különösen exportszállításoknál kell ügyelni arra, hogy az ütőmunka-előírások nélküli magyar minőségek is általánosan kielégítik a DIN 2. acélcsoportra előírt értékeit.

A *különleges felhasználási célra* való alkalmasságot (süllyesztékes kovácsolás, csőgyártás, rúdhúzás stb.) magyar vonalon nem az anyagminőségi, hanem egyéb országos, iparági vagy házi szabványok rendezik a DIN 17100-nál lényegesen nagyobb részletességgel.

Az *1. táblázatban tájékoztató* jelleggel összehasonlítjuk a DIN 17100 és a vonatkozó magyar anyagminőségeket.

A táblázatban *-gal jelölt minőségek előírásai szigorúbbak, a **-gal jelölteké valamivel enyhébbek, mint a behasonlított DIN minőségé.

Kondoray Egon

1. táblázat

DIN 17100 szerinti acélminőségek összehasonlítása magyar szabvány szerinti minőségekkel

DIN 17100 (1966. szept.)	A hasonló MSZ minőség	
	jele	szabványszáma
St 33—1	A 0**	MSZ 500—66
St 33—2	—	—
USt 34—1	A 34 X*	MSZ 500—66
RSt 34—1	A 34 Y*; A 34 B*	MSZ 500—66
USt 34—2	A 34 X**	MSZ 500—66
RSt 34—2	A 34 Y**; A 34 B**; A 34 Ü	MSZ 500—66
USt 37—1	A 38 X*	MSZ 500—66
RSt 37—1	A 38 Y*; A 38 B*	MSZ 500—66
USt 37—2	A 38 X**	MSZ 500—66
RSt 37—2	A 38 Y**; A 38 B**; A 38 Ü; 37 Y*; 37 B*	MSZ 500—66 MSZ 6280—65
St 37—3	37 C*; 37 D*	MSZ 6280—65
USt 42—1	—	—
RSt 42—1	A 42 Y*; A 42 B*	MSZ 500—66
USt 42—2	—	—
RSt 42—2	A 42 Y**; A 42 B**; A 42 Ü	MSZ 500—66
St 42—3	—	—
RSt 46—2	45 Y; 45 B	MSZ 6280—65
St 46—3	—	—
St 50—1	—	—
St 50—2	A 50 B	MSZ 500—66
St 52—3	52 C; 52 D*	MSZ 6280—65
St 60—1	—	—
St 60—2	A 60	MSZ 500—66
St 70—2	A 70	MSZ 500—66

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: Lomniczy Dezső

Az alumíniumkohók villamos energia felhasználása

BARTSCH OTTÓ okl. gépész- és gazdasági mérnök,
Alumíniumipari Tervező Intézet

DK 669.013.6+669.71

Az energiafelhasználás időbeli alakulásának vizsgálata az energiagazdálkodás egyik fontos feladata. A magyarországi villamos energia egyik legnagyobb állandó felhasználója az alumíniumkohászat, úgyhogy ennek villamosenergia-felhasználása az országos villamosenergia-ellátás szempontjából is fontos.

Az alumíniumkohászat gazdasági jellemzői és magyarországi sajátosságai

Az alumíniumot nagyiparilag ma világszerte csaknem kizárólag az amerikai Hall és a francia Heroult egymástól függetlenül 1886-ban bejelentett szabadalmai alapján állítják elő. Ennek az eljárásnak lényege az, hogy a timföldet (Al_2O_3) 950—1000 °C-os kriolit olvadékában oldva, olvadt alumínium és szén-elektród között elektrolizálják.

Az alumínium elektrolitos előállítása igen erősen anyag és energiaigényes folyamat: 1 t fém előállításához kb. 2 t timföld, 0,6 t különféle szén az elektródokhoz és 0,1—0,12 t fluorsó, valamint 16 000—20 000 kWó villamos energia szükséges. Az anyagköltség megközelíti a teljes önköltség 40%-át, amiből kb. 30% a timföld, kb. 7% az anódmassza, a többi pedig a különböző fluorsók költsége. Az önköltség másik nagy hányadát, 20—40%-át a villamos energia költsége adja. Az alumínium önköltségének tehát a két legfontosabb tényezője a timföld és a villamos energia. Amíg azonban a timföld ára viszonylag szűk határok között változik, addig a villamos energia önköltségében és árában igen nagy eltérés mutatkozik aszerint, hogy milyen elsődleges energiahordozókból állították elő.

Az alumíniumkohászat érdekes jellemzője még, hogy más kohászati berendezésekhez képest az alumínium-elektrolizáló kemencék teljesítőképessége igen kicsi, néhány 100 kg naponta. Az egyenáramú áramforrás, ill. átalakító berendezés fejlődése lehetővé tette a több kemence sorbakapcsolását, s ezzel az alumínium termelése nagyüzemekben gazdaságos lett.

Az alumíniumkohászat gazdasági feltételei Magyarországon nem kedvezőek. A megfelelő mennyiségű és gazdaságosan előállított timföld rendelkezésre áll ugyan, de kedvezőtlen a segédanyag-ellátottság helyzete, mert az anódmassza, az elektródszén-, a kriolit- és a fluorsó-szükségletet behozatalból kell fedezni.

Az energiahordozók és a villamosenergia-termelés szempontjából hazánk Európa egyik legszegényebb országa. A magyar villamos energiát gyakorlatilag teljes egészében (99%) szénre, ill. olajra épített erőművekben termelik. Ebből kifolyólag a villamos energia önköltsége és ára meglehetősen magas, ami a gazdaságos alumíniumtermelés szempontjából igen kedvezőtlen. A magyar ipar alapvető ellentmondása — az alapenergiahordozó hiány — legélesebben az alumíniumkohászatban mutatkozik, mert ez iparunk egyik legenergiaigényesebb fázisa.

Az 1950-es évek tapasztalatai megmutatták, hogy Magyarországon az energiahelyzet következtében, nem helyes az alumíniumkohászat termelőképességének nagyarányú fejlesztése új üzemek létesítése útján. Ezért az első ötéves terv időszaka után a magyar alumíniumkohászat elé a meglevő üzemek jobb kihasználását és gazdaságosságának növelését tűzték ki célul. Ennek eredményeképpen került megkötésre a magyar—szovjet timföld-alumínium egyezmény.

Az egyezmény következtében a magyarországi alumíniumkohászat mennyiségi fejlesztése terveinkben csak kismértékű. Legfontosabb feladat az alumíniumkohászat gazdaságosságának növelése, elsősorban a villamos energia felhasználás tekintetében.

Az alumíniumkohászat villamos energia fogyasztásának részarányát az 1955. évi 13%-ról 1980-ra az ország teherbíró képessége által meghatározott 2—4%-ra kell csökkenteni azáltal, hogy az országos energiatermelés növekedése mellett az alumíniumkohászat energia fogyasztását nem szaporítjuk, sőt a gazdaságosság és termelékenység növelése útján csökkenthetjük.

Az alumíniumkohók villamos energia szükséglete

Az alumíniumkohók a villamos energia legnagyobb közvetlen felhasználói. Közvetlen fogyasztó azért, mert az ország három alumíniumkohója az országos hálózatba kapcsolt szomszédos hőerőművekből gépfeszültségen kapja az energiát. Legnagyobb fogyasztó azért, mert az ország villamosenergia-termelésének nagy részét (1965-ben 8,5%) egymaga használja fel.

A kohók a villamos energiát váltakozó áram formájában vételezik. Felhasználása kis részben váltakozó áram (öntöde, segédüzemek), túlnyomó részben azonban átalakítás után egyenáram formájában az elektrolitos folyamathoz szükséges. Az áramot nagyrészben higanykatódos egyenirányítók alakítják át. Ezek — viszonylag nagy átalakítási veszteségeik miatt — ma már nem tekinthetők korszerűeknek.

Dolgozatomban csak az elektrolízis céljaira felhasznált villamos energia alakulását vizsgálom, mert egyrészt az egyéb felhasználás igen kicsi (3—5%), másrészt a tovább-feldolgozó berende-

1. táblázat

A villamos energia felhasználás és fémtermelés 1955—1965. években

Év	Villamos energia felhasználás		Fémtermelés	
	10^6 kWó	%	1000 t	%
1955	706	100	36,9	100
1956	655	92,6	34,8	94,4
1957	484	68,5	25,2	68,5
1958	744	105,3	39,5	107
1959	825	117	45,7	124
1960	880	124,8	49,6	135
1961	902	127,8	51,1	138
1962	912	129	52,8	143
1963	940	133	55,8	151
1964	940	133	56,8	154
1965	950	134,5	58,1	158

zések kiépítettségétől függ, tehát nem függ össze szorosan az alumíniumkohászattal.

A magyar alumíniumkohók elektrolízis céljára felhasznált váltakozó áramú villamos energia mennyisége, valamint a kohók fémtermelése az utolsó tíz évben az *1. táblázat* szerint alakult. A táblázat a váltakozó áramú villamos energiát 10^6 kWó-ban, a termelt fémmennyiséget 1000 t-ban tartalmazza. Összehasonlítás kedvéért feltüntettem a villamos energia felhasználás és fémtermelés százalékos alakulásának bázisviszony-számait is (1955-re = 100%).

A táblázat adataiból, elsősorban a százalékos értékekből látható, hogy a termelés növekedése lényegesen meghaladta a villamos energia felhasználás növekedését.

A fajlagos villamos energia felhasználás

Az előző 1. táblázat számsorainak nem arányos növekedése világossá teszi, hogy a fémtermelés nagyobb arányú növekedése következtében csökkennie kellett a fajlagos villamos energia felhasználásnak.

A fajlagos villamos energia felhasználás adatai közül vizsgálni kell mind a váltakozó áramú, mind az egyenáramú felhasználást. A kétféle érték közül a fajlagos egyenáramú villamos energia felhasználás az elektrolizáló kemencék kihasználását, az áramvezető sínezés korszerűségét és a kohászati technológiai fegyelem betartását, vagyis a kohászat műszaki színvonalát jellemzi. A fajlagos váltakozó áramú villamos energia felhasználás gyakorlatilag csak az egyenirányító berendezés hatásfokában különbözik az egyenáramútól. Ez utóbbi érték a kohók építése idején kialakított adottság, amelyen csak nagyarányú — bár aránylag gyorsan megtérülő — beruházásokkal lehet változtatni, ugyanis a jelenlegi higanykatódos berendezéseket félvezetős berendezésekkel célszerű kicserélni.

Az utolsó 10 év fajlagos villamos energia felhasználás adatait a *2. táblázat* tartalmazza. Az adatok mértékegysége mind a váltakozó áramú, mind az egyenáramú fajlagos energia felhasználásra kWó/t.

A táblázatból látható, hogy az 1957. évi energiahiányból adódó termeléscsökkenés a fajlagos villamos energia felhasználás erőteljes növekedését okozta. Ezt kivéve, az irányzat kedvező.

2. táblázat

Az alumíniumkohók fajlagos villamos energia felhasználása kWó/t-ban 1955—1965. években

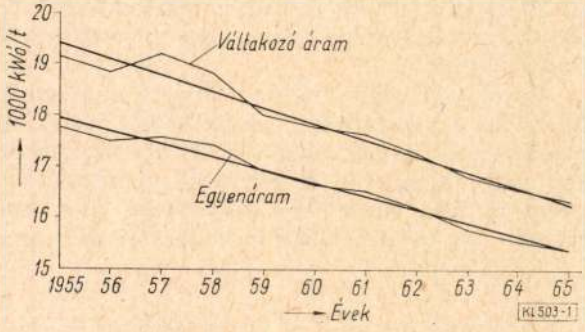
Év	Egyenáram	Váltakozó áram
1955	17 778	19 150
1956	17 523	18 847
1957	17 572	19 212
1958	17 431	18 847
1959	16 913	18 041
1960	16 634	17 783
1961	16 544	17 656
1962	16 201	17 269
1963	15 786	16 839
1964	15 578	16 557
1965	15 391	16 349

A táblázat adataiból kiszámítható a fajlagos villamos energia felhasználás időbeni alakulásának irányzata: trendje.

A számítás eredményeként kapott egyenletek:
váltakozó áramra .... $Y = 17\,868 - 307{,}5X$
egyenáramra ..... $Y = 16\,668 - 253{,}6X$

A fajlagos villamos energia felhasználás tényleges értékeit, valamint az illeszkedő trend vonalat az *1. ábra* diagramján ábrázoltam.

Az egyenletek szerint az utolsó 10 év átlagában a váltakozó áramú fajlagos energia felhasználás évenként 307,5 kWó-val az egyenáramú fajlagos energia felhasználás pedig évenként 253,6 kWó-val csökkent. A két érték közötti eltérés arra utal, hogy az átalakítás hatásfoka javult. A javulás mértéke 92,83%-ról 94,14%-ra, vagyis 1,31%. Ez az 1965. évi villamos energia felhasználást alapul véve 12,4-szer 10^6 kWó megtakarítást jelent.



1. ábra. Fajlagos villamos energia felhasználás 1955—1965-ben

A fajlagos villamos energia felhasználás csökkenésének okai és további lehetőségei

A fajlagos villamos energia szükséglet csökkentése alapvetően kétféle módon lehetséges: egyrészt adott fémmennyiségeknél a villamos energia felhasználás abszolút értékének csökkentésével, másrészt adott villamos energia mennyiségnél a termelt fémmennyiség növelésével. A kétféle értékváltoztatást teljesen különválasztani nem lehet, hiszen ezek szorosan összefüggenek egymással, mert az üzemek termelőképességének, ill. termelésének növelése egyúttal a fajlagos villamos energia felhasználás csökkentését is eredményezi.

A beépített elektrolizáló kemencék nagyságától és számától függ a termelőképesség

Az elmúlt években az iparág elsősorban a kemenceszerkezetek fejlesztésével foglalkozott. Minthogy a kemencék nagyságának legfontosabb mérőszáma az anódméret, amelyhez a kemence többi mérete igazodik, elsősorban ennek növelésével igyekeztek a kemencék termelőképességét növelni. Az anódméret határozza meg az átfolyó áram erősségét is, amely viszont a termelt fém mennyiségével arányos. Az elektrolizáló kemencék helyes méret és terhelés növelése következtében a kemencéken mért feszültség nagymértékben csökkent.

Az elektrolizáló kemencék számának növelése — adott méretű egyenáramú áramforrást használva — csak az egyes kádak szerkezetének és kezelési technológiájának javítása következtében elért feszültségcsökkenés megtakarításból fennmaradó feszültség árán valósítható meg. A hazai kohókban lefolytatott kemencefejlesztések útján elért feszültségmegtakarítás lehetővé teszi a kemencék számának 10—20%-os növelését, a már kiépített egyenirányító berendezések névleges feszültségén.

A villamos energia felhasználás csökkentésének további fontos eszköze a kohókban levő áramvezető sínezés keresztmetszetének növelése. A sínkeresztmetszet növelését gazdasági megfontolások alapján kell meghatározni. Elterjedt az a módszer, amely a veszteségek és az amortizációval kapcsolatos költségek minimalizálásából állapítja meg a gazdaságos áramsűrűséget. Ez az érték a magyarországi kohókban a viszonylag magas energia- és alumíniumár miatt 0,3—0,35 A/mm². Ezért a korábban használatos hengerelt, vagy sajtolt sínekből álló kötegek helyett nagykeresztmetszetű öntött síneket használunk és a korábbi csavarkötéseket elhagyjuk.

Az energia felhasználás csökkentése megvalósítható az egyenirányító berendezések átalakítási hatásfokának javítása útján is. Az erre vonatkozó tanulmányok szerint a jelenlegi higanykatódos egyenirányítók kicserélése félvezetős berendezésekre 3—6%-os átalakítási hatásfok javulást eredményez, ami a folyamatos üzemben működő kohókban csupán az energia megtakarításból néhány éven belül megtérül.

További termelőképesség növelést és egyidejűleg villamos energia felhasználás csökkenést eredményezne a jelenlegi önsülő anódszerkezetek átalakítása előre égetett anódokra. Ez azonban más elsődleges energiahordozó felhasználásban — belföldi anódblokk gyártást feltételezve — többletként jelentkezik. Országosan azonban energia megtakarítást eredményez, hiszen ilyenkor az anódokat a rajtuk átfolyó egyenáramú villamos energia helyett e célra létesített más üzemben pl. földgázzal égetik ki.

Fentiekből kitűnik, hogy a fajlagos villamos energia felhasználás további csökkentésének lehetőségei is eléggé ismertek, azonban megvalósításuk elsősorban gazdasági kérdés és a népgazdaság anyagi teherbíró képességétől függ.

Összefoglalás

A magyar alumíniumkohászat energia felhasználásának irányzata biztató, mert a termelés 58 százalékos növekedése mellett a villamos energia felhasználás csak 34,5%-kal növekedett. Az elért eredmények igazolják azt az iparfejlesztési koncepciót, amely a magyar alumíniumkohászat villamos energia felhasználásának részarányát az ország teherbíróképességének szintjére kívánja leszállítani.

Ennek eredményeképpen az elmúlt 10 évben a villamos energia felhasználás részaránya az országos terhelésből 13%-ról 8,5%-ra csökkent. Ez elsősorban az iparág szakembereinek érdeme, mert az ő fejlesztési tevékenységüknek köszönhető, hogy a fajlagos egyenáramú villamos energia felhasználás iparági átlagban 17 788 kWó/t-ról 15 391 kWó/t-ra csökkent, 10 év alatt.

A fejlesztés eddigi módszerei elérték határukat. A fajlagos villamos energia felhasználás további módszerei ismertek, azonban ezek a népgazdaság anyagi teherbíróképességétől függenek. Valószínű azonban, hogy további — az eddiginél szerényebb mértékű — fejlődés várható.

Lapunk példányonként megvásárolható:

V., Váci utca 10
V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. sz. alatti
HÍRLAP-BOLTOKBAN

Ritkaföldfémek és felhasználásuk a korszerű iparban

Dr. PŐCZE LÁSZLÓ okl. vegyészmérnök
Központi Földtani Hivatal

DK 546.65+338.4 : 62 : 65.011

A fejlődő technika ragyogó eredményeinek elérése céljából a rendelkezésére álló anyagokat a legváltozatosabb formában használja fel. Felkutatja és kiaknázza az összes lehetőségeket. Az igen kis mennyiségben előforduló anyagokat, elemeket sem hagyja számításon kívül, a minél tökéletesebb szerkezetek és műszerek előállítása érdekében.

A ritkaföldfémeket az 1950-es évekig gyakorlatilag nem tekinthetjük ipari anyagoknak, mert tudományos kutatási célokra igen kis mennyiségben, nagy költséggel állították elő ezeket a fémeket. A kiterjedt kutatási tevékenység következtében azonban a ritkaföldfémek mind nagyobb mennyiségben álltak rendelkezésre. Tulajdonságaik tüzetesebb megismerése egymásután adott lehetőséget ipari felhasználásukra. Az ötvenes évek szédületes technikai fejlődése (elektronika, űrkutatás, petrolkémia) sok lehetőséget nyújtott a ritkaföldfémek felhasználása terén is. Ez a fejlődés napjainkban is tart, sőt fokozódik.

Ritkaföldfémek tulajdonságai és előfordulásuk

A ritkaföldfémek kilépve eddigi tanulmányaink csak említésre méltó érdekességei közül igen jelentős szerepet kezdenek elfoglalni a korszerű ipar alapanyagai között. Ezek az elemek a periódusos rendszerben a bárium és hafnium közötti helyet foglalják el. Rendszámuk 57—71. Közéjük soroljuk még a 39-es rendszámú yttriumot és a 90-es rendszámú tóriumot. Nem azért, mintha ez a két elem hasonlítana kémiai tulajdonságaiban a ritkaföldfémekhez, hanem azért, mert velük együtt fordulnak elő. Előállításuk szorosan hozzátartozik a ritkaföldfémek gyártásához. *Az 1. táblázat* összefoglalja a ritkaföldfémek fontosabb adatait [1].

A ritkafémek alapanyagát a monacit és basztnecit homokok képezik. Apatitos, foszfátos társulásban is előfordulnak. A kola-koszfát pl. kb. 0,5—1% ritkafém-oxidokat tartalmaz. Előállításuk alapanyaga jelenleg túlnyomórészt a monacit és a basztnecit homokok. A monacit a tengerpartok alluviális lerakodásaiban található, jórészt arany és gyémánt lelőhelyekkel együtt *(2. táblázat)*.

Lerakódási lelőhelyek: Brazília, USA délkeleti partvidéke;

Kisebb lelőhelyek: Ceylon, Indonézia, Ausztrália, Mozambik és Madagaszkár.

Folyami hordalékos lelőhelyek: Burma, Malaysia Dél-Korea, USA.

Teléres előfordulások: Dél-Afrika, Nyasszaföld, USA.

A basztnecit lelőhelyei: USA, SZU, Madagaszkár, Ruanda-Urundi, Transvaal és Svédország.

A kaliforniai basztnecit előfordulást kb. 1,5 milliárd kg ritkafém-oxidra becsülik. Jelenleg ez a világ leggazdagabb ritkaföldfém lelőhelye [2].

1. táblázat

A ritkaföldfémek jellemző adatai

Elem	Rendszám	Atomsúly	Vegyérték	Olv. pont, °C	Sűrűség g/cm³	Barn/atom*
			Cerium csoport			
Lantán (La)	57	138,92	3	920	6,2	9,3 ± 0,3
Cerium (Ce)	58	140,13	3,4	795	6,7	0,73 ± 0,08
Prazeodimium (Pr)	59	140,92	3,4	935	6,7	11,6 ± 0,6
Neodimium (Nd)	60	144,27	3	1024	7,0	46 ± 2
Prométium (Pr)**	61	145	3	—	—	—
Szamarium (Sm)	62	150,35	2,3	1072	7,4	5600 ± 200
			Terbium csoport			
Europium (Eu)	63	152,0	2,3	826	5,3	4300 ± 100
Gadolinium (Gd)	64	157,26	3	1312	7,8	46 000 ± 1000
Terbium (Tb)	65	158,93	3,4	1356	8,3	46 ± 4
Diszprózium (Dy)	66	162,51	3	1407	8,5	950 ± 50
			Yttrium csoport			
Holmium (Ho)	67	164,94	3	1461	8,8	65 ± 3
Erbium (Er)	68	167,21	3	1497	9,0	172 ± 17
Tullium (Tm)	69	168,94	3	1545	9,3	127 ± 4
Ytterbium (Yb)	70	173,04	2,3	824	6,9	37 ± 4
Lutetium (Lu)	71	174,99	3	1652	9,8	112 ± 5
Yttrium (Y)	39	88,92	3	1509	4,4	1,31 ± 0,08

* Neutron aktivációs hatáskeresztmetszet
** Csak radioaktív állapotban ismeretes, mint maghasadási termék

2. táblázat

A monacit és basztnecit homokok összetétele

Vegyület	Monacit USA, %	Basztnecit USA, %
La_2O_3	17	24,6
Ce_2O_3	29,9	47,1
Pr_2O_3	3,9	4,4
Nd_2O_3	11	12,6
Sm_2O_3	1,3	0,7
Eu_2O_3	0,001	
Gd_2O_3	0,5	
Egyéb terbium cs. oxid	0,2	0,5
Yttrium cs. oxid	0,1	
Y_2O_3	0,9	
Összes ritkaföldfém-oxid	64,8	89,9
ThO_2	3,5	0,1
MgO	0,1	
CaO	0,3	
BaO		
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0,6	
TiO_2	0,2	
ZrO_2	0,1	10,0
F		
P_2O_5	28	
SiO_2	1	
SO_3		

A ritkaföldfémek előállítása

A ritkaföldfémek előállítása a korszerű kémiai műveletek ipari méretűvé válása folytán valósulhatott meg nagyobb mértékben. A kémiailag nagyon hasonló elemeket a klasszikus kémiai-technológiai műveletekkel csak igen nagy veszteséggel lehetett elválasztani. Nagy tisztaságú ún. radiokémiailag tiszta anyagokat nem is lehetett előállítani. Az ioncserélő- és extrakciós eljárásokkal mód nyílik arra, hogy az egyes elemeket egymástól is elválasztva nagyon tisztán előállíthassuk.

A korszerű gyártási eljárás a ritkaföldfémek elválasztására ioncserélőket és oldószeres extrakciós elválasztást alkalmaz. Az ioncserés eljárás lemosásos kromatográfiából és kiszorításos kromatográfiából áll. A lemosásos kromatográfiát csak kis mennyiségű anyag előállítására, mintegy analitikai célokra alkalmazzák. A kiszorításos kromatográfia alkalmas a nagyobb mennyiségű nagytisztaságú fémek előállítására. Újabban komplex-képző vegyületeket használnak, hogy az elválasztási faktor megváltoztatásával a két ion elkülönítését megkönnyítsék. A néhány komplex képző között szerepel pl. a nitrilotriecetsav (NTA). Nagyobb pH-nál, 7—8 között nagyon alkalmas a cerium csoport lemosására. Alkalmazzák még a etiléndiamintetraecetsavat (EDTA) és a hidroxietiletilén diamintetraecetsavat (HEDTA).

Magasabb hőmérsékleten jobb hatásfokot lehet elérni, s az alcsoportok egyes elemeinek szétválasztása is lehetséges. Az ioncserélős eljárás nagyon alkalmas nagytisztaságú elemek előállítására. Nagy hátránya, hogy eléggé költséges és időigényes, kb. 30 nap szükséges az elemek elválasztására, s kb. 1 év a 99,999%-os tisztaságú fémek előállítására. Az oldószeres kivonási eljárást majd minden gyártó cég használja, de ez még eléggé kezdeti állapotban van. A ritkaföldfémeket az egyéb szennyezőktől így választják el, majd ioncserélőn tisztítják tovább.

Jelentős munkát végeztek ezen a téren hazánkban is a Nehézvegyipari Kutató Intézetben dr. Almássy és munkatársai.

Tejsavas komplexeket lemosási kromatográfiával választják el egymástól. Ezekről a munkálatokról több alkalommal és helyen számoltak be [3, 4].

A vázolt eljárásokkal a ritkaföldfémeket vegyület alakban nyerik. Az így kapott vegyületekből az oxidok, illetve a tiszta fémek előállítása külön feladat. Különösen a nagytisztaságú fémek előállítása jelent nagyobb nehézségeket és kíván igen fejlett technológiát és berendezést. A fémeket általában elektrolízissel állítják elő, de a nagytisztaságú fémek előállítására az elektrolízis kevésbé alkalmas. Az elektrolízist több változatban alkalmazzák:

a) Oxidok és fluoridok elektrolízise keverés közben fluorid fürdőben,

b) Oxidok és fluoridok elektrolízise keverés közben fluorid-klorid fürdőben,

c) Alacsony olv. pontú fémekkel alkotott elektrolitból olvadék elektrolízis (cink, kadmium),

d) amalgámos vizes elektrolízis.

A nagytisztaságú fémeket általában fémes redukcióval állítják elő tiszta sóikból. Redukáló fém a kalcium. A redukált fémek a kalciummal ötvözetet alkotnak. Ebből az ötvözetből a kalciumot elűzik s visszamarad a tiszta fém. Ilyen módon állítanak elő lantánt, cériumot, neodimiumot, prazeodimiumot, gadoliniumot. Ezzel a módszerrel nem lehet előállítani szamariumot, ytterbiumot és európiumot. Ezeket tiszta lantán fémmel lehet sóikból redukálni.

Termelési adatok

A ritkaföldfémek termelése és előállítása a hatvanas évek elején nagy arányban kezdett fejlődni. Alkalmazási területük szélesedése mind nagyobb igényt jelentett. 1963-ban a világ monacithomok termelése kb. 270 000 t volt, a következőképpen oszlott meg: Brazília 37%, India 24%, Délafrikai-Unió 22%, USA 6,5%, Ausztrália 5%, Malaysia 2%. (A maradék Indnoézia, Ceylon, Korea, Taiföld, Kongó, Nigéria és Madagaszkár.)

A termelő országok a monacithomokot nem dolgozzák fel, vagy annak csak kis részét. A fő feldolgozó az USA. A fejlett technológiai eljárással 45,36 kg monacithomokból a következő fémeket lehet kinyerni [5]:

Cerium	10,89 kg	Erbium	80 g
Lantán	5,44 kg	Terbium	70 g
Neodimium	4,08 kg	Holmium	60 g
Prazeodimium	1,36 kg	Ytterbium	30 g
Szamarium	0,45 kg	Europium	20 g
Godalinium	275 g	Tullium	20 g
Diszprozium	100 g	Lutecium	2 g

A színes televízió és az olajipar növekvő igénye kielégítésére 2,7 millió dolláros bővítést hajtanak végre az USA-ban a ritkaföldfémek és vegyületeiknek előállítására. A három lépcsőben tervezett bővítés után (bánya és koncentratum előállítás, európium-oxid üzem, prazeodimium- és neodimium-oxid üzem) a gyár kapacitása kb. évi 15

millió kg ritkaföldfémoxid lesz. 1966-ra a tervek szerint a termelés kb. 5 millió kg-ot tesz majd ki. Különösen az europiumoxid termelést szorgalmazzák és kétszeresére emelik, ami évi kb. 6000 kg-nak felel meg. A beruházások között szerepel a minőséget vizsgáló egységek fejlesztése.

Műszeres analitikával a tisztasági vizsgálatoknál a p.p.b. (pars pro billió) nagyságrendű szennyezéseket is ki fogják mutatni (aktivációs analízis, abszorpciós spektrográfia stb.).

A nagyarányú fejlesztés bizonyára arányban van az igényekkel és a növekvő kereslettel távolabbi időszakra is. Nagyon nehéz erről a területről összefüggő adatokat begyűjteni. Igen jelentős munka folyik a SZU-ban és Japánban is. A nyugateurópai országok is jelentős erőfeszítéseket tettek a ritkaföldfémeket előállító iparuk fejlesztésére.

Négy vállalat látja el gyakorlatilag az USA ritkaföldfém szükségletét. Ezek évi kapacitása kb. 9 millió kg ritkaföldfémoxid. Alapanyaguk jórészt monacit, s kb. 25% basztnecit.

Az árak alakulása is jellemző ennek a területnek a fejlődési viszonyaira. A *3. táblázat* összehasonlítást ad a ritkaföldfémek 1960-as és 1966-os árairól [6, 7].

A fejlett gyártási eljárások alapján az egyes fémek árának csökkennie kellett volna, mégis jelentős áremelkedés mutatkozik (Eu, Ho, Lu, Tm, Sm). Nyilvánvalóan ezek azok a fémek, amelyek az olajipari katalizátor gyártás s egyéb célokra kerülnek felhasználásra és ezekből még mindig növekvő a kereslet.

A növekvő felhasználást mutatja, hogy a monacit homok ára az 1963. évi 45—55 Font/t-ról 1966-ban 60—70 Font/t-ra emelkedett.

3. táblázat

A ritkaföldfémek áralakulása, $/font

Fém, illetve vegyület	1960	1966
Lantán 99,9	153	75
La_2O_3 99,9	—	9,50
Cerium 99,9	148	75
Ce_2O_3 99,9	—	9
Prazeodimium 99,9	189	185
Pr_2O_3 99,9	50	50
Neodimium 99,9	189	150
Nd_2O_3 99,9	—	40
Szamarium 99,9	198	220
Sm_2O_3 99,9	60	60
Európium 99,9	4158	5000
Eu_2O_3 99,9	2480	1350
Gadolinium 99,9	328	250
Gd_2O_3 99,9	125	90
Terbium 99,9	1685	1100
Tb_2O_3 99,9	900	925
Diszprózium 99,9	328	190
Dy_2O_3 99,9	—	125
Holmium 99,9	328	450
Ho_2O_3 99,9	—	220
Erbium 99,9	328	270
Er_2O_3 99,9	—	175
Tullium 99,9	2080	—
Tl_2O_3 99,9	—	2000
Ytterbium 99,9	850	410
Yb_2O_3 99,9	—	300
Lutécium 99,9	3860	—
Lu_2O_3 99,9	—	3500
Yttrium 99,9	243	180
Y_2O_3 99,9	70	60

A ritkaföldfémek ipari alkalmazása

A ritkaföldfémek kiterjedt alkalmazásáról az alábbi általános összefoglalás ad tájékoztatót:

Lantán: üvegipar, kerámia, elektronika, vas- és fémötvözés.

Cerium: üvegipar, kerámia, elektronika, vas- és fémötvözés, nukleáris kutatás, gyógyszeripar, fém-üveg csiszolás, analitika.

Prazeodimium: üvegipar, fémipar, elektronika, katalizátorgyártás, világító porok, optikai laser-ek.

Neodimium: üvegipar, fémipar, elektronika, katalizátorgyártás, világító porok, optikai laserek.

Szamarium: optikai laserek, katalizátorok, világító porok, elektronika, nukleáris ipar, kémiai analitika.

Európium: világító porok, elektronika, nukleáris ipar.

Gadolinium: fémkohászat, optikai laserek, katalizátorok, világító porok, elektronika, nukleáris ipar.

Néhány szemléltető példával s adatokkal világítjuk meg a *ritkaföldfémek felhasználási területét* és ezek fontosságát.

1. Vas- és fémkohászat [8, 9, 10]

Az OMFB ezzel a témakörrel foglalkozó tanulmánya is széles és átfogó tájékoztatást ad a ritkaföldfémek kohászati felhasználásáról. Az elmúlt években sok irodalmi közlemény jelent meg erről a területről. A szovjet kohászati ipar különösen sok figyelmet szentel ennek a témának. A minőségi acélgyártás s a jobb kihozatal érdekében sikerrel alkalmaznak különböző komplex, dezoxidáló és kéntelenítő ritkaföldfém ötvözeteket. Az elért eredmények, mint a hivatkozott irodalmi közlemények is igazolják, sürgetően követelik ennek az ötvözési s dezoxidálási eljárásnak az alkalmazását.

A vizsgálati adatok szerint a helyesen megválasztott ritkaföldfém ötvözés a következő eredményeket mutatja:

a) Csökkenti a műszaki jellemzők anizotrópiáját a termék hossz- és keresztirányában. Tehát finomabb, homogénebb szöveteloszlást és orientációt biztosít.

b) Csökkenti a kénzárványosságot, homogénebb szulfid eloszlást eredményez és kéntelenítő hatása van.

c) Kokillába ötvözés esetén is javítja az ütőmunkát és a képlékenységi tulajdonságokat.

d) A ritkaföldfém zárványok ($La\ Ce,\ Pr)_2O_3$- és a vegyes zárványok (vegyes szulfidok) kevésbé képlékenyek, kisebb a keménységük és magasabb az olvadáspontjuk.

Az acél alakváltozása közben azonban változatlanul maradnak, nem okoznak az acélban járulékos feszültségeket a hengerléskor és alakításkor.

Igen fontos tény, hogy az ötvözési koncentrációk igen kicsinyek. Általában 200 g/t-tól max. 1550 g/t-ig terjed az ötvözési határ, mely biztosítja a fent leírt eredményeket.

Természetesen a legváltozatosabb ötvözetek készíthetők a ritkaföldfémek ötvözésével a legkülönbözőbb fémekkel, tetszőleges arányokban.

A fejlődő technika fel is használja ezeket az anyagokat, különösen az új anyag-igényes iparágak fejlesztésekor (atomtechnika, kriotechnika, elektronika stb.).

2. *Atomtechnika* [11]

Az atomtechnikai felhasználás két nagy területre határolható:

a) Nukleáris szerkezetek, berendezések, reaktorok építő elemei (ötvözetek, védő és egyéb műszaki célokat szolgáló alkatrészek, szabályozó rudak stb.).

b) Izotóptechnikai eljárások sugárforrásai, aktív anyagai stb.

A szerkezeti felhasználás terén az Eu, Dy, Sm, Gd ötvözeteket abszorpciós célokra, szabályozó rudak készítésére használják. Leégő hasadási inhibitorokat készítenek Eu, Dy, Er és Lu-ötvözetekből.

A Y-al és Ce-al ötvözött Zr-ötvözeteket szilárd hidrogén hordozóként moderatoroknak használják.

A különböző nagy neutron abszorpciójú ritkaföldfém ötvözeteket vagy tiszta fémeket árnyékolásra használunk fel.

Az yttriumot jó korróziós tulajdonságai révén vezetékek készítésére használjuk (yttrium csővezetékek). A külső korróziós hatástól védőgázos burkolattal védik.

Felhasználnak még a reaktortechnikában különböző ritkaföldfémekkel ötvözött niobium alapú ötvözeteket is.

Az izotóptechnikai eljárások tiszta sugárforrásként felhasználnak ritkaföldfémeket. Az 1. táblázat adatai szerint egyes ritkaföldfémeknek igen nagy aktivációs hatáskeresztemtszetük van. Ez azt jelenti, hogy nagyon jól aktiválhatók. Ha ehhez még jellemző γ-sugárzás járul, akkor az ilyen elemek nagyon alkalmasak nyomjelzéstechnikai célokra.

Sugárforrásként használatos az európium, radiográfiai célokra. Az Eu 153-as izotópja 420 barn hatáskeresztmetszettel aktiválódik és keletkezik Eu 154, mely 16 évi felezési idővel bomlik. Átvilágítási célokra alkalmas γ-sugárzása van: 1,01, 1,28 MeV energiával.

Jó sugárforrás a Tm 129 nap felezési idővel s 0,96 MeV. β-sugárzással. Az inaktív nyomjelzéstechnika céljaira igen alkalmasak a nagy aktivációs hatáskeresztmetszettel bíró elemek; Gd, Lu, Eu, Sm. A La-nak ugyan kisebb az aktivációs hatáskeresztmetszete [9, 3], de igen jól mérhető jellemző γ-sugárzása révén nagyon könnyen meghatározható. Az inaktív nyomjelzés-technika módszere abban áll, hogy valamilyen vizsgálandó folyamatot a megfelelő elemmel, illetve vegyülettel jelzünk. A folyamat egyes fázisaiban mintát veszünk. A mintákban aktivációs analízissel meghatározzuk a jelzett elemet. A koncentráció viszonyokból következtethetünk a folyamat alakulására, eloszlási s koncentráció viszonyokra.

A ritkaföldfémek aktivációs analízissel 10^{-12}—10^{-14} g/g koncentrációban meghatározhatók. Így igen kevés anyaggal (10—100 g) nagy anyagmennyiségek jelezhetők (10—10 000 t).

3. *Elektronika és mikrohullámú technika*

Ez az a terület, ahol a ritkaföldfémek felhasználása igen sokrétű és nagyon szerteágazó. Legfontosabb alkalmazási területük: laser, maser készítés, ferritgránátok előállítása, a színes televízió.

A laserkészítés terén a La—Nd-fluorid kristályokat használják fel. Ezekhez természetesen nagy tisztaságú anyagok szükségesek. A ferrittípusú vegyületekhez ritkaföldfémet adva a mágneses és termisztoros tulajdonságok változnak kedvezően. Erre a célra főleg yttriumot használnak, de Tb, Pr, Dy-al is végeztek kísérleteket.

Igen fontos alkalmazást találnak a Ge, La, Eu és az Y- a színes televízió vevőkészülékek készítésénél. Míg a Ce és a La a képcső üveggyártás ötvöző anyagai, az Eu és Y a vörösre érzékeny világító porok lényeges alkotói. Az újabb kísérletek szerint (12) a ZnS-alapú, vörösre érzékeny világító porok helyett a ritkaföldfémekkel aktivált yttriumoxidot, ill. yttriumvanadátot használják a képcsőgyártáshoz. A nagy képcsöves (65 cm ∅) színes televízió készülékek képcsöveinek gyártásához kb. 9 g világító porra van szükség színenként.

Mivel az értékes ritkaföldfém tartalmú, vörösre érzékeny port a képcsőgyártás közben visszanyerik, egy készülék kb. 3 g anyagfelhasználást jelent. A veszteségekkel és bizonyos egyenetlenségekkel számolva kb. 4 g kell egy készülékhez. 100 g YVO_4-hez kell 53 g Y_2O_3 és az aktiváláshoz kb. 2,4 g Eu_2O_3. A ritkaföldfém szükséglet tehát egy készülékhez kb. 0,1 g Eu_2O_3 és 2,1 g Y_2O_3. A távlati becslések szerint az USA és a nyugat-európai fejlődést ezen a téren a *4. táblázat* mutatja.

A ritkaföldfémek elektronikai, távközlési és mikrohullámú technika terén mutatkozó felhasználása sürgetően írja elő ezeknek az anyagoknak a megfelelő mennyiségben és minőségben való termelését. A további kutatások bizonyára szélesebb körű felhasználást tesznek lehetővé.

4. *Vegyipari felhasználás*

A vegyipari felhasználás három területen érdemel említést: katalizátorok a szerves kémiai folyamatokban (krakkolás, hidrogénezés stb.), szilikátipar (főleg üveg) és gyógyszeripar.

Az ásványolajfeldolgozás a ritkaföldfém-oxidok egyik legnagyobb fogyasztója. 1963-ban az USA-ban kb. 2 millió kg ritkaföldfém-oxidot használtak az olajipar katalizátorainak az előállításához. A katalizátorok pontosabb összetételét s előállítási módját nem ismerjük.

A szilikátipar főleg az üvegek szín-kompenzációjára, az átbocsátó képesség növelésére (Ce, Nd, Er) fényelnyelési tulajdonságok javítására (infravörös, ultraibolya elnyelés), műszerüvegek (vezetőképességi üvegek, pH) készítésére és egyéb speciális célokra alkalmas üvegek előállítására használja a ritkaföldfémeket.

4. táblázat

A becsült színes televízió igények

Év	USA		
	Színes TV telítődési %	Üzemben levő készülékek	Évi termelés
		millió db	
1965	9,5	5,5	2,6
1970	40,0	25,0	6,7
1980	80,0	60,0	6,0

Év	Nyugat-Európa		
	Színes TV telítődési %	Üzemben levő készülékek	Évi termelés
		millió db	
1965	0	0	0
1970	1,8	1,7	0,85
1980	40,0	44,0	6,0

Ennek a fejlődésnek megfelelően az YVO_4, az Y_2O_3 és Eu_2O_3 szükséglet a következőképpen alakul kg-ban:

Év	YVO_4: Eu	Y_2O_3	Eu_2O_3
1966	17 500	9 300	420
1970	33 000	17 000	800
1980	49 000	26 000	1200

A gyógyszeripar terén részben katalizátorként alkalmazzák a ritkaföldfémeket különböző oxidációs folyamatok elősegítésére a gyógyszergyártásban.

A Gd, Tb, Dy, Ho baktericid hatásúak, a La, Ce, Pr véralvadásgátlók. Egyéb ritkaföldfém vegyületeket használnak a tuberkulózis, a rák, a reuma elleni terápiás eljárásokban.

A ritkaföldfémek néhány felhasználási területét ismertettük. Az összeállításból is kitűnik, hogy az ipari tevékenység elég széles skáláját fogja át a vázlatosan felsorolt anyag. Teljességre természetesen nem törekedhettünk, a lényeges területekre akartuk irányítani a figyelmet.

Hazai igények

Hazai vonatkozásban ezt a témát az OMFB 1965-ben kiadott tanulmánya részletesebben feldolgozta. A tanulmány több tájékoztatást tartalmaz az egyes ritkaföldfém vegyületek, félkésztermékek (lemezek, huzalok) árairól is és rámutat a szükséges tennivalókra is.

A rendelkezésünkre álló hazai adatok alapján a ritkaföldfémek felhasználása nagyon kicsi, pl. 1961-ben kb. 1000 kg keverékfémet hoztak be ötvözési célokra, míg 1964-ben csak 200 kg-ot, 1965-ben 300 kg-ot, s 1966-ban kb. 400 kg-ot használtunk fel. A ritkaföldfém ötvözet nemesítő hatása mind a vasalapú, mind az egyéb fémötvözetek terén kiváló és ismert. Méltán vetődik fel a kérdés, hogy a minőségi termelés javítása érdekében a magyar vas- és fémkohászat miért nem használja nagyobb mértékben ezeket az új ötvöző anyagokat.

Az 1961-ben felhasznált ritkaföldfém vegyületek és fémek összes értéke kb. 21 000 dFt, 1965-ben pedig kb. 40 000 dFt.

Ha igaz az, hogy egy ország ipari fejlettségének a ritkaföldfém felhasználás egy bizonyos mérőszáma, akkor ezen a téren sok tennivalónk van.

Az elmúlt években kidolgoztak hazánkban a legkorszerűbb kémiai módszerekkel a ritkaföldfémek előállítására egy kísérleti eljárást. Jóllehet jelenlegi alapanyag bázisunk csak az importált kola-foszfát, az eljárás szellemi értéke igen jelentős mert a kapott termékek nagyértékűek (*3. táblázat*).

Jelenleg a ritkaföldfémeket minden mennyiségben el lehet adni, kapitalista viszonylatban is. Méltán merül fel a kérdés, hogy ezt a jól jövedelmező, fontos iparágat miért nem fejlesztettük ki kellő mértékben annál is inkább, mert jelentős eredményeket értünk el a kutatási kísérleti téren. A fejlődő műszer- és elektronikus iparunknak ezekre az anyagokra nagy szüksége van és lesz.

IRODALOM

[1] *Hampel:* Rare Metals Handbook, Reinhold Publishing Corporation. London 1961.
[2] Mining Annual Review 1966. London 1966. máj.
[3] *Almásy:* A ritkaföldfémek meghatározása keverékükből. Acta Chimica 17. 1958.
[4] *Almásy:* Ioncserélő műgyantákon lejátszódó jelenségek vizsgálata a ritkaföldfémek analitikai elválasztási módszerének továbbfejlesztése gyártási eljárásra. Nehézvegyipari Kutató Intézet zárójelentése 1961.
[5] *Schweisheimer:* Ritkaföldfémek növekvő felhasználása a korszerű iparban. Chemie et Industrie 1965. 5.
[6] Engineering and Mining Journal 1961. 2. 105. old.
[7] American Metal Market 1966. júl. 17.
[8] *Kulkova és társai:* Ritkaföldfémek hatása a 12 H1 MF acél tulajdonságaira. Stalj. 1966. jan.
[9] *Poliszador és társai:* Ritkaföldfémek hatása a savanyú elektrokemencében gyártott, gyengén ötvözött acél tulajdonságaira. Lityejnoje Proizvodsztvo 1966. 6.
[10] Munkabizottság: Ritkaföldfémek tulajdonságainak, technológiájának, felhasználási területének ismertetése és javaslatok a hazai szükséglet kielégítésére. OMFB tanulmány 1965. aug.
[11] *Mialki:* Ritkaföldfémek a reaktortechnikában. Metall 1965. jan.
[12] *Günzel—Knorr:* Europiummal aktivált yttriumvegyületek, mint vörösre érzékeny világító anyagok alkalmazásának gazdasági kihatása a színes TV képcső gyártásában. Metall 1966. júl.

Néhány nyomszennyező meghatározása nagytisztaságú galliumban és galliumarzenidben neutronaktivációs analízissel

Dr. BUJDOSÓ ERNŐ okl. fizikus, MISKEI MIHÁLY okl. vegyészmérnök, ORMOS GYÖRGY okl. vegyész
Fémipari Kutató Intézet, Budapest

DK 546.681+549.73 : 542.949 : 545.844

Bevezetés

A galliumarzenid-félvezető előállításához szükséges gallium- és arzénkomponensek tisztasága és a tisztaság meghatározása fontos követelmény. A félvezetőkben ugyanis egyes elemek 10^{-5}—10^{-6}%-os jelenléte már erősen rontja az elektromos tulajdonságokat. A gyártáshoz tehát igen tiszta alapanyagok, vegyszerek és egyéb eszközök szükségesek.

Intézetünkben galliumarzenid készítéséhez hazai gyártmányú nagytisztaságú galliumot használnak. A 6N tisztaságú galliumot üzemi elektrokristallizációval állítják elő [1]. Az arzén 5N tisztaságú. A galliumarzenid-kristályokat horizontális Bridgman-eljárással készítik [2].

Annak ellenére, hogy a spektrál-, a polarográfikus és egyéb mikroanalitikai módszerek erősen fejlődnek, jelenleg még nem mindig biztosítják a szükséges mikromeghatározásokat. Különösen akkor nem, amikor elemzésre csak igen kis mennyiség áll rendelkezésre, illetve a nagyobb bemérés a vizsgálandó anyag és a szükséges nagytisztaságú vegyszerek drágasága következtében rendkívül megdrágítaná az elemzés költségeit. Ezért a gallium és galliumarzenid egyes nyomszennyezőinek meghatározására a jelenleg egyik legérzékenyebb elemzési mószert, a neutronaktivációs analízist választottuk.

Az irodalomban viszonylag kevés közleményt találunk gallium és galliumarzenid nyomszennyezőinek aktivációs elemzéséről. Ennek okát elsősorban a gallium, illetve az arzén magas neutronaktiválási hatáskeresztmetszetében kereshetjük. Galliumban In és Zn nyomelemek mennyiségét *Hoste* és *Van Den Berghe* [3], Ca-tartalmát *Lerch* és *Kreienbühl* [4], valamint *Lerch* és *Cosandey* [5] vizsgálták. *Alimarin* és munkatársai [6] Au, As, Cu, P, Zn és Sb, *Krivanek* és munkatársai [7] Cu nyomszennyezőt határoztak meg. *Nagy* és munkatársai [8] Fe, Hg és Zn kimutatásának problémájával foglalkoztak.

Galliumarzenidben *Green, Heslop* és *Whitley* [9] Mg, Si, Zn nyomszennyezőket, *Rücskov* és *Gluhareva* [10] S, Se, Te elemeket, *Bailey* és *Ross* [11], valamint *Leonhardt* [12] oxigént határoztak meg.

Intézetünkben *Major* és *Ormos* [13] dithizonos extrakción és lecsapásokon alapuló eljárást dolgozott ki hat elem (Au, Cu, Pd, In, Mo, Zn) radiokémiai elválasztására galliumból. Jelen munka ioncserén alapuló radiokémiai elválasztást használ a gallium és a belőle készített galliumarzenid egyes nyomszennyezőinek aktivációs elemzésére. Ezek 4 napnál hosszabb felezési idejű izotópokat képeznek a reaktoraktiváláskor, és mennyiségi meghatározásuk az intézetünkben használatos egyéb analitikai módszerekkel bizonytalan, vagy akadályokba ütközik. Azon elemek izotópjainak magadatait, amelyek termikus neutronok hatására keletkeznek és a mennyiségi meghatározásokhoz szükségesek, az *1. táblázatban* állítottuk össze.

1. táblázat

A meghatározott szennyezőkből termikus neutronok hatására keletkező izotópok és fontosabb tulajdonságaik

Elem	Aktiválási hatáskeresztmetszet barn (10^{-24} cm²)	Keletkező izotópok	Felezési idő	Mért izotóp	Főbb gammaenergiák (MeV)
$_{47}Ag$	45	^{108}Ag	2,3 perc		
	113	^{110}Ag	24 mp.	^{110m}Ag	0,656
	3,2	^{110m}Ag	253 nap		0,883
					0,447
$_{27}Co$	20	^{60}Co	5,27 év	^{60}Co	1,17
	16	^{60m}Co	10,5 perc		1,33
$_{26}Fe$	2,5	^{55}Fe	2,6 év		
	0,98	^{59}Fe	45 nap	^{59}Fe	1,10
					1,29
$_{49}In$	2,0	^{114}In	72 mp.		
	56,0	^{114m}In	50 nap	^{114m}In	0,191
	52	^{116}In	14 mp.		
	155	^{116m}In	54 perc		
$_{30}Zn$	0,44	^{65}Zn	245 nap	^{65}Zn	0,55
	1	^{69}Zn	57 perc		1,11
	0,097	^{69m}Zn	13,9 óra		
	0,085	^{71}Zn	2,2 perc		

Minták előkészítése és besugárzása

A gallium-mintákból kb. 1 g-ot 15 mm átmérőjű, 18 mm magas csiszolatos kvarc ampullákba zártunk. Az ismételten felhasznált kvarc ampullákat újabb besugárzás előtt 700°C-on izzítottuk a színeződés megszűntéig, utána királyvízben és kétszer desztillált vízben mostuk. A mintákat atomreaktorban kb. 10^{13} ncm^{-2}s^{-1} neutronfluxusban 120—140 óráig aktiváltattuk. A besugárzás végén a minták összaktivitását elsősorban az alapfémből képződő izotópok szabják meg. A hosszú besugárzási idő alatt a galliumból keletkezett ^{70}Ga ($T_{1/2}$ = =21 perc) és ^{72}Ga ($T_{1/2}$ = 14,1 óra) izotópok elérik telítési aktivitásukat. A ^{72}Ga fajlagos aktivitása 3 Ci/g, amely a szennyezők azonnali szétválasztását igen megnehezítené. Mintegy 140 órás hűtés után a ^{72}Ga eredeti aktivitása kb. 0,001-ed részére csökken, a ^{72}Ga aktivitása pedig elhanyagolható kicsi, így a minták feldolgozása könnyebben elvégezhető.

A galliumarzenid-öntecseket felszeleteltük és a szennyezők eloszlását hossztengelyük mentén vizsgáltuk. Szintén 1 g-os mintákat elemeztünk 140 órás besugárzás után. Az alapanyagból a gallium izotópokon kívül ^{76}As ($T_{1/2}$ = 26,5 óra) és kevés ^{74}As ($T_{1/2}$ = 18 nap) keletkezik [14]. A ^{76}As fajlagos aktivitása besugárzás végén 10 Ci/gAs, ezért a hűtési időt 600 órára növeltük.

A reaktor csatornájában a besugárzáshoz használt alumínium tokok mérete négy kvarc ampulla együttes besugárzását tette lehetővé. Ezek közül háromban a mintákat, a negyedikben az etalonsorozatot helyeztük el.

A meghatározandó fémek kloridjaiból és nitrátjaiból közös etalon-törzsoldatot készítettünk *(2. táblázat)*. A törzsoldatból a kvarc ampullákba 0,5 ml-t szárazra pároltunk. A besugárzott etalont 200 ml 6 m HCl-ben oldottuk. Az analízishez ebből 1 ml-t használtunk fel. A bemért mennyiségek elemenként a mérőrendszerben $40—60 \cdot 10^3$ impulzus/perc beütésszámot adtak. A vegyületek elkészítésére azért választottuk a kloridokat és nitrátokat, mert az anionokkal bevitt elemekből keletkezett izotópok aktivitása elhanyagolható [15]. Az etalont és a mintákat párhuzamosan, azonos módon dolgoztuk fel.

2. táblázat

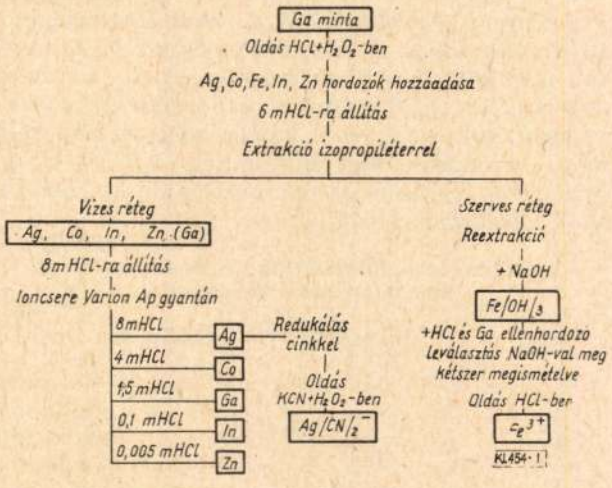
Az etalontörzsoldat összetétele

Elem	A vizsgált elem koncentrációja a törzsoldatban mg/ml	Az analízishez felhasznált mennyiség, μg
Ag	0,3	0,75
Co	0,2	0,5
Fe	60	150
In	3,2	8
Zn	7	17,5

A gallium szennyezőinek szétválasztása

A gallium szennyezőinek szétválasztását másutt részletesen ismertettük [16]. A feldolgozás menete az *1. ábra* alapján vázlatosan a következő [17].

A fém-galliumhoz hidrogénperoxidot adagolva 30 ml 1:1 HCl-ben oldottuk fel és az oldathoz a meghatározandó elemek hordozóit 6—6 mg-os mennyiségekben hozzáadtuk. Az oldatot 50 ml térfogatra és 6 m HCl koncentrációra állítottuk be, majd azonos térfogatú izopropiléterrel extraháltuk. Az Fe és Ga elemeket az organikus fázisból két lépésben 50—50 ml vízzel reextraháltuk. A vasat ferrihidroxid-alakban választottuk le. A csapadékot az aktív galliumnyomoktól 20—20 mg inaktív gallium ún. „ellenhordozó" jelenlétében kétszeri leválasztással tisztítottuk.



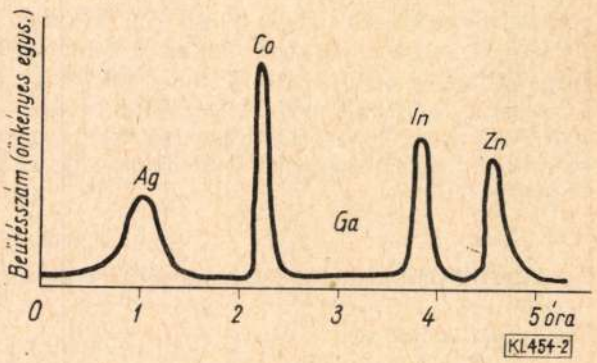
1. ábra. Gallium szennyezőinek elválasztási sémája

Az Ag, Co (Ga), In és Zn elemeket az extrakció vizes fázisából Varion AP anioncserélő gyantán választottuk szét. Az ioncserélő oszlop átmérője 10 milliméter, gyantatöltetének magassága 180 mm, a gyanta szemcseátmérője 0,2—0,063 mm között volt. Az oldatokat 1 ml/perc sebességgel engedtük át az oszlopon. A vizes fázist 30 ml 8 m HCl koncentrációval vittük az előzőleg 8 m HCl-el egyensúlyba hozott oszlopra. Az Ag 75 ml 8 m HCl-es mosással; a Co 45 ml 4 m HCl, a galliumnyomok 50 ml 1,5 m HCl, az In 50 ml 0,1 m HCl, a Zn 50 ml 0,005 m HCl eluensekkel távozott.

A Co, In és Zn további kémiai tiszítása nem volt szükséges. Az Ag-t cinkporral redukáltuk és utána KCN-ben oldottuk.

Az ioncserében egyszerre négy oszlop működött párhuzamosan, amelyeken három mintát és a velük besugárzott etalonkeveréket választottuk szét. Az etalonkeverékhez 1 g galliumnak megfelelő inaktív $GaCl_3$ oldatot és 6—6 mg mennyiségű hordozót adtunk, hogy az oszlopok kapacitását azonos mértékben használjuk ki.

A szétválasztás folyamatos ellenőrzésére az etalonoszlopot választottuk. Az oszlopról eltávozó oldat szcintillációs detektor előtt haladt el, aktivitásának változását EMG 1877 típusú sugárzásátlagmérő és vonalíró regisztrálta. Az ioncserés elválasztás eredményét a *2. ábrán* mutatjuk be.



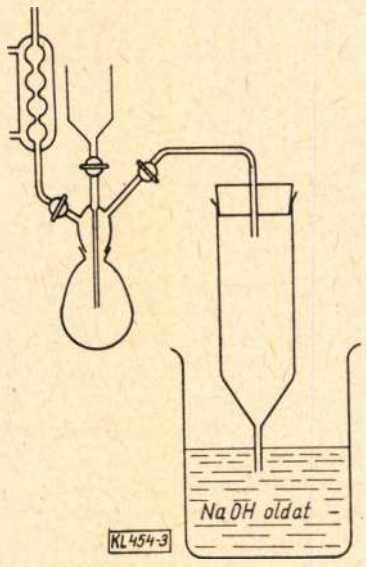
2. ábra. Ioncsere ellenőrzése

Galliumarzenid nyomszennyezőinek szétválasztása

A galliumarzenid mintákat a feldolgozás előtt conc. H_2SO_4 + 30 tf%-os H_2O_2 + H_2O azonos térfogatainak elegyében 15 másodperces maratással, deszt. vizes mosással és alkoholos szárítással tisztítottuk meg a felületi szennyezésektől, majd a *3. ábrán* vázolt berendezésbe helyeztük. A maratási súlyveszteség nem lépte túl a bemérés 2%-át.

A maratott mintákat 10 ml királyvíz és 2 ml conc. H_2SO_4 elegyében oldottuk, majd hozzáadtuk a meghatározandó elemek hordozóit (6—6 mg). Az oldatot kénsavfüstig bepároltuk, a nitrózus gőzöket nátriumhidroxidoldatban fogtuk fel.

Az arzént, amely a minta mennyiségének felét képezi, desztillációval távolítottuk el [18]. 10 ml conc. HBr, 10 ml conc. HCl hozzáadása után az arzént redukáltuk és ledesztilláltuk. Az egyes desztillációs lépcsőkben az arzén eltávolításának hatásosságát ^{76}As izotópos nyomjelzéssel vizsgáltuk. A *3. táblázat* tartalmazza a dekontaminációs faktoro-



3. ábra. Berendezés a GaAs oldásához és az As desztilláláshoz

kat, amelyekből látható, hogy a negyedik desztilláció már nem jelent lényeges tisztulást, ezért aktivációs elemzéseinknél csak háromszor desztilláltunk. A száraz maradékhoz 0,1—0,1 g As_2O_3 hordozót adtunk és HBr—HCl-es közegben még kétszer desztilláltunk. Ezután a szulfátokat hevítéssel megbontottuk, a száraz maradékot 50 ml 6 m HCl-ben oldottuk. A meghatározandó elemek a fenti körülmények között nem desztillálódnak, amiről nyomjelzéssel győződtünk meg. A mintát a továbbiakban a galliummal azonosan dolgoztuk fel, az etalonsorozat szétválasztásakor a desztillációs lépést kihagytuk.

3. táblázat

A desztillálási maradék dekontaminációs faktorai

Desztillációs lépcsők száma	Dekontaminációs faktor
1	$2{,}7 \cdot 10^2$
2	$2{,}5 \cdot 10^3$
3	$1{,}0 \cdot 10^4$
4	$3{,}5 \cdot 10^4$

A minták mérése és radiokémiai tisztaságuk ellenőrzése

A radiokémiailag szétválasztott elemek oldatait 3 ml térfogatra bepároltuk, majd ∅ 10×55 milliméter méretű üvegampullákba töltöttük. Aktivitásuk mérésére 15 mm furatú és ∅70×50 mm méretű üreges NaJ-kristályt és NK-108 típusú automatikus energiaszelektív számlálót használtunk.

A radiokémiai tisztaságot bomlásgörbék felvételével és gammaspektrumok alapján ellenőriztük. A spektrumokat ∅30×50 mm méretű NaJ-kristállyal és NK-101 típusú egycsatornás spektrométerrel vettük fel.

A cinket akkor határoztuk meg, amikor a bomlásgörbe csak a ^{65}Zn jelenlétét mutatta. Ezzel küszöböltük ki a gallium alapanyagból a ^{69}Ga (n, p) $^{69+69m}Zn$ magreakció zavaró hatását [14].

Az elemzések hibái és érzékenysége

Az elemzett minták szennyezőinek mennyiségét (m_x) a velük együtt besugárzott etalon mennyiségének (m_{et}) és mért beütésszámának (n_x; n_{et}) segítségével az

$$m_x = m_{et} \frac{r_x}{r_{et}} \cdot \frac{n_x - n_H}{n_{et}} \qquad (1)$$

összefüggéssel számítjuk ki,

ahol n_H a háttér számlálási sebessége,

r_x és r_{et} a minta és az etalon kémiai kihozatalának korrekciós faktora.

Az etalon számlálási sebesség elengedő nagy, azért a háttér korrekciójától eltekinthetünk.

A mintával és az etalonokkal végrehajtott műveletek azonosak voltak, ezért

$$\frac{r_x}{r_{et}} \approx 1.$$

Szórásaikra érvényes, hogy

$$\sigma_{ret} = \sigma_{rx}.$$

A nyomszennyezők meghatározásának relatív hibája az előbbiek figyelembevételével [19].

$$\frac{\sigma_{mx}}{m_x} = \left[2\left(\frac{\sigma_r}{r}\right)^2 + \left(\frac{1}{n_x - n_H}\right)^2 \left(\frac{n_x}{t_x} + \frac{n_H}{t_H}\right) + \frac{1}{n_{et} t_{et}}\right]^{1/2}, \qquad (2)$$

ahol $\frac{\sigma_r}{r}$ a kémiai kihozatal relatív hibája;

t_x, t_{et}, t_H a minta, etalon és háttér mérésének időtartama.

A kémiai kihozatalok szórását párhuzamosan feldolgozott etalonok beütésszámának mérésével határoztuk meg *(4. táblázat)*.

4. táblázat

Kémiai kihozatalok szórása

Elem	Ag	Co	Fe	In	Zn
Relatív szórás, %	16,6	4,8	8,0	7,5	4,6

Az elemzés hibáját a kémiai kihozatalok szórásának ismeretében a 2. egyenletből határozhatjuk meg.

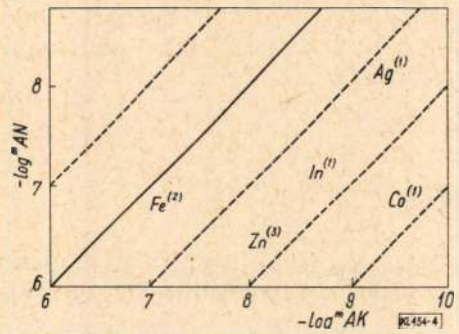
Az analízis érzékenységét az etalon beütésszámai alapján *Altshuler* és *Pasternack* által kidolgozott matematikai statisztikai módszerrel állapítottuk meg [20]. A beütésszám mérésének alsó határaként az ún. „legkisebb mérhető valódi aktivitást" választottuk, amelyet a háttér beütésszáma szab meg. Az érzékenységi adatainkat 99,5%-os megbízhatósági szintnél galliumra és galliumarzenidre az *5. táblázatban* közöljük.

5. táblázat

A gallium és galliumarzenid nyomszennyezőinek meghatározási érzékenysége

Elem	Galliumban 10^{-9} g	Galliumarzenidben 10^{-9} g
Ag	0,5	0,5
Co	0,3	0,3
Fe	100	130
In	2,0	2,6
Zn	7	7

A galliumelemzések aktivációs analízisének érzékenységét módunkban volt összehasonlítani a Fémipari Kutató Intézetben kidolgozott egyéb kémiai módszerek érzékenységével. A vízszintes tengelyen az aktivációs analízissel, a függőlegesen pedig az adott elemre a legjobbnak bizonyuló egyéb analitikai módszerrel meghatározható legkisebb mennyiségek negatív logaritmusait tüntettük fel *(4. ábra)*. A megegyező érzékenységeknek a folytonos vonallal kihúzott egyenes felel meg. Tőle jobbra az aktivációs analízis érzékenyebb. A nagyságrendeket a szaggatott egyenesek jelzik.



4. ábra. A Fémipari Kutató Intézetben a gallium nyomszennyezőinek elemzésére kidolgozott aktiválásos analízissel és egyéb analitikai módszerekkel meghatározható legkisebb mennyiségek (m_{AK}, m_{AN}) összehasonlítása
1 dúsításos színképelemzés, 2 színképelemzés dúsítás nélkül, 3 dúsításos polarográfia

Eredmények

Gallium. A megelemezett galliumarzenidöntecseket két különböző tisztaságú galliumalapfémből állították elő. Mindkét alapanyagot párhuzamosan elemeztük. Az értékeket a *6. táblázatban* tüntettük fel. A párhuzamos minták elkészítésekor arra törekedtünk, hogy a fémgalliumon elhelyezkedő oxidréteg ne kerüljön az ampullába. Ugyanis az oxidrétegen egyes szennyezők jelentős mértékben feldúsulnak [1].

6. táblázat
Galliumfém elemzési adatai

Elem	Szennyező koncentráció I. alapfémben, ppb		Szennyező koncentráció II. alapfémben, ppb	
	1.	2.	1.	2.
Ag	80	50	4,8	3,3
Co	2,4	2,2	8,7	10,0
Fe	850	1000	760	950
In	4,5	4,4	6,8	4,0
Zn	200	150	47	64

Vizsgáltuk a szennyezők dúsulását a fém oxidos részében. A besugárzott mintában megelemeztük a kvarc ampulla falára tapadt oxidos réteget és a feltehetően oxidmentes fémet. A szennyezők koncentrációját és dúsulását a *7. táblázatban* mutatjuk be.

Galliumarzenid. Galliumarzenidben vizsgáltuk a szennyezők koncentrációját az öntecsek különböző szakaszaiban. Ezeket 2,0; 3,2; 6,0 cm/óra olvadtzóna-haladási sebességgel állították elő. A 3,2 cm/óra zónázási sebességgel készített galliumarzenid az I. jelű alapfémből származott.

7. táblázat
Szennyezők dúsulása a galliumfém oxidos rétegében

Elem	Szennyezők koncentrációja, ppb		Dúsulási faktor
	oxidos rétegben	fémben	
Ag	73	42	1,7
Co	3,4	1,6	2,1
Fe	2000	570	3,5
In	3,2	5,1	0,6
Zn	380	34	11

Az öntecset középen kettétörtük, a zónázás irányát tekintve az elejéből és végéből átlagmintát vettünk. Az elemzést a *8. táblázat* mutatja. A kapott eredményekből láthatjuk, hogy a vizsgált szennyezők az öntecs végén dúsulnak fel. Az öntecs szennyezett végét a továbbiakban nem elemeztük.

8. táblázat
3,2 cm/h zónahaladási sebességgel előállított GaAs-öntecs elemzési eredményei

Elem	Szennyező koncentráció, ppb	
	Öntecs elején	Öntecs végén
Ag	5,8	45
Co	1,9	5,7
Fe	950	1650
In	1,5	4,6
Zn	250	520

A II. jelű alapfémből 2 cm/óra és 6 cm/óra zónahaladási sebességgel előállított öntecsek elemzési eredményeit a *9.* és *10. táblázatokban* tüntettük fel. Az elemzési adatok azt mutatják, hogy az öntecs első kétharmad részében is jelentkezik koncentrációeltolódás. Az öntecsek azonos helyeit összehasonlítva, a 2,0 cm/óra zónázási sebességgel előállított termék a legtisztább.

9. táblázat
2,0 cm/h zónahaladási sebességgel előállított GaAs-öntecs elemzési eredményei

Elem	Szennyező koncentráció, ppb	
	Öntecs elején	Öntecs közepén
Ag	2,0	3,4
Co	2,4	7,0
Fe	300	600
In	6,5	10
Zn	125	130

10. táblázat
6,0 cm/h zónahaladási sebességgel előállított GaAs-öntecs elemzési eredményei

Elem	Szennyező koncentráció, ppb	
	Öntecs elején	Öntecs közepén
Ag	16	28
Co	6,8	11,5
Fe	7500	11 700
In	25	46
Zn	660	1 320

Az elemzések szerint egyes esetekben a galliumarzenid szennyezettebb, mint a gallium alapfém. Ennek oka a technológia lépéseiben keresendő. Meg kell még jegyeznünk, hogy a vas nyomszennyező-koncentrációjára az aktivációs analizis rendszeresen nagyobb értékeket szolgáltatott, mint a színképelemzés. Ennek az eltérésnek vizsgálata folyamatban van.

IRODALOM

[1] *Papp—Solymár—Farkas—Kovács:* Fémipari Kut. Int. Közleményei VI., 109 (1962).
[2] *Papp—Legát—Zsindely—Klug:* Szalabalmi bejelentés.
[3] *Hoste—van den Berghe:* Microchim Acta (Wien) 1956, 797.
[4] *Lerch—Kreienbühl:* Chimia (Switz.) *15*, 519 (1961).
[5] *Lerch—Cosandey:* Chimia (Switz.) *16*, 416 (1962).
[6] *Alimarin és mtársai:* Rad. i. jadern. izl. nar. hoz. SSSR, Gostoptehizdat, Moszkva. *1*, 239 (1961).
[7] *Krivanek—Kukula—Slunecko:* Talanta *12*, 721 (1965).
[8] *Nagy L. és munkatársai:* Period. Polyt., Chem. Eng. *7*, 147 (1963).
[9] *Green—Heslop—Whitley:* Analyst *88*, 522 (1963).
[10] *Rucskov—Gluharjeva:* Zav. Lab. *27*, 1246 (1961).
[11] *Bailey—Ross:* Anal Chem. *35*, 791 (1963).
[12] *Leonhardt:* Anal. Chem. *36*, 1879 (1964).
[13] *Major—Ormos:* Kohászati Lapok *98*, 196 (1965).
[14] *Bujdosó—Ormos:* Kohászati Lapok *99*, 411 (1966)
[15] *Bujdosó—Kardos:* Radioizotópok aktiválási és lebomlási táblázata. Budapest, 1963.
[16] *Bujdosó—Miskei:* Kohászati Lapok *99*, 281 (1966).
[17] *Bujdosó—Miskei—Ormos:* Proc. of the Anal. Chem. Conf., II., 262, Budapest (1966).
[18] *Beard:* The radiochemistry of arsenic. NAS-NS-3002 US AEC 1960.
[19] *Bujdosó—Miskei—Ormos:* Fémipari Kutató Intézet Közleményei VII. (megjelenés alatt).
[20] *Altshuler—Pasternack:* Health Physics *9*, 293 (1963).

Könyvismertetés

Dr. Mázor László: **Szerveskémiai analitikai kézikönyv.** Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1966.

A 91 táblázatot 887 oldalon felölelő műben a szerves vegyületek kémiai és fizikai jellemzőit igen jól használható alakban, helyes sorrendben találjuk meg. A 9. táblázat pl. a 39—661. oldalakon a szerves vegyületek adatait részletesen tartalmazza: név (tudományos és köznapi elnevezések), összegképlet, rövidített szerkezeti képlet, molekulasúly, olv. pont, forrási pont, oldódás vízben, alkoholban, éterben, egyéb oldószerekben, sűrűség, törésmutató és még egy külön oszlopban „egyéb" jellegzetes tulajdonság.

Nem akarjuk a többi nagyon jól összeállított táblázatot tartalomjegyzék-szerűen ismertetni, azt azonban megemlítjük, hogy 349 vegyület fontosabb termodinamikai adatai, a 9. táblázat alapján sorszámok szerint rendezett olvadási- és forrási pontjai mind megtalálhatók. Hasonlóképpen bőséges a kristályszerkezetről és az infravörös elnyelésről, viszkozitásról stb. összeállított adatcsoport.

A pirogén kohászat munkájához szükséges analitikai laboratórium a napi elemzéseihez igen sok szerves vegyületet használ. *Dr. Mika József* német nyelven megjelent „Metallurgische Analysen" c. munkája (Akadémiai Könyvkiadó Budapest 1964) 29-félét említ meg. A kutató elemző munkák korszerű cikkeiben mind gyakrabban találkozunk sajátos és újonnan bevezetett reakciók szerves kémszereivel. A korszerű hidrometallurgia is dolgozik újabb és újabb szerves anyagokkal.

Ilyen vonatkozások miatt, a kohászati előkészítő műveletekben, valamint az elemző laboratóriumokban használt — többnyire hétköznapi névvel megjelölt — szerves vegyületek megismerésére e könyv a mi iparágunkban is hasznos segédeszköz. *Dr. Lányi Béla*

Szabványosítási hírek

KGST SZABVÁNYAJÁNLÁSOK KIDOLGOZÁSA

A *KGST Színesfémkohászati Állandó Bizottságának* szakértői munkacsoportja 1967. március 1—6. között Moszkvában szakértői értekezletet tartott, melyen az alábbi szabványajánlás-tervezeteket egyeztette.

Az értekezleten Bulgária, Csehszlovákia, Lengyelország, Magyarország, a Német Demokratikus Köztársaság, Románia, a Szovjetunió és Jugoszlávia képviselői vettek részt.

Rézkatódák. Műszaki feltételek

Az egyeztetett ajánlástervezet az RSZ 75—64 ajánlás szerinti Cu 99,95 K jelű rézminőségből készült katódák felületi követelményeit, súlyát, méretét, próbavételét, a vizsgálat módját, a szállításra, megjelölésre és bizonylatolásra vonatkozó előírásait tartalmazza.

Réz huzalhengerlési tuskó (wirebar)

Az egyeztetett ajánlástervezet felöleli mind a függőleges folyamatos, mind a vízszintes szakaszos öntésű tuskókat. A tuskók anyaga az RSZ 75—64 ajánlás szerinti Cu 99,90 és Cu 99,95 b jelű réz. Az ajánlás rögzíti a tuskók alakját, méreteit, felületi követelményeit és a szavatolandó villamos vezetőképességet. Részletesen tárgyalja a vizsgálati előírásokat, a szállításra, megjelölésre és bizonylatolásra vonatkozó előírásokat.

Mindkét ajánlást 1969 márciusáig vezetik be a KGST tagállamok nemzeti szabványaikba. Magyar vonalon az átvétel az **MSZ 10979** *Réztermékek öntészeti és alakítási célra* szabványba fog megtörténni.

K. E.

KOHÁSZATI lapok



ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

6. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 100. ÉVFOLYAM • 241—288. OLD. • BUDAPEST, 1967. 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, 318-928

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

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztő:
DR. PILISSY LAJOS
RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
BALÁZS FÜLÖP
CHAPÓ ELEK
CSEH MIKLÓS
DR. HAJTÓ NÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
DR. LÁNYI BÉLA
MARCZIS LÁSZLÓ
NAGY ZOLTÁN
PINTÉR ANDRÁS
DR. PÖCZE LÁSZLÓ
RÉFI-OSZKÓ ISTVÁN
ROMWALTER ALFRÉD
SELMECI BÉLA
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÁRHELYI REZSŐ

Felelős kiadó:
SALA SÁNDOR
igazgató

MEGJELENIK HAVONKÉNT

Index: 25,445

TARTALOM

Dr. Horváth Zoltán: Termodinamikai alapfogalmak .. 241
Horváth János: Vaskohászatunk energetikai fejlesztési célkitűzései .. 247
Dr. Újlaky Tamás: Hengerművek termelésének irányítása elektronikus számológéppel .. 249
Terény. Aladár: Új típusú mechanikus kovácsprések .. 253
Balázs Fülöp: Hidegen hengerelt transzformátorszalagok termomechanikus kezelése .. 257
Hédai Lajos: Az égési és hőátadási viszonyok javítása földgáztüzelésű SM-kemencében .. 262

FÉMKOHÁSZAT

Dr. Szűcs Pálné—Lovasi József: Kis mennyiségű titán polarografiás meghatározása alumíniumban .. 269
Dr. Pozsgay Vilmos—ifj. Huszár László: Nagytisztaságú (99,999—99,9999%-os) bizmut és antimon előállítása vákuumdesztillációval 272
Solymár Károly—Kenyeres Józsefné: Vörösiszapok ásványos összetételének derivatográfiás meghatározása .. 279
Szabványosítási hírek .. 246
Előzetes beszámoló a pécsi választmányi ülésről .. 252
Könyvismertetés .. 256, 285
A vaskohászat rövid hírei .. 256
Egyetemi hírek .. 261
Egyesületi hírek .. 264
Pályázati felhívás .. 265
Műszaki és gazdasági hírek .. 266, 268
Korszerű külföldi üzemek ismertetése .. 267
Hazai alumíniumipari hírek .. 285
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek .. 286, 287, 288

ÖNTÖDE

Dr. Mocsy Árpád: A gyengén ötvözött öntöttvas mechanikai és technológiai tulajdonságai .. 121
Görög Márton: A nagykanizsai földgázpóttüzelésű kupoló metallurgiai vizsgálata .. 127
Rövid hírek a 34. párizsi Nemzetközi Öntödei Kongresszusról .. 133
Könyvismertetés .. 133
Robert Wlodawer: A modulus hatása a szürkevas öntvény szövetének néhány tulajdonságára, II. rész .. 134
Tóth András: Hozzászólás Szabó István: Hazai tervezésű fémolvasztó kemence c. dolgozatához .. 141
Könyvismertetés .. 142
Tájékoztató a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán folyó szakmérnökképzésről .. 142
Szakosztályi hírek .. 143
Egyetemi hírek .. 144

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft.

KOHÁSZATI LAPOK
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.
67.6., 4329 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.
Csekkszámla-szám: egyéni 61.254, közületi 61.066 (vagy átutalás a MNB 8. sz. folyószámlájára)
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62.

KOHÁSZATI LAPOK 1967. 6. sz.

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р З. Хорват: **Основные термодинамические понятия** ..... С 241
Свободное описание основных термодинамических зависимостей, применяемых в металлургии и основанных на равновесное положение. Определение энтальпии: термодинамического потенциала, химического потенциала и т. д. Практические методы применения термодинамических зависимостей.

Й. Хорват: **Целевые установления энергетического развития нашей металлургии** ..... С 247
Использование отходного тепла. Усовершенствование задвижек горячего воздуха. Элементы рекуператоров. Экономия доменного газа. Водяное хозяйство металлургических заводов. Электросиловое развитие металлургических заводов.

Д-р Т. Уйлаки: **Управление производством прокатных цехов с электронной счетно-решающей машиной** ..... С 249
Роль электронной счетно-решающей машины в управлении процессами производства в металлургии. Обработка заказов, назначение сроков, изготовление программы, регистрация выполнения. Возможности дальнейшего развития.

А. Терень: **Механические кузнечные прессы новых типов** ..... С 253
Механические кузнечные прессы являются наиболее распространенными деформировочными машинами кузнечной штамповки. Описание конструкционных факторов, влияющих на точность штамповки. Новое конструкционное решение для повышния точности.

Ф. Балаж: **Термомеханическая обработка холоднокатаных трансформаторных лент** ..... С 257
Влияние термомеханической обработки холоднокатаной трансформаторной ленты на ферромагнитные параметры её. Обработка в лабораторной непрерывной печи. Влияние температуры и степени растяжения. Цеховые установки и результаты. Теория обработки.

Л. Гедаи: **Улучшение условий горения и теплоотдачи в мартеновских печах, отопливаемых природным газом** ..... С 262
Применение природного газа для отопления мартеновских печей затруднено в следствии отсутствия светимости и хорошей формы факела пламени. Эти неблагоприятные свойства могут быть устранены карбюрацией и применением завыхряющего устройства. Описание заводских опытов и намечание дальнейших задач.

Д-р П. Сюч—Й. Ловаши: **Полярографическое определение небольшого количества титана в алюминии** ..... С 269
Исследование редукционного поведения титана в виннокислом электролите при присутствии гидроксиламина. На основании исследования разработан чувствительный полярографический метод определения титана, которое дает возможность определить содержание титана в алюминии в 4.10^{-4}%-ной величине.

Д-р В. Пожаи—Л. Хусар: **Получение висмута и сурьмы большой чистоты вакуумной дистилляцией** ..... С 272
Области применения висмута и сурьмы большой чистоты. Оценка методов рафинирования. Получения 99,999%-ных висмута и сурьмы технического качества путём вакуумно-дистилляционной чистки. Описание процесса. Поведение отдельных примесей. Разработанные установки.

Я. Шоймар—Й. Кенереш: **Дериватографическое определение минерального состава красных илов** ..... С 279
Описание встречающихся минеральных составляющих в бокситах и в красном иле и дериватографическогоопределения некоторых составляющих. Поведение некоторых минеральных составлающих при вскрытии по методу Байера. Несколько примеров дериватографического определения красных илов, особенно количественное определение натрий-алюминий-силиката (содалита) и кальций-алюминий-силиката.

На журнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, ачили зазать отдельные номера для заграничных читателей у организации: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149, Венгрия.

INHALT

Horváth, Z.: **Thermodynamische Grundbegriffe** . . S 241

Zusammenfassung der in der Metallurgie anwendbaren und auf das Gleichgewicht-Prinzip aufgebauten thermodynamischen Grundbeziehungen. Definition der Enthalpie, des thermodynamischen und des chemischen Potentials. Die praktische Anwendung der thermodynamischen Zusammenhänge.

Horváth, J.: **Die energetischen Zielsetzungen der einheimischen Eisenhüttenindustrie** . . . . . S 247

Abwärmeverwertung. Modernisierung der Heisswindschieber. Zeitgemässe Rekuperator-Elemente. Gichtgaswirtschaft. Wasserversorgung der Hüttenwerke. Entwicklung der Hüttenzentralen.

Újlaky, T. Dr.: **Produktionslenkung in Walzwerken durch elektronische Rechenanlage** . . . . . S 249

Die Rolle des elektronischen Rechners in der Lenkung der hüttentechnischen Produktionsabläufe. Verarbeitung der Bestellungen, Terminsetzung, Programmierung und Registrierung der Produktion. Möglichkeiten der Weiterentwicklung.

Terény, A.: **Neuzeitliche mechanische Schmiedepressen** . . . . . S 253

Die mechanische Schmiedepresse ist die weit angewandte Umformungseinrichtung für das Gesenkschmieden. Die die Genauigkeit dieser Presse beeinflussenden maschinentechnischen Faktoren. Eine neue konstruktive Lösung zur Steigerung der Genauigkeit dieser Maschine.

Balázs, F.: **Thermomechanische Behandlung der kaltgewalzten Transformatorenbänder** . . . . . S 257

Wirkung der thermomechanischen Behandlung von Transformatorenbändern auf ihre ferromagnetischen Eigenschaften. Behandlung im Laboratorium in einem Durchziehofen. Die Auswirkung der Wärmebehandlung und des Umformungsgrades. Die Betriebseinrichtung und die damit erzielten Ergebnisse. Theorie der thermomechanischen Behandlung.

Hédai, L.: **Verbesserung der Verbrennung und der Wärmeübergabe in Erdgas-beheizten SM-Öfen** . S 262

Die Verwendung des Erdgases in SM-Öfen wird durch die farblose Flamme und durch die ungünstige Form der Flamme erschwert. Die ungünstigen Eigenschaften der Erdgasheizung können mit eine Wirbelung herrufenden Einrichtungen und mit der Färbung der Flamme beseitigt werden. Beschreibung der Betriebsversuche mit oben erwähnter Zielsetzung und die Schilderung der weiteren Aufgaben.

Dr. Szűcs P.—Lovasi J.: **Polarographische Bestimmung von geringen Titangehalten im Aluminium** S 269

Untersuchung des Reduktionsverhaltens von Titan in einem weinsteinsäurehaltigen Elektrolyt in Anwesenheit von Hydroxylamin. Entwicklung einer empfindlichen polarographischen Methode zur Bestimmung von Titangehalten im Aluminium in der Grössenordnung von $4.10^{-4}\%$.

Dr. Pozsgay V.—Huszár L.: **Herstellung von hochreinem Wismut und Antimon mittels Vakuumdestillation** . . . . . S 272

Beschreibung des Anwendungsgebietes von hochreinem Wismut und Antimon. Herstellung von technischem 99,999%-igem Wismut und Antimon mittels Vakuumdestillation. Beschreibung des Prozesses. Verhalten der einzelnen Verunreinigungen. Die entwickelten Einrichtungen.

Solymár K.—Kenyeres J.: **Derivatographische Bestimmung der mineralogischen Zusammensetzung von Rotschlamm** . . . . . S 279

Beschreibung der im Bauxit und Rotschlamm vorkommenden mineralischen Komponenten und deren derivatographische Bestimmung. Verhalten der einzelnen mineralischen Komponenten beim Bayer-Verfahren. Einige Beispiele der derivatographischen Bestimmung der Rotschlämme, mit besonderer Hinsicht auf die quantitative Bestimmung von Natriumaluminiumsilikat (Sodalit) und Kalziumaluminiumsilikat.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummern nach Ausland an der Adresse KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

CONTENTS

Dr. Horváth Z.: **Basic concepts of thermodynamics** P 241

A collective review of the basic relationships of thermodynamics based on the equilibrium positon and applicable in metallurgy. Definition of enthalpy, thermodynamic potential, chemical potential etc. Practical application of the thermodynamic relationships.

Horváth J.: **The goals of power development in the Hungarian iron metallurgy** ..... P 247

Utilization of waste heat. Modernization of hot blast gate valves. Stove elements. Blast furnace gas economy. Water supply management in metallurgical plants. Development of power plants in ironworks.

Dr. Újlaky T.: **Controlling the production of rolling mills with an electronic computer** ..... P 249

The role of the computer in metallurgical production control. Order processing, assignment of time schedules, programming, registering the fulfilment of orders. Possibilities of further development.

Terény A.: **Novel types of mechanical forging presses** ..... P 253

The mechanical forging press is the most widely employed forming machine in die forging. Constructional factors influencing its precision. A novel constructional solution for increasing precison.

Balázs F.: **Thermomechanical treatment of cold rolled transformer strip** ..... P 257

Influence of thermomechanical treatment of cold rolled transformer strip on the ferromagnectic parameters of the strip. Treatment in a continuous laboratory furnace. Influence of the temperature and amount of stretching. Plant equipment and results. Theory of the process.

Hédai L.: **Improving the combustion and heat transfer conditions in natural gas fired open hearth furnaces** ..... P 262

The use of natural gas in open hearth furnaces is impeded by the colourless flame of the gas and the unfavourable form of the flame. These drawbacks may be eliminated by employing a vortex-raising mechanism and by colouring the flame. Description of the relevant plant tests and designation of further objectives.

Dr. Szücs P.—Lovasi J.: **Polarographic determination of small amounts of titanium in aluminium** P 269

Studying the reduction behaviour of titanium in a tartaric acid electrolyte in the presence of hydroxylamine. Development of a sensitive polarographic method for the determination of titanium in aluminium in the order of magnitude of $4 \cdot 10^{-4}$ %.

Dr. Pozsgay V.—Huszár L.: **Preparation of high purity bismuth and antimony by vacuum distillation** ..... P 272

Description of the field of application of high purity bismuth and antimony. Preparation of technical quality bismuth and antimony of 99,999% purity by vacuum distillation refining. Description of the process. Behaviour of the various contaminants. Equipment.

Solymár K.—Kenyeres J.: **The derivatographic determination of the mineral composition of red mud** P 279

Description of the mineral components of bauxite and red mud and of their derivatographic determination. Behaviour of the various mineral components in the Bayer assay: Some examples of the derivatographic testing of bauxites with especial regard to the quantitative determination of sodium aluminium silicate (sodalite) and calcium aluminium silicate.

Subscriptions for the journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers from abroad should be sent to the following address: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149 Hungary.

The periodical „Kohászati Lapok" (Technical Review of the Metallurgical Industry) can be ordered at the adresses given below:

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20. Denmark
Akateeminen Kirjakauppa Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bataliere, France
Swets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergracht 477—487 Holland
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. Indien
Lepac Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanada Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovenska Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo, Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweitz
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

100. évfolyam **6. szám** 1967. június

Termodinamikai alapfogalmak

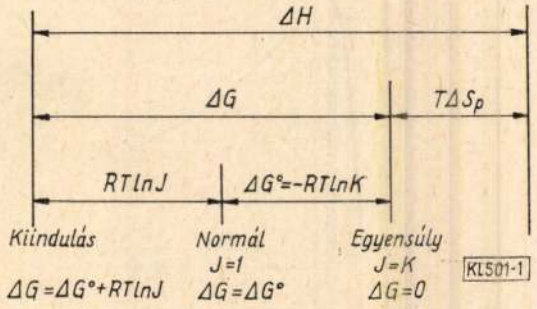
Dr. HORVÁTH ZOLTÁN okl. kohómérnök, egyetemi tanár
Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc

DK 536.7 : 669

Bevezetés

Az utóbbi években az igen erős mértékben fejlődött termodinamikát nagyon sokszor használták a kohászatban a kohászati folyamatok egyensúlyi viszonyainak vizsgálatára. Éppen ezért az alábbiakban azokat a legfontosabb törvényszerűségeket szeretném röviden összefoglalni, amelyek ilyen egyensúlyi vizsgálatokra alkalmasak.

Ha egy rendszerrel *állandó nyomáson* hőt közlünk, akkor a hőközlés hatására a rendszerben bekövetkező energiaváltozást entalpiaváltozásnak nevezzük és nemzetközileg is elfogadott módon — ΔH-val jelöljük. Ez az entalpiaváltozás, amint az *1. ábra* is mutatja, 2 részből tevődik össze. Az energiamennyiség egy részét munkává lehet átalakítani, a másikat pedig nem. A munkává átalakítható energiát *termodinamikai potenciálnak* vagy szabad entalpiának (ΔG), a munkává át nem alakítható részt pedig *kötött energiának* nevezzük. Ez az utóbbi az abszolut hőmérsékletnek és az *entrópiaváltozásnak* a szorzatával, azaz $T \cdot \Delta S_p$-vel egyenlő.



1. ábra. Az entalpiaváltozás két része

A kötött energiának ebből az értelmezéséből az adódik, hogy ha az entrópiaváltozás nem függ a hőmérséklettől, akkor ez a munkává át nem alakítható energiának 1 °K-ra eső részével egyenlő. Eszerint az entrópia fajlagos energiamennyiséget jelent, ugyanúgy mint a mólhő, amelyik a hőmérséklettől nem függő esetben az összes energiának 1 °K-ra eső részével egyenlő.

A *termodinamikai potenciál* a maximálisan munkává átalakítható energiamennyiséget jelenti, ha a rendszer valamilyen kiinduló állapotból egyensúlyi állapotba jut. Ezt az energiamennyiséget is két részre bonthatjuk. A folyamatoknak azt a maximálisan munkává alakítható energiamennyiségét tudjuk táblázatokba vagy ábrákba foglalni, amelyik akkor jelentkezik, ha a rendszer normál állapotból jut egyensúlyi állapotba. Ezt az energiamennyiséget termodinamikai normálpotenciálnak (ΔG°) nevezzük és ez az egyensúlyi állandóval a

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K \qquad (1)$$

egyenlet szerint fejezhető ki. Normál állapotnak azt az állapotot vesszük fel, amelyben a pillanatnyi aktivitásokkal felírt egyensúlyi állandónak (I) az értéke 1-gyel egyenlő. A kiinduló és a normál állapot között maximálisan munkává alakítható energiamennyiséget a

$$\Delta G - \Delta G^\circ = RT \ln I \qquad (2)$$

összefüggés adja meg.

Az entalpiának a hőmérséklettel való változása

Az entalpia abszolút értékét nem ismerjük. Ezért abban állapodtak meg, hogy az elemek entalpiáját 298 °K-on 0-val veszik egyenlőnek. Ezek szerint

$$H_{298}^{elemek} = 0 \qquad (3)$$

Az *elemek entalpiáját* a forráspontnál is nagyobb T hőmérsékleten a következő összefüggés szerint számíthatjuk:

$$H_T^{elemek} = \int_{298}^{T_{op}} C_p^{(sz)}\,dT + H_{oh} + \int_{T_{op}}^{T_{fp}} C_p^{(f)}\,dT + \ldots \qquad (4)$$

Ugyancsak megállapodás szerint 298 °K-on a *vegyületek entalpiáját* a képződéshőjük negatív értékével vesszük egyenlőnek:

$$H_{298}^{vegyületek} = -Q_{298}^{képződéshő,\ vegyületek} \qquad (5)$$

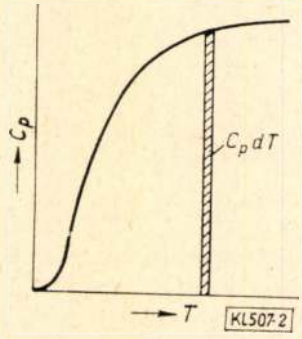
Ez a megoldás abból a megfontolásból indul ki, hogy a vegyületek entalpiájának a vizsgálata közben mindig arra vagyunk kíváncsiak, hogyan változott a rendszer energiája, a vegyületek kép-

ződéshőjének a meghatározásakor pedig azt nézzük, miképpen módosult a rendszert körülvevő környezetnek az energiatartalma.

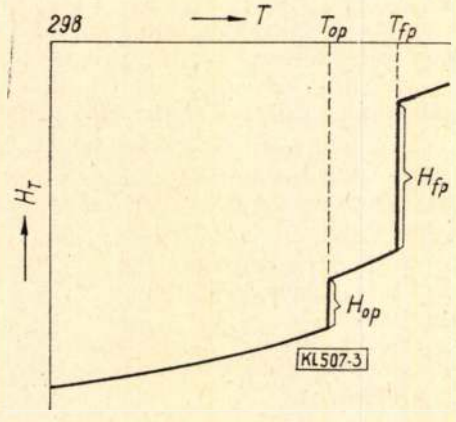
A vegyületek entalpiájának az értékét a forráspontnál is nagyobb hőmérsékleten a következő összefüggésből számíthatjuk:

$$H_T^{vegyületek} = H_{298}^{vegyületek} + \int_{298}^{T_{op}} C_p^{(sz)}\,dT + H_{oh}^{vegyület} + \int_{T_{op}}^{T_{fp}} C_p^{(f)}\,dT + \ldots \quad (6)$$

A *2. ábra* azt mutatja, hogy a mólhő hőmérséklettel való változását kifejező görbe segítségével grafikus számítással hogyan lehet meghatározni a hőtartalom változását, a *3. ábra* pedig azt mutatja, hogy az entalpia a hőmérséklettel általában folytonos görbe szerint változik, azonban a halmazállapot változásainál ugrások vannak. Ennek az ugrásnak a nagysága a forrásponton a legnagyobb.



2. ábra. A hőtartalom változásának meghatározása a mólhő hőmérséklettel való változásával



3. ábra. Az entalpia változása a hőmérséklettel

Az *elemek képződésének* az entalpiája természetesen minden hőmérsékleten 0:

$$\Delta H_T^{elemek} = 0 \quad (7)$$

A *vegyületek képződésének* entalpiája a vegyület képződéshőjének negatív értékével egyenlő, tehát

$$\Delta H_T^{vegyület} = -\Delta Q_T^{vegyület} \quad (8)$$

Valamely reakció entalpiáját a *Hess*-féle törvény szerint számíthatjuk és ez a reakcióhőnek a negatív értékével egyenlő, azaz

$$\Delta H_T^{reakció} = (\Sigma\, \nu_j H_j - \Sigma\, \nu_b H_b)_T = -\Delta Q_T^{reakció} \quad (9)$$

Az entrópiának a hőmérséklettel való változása

A termodinamika harmadik főtétele értelmében az anyagok entrópiájának az *abszolút értékét* is számíthatjuk, és már itt jegyezzük meg, hogy mivel az entrópia a rendezetlenségnek is a fokmérője, a gázok entrópiája egy nagyságrenddel nagyobb szokott lenni, mint a szilárd vagy folyékony halmazállapotú anyagoké.

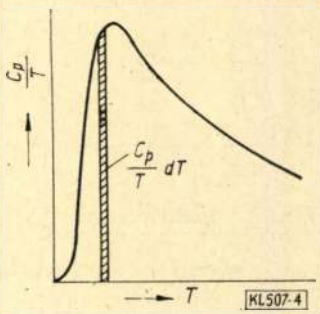
Az *elemek entrópiájának* a hőmérséklettel való változását a következő összefüggés fejezi ki:

$$S_T^{elem} = S_{298}^{elem} + \int_{298}^{T_{op}} \frac{C_p^{(sz)}}{T}\,dT + \frac{H_{oh}}{T_{oh}} + \int_{T_{op}}^{T_{fp}} \frac{C_p^{(f)}}{T}\,dT \ldots \quad (10)$$

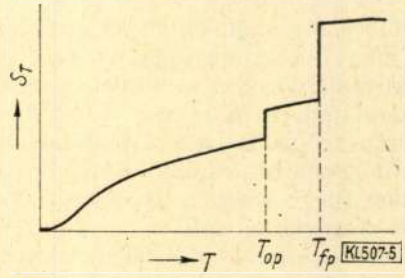
A forráspontnál is nagyobb hőmérsékleten a *vegyületek entrópiáját* a 298 °K-on ismert entrópia segítségével a következőképpen fejezhetjük ki:

$$S_T^{vegyület} = S_{298}^{vegyület} + \int_{298}^{T_{op}} \frac{C_p^{(sz)}}{T}\,dT + \frac{H_{oh}}{T_{op}} + \int_{T_{op}}^{T_{fp}} \frac{C_p^{(f)}}{T}\,dT + \ldots \quad (11)$$

A *4. ábra* azt mutatja, hogy a $C_p = f(T)$ görbe segítségével területszámítással hogyan lehet az entrópiaváltozást meghatározni, az *5. ábra* pedig azt szemlélteti, hogy az entrópia a hőmérséklettel általában folytonos görbe szerint változik, azonban a halmazállapot változásainál ugrások vannak. Ezeknek az ugrásoknak a nagysága a forrásponton a legnagyobb.



4. ábra. Az entrópiaváltozás meghatározása a $C_p = f(T)$ görbe alatti terület számításával



5. ábra. Az entrópia változása a hőmérséklettel

Az *elemek képződésének* entrópiája természetesen 0-val egyenlő. A *vegyületek képződésének* entrópiáját a *Hess*-féle törvény szerint lehet számítani a következő összefüggés segítségével

$$\Delta S_T^{\text{vegyület}} = S_T^{\text{vegyület}} - \Sigma \nu S_T^{\text{elem}} \qquad (12)$$

A termodinamikai potenciálnak hőmérséklettel való változása

Az *elemek és vegyületek* termodinamikai potenciálját az ismeretes

$$G_T^{\text{elemek, vegyületek}} = H_T^{\text{elemek, vegyületek}} - TS_T^{\text{elemek, vegyületek}} \qquad (13)$$

összefüggés segítségével számíthatjuk.

Az *elemek képződésének* termodinamikai normálpotenciálja 0-val egyenlő. A *vegyületek* képződésének termodinamikai normálpotenciálja táblázatból, esetleg diagramból olvasható ki, vagy a vegyületképződés entalpiájának és entrópiájának ismeretében a

$$\Delta G_T^{\circ\,\text{vegyület}} = \Delta H_T^{\text{vegyület}} - T\Delta S_T^{\text{vegyület}} \qquad (14)$$

összefüggésből számítható.

Valamely *reakció* termodinamikai potenciálját adott hőmérsékleten a

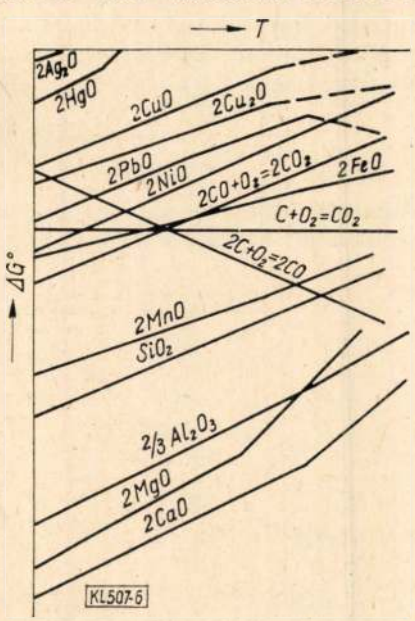
$$\Delta G_T^{\text{reakció}} = \Delta H_T^{\text{reakció}} - T\Delta S_T^{\text{reakció}} \qquad (15)$$

egyenletből határozhatjuk meg.

A különféle reakciók egyensúlyi vizsgálatához a termodinamikai potenciál értékeit használjuk. Ennek meghatározásakor a termodinamikai normálpotenciál vagy táblázatokból vagy ábrákból olvasható ki.

A *6. ábra* néhány fémoxid képződésének termodinamikai normálpotenciálját mutatja a hőmérséklet függvényében. Ebből a hasonló típusú diagrammok jellemzésére bemutatott ábrából a következőket olvashatjuk ki:

a) A termodinamikai normálpotenciáloknak a hőmérséklettel való változását feltüntető görbe szakaszai a gyakorlatban *egyeneseknek* vehetők, mert az így elkövetett hiba a termodinamikai normálpotenciál meghatározásakor végezhető mérések hibahatárán belül van.



6. ábra. Néhány fémoxid képződésének termodinamikai normálpotenciálja a hőmérséklet függvényében

b) A szóbanforgó *egyenesek egyenlete*

$$\Delta G^\circ = \Delta H - T \cdot \Delta S \qquad (16)$$

c) A görbék egyenlete szerint az egyenesek a 0 °K-ban emelt ordinátát ΔH távolságban metszik, és ez a ΔH jelen esetben az *oxidképződés entalpiájával*, azaz a képződéshő negatív értékével egyenlő.

d) Mivel valamely fémoxid redukciójához a reakció entalpiáját a *Hess*-féle törvény értelmében úgy határozhatjuk meg, hogy a redukálóanyag oxidjának képződési entalpiájából kivonjuk a fémoxid képződési entalpiáját, azok a fémoxidok, melyekre a vonatkozó ΔG°-görbe az abszolút 0°-ban emelt ordinátát a redukálóanyag oxidjára vonatkozó egyenes felett metszi, *negatív entalpiaváltozás*, azaz exotermás reakciók közben *redukálódnak*.

Ennek a törvényszerűségnek a segítségével pl. az állapítható meg, hogy a karbon szénmonoxid-képződés közben az ezüst- és a higanyoxidot hőfelszabadulással járó reakcióban redukálja. Ha viszont a karbonnal való redukció közben a reakció egyik terméke CO_2, akkor már a CuO redukciója is exotermikus folyamat. Az ábrából az is megállapítható, hogy a szénmonoxid a PbO-t és az NiO-t is exotermikus reakció közben redukálja. Még több fémoxid redukálható hőfejlődés közben, ha redukálószerként Si-t vagy Al-t használunk.

e) Az előző pontban elmondottak alapján az is megállapítható, hogy a redukciós folyamatok közben mennyi lesz a *felszabaduló hő mennyisége*, illetőleg mennyi lesz a *hőszükséglet*. Ugyanis ez az abszolut 0°-ban emelt ordinátából kimetszett értékek különbségével egyenlő.

A termelődő hőmennyiség hasznosításához természetesen figyelembe kell venni, hogy a reakció közben felszabaduló hőmennyiségből mennyi marad a rendszerben. Ezért pl. aluminotermikus eljárásokban ugyanolyan mennyiségű hő felszabadulása esetén jóval nagyobb a munkahőmérséklet, mint a karbotermikus eljárásokban, ugyanis az utóbbi esetben a rendszerből távozó gázok igen sok hőenergiát visznek magukkal.

f) A (16) egyenlet szerint a 6. ábrában szereplő egyenesek iránytangense $-\Delta S$-sel egyenlő. Az egyenesek dőlése tehát az oxidképződéssel járó reakciók entrópiájától függ. Mivel a gázhalmazállapotú anyagok entrópiája jóval nagyobb, mint a kondenzált fázisban levőké, a folyamatok entrópiájának a nagyságát elsősorban az határozza meg, hogy mennyi a reakcióban résztvevő gázhalmazállapotú móloknak a száma, és ezek a reakcióegyenletben hol találhatók.

Az előzőleg elmondottak alapján a különféle oxidok képződésekor észlelhető entrópiaváltozást előre is becsülhetjük, és így közelítőleg előre megmondhatjuk, hogy a termodinamikai normálpotenciált a hőmérséklet függvényében ábrázoló egyenesek milyen helyzetűek lesznek.

A 6. ábrából láthatjuk, hogy a *fémoxidok képződésére* a vonatkozó egyenesek alulról felfelé emelkednek. Ennek az az oka, hogy a szóbanforgó fém-

oxidok képződését feltüntető reakcióegyenletben egyedül csak a baloldalt levő O_2 gázhalmazállapotú. Éppen ezért a reakció entrópiája negatív szám, és az ennek a negatív értékével egyenlő iránytangens pozitív szám.

A *szénmonoxid* képződésére vezető

$$2\,C + O_2 = 2\,CO$$

reakcióban a jobb oldalon 2 mól, a bal oldalon pedig 1 mól gázhalmazállapotú anyag szerepel. Ezért ennek a reakciónak az entrópiája pozitív, a ΔG°—T egyenes iránytangense pedig negatív szám. Ezzel magyarázható, hogy a szénmonoxid képződését szemléltető egyenes balról jobbra lejt.

A karbon *széndioxiddá* való alakulását szemléltető

$$C + O_2 = CO_2$$

reakcióban a gázhalmazállapotú mólok száma az egyenlet mindkét oldalán azonos, az entrópia közel nulla, és éppen ezért a termodinamikai normálpotenciálnak a hőmérséklettel való változását feltüntető egyenes közel vízszintes.

Az előzőhöz hasonlóan közel vízszintes egyeneseket kapunk akkor is, ha a reakcióegyenletben gázhalmazállapotú anyag egyáltalán nem szerepel. Ez a helyzet pl. szilikátok, aluminátok, ferritek és kromátok oxidokból való képződésekor.

g) A termodinamikai normálpotenciált a hőmérséklet függvényében ábrázoló egyeneseken *töréseket* kell tapasztalnunk minden olyan esetben, amikor a reakció entrópiája a folyamatban résztvevő anyagok valamelyikének az állapot- vagy halmazállapotváltozása miatt megváltozik. Előzőleg már volt róla szó, hogy az entrópiaváltozás a forrásponton a legnagyobb, éppen ezért a szóbanforgó egyeneseknek a forrásponton kell a legnagyobb mértékben irányt változtatniok.

Ennek az irányváltoztatásnak a jellegéből következtethetünk arra, hogy a reakcióegyenletben szereplő anyagok közül az illető hőmérsékleten melyik vált gázhalmazállapotúvá. Ha ugyanis fémoxidok képződésekor a reakcióegyenlet bal oldalán szereplő színfém lett gázhalmazállapotú, akkor a

$$2\,Me + O_2 = 2\,MeO$$

reakció entrópiája lényegesen negatívabbá, a $\Delta G^\circ = f(T)$-egyenes iránytangense pedig lényegesen pozitívabbá válik és emiatt a ΔG°_T-görbe felfelé megtörik. Ha a folyamatban keletkező oxid vagy valamilyen másik vegyület lesz gázhalmazállapotú, akkor a reakció entrópiájának pozitívabbá válása miatt a szóbanforgó egyenes iránytangense kesebb lesz, és ezért a ΔG°_T-görbe lefelé törik meg.

Az előzők alapján a ΔG°_T-görbe erős irányváltozásához tartozó hőmérséklet vagy a kiinduló anyag vagy a reakciótermék *forráspontja*.

h) A diagramból azonban, amint a *7. ábra* is mutatja, nemcsak a forráspontot, hanem a *forrás entalpiájának* a nagyságát is ki lehet olvasni. Az utóbbi ugyanis a forráspont előtti és a forráspont utáni ΔG°_T-egyenes által az abszolut 0 fokon keresztül emelt ordinátából kimetszett értékkel egyenlő.

A (10) és (11) összefüggésből is adódóan a forrásponton bekövetkező entrópiaváltozás a forráskor észlelhető entalpiaváltozásnak és a °K-okban megadott forráspontnak a hányadosával egyenlő.

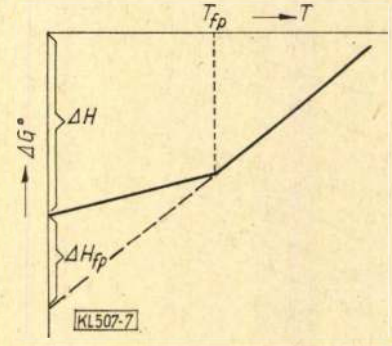
i) Az előzőkön túlmenően a 6. és az ehhez hasonló típusú ábrákból a nemfémes elemhez való *vegyrokonság mértéke* is megállapítható. Ugyanis alapvető természeti törvény az, hogy valamely rendszer mindig a legkisebb munkavégző-képesség állapotába iparkodik jutni. Mivel a termodinamikai normálpotenciál a munkavégzőképesség megváltozását jelenti, az adott lehetőségek közül adott rendszerben mindig az a folyamat játszódik le, amelyben a munkavégző-képesség a legnagyobb mértékben csökken. Mivel a termodinamikai potenciál a rendszer munkává alakítható energiatartalmának a változását jelenti, a legnagyobb termodinamikai potenciálváltozással járó folyamatban csökken a legnagyobb mértékben a rendszer munkavégző-képessége, és ezért adott körülmények között ezek a folyamatok a legvalószínűbbek. A fentiek szerint a 6. ábra azt is mutatja, hogy normál állapotból való kiindulás esetén az alkáli- és az alkáli-földfémeknek a legnagyobb az oxigénhez való vegyrokonságuk, vagy ami ugyanazt jelenti, ezeknek a fémeknek az oxidjai a legstabilabbak. Mivel a görbék egymáshoz viszonyított helyzete a hőmérséklettel változik, az oxigénhez való vegyrokonság sorrendjét is csak valamely adott hőmérséklet függvényében lehet megadni.

j) A 6. ábrából az oxigénhez való vegyrokonság alapján pl. a karbonnal való *redukció kezdőhőmérséklete* is kiolvasható. Így pl. normál állapotból való kiindulás esetén a karbon szénmonoxid-képződés közben a nikkel- és a vasoxidokat kis hőmérsékleten is redukálja, az MnO, SiO_2 és főleg az Al_2O_3 redukciójához azonban már 1000°C-ot jóval meghaladó hőmérséklet szükséges, mert csak ezegen a hőmérsékleteken válik a karbonnak az oxikénhez való vegyrokonsága nagyobbá, mint az említett fémeké.

k) A diagramból, illetőleg táblázatokból kiolvasható termodinamikai normálpotenciál-értékekből a vegyületek *normál bomlásfeszültsége* is közvetlenül számítható, ugyanis a normál bomlásfeszültség és a termodinamikai normálpotenciál között a következő összefüggés érvényes:

$$e_b^\circ = -\frac{\Delta G_T^\circ}{0{,}239\,\nu F} \qquad (17)$$

l) Valamely tetszés szerinti reakció termodinamikai potenciálját a résztvevő anyagok képződé-



7. ábra. A forrás entalpiájának számítása a ΔG°_T egyenesből

sének termodinamikai normálpotenciáljából a *Hess*-féle összefüggés szerint számíthatjuk, és ebből a termodinamikai normálpotenciál-értékből a folyamat *egyensúlyi állandója* az (1) egyenlet segítségével határozható meg.

A kémiai potenciál

Az utóbbi években a termodinamikai normálpotenciállal együtt gyakran használják kémiai folyamatok egyensúlyának a vizsgálatára a kémiai potenciált is. Így beszélünk pl. oxigénpotenciálról, kénpotenciálról, klórpotenciáról stb. Az oxigénpotenciál például azt a maximálisan munkává alakítható energiamennyiséget jelenti, amelyik akkor jelentkezik, amikor az oxigén parciális nyomása 1 atm-ról az egyensúlyi értékre változik.

Mivel az oxigénre vonatkoztatva a normálállapot az 1 atm parciális nyomás, ezért az oxigénpotenciál éppen úgy, mint a termodinamikai normálpotenciál, a normál és az egyensúlyi állapot között észlelhető és a maximálisan munkává alakítható energiamennyiséget jelenti.

A két fogalom között az a különbség, hogy a termodinamikai normálpotenciál esetében a reakcióban résztvevő anyagokból álló *rendszernek* kell normál állapotból egyensúlyi állapotba jutnia, az oxigénpotenciál esetében pedig *csak az oxigén* jut a normál állapotból egyensúlyi állapotba.

A fentiek szerint a termodinamikai normálpotenciálnak és a kémiai potenciálnak valamilyen összefüggésben kell lenniük egymással.

A

$$2\,\mathrm{Me} + \mathrm{X_2} = 2\,\mathrm{MeX}$$

reakció termodinamikai normálpotenciálja a

$$\Delta G^\circ = -RT \ln \frac{a^2_{MeX}}{a^2_{Me} \cdot a_{X_2}} = \Delta H - T\Delta S \qquad (18)$$

összefüggéssel írható fel.

Az X_2 gáznak a kémiai potenciálja a

$$\Delta\mu_{X_2} = \int_{\text{normál}(a_{X_2}=1)}^{\text{egyensúly}} \mathrm{d}L_{\text{izotermás}} =$$

$$= \int_1^{p_{X_2}} V\,\mathrm{d}p = \int_1^{p_{X_2}} \frac{RT}{p}\,\mathrm{d}p = RT \ln p_{X_2} \qquad (19)$$

általános összefüggés felhasználásával a

$$\Delta\mu_{X_2} = RT \ln a_{X_2} = RT \ln p_{X_2} =$$

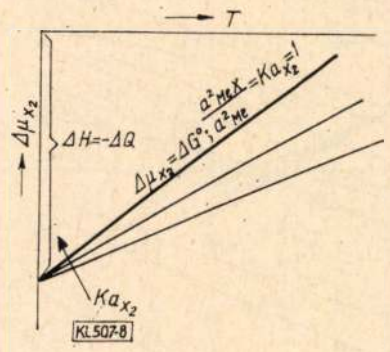
$$= \Delta H + \left(2R \ln \frac{a_{MeX}}{a_{Me}} - \Delta S\right) T \qquad (20)$$

egyenlettel írható fel.

Eszerint, ha ΔH és ΔS állandónak tekinthető, $\Delta\mu_{X_2}$-nek T-vel való változását olyan egyenesek szemléltetik, amelyek az ordinátát ΔH távolságban metszik és amelyeknek iránytangense a zárójelben levő kifejezéssel egyenlő.

Ezt a törvényszerűséget mutatja a *8. ábra*. Ebből az olvasható ki, hogy ha $\Delta\mu_{X_2}$ egyenletében az ln alatt levő tört értéke eggyel egyenlő, akkor a kémiai potenciál egyenlő a termodinamikai normálpotenciállal.

Ha az a_{MeX} és az a_{Me} egyensúlyi aktivitások hányadosa az egységtől eltérő, akkor a kémiai potenciálnak a hőmérséklettel való változását szemléltető sugarak nem esnek egybe a termodinamikai normálpotenciál görbéjével. Ezek szerint a kémiai potenciál értékét a reakcióban résztvevő egyéb anyagok egyensúlyi aktivitásának az értéke is módosíthatja.

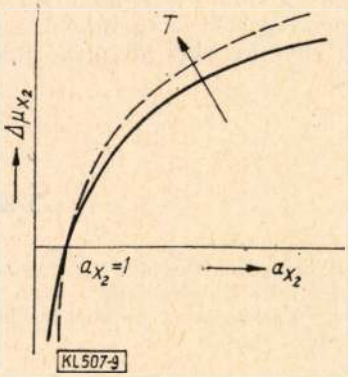


8. ábra. $\Delta\mu_{X_2}$ változása T-vel

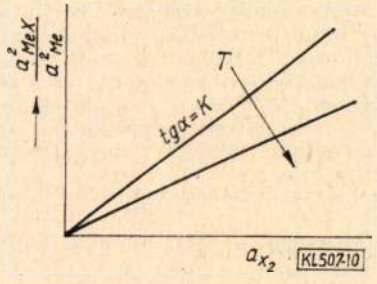
A *9. ábra* szerint a kémiai potenciál a szóbanforgó anyag egyensúlyi aktivitásával logaritmikus görbe szerint változik, és ugyanolyan a_{X_2} értéknél a kémiai potenciál értéke a hőmérséklet növekedésével nő.

A *10. ábra* azt mutatja, hogy az X_2 anyag aktivitása az

$$\frac{a^2_{MeX}}{a^2_{Me}}$$

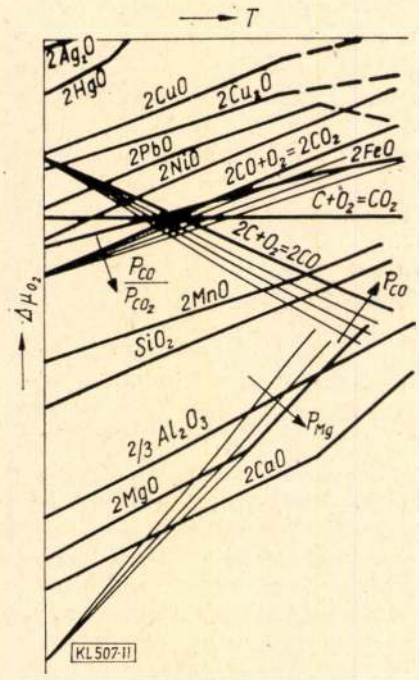


9. ábra. A kémiai potenciál logaritmikus változása az anyag egyensúlyi aktivitásával



10. ábra. Az anyag X_2 aktivitásának változása az $\frac{a^2_{MeX}}{a^2_{Me}}$ tört értékével

tört értékével olyan egyenesek szerint változik, amelyek az origóból indulnak ki és amelyeknek iránytangense az egyensúlyi állandóval egyenlő. Mivel a különféle fémvegyületek képződése exotermikus folyamat, az egyensúlyi állandó a hőmérséklet növekedésével csökken, és a szóbanforgó sugarak az abszcisszához közelednek.



11. ábra. Különféle fémoxidokra vonatkozó oxigénpotenciál-görbék

A *11. ábra a* különféle fémoxidokra vonatkozó oxigénpotenciál görbéket tartalmazza. Ezekből a görbékből a következőket állapíthatjuk meg.

a) Ha a fémoxidok képződésekor gázhalmazállapotban csak az O_2 szerepel, akkor az oxigénpotenciál egyenlő a termodinamikai normálpotenciállal. Ilyen esetekben az oxigénpotenciál görbékből pontosan azokat a törvényszerűségeket lehet kiolvasni, mint a

$$\Delta G^\circ = f(T)$$

egyenesekből.

b) Valamely fémnek az O_2-höz való vegyrokonsága annál nagyobb, minél negatívabb az adott hőmérsékleten és adott koncentrációviszonyok között az O_2-potenciál értéke, ugyanis ezekben az esetekben az oxigénpotenciál azt mutatja, hogy az oxigén munkavégzőképessége mennyivel csökken, ha a parciális nyomás 1 atmoszféráról az egyensúlyi értékre változik.

c) A fémoxidok közül adott hőmérsékleten és adott koncentrációviszonyok között az a stabilabb, amelyekhez tartozó oxigén parciális-nyomás a legkisebb. Mivel ez az oxigén parciális-nyomás az oxigénpotenciállal a

$$\Delta\mu_{O_2} = RT \ln p_{O_2}$$

összefüggésben van, azt is mondhatjuk, hogy adott körülmények között az a fémoxid a stabilabb, amelyiknek oxigénpotenciálja a legkisebb, tehát a legnegatívabb.

Az előzőkben leírtakkal a kohászati folyamatok egyensúlyi viszonyainak vizsgálatára legjobban használható összefüggéseket és a hozzájuk tartozó alapfolyamatokat szerettem volna ismertetni. *Már itt meg kell jegyezni, hogy tisztán az egyensúlyi viszonyok tanulmányozása nem elegendő, mert annak eldöntéséhez, hogy adott körülmények között valamely folyamat lejátszódik-e vagy sem, a reakciókinetikai viszonyok ismeretére is szükség van.*

Szabványosítási hírek

Felhívjuk olvasóink figyelmét a Magyar Szabványügyi Hivaltal által a közelmúltban jóváhagyott alábbi kohászati tárgyú szabványra és hozzászólásra kibocsátott szabványtervezetekre.

SZABVÁNY

MSZ 5738—67 (Az MSZ 5738—63 helyett) *Acélból kovácsolt munkadarabok. Műszaki leírások.*

A szabvány acélból szabadalakító és süllyesztékes kovácsolással készült termékekre vonatkozik. Az új szabvány mind tartalmilag, mind formailag lényegesen változott. A leglényegesebb változás, hogy a statisztikai próbavétel elmarad és a termékeket az elvégzendő mechanikai vizsgálatok szempontjából 5 csoportba sorolja, mégpedig

1. a mechanikai tulajdonságok vizsgálata nem kötelező.
2. A tétel 5%-án keménységi vizsgálatot kell végezni.
3. A keménységet a tétel minden darabján vizsgálni kell.
4. A keménységet a tétel minden darabján, a szakítóvizsgálatot két próbatesten kell elvégezni.
5. A keménységet a tétel minden darabján és kétkét próbatestjén szakító- és ütőmunka-vizsgálatot kell végezni.

TERVEZET

MSZ 4305/1. lap T (Az MSZ 4305—49 és MSZ 4305/1. lap helyett) *Acélok hegeszthetősége. Alapelvek.*

A tervezet definiálja az acél hegeszthetőségének fogalmát és felsorolja a hegeszthetőség tényezőit és követelményeit.

MSZ 5747 T *Függőleges nyújtókovácsoló gépen gyártott acéldarabok hozzáadásai és tűrései*

A tervezet azokra a 0,4—25 kg súlyú, tömör, egytengelyvonalú, lépcsősen változó körszelvényű kovácsolt acélrudakra vonatkozik, amelyeket „GMF" SVR 416—102 típusú függőleges nyújtókovácsoló gépen gyártanak. E termékekre — a kovácsológép nagy méretpontossági adottságai miatt — az MSZ 5744 és MSZ 5745 szerinti hozzáadások és tűrések nem vonatkoznak.

A tervezet függeléke tájékoztatást nyújt a nyújtókovácsoló gépeken gyártható termékek számítására és méretezésére (KE)

Vaskohászatunk energetikai fejlesztési célkitűzései*

HORVÁTH JÁNOS okl. kohómérnök
Vaskohászati Igazgatóság

DK 669.1(439): 669.013.6: 621.43.014

Az új gazdasági irányítás legfontosabb célja a vállalatok nyereségének növelése. Vaskohászatunkban a 25 milliárd Ft-os kohászati termelési érték mellett a béralap 1,9 milliárd Ft-ot tesz ki. Ez ráirányítja figyelmünket e kiadási tétel behatóbb megvizsgálására.

Ismerve energetikai berendezéseinket, tudjuk, hogy itt nagyon sok energiamegtakarítási lehetőség van, melyek kiaknázása a vállalatok nyereségét nagymértékben növeli.

Hulladékhő-hasznosítás

A hulladékhő hasznosítás az egyik legrégebben elkezdett energiaracionalizálás. A SM-kemencék füstgázait hasznosító füstgázkazánok és a hűtővizek hőjét visszanyerő elgőzölögtető hűtőberendezések létesítése terén már világviszonylatban is előkelő helyet foglalunk el. SM-kemencéink 50%-a füstgázkazánnal, 60%-a pedig elgőzölögtető hűtéssel van felszerelve. Ez utóbbi a hűtőelemek nyomásálló kis felületű konstrukciója révén a hűtési hőveszteségek egyidejű csökkentését is maga után vonja.

Az acélgyártó kemencék hulladékhő hasznosítási programját a III. ötéves terv végére kívánjuk befejezni. Ekkor már csak azok a kemencék nem lesznek bekapcsolva a hulladékhőhasznosító rendszerbe, amelyek konstrukciója ezt nem teszi lehetővé.

A Szovjetunióból kapott dokumentáció felhasználásával elkészültek az első hazai elgőzölögtető csúszósínhűtő berendezés tervei. A kivitelezésre várhatólag 1968-ban kerül sor a Lőrinci Hengerműben.

Meg kell gyorsítani a nagyolvasztók forrószél tolózárai elgőzölögtető hűtésének építését is. Az Ózdon épülő berendezés után valamennyi forrószéltolózár ugyanilyen megoldásúra cserélendő ki célszerűen. A nagy forrószél hőmérsékletre történő áttérés megköveteli a jól hűtött tolózárkonstrukciók kialakítását. Az elgőzölögtető hűtésű forrószéltolózárak esetében is hasonló a helyzet, mint az SM-kemencéknél. A hulladékenergia hasznosítás csak az egyik haszon, a tömör zárás és a biztonságos, tartós üzem sok esetben ennél még nagyobb jelentőségű.

Torokgáz-hasznosítás

A kohászati termékek melegítésére, hőkezelésére kiváló tüzelőanyag a torokgáz. Felhasználása azonban szükségessé teszi az égési gázok és az égéslevegő fokozott előmelegítését.

Ezért nagy súlyt kell helyeznünk a rekuperátorgyártás hazai fejlesztésére. A Lenin Kohászati Művek évekkel ezelőtt elkezdte a tűs-bordás rekuperátor elemek gyártását és a kohászati kemencéket úgyszólván kizárólag ezekkel az elemekkel szerelték fel. Üzem közben azonban sok, részben gyártási, részben pedig szerelési hiányosság jelentkezett, mely sok esetben a rekuperátorok leszerelését, kiiktatását eredményezte.

Szükséges továbbá új — a nyugati országokban elterjedt — rekuperátor típust is kifejleszteni és vaskohászati üzemeinkbe mielőbb bevezetni. A kohógáz — melynek felhasználása hosszú ideig gondot okozott és fő fogyasztója a régi kohóüzemekben a dugattyús gázgépek és kazántelepek voltak — kénszegény volta és nagy nitrogénballasztja miatt a melegalakítási és hőkezelési technológiák igen kedvező tüzelőanyaga. Gondot okoz azonban a termelésben szükségszerűen bekövetkező ingadozás. Ezért nagyrészét — hazai kohóüzemeinkben legalább 30%-át — kazánokban kell eltüzelni, ahonnan azután a gáztermelés csökkenése esetén elvehető és más tüzelőanyaggal (pl. fűtőolaj, szén) könnyen pótolható. Minden esetben ellátandó fogyasztók ezenkívül a léghevítők is. Az 1970-es években a generátorgáz tüzelést valamennyi hazai kohóüzemben meg kívánjuk szüntetni. Helyettesítése földgáz-kohógáz keverékkel történik. Ahhoz, hogy ezt a tervet meg lehessen valósítani, tervbe vettük mindhárom nagyolvasztóval rendelkező üzemünkben kohógáz-gazométerek építését. A generátorgáz kiesése folytán szükségessé váló többlet kohógázt részben veszteségek csökkentéséből, részben pedig az erőművek kazántelepeiben felhasznált gázmennyiségek csökkentéséből célszerű fedezni. A tervezett sokirányú műszaki fejlesztés megvalósulása esetén a jelenlegi 20%-os kohógáz veszteséget 10%-ra kívánjuk lecsökkenteni.

A nagyobb felhasznált mennyiségek, valamint az izzítás követelményei a kohógáz tisztaságának a növelését és az ezzel együttjáró tisztítókapacitás bővítését is szükségessé teszik. A 10 mg/Nm³ tisztaság elérését kell célul kitűzni.

A kohógáz veszteségeinek csökkentésén és az ingadozások kiegyenlítésén kívül nagy szerepet kívánunk szánni a biztonságnak. Nem megfelelőek az elzáró szerelvényeink. Nincs egyértelműen megoldva a nagy átmérőjű csővezetékek tisztításának kérdése sem. A karbantartások elmulasztása, valamint a biztonsági előírások hiánya is sok kívánnivalót hagy maga után. Megállapíthatjuk, hogy ez a terület a kohászat energetikai szolgálatának ezidáig a legtöbb gondot és nehézséget okozta.

Kohóüzemeink évenként 6,5 milliárd m³ kohógázt termelnek. Ennek értéke 550 millió Ft. Mint már az előzőkben utaltunk rá, ennek az értékes tüzelőanyagnak gazdaságos felhasználásához nagyon fontos népgazdasági érdekek fűződnek. A veszteségek csökkentését célzó említett beruházásokon kívül meg kell találni a torokgáz árának reális értékét a többi tüzelőanyaghoz viszonyítva. Az új gazdasági irányítás feltétlenül fel kell, hogy szá-

* Vaskohászati Szakosztályunk diósgyőri csoportja, LKM és az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület borsodi csoportja által Miskolcon, 1966. szept. 5—7-én rendezett Vaskohászati Energetikai Konferencián tartott előadás.

molja azt a hibát, hogy egyes üzemeink a torokgázt a kívülről vásárolt földgáz árával egyenértékkel veszik figyelembe. Így elmarad az ösztönzés, mely az egyes technológiai egységeket a fokozott felhasználásra bírja.

A torokgáz árát úgy célszerű meghatározni, hogy rábírja a gyáregységeket a kívülről vásárolt tüzelőanyagok mennyiségének csökkentésére és ezáltal a vállalat pénzügyi mérlegének javítására.

Teljes mélységű vizsgálat nélkül is megállapítható azonban, hogy olyan árat célszerű megállapítani, mely figyelembe veszi a viszonylag kis fűtőértékű torokgáz ipari kemencékben való többletfelhasználási beruházási költségeit (rekuperátor stb.). Az erőművekben való eltüzelés esetén viszont olyan árat célszerű megszabni, mely a kohóüzemek erőműveiben termelt villamosnenergia árát a jó hatásfokú országos erőművekben termelttel teszi egyenlővé.

Vízgazdálkodás

A kohógazdálkodás kérdése elválaszthatatlan az üzemek vízgazdálkodásától. A kohói gáztisztítók ugyanis a kohóüzemek víz- és szennyvízrendszerének legfontosabb egységei. Amelyik üzem a gáztisztítói mosóvizek tisztításának kérdését meg tudja oldani, ott a belső recirkulációs rendszerek teljes kiépítésének nincsenek akadályai. A kohóüzemeink közül a borsodiak közismerten vízhiánnyal küzdenek. Ugyanakkor azonban az elvezetett szennyvizek a befogadók olyan mérvű fertőzését és mechanikai szennyeződésekkel való dúsulását hozzák létre, hogy a vizeket más célra felhasználni nem lehet, nem beszélve a vizek halállományának és élővilágának a szennyeződések okozta pusztulásáról. A belső recirkulációs rendszerek kiépítésének teljessége megköveteli a hengerműi revés vizek tiszításának a megoldását is. Az Ózdi Kohászati Üzemek eredményes és elismerésre méltó kísérleteket folytatott a kohói gázmosóvizekből kinyerhető zagyok nedvességtartalmának csökkentésére. A melegüzemek hűtővízigényének további csökkentése érdekében bővíteni kell az elgőzölögtető hűtőberendezések körét, elsősorban is a nagy hűtővízfogyasztású nagyolvasztók rendszerében.

Megengedhetetlenül nagy a nagyolvasztók fajlagos vízfelhasználása. Ez az érték a fejlett ipari országokban lényegesen alacsonyabb. A hűtőfelületek méretének befolyását mutatja az a tény, hogy a Lenin Kohászati Művek acélművében a fajlagos vízfogyasztás kétszer olyan nagy, mint pl. az Ózdi Kohászati Üzemekben. Ez a fogyasztás tükröződik a fajlagos energiafelhasználásban is.

Kohótelepek erőműveinek fejlesztése

Mind a hulladékhő hasznosítás, mind a torokgáz- és vízgazdálkodás kérdése elválaszthatatlan a kohászati erőművek fejlesztésétől. Mint ismeretes, a felszabadulást megelőző időben a kohászati erőművek az országos villamosenergia rendszertől függetlenül látták el energiával az üzemeket, sőt a környező bányákat és lakótelepeket is. A felszabadulást követően az erőművek fokozatosan bekapcsolódtak az országos kooperációs villamosenergia rendszerbe. Az újonnan létesült nagy erőművek fajlagos kalóriafelhasználása lényegesen jobb, mint az ipari erőműveké. Ennek tulajdonítható, hogy a kondenzációban termelt villamosnenergia mennyisége kohóüzemeinkben lényegesen lecsökkent. Még 10 évvel ezelőtt a mi erőműveink termelték az ország villamosenergia termelésének 17%-át. Ez ma 5%-ra csökkent le. Az erőműveknek ezt a tényt tudomásul kell venniök és a villamosnergia termelés helyett a fűtési és ipari hőigények kielégítését kell elsősorban is célul kitűzni. Kondenzációban csak annyi villamosenergiát szabad termelni, amennyi az üzemek létfontosságú berendezéseinek ellátását fedezi, az esetben is, ha az országos hálózattal való kapcsolat üzemzavar következtében megszűnik. Szükségszerűen megtermelendő ezen kívül az a villamosenergia is, amelyet az erőművek a rendelkezésre álló és egyébként levegőbe menő kohógázból és hulladékgőzökből állítanak elő. Lesznek üzemek, ahol a torokgáz maradéktalan eltüzelése és a hulladékenergiák felhasználása fogja a kondenzációban megtermelendő villamosnenergia mennyiségét megszabni.

Évek óta húzódó kérdés a gázturbinák alkalmazása. Ezt ezidáig egyértelműen nem lehetett megoldani. A legnagyobb akadályt a beszerzés nagy tőkés devizaigénye jelentette. Célszerű lenne, ha a kohói fúvógépek korszerűsítési kérdései mellett a gázturbinák kohászati alkalmazása is a vita tárgyát képezné.

Vaskohászatunk energiagazdálkodásában bekövetkező előbbrehaladás végső fokon a termelvények fajlagos energiafelhasználását a gazdaságosság növelésének irányában befolyásolja és végső soron az önköltség csökkenését fogja eredményezni.

Lapzárta után vettük a szomorú hírt, hogy

ÁRKOS FRIGYES

okl. kohómérnök, a Kohászati Lapok 10 éven át volt főszerkesztője, a Kohóipari Értékesítő Központ ny. igazgatója, 1967. május 13-án, 71 éves korában hosszabb betegség után elhunyt.

Hengerművek termelésének irányítása elektronikus számológéppel

Dr. ÚJLAKY TAMÁS közgazdász

DK 621.771 : 62—523.8 : 62—529

A külföldi szakirodalom és az elektronikus számológépgyártó vállalatok kiadványai és tájékoztatói széles körben foglalkoznak elektronikus számológépek kohászati alkalmazásával.

A számológépek ipari alkalmazásának jellege és célja szerint három fő típusról beszélhetünk:

1. Operáció kutatási, matematikai, statisztikai és műszaki-technológiai számítások elvégzése.

2. Zárt rendszerű folyamatszabályozási feladatok.

3. Termelésirányítás és a termelési információk integrált adatfeldolgozása.

Az első csoportban foglalt feladatok már az elektronikus számológépek legkorábbi fejlődési szakaszában, az úgynevezett első generációbeli gépek idejében elterjedtek. Ilyen jellegű feladatok rendszerint nem folyamatosak, hanem esetiek, vagy periodikusak és céljuk általában a különböző szinten álló vezetés stratégiai döntéseihez szükséges információk szolgáltatása.

A számológép alkalmazása másodiknak említett csoportjában teljesen automatizált kohászati folyamatokról van szó, ahol a zárt szabályozási kör egyik eleme az elektronikus számológép. Eddigi ismereteink szerint szabályozásra alkalmas folyamat a nyersvasgyártás, konverteres acélgyártás és újabban már zárt szabályozási köröket fejlesztenek ki melegszalag gyártásra is. Az LD-konverteres acélgyártás zárt szabályozási folyamatára szép példát láthatunk a Szovjetunió egyik nagy korszerű acélművében.

A továbbiakban az alkalmazási típusok harmadik csoportjával a termelés irányítás és termelés ügyvitel integrált adatfeldolgozási rendszerével szándékozunk részletesebben foglalkozni.

Az ilyen jellegű programok felépítésének előfeltétele az elektronikus számológépgyártás nagyarányú fejlődése volt. Az alapgépek műveleti ideje az utolsó néhány évben a kezdeti microsecundumos nagyságrendről a nanosecundumos sebességig növekedett. A harmadik generációbeli gépeken már lehetőség van a futó program megszakítására is. A számológép meghatározott körülmények mellett az éppen futó programot képes automatikusan megszakítani elsőbbséget élvező más program, vagy programok javára és ennek befejezése után a megszakított programot tovább folytatni.

Az alapgépek fejlődése mellett jelentős fejlődés tapasztalható a periferiális egységekben is. Az adatbevitel technikájának fejlődését a gyors lyukszalagolvasók és lyukkártyaolvasók mellett az objektív — emberi beavatkozás nélküli — adatregisztrálás kifejlesztése jellemzi. Műszerekről, mérlegekről, billentyűrendszerről származó adatok digitális alakban közvetlenül olvashatók be, közbenső tárolókon keresztül a számológépbe. Az eredmények gyors és áttekinthető közlésére egyre nagyobb sebességű és szélességű sornyomtatók kerülnek forgalomba. Az eredmények a számítóközponttól távol telepített villanyírógépeken, világítótáblákon, ipari televízión is demonstrálhatók.

Talán legnagyobb a fejlődés a periferiális adattárolók technikájában. A korábbi mágnesszalagtechnika mellett ma a milliós számban adatokat befogadó mágneslemez és mágneskártya adattároló berendezések is használatosak. Ezekben a berendezésekben már egy-egy információ átlagos elérési ideje a századmásodperces sebességet is eléri. Ezen a téren még további nagyarányú fejlődés várható. Nagy volt a fejlődés az utóbbi időben a zavarmentes adat-távtovábbítás technikájában is.

Ez a technikai fejlődés irányította a figyelmet a folyamatos termelésirányítási feladatok automatizálása felé és ez tette lehetővé az integrált adatfeldolgozás koncepciójának kifejlesztését is.

A kohászat termelési struktúrájánál fogva különösen alkalmas terület ennek a koncepciónak a befogadására és alkalmazására.

Különösen az angol és nyugatnémet, de legutóbbi időkben a csehszlovák és osztrák kohóvállalatok alkalmaznak nagyteljesítményű elektronikus adatfeldolgozó rendszereket ennek az elgondolásnak a szellemében [1].

Az alábbiakban ilyen rendszer felépítését ismertetjük vázlatosan. Az összefoglalás több folyóiratban megjelent tanulmány [2, 3] és gyári ismertetések [4] anyagának felhasználásával készült. A hivatkozott forrásokban leírt rendszerek alapelgondolásaikban hasonlóak egymáshoz, csupán mélységben, terjedelemben eltérőek. Mindegyik rendszer részleteiben más szempontra igyekszik súlyt fektetni az alkalmazó vállalat üzemi, kereskedelmi szempontjainak megfelelően. Egy néhány lényeges kérdésben azonban minden rendszer alkotói előtt azonos cél lebeg: a minimális hulladékarány biztosítása, a termelő berendezések optimális kihasználása és a megrendelők igényeinek pontos és gyors kielégítése.

A termelésirányítás és a termelési ügyvitel elektronikus feldolgozása többféle szempontból bizonyult eredményesnek a kohászatban.

A megrendelések nagy száma, az előforduló sokféle alak, méret és acélfajta mellett a rendelések gyors és pontos kielégítését célul kitűző termelési folyamat irányítása erősen meghaladja az emberi áttekintőképesség határait. A termelésirányításban éppen ezért sok a kényszermegoldás, általánosítás, szubjektív döntés és az ebből folyó gazdasági hátrány. Az ügyviteli előkészítés igen munkaigényes és az intézkedések eredményeinek realizálása a döntési folyamatban az információáramlás lassúsága következtében késedelmes. Mindezeknek a hátrányoknak a kiküszöbölésével sok rejtett tartalék hozható felszínre. Ezeket a szempontokat figyelembe véve az irodalomból ismert rendszerek fő vonalakban egységesen az alábbi lépcsőkben épülnek fel:

1. A beérkező rendelések feldolgozása:
1.1 a termelő hengersor kijelölése;

1.2 a bugaszükséglet megállapítása;
1.3 a hengerlési idők kiszámítása;
2. a durva program meghatározása;
3. a féltermékgyártás (nyersacél, buga) folyamatának programozása;
4. finom munkaadagolás;
5. a teljesítés tételes (rendelésenkénti) regisztrálása és a regisztrált adatok integrált feldolgozása.

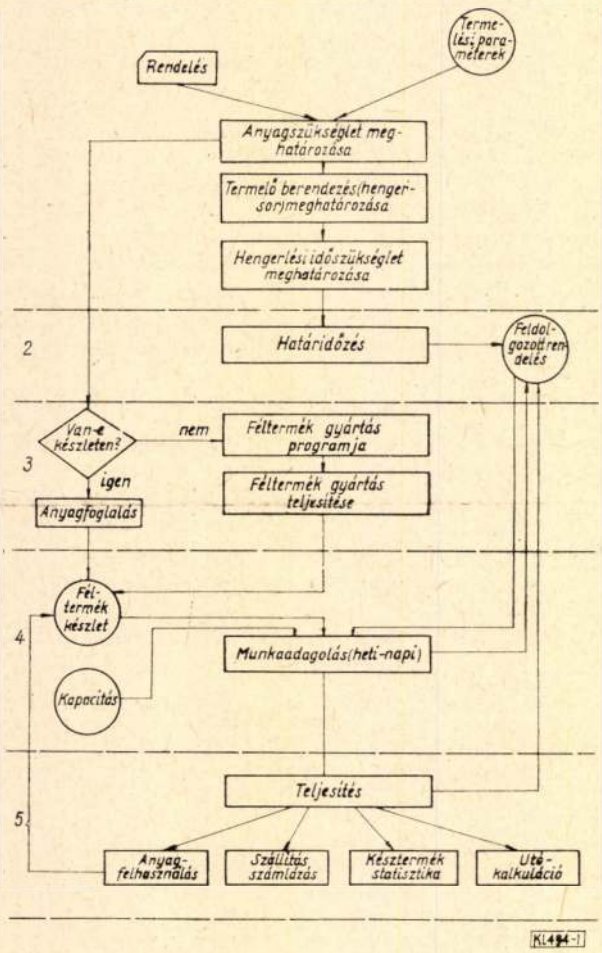
A rendszer folyamatát blokkdiagramon mutatjuk be *(1. ábra)*.

A fő vonalakban bemutatott folyamat mélysége és terjedelme tekintetében eltérések vannak az egyes ismert rendszerek között.

A rendelés-feldolgozás folyamatában egyes esetekben bevonják a rendelés-visszaigazolást, a vevők reklamációinak ügyintézését stb.

A féltermékgyártás — durva programból kiinduló — programozási folyamatába a legtöbb ismertetés szerint bevonják a féltermék- (acéltuskó, buga) -készletezési problémákat is. A finom munkaadagolás kérdésére is több megoldást láttunk a különböző ismertetésekben.

Egyes programok megelégednek a heti (esetleg dekád) termelési program összeállításával. Ezt adják ki az üzemeknek részletes tartalommal a különböző munkahelyekre (bugatér, kemence, hengersor, kikészítő, MEO, szállítási osztály). Vannak olyan rendszerek, amelyeknél két, vagy több számológéppel dolgoznak (például az említett angol kohómű, a Kuncice kohómű stb.). Az egyik gép a feladatokat a heti programozás elkészítésig látja el. Ezt a programot a második — kisebb és egyszerűbb — számológépben helyezik el, amely közvetlen kapcsolatban van a munkairányító-fülkékben telepített géptávírókkal és adatközlő billentyűzetekkel, a közvetlen egyedi munkaadagolás feladatát látja el.



1. ábra. A számológépek termelésirányítás blokkdiagramja

A tételes teljesítés regisztrálása és a regisztrált adatok integrált feldolgozása tekintetében az irodalomban igen sokféle és szerteágazó elképzelés található. Ennek a feladatkörnek a felépítése minden esetben függ a finom munkaadagolás megoldásától, az egygépes-többgépes rendszertől és az üzem igényeitől. Ebben a feladatkörben az alábbi problémák megoldására van többek között lehetőség:

a) a megrendelések teljesítésének nyilvántartása;
b) termelési és értékesítési statisztikák;
c) utókalkuláció;
d) szállítás és számlázás;
e) üzemgazdasági értékelések;
f) bérelszámolás;
g) anyag — és féltermék — és késztermék nyilvántartás.

Az integrált adatfeldolgozás elgondolásának lényege — hogy egyszeri adatfelvétel mellett az összes lehetséges feldolgozási folyamatok egymással összefüggésben készüljenek el — ebben a vonatkozásban teljes mértékben érvényesül.

A számológépes termelésirányítás lényegében nem tartalmaz más műveletelemeket, mint amelyeket az ember is el tud végezni. Lényegében tehát a számológépi program nem más, mint az emberi munka szimulációja, utánzása. Módszertani lényege abban áll, hogy a számológép memóriájában — akár az emberi agyban — nagyszámú állandó jellegű információt helyezünk el (pl. a termelésre jellemző paramétereket, normadatokat, kapacitásadatokat). A beérkező változó információkat a számológép megvizsgálja, kiválasztja és hozzárendeli a megfelelő állandó információt, számol, csoportosít, összesít. Mindez kézi erővel is elvégezhető. A számológép azonban az emberi gondolat reflexidejének tizezred része alatt végzi el ezt a műveletsorozatot, emellett nem „felejt", nem téved és mechanikus rutindöntései az előre meghatározott feltételek mellett mindig helytállóak. A számológép programozása tehát nem más, mint az emberi munkafolyamat racionális rendszerbefoglalása és a rendszerbe foglalt gondolatsor gépi nyelvre fordítása.

Mindemellett a számológép nem helyettesíti teljesen az emberi agy funkcióit. Memóriájának befogadóképessége kisebb, mint az emberi agyé, „szókincse" pedig sokkal korlátozottabb. Csak olyan feladatot tud elvégezni, amelyet a saját „nyelvén" ki lehet fejezni. Az emberi rutinmunkát pótolja, az alkotó szellemi tevékenység azonban — még olyan fejlett számológép mellett is — az ember kiváltságos képessége marad. Ez az elv a számológépes irányító rendszerekre is érvényes; rend-

hagyó esetekben a számológép nem tud dönteni és emberi döntést kér.

Lássuk ezután vázlatosan a teljes munkafolyamatot.

Rendelések feldolgozása

Az első munkamenetben a számológép elvégzi az egyes rendelésekkel kapcsolatban mindazokat a műveleteket, amelyeket általában gyártáselőkészítés néven ismerünk:

a) megállapítja, hogy a megrendelés műszakilag teljesíthető-e;

b) összevonja az azonos rendeléseket;

c) megállapítja, hogy melyik hengersoron gyártható;

d) megállapítja a legyártáshoz szükséges bugatípust és a szükséges bugák darabaszámát stb.

Mindezekhez a műveletekhez a számológép perifériális memóriájában állandó jelleggel el vannak helyezve a szükséges paraméterek és egyéb információk. A számológép ezt a feladatot egyszerű logikai és aritmetikai alapműveletek sorozatával hatja végre.

A feldolgozott rendelések elsődleges adataihoz a számított adatokat hozzárendeli és megfelelő csoportosításban elhelyezi a perifériális memoriában (pl. mágnesszalagon, vagy lemezen). A művelet során tetszésszerinti — és a további céloknak megfelelő — rendezéseket is végez.

Eközben különféle összesítések és információk is készülnek a termelési és kereskedelmi vezetés részére. Ilyen lehet például a hengersorok idő- és súlyterhelése, a rendelés eloszlásának különböző szempontjai, a teljesítetlen rendelésállomány.

Határidőzés

A következő munkamenetben megtörténhet a rendelések határidőzése. Ennél a műveletnél a számológépet vezérlő programban kifejezésre juthat a vállalat termelési és kereskedelmi politikája, például:

a) kötött hengerlési naptár szempontja;

b) optimális garnitúránkénti sorozatnagyság kérdése;

c) határidő szempontjából előnyben részesülő megrendelők stb.

Ebbe a munkamenetbe be lehet iktatni a késztermék raktár áttekintését és azt a döntést, hogy a feldolgozásra kerülő rendelés raktárról kielégíthető-e?

A munkamenet realizálásaképpen a számológép a szállítási határidőt hozzárendeli a perifériális memóriában elhelyezett rendelésekhez. Egyúttal rendelésenként közli a megállapított határidőt a kereskedelmi osztállyal. Még fejlettebb rendszerben arra is megvan a lehetőség, hogy a határidővel ellátott rendelés visszaigazolást is a számológép írja meg a vevőnek kiküldhető formában.

Féltermék-gyártás programja

A két előző munkamenethez csatlakozik a féltermék-gyártás programjának elkészítése.

Az első pontban elvégzett műveletek meghatározzák a beérkezett termékek bugaszükségletét típus, acélfajta és mennyiség szerint. A második pontban a hozzávetőleges gyártási határidő kerül meghatározásra. Ebben a munkamenetben az előző két munkamenetből nyert információ alapján a termelés anyagi előfeltételét biztosítják: a bugatermelést, majd tovább visszafelé számítva a nyersacéltuskó-szükségletet, tehát a blokk- és bugasorok, valamint az acélmű termelését határozzák meg.

A folyamatábra szerint ebben a munkamenetben a számológép felülvizsgálja a raktáron levő féltermék-készletet és az acéltuskó- és bugatermelés programját ennek figyelembevételével határozza meg. Ebben a munkafolyamatban érvényt lehet szerezni a vállalat féltermék-készlettartási politikájának. Megfelelően felépített statisztikai rendszerrel és előzetes optimalizálási számítással ismert matematikai modellek alkalmazásával megállapítható a minimális féltermékkészlet, amely mellett a termelés biztonságosan folyhat. Ebben az esetben a programozás feladata általában a készletek szintjének biztosítása és a készlet ellenőrzése lesz. Szoros programozásról esetleg csak a ritkán előforduló acélfajták esetén lehet szó.

A munkafolyamat egyik fontos feladata lehet az SM-kemencék gazdaságos programozása a ritkán előforduló acélfajták szemléletében.

Finom munkaadagolás

A finom munkaadagolás munkamenetéhez szükséges információk:

a) a számológépben tárolt rendelésállomány anyagszükségletre és hengerlési időszükségletre vonatkozó információkkal, valamint durva határidőzéssel kiegészítve a durva program alapján;

b) a mindenkori rendelkezésre álló bugakészlet adatai méret és acélfajta szerint a számológépben elhelyezve;

c) az aktuális kapacitásadatok (tiszta hengerlési idő).

A számológép ezeknek az információknak a felhasználásával napra, műszakra állapítja meg az egyes hengersorok programját.

A folyamat végrehajtása a termelésirányító szervek elgondolásától és a rendelkezésre álló információ-technikai berendezésektől függően többféle megoldással lehetséges.

Egyes ismertetett rendszerekben az üzemek heti programot kapnak, melynek teljesítéséről folyamatosan áramlik vissza információ a számológépbe. A számológép a visszacsatolt teljesítési információk figyelembevételével készíti el a következő heti programot.

Másik elképzelés mellett a számológép szoros diszpécserfeladatot lát el és a munkairányító munkahelyekre folyamatosan adja ki az utasításokat. A számológép folyamatosan végigkíséri kétirányú információáramlás mellett az összes munkadarabokat a bugatértől a késztermék vagonba rakásáig. Ez utóbbi megoldáshoz már szükséges a többgépes rendszer és a magas fokon automatizált információhálózat.

A két megoldás között sokféle fokozat lehetséges. Célját tekintve azonban mindegyik megegyezik abban, hogy

a) a termelés teljes, zárt folyamatosságát biztosítja;

b) a legkedvezőbb hulladékarányra törekszik;

c) a megrendelők igényeit maradéktalanul kielégíti.

Gazdasági eredménye ebben a hármas célkitűzésben realizálódik. Az itt elérhető gazdasági eredmény sokszorosa annak, amit az ügyviteli tömegmunka automatizálása révén munkabérben meg lehet takarítani.

Integrált információ-feldolgozás

A termelésirányítási rendszeren belül visszacsatolt információkra elsősorban magának a rendszernek van szüksége ahhoz, hogy zavartalanul működjék. A számológépes *komplex* termelésirányító rendszernek éppen az a legnagyobb erőssége, hogy mindenkor időszerű — jóformán egyidejűleg hozzáférhető — információk felhasználásával dolgozik.

Gondoljuk végig az eddig elmondottakat és figyeljük meg, hogy hol, mikor és milyen információk lépnek be a rendszerbe és lépnek ki a rendszerből;

a) a rendszer állandó információi az anyag és időnormák,

b) folyamatosan belépő információk a rendelések adatai;

c) a rendszeren belül állandóan naprakész állapotban van a féltermék-készlet nyilvántartás úgy, hogy a féltermék termelés és a felhasználás információi folyamatosan áramlanak;

d) folyamatos bemenő információ a rendszeren belül a termelési program teljesítése, tényleges anyagfelhasználási és hengerlési időadatokkal együtt.

Mindezek az adatok a termelésirányító program működéséhez szükséges, de egyúttal — nagyrészben — a működéséből folyó adatok.

Külön rutinprogramok segítségével azonban ezek az adatok a vezetés folyamatos információszükségletének biztosítására is felhasználhatók a bevezetőben példaképpen felsorolt megoldásokkal.

Csak érdekességként említsük meg a rutinszerű adatfeldolgozási tevékenységen túlmenő két elgondolást.

Az ICT-gyár programismertetése szerint az általuk kidolgozott rendszerbe beépítették a megrendelők reklamációinak ügyintézését. Az ehhez szükséges összes információ a periferiális memoriában megtalálható:

a) durva program szerint mi a határidő?

b) finom programba be van-e sorolva?

c) gyártásba van-e véve és a gyártás melyik fázisában van?

Ennek megfelelően néhány szokványos válaszszöveget tárolnak a külső memóriában, amelynek változóit a számológép-program a tárolt információk alapján állapítja meg.

Egy német kohóműben [8] a számológépben tárolják a megrendelők összes — kereskedelmi szempontból — érdekes egyedi információit (átvételi rendelkezések, leadó állomás, különleges kikötések, egyedi ármegállapodások), valamint a teljes árjegyzéket. Ezek alapján a számológép elkészíti a szállítási diszpozíciókat, szállítási értesítőket és számláz, folyószámlát vezet és értékesítési statisztikát készít.

A vázlatosan bemutatott rendszer felépítése még a rendelkezésre álló széleskörű irodalom és hozzáférhető gyári rutinprogramok mellett is legalább két éves munka. Ebben a munkában az erre a célra függetlenített törzs mellett a vállalat vezetőinek is szorosan be kell kapcsolódniuk konzultációs partnerként.

Valamennyi ismertetés egyértelmű megállapítása, hogy a befektetett szellemi erőfeszítés és gépbeszerzési költség igen gyorsan megtérül.

IRODALOM

[1] ZUSE gyári ismertető 1965.
[2] *Lehmann:* Elektronischen Datenverarbeitung in einem gemischten Hüttenwerk. Stahl und Eisen 1964. 453. old.
[3] *Voget:* Arbeitsweise und Einsatz von Datenverarbeitungsistemen in Walzwerken. Blech 1966. 161. old.
[4] Gyári ismertetők: English Elektronices 1966, ICT 1964.

Egyesületi hírek

Előzetes beszámoló a pécsi választmányi ülésről. Egyesületünk választmánya ápr. 28. és 29-én Pécsett tartotta, ez évi választmányi ülését. A négy autóbusszal és személygépkocsikkal érkezett nagyszámú budapesti résztvevő és a vidéki csoportok képviselői zsúfolásig megtöltötték az uránvárosi kultúrházat. *Dr. Gyulay Zoltán* elnök megnyitójában utalt Pécs hosszúidőkre visszanyúló bányászati hagyományaira. *Dr. Pilter Pál* részletesen beszámolt az egyesületi élet eseményeiről, főleg a jubileumi előkészületekről. *Fekete Sándor*, a Számvizsgáló bizottság vezetője, az 1966. évi pénzügyi gazdálkodásról tett jelentést, *Éles László* pedig Érem-bizottság nevében javaslatot terjesztett elő a jubileummal kapcsolatosan *Kerpely, Soltz* és *Zsigmondy* emlékérmek alapításáról. Néhány hozzászólás után a beszámolókat, a beterjesztett határozati javaslatokat, valamint az éremalapítást a választmány jóváhagyta, majd *Pozsgay Károly* és *Horváth János* tartott szakmai előadást.

A választmányi ülésről a következő számunk egyikében részletesen beszámolunk és a szakmai előadást is közölni fogjuk. (O. A.)

Új típusú mechanikus kovácsprések

TERÉNY ALADÁR okl. kohómérnök

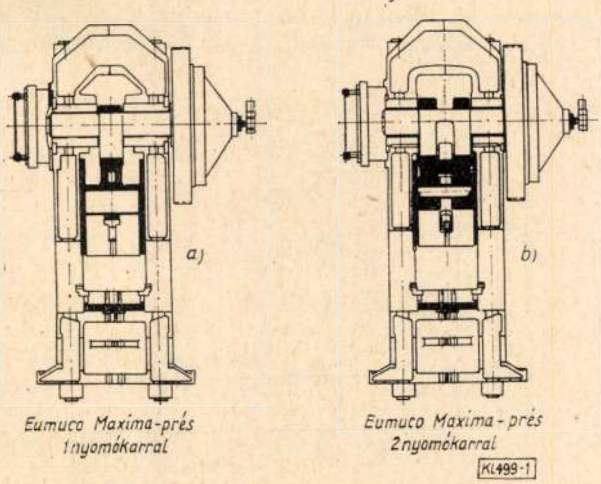
DK 621.73.043 : 621.979

A süllyesztékes kovácsdarabokkal szemben támasztott egyre növekedő méretpontossági, minőségi és mennyiségi követelmények a fejlett ipari államok kovácsoló gépek gyártásával foglalkozó vállalatait mindig újabb feladatok elé állítják.

A süllyesztékes melegalakító gépek szerkezetében újszerű megoldás látott napvilágot. Az alábbiakban a mechanikus kovácsprésekre Maxima-prések kialakított újszerű és nagyjelentőségű szerkezeti megoldást ismertetjük.

A süllyesztékben melegen sajtolt munkadarab pontosságát egyrészt az alakítógép nyomófejének kibillenés elleni merevsége, másrészt a sajtoláskor fellépő összrugózás határozzák meg. A Maxima-présen tehát annál pontosabb és egyenletesebb méretű alkatrészek gyárthatók, minél kisebbek e pontosságot rontó tényezők értékei. A mechanikus kovácsprések új konstrukcióinak kialakításakor tehát e két tényező csökkentése a főcél.

A többüregű, nagysorozatú süllyesztékes kovácsoláshoz az egyik elengedhetetlen feltétel, hogy a prés nyomófeje elferdülés (kibillenés) ellen megfelelő merevséggel rendelkezzék. A többüregű technológia megkívánja, hogy ugyanabba az alakító gépbe technológiai sorrendbe az előalakító, a hajlító, az elő- és a készrekovácsoló üregek beépíthetők legyenek, sőt sokszor még a sorjázó szerszám is. Ismeretes, hogy a készrekovácsoló üreg igényli a legnagyobb nyomóerőt, ugyanakkor a legnagyobb méretpontosságot is ez szabja meg. E két követelmény kielégítése miatt a régebbi szerkezetű — egy nyomókarral működő — Maxima-préseknél (*1. ábra a* kép) a készre kovácsoló üreget az asztal közepére helyezték, ezzel az excentrikus terhelés miatt a nyomófej erős kibillenését, a vezetékek idő előtti elkopását kerülték el és csökkentették a teljesen ki nem küszöbölhető méretpontatlanságot. Ez a kényszerű üregelrendezés elsősorban tömeggyártásra és nagyobb termelékenységre alkalmas prés folyamatos munkáját lassítja azzal, hogy egyrészt a darabot a készre kovácsoló üreghez vissza kell hozni, tehát a gyártási folyamattal ellentétes irányba mozog, másrészt az üregek egyirányú folyamatosságának megszakításával megnehezíti a Maxima-prés automatizálását. Vékonyfalú munkadarabok esetén már a kész előtti üreg is nagy gépterhelést jelent, s mivel a kész előtti üreg osztozik a középrészen a kész üreggel, egyik üreg sem kerülhet a nyomásközpontba. Ezért kis mértékben ezek a munkadarabok kúposak és ferdék lesznek. Ha a kész üreg mégis a középpontba kerül, centrikus terhelés esetén sem adhat a rosszabb anyagelosztás miatt kifogástalan, párhuzamos oldalú, kész darabokat. Ilyen gépen a középvonaltól jobbra és balra elhelyezett elő- és készüreg is csak szükségszerű megoldás.

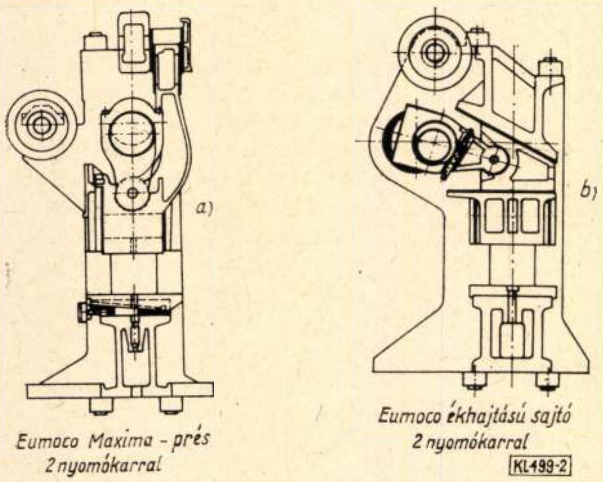


1. ábra. Régebbi és újabb Maxima-prés típus

Ezen a hibán segítettek bizonyos mértékig a két nyomókaros Maxima-présekkel (1. ábra *b* kép). Míg az egy nyomókaros présen (1. ábra *a* kép) az erő az excenter tengelyről a nyomókaron és a vastag csapszegen át megtörve kerül a nyomófejhez, addig a két nyomókaros gépeken a nyomókarpár a nyomástengely középvonalától közvetlen hat jobbra és balra a nyomófej csészéire. Így az excenter tengely irányában a középponttól jobbra és balra eső terheléseket fel tudja venni. (A vékony csapszeg itt csak a nyomófej visszahúzására szolgál.) Az excentrikus terhelést egyik vagy mindkét nyomókar átveszi, a nyomófej számottevően nem billen s így a vezetékkopás is kisebb, a vezetékhézagok csökkenthetők. Végül az egyirányú meleg anyagfolyammal a gép jól automatizálható [1].

Kalapáccsal történő süllyesztékes kovácsoláskor a pontos magassági méret összecsengő süllyesztékpárral érhető el. Kovácspréseken ugyanezt elméletileg a gép határozott lökethossza volna hivatva biztosítani. A gyakorlatban azonban a Maxima-prések termékeinek vastagsági méreteiben nagy szórás tapasztalható. A kovácsprést minden löket végén az üregben végbemenő alakításhoz szükséges teljes erő terheli. Ez az erő a gépállvány rugalmas alakváltozásán kívül a sajtolóerőt közvetítő szerkezeti részek között elkerülhetetlen hézagok összezárását, majd az igénybevételnek kitett géprészek rugalmas alakváltozását, tehát a présszerkezet rugózását okozza. A legnagyobb erőt a készrekovácsoló üreg igényli, tehát itt a legnagyobb a rugózás. A rugózást nem lehet az asztal megfelelő utánemelésével előre pontosan beállítani, s így számításon kívül hagyni, mert azonos munkdarabok esetén is változik az alakítóerő. Változtatja többek között a darabok hőmérséklet különbsége, a kiinduló darabok súlyszórása stb. Gyakorlati megfigyelés szerint pl. a darab 30°C-os hőfokkülönbsége az alakítóerő 10%-os szórását okozza. Mivel a rugózás — a nyomófej és az asztal közti méreteltérés terhelt és terheletlen állapotban, beleértve a szerszám alakváltozását is — arányos az alakítóerővel, a 10%-os szórás várhatólag a rugózást is, tehát a kész darab vastagságát is 10%-ban befolyásolja.

A két nyomókaros Maxima-présen a közvetítő szerkezet rugózása a csapszeg kiküszöbölése révén csökkent. A rugózás beható vizsgálata és gondos mérések derítették fel, hogy a prés összrugózásának 36%-át, azaz 1/3 részét okozza a gépállvány rugalmas megnyúlása és 64%-a, azaz 2/3 része esik a szerkezeti részek (nyomófej, nyomórúd, excentertengely és csapszeg) rugalmas alakváltozására, illetve hézagzáródásaira. Egy újszerű konstrukción tehát lényegesen hatásosabbnak mutatkozhat a gépállvány súlyt és árat növelő megerősítése helyett a meghajtó gépelemeket úgy módosítani, hogy azok rugózást okozó részei lehetőleg csökkenjenek vagy teljesen elmaradjanak. Ez az elgondolás vezette a rugózás csökkentését vizsgáló Eumuco gyárat egy újszerű megoldáshoz: az ékhajtású kovácsprés megszerkesztéséhez (*2. ábra b* kép). A megfelelően kiképzett gépállvány és nyomófej közé

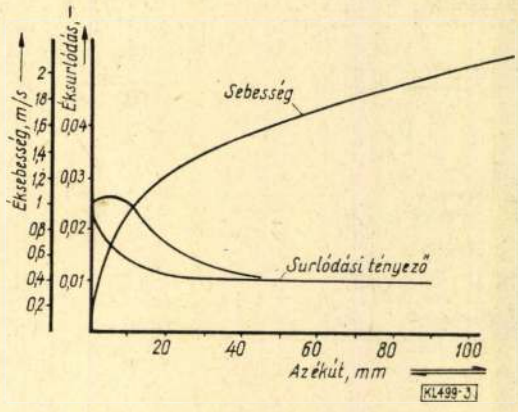


2. ábra. A Maxima-prés és az ékhajtású prés összehasonlítása

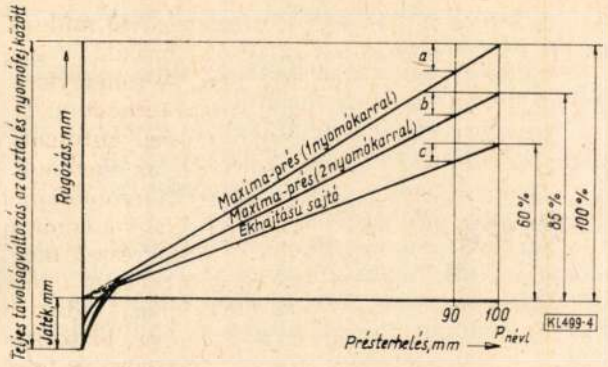
szorított ékkel történő meghajtás csökkentette a gépállvány magasságát s ezzel a rugózás mértékét. A nyomórúdnak és forgattyúnak a gép középtengelyén kívül történő elhelyezése — ékáttétel alkalmazásával — megosztotta és csökkentette ezek rugózását is, az össz-rugózás tehát jelentékenyen csökkent. A 2. ábra *a* és *b* képén összehasonlítható a hagyományos nyomókaros és az új ékhajtású szerkezet. Szembetűnő a *b* megoldásnál az alacsonyabb építési magasságon kívül a nyomófej kibillenés elleni merevsége. A nyomófejet nem egy bizonyos felületen felfekvő nyomókarok mozgatják, hanem az teljes felületével az éken fekszik fel. Ennek eredményeként a sajtóasztal bármely pontjáról megterhelhető a nyomófej, a kibillenés veszélye nélkül. Megfigyelhető az *a* megoldás esetén a nehezen karban tartható, könnyen berágódó és elrozsdásodó, asztalba épített ékállítás, amely a *b* konstrukciónál elmaradt. Ezt helyettesíti az éket mozgató nyomókarba épített excenteres löketállító berendezés. Az excentert kívülről könnyen hozzáférhető orsóval csigahajtás segítségével lehet állítani, reve és víz nem éri, karbantartása egyszerű. Az ékhajtású sajtó nyomófejét ékszíj, zajtalan nyilas fogaskerék előtét tengelyen át, a forgattyústengely nyomórúdpárja mozgatja. A forgattyústengely egyik végén az elektromosan vezérelt és préslevegővel működtetett lamellás tengelykapcsoló, másik végén ugyanilyen működtetésű fék van. A tengelykapcsoló percenként 30—40 kapcsolással terhelhető, tehát alkalmas folytonos üzemű teljesen automatizált gyártáshoz. Az ék áttétele 2 : 1, az éket mozgató nyomókar pár rövid és merev, a nyomófejnél billenő nyomaték nem léphet fel. Nagy nyomású zsírzóberendezés gondoskodik a csúszó részek megfelelő kenéséről. Az ék teljes felületével fent a gépállványhoz simul, alul a nyomófejhez, oldalt a nyomókar párhoz. Két présléghenger biztosítja ezeknek mindenkori helyzetét. A gép alsó és felső kilökői a nyomófej felfelé indulásakor azonnal működésbe lépnek, ezáltal a munkadarabok a lehető legrövidebb ideig tartózkodnak az üregben. Kézi kiszolgálás esetén az alsó kilökőt a forgattyústengely vezérli, automata sajtoláskor ennek a kilökőnek a működése az automata továbbító berendezéssel van szinkronizálva. A kilökő ilyenkor addig tartja a darabot kiemelve, míg a továbbító vándorfogók azt meg nem ragadják.

Az Eumuco gyár (Leverkusen NSZK) első 630 nyomóerejű prototípus-prése már közel két éve van kétműszakos állandó üzemben és szűk tűréshatárú vékonyfalú emelővillák süllyesztékes sajtolását végzi. Ezzel a többüregű kovácsoló munkával a gép percenként 40 löketet (azaz 1,5 másodpercenként 1 löketet) teljesít. A hosszú üzemi próbával szerzett tapasztalatok azt mutatták, hogy az ékhajtás elve megfelel, tartós üzemben is jól beválik. A kedvező üzemi tapasztalatok alapján a gyár 2000 t-ás egységig építi e géptípust.

Az ékhajtás sikeres alkalmazását természetesen számos beható kísérlet előzte meg [2]. Fontos volt pl. a kenővájatoknak célszerű elhelyezése a csúszófelületeken, azonkívül a csúszófelületek anyagminőségének helyes megválasztása. Az ék felületein fellépő fajlagos nyomás lényegesen kisebb, mint a Maxima-préseken, akár a csapszeg felületein, akár a nyomókar csészéiben fellépő nyomás. Az ék súrlódó felületei az erőt egyéb szerkezeti elemeknél sokkal nagyobb felületre vehetik, s így azok élettartama is nagyobb. A *3. ábra* az éken mért súrlódási tényezők értékváltozásait szemlélteti a nyomás és ékmozgás függvényében. A legmagasabb értéket a belső holtpont körül éri el, utána mindjárt erősen esik, de a 0,03 értéket még a



3. ábra. Az ékfelület súrlódási értékei

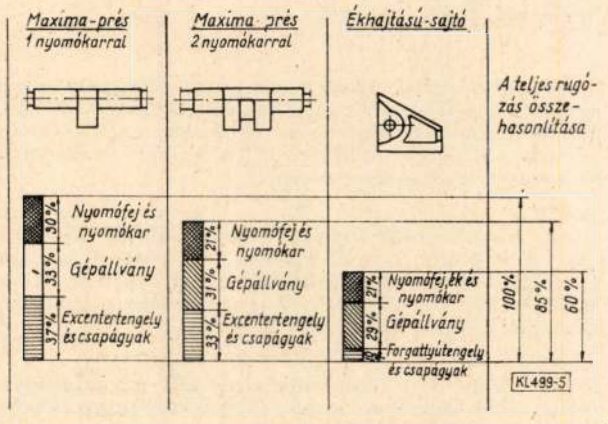


4. ábra. Süllyesztékes kovácsprések rugózásának összehasonlítása

szokásos kenőzsír esetén sem haladja túl. A forgattyús hajtást csak fél erő terheli (ékáttétel 2:1) s így méretei kisebbek, hatásfoka jobb, mint az ugyanilyen nyomóerővel működő Maxima-présé.

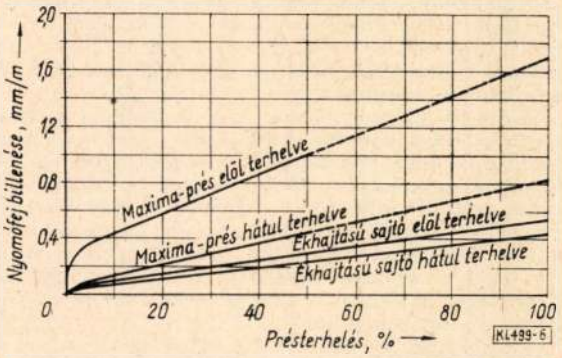
Külön vizsgálták a rugózás és a nyomófej billenéssel szembeni merevségét. A 630 t-ás legkorszerűbb ékhajtású, valamint egy azonos nyomóerejű két nyomókaros kevésbé korszerű prés összehasonlításának eredményeit a *4. ábra* mutatja. A rugózás vonalai görbékkel kezdődnek és kb. 5%-os terhelés után mennek át az egyenesbe. A terhelés elején azért görbék a vonalak, mert a terhelt felületek között a hézagok fokozatosan záródnak össze (csapágyhézagok, fugák stb.). Amint a terhelés közben ezek a felületek záródnak, a tényleges rugózás már a Hooke törvényt követi. A prés használhatósága szempontjából csak az egyenes vonallal jelzett rugózásnak van jelentősége. Az egyenesek elméletileg ezért egy null pontban egyesíthetők (4. ábra). A diagramból látható, hogy egy korszerű két nyomókaros Maxima-prés a hagyományos egynyomókaros présnek csak a 85%-át, míg a legkorszerűbb ékhajtású sajtó annak csak 60%-át rugózza. A sajtó terhelés 90 és 100% közti ingadozásának a rugózásra kifejtett hatását az *a b c* útszakaszok jelentik, melyek a 100: 85: 60 arányt mutatják és nem utalnak az össztávolság változásra az asztal és nyomófej között.

A rugózásnak rész-összetevőit foglalja össze az *5. ábra*. Az egy nyomókarról a két nyomókarra való átmenet főleg a nyomókarra és nyomófejre volt javító hatással, amennyiben ezen rész rugózása 30%-ról 21%-ra csökkent. Az ékhajtás lényegesebb javulást hozott, mert az excenter, illetve a forgattyús tengely és a csapágyazás rugózását 37, illetve 33%-ról 10%-ra csökkentette.



5. ábra. A rugózás rész-összetevői

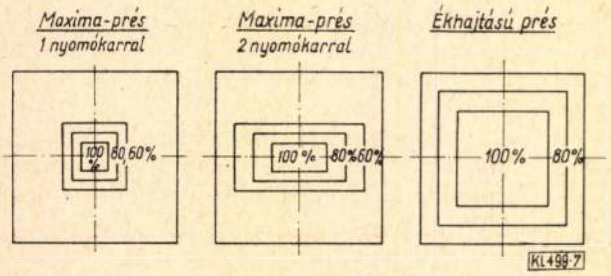
A prés függőleges irányú merevségénél fontosabb a nyomófej kibillenéssel szembeni merevsége. Itt már nem hanyagolható el a nyomófej vezetékek közti billenés, mint a rugózás kezdeti görbe része. Ha a kész üreg az asztal közepén van elhelyezve, az egyenlőtlen hőmérsékletű, vagy az üregbe helytelenül berakott munkadarab különféle irányban billentheti el a nyomófejet. A billenés szöge és a vezetékek közti rés összeadódik. Különböző nagyságú excentrikus terhelések mellett a nyomófej kibillenésével kapcsolatos mérések eredményeit a *6. ábra* tünteti fel. A Maxima-prések nyomófejeinek viselkedése a présközéptől elöl vagy hátul fellépő excentrikus terheléskor nem egyforma. Elöl keletkezett excentrikus terhelésnél a kibillenés közel kétszer akkora, mint ugyanolyan hátsó terhelésnél. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy az állandóan bekapcsolt emelőhenger hatására a nyomófej hátul az alsó oldalán és elöl a felső oldalán fekszik fel. Elöl beálló excentrikus terhelés esetén ezért a nyomófej először a vezetékjáték körül billen helyére és csak azután kezdődhetik a vezetékek rugalmas alakváltozása. Hátul beálló excentrikus terhelésnél vezetékjáték gyakorlatilag nem lép fel, ezért a billenéssel szemben kétszer olyan nagy a merevség.



6. ábra. Nyomófej billenése egyenlő nagy excentrikus terhelések esetén

Az ékhajtású sajtón egyik irányban sincsen vezetékjáték és a teljes felfekvés folytán a billenéssel szemben legnagyobb fokú a merevség. Az ékhajtású sajtó tehát excentrikusan terhelhető akár elöl, akár hátul; Maxima-préseken ez nem lehetséges. Látható a diagramból az is, hogy 50% terhelés fölött a Maxima-prések megfelelő görbéi már extrapoláltak (szakadozott vonallal vannak jelölve).

A háromféle gép összehasonlítása alapján készült a *7. ábrán* látható asztalterhelési ábrasor. Az egy nyomókaros présen a nyomófej 100%-os terhelhetősége csak egy kis terjedelmű, a középvonal körül elhelyezkedő négyzeten lehetséges. A két nyomókaros présen ez a lehetőség szélességi irányban bővül és nyújtott négyszögként jelentkezik. Az ékhajtású présen a teljes terhelést a nyomófejnek közel teljes területére ki lehet terjeszteni.



7. ábra. Asztalterhelés diagramja

Az új konstrukciójú ékhajtású kovácsprés az excenterekkel hajtott Maxima-présekkel szemben alábbi kedvező tulajdonságaival tűnik ki:

a) kisebb rugózás,

b) nagyobb nyomófej-merevség kibillenéssel szemben,

c) a nyomófejvezetékek kisebb terhelése, nagyobb élettartam,

d) excentrikus terhelhetőség teljes nyomóerővel az asztal minden pontjáról,

e) egyszerűbb löketállítás a gyakran javításra szoruló asztalmozgató ékberendezés helyett,

f) alacsonyabb építési magasság és

g) jobb mechanikus hatásfok.

Tartós üzemben tapasztalt tulajdonságai miatt előnyösen alkalmazható pontos tűrésű vékonyfalú darabok sorozatban történő süllyesztékes kovácsolására, valamint hidegalakításra és kalibrálásra.

IRODALOM

[1] *Strotmann:* Grösste in Europa gebaute mechanische Gesenkschmiedepresse. Ind. Anzeiger 33. Unformtechnik 1964. ápr. Giraldet Essen.

[2] *Dr. Rau:* Gesenkschmiedepresse mit neuen Antrieb. Ind. Anzeiger 83. Unformtechnik 1966. okt. Giraldet Essen.

Könyvismertetés

Poster, Arnold: **Fémporok kézikönyve**, New-York, London, Amsterdam. Reinhold 1966. 274 old.

A kiadó célja az volt, hogy összegyűjtsön egy szakszerű tájékoztatást a fémporok legjellemzőbb tulajdonságaira vonatkozóan és ezzel úgy a folyamatos, mind az esetenkénti felhasználók részére segítséget nyújtson.

Ez a nagyterjedelmű, értékes munka több mint 1800 szabványfokozatú ötvözetlen és ötvözött fémport foglal magában, szolgáltatja a fémporok ilyen részletezéssel még a szakirodalomban sehol sem közölt összes adatait, azok tisztaságára, szennyezéseire, folyási tulajdonságaira, tömegére, fajsúlyára, fedőképességére, fizikai és kémiai tulajdonságaira vonatkozóan.

A mű öt fejezetre oszlik, melyek felölelik a fémporok vizsgálatára vonatkozó legáltalánosabban elterjedt eléggé terjedelmes eljárásokat, a nemzetközi kereskedelemben kapható fémporok teljes jegyzékét, az egyes fémporokat szállító vállalatok jegyzékét fémek és ötvözetek szerint ábc sorrendben rendezve, és egy jegyzetekkel ellátott szakirodalmi felsorolást, amely tartalmazza az 1950—1965-ös években megjelent fémporok vizsgálatával, gyártásával és azok alkalmazásával foglalkozó szakkönyveket, ill. szakcikkeket.

Nagyszámú, porkohászatban jártas szakember vett részt a könyv egy-egy fejezetének megírásában és számos amerikai, kanadai vezető vállalat bocsátott adatokat rendelkezésre.

A tárgy anyagai nem egy különleges iparra vonatkoznak, az adatok a fémporokat felhasználó tűzállóanyag ipart, magfizikát, hegesztést, űrrepülést, porkohászatot, pigment és díszítőipart illetik.

A Fémporok kézikönyve c. mű az első a maga nemében, nagy gyakorlati értéket jelent a metallurgusok, vegyészek, fizikusok és kutatók, továbbá a fémporokat használó iparágak, mint a műanyag-, bevonó-, ragasztó-, csiszoló-, formázó iparban és az öntészet szakemberei részére.

A kétségkívül nagy jövő előtt álló porkohászati iparág hazai szakemberei is mindennapos problémáik megoldásában a kézikönyv adatait jól hasznosíthatják.

Poster igen szerteágazó tapasztalattal rendelkezik a porkohászat területén, kezdve a porok készítésétől azok használatáig, beleértve üzemi tapasztalatokat, új termék kifejlesztését, a laboratóriumi kutatásokat és a kohómérnökök oktatását. Évekig üzemmérnökként dolgozott és a gyártmányfejlesztés vezetője volt a Sylvania Electric Products vállalat porkohászati osztályán. Ezután, mint a porkohászati folyamatok felszereléseinek műszaki vezetője dolgozott a Mannessmann-Meer cégnél, jelenleg pedig a General Aniline et Film vállalat porkohászati osztályának vezetője.

Számos közleménye jelent meg ezen terület változatos témáiról, legutóbb a Porkohászat világkonferencián is előadásokat tartott. *Rősner Béla*

A vaskohászat rövid hírei

A Vaskohászati Igazgatóság vállalatai — múlt évi kimagasló eredményeik alapján — átlagosan 22,8 napi bérnek megfelelő nyereségrészesedést fizettek. A nyereségrészesedés a Dunai Vasműben 26, a Lenin Kohászati Művekben 25,2, az Ózdi Kohászati Üzemekben 22,1 napi keresetnek felelt meg.

*

Az április 4-i ünnepségeken került sor a „Kiváló újító" kitüntetések kiosztására. A Vaskohászati Igazgatóság vállalatainál 30 arany, 29 ezüst és 59 bronz fokozatú kitüntetést adtak át a legjobb újítóknak.

*

A *Dunai Vasműben* az *acélok oxigéntartalmának gyorselemzésére neutrongenerátort* telepítenek. A berendezést a Központi Fizikai Kutató Intézet készíti.

*

A *Salgótarjáni Acélárugyár* kovácsoló gyárrészlege legyártotta a Warszawa személygépkocsikhoz szükséges fékdobok mintadarabjait. Az új gyártmány az előírt követelményeknek megfelelt, így a rendelő hozzájárult a sorozatgyártás megkezdéséhez.

*

A Vaskohászati Igazgatóság vállalatai 1964-ben 48,9 millió forint kocsiálláspénzt fizettek a MÁV-nak. A miniszteri határozat szellemében végrehajtott különböző intézkedések eredményeként ez az összeg 1966-ban 7,3 millió forintra csökkent.

*

A *Dunai Vasműben* megkezdődött az *oxigéngyár építése*. Terv szerint az import berendezések beérkezése ez év végén várható. (TI)

Hidegen hengerelt transzformátorszalagok termomechanikus kezelése*

BALÁZS FÜLÖP okl. kohómérnök
Csepeli Fémmű

DK 621.944.124 : 669.14.018.5 : 621.78

A hidegen hengerelt transzformátorszalagok gyártása során a (011) [100] textúra eléréséhez szükséges utolsó lépcső a kész méretre hengerelt és dekarbonizált anyag hőkezelése hidrogénatmoszférában vagy vákuumban, magas, legalább 1150 °C-os hőmérsékleten, aránylag hosszú ideig.

E magas hőmérsékleten azonban nemcsak az anyag előnyös textúrája alakul ki, hanem — mivel a hőkezeléshez a szalagot tekercs alakban helyezik el a hőkezelő kemencében — a szalag felveszi a tekercs'meneteinek ívelt alakját. A transzformátorszalagok felhasználásakor azonban megkövetelik, hogy a szalagból kivágott magrészek teljesen síkfekvésűek legyenek. Ezért a szalagtekercs menetek íveltségének megszüntetésére a hőkezelt anyagot felhevítik és a szalag hosszirányában gyenge nyújtásnak vetik alá.

Ez az angolban "heat flattening"-nek nevezett művelet ésszerűen alkalmazva nemcsak a szalag külalakját befolyásolja előnyösen, hanem a hidegen hengerelt szalag mágneses tulajdonságait is javítja.

E termomechanikus kezelésnek nevezett művelettel elérhető javulást jellemzik az *1. táblázat* adatai, melyek két különböző próba V_{10} veszteségének változását adják különböző hőkezelések után.

1. táblázat

A termomechanikus kezelés hatása két próba V_{10} vasveszteségére

A kezelés módja	Vasveszteség V_{10} w/kg	
	4321	4334
	sz. próba	
A szövetdurvító (szekundér rekrisztallizációs) hőkezelés után	0,76	0,75
830°C-on végzett termomechanikus kezelés után	0,58	0,64
A termomechanikusan kezelt próbák 800°C-os 1 órás hőkezelése után	0,605	0,654

A Fe-Si ötvözetek termomechanikus kezelésének irodalma

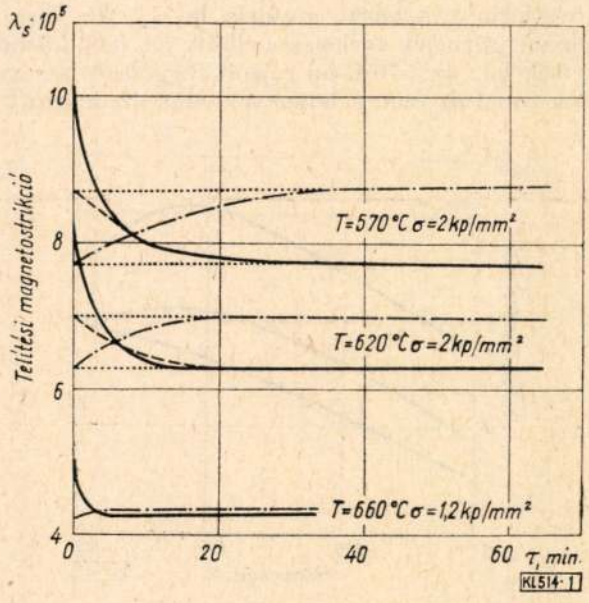
A termomechanikus hőkezelések kedvező hatása mágneses textúra kialakulásának köszönhető.

A lejátszódó folyamatok megismerése céljából *Dunajev* tanulmányából (1) származó *1. ábrán* láthatók. Az ábra 3,7% Si-tartalmú, melegen hengerelt transzformátorlemez telítési magnetostrikciójának az ábrában feltüntetett terhelések hatására bekövetkező változását ábrázolja, különböző hőmérsékleteken. A próbákat az ábrán megadott hőmérsékletre hevítették, majd ezen a hőmérsékleten a jelölt húzófeszültségek hatásának tették ki és meghatározott időközben a terhelés megszüntetése után mérték a telítési magnetostrikciót (700 Oe erősségű mágneses térben). Az így kapott eredményeket a teljesen kihúzott görbék ábrázolják.

Ha a tartós terhelés a magnetostrikcióban további változást nem okozott, a terhelést megszüntették és a próbát ugyanezen a hőmérsékleten tartva, különböző időtartamok után ismét mérték a magnetostrikciót (az ekkor kapott eredményeket az eredményvonallal kihúzott görbe ábrázolja). Végül a próbát, még mindig azonos hőmérsékleten, ismét ugyanazzal a feszültséggel terhelték, mint az első esetben és különböző időközben mérték a magnetostrikciót; mérés közben a próba terhelését természetesen megszüntették. Az utóbb említett mérések eredményeit az ábra szaggatott vonala jelzi.

Egy próba telítési magnetostrikciója, adott kristálytani irányban — feltételezve, hogy ideálisan lemágnesezett állapotból kiindulva mérjük — csak a hőmérséklettől függő anyagállandó. Ha azonban a spontán mágnesezettség kiinduló elosztása változik, a magnetostrikció értéke is változik. Ezért a magnetostrikció mérésével következtethetünk a mágneses textúra kialakulására és mértékére.

A Fe-Si ötvözetek telítési magnetostrikciója a hőmérséklet növelésekor egy bizonyos hőmérsékletig, az 1. ábrán vizsgált ötvözet esetében kb. 450°C-ig növekedik, további hőmérséklet emelke-



1. ábra. 3,7 % Si-tartalmú, melegen hengerelt transzformátorlemez telítési magnetostrikciójának változása különböző hőmérsékleteken végzett termomechanikus kezelés közben [1]

*Fémkohászati Szakosztályunk Csepeli Csoportja és a Csepeli Fémmű által rendezett Finomkohászati anyagok előállításának elméleti és gyakorlati kérdései ankéton 1966. nov. 3-án tartott előadás.

déskor csökken. A különböző hőmérsékleteken felvett görbék kiinduló értéke az ábrában ezért tér el egymástól.

A magnetostrikció terhelés hatására bekövetkező csökkenését ábrázoló görbék jelzik, hogy a próbában, a hőmérsékletre jellemző, mágneses textúra alakul ki, mégpedig annál gyorsabban, minél magasabb a hőmérséklet.

A mágneses textúra kialakulásának τ időtartama és az abszolút hőmérséklet (T) között *Dunajev* a diffúziós folyamatokra jellemző:

$$\tau = Ae^{\frac{W}{kT}}$$

összefüggést talált, ahol A és W állandók, k pedig a Boltzmann állandó. A szerző azonban megjegyzi, hogy nagyobb hőmérsékleten a textúraképződés sebessége valamivel nagyobb, mint az az előző képletből várható.

Ha a próbát a terhelés megszüntetése után a vizsgált hőmérsékleten tartjuk, a megnetostrikció értéke nő, de nem a kiinduló értékre, hanem egy, szintén a hőmérsékletre jellemző mértékig; a mágneses textúra tehát nem roncsolódik el teljes egészében. Ha azután a próbát ismét terheljük az előző feszültséggel, a telítési magnetostrikció újra eléri az először mért értéket.

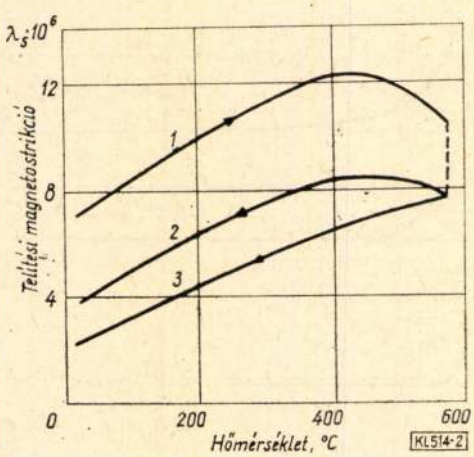
A magnetostrikció változásának tehát van egy reverzibilis része. Az ábrából megállapítható, hogy ez a reverzibilis rész annál kisebb, minél magasabb a hőmérséklet; a magnetostrikció csökkenésének reverzibilis része

$$\frac{\Delta\lambda_{s\,rev}}{\Delta\lambda_s}$$

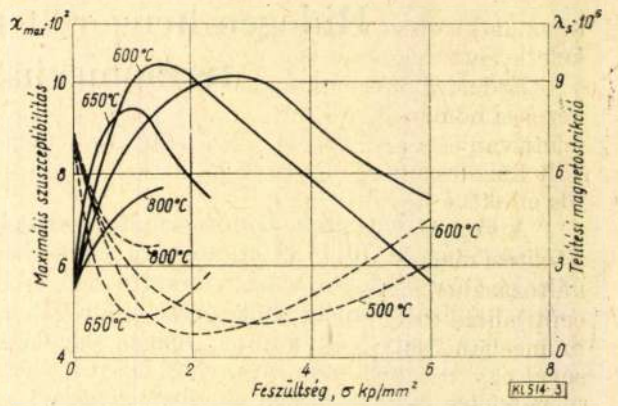
a teljes változásnak 570°C-on 42, 620°C-on 37, és 660°C-on csupán 16%-a.

Megemlítem még, hogy az előzőkhöz hasonló eredményeket kapott *Dunajev* a próbák maximális szuszceptibilitásának vizsgálatával is.

A *2. ábra* az 1. ábrával azonos próba telítési magnetostrikciójának a hőmérséklet hatására bekövetkező változását mutatja be [1]. Az ábra *1* jelzésű görbéjét terhelés nélküli hevítés közben vették fel, az 570°C-on rajzolt függőleges szaggatott vonal az ezen a hőmérsékleten alkalmazott 2



2. ábra. A hőmérsékletváltozás hatása a 3,7 % Si-tartalmú melegen hengerelt transzformátorlemez telítési magnetostrikciójára [1]



3. ábra. A húzófeszültség hatása a különböző hőmérsékleteken termomechanikusan kezelt, 3,7 % Si-tartalmú, melegen hengerelt transzformátorlemez maximális szuszceptibilitására (kihúzott vonal) és telítési magnetostrikciójára (szaggatott vonal) [2]

kp/mm²-es húzófeszültség magnetostrikciócsökkentő, mágneses textúrát létrehozó hatását mutatja. Az ábra *2* jelű görbéjét a terhelés nélkül végzett lehűtés közben vették fel, míg a *3* jelzésű görbe a húzófeszültség fenntartása közben lehűtött próba telítési magnetostrikciójának változását mutatja. Látható, hogy a *3* jelű görbe jóval alacsonyabban fut, mint a *2* jelű görbe; ez jelzi, hogy a mágneses textúra kialakulása szempontjából előnyös, ha a próbát a húzóterhelés fenntartása mellett hűtjük le.

A gyakorlat szempontjából igen fontos a termomechanikus kezelés hőmérséklete és az alkalmazott húzófeszültség által a mágneses tulajdonságokra kifejtett hatás. Ezt ábrázolja a *3. ábra*, mely az első két ábrában vizsgálttal azonos anyagra vonatkozik és a különböző hőmérsékleteken végzett kezelés húzófeszültségének nagysága által az anyag maximális szuszceptibilitására (kihúzott vonal) és telítési magnetostrikciójára) szaggatott vonal) kifejtett hatást mutatja be. A próbákat 20—100 percig tartották a kezelés hőmérsékletén és a 800°C-on kezelt próba kivételével terheléssel együtt, 300°C/óra sebességgel hűtötték le; a 800°C-on kezelt próbát terhelés nélkül hűtötték le.

Az ábrából megállapítható, hogy a vizsgált hőmérsékleten a terhelés növelésével a maximális szuszceptibilitás elér egy maximális, a telítési magnetostrikció pedig egy minimális értéket. E kritikus feszültségnél (σ_{krit}) nagyobb terheléskor a szuszceptibilitás csökken, a magnetostrikció pedig nő. A kritikus húzófeszültség annál kisebb, minél magasabb a kezelés hőmérséklete. A maximális szuszceptibilitás és a telítési magnetostrikció ellentétesen változik, a szuszceptibilitás legnagyobb és a magnetostrikció legkisebb értékét az ábra szerint a 600°C-os kezelés adja.

A kritikusnál nagyobb feszültségnek a mágneses textúrát roncsoló hatása az anyag nagyobb mérvű képlékeny alakításával magyarázható. *Sur* és *Dunajev* (2) szerint a kritikus feszültség olyan igénybevétel, melynél az alakváltozást szenvedett krisztallitok térfogata olyan naggyá válik, hogy a mágneses tulajdonságoknak a rácstorzulás eredményeként bekövetkező romlása kezdi túlszárnyal-

ni az alakváltozást még nem szenvedett részekben keletkezett mágneses textúra javító hatását.

Érdemes megemlíteni, hogy bár a 800°C-os kezelési hőmérséklet az ötvözet Curie-hőmérséklete felett van és a próba a Curie hőmérséklet alatt nem volt húzófeszültség hatásának kitéve, mégis jelentős effektus figyelhető meg.

A vizsgálatok szerint a próbák koercitív ereje a telítési magnetostrikciónak a 3. ábrán bemutatott változásához hasonlóan viselkedik. A kezdeti szuszceptibilitás azonban eltérő módon változik; a termomechanikus kezelés húzófeszültségének növelésével egy bizonyos feszültségig nő, a kezelési hőmérsékletre jellemző feszültségen eléri a maximális értékét, majd a feszültség további növelésekor csökkenni kezd mindaddig, míg a feszültség el nem éri az előzőkben már említett kritikus értéket (σ_{krit}), ezután a kezdeti szuszceptibilitás értéke a feszültség növelésével ismét növekedik (2).

A termomechanikus kezelés gyakorlati alkalmazása megkívánja, hogy a kezelés hatására létrejött mágneses textúra stabilis legyen és a hidegen hengerelt transzformátorszalagok feldolgozása közben alkalmazott hőkezelés és kisebb mértékű képlékeny hidegalakítás hatására ne roncsolódjon el.

Az 1. táblázat már jelezte, hogy a kialakult mágneses textúra terhelés nélküli ismételt hőkezelés hatásának eléggé ellenáll. *Dunajev* a kérdést a 2. ábrában már bemutatott módszerrel vizsgálta (3) és megállapította, hogy pl. 660°C-on termomechanikusan kezelt próbát terhelés nélkül a kezelési hőmérsékletnél jóval magasabb hőmérsékletre (850°C) hevítve, 20 perces hevítés után a próba telítési magnetostrikciója lehűlés közben ugyanolyan görbe mentén változik, mint a termomechanikus hőkezelés után terhelés nélküli lehűtéskor. Tehát a kialakult mágneses textúra nem bomlott el, hanem lényegében megmaradt.

További vizsgálatok azt mutatták, hogy a 660°C-on termomechanikusan kezelt próbát kisebb mértékben képlékenyen alakítva (30-szoros hajlítás 70 mm görbületi sugárra), majd húzófeszültség nélkül 850°C-ra melegítve és 20 perces melegítés után lehűtve, a mágneses textúra — a telítési magnetostrikció lehűlés közbeni változását mutató görbe szerint — csak kevéssel változott.

A termomechanikus kezelés gyakorlata

A termomechanikus kezelés irodalmából bemutatott 1—3. ábrák aránylag hosszú ideig (20—100 perc) tartó terheléssel és aránylag lassú lehűtéssel (300°C/óra) végzett kezelés adatait tartalmazzák. Természetesen ilyen feltételek az eljárás ipari, tehát nagy mennyiségeket mozgató alkalmazását gazdaságtalanná tennék.

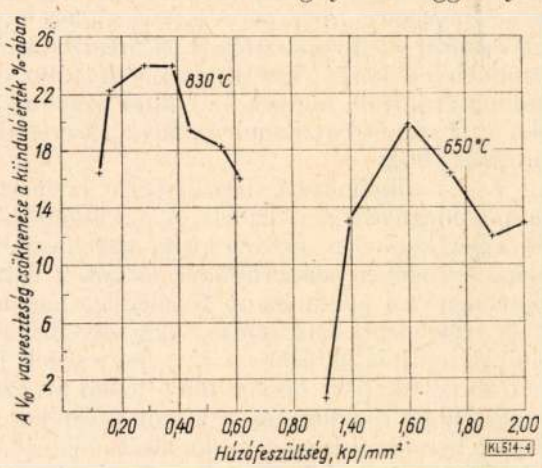
A kezelés gyakorlatilag áthúzó rendszerű kemencében valósítható meg leginkább. Természetesen ekkor, a berendezés hosszának korlátozása érdekében, fontos a hevítés időtartamának, a felmelegítés és lehűtés sebességének csökkentése.

A következőkben ismertetett, részben laboratóriumi, részben üzemi kísérleteket ezért olyan áthúzórendszerű kemencében végeztük, melyben az áthúzott anyagot meghatározott nagyságú feszültség hatásának tettük ki.

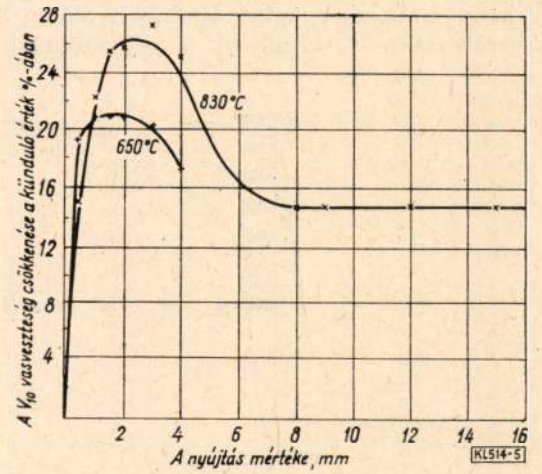
Az összes laboratóriumi kísérletet a hidegen hengerelt transzformátorszalagok előállítására szolgáló szokásos módszerrel gyártott, de a szövetdurvító hőkezelés után aránylag tökéletlen textúrájú és ezért aránylag kedvezőtlen mágneses tulajdonságú, 3% Si-tartalmú, 100×0,35 mm méretű szalaggal 0,3 és 0,7 m/perc áthuzó sebességgel végeztük. Felmelegedés: 4 perc, hőntartás 1 perc, lehülés 100 °C-ra: 3—3,5 perc.

A kísérletek azt mutatták, hogy a termomechanikus kezelés előzőkben említett irodalmában ismertetett nagyságú feszültségek, a kísérletek során alkalmazott hőmérsékleteken, mind mérhető alakváltozást, megnyúlást okoztak. Ezért az anyagra kifejtett húzófeszültség és a mágneses tulajdonságok változása közt a 3. ábra szerinti összefüggés nem található. A helyzetet jellemzi a *4. ábra*, mely két különböző hőmérsékleten végzett kezelés közben az anyagra kifejtett húzófeszültség hatását ábrázolja az anyag V_{10} vasveszteségére.

Az említett okok miatt az *5. ábrán* a feszültség hatására bekövetkezett megnyúlás függvényében



4. ábra. Áthúzókemencében végzett termomechanikus kezelés során alkalmazott húzófeszültség hatása a 3% Si-tartalmú, hidegen hengerelt transzformátorszalag vasveszteségének csökkenésére; az áthúzási sebesség 0,7 m/min, a kezelés hőmérséklete 830 és 650°C, lehülési sebesség 300 °C-ra 350—480 °C/min



5. ábra. Áthúzókemencében végzett termomechanikus kezelés hatása a hidegen hengerelt transzformátorszalag vasveszteségére, a kezelés során az anyagon létrehozott megnyúlás függvényében; az áthúzás sebessége 0,3 m/min. a kezelés hőmérséklete 830 és 650°C,

ábrázoltuk a V_{10} vasveszteség változását; az ábra két kezelési hőmérsékletre és 0,3 m/perc áthúzási sebességre vonatkozik. Hasonló jellegű a 0,7 m/perc sebességgel végzett kezelés hatását mutató ábra is.

A kezelés hatására bekövetkező változások jellegének jellemzésére megemlítem, hogy az irodalmi adatokkal ellentétben a kezelés után az anyag koercitív ereje lényegesen nem változott.

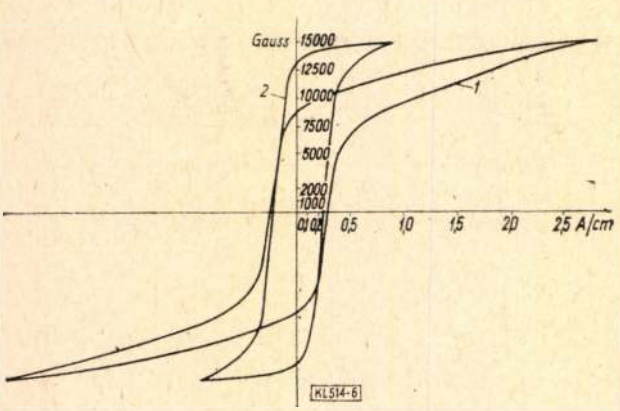
A *6. ábra* a kezelés előtti állapotú szalagból vett próba, valamint az egyik termomechanikusan kezelt próba váltóáramú hiszterézis görbéjét mutatja be. Mind a koericitív erő mérésére, mind a hiszterézisgörbe felvételére szolgáló próbákat a kivágás után 650°C-on, egy órás hőfokontartással kilágyítottuk. (Az előkísérletek szerint ez a hőkezelés a kivágás okozta hatások megszüntetésére elegendő, viszont a mágneses tulajdonságokat még nem befolyásolja lényegesen.)

Az előzőkben ismertetett kísérletek igazolták, hogy a termomechanikus kezelés mágneses tulajdonságokat javító hatása az irodalomban eddig megadottaknál lényegesen kisebb hevítési időtartamok és gyorsabb lehűlési sebességek esetén is jelentkezik. Az ilyen körülmények közt végzett kísérletek több olyan eredményt adtak, melyek az eddigi irodalmi adatokkal nincsenek összhangban. Így a kísérletek azt mutatták, hogy

1. az alkalmazott feszültségek kismértékű, maradó megnyúlást okoznak és a különböző hőmérsékleteken elért eredmények összehasonlíthatósága érdekében célszerűbbnek látszik a változásokat nem az alkalmazott feszültség, hanem az általa létrehozott megnyúlás függvényében ábrázolni. A nyújtás hatására a V_{10} veszteségek javulását ábrázoló görbe maximumon halad át, ezután kismértékben csökken, de a kiinduló értéket csak a szalag berepedését vagy szakadását előidéző nagy alakváltozás után éri el.

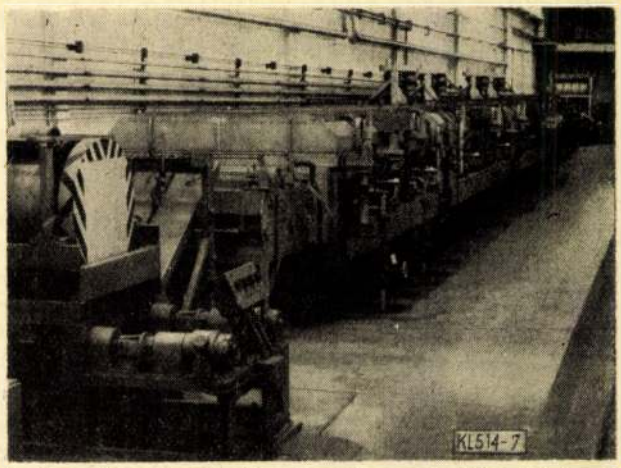
2. Az eddigi kísérletek szerint az optimális javítóhatás inkább a magasabb hőmérsékleteken érhető el.

3. A termomechanikus kezelés hatására a koercitív erő értéke alig változik, a hiszterézisgörbe alakja — ugyanúgy, mint általában mágnesteres hőkezelés után — közeledik a négyszögalakhoz.



6. ábra. Hidegen hengerelt transzformátorszalag váltóáramú hiszterézisgörbéje

1. szövetdurvító hőkezelés után; 2. 830°C-on, 0,7 m/perc áthúzási sebességgel, 12 mm/m nyújtással végzett termomechanikus kezelés után



7. ábra. Termomechanikus kezelésre szolgáló, áthúzórendszerű hőkezelő kemence (Csepeli Fémmű)

Üzemi körülmények közt a Csepeli Fémmű a *7. ábrán* bemutatott áthúzó rendszerű hőkezelőkemencében kezeli a szalagot. A hat zónában szabályozott, villamos ellenállásfűtésű kemencetér hossza: 20 m; ehhez a bemenő oldalon 1,7 m, a kifutó oldalon 2,7 m hosszú falazott (de nem fűtött) kemencerész csatlakozik. Végül a kifutó oldalon található a 13 m hosszú vízhűtésű hűtőcsatorna. A kemencében és hűtőcsatornában különböző arányban beállítható, hidrogén-nitrogén gázkeverék védi az anyagot az oxidációtól. A berendezésen egyszerre négy, max. 300 mm széles szalag húzható át, 2—11 m/perc közt változtatható sebességgel.

E berendezésen 830°C-on végzett üzemi kezelések általában igazolják az előzőekben ismertetett kísérletek eredményeit (lásd 1. táblázatot). Mégis meg kell említenünk, hogy nem minden esetben sikerül elérni olyan nagymértékű javulást, mint a kísérletek során, sőt egyes esetekben javító hatás egyáltalán nem észlelhető. A tapasztalat azt mutatja, hogy általában azokban a tekercsekben a legnagyobb mértékű a javulás, melyekben a szövetdurvító hőkezelés után a Goss-textúra kevésbé tökéletes, míg a textúra tökéletességének növekedésével a kezelés javító hatása általában csökken. Az 1. táblázat adatai egyben jelzik, hogy a mágneses tulajdonságok javulása a transzformátorszalagok kialakítása után végzett hőkezelés hatására nem szűnik meg.

Mindezek azt mutatják, hogy a termomechanikus kezelés a hidegen hengerelt transzformátorszalagok mágneses tulajdonságainak javítására alkalmas, üzemi körülmények közt aránylag egyszerű és nagy termelékenységű eszközökkel keresztülvihető, hatásos módszer.

A termomechanikus kezelésnek olyan elmélete, mellyel minden jelenség magyarázható volna, még nincsen. Valószínű, hogy több mechanizmus közös hatásáról van szó.

A termomechanikus kezelés hatás-mechanizmusát egyértelműen megmagyarázó elmélet hiánya, valamint az ismertetett saját kísérletek eredményeinek és az irodalmi adatoknak részbeni ellentmondása jelzi, hogy a nyitott kérdések tisztázása még kiterjedt vizsgálatokat igényel.

Összefoglalás

A hidegen hengerelt transzformátorszalagok mágneses tulajdonságai javíthatók a szövetdurvító hőkezelés után végzett, mágneses textúrát létrehozó termomechanikus kezelés által.

Az áthúzó rendszerű laboratóriumi és üzemi kemencében, különböző hőmérsékleteken végzett kísérletek szerint az anyagra kifejtett húzóerő hatására bekövetkező maradó megnyúlás függvényében a vasveszteség változása maximumot mutató görbével ábrázolható. A kísérletek szerint a kezelést célszerű az irodalomban szereplő adatoktól eltérően magasabb hőmérsékleten elvégezni.

IRODALOM

[1] *Dunajev:* O kinetike termomechanicseszkoj obrabotki ferromagnetikov. Izvesztija Akademii NAUK SzSzSzR. Szerija fizicseszkaja. 1958. 1225. old.

[2] *Sur—Dunajev:* Zaviszimoszt' effekte termomechanicseszkoj obrabotki mjagkich magnitnüh materialov ot velicsinü nagruzki. Izvesztija Akademija NAUK SzSzSzR. Szerija fizicseszkaja. 1952. 640. old.

[3] *Dunajev:* Ob usztojcsivoszti magnitnoj tekszturü, vonzikajuscsej pri termomechanicseszkoj obrabotka ferromagnetikov. Fizika Metallov i Metallovodenie. 1959. 677. old.

Egyetemi hírek

Dr. Sulcz Ferenc egyetemi tanár, az Automatikai Tanszék vezetője, folyó félévben a budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kara Irányítástechnikai Szakmérnöki Szakának folyamat-szabályozási ágazatán Kohászati folyamatok és önműködő irányításuk címmel heti két órában előadásokat tart.

*

Dr. Farkas Ottó egyetemi docens január hó folyamán 8 napos tanulmányúton vett részt a Szovjetunióban Zaporozssztalban, ahol a ferroötvözetek gyártását tanulmányozta.

*

A Debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetemen febr. 11-én természettudományi doktori címet kapott *Nagy Lajos*, az NME Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszékének adjunktusa.

*

A Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémiával kötött barátsági szerződés alapján két hetet töltött Lengyelországban *Sipos László* a Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszék adjunktusa és tanulmányozta a társtanszéken folyó oktatási és kutatási munkát.

*

A *valétáló kohómérnökhallgatók* 1967. márc. 14-én rendezték meg hagyományos szalagavató szakestélyüket. A szakestélyen részt vett *dr. Berecz Endre* dékán, valamint az alaptárgyi és szaktanszékek számos professzora és oktatója. A hagyományokhoz híven a valétálók szellemes krónikákban felelevenítették az elmúlt évek humoros eseményeit.

*

A *Forradalmi Ifjúsági Napok* alkalmából márc. 15-én *dr. Berecz Endre*, a kohómérnöki kar dékánja a kari pártszervezet és KISZ-szervezet vezetőivel közösen baráti beszélgetésen fogadta a legjobb eredményt elért kohómérnök-hallgatókat. A legjobb hallgatók közül *Tóth Lajos Attila* és *Verő Balázs* V. éves, *Roósz András* IV. éves és *Sillinger Nándor* II. éves hallgatók pénzjutalmat, további 9 hallgató pedig értékes könyvjutalmat kapott.

*

Pőcze László okl. fizika—kémia szakos tanár, márc. 16-án doktori szigorlatot tett.

Az értekezésének címe: La-meghatárzás SM-salakokban 10^{-3} — 10^{-5}%-ban aktivációs analízissel.

Az értekezést *dr. Bognár János* tanszékvezető egyetemi tanár, a kémiai tudományok kandidátusa és *dr. Simon Sándor* tanszékvezető egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora bírálták.

A szigorlati bizottság elnöke: *dr. Berecz Endre* dékán, tanszékvezető egyetemi tanár, a kémaiai tudományok kandidátusa volt, tagjai pedig *dr. Horváth Zoltán* tanszékvezető egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora, *Novák József* tanszékvezető egyetemi docens, *dr. Simon Sándor* tanszékvezető egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora és *dr. Várhegyi Győző* címzetes egyetemi docens, a műszaki tudományok kandidátusa voltak.

*

Voith Márton okl. kohómérnök, a Kohógéptani- és Képlékenyalakítástani Tanszék adjunktusa márc. 21-én „summa cum laude" minősítéssel doktori szigorlatot tett.

Az értekezésének címe: Pilgerhengerléskor fellépő erő és teljesítményszükséglet pontosabb meghatározása számítás útján. *Dr. Dr. h. c. Geleji Sándor* akadémikus tanszékvezető egyetemi tanár és *dr. Terplán Zénó*, a műszaki tudományok doktora, tanszékvezető egyetemi tanár bírálták az értekezést.

A szigorlati bizottság elnöke: *dr. Káldor Mihály* egyetemi tanár, dékánhelyettes a műszaki tudományok kandidátusa volt, tagjai pedig *dr. dr. h. c. Geleji Sándor* akadémikus tanszékvezető egyetemi tanár, *dr. Kiss Ervin* egyetemi tanár, a műszaki tudományok kandidátusa, *Novák József* tanszékvezető egyetemi tanár és *dr. Sulcz Ferenc* tanszékvezető egyetemi tanár, rektorhelyettes, a műszaki tudományok kandidátusa voltak.

*

Hazánk felszabadulásának 22. évfordulójának megünneplésére ápr. 2-án egyetemünkön *Ünnepi Tanácsülés* volt, amelyen *dr. Romvári Pál* egyetemi tanár mondott ünnepi beszédet. Utána az egyetem tanácstermében ünnepélyes keretek között műszaki doktorokat avattak. Műszaki doktori címet kaptak: *Juhász Ádám* kandidátus, *Pőcze László* okl. fizika-kémia szakos tanár, *Tóth János* kandidátus, *Voith Márton* a Kohógéptani- és Képlékenyalakítástani Tanszék adjunktusa.

*

Dr. Proszt János Kossuth díjas ny. egyetemi tanár, a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja, febr. 6.-án ünnepelte 75. *születésnapját*. Ebből az alkalomból *dr. Berecz Endre* dékán vezetésével a Kohómérnöki Kar Tanácsának küldöttsége kereste fel és köszöntötte *Proszt* professzor urat, aki több mint két évtizeden át, 1948-ig vezette egyetemünk egyik kémiai tanszékét, és két ízben viselte a Bánya- Kohó- és Erdőmérnöki Kar dékáni tisztét. Igen magasszintű oktató-nevelő és tudományos munkásságával elévülhetetlen érdemeket szerzett a magyar bánya- és kohómérnökképzés fejlesztésében.

*

Munka Érdemrend aranyfokozatával tüntették ki ápr. 4-én *dr. Simon Sándor* egyetemi tanárt, a műszaki tudományok doktorát, a Vaskohászattani Tanszék vezetőjét, magasszintű oktató-nevelő tudományos kutató és társadalmi munkájáért. A kitüntetést *Ilku Pál* oktatásügyi miniszter adta át. (JP)

Az égési és hőátadási viszonyok javítása földgáztüzelésű SM-kemencében

HÉDAI LAJOS okl. kohómérnök,
Csepeli Acélmű

DK 669.183.21 : 621.43.014 : 662.324

Bevezetés

Az elmúlt tíz évben nagymértékben elterjedt a földgáz felhasználása SM-kemencék fűtésére. Elterjedését a következő előnyös tulajdonságainak köszönheti: nagy fűtőérték (8 500 kcal/Nm³), kén- és egyéb szennyezőktől való mentesség, olcsó és nagy mennyiségben áll rendelkezésre. Előnyös tulajdonságaival együtt azonban számtalan hátrányos tulajdonsággal is rendelkezik, ezek a következők:

1. Az amerikai előfordulást kivéve nem tartalmaznak jelentős mennyiségű nehéz szénhidrogéneket, ezért tökéletesen elégetve *nem világító lángot* adnak. Ennek következtében a kemence betétje felett kialakuló láng viszonylag kis hősugárzó képességű, és így hőtartalmát sugárzás útján nem tudja kellő mértékben átadni a betétnek, illetve a kemenceboltozatnak. Ez az egyik oka annak, hogy a földgáz égéstermékei általában nagy hőtartalommal távoznak a kemencéből.

2. A földgáz, illetve a metán kis égési sebessége — amely mindössze 25 m/s, szemben pl. a kokszkemencegázéval, amely 74 m/s — azt eredményezi, hogy az égés általában nem fejeződik be a kemence munkaterében, hanem folytatódik a lehuzati részekben is. Ez a körülmény rendkívüli módon csökkenti a kemence lehuzati részeinek, illetve a rácsozatnak a tartósságát.

3. A földgáztüzelésű kemencékben kialakuló láng *túlságosan szétterülő*, nehezen irányítható és ennek következtében a falazatot, illetve boltozatot túlzottan nagy felületen érinti, körüláramolja. Ez annak a következménye, hogy az áramló földgáz sokkal kevesebb impulzussal rendelkezik, mint az olaj, amiért a földgáz és földgáz-pakura fűtéssel nem lehet azt az impulzust biztosítani a kiáramló lángnak, mint tisztán pakura fűtéssel. A szétterülő láng viszont kedvezőtlenebb hőkihasználást, nagyobb mértékű kilángolást és ugyanakkor a tűzálló anyag (boltozat, lehuzati részek) fokozott igénybevételét, illetve rövidebb élettartamát eredményezi.

Az említett problémák a CSEPEL Művekben fokozottan fennállnak, mivel itt a SM-kemencék szilárd betéttel dolgoznak és a földgáznak egyéb gázzal (kohógáz, kokszkemencegáz) való keverésére nincs lehetőség, mint pl. a Lenin Kohászati Művekben vagy az Ózdi Kohászati Üzemekben.

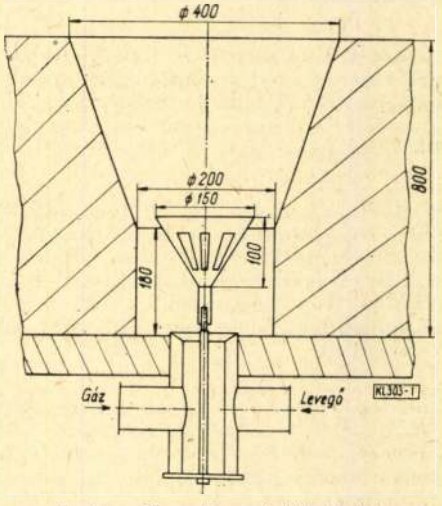
Mindezek a körülmények szükségessé tették, hogy a földgáztüzelésű SM-kemence égési és hőátadási viszonyaival behatóan foglalkozzunk.

A kísérletek leírása

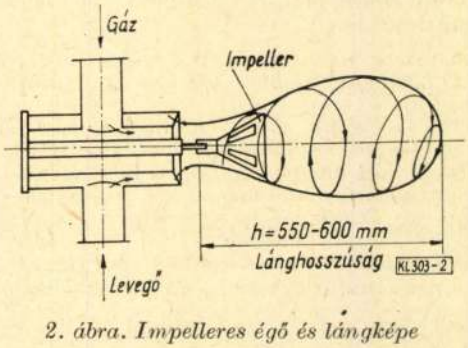
Impelleres égő alkalmazása

A bevezetőben említett okok következtében a földgáztüzelésű SM-kemencékben arra kell törekednünk, hogy a tüzelőanyag és levegő gyorsabb, tökéletesebb keveredése révén az égési sebességet megnöveljük és ezáltal a lángot koncentráltabbá és könnyebben irányíthatóvá tegyük. A gyakorlatban általában az égés ún. *szabad turbulens sugarú*, mivel a gázok áramlási sebessége eléri, sőt meghaladja a már turbulenciát létrehozó sebességeket. A kis mértékű turbulencia azonban a *lamináris sugárhoz* még elég közel eső lángszerkezetet eredményez. Ennek következtében a láng alakja átmenetet képez a frontégés és térfogati égés között. A turbulencia további erős fokozásával elérhető, hogy a láng felaprózódik és széles intervallumra terjed ki, vagyis teljes mértékig térfogati égéssé alakul át. Ebben az esetben nagyon intenzív égés, rövid égési hossz, magas hőmérséklet és koncentrált láng lesz az eredmény [1].

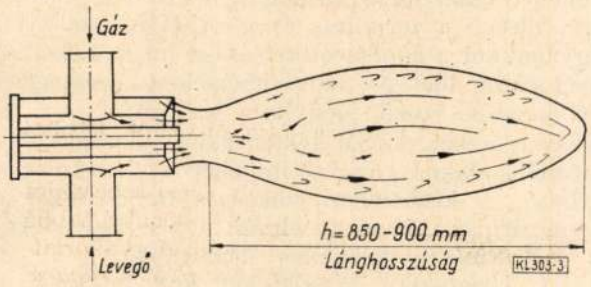
Ilyen erős turbulenciát az égő elé épített ún. *impeller* segítségével érhetünk el. Az impeller hatásának a vizsgálatára 50 Nm³/óra teljesítményű *Földer—Perédy* típusú égőkkel végeztünk kísérleteket. A kísérleti égőket az *1. ábrán* látható módon építettük be a kísérleti kemence tűzfejébe. A felhasznált tüzelőanyag 200 mm v.o. átlagnyomású, kb. 3500 kcal/Nm³ fűtőértékű földgáz-generátorgáz keverék, az égési levegő nyomása 300 mm v.o.



1. ábra. Impelleres égő beépítése



2. ábra. Impelleres égő és lángképe



3. ábra. Impeller nélküli égő és lángképe

volt. A *2. ábrán* berajzoltuk az impeller hatására kialakuló lángképet, amely az erőteljes turbulencia következtében egy önmagában többszörösen visszatérő csavarvonalszerű térbeli felületet képez. Ez a tüzelőanyag és levegő keveredését nagyon hatásossá teszi és intenzív elégést, illetve rövid, koncentrált, nagy hőmérsékletű lángot eredményez.

A *3. ábrán* az impeller nélküli égő láng képe látható, amely a közepes turbulencia következtében megközelíti a szabad turbulens sugár szerkezetét.

Az említett két ábra alapján megállapíthatjuk az impelleres és impeller nélküli égők lángképe, illetve lángszerkezete közötti különbségeket:

a) Az impelleres égő lángja rövidebb és koncentráltabb, mint az impeller nélküli égőé.

b) Az impelleres égő lánghőmérséklete magasabb, mint az impeller nélkülié (kísérletünkben 1450°C, illetve 1350°C volt).

c) Az impelleres égő lángja csaknem teljes mértékben pulzálás-mentes, tehát rendkívül stabil, míg az impeller nélküli égő jelentős mértékű pulzálással rendelkezik.

d) A fenti körülmények, illetve a tökéletesebb elégetés és koncentráltabb hőfelszabadulás következtében az impelleres égő felhasználásával bizonyos mértékű tüzelőanyagmegtakarítás érhető el.

A hősugárzóképesség javítása

A láng sugárzóképességének a javítása érdekében kísérleteket folytattunk lángfestő elemek (ionok) tűztérbe juttatásával. Ugyanis, mint ismeretes, bizonyos elemek (pl. Na, K, Li stb.), illetve vegyületek (elsősorban haloid sóik) a nemvilágító lángban izzítva elpárolognak, és gőzük a lángot jellemző színűre festi. Ezen elemek sói a nagy hőmérsékletű lángban fém és halogén atomokra disszociálódnak. A fématomok e hőmérsékleten jellemző színű fényt sugároznak ki [2].

Valamennyi lángfestő elem közül számunkra a Na, illetve sói (elsősorban pl. a NaCl) jöhetnek számításba, mivel ez az elem konyhasó formájában bőségesen és viszonylag olcsón áll rendelkezésünkre, ugyanakkor a láng megfestéséhez már mérhetetlen kevés mennyisége ($7 \cdot 10^{-8}$ mg) is elegendő. Az általa kibocsátott élénksárga színű fény hullámhossza (590 mμ) egészen közel esik a maximális sugárzási intenzitás értékéhez.

A kísérletek során egy földgáz-generátorgáz tüzelésű kísérleti izzítókemencét melegítettünk fel közönséges hőmérsékletről kemence-hőmérsékletre nem világító és világító (NaCl-lel színezett) láng segítségével. A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy adott hőmérsékletre a felfűtés NaCl-lel végzett lángfestés segítségével gyorsabb volt, mint színtelen lánggal *(1. táblázat)*. A kemence tüzelőanyag- és levegőfogyasztása gyakorlatilag mindkét esetben azonos volt. Az 1. táblázatból — amelynek értékeit számtalan kísérletsorozat átlageredményeként kaptuk — látható, hogy az NaCl-lel színezett lánggal azonos üzemi hőmérsékletre való felfűtésig kb. 40 perc időmegtakarítás adódik.

1. táblázat

A kísérleti kemence felfűtése NaCl-lel színezett és színtelen láng segítségével

Idő (perc)	Kemenceatmoszféra hőmérséklete, °C	
	NaCl-lel színezett láng	Színtelen láng
0	20	20
25	710	630
35	790	700
70	995	920
95	1100	1010
115	1180	1090
135	1240	1155
155	1310	1215
175	1370	1290
195	—	1340
215	—	1375

Az elért kísérleti eredmény azonban csak kiindulási alapul szolgálhat további félüzemi, esetleg üzemi kísérletekhez, a következő okok miatt:

a) A kísérletben a maximális hőmérséklet kb. 1400°C volt, ugyanakkor az SM-kemencékben az üzemi hőmérséklet 1800—1900°C között változik. A jóval alacsonyabb hőmérsékleten elért kísérleti felhevítési adatokat csak extrapolálással tudjuk az üzemi viszonyokra vonatkoztatni.

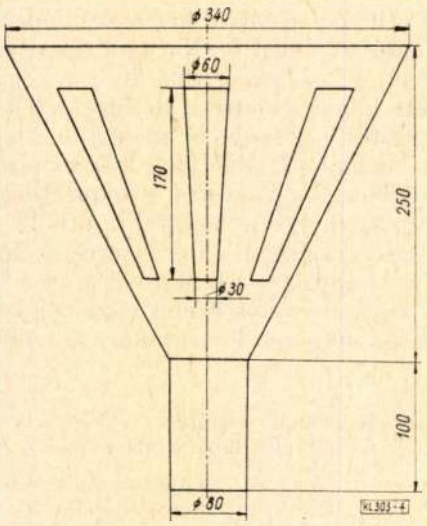
b) Nincsenek adataink arra vonatkozóan, hogy a kemencetérbe bevitt kis mennyiségű Na és Cl ionok milyen hatással vannak az acélgyártás technológiájára (elsősorban a salakképződésre), valamint a falazat tűzállóságára, illetve tartósságára. E kérdések eldöntéséhez még további nagyszámú kísérlet elvégzése lenne szükséges.

Következtetések és javaslatok

A fentiekben ismertetett üzemi és kísérleti tapasztalatok, valamint elméleti meggondolások alapján a Csepeli Acélmű SM-kemencéiben a következő tüzeléstechnikai kísérleteket kellene végrehajtani:

1. A kb. 25—30% pakurafelhasználás elérése megfelelő égő, illetve tűzfej kialakításával, úgy, hogy a kemence hőtechnikai, technológiai és termelési viszonyai lényegében ne romoljanak.

2. Kísérleteket kell folytatni az impellerek alkalmazására vonatkozóan, mivel a használatukkal kialakuló láng koncentrált, irányítható és magas hőmérsékletű. Mindezek következtében javul a



4. ábra. SM-kemencékhez javasolt impeller rajza és főméretei

kemence hőfelvétele, és ezáltal a t/óra teljesítménye, illetve a termikus és gazdasági hatásfoka. Ugyanakkor a kemence tartóssága megnövekedik, mert a láng, illetve a nagyhőmérsékletű égéstermékek kevésbé veszik igénybe a boltozatot és a lehuzati részeket. Az SM-kemencékhez alkalmazható optimális alakú és méretű impeller rajza a *4. ábrán* látható. A kísérlethez szükséges impellereket a Magnezitipari Művek az elmúlt évben legyártotta és az Acélmű rendelkezésére bocsátotta.

3. Üzemszerű kísérleteket kell folytatni a NaCl alkalmazásával kapcsolatban. Ennek során vizsgálni kell a sugárzóképességre, az acélgyártás technológiai folyamataira, valamint a falazat tűzállóságára és tartósságára kifejtett hatásokat.

IRODALOM

[1] *Lavrov—Surügin:* Az égés és gázosítás elméleti alapjai. Bp. 1965.

[2] *Erdei László:* Kémiai analízis. I. Bp. 1953.

Egyesületi hírek

Az I. Debreceni Képlékenyalakítási Kongresszus

Örömmel üdvözöljük az Egyesület kongresszusrendező vidéki csoportjainak sorába újonnan belépő Debrecent, ahol a *Magyar Gördülőcsapágy Művek* jótékony tevékenysége megerősödni segíti az idáig túlnyomórészt mezőgazdasági jellegű városban a műszaki-tudományos élet kialakulását. Ennek egyik bizonyítéka a *GTE* helyi szervezetével közösen 1967. márc. 1-én és 2-án megrendezett I. Képlékenyalakítási kongresszus, melyen a helyiek, miskolciak és budapestiek képviseletében összesen mintegy 130 személy vett részt.

A MTESZ Kossuth utcai Technika Házának földszinti előadótermében a kongresszust márc. 1-én *Emődy Károly*, a GTE debreceni szervezetének elnöki szavai vezették be, majd *Frank János*, a GTE főtitkára tartotta meg megnyitó előadását, melyben ismertette Hajdú-Bihar megye gépészeti iparosodásának történetét, méltatta az eddig elért eredményeket és felvázolta a fejlesztés tervezett irányvonalait.

A kongresszuson a következő szakmai előadások hangzottak el.

Vas Iván (GTI főosztályvezető): *A gépi kovácsolás fejlődése és szerepe a gépiparban,*

Dipl.-Ing. Miloslav Vajs (CSSZK): *Vízszintes kovácsológépcsalád kialakítása és fejlesztése,*

Dr. Széki Pálma (ÁGTI osztályvezető): *A képlékeny alakítás metallográfiai vonatkozásai, a meleg- és hidegalakítás gyakorlati hibái,*

Dr. Kiss Ervin egy. tanár: *A melegfolyató eljárások erőszükséglete és*

Kincses István (MGM osztályvezető): *Pontosan kovácsolt félgyártmányok minőségi előnyei a vízszintes kovácsológépeken készültekkel szemben.*

Két külföldi cég képviselője mutatott be gyártmányismertető filmet, mégpedig

a HATEBUR cég képviseletében *Dipl.-Ing. Etienne Borer* (Svájc): *Az AMP típusú kovácsoló-gépcsaládról és alkalmazási területéről,*

a KAYSER cég képviseletében pedig *Dipl.-Ing. Georg Bögel* (NSZK): *A legmodernebb automata kovácsoló gépi berendezésekről és alkalmazásukról.*

A résztvevők márc. 1-én délután gyárlátogatás keretében a Magyar Gördülőcsapágy Művek debreceni gyáregységét tekintették meg. A gyárlátogatást a helyszínen készült ismertető film vetítése előzte meg, s ennek utána nyílott lehetőség az igen korszerű gépparkkal felszerelt kohászati és gépészeti üzemrészek részletes tanulmányozására.

A kongresszus szervezési hibájaként két tanulságot lehet levonni: *nagyobb lehetett volna a részvétel*, ha a debreceni helyi csoport szorosabb kapcsolatot tart fenn a központtal és *minden előadásra kerülő anyagot a rendezőségnek lektorálnia kell.* Az első tanulsághoz kívánkozik annak megemlítése, hogy több érdeklődő panaszkodott a meghívó nehéz hozzáférhetőségéért, így valószínű, hogy emiatt többen távol is maradtak a rendezvénytől; a második tanulságot a csehszlovák előadás élvezhetetlensége bizonyítja, amit kizárólag a szöveg szakszerűtlen és magyartalan fordítása okozott.

De e két zavaró jelenségen kívül a rendezőbizottságot bírálat nem, csak dícséret illeti. A műsor lebonyolítása zökkenőmentes, a rendezői iroda működése tökéletes volt. Sehol máshol nem tapasztalt gyorsasággal biztosították a közétkeztetéseken a felszolgálást, s nem rontotta bosszantó körülmény a gyárlátogatás hasznos tapasztalatait sem. *(RJ)*

*

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács Szakcsoportja a csepeli csoporttal közös rendezésben ápr. 5-én a csepeli Műszaki Klubban klubnapot tartott. Ezúttal *Ács Andor* kohómérnök, a Csepeli Acélmű Kovácsológyárának főtechnológusa számolt be vetített képes előadás keretében a Szovjetunióban, Csehszlovákiában és a Német Szövetségi Köztársaságban megtekintett kovácsüzemekről. Ismertette az MAN licenc-motor hajtórúdjának 30 grammos súlytűréssel történő süllyesztékes kovácsolását az NSZK-ban, valamint beszámolt az ehhez szolgáló legkorszerűbb mechanikus kovácssajtók paramétereiről. A vetítettképes előadást több hozzászólás, valamint szakkérdés követte, melyekre az előadó részletes válaszokat adott. (L. I.)

Pályázati felhívás

Egyesületünk Vaskohászati Szakosztálya pályázatot hirdet vasiparunk fontos minőségi és gazdaságossági feladatainak megoldását segítő tanulmányok kidolgozására.

A sikeres pályamunkákat 5000, 3000 és 1000 forintos pályadíjakkal jutalmazzuk. A pályázatokat a szakosztályvezetőség által kijelölt bíráló bizottság bírálja felül. A bíráló bizottság tesz javaslatot a pályázat elfogadására és a pályadíj sorolására. A díjazás tekintetében a szakosztály vezetőség hozza meg a végső döntést.

A pályázat általános feltételei:

1. A pályázat titkos, ezért a beküldött pályázat borítékba helyezendő, s a borítékra rá kell írni „Vaskohászati pályázat" és a választott jeligét. A pályázathoz mellékelni kell egy zárt borítékot, melyre a választott jeligét rá kell írni. A borítékba el kell helyezni a pályázó nevét, (ill. neveit), lakáscímet és pontos munkahelyét.

2. Pályázhat egyesületünk minden tagja, mind egyénileg, mind pedig többedmagával. Csoportos pályázatban nem egyesületi tag is közreműködhet.

3. A pályaműveknek eddig még nem közölt, vagy előadás formájában el nem hangzott önálló munkáknak kell lenniök. Nem adhatók be pályázatként a hivatalos megbízás alapján készített tervek és tanulmányok, újításnak már beadott és elfogadott elgondolások. A választott témával olyan részletességgel kell foglalkozni, hogy a javasolt módszert vagy a közölt adatokat a pályamű leírása alapján gyakorlatilag hasznosítani lehessen.

4. A pályázatot kiíró szervnek jogában áll mind a díjazott, mind a nem díjazott munkákat felhasználni. Nyomtatásban való közléskor a szerzői tiszteletdíj a szerzőt megilleti. Ha a pályázatra beküldött anyag találmánynak vagy újításnak minősül, akkor az ezzel járó jogok csorbíthatatlanok maradnak, sőt az Egyesület az újítás kidolgozását, díjazását és bevezetését támogatja.

5. *A pályázat beadásának határideje: 1967. december 31.*

6. A pályázatok két példányban Egyesületünk Titkárságához. Budapest, V., Szabadság tér 17. III. küldendők be.

Pályázni csak az alábbi, vagy ezekkel szorosan összefüggő témákra vonatkozó pályaművekkel lehet:

1. Ferromangán gyártás

A tanulmány a hazai ferromangán gyártás eddigi eredményei és a külföldi tapasztalatok ismertetése mellett foglalkozzék az úrkúti mangánércekből való ferromangán gyártás gazdasági kérdéseivel nagyolvasztóban és elektromos kohóban. Dolgozza ki az optimális technológiai feltételeket, 700 m^3-es kohóban való gyártásra. A mangánkihozatal javítására irányuló törekvések mellett a foszformérleg felvételével adjon javaslatot a szabványban előírt minőségű ferromangán gyártására.

2. Hazai nagyolvasztók élettartam növelésének lehetőségei a tűzállóanyagok helyes megválasztása és az ennek függvényében kialakított legmegfelelőbb építési technológia útján

A tanulmány elsősorban hazai tapasztalatokra támaszkodjon és tárgyalja a kohók átépítési idejének lerövidítését is.

3. A nagyolvasztók üzemi ellenőrzéséhez és automatikus szabályozásához szolgáló új mérési módszerek, illetve berendezések kidolgozása

Kidolgozandó pl. az anyagok elhelyezkedésének és mozgásának, a redukciók előrehaladásának, az indirekt redukció mértékének folyamatos ellenőrzése, a falazat vastagságának, a tapadék elhelyezkedésének roncsolásmentes megállapítása, ellenőrzése, illetve vizsgálati módszerek a medence mindenkori hőállapotának mérése, lehűlési, illetve túlmelegedési tendencia, akadozási hajlam megállapítására stb. Valamely mérhető paraméter vagy paraméterek alapján kidolgozandó a járat automatikus szabályozására alkalmas berendezés elvi, esetleg gyakorlati megoldása.

4. Meleghengerművi berendezések jobb kihasználása

Részletes javaslatok technológiai változtatásokra, kisebb berendezés módosításokra, programozási módszerekre, általában minden olyan változtatásra, ami a jelenlegi berendezések kihasználásának javítását célozza és a gyártási költségek csökkenését eredményezi. A javaslat a változtatás részletes ismertetésén kívül foglalkozzon a gazdaságossági kihatással is.

5. Kovácsoló süllyesztéksszerszámok tartósságának növelése

Megoldást kell kidolgozni a szerszámok tartósságának növelésére pl. a szerszámanyag megválasztásával, megmunkálásának, hőkezelésének módjával, a szerszám szakszerű használatával stb. Elemezni kell a javasoltak gazdasági hatását is.

6. Siemens-martinkemencék időkihasználásának és fajlagos teljesítményének javítása

Javaslatok dolgozandók ki olyan gyakorlati technológiákra, amelyekkel tovább növelhető a martinkemencék üzemidő kihasználása és fajlagos teljesítménye (pl. átépítési idő csökkentés, kamra tisztítás, tüzelési mód stb.). A javaslatnak tartalmaznia kell a technológia gazdaságosságát és esetleges beruházási igényét.

7. A Mäerz-kemence boltozattartósságának növelése

Javaslatok dolgozandók ki az oxigénes intenzifikálás következtében létrejött fokozott elhasználódás kiküszöbölésére, a tűzálló tégla tartósságának javítására, az oxigénbevezetés kedvezőbb megoldására stb.

8. Kátránnyal kezelt égetett tűzálló anyagok gyártástechnológiája és felhasználási lehetőségei a kohászatban

Külföldi beépítési tapasztalatok azt mutatják, hogy a bázikus anyagok égetés utáni vákuumos kátrányátitatása lényegesen megnövelheti azok tartósságát. A gyártás technológiájának kidolgozása és az egyes kohászati beépítési helyek ilyen vonatkozású vizsgálata komoly előrehaladást jelentene kohászati kemencék tartósságnövelésénél. Kidolgozandó az eljárás technológiája a szükséges berendezések és költségek megadásával.

9. Ívfényes kemenceboltozatok elektróda közti szakasz repedezettségének és kihullásának csökkentése, illetve megszüntetése

A savanyú (szilika) és bázikus ívfényes kemenceboltozatokban az elektródák közti tér falazata a fellépő termikus feszültségek miatt gyakran megrepedezik, a téglák egyes darabjai kemencébe hullanak. Kidolgozandó a jelenleginél nagyobb tartósságot biztosító konstrukciós megoldás, illetve hőingadozásnak ellenálló tűzálló anyag minőség.

10. Kohászati üzemeink anyagmozgatásának korszerűsítése

A pályázatban javaslatot kell tenni a beérkező és kimenő, valamint az üzemek közötti és üzemen belüli anyagmozgatások korszerű, gazdaságos és megvalósítható megoldására. Részfeladatokra is lehet javaslatot kidolgozni és a technológiai folyamatban levő anyagmozgatási módozat javításával is foglalkozhat a pályázó. A megoldás ismertetésén kívül elemezni kell a javaslat gazdaságosságát, önköltségi kihatását, esetleges beruházási költségkihatását is.

11. Újszerű kohászati eljárások gyakorlati alkalmazási lehetőségei

Az újabb fémtani ismeretek alkalmazásával gyakorlatilag megvalósítható olyan új technológiai eljárások (hőkezelés, hideg-melegalakítás stb.) kidolgozása, amelyek a különféle acélokkal eddig teljesíthetetlennek tartott feladatok megoldását teszik lehetővé.

12. Új analitikai módszer

Olyan eljárás, módszer, vagy műszeres berendezés dolgozandó ki, mellyel az eddigieknél pontosabban, gyorsabban határozható meg a kohászati alapanyagok, termékek, illetve krómérc tartalmú bázikus tűzálló anyagok kémiai összetétele. Az eljárás lehet kémiai, vagy fizikai módszer.

13. Javaslat valamely, a minőségjavítás szempontjából szóba jöhető gyártási, vagy kikészítési eljárás javítására a műszaki és gazdasági összehasonlító értékelés alapján

A pályázatban foglalkozni kell a javasolt minőségjavító gyártási eljárás költségkihatásának elemzésével. Meghatározandó az ugyanazon végterméket biztosító, javasolt eljárás gazdaságossága, figyelembe véve a selejtcsökkenést, minőségjavulást, esetleges beruházási költséget stb. Pályázni lehet nyersvas-, acélgyártási, hidegmelegalakítási kérdésekkel kapcsolatos kohászati végtermékekre vonatkozó megoldásokkal.

14. A süllyesztékben kovácsolt darabok nagyobb pontossága és kisebb tűrése érdekében, tekintettel a MAN-programra, meg kell vizsgálni a meglevő berendezésekkel elérhető, a jelenleginél nagyobb pontosságú gyártás lehetőségeit. *Vaskohászati Szakosztály*

Műszaki és gazdasági hírek

Londonban bemutatták a *rozsdaálló acélszalag borítással* gyártott kereskedelmi teherautó mintapéldányát. A nagyméretű szállítókamion kocsiszekrényét 0,35 mm vastagságú 17/7 típusú rozsdaálló szalaggal burkolták. Az acél nagy szilárdsága tette tehetővé az igen könnyű szerkezet létrehozását, ami által nagy anyagmegtakarítást és kis üzemköltséget tudnak biztosítani. A 280 mm széles acélszalagokat eresztékes kötéssel illesztették össze, ami tökéletes vízhatlanságot biztosít. A kamion kocsiszekrénye mintegy 100 ezer km-es út után sem vesztette el fényét és tetszetős külsejét. (H)

J. Iron and Steel Inst., 1967. 3.

*

A *világ acéltermelése* 1966-ban elérte a 460 millió tonnát, vagyis az előző évit 13,5 millió tonnával haladta meg. Az USA 124,8 millió tonnát termelt, ami 1,8%-os növekedést jelent. Második a Szovjetunió 97 millió tonnával (6,6%-os növekedés), ami a világ termelésének 21,1%-át teszi ki. Japán 47,8 milliós termelésével a harmadik, egyben a világtermelésben 10,4%-kal részesedik. Nagy-Britannia termelése csökkent: 24,7 millió az előző évi 27,4 millió tonnával szemben. Az Európai Szén- és Acélközösség 85,1 millió tonnás termelése 1%-kal kevesebb az 1965. évinél. Csökkentette termelését az NSZK, Belgium, és Luxemburg, viszont növelte Olaszország és Hollandia. Franciaország az előző évi szinten maradt. A kelet-európai országok termelése 3%-kal nőtt és elérte a 29,5 millió tonnát. (H)

Revue de Metallurgie, 1967. 2.

*

A *Krupp* rheinhauseni üzemében 1963-ban *két 90 tonnás LD-konvertert* állítottak üzembe a Thomas-konverterek helyébe. Újabb két egységet 1967 tavaszára indítanak. Ezzel az acélmű havi teljesítménye meg fogja haladni a 200 000 tonnát. (H)

Revue de Metallurgie, 1967. 2.

*

Nigériába érkezett egy héttagú, kohászokból, általános mérnökökből és közgazdászokból álló *szovjet delegáció*, hogy elvégezze a felméréseket egy 50 millió font sterling költségben előirányzott kohászati kombinát létesítésére. (H)

Iron and Steel, 1967. 4.

Az angliai Berk vállalat eladta az amerikai United Steel-nek a *Shaw-féle precíziós öntési eljárás* licenciáját. Az olcsó keramikus formákban fogyóminta nélkül lehet precíziós öntvényeket előállítani. Az eljárás segítségével csökken a forgácsolási szükséglet, nő a méretpontosság és az öntvények alakja bonyolultabb lehet az eddiginél. Az eredeti angol szabadalmat az USA-ban teljesen gépesítették. (R)

Steel Times, 1967. jan.

*

A Colvilles angol vállalat vezér igazgatója az 1966-os *üzleti évet* úgy kommentálta egy nyilatkozatában, hogy riasztóan emelkedett Anglia *acélimportja*, mégpedig olyan áru acéllal, mely a belföldi gyártásnak még az önköltségét sem fedezné. (R)

Steel Times, 1967. jan.

*

A Richard Thomas and Baldwins *angliai kohóműkékrefuttatott acélszalagok* forgalombahozatalát tervezi. Az ebből készült lemezekből füstcsöveket, kenyérsütő tepsiket és egyéb tömegcikkeket lehet gyártani. (R)

Steel Times, 1967. jan.

*

Angliában a Consett vasmű az Esso olajipari vállalattal közösen kísérleteket végez *fűtőolaj és oxigén injektálására* Kaldo és LD konverterekbe. Arra számítanak, hogy kedvező eredmények esetén növelni lehet a konverterek ócskavasbetét-arányát. (R)

Steel Times, 1967. jan.

*

Az *ausztráliai* Port Adelaide-ben kb. 300 000 US dollár értékben jelenleg épül a második *tűzálló téglagyár*, mely az ausztráliai piacot különleges tűzálló idomtéglákkal van hivatva ellátni. (R)

Steel Times, 1967. jan.

*

Csehszlovákiában, Kladnoban 1975-ig tervezett üzembehelyezéssel egy millió tonna termelésű *nemesacélgyárat* létesítenek. A művet a jelenleg meglevő, elavult gyár helyére telepítik. Az építés két ütemben történik. Az első lépcsőben két nagyteljesítményű elektrokemencét, két folyamatos öntőművet, egy vákuumozó berendezést és egy új hengersort építenek. A második lépcső programjába két oxigénes konverter tartozik. (H)

Iron and Steel, 1967. márc.

Az *Ostravai Acélműnek* egy angol gépgyár három *szintenjáró salakszállító kocsit* készített. A salaküst befogadóképessége 4,2 m³, bruttó súlya salakkal együtt 18 t. A vezető munkakörülményeinek javítására a kocsiba hűtőgépet építettek. A salakkocsikkal gyorsabb salakszállítás lesz biztosítható, mint idáig a 160 vasúti üstkocsival és az ezek mozgatását végző hét mozdonnyal. (R)

Steel Times, 1967. jan. 20.

*

A *svéd* Sandvik Acélmű 50—50%-os részesedéssel szerződést kötött az Egyesült Államok United Nuclear vállalatával egy új üzem létesítésére, amelyben főként *atomreaktorokhoz* fognak *cirkoncsöveket* gyártani. A Washington állambeli Tri-Cities helységben épülő gyárat 1968 elején fogják üzembe helyezni. (R)

Steel Times, 1967. jan. 20.

*

A *nyugatnémet* Heraeus-cég Angliában ez év elején leányvállalatot nyitott, mely *nagyvákuumos kemencéken* kívül vákuumszivattyúkat, mérőműszereket, szelepeket fog az angol piacon értékesíteni. Feladata lesz még az angol fogyasztók folyamatos ellátása a cég által gyártott berendezések tartalék alkatrészeivel. (R)

Steel Times, 1967. jan. 20.

*

Az *Angol Szabványügyi Intézet* új osztályt szervezett, melynek rendeltetése *műszaki információk szolgáltatása* az angol exportőröknek. Az új osztály máris nagy népszerűségre tett szert, amennyiben naponta átlag 30 érdeklődést kapnak arról, hogy bizonyos külföldi államokban milyen rendeletek és hogyan szabályozzák különféle termékek forgalomba hozatalát. Az osztály kidolgozta már a nyugat-európai államokban érvényes biztonsági előírásokat villamos berendezések üzemben tartásához, de foglalkozik bármilyen más tárgyú követelmények összegyűjtésével és publikálásával is. (R)

Steel Times, 1967. jan. 27.

*

A British Cokes Research Association (Kokszkutató Intézet) vizsgálatai bebizonyították, hogy a *nedves szén előmelegítése* 350°C-ra a kokszolókemencébe való berakás előtt a kokszolókemence kapacitását mintegy 40%-kal megnöveli. Most a technológiai minisztérium 16,5 millió font sterling támogatást szavazott meg az első nagyüzemi szénelőmelegítő berendezés elkészítésére. Ez Chesterfieldben fog megépülni 5 t/óra előmelegítési kapacitással. (R)

Steel Times, 1967. jan. 27.

*

Az angliai Simonacco vállalat magyar tudósokkal karöltve ipari és biológiai *szennyvíztisztító eljárást* dolgozott ki és szabadalmaztatott a világ csaknem valamennyi jelentős államában. Az új eljárás az ismert más szennyvíztisztító eljárásokkal szemben azonos idő alatt 3—4-szer annyi szennyvíz tisztítására képes, fele önköltséggel. Carlisle-ben most készült az első berendezés nagyüzemi kísérletek végzésére. (R)

Steel Times, 1967. jan. 27.

*

A *Damaszkusztól Medináig* vezető „Hedzsa vasútvonalat" 1917-ben a hírhedt Lawrence felrobbantotta. A megsemmisülése előtt mohamedán zarándokok által használt kb. 800 km hosszú vasútvonalat most *helyre kívánják állítani*. Négy angol hengermű kapott megbízást 28 000 tonna vasúti sín és többszáz tonna sínhevéder, ill. alátét szállítására. (R)

Steel Times, 1967. jan. 27.

*

Az *oxigénfúvásos acélgyártáshoz* fokozatosan új *segédberendezéseket* dolgoznak ki, amelyek használatával növelik az eljárás gazdaságosságát. Sikerült megvalósítani, hogy az oxigénes konverterek betétjének jelentős hányada ócskavasból álljon. A Richard Thomas és Baldwins acélművek Spencer gyáregységében (Anglia) most önjáró ócskavasadagoló berendezést helyeztek üzembe az LD-konverterek adagolására. A berendezés egyszerre 85 t ócskavasat adagol, 10 m hosszú, 3,7 m nyomtávú sínpályán halad, két 75 LE teljesítményű motor hajtja meg és egy berakás teljes ciklusideje az adagolóteknők megrakásának kezdetétől a betét konverterbe juttatásáig mindössze 110 másodpec. (R)

Steel Times, 1967. febr. 3.

*

A *jugoszláviai* Skopjeben üzembe helyezték az *alacsonyaknás nagyolvasztót* és hamarosan megindul a hengermű üzeme is. Az acélmű elkészülésének befejezése ez év közepén esedékes. (R)

Steel Times, 1967. febr. 3.

*

Egy *egyiptomi* újság közlése szerint a kormányzat rövidesen államosítani fogja a *heluáni acélművet*. (R)

Steel Times, 1967. febr. 3.

*

Az utóbbi hónapokban a *svájci* Concast vállalat 17 *folyamatos acélöntőgépet* helyezett üzembe, SM-, elektro-, Kaldo- és LD-kemencékkel kombinált elrendezésben. A legnagyobb egységet a svédországi Domnarfvets Jernverk üzemnek szállították 1600×230 mm-es lapostuskók öntésére (R)

St. u. E. 1967. 5.

*

Egy *düsseldorfi* kemenceépítő vállalat hatzónás Molz-Wistra *tolókemencét* szállít a japán Yawata Vasműnek. A 150 t/óra teljesítményű kemencét 1968-ben fogják üzembe helyezni. Az új kemencetípus legfőbb jellemvonása a magas hőmérséletet álló csúsztatósínek alkalmazása. (R)

St. u. E. 1967. 5.

*

Egy *chicagói* hengermű az NSZK-ból rendelt új *lángvágó berendezést*, mely 14 m széles durvalemezt képes 20 egyenlő szélességű csíkra feldarabolni. (R)

St. u. E. 1967. 5.

*

A British Oxigen a skóciai *Motherwell*-ben egy 600 t/nap teljesítményű *oxigéngyárat* épít. A továbbiakban a telepet 1000 t/nap teljesítményre építik ki. Az oxigéngyár egy 11 km-es csővezetéken fogja kielégíteni a Colwill Ltd acélműveinek az igényeit. A levegőleválasztó oszlop magassága 27,4 m, átmérője 3,9 m. A 37 tonnás oszlopot 400 km-ről szállították a helyszínre. (H)

J. Iron and Steel Inst. 1967. 1.

*

Az English Electric egy LEO 360 és egy KDF 7 egységből álló *számológépet* szállít *Csehszlovákiának* a dinamikus gyártásirányítás megszervezésére. A berendezés az ostravai Klement Gottwald kohóműben fogja ellátni a gyártásirányítást az acélműtől kezdve a kész hengersorokig. A LEO 360 egységbe fogják betáplálni a rendeléseket. A számológép ezeket összegyűjtve kiszámítja a teljesíthető szállítási határidőket és az igényelt nyersanyagokat. Ez az egység fogja előkészíteni a műszakonkénti termelési programot olyan feltétel mellett, hogy a kohómű üzemére a leghatékonyabb legyen. Végül a LEO 360 végzi a bérelszámolást, a raktárellenőrzést, az általános számításokat stb. A KDF 7 koordinálja a termelést az előnyújtó sorokon. (H)

J. Iron and Steel Inst., 1967. 1.

Korszerű külföldi üzemek ismertetése

Az Italsider Taranto új üzeme

A *Journal of The Iron and Steel Institute* 1967. februári számában (121—141. old.) egy angol küldöttség részletes és kritikai ismertetését olvashatjuk az új olasz vaskohászati gyárról, a Taranto műről (lásd még *J. Met, 1965. okt. 1081—1120*).

Az új gyár tervezését és építését 1961-ben kezdték egy meglevő csőhegesztő üzem közelében, mellyel azután összeépítették. A gyárat úgy tervezték, hogy 6—6,5 millió t acéltermelésre legyen kiépíthető. A most működő első szakasz termelése kereken 2,5 millió t acél. Ennek teljes beruházási költsége kb. 525 millió dollár volt (csőhegesztő üzem nélkül).

A beruházások költségmegoszlását az *1. táblázat* mutatja.

1. táblázat

A beruházási költségek megoszlása	Millió dollár
Terület és rendezése (5 800 000 m²)	8,5
Alapanyag mozgatás és tárolás	30,0
Kokszolóüzem és vegyi üzemek	32,5
Érdarabosító (2 szalag)	18,5
Nagyolvasztók (2×9,1 m-es)	42,0
LD-acélmű, 2×300 t komplett	66,0
Blokksor mélykemencékkel	41,0
1700-as folytatólagos abroncssor, komplett	90,0
3550-es kvartó durvalemezsor, komplett	43,0
102 MW-os erőmű, komplett	44,0
Gyári teljes vízellátás	42,0
2 oxigénfejlesztő	15,0
Karbantartó műhelyek	7,5
Út (28 km) és vasút (91 km), mozdonyok és kocsik	17,5
Irodák, laborok, szociális épületek	8,5
Tervezés, vezetés, koordinálás	21,0

Az 527 millió dolláros összes költségből a gépi és villamos berendezések ára mintegy 100 millió dollár, azaz a teljes költség kb. 19%-a.

A gyár *saját tengeri kikötővel* rendelkezik, elsősorban az érc és a szén fogadására, illetve a hengerelt áru berakására. A legnagyobb, 57 000 t-ás ércszállító hajó kirakodása csupán 22 óra. Felkészültek 100 000 t-ás hajók fogadására is. A kikötőtől a gyárig szállítószalagot terveztek, de az anyagforgalom vasúton is biztosítható.

Az ércfajtákat keverés előtt külön átlagosítják, majd a darabosítandó elegyet is. A két, 180 m² szívófelületű Dwight-Lloyd szalag egyenként kb. 4000 t/nap önjáró darabosított ércet gyárt. A CaO/SiO_2 aránya 1,05. A mű háromszorosára bővíthető.

A tervekben *hat nagyolvasztóval* számoltak, ebből jelenleg kettő dolgozik. A medenceátmérő 9144 mm, a térfogat 1900 m³. A medencék karbon-téglával béleltek. Szükség esetén a medence-átmérő 9600 mm-re növelhető, és ekkor a jelenlegi nagyolvasztónkénti napi 2700 t-ás termelés 3500 t-ára növekedik. Mindegyik nagyolvasztóhoz *négy* nagyteljesítményű *léghevítő* tartozik, melyeket már a bővíthető termelésre terveztek. A forrószél hőmérséklete 100°C. Az adagolás szalag-rendszerű, az üzem teljesen automatizált. A tüzelőanyag jelenleg csak koksz, de a jövőben olaj, kokszgáz és oxigén befúvásával is számolnak.

Az USA-ból importált szenet jelenleg *négy*, egyenként 45 kamrás *kokszolóblokk* dolgozza fel. A nyersvasgyártáshoz szükséges koksz 94%-át (20 mm szemnagyság felett) közvetlenül adagolják, míg 6%-át (20 mm szemnagyság alatt) a darabosítómű használja fel. A jelenlegi adagolt kohóelegy átlagos Fe-tartalma 60,5—62,0%, SiO_2-tartalma 5,3—6,5%.

Az *LD-acélműben* induláskor két 300 t-ás konvertert építettek, ezek közül egy van állandó üzemben és mintegy 2,5 millió t/év acélt termel. Később egy harmadik konverterrel az acéltermelés 4 millió t/évre növekedhet. A teljes kiépítéskor a megépült acélművel azonosat építenek közvetlen folytatásában, és ekkor az acélgyártási kapacitás mintegy 7,2 millió t/év lesz. Ezt 6—6,5 millió t/év termeléssel gondolják majd terhelni.

A nyersvasat 250 t-ás *torpedó üstökben* kapják. A két *oxigéngyártó berendezés* termelése napi 650 t, azaz kb. 20 000 m³/h. Az acélmű 1964. őszén kezdett termelni és 1966 őszén már 210 000 t/hó volt a termelés. A 8—30 t-ás tuskóba öntött acél megoszlása: csillapítatlan palacknyakú 60%; félig csillapított 20%; nyitott kokillájú csillapítatlan 15%; csillapított 5%. A fúvólándzsák élettartama 120—130 adag. A 300 t-ás üst leöntése 25—35 perc (75—100 mm-es kagylóval). Az eredeti célra nem adható adagok hányada 5%.

Az 1250-es *univerzál blokksor* és az 1700-as *folytatólagos abroncssor* 1964 őszén került üzembe. A hármas csoportokat képező, nagyterű *mélykemencékből* eddig 18 épült. A felhevített tuskómennyiség kb. 187 000 t/hó. A bugákat gondosan vizsgálják és havonta mintegy 120 000 t-át kézi lángfúvatással javítanak. Az átlagosan javított felület 10—15%.

Az 1700-as abroncssor előnyújtó szakasza egy-egy vertikális és horizontális revetőrőből és négy, torlóval ellátott nyújtóállványból áll. A készsor 6 állványos. A szokásos bugahossz 9 m, a bugavastagság 200—215 mm. Az átlagos tekercssúly 18 t (10—28 t). A sort három 225 t/óra teljesítményű *tolókemence* táplálja, ezekből jelenleg kettő működik. Az eddigi legjobb teljesítmény 120 000 t/hó volt. A szokásos hengergarnitúra-program 2500 t, de ónozandó abroncs hengerlésekor az első három állványt 600 t után cserélik, és ehhez a programhoz különleges a munkahengerek domborítása is. A munkahengerek keménysége 80—85° Shore, tartósságuk kb. 4000 t/mm. Három *tekercselőt* építettek. Ezek bevezető görgőit 100 000 t után cserélik. A tekercselő dobot (tüskét) 500 000 t után cserélik és új szegmensekkel látják el. A hegersori üzemidő kb. 19%-a üzemzavar és kiesés (hengercsere 12,4%; villamos és gépészeti kiesés 1—1%). Egy hengercsiszológép teljesítménye 8 henger/műszak.

A 3550-es *kvartó lemezsor* egy kokszkemencegáz-olaj vegyestüzelésű tolókemencével dolgozik. A jelenlegi termelés kb. 20 000 t/hó, melyből kb. 1400 t-át használnak fel nagyméretű hegesztett csövek gyártására.

A spirális varratú *csőhegesztő üzemben* 300—1600 milliméter átmérőjű csöveket gyártanak, 4—12 mm vastag abroncsból. Az átlagos csőátmérő 1200 mm és a csőhossz 12 m. Ebből a gép teljesítménye 21 db/óra. A hosszvarratú csöveket 6—12 mm vastag és 12 m hosszú lemeztáblákból gyártják. Csőátmérő 450—1000 mm. Ezekből a termelés 22 cső óránként (két prés és öt hegesztőfej).

Az egész gyárra kiterjedően három IBM *számítógép* segíti a termelést és a programozást. A gyár jelenlegi teljes létszáma 4600 fő (szellemi és laborok 1000; technológiai személyzet 1500; karbantartó 1100; segédüzemek és központi TMK 1000 fő). A személyzet egy részét hazai és külföldi korszerű üzemekben és tanfolyamokon képezték ki. Ez nagyban segítette az igen gyors felfutást. A gyárban jól kiépített orvosi és mentőállomás működik. A szociális berendezések korszerűek.

Nagy Zoltán

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: Lomniczy Dezső

Kis mennyiségű titán polarográfiás meghatározása alumíniumban

Dr. SZŰCS PÁLNÉ okl. vegyészmérnök — LOVASI JÓZSEF okl. vegyészmérnök
Fémipari Kutató Intézet

DK 546.821 : 543.253 : 669.71

A jó vezetőképességű alumíniumgyártás érdekében igen fontos, hogy mind a kiinduló mind a megmunkált anyag titántartalmát a lehető legrövidebb időn belül megismerjük.

Kutatásaink folyamán olyan érzékeny polarográfiás módszert kerestünk és találtunk, mely az üzemeinkben jelenleg használt hidrogénperoxidos (fotometriás) eljárásnál érzékenyebb és pontosabb.

A fotometriás titánmeghatározások leírását nagy számban találhatjuk meg az irodalomban. Qvercetinnel [1], fenolokkal [2], aszkorbinsavval [3—5], tyronnal [6, 8], diantipyrilmetánnal [9, 10], arzenazó-III-al [11], kromotrop-savval [12—20] dolgoznak. E reagensek többsége csak szűk pH-határok között használható. Rossz szelektáló képességük következtében használhatóságuk legtöbbször korlátozott, sokszor kell elválasztanuk a titánt egyéb zavaró elemektől.

A titán meghatározásának polarográfiás módszerei közül ismeretes redukció kénsavas és sósavas közegben folyik [21, 22]. Ezekben az elektrolitokban a Ti két lépcsőt ad a következő féllépcsőpotenciálokkal:

$$E_{1/2} = -0{,}4\ V \text{ és } E_{1/2} = -0{,}95\ V.$$

A lépcső magassága igen erősen függ az oldat kénsav és sósav koncentrációjától. Ez a TiO^{2+} ion koncentrációjának csökkenésével magyarázható, amely a nagyobb töménységű savas oldatokban átalakul és $K_2[Ti(SO_4)_3]$, valamint $K_2(TiCl_6)$ keletkezik.

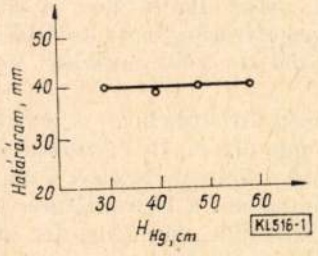
A rosszul értékelhető polarogrammok miatt analitikai célokra a savas oldatok kevésbé alkalmasak. Például 70%-os kénsavban a Ti-nak négy redukciós lépcsője jelentkezik [23]. A polarográfiában felhasználják a Ti^{4+} komplexképző tulajdonságát organikus reagensekkel. A redukció ilyen oldatokban a lépcsőkialakulás szempontjából előnyösebben végbemegy a higanycsepp elektródon. A Ti^{4+} komplex, amelyet tartaráttal, citráttal [24], rodaniddal [25], oxaláttal [26], trilon B-vel [27] kapunk, jól meghatározott lépcsőt ad és ez jellemző a $Ti^{4+} + e \rightleftarrows Ti^{3+}$ reverzibilis folyamatra.

Tartarátos elektrolitban a Ti meghatározható Al, Zr, Th, Nb, Ta, alkáli és alkáliföldfémek jelenlétében, ha előzetesen a vasat, rezet, krómot, higanykatódon elektrolitosan leválasztjuk [28]. Nátriumtartarát lúgos oldatában a Ti^{4+} redukciós feszültsége nem állandó, ezért ez az elektrolit nem alkalmas a Ti meghatározására. Az utóbbi időben megjelent munkák szerint a titánt foszforsavas, oxálsavas és aszkorbinsavas elektrolitban határozták meg [29, 34]. Ezek az elektrolitok igen alkalmasak a titán meghatározására W, Ta, Nb, Fe, Cd, Co, Ni, jelenlétében is.

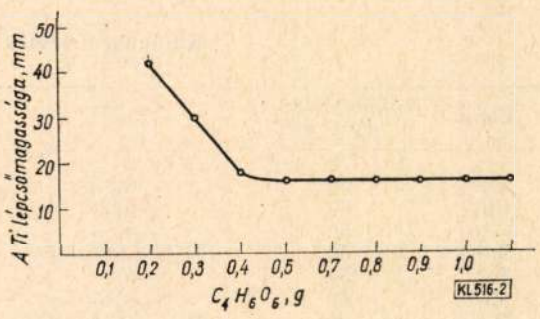
Blazek és *Koryta* [35, 36] oxálsav és hidroxilamin tartalmú elektrolitokban tanulmányozták a Ti viselkedését. Megállapították, hogy a Ti^{4+} oxalát komplexének (hidroxilamin jelenlétében) redukciós lépcső magassága egy ideig arányosan növekszik a hidroxilamin koncentrációjával. A kialakult lépcső a hidroxilamin hatásának eredményeként jön létre. Mi a Ti komplexet borkősavval hoztuk létre. A Ti^{4+} redukciójához 10 ml össztérfogatú alábbi elektrolitot használtunk:

0,5 M HCl + 0,2 g $C_4H_6O_6$ + 0,5 g $NH_2OH \cdot HCl$

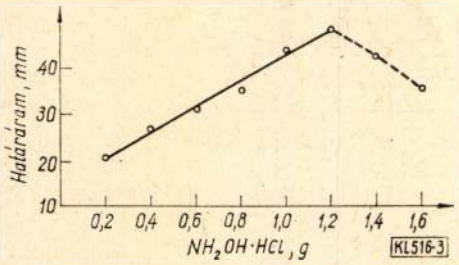
PO-4-es polarográffal mértünk 10 ml-es elektrolizáló cellában, telített kalomel anóddal, melyet agar-agar-sóhid kötött össze a cellával. A féllépcsőpotenciálokat e telített kalomel elektródhoz viszonyítottuk. A 0,5 M HCl + borkősav + hidroxilamin elektrolitban a Ti^{4+} jól érzékelhetően mutatkozik, $E_{1/2} = -0{,}60\ V$ féllépcsőpotenciállal. A redukciós lépcső magassága és a titán polarográfiás viselkedésének további tanulmányozása a folyamat katalitikus természetét bizonyította. A titán határáramának nagysága nem függ a higanyoszlop magasságától *(1. ábra)*. Ez arra mutat, hogy a kapott áramot a diffúzió mellett kémiai reakció is befolyásolja.



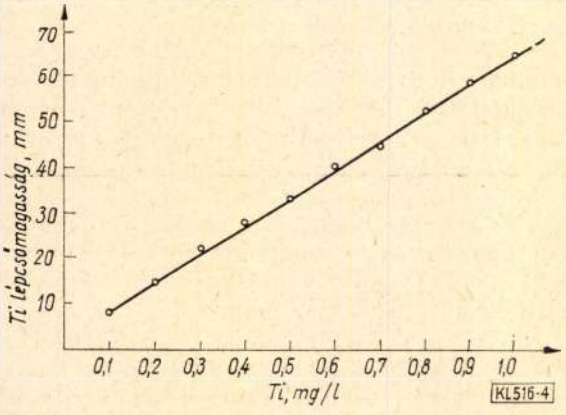
1. ábra. A Ti határáramának függése a higanyoszlop magasságától



2. ábra. A Ti határáramának függése a borkősav koncentrációjától



3. ábra. A Ti határáramának függése a hidroxilamin koncentrációjától



4. ábra. A Ti határáramának függése a Ti koncentrációjától

Az előbbiekben ismertetett optimális elektrolitunk összetétel létrejöttét megelőzte a borkősav és hidroxilamin legkedvezőbb arányának megállapítása. E célból felvettük az 5 μg titánt tartalmazó oldat (10 ml elektrolit) polarogramját a borkősav koncentrációjának függvényében.

Amint a *2. ábrából* látható, a titán lépcsőmagassága 0,2 g borkősav jelenlétében a legnagyobb. Több borkősav hatására a lépcsőmagasság jelentősen csökken, majd állandó lesz. A titán félléпcsőpotenciálja negatív irányban eltolódik ($E^{1/2} = -0{,}74$ *V*), ha 0,2 g-nál kevesebb borkősav van az elektrolitban.

A *3. ábrán* látható, hogy a hidroxilamin koncentrációja igen erősen befolyásolja a titán határáramának nagyságát, mely eléri a maximumot akkor, ha az oldatban a hidroxilamin koncentrációját 1,2 g-ig növeljük, majd hirtelen csökken.

Ebből következik, hogy a titán katalitikus árama a Ti^{4+} és hidroxilamin redukciójának eredményeként keletkezik.

A titánkoncentráció és határáram nagysága közötti egyenes arányt a *4. ábra* érzékelteti. Ez az összefüggés 0,5—100 μg titán tartalom (10 ml oldatban) között érvényes.

Tanulmányoztuk hidroxilamin jelenlétében a Ti^{3+} polarográfiás viselkedését is. A Ti^{3+} tartalmú oldatot, Ti^{4+} redukciójával állítottuk elő. Savas közegben kadmiummal redukáltunk. Így a titán csak Ti^{3+}-ig redukálódik.

Megállapítottuk, hogy borkősav + hidroxilamin elektrolitban jelentkező katalitikus áram nagysága ugyanakkorának adódik akkor is, ha a titán csak Ti^{3+} alakban van jelen, mint amekkorát a Ti^{4+} tartalmú oldatból kapunk. Ez szintén bizonyította az egy elektronos változási folyamatról alkotott eddigi elképzelésünket

$$Ti^{4+} + e \rightleftarrows Ti^{3+}$$

Az ismeretett elektrolitunkat felhasználtuk az alumíniumban található titán meghatározására *(5. ábra)*. Kísérletileg kimutattuk, hogy 0,25 g/10 ml alumínium a titán meghatározhatóságát még nem zavarja. Az oldat sósavkoncentrációjának nem szabad nagyobbnak lennie, mint 0,5 M. Pl. 0,6 M HCl-es oldatban a titánlépcsőt a polarogram ellaposodása miatt nem tudjuk kellő pontossággal kimérni. A módszert addiciós eljárással ellenőriztük. A titán ismert mennyiségét 0,25 g alumíniumhoz mértük. Az eredményeket az *1. táblázat* tartalmazza. A mérések adatai 10 ml elektrolitra vonatkoznak.

Mérési eredmények

1. táblázat

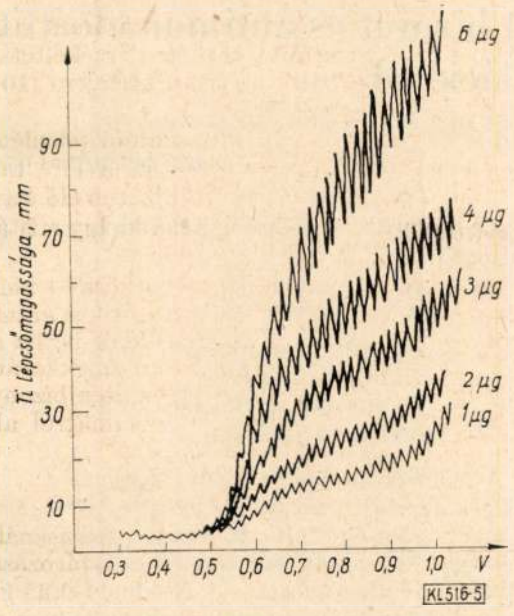
Bemért Ti μg/10 ml	Kapott Ti μg/10 ml	Eltérés, μg
1	1,03	+0,03
1	1,05	+0,05
1	1,08	+0,08
5	4,82	—0,18
5	4,90	—0,10

A következőkben (alumínium-huzalanyagok vizsgálatán túlmenően) néhány „Hegal" minőségű Al-ban is meghatároztuk a titánt. Ugyanezen összehasonlítás céljából fotometrikusan is analizáltunk (hidrogénperoxiddal). A fényelnyelés mértékét Pulfrich fotométerrel állapítottuk meg. A kapott eredmények ±5%-os eltérést mutattak. Tisztáztuk még az ismertetett elektrolitban néhány fémes ion befolyását a titán meghatározására. Ezeket a *2. táblázatban* mutatjuk be. A vizsgálathoz azon

Különböző elemek befolyása a Ti meghatározására

2. táblázat

Elem	Mennyiség, μg/10 ml	$E_{1/2}$	Ti, μg	Megjegyzés
Pb^{2+}	50	—0,35	1	Nem érzékeny, nem zavar
Cu^{2+}	50	—0,23	1	Nem zavar, nem érzékeny
Cd^{2+}	50	—0,65	1	1 g Al-ban 12,5 μg-ig nem zavar
Sn^{2+}	50	Nem ad lépcsőt	1	A meghatározást nem zavarja
In^{3+}	50	—0,6		10 μ-ig nem zavar
Mo^{5+}	50	—0,35	1	Nem zavar, de maximumot képez
Ga^{3+}	50	Nem ad lépcsőt	1	Nem zavar
V^{5+}	50	—0,6	1	Nem érzékeny
Fe^{3+}	50	Nem ad lépcsőt	1	



5. ábra. A vizsgált elektrolitban kapott Ti lépcsők különböző Ti koncentrációk mellett, 0,25 g Al jelenlétében. Elektrolit tf = 10 ml. Érz. 2 µA/25 cm skálahossz

alkotókat választottuk ki, melyek a Ti kísérőjeként a kohóalumíniumban általában szintén jelen vannak.

A táblázat alapján jellemzően látható, hogy a vizsgált kilenc alkotó 50 µg/10 ml-es koncentrációban a titán meghatározását még nem zavarja, tehát az eljárás biztonságosan használható az alumínium titántartalmának megállapítására.

Analitikai előírás

A várható titántartalomtól függően bemérünk 1 g alumíniumforgácsot és 1:1 hígítású HCl-ben néhány csepp 3%-os hidrogénperoxid jelenlétében feloldjuk. Az oldatot gyenge melegítéssel a fölösleges sósav eltávolítása érdekében sókiválásig bepároljuk, majd 0,5 M-os HCl-el felvesszük és 50 ml-es mérőlombikba töltjük és 0,5 M-HCl-el felvesszük és 50 ml-es mérőlombikba töltjük és 0,5 M-HCl-el a jelig kiegészítjük. Polarografáláshoz elektrolizálócellába mérjük a szükséges mennyiséget (5—10 ml), 0,2 g borkősav és 0,5 g $NH_2OH \cdot HCl$ adagolás után az oxigén kitűzése céljából kb. 3 percen keresztül nitrogént, vagy argont bocsátunk keresztül az elektroliton, majd —0,4 V-ról kiindulva 0,2 µA (teljesskála 25 cm) érzékenységgel polarografálunk. A polarogrammot a szokásos addiciós eljárással értékeljük ki.

Összefoglalás

Tanulmányoztuk a Ti^{4+} redukcióját borkősavas oldatban, hidroxilamin jelenlétében. Ennek alapján érzékeny polarográfiás módszert dolgoztunk ki, mellyel $4 \cdot 10^{-4}$% nagyságrendben határozhatjuk meg az alumíniumban levő titántartalmat.

IRODALOM

[1] *Golovina—Alimarin—Sztepanov:* Naucsn. dokl. vüszsely, skolu. Himija i him. technolog., N. 2. 285 (1958).
[2] *Snajderman:* Zs. Ukr. Him., 23, 92 (1957).
[3] *Hanes—Botz:* Analyt. chem. 24, 947 (1952).
[4] *Melentyev—Ponomarev:* Referati dokl. po redkim elementam, 5, (1959).
[5] *Hanes—Boltz:* Zs. anal. chem. 139, 4 (1953).
[6] *Okac—Sammer:* Chem. Listy, 50, 170, 172 a (1956).
[7] *Joc—Amstrong:* Analyt. Chem. 19, 100 (1947).
[8] *Minin:* Ucsebn. zapiszki permszk. un-ta, T. 9, vin. 4., 177 (1955).
[9] *Nichols:* Analyst. 85, 452 (1960).
[10] *Zincsenko—Rudina:* Zav. lab. 27, 956 (1961).
[11] *Nyikitina:* Zs. anal. him, 14, 431 (1959).
[12] *Snajdeman:* Zs. Ukr. Him. 19, 429 (1953).
[13] *Kladnickaja:* Zav. lab. 26, 430 1960.
[14] *Babko—Popova:* Zs. nyeorgan, him. 2, 1938 (1957).
[15] *Sommer:* Coll. Csech. Chem. Commun 22, 433 (1957).
[16] *Snajderman:* Tr. po analit, him. ANSzSzSzN., T. 11, 275 (1960).
[17] *Okac—Sammer:* Chem. listy, 50, 1746 (1956).
[18] *Okac—Sammer:* Chem. listy, 50, 1711 (1956).
[19] *Mathur—Dey:* L. Analyt. Chem., 154, 347 (1957).
[20] *Sammer:* Chem. listy, 52, 1485 (1958).
[21] *Eszin:* Acta physika chim., SzSzSzR, 13, 429 (1940).
[22] *Kanyevszkij:* Disszertacija, VIMSZ (1945).
[23] *Krilov—Kolevatova—Szamarina:* D. AHSzSzSzR, 98, 593 (1954).
[24] *Strubl:* Coll. Csech. chem. comm. 10, 475 (1938).
[25] *Kalousek:* Coll. Csech. chem. comm., 11 592 (1939).
[26] *Adams:* Analyt. chem. 20, 891 (1948).
[27] *Szinyjakova:* Zs. ana. him. 8, 333 (1953).
[28] *Graham—Maxwell:* Anal. chem., 23, 1123 (1951).
[29] *Kurbatov—Szkorinyina:* Zs. anal. chim., 17, N6 711—717 (1962).
[30] *Kowahato Macao:* Japan analyst, 11, H3 312—321 (1962).
[31] *Kurbatov:* „Teorija i praktika polyarografie-seszkogo analisa", Kisenev, 248—252 (1962).
[32] *Szarvas—Máczay—Gergely:* Magyar Kémiai Folyóirat 65. 69 (1959).
[33] *Szarvas—Gergely:* Magyar Kémiai Folyóirat 66, 61 (1960).
[34] *Fukui Szaburo:* Arito Tokumicy Japan analyst, 11 N3 295—298 (1962).
[35] *Koryta:* Chem. listy, 47, 26 (1953).
[36] *Balzsek—Koryta:* Coll. csech. chem. comm. 18, 326 (1953).

Nagytisztaságú (99,999—99,9999%-os) bizmut és antimon előállítása vákuumdesztillációval

Dr. POZSGAY VILMOS okl. vegyészmérnök — Ifj. HUSZÁR LÁSZLÓ okl. vegyészmérnök
Fémipari Kutató Intézet

DK 669.76'75 : 66.048.5

Bevezetés

A nagytisztaságú fémek előállításával kapcsolatos kutatások nemcsak olyan tudományág, mint a szilárd testek fizikája, hanem a modern technika számos területén is (félvezető és híradástechnika, elektronika, rakétatechnika, termoelektromos hűtéstechnika) fontos jelentőségűek. Ennek megfelelően a tudománynak és a technikának ma már kialakult egy meglehetősen speciális, a nagytisztaságú fémek, félvezető anyagok és vegyületek előállításával és vizsgálatával foglalkozó szakterülete.

A fémek közül a nagytisztaságú bizmut és főleg az antimon felhasználása a technika különböző területein egyre nő. Az antimon a félvezetőtechnikában elsősorban mint adalék (germániumhoz, vagy szilíciumhoz) használatos. Felhasználják az A^{III}, B^{V} típusú elemek közti intermetallikus vegyületek (InSb, GaSb, AlSb) előállítására, mely vegyületek elektromos tulajdonságai megközelítik a Ge és Si elektromos tulajdonságait [1—6]. Felhasználják továbbá fotóelektromos berendezésekben (pl. Az Sb—Cs fotókatódok, vagyis a különleges vákuumtechnikával előállított Cs_3Sb-rétegű fotókatódok), és vékony ellenállásrétegek képzésére. Ez utóbbiak vagy tiszta antimonból, vagy annak vegyületeiből (pl. Sb_2S_3) állnak [7]. A nagytisztaságú antimonnak és bizmutnak — már jelenleg is — egyik legnagyobb felhasználási területe a Peltier-effektusos anyagok (pl. Sb_2Te_3, Bi_2Te_3) előállításán keresztül a termoelektromos hűtéstechnika [8—12].

A Fémipari Kutató Intézetben nagytisztaságú antimon és bizmut előállításának problémáival a termoelektromos hűtés alapanyagainak kutatása keretén belül foglalkozunk.

Különböző eljárások rövid jellemzése és értékelése

Általában 98,0—99,9%-os tisztaságú kohófémből (esetleg valamely vegyületéből) kiindulva nagytisztaságú bizmut előállítására a szakirodalomban többféle eljárást ajánlanak. Ilyenek a vákuumdesztilláció, zónás olvasztás, továbbá különböző kémiai tisztító eljárások, illetve ezek kombinációi [13—22].

Ugyanez vonatkozik a nagytisztaságú antimon előállítására is. Hozzátéve még azt, hogy erről a munkaterületről sok egymástól erősen különböző, általában többlépcsős kémiai tisztító eljárás, illetve módszer ismeretes [23—36].

A zónás olvasztást fémek tisztítására sokszor eredményesen használják [8, 37].

Az eljárás a tisztítandó fém szennyezőinek a folyékony, illetve szilárd fázisban mutatkozó különböző mértékű oldékonyságán alapszik. A tisztítás hatékonysága a kétféle oldékonyság arányával, az elméleti megoszlási hányadossal (K_0) jellemezhető:

$$K_0 = \frac{C_s}{C_1} \qquad (1)$$

C_s — egy adott szennyező koncentrációja a szilárd fázisban;
C_1 — ugyanazon szennyező koncentrációja a folyékony fázisban.

A zónázáskor (általában vákuumban, vagy semleges atmoszférában) egy, esetleg több meghatározott szélességű olvadt zónát, meghatározott sebességgel folyamatosan mozgatnak el egy — a tisztítandó fémből öntött — szilárd rúd egyik végétől a másikig. Azok a szennyezők, amelyek megoszlási hányadosa (a két fázis között) $K_0 < 1$, a zónázott rúd vége felé (az olvadt zóna haladásával azonos irányban) mozdulnak el, illetve koncentrálódnak. Ilyen szennyező a bizmutban pl. az Ag, Pb, [17, 18, 38] az antimonban pl. az Ag, Fe [20].

Azok a szennyezők, melyekre nézve $K_0 \simeq 1$, zónázással nem, vagy csak nagyon nehezen távolíthatók el. Ilyen szennyező az antimonban pl. az As, Bi [31, 38], a bizmutban a Co [20]. Azok a szennyezők pedig, melyekre vonatkozóan $K_0 > 1$, a zónázott rúd elejére (Az olvadt zóna mozgásával ellenkező irányban) koncentrálódnak. Ilyen szennyező a bizmutban pl. a Fe, Sb [19]. A megoszlási hányados tehát egyben megszabja az eljárás eredményes alkalmazhatóságának korlátait is.

A zónás olvasztás — bár magasabb olvadáspontú fémekhez viszonylag drága berendezés (nagyfrekvenciás generátor, megfelelő automatika) szükséges — előnye, hogy a folyamat optimális paramétereinek (az olvadt zóna szélessége, haladási sebessége, az áthúzások száma) meghatározása után kevés a munkaerő szükséglet, üzemeltetése kényelmes, az elszennyeződési veszély kicsi. Hátránya, hogy gazdaságosan csak eleve viszonylag tiszta fémek továbbtisztítására alkalmazható és viszonylag időigényes.

A különböző kémiai eljárások — amint ezt már az előzőekben említettük — általában soklépcsős műveletek. Példaként — antimonra vonatkoztatva — egy ilyen kémiai tisztító eljárás fázisai, $SbCl_5$-től kiindulva a következők [25]:

1. $SbCl_5$-től $SbCl_3$ előállítása redukcióval;
2. $SbCl_3$ tisztítása desztillációval;
3. $SbCl_3$ visszaalakítása $SbCl_5$-é;
4. $SbCl_5$-től $HSbCl_6$ előállítása;
5. $HSbC_6$ tisztítása átkristályosítással;
6. $HSbCl_6$-ből Sb_2O_5 előállítása;
7. Sb_2O_5-től Sb_2O_4 előállítása;
8. Sb_2O_4 redukálása fémantimonná.

A technológiai fázisok mindegyike valamely szennyező, vagy szennyezők eltávolítását célozza. Az ilyen és hasonló eljárások hátránya a techno-

lógiai fázisok felsorolásából következik. Jelentős apparatura-igény, nagytisztaságú vegyszer és segédanyag szükséglet mellett nagy az elszennyeződési veszély.

A fémek elválasztására, illetve tisztítására szolgáló eljárások az elválasztandó komponensek, vagy vegyületeik fizikai, kémiai és fizikai-kémiai tulajdonságainak különbözőségén alapulnak.

A fémek desztillációja, (vákuumban, esetleg semleges atmoszférában) mint tisztítási eljárás, gőznyomásuk és párolgási sebességük különbözőségén alapul. A desztillációt sokszor eredményesen használják.

Gőznyomásukat tekintve a fémek, nagyjából négy csoportba sorolhatók [32]:

I. Könnyen illók: Hg, Rb, Cs, K, Na, Cd, Zn, Mg;

II. Közepes illékonyságúak: Sr, Li, Ca, Ba, Sb, Pb, Bi;

III. Alacsony illékonyságúak: Sn, Mn, Cr, Ag, Be, Cu, Au, Fe, Ni, Si;

IV. Nagyon alacsony illékonyságúak: Pt, Mo, Ta, W.

Ha tehát a tisztítandó fémet meghatározott nyomáson és hőmérsékleten tartjuk, akkor mind az alapfém, mind a különböző szennyezői különböző intenzitással párolognak. Ennek következtében különböző lesz a koncentrációjuk a folyékony és a gázfázisban.

A gőznyomás szerinti csoportosítás alapján elvileg legkönnyebben elválaszthatók az *I.* és *III.*, vagy *I.* és *IV.* csoport fémei, nehezebben a *II.* és *III.*, vagy *I. II. III. IV.* csoport és legnehezebben az ugyanazon csoportba tartozó fémek.

Az egyes komponensek párolgásának intenzitását befolyásoló tényezők közül legfontosabbak az atomsúly, az adott elem (vagy vegyület) molekuláinak felépítése, a párolgáshő (szublimációs hő), a koncentráció, továbbá az, hogy alkot-e vegyületet az alapkomponenssel (fémmel), fagy csak oldatban van-e benne. A folyamat legfontosabb paraméterei a nyomás, a hőmérséklet, a párolgó felület nagysága és az atmoszféra fajtája.

A gázok kinetikus elméletéből következik, hogy egységnyi idő alatt, egységnyi felületről elpárolgott fém mennyiségét az alábbi képlet fejezi ki:

$$m = p\sqrt{\frac{M}{2\pi RT}} \qquad (2)$$

ahol m — az elpárolgott fém mennyisége ($g/cm^2 \cdot s$);
p — a fém gőznyomása (dyn/cm^2);
M — atomsúly, esetleg molekula súly (g);
R — gázállandó (erg/K°);
T — hőmérséklet (K°).

A számértékek behelyettesítése és a dyn/cm^2-ben kifejezett nyomást Torr-ban kifejezve a képlet így módosul:

$$m = 5{,}833 \cdot 10^{-2} p\sqrt{\frac{M}{T}} \qquad (3)$$

A desztilláció során intenzív párolgásnál figyelembe kell venni azokat a fématomokat, amelyek az előbb elpárolgott atomokhoz ütközve visszatérnek a párolgási felületre és rekondenzálódnak. Ennek a fémnek a mennyisége:

$$m' = 5{,}833 \cdot 10^{-2} p'\sqrt{\frac{M}{T}} \qquad (4)$$

ahol m' — a rekondenzálódó fém mennyisége ($g/cm^2 \cdot s$);
q' — a párolgási felülethez közel eső fémgőz tenziója.

Így a fém párolgása:

$$m_{eff} = m - m' = 5{,}833 \cdot 10^{-2}(p - p')\sqrt{\frac{M}{T}} \qquad (5)$$

Ezt a képletet gyakran így írjuk fel:

$$m_{eff} = \alpha 5{,}833 \cdot 10^{-2} p\sqrt{\frac{M}{T}} \qquad (6)$$

Összehasonlítva az (5) képlettel:

$$\alpha = 1 - \frac{p'}{p} \qquad (7)$$

ahol α — az ún. párolgási koefficiens (nevezik néha kondenzációs vagy Langmuir koefficiensnek) kifejezi az elpárolgott majd kondenzált és az ütköző (rekondenzát) részecskék mennyiségének arányát. Értéke függ a desztillálandó alapfém összetételétől, a szabad párolgási felület tisztaságától és a gőz, illetve a kondenzálódó fázis összetételének különbözőségétől. Maximális értéke: $\alpha \approx 1$.

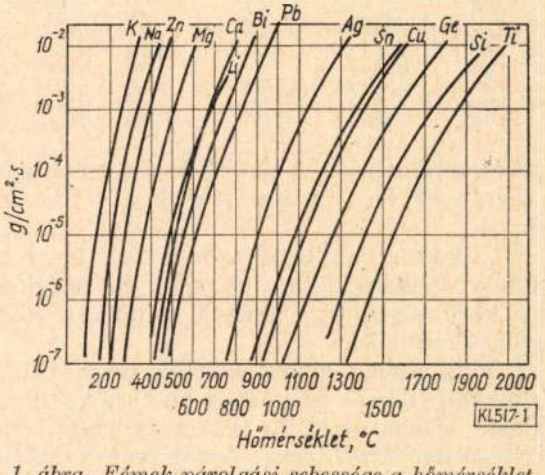
Egyes irodalmi adatok [4] szerint fémekre általában $\alpha \approx 1$, más adatok [26] szerint pedig széles határok között változik. Mindenesetre ha $\alpha \approx 1$ ez azt jelenti, hogy $p' \ll p$ és hogy $m_{eff} \approx m$, tehát gyakorlatilag a (3) képlet használható.

A fentiekkel kapcsolatosan egy anyag gőznyomásának kísérleti meghatározására a vákuumban mért párolgási sebességből kiindulva *Knudsen* és *Langmuir* módszere használható [39].

Mindkét esetben a p — nyomás a

$$p\,(760\ \text{torr}) = \frac{m}{tA}\sqrt{\frac{2\pi RT}{M}} = 0{,}02256\,\frac{m}{tA}\sqrt{\frac{T}{M}} \qquad (8)$$

képletből számolható. A képletben m (g) annak az M-molsúlyú gőznek a súlya, amely A (cm^2) felületről t (s) idő alatt elgőzölög.



1. ábra. Fémek párolgási sebessége a hőmérséklet függvényében [32]

Néhány fém párolgási sebességét a hőmérséklet függvényében az *1. ábra* szemlélteti.

A vákuumdesztilláció paramétereinek pontos kiszámítása jelentős nehézségekbe ütközik. A számításokhoz elméleti következtetések alapján levezetett képletekben több olyan — a desztillációt kisebb-nagyobb mértékben befolyásoló — tényező szerepel, melyeknek pontos meghatározása rendkívül körülményes és nehéz. Előfordul, hogy egyes paraméterek több más paraméternek is függvényei [39]. Ezért csak közelítő számításokra alkalmasak és a folyamat legfontosabb paramétereit — adott anyagra és körülményekre vonatkoztatva — kisebb-nagyobb hibahatárokon belül kísérletekkel határozzák meg.

Fémek vákuumdesztillációs tisztításának, tehát az alapfém és a szennyezők párolgása intenzitásának a különbözősége és emellett a — körülményektől függően — többé-kevésbé szelektív kondenzáció az alapvető jellemzője. Fizikai és termodinamikai szempontból a kondenzáció a párolgással ellentétes folyamat. Az elpárolgó fémgőzök kondenzálódhatnak folyékony, szilárd, vagy mindkét fázisban. A kondenzációra nagy hatással van a desztillációs és a kondenzációs térben uralkodó gőznyomás. Ilyen irányú jellemzés céljából az *1. táblázatban* felsoroltuk néhány fém olvadáspontját, az olvadásponthoz tartozó gőz nyomását, a vákuumdesztillációhoz javasolt (optimális) párologtatási, illetve kondenzálási hőmérsékletet és a kondenzátum karakterét [32].

1. táblázat

Néhány fém desztillálási körülményei és a kondenzátum jellemzése [32]

Fém	Op °C	Gőznyomás az op-nál Hgmm	Javasolt desztillálási hőmérséklet °C	Kondenzálási hőmérs. °C	Kondenzátum karaktere
Li	179	$1{,}26\cdot10^{-10}$	600—700	450	folyékony
Na	97,9	$1{,}11\cdot10^{-7}$	300—350	200	folyékony
K	63,7	$8{,}22\cdot10^{-7}$	200—250	150	folyékony
Cs	28,5	$1{,}94\cdot10^{-6}$	150—200	50	folyékony
Be	1286	$3{,}24\cdot10^{-2}$	1350	1000	szilárd
Mg	651	2,8	600—650	500	szilárd
Ca	851	1,97	850—900	600	szilárd
Sr	770	1,91	950—1000	—	szilárd
Ba	710	0,76	900—950	—	szilárd
Zn	419,5	0,15	460	300	szil. és foly.
Cd	320,9	0,115	450	280	szil. és foly.
Ga	29,75	$7{,}21\cdot10^{-38}$	1100—1150	900	folyékony
In	156,6	$1{,}1\cdot10^{-19}$	1000	850	folyékony
AS	814	35 atm	350	250	szilárd
Sb	630,5	$1{,}93\cdot10^{-1}$	750	500	szil. és foly.
Bi	271,3	$4{,}8\cdot10^{-6}$	900	450	folyékony
Se	217	$5{,}39\cdot10^{-3}$	400	200	szilárd
Te	449,5	0,18	600—700	450	szil. és foly.
Cr	1875	7,7	1400	1200	szilárd
Mn	1244	0,938	1250	1000	szilárd
Fe	1535	$5{,}46\cdot10^{-2}$	1580	1300	szilárd
Co	1493	1,36	1520	1400	szilárd
Ni	1452	1,84	1480	1400	szilárd

A desztilláció energiamérlege a termodinamikai törvények és összefüggések alapján kiszámítható.

A vákuumdesztilláció azon kívül, hogy alacsonyabb hőmérsékleten nagyobb termelékenységű, a közönséges desztillációval szemben az alábbi előnyöket mutatja:

1. Vákuumban kiküszöbölődik, vagy jelentősen csökken a fémek és a gázok közti kölcsönhatás (oxidáció, gázelnyelés). Ez különösen nagy kémiai aktivitású fémeknél fontos. A vákuum desztilláció elősegíti a gáztalanítást.

2. A vákuumdesztilláció alacsonyabb hőmérsékleten növeli a különböző fémek elválaszthatóságát. Csökken a desztillálandó fém és a berendezés szerkezeti anyaga közti kölcsönhatás, ami viszont elősegíti a jobb tisztulást.

3. Lehetőség nyílik olyan fém tiszta állapotban való előállítására, amely közönséges desztillációkor a szennyezővel azeotrop elegyet képez és ezért nem választható el.

4. Javulnak a munkakörülmények, ami különösen mérgező anyagokkal való munkánál fontos.

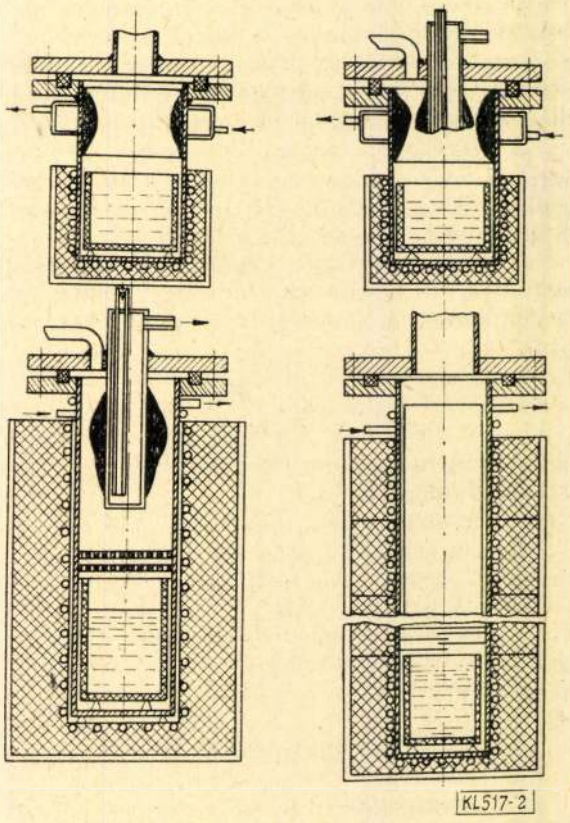
5. Csökkennek a fém desztillálására fordított energetikai költségek (viszonylag alacsony hőmérséklet, hőveszteségek csökkenése).

A fenti megállapítások meghatározott hőfok- és nyomáshatárok között desztillációval tisztítható fémekre vonatkoznak. Ezek a fémek technikailag viszonylag könnyen megvalósítható vákuumban (10^{-2}—10^{-4} Torr) és nem túl magas (1000—1200°C) hőmérsékleten elfogadható intenzitással párolognak.

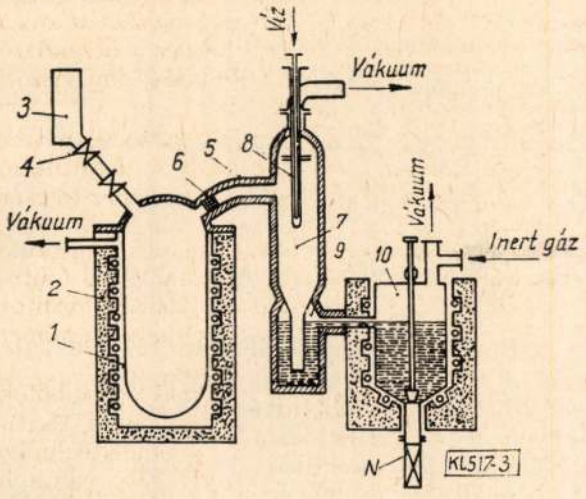
Az antimon és a bizmut gőznyomásukat tekintve a közepesen illékony fémek közé tartoznak. Tisztításukra tehát a vákuumdesztilláció (esetleg más eljárással kombinálva) eredményesen alkalmazható. Hátránya az eljárásnak, hogy viszonylag drágább berendezést igényel.

Berendezések fémek vákuumdesztillációjához

Fémek tisztítására vákuumdesztillációval az irodalomban (főleg szabadalmakban) a legegyszerűbb laboratóriumi készülékektől kezdve többféle konstrukciós és ezen belül automatizációs megol-



2. ábra. Különböző kivitelezésű szakaszos desztilláló berendezések [32]



3. ábra. Félfolyamatos magnézium desztilláló berendezés [40].

1 — retorta; 2 — ellenállásfűtésű kemence; 3 — előadagoló kamra; 4 — hermetikus elzáró; 5 — hőszigeteléses cső; 6 — grafit szűrő; 7 — kondenzátor; 8 — vízhűtés; 9 — elszedő; 10 — adagoló; 11 — kristályosító

dást javasolnak. Néhány ilyen berendezés vázlatos rajza látható a *2.* és *3. ábrán.*

Mint ahogy a vákuumdeszilláció alaptörvényeiből következik, egy ilyen berendezés lényegében az elpárologtató részből (tégely) és a hozzátartozó hevítő elemből, a kondenzátorból és a hozzátartozó hevítő vagy hűtőelemből, a desztillációs kamrából (retorta) és a vákuum létesítésére szolgáló szivattyú, szivattyú-rendszerből áll. Folyamatosan működésben tartható berendezésekhez még pl. feltöltő és ürítő rendszer szükséges. A különböző kivitelezési módok főleg az elpárologtató és a kondenzátor fűtési, illetve hűtési megoldásaira vonatkoznak. (Adott fémre vonatkozóan a desztillációs tér hőelosztásának kialakítása.)

A desztillációs tér legtöbbször henger alakú. Desztilláció során az alapfémnél nehezebben illó szennyezők a maradékban, a könnyebben illók pedig a kondenzátumban dúsulnak.

A kondenzáló zóna hőmérsékleteloszlásától függ, hogy az alapfémnél könnyebben illó szennyezők koncentrációjának megoszlása a kondenzátumban mekkora lesz. Magasabb hőmérsékletű részben a szennyezők kisebb, az alacsenyabb hőmérsékletű részben nagyobb része kondenzálódik. A javasolt desztilláló berendezések konstrukciója általábanolyan, hogy a kondenzátum nem választható szét az alapfémnél könnyebben illó szennyezőkben szegényebb, illetve dúsabb frakciókra.

Azon szerkezeti anyagok kiválasztásakor, amelyekkel a desztilláció közben a folyékony vagy gőzállapotú fém érintkezik vagy érintkezhet, figyelembe kell venni a desztillálandó fémnek és szennyezőinek fizikai és kémiai tulajdonságait. Ezeknek az anyagoknak meg kell felelni az alábbi követelményeknek:

1. Kémiai stabilitás a folyékony és párolgó fémmel szemben,

2. A desztilláció körülményei között ne párologjon,

3. A desztilláció hőmérsékletén ne törjön,

4. Bírja a hőingadozást,

5. Egyszerűen elkészíthető és ne legyen drága.

Ezek az anyagok *a)* magas olvadáspontú fémek és ötvözetek; *b)* hőálló fémoxidok; *c)* magas olvadáspontú és hőálló fémvegyületek; *d)* szén és grafit.

Ilyen anyagok és felhasználási területük van összegyűjtve a *2. táblázatban.*

2. táblázat

Fémek desztillációjához használható szerkezeti anyagok [32]

Szerkezeti anyag	Felhasználási terület
Vas	Cd, Mg, Pb, Zn, Ca, Ba, Sr, Rb, Cs
Alacsony széntartalmú acél	Mg, Na, Li, K, Se, Sb, Sn
Rozsdamentes acélok (Cr—Ni)	Mg, Na, Li, K, Ca, Ba, Sr
Tantál (molibdén)	Az összes ritkafém, Cr
Al_2O_3 (MgO)	Cd, Zn, Sn, Sb, As, Cu, Co, Fe, Ni, Mn, Se, Te, Ge, Ga, Pb, Tl, Ca, Bi, In, Ag
Kvarc	Te, Se, Sb, Bi, As, In, Ga, Tl, Zn, Cd, Sn, Rb, Cs
BeO, ThO_2	Be, Fe, Ni, Co, Mn, Ag, Au, Si, Va, Pt
Pirex, magas olvadáspontú üveg	Hg, Rb, Cs, K, Na, Li, As, Te
Grafit	Zn, Cd, Sn, Ag, Au, Ge, Mg, Sr, Ag, Al

Könnyen illó fémekre, és ha a cél nem különösebben tiszta termék előállítása, folyamatos desztilláló berendezés kialakítása nem ütközik különösebb nehézségekbe. Nagytisztaságú fémek előállítására azonban általában szakaszos desztilláló berendezéseket használnak. Ennek elsőrendű oka a lényegesen egyszerűbb konstrukció. Megjegyezzük még azt, hogy több nagytisztaságú fémet vákuumdesztillációs úton jelenleg még csak kg-os mennyiségekben állítanak elő, laboratóriumi vagy félüzemi viszonyok között. E tényből világos, hogy miért ritka még a bonyolult, folyamatos működésű berendezés. A folyamatos desztilláció megvalósításának nehézségei nagymértékben a nagy tisztaságra való törekvésből fakadnak. Mindezek mellett a nagytisztaságú fémekben növekedő szükséglet magával hozza a folyamatos desztilláló berendezések kialakításának szükségességét.

Kísérleti desztilláló berendezés

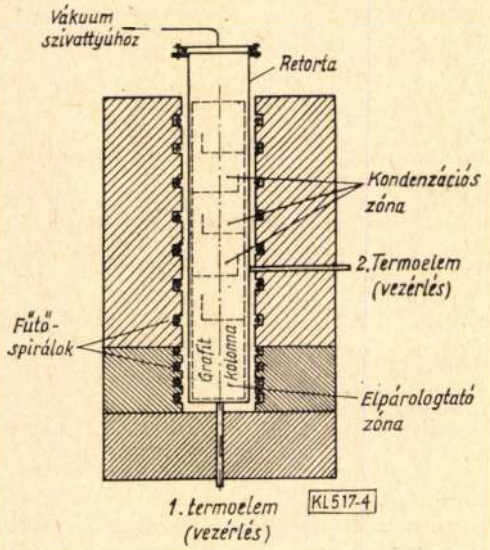
Antimon és bizmut vákuumdesztillációs tisztítására általunk kialakított kisérleti berendezés áll: *a)* egy vertikális, hengeres hőterü, külön-külön szabályozható — az elpárologtató és a kondenzáló zónát hőmérsékleti szempontból kialakító — két fűtőzónás kemencéből; *b)* a kemence fűtőterébe beleillő hengeres retortából; *c)* nagytisztaságú grafitból készült hengeralakú kolonnából. Vázlatos rajza a *4. ábrán* látható.

A berendezéshez tartozik még egy Tungsram gyártmányú, Caskad-rendszerű, BP—5 típusú vákuumszivattyú, elektromos tápegység és szabályozó rendszer. A kemence ellenállás fűtésű (Kanthal A). A két fűtőelemet Pt—PtRh termo-

3. táblázat

Különböző grafitminőségek
(Ringsdorff-Werke GMBH Badgodesberg-Mehlem katalógusa szerint)

Minőségi jelzés	Szennyezők ppm-ben (10^{-4}%)								
	B	Ca	Cu	Fe	Mg	Si	Ti	U	Hamu
EK 50	5,0	30	1,0	5,0	0,5	10	10	8	<200
EK 506	<0,05	<0,1	<0,1	<0,5	<0,05	<0,5	<0,01	<0,01	<10
EK 506	~0,05	~10	~1	~5	~0,1	~5	~0,05	~0,05	<50
EK 58	5,0	30	1,0	5,0	1,5	10	10	8	<200
EK 586	<0,05	<0,1	<0,1	<0,5	<0,05	<0,5	<0,01	<0,01	<10
EK 586	~0,05	~10	~1	~5	~0,1	~5	~0,05	~0,05	<50



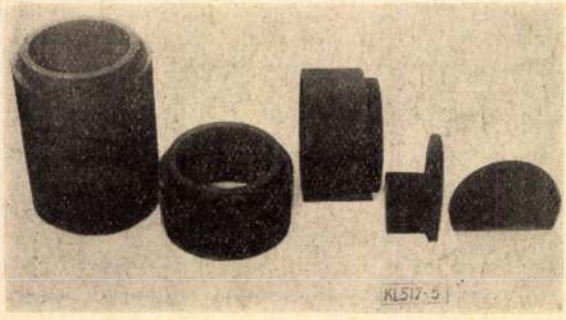
4. ábra. Kísérleti desztilláló berendezés vázlatos rajza

elemeken keresztül hőmérsékletszabályozók vezérzérlik.

A retorta KOR 5-ös acélcsőből készült (falvastagsága 4—4,5 mm, belső átmérője 97—98 mm). Gumitömítésű fedéllel zárható.

Grafitból kimunkált kolonnában desztillálunk. A grafit minőségi jelzése (Ringsdorff-Werke GMBH Bad Godesberg-Mehlem katalógusa szerint) EK 506. Tisztasági adatait más minőségűekkel együtt a *3. táblázat tartalmazza.*

A hengeres kolonna (külső átmérő 90 mm) a desztillálandó fémet befogadó tégelyből, egymásra jól záródó gyűrűs elemekből, ezekbe illeszkedő fenéklapokból állítható össze úgy, hogy a tégely felett a kolonna magasságában 60 mm-enként a desztillált fém felfogására alkalmas tányérok alakíthatók ki. A kolonna-elemekről készített felvétel az *5. ábrán* látható.



5. ábra. Grafitból készült kolonna elemek

A Bi és Sb desztillálásához használható szerkezeti anyagok közül a grafit előnye, hogy a szükséges szilárdság mellett, kívánt alakra és méretre könnyen megmunkálható és a fém nem tapad hozzá.

Mindkét fém desztillálásához azonos szerkezetű berendezést, de más-más (ugyanazon méretű és kiképzésű) retortát és kolonnát használtunk.

Bizmut és antimon desztillálása

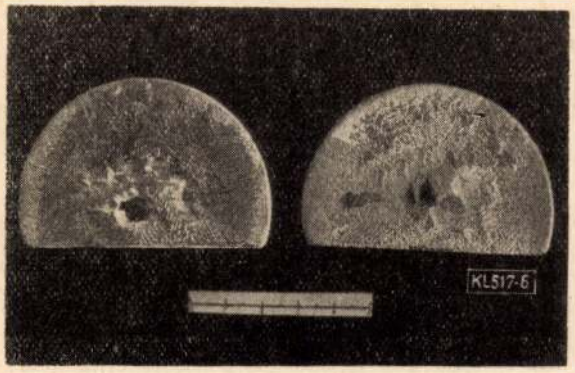
A grafitkolonnákat első használat előtt vákuumban ($1 \cdot 10^{-3}$ Torr) és 1000—1100°C hőmérsékleten izzítottuk, a felületeket pedig porszívóval portalanítottuk. Az elpárologtató tégely űrtartalmának megfelelően a kiindulási fémmenyiség általában 1400—1500 g. Összeállítás után a kolonna a retortába, ez pedig — lezárás után — a kemencébe kerül. Induláskor a vákuumszivattyú bekapcsolása után a rendszerben 2—3 perc alatt beáll a szükséges ($1 \cdot 10^{-2}$—$5 \cdot 10^{-3}$ Torr) vákuum, a fűtés bekapcsolása után 1,5 óra alatt pedig a szükséges hőmérséklet. A kemence alsó (elpárologtató) zónájának fűtését az elpárologtató tégely alján bizmut jelenlétében 1140°C-ra, antimon jelenlétében 1000 Celsius-fokra, ettől számítva a desztilláló kolonna magasságában 27 cm-re a kemence felső (kondenzáló) zónájának fűtése bizmutnál 700°C-ra, antimonnál 800°C-ra vezéreltük. (A hőmérséklet a retorta külső falán mérve.) A desztilláció megindulása után a felső kondenzáló zóna fűtésére már nem volt szükség. A vákuumszivattyú folyamatos működtetése közben a desztilláló kolonna magasságában kialakult hőeloszlás a *4. táblázatban* van feltüntetve.

4. táblázat

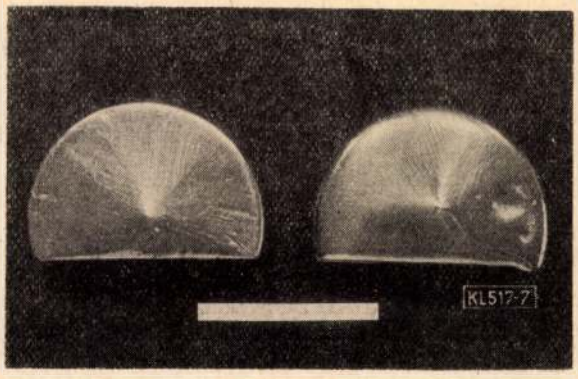
Hőeloszlás a desztilláló kolonna magasságában

A mérés helye	Bizmut	Antimon
	Hőmérséklet, °C	
Az elpárologtató tégely alján	1140	1000
Az elpárologtató aljától 6 cm-re	1070	935
Az elpárologtató aljától 19 cm-re	910	810
Az elpárologtató aljától 27 cm-re	850	800
Az elpárologtató aljától 37 cm-re	710	650
Az elpárologtató aljától 46,5 cm-re	640	580

A desztillációs időt úgy szabtuk meg, hogy a kiindulási bizmut, illetve az antimon mennyiségének 10—15%-a elpárologtató tégelyben visszamaradjon. A desztilláció befejeztével — a kemencéből kiemelt retortában — a kolonna vákuumban hül le. A kolonna szétszedésekor, illetve ürítésekor a desztilláció során egyes tányérokon összegyűlt,



6. ábra. Vákuumdesztillációval előállított 400—500 g-os antimon öntecsek



7. ábra. Vákuumdesztillációval előállított 400—500 g-os bizmut öntecsek

illetve felfogott fém megszilárdulva, öntecsek alakjában kinyerhető. Ilyen (Bi, Sb) öntecsekről készült felvétel látható a *6.* és *7. ábrán.*

Egy desztillációs művelet befejezése után az elpárologtató tégelyben mind a visszamaradt, mind az eldesztillált és a tányérokon felfogott bizmut, ill. antimon mennyiség megoszlása látható az *5. táblázatban.*

5. táblázat

Bi és Sb eloszlása a desztilláló kolonnában

Hely	Bizmut		Antimon	
	g	%	g	%
Maradék a tégelyben	240	16,0	140	10,0
Tégely feletti 1. tányér ...	543	36,2	465	33,2
Tégely feletti 2. tányér ...	180	12,2	530	37,9
Tégely feletti 3. tányér ...	440	29,3	105	7,5
Tégely feletti 4. tányér ...	50	3,3	93	6,6
Tégely feletti 5. tányér ...			45	3,2
Bi-nál a 4 Sb-nél az 5 tányér felett (oxidban és könnyen illó szennyezőkben dús rész)	47	3,0	22	1,6

6. táblázat

A Fémipari Kutató Intézetben vákuumdesztillációval tisztított Bi analízis eredményei

Vizsgált minta	Szennyezés ppm-ben (10^{-4} %)				
	Ag	Pb	Cu	Fe	Sb
Kiindulási fém	>100	>100	10—20	~2	~1
1. tányér	0,5—1	25—30	<1	~1	0,5—1
2. tányér	0,2—0,5	15—20	<1	~1	0,5—1
3. tányér	0,2—0,5	5—10	<1	~1	0,5—1
Maradék	≫100	>100	8—10	~3	0,5—1
Kétszer desztillált	<0,1	0,4—3	<0,1	<1	<0,5

Az elpárolgott bizmut teljes mennyisége folyékony, az antimon az *1—3,* tányérokon folyékony, az *5.* és *6.* tányérokon pedig szilárd állapotban kondenzálódik.

A tisztaság fokozása céljából a bizmut esetében az *1—4* tányérokról kinyert fémet mégegyszer, az antimon esetében az *1—2* tányérokról kinyert fémet még kétszer — vagyis háromszor — desztilláltuk, a *3—5* tányéron kondenzált fémet pedig újból kiindulási anyagként használtuk.

Az előállított bizmut és antimon minősége

Vákuumdeszillációval tisztított bizmutot és antimont a Fémipari Kutató Intézet analitikai laboratóriumában színképelemzéssel, illetve polarográfiás módszerrel minősítették. A fontosabbnak megítélt szennyezőkre nézve az analízis eredményét bizmutra nézve a *6. táblázat,* az antimonra nézve pedig a *7. táblázat* tartalmazza.

A táblázatokból jól látható az egyes szennyezők viselkedése és a tisztulás mértéke.

Összehasonlítás céljából a *8.* és *9. táblázatban* különböző külföldi cégek prospektusaiból vett adatok és az általunk előállított és minősített bizmut és antimon tisztasági jellemzése látható.

Következtetések

1. Technikailag könnyen megvalósítható körülmények között a bizmut és az antimon vákuumdesztillációval eredményesen tisztítható.

2. Az általunk kialakított kísérleti desztilláló berendezéssel eredményesen előállítottunk nagytisztaságú bizmutot és antimont, gyakorlatilag is

7. táblázat

A Fémipari Kutató Intézetben vákuumdesztillációval tisztított Sb analízis eredményei

Vizsgált minta	Szennyezés ppm-ben (10^{-4} %)					
	As	Pb	Fe	Cu	Sn	Bi
Kiindulási fém	~350	~100	8—10	1,5—5	1,5—2	~2
1. tányéron kondenzált	20	10	<1	3	1,5	1
2. tányéron kondenzált	40	9	~1	4	1	1
3. tányéron kondenzált	150	4	<1	3	1	1
4. tányéron kondenzált	300	1	<1	3	1	1
5. tányéron kondenzált	300	1	<1	2	<1	<1
Maradék a tégelyben	~7	~250	~40	~60	~15	<1
Kétszer desztillált	5—8	1—2	<1	<1	<1	<1
Háromszor desztillált	1—2	1	<1	<1	<1	<1

8. táblázat

Nagytisztaságú Bi minőségi adatai

Előállító (Forgalomba hozó)	A vizsgált szennyezők ppm-ben (10^{-4}%)						Megjegyzés
	Cu	Fe	Pb	Ag	Sn	Sb	
MINNING AND SMELTING OF CANADA	1,0	0,5	0,5	1,0			
KOCH LIGHT ENGLAND	<2	<1	<2	<2			
VEB SPURENMETALLIE FREIBERG (DDR)	0,7		1,2	2	0,03	0,5	
SOC. GEN. METALLURGIQUE DE HOBOKEN BELGIEN	<1		<2	<2	<1	<1	
FÉMIPARI KUTATÓ INTÉZET*	<1,0	<1,0	0,4	<1,0		0,5—1,0	

* Átlagos értékek.

9. táblázat

Nagytisztaságú Sb minőségi adatai

Előállító (Forgalomba hozó)	A vizsgált szennyezők ppm-ben (10^{-4}%)								
	As	Bi	Cu	Fe	Pb	Mg	Sn	Ag	Ni
MINNING AND SMELTING OF CANADA	2,0	1,0	0,2	0,2	0,2		0,5	0,1	
KOCH LIGHT LAB. ENGLAND	1		3	1	1	1			
VEB SPUREN METALLE FREIBERG (DDR)	2	0,5	0,5	1	0,5		0,4	<0,02	0,4
SOC. GEN. METALLURGIQUE DE HOBOKEN BELGIEN	<2		<0,5	<1	<0,5	<1			
FÉMIPARI KUTATÓ INTÉZET*	1—2,5	<1,0	<1,0	<1,0	1—2		<1,0		<1,0

* Átlagos értékek.

hasznosítható mennyiségben. Termelékenysége a méretek megváltoztatásával növelhető.

3. A vákuumdesztillációval előállított két fém 5—6 fontosabb szennyezőre nézve meghaladja a 99,999%-os tisztaságot.

IRODALOM

[1] *Hilsum—Rose—Innes:* Semiconducting III—V. Compounds, Vol. 1. London (1961).

[2] *Petrov és társai:* Voproszü metallurgii i fiziki poluprovodnyikov, AN. SzSzSzR (1957) 70—79. old.

[3] *Nyikolaenko:* Voproszü met. i fiz. poluprovodnyikov AN. SzSzSzR (1957) 80—90. old.

[4] *Hercog—Haberecht—Middleton:* J. Electrochem. Soc. 105, Nr. 9, (1958) 533—540. old.

[5] *Blum:* Compound semiconduct. Vol. 1, New York (1962).

[6] *Brondly:* Minning World, 20, Nr. 5. (1958) 70. old.

[7] *Poszkowszki—Wolinski:* Elektronika, 3 Nr. 12 (1957) 3—20. old.

[8] *Fritzsche:* Herstellung von Halbleitern, Berlin (1960).

[9] *Sztilbansz:* Poluprovodnyikovüe termoelektrohologyilnyiki. Leningrád, Vüp. 12 (1957).

[10] *Protopopescu—Petrescu:* Studii si cercetari de Metallurgie, VII. Nr. 1. (1962) 33—49. old.

[11] *Kolenko—Sztilbonsz:* Poluprovodnyiki v nauke i technike, II. (1959) 217—298. old.

[12] *Bechman—Bergvoll:* Eltechnik, 5 Nr. 4. (1962) 49—54. old.

[13] *Cleper:* Revue Roumaine Met. 7 Nr. 1 (1962) 131—139. old.

[14] *Müller—Richter:* DB 27025 (1961).

[15] *Lange:* Reinstoffe in Wiss. and Technik, Intern. Symp. 1961. Dresden, Akademie-Verlag. Berlin (1963) 15—28. old.

[16] *Nyikolajenko:* Csisztüe metallü ipoluprovodnyiki, Metallurgizdat, Moszkva (1959) 212—222. old.

[17] *Alexandrov:* Fiz. met. i metallovegyenyie, 14 (1962) 733—736. old.

[18] *Wernich—Benson—Dorsi:* J. of Metals, 9 Nr 7. (1957) 996. old.

[19] *Vigdorovics:* Cvetnája metallurgia, 3 (1960) 126—135. old.

[20] *Geil—Ziegenbalg:* Reinstoffe in Wiss. und Techn. Internat. Symp. 1961. Dresden, Akad. Verlag, Berlin (1963) 245—256. old.

[21] Progr. Semiconduct. Vol. 7. London (1963) 1—44. old.

[22] *Freni:* Montevechio, 12 Nr. 1—2 (1961) 2—18. old.

[23] *Szép—Endrődi:* Magyar Akadémiai Folyóirat 64 (1958) 409—412. old.

[24] *Wolf:* Amerikai szab. 2,944.885 (1959).

[25] *Gebauch—Spang:* Angewandte Chem. 72 Nr. 10 (1960). 345—348. old.

[26] Amerikai szab. 3,108.934 (1961).

[27] DAS 1,162.092 (1962).

[28] DAS 1,155.914 (1961).

[29] *Vazsenyin:* Fiz. met. i metallovogyenyie, 3 Nr. 2 (1956) 360—362. old.

[30] *Deml—Gaislova:* Collect. Chechoslow. Chem. Commun., 25 (1960) 2213—2215. old.

[31] *Vigdorovics—Ivleva:* Metallurgia i Topliva, Nr. 6 (1960) 51—55. old. Nr. 2 (1961) 72—76. old.

[32] *Ivanov és társai:* Csisztüe i szverhosisztüe metallü. Metallurgia (1965).

[33] Amerikai szab. 2,817.628 (1957).

[34] Amerikai szab. 2,817.629 (1957).

[35] Francia szab. 1,289.520 (1962).

[36] Francia szab. 1,289.498 (1962).

[37] *Pfann:* Zone Melting, New York (1958).

[38] *Schell:* Z. für Metallkunde, 46 (1955) 58—61. old.

[39] *Kubaschewski—Evans:* Metallurgische Thermochemie. Berlin, (1959) 164. old.

[40] Szovjet szab. 137.263 (1960).

Vörösiszapok ásványos összetételének derivatográfiás meghatározása*

SOLYMÁR KÁROLY okl. vegyészmérnök és KENYERES JÓZSEFNÉ okl. vegyészmérnök
Fémipari Kutató Intézet, Budapest

DK 553.492.1+669.712.111.2 : 543.062

Jelenleg a világ timföldtermelésének túlnyomó többségét Bayer-eljárással állítják elő. A bauxit nátriumaluminátlúgos feltárásakor visszamaradó vörösiszap ásványos (fázis)-összetételének ismerete mind a feltárás hatékonyságának ellenőrzése, mind a vörösiszap további feldolgozása szempontjából nagyfontosságú. Gyakran lehetőségünk nyílik arra is, hogy a vörösiszapban fellelhető fázisok alapján a bauxit ásványos összetételére is pontosabban következtethessünk, mint közvetlenül a bauxit analízise alapján.

A timföldgyártás során végbemenő fázisátalakulások vizsgálatára a DTA, DTG és TG görbék felvétele (derivatográfia), valamint a röntgendiffrakciós vizsgálatok a legalkalmasabbak. Egyes esetekben a vizsgálatokat igen célszerű kristályoptikai meghatározásokkal is kiegészíteni.

A bauxitok termikus (TG, DTA), sőt derivatográfiás vizsgálatára is viszonylag sok adatot és pontos módszereket találunk [1—5]. Különösen *Üveges* [3, 4] és *Kotsis* [5] adatai alkalmasak a fázisok mennyiségi meghatározására is. A DTG módszer kifejlesztésében és bauxitokra való alkalmazásában *Erdey, Paulik F.* és *Paulik J.* végzett úttörő munkát [6, 7].

Viszonylag kevesebb adatot találunk az irodalomban vörösiszapok termikus vizsgálatára. Ezen a területen Üveges munkásságát kell kiemelnünk [8, 9]. Az utóbbi években számos közlemény jelent meg azonban a Bayer-eljárás során keletkező nátriumalumíniumszilikátok (a timföldiparban helytelenül „nátrolit"-nak nevezett vegyületek), termikus viselkedésére [10—12], valamint az $Na_2O—Al_2O_3—SiO_2—CaO—H_2O$ rendszerben keletkező fázisok vizsgálatára [13—15] vonatkozóan. Számos adatot találunk a vörösiszapban jelenlevő ásványos fázisok összetételére és röntgenszerkezetére is [16—23].

Kísérleteink első szakaszában szintetikusan állítottunk elő nátrium-alumíniumszilikátokat különböző körülmények között és ezeket, valamint a belőlük nyert kalciumtartalmú fázisokat termikus és röntgendiffrakciós módszerrel vizsgáltuk [24]. Jelen munkánk során támaszkodunk ezen modellkísérleteink és az irodalmi források kutatási eredményeire. A modellanyagok és a vörösiszapok röntgen diffrakciós vizsgálatát főként a Veszprémi Vegyipari Egyetemen *Nemecz* és *Elek* végezte el [25]. Utalni kívánunk *Juhász* és munkatársainak közelmúltban elért kutatási eredményeire is, melyek sok tekintetben megegyeznek saját kutatási eredményeinkkel [26].

Felvételeinket Erdey — Paulik F. — Paulik J. által kifejlesztett MOM Derivatograph-al készítettük, 10°C/perc felfűtési sebességgel és 1 g beméréssel dolgoztunk, levegő atmoszférában.

* 1966. ápr. 20-án a Budapesti Nemzetközi Analitikai Kémiai Konferencián elhangzott előadás.

A bauxitok ásványos alkotói és viselkedésük a Bayer-feltáráskor

A magyar bauxitok legfontosabb ásványos alkotói a következők: hidrargillit, böhmit, kaolinit, goethit, pirit, kalcit, dolomit, anatáz; ritkábban: alunit, rutil, diaszpor, klorit.

Mennyiségi meghatározásuk az alábbiak szerint történik: [1—5, 7].

Hidrargillit (Gibbsit): A hidrargillit ($Al_2O_3 . 3H_2O$) 300—340°C között 2,75 mól vizet veszít, deficites böhmitté alakul, mely 0,25 mól vizét 540—560°C-on adja le.

Böhmit: A böhmit ($Al_2O_3 . H_2O$) 1 mól vizét 540—560°C-on veszti el; hidrargillitet is tartalmazó bauxitoknál azonban a deficites böhmit 0,25 mól vizét az észlelt súlycsökkenésből le kell vonni.

Kaolinit: A kaolinit ($Al_4(OH)_8Si_4O_{10}$) 2 mól vizét 560—640°C között adja le, de a mennyiségi vagy félmennyiségi értékelés a DTA görbe alapján is elvégezhető a 980°C-nál jelentkező exoterm reakció segítségével. Böhmit mellett a kaolinit mennyiségi meghatározhatóságának pontossága csökken.

Goethit: A goethit (α—FeOOH) meghatározása 340—360°C-on jelentkező vízvesztése alapján lehetséges. Ha azonban mennyisége a hidrargillitéhez képest a bauxitban kicsi, csak rendkívül nagy hibával, vagy egyáltalán nem határozható meg derivatográfiás módszerrel, minthogy a vízvesztés 2,75 : 1,0 mólarány a hidrargillit javára.

Pirit: A pirit (FeS_2) 400—700°C között kénre és vasszulfidra bomlik, a vasszulfid a levegő hatására vasszulfáttá alakul, végül 600—700°C-on vasoxiddá oxidálódik. Mennyiségi meghatározása (5) a 400°C körül fellépő exoterm csúcs alapján a legcélszerűbb, mely a DTG és TG görbén jelentős súlynövekedésben is mutatkozik. Amennyiben ez a súlynövekedés elmarad, az exotermia szervesanyag jelenlétére mutat. A pirit már 0,4% mennyiségben is kimutatható.

Kalcit: A kalcit ($CaCO_3$) CO_2 tartalmát 760—800°C-on veszti el, erőteljes disszociációja miatt kimutathatósága igen jó, 0,4% még azonosítható.

Dolomit: A dolomit ($CaMg(CO_3)_2$) bomlása két lépcsőben megy végbe: Az $MgCO_3$ 520—800°C között periklásszá bomlik, míg a $CaCO_3$ bomlása 800—920°C-on játszódik le. A dolomit kimutatása csak 2% felett lehetséges, egyértelmű meghatározásához pedig legalább 4% jelenléte szükséges a reakciók nagymértékű elhúzódása, vagy összeolvadása miatt.

Alunit: Az alunit [$KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$—$KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$] DTG görbéjén két lépcső, illetve bomlási csúcs észlelhető: 500—600°C-on a kötött víztartalom távozik, majd 700—800°C között a szulfátok bomlása megy végbe.

Klorit: A klorit (pl. chamosit: $15FeO.5Al_2O_3.11SiO_2.16H_2O$) 500°C körül veszíti el kötött víztartalmát, így böhmit és kaolinit mellett kisebb mennyiségei nem határozhatók meg derivatográfiás módszerrel.

A bauxit ásványos alkotói közül derivatográfiásan csak a hematit és a TiO_2 módosulatok mennyisége nem határozható meg, ezeket röntgendiffrakciós módszerrel, vagy közvetett úton határozhatjuk meg.

Feltáráskor a hidrargillit (gibbsit) teljesen, a böhmit csaknem teljesen, a diaszpor részben oldódik a feltárólúgban. A kaolinit, és $FeSO_4$ is teljesen feltáródik, míg a vasásványok, a pirit és a rutil alig, a mészkő, a dolomit és az anatáz részben alakul át.

A hidrargillit már alacsony hőmérsékletű feltáráskor is teljesen oldódik a feltáró lúgban, a böhmit feltáródása magasabb hőmérsékleten szintén csaknem teljes (240°C), a diaszpor azonban részben feltáratlanul maradhat vissza. A vörösiszapban általában mindig találunk 1—2% böhmitnek megfelelő böhmit + diaszpor tartalmat, ezt a továbbiakban egységesen böhmitnek nevezzük. A vörösiszapban esetenként található hidrargillit hidrolízis útján az aluminátoldatból válik ki.

A kaolinit feltáráskor teljesen elbomlik, SiO_2 tartalma Na_2SiO_3 alakban oldódik és másodlagos reakcióban nátriumalumíniumszilikátot (hidroxiszodalitot) képez. Hasonlóképpen viselkednek az általában lényegesen kisebb mennyiségű egyéb kovasavásványok is. A hematit feltáráskor nem változik meg, hasonlóképpen a magnetit sem, míg a vasoxidhidrátok (goethit, lepidokrokit, limonit) finomdiszperz vasoxid képződése közben reverzibilisen dehidrálódnak, a vörösiszapban eredeti hidratált alakjukban fordulnak elő az iszapmosás után. A hidrohematit dehidrálódása irreverzibilis.

A pirit (FeS_2) a feltárás során csak igen kis mértékben oxidálódik és oldódik az aluminátlúgban[4], tehát a vörösiszapban feldúsulva, jól azonosítható. A bauxitban $FeSO_4$ alakban levő kén a feltáráskor Na_2SO_4 alakban oldatba megy, miközben $Fe(OH)_2$, részben $Fe(OH)_3$ keletkezik, mely gyorsan goethitté öregszik.

A mészkő és a dolomit dekausztifikálódása kis mennyiségek esetén teljes. A képződő $Ca(OH)_2$ azután később a nátriumalumíniumszilikátot, illetve a szódát kausztifikálja. Nagyobb kalcit mennyiség egy része változatlanul kimutatható a vörösiszapban is.

Az alunit feltáródása nem teljes, a vörösiszapban is megtalálható, ez magyarázhatja az iszap szulfáttartalmának kötésmódját.

A klorit a Bayer-eljárás során teljesen feltáródik. A vörösiszapban nem fordul elő.

Az anatázt a feltáró lúg a szabad Na_2O tartalom és a feltárási hőmérséklet függvényében megtámadja és feltehetőleg $NaHTiO_3$ képződik, mely mosáskor jelentős mértékben hidrolizál, mindkét vegyület röntgenamorf, a derivatográfiás felvétel szerint a végtermék zeolitos vizet tartalmaz.

A rutil azonos feltételek mellett csak sokkal kisebb mértékben reagál a feltáró nátriumaluminát lúggal.

A vörösiszap ásványos alkotói és derivatográfiás meghatározásuk

A vörösiszapban előforduló fázisokat az alábbiak szerint csoportosíthatjuk.

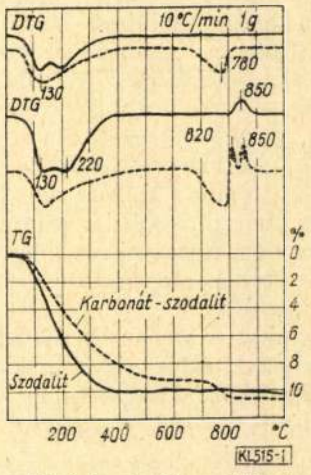
a) A *bauxitból* származó ásványos alkotók: feltáratlan alumíniumoxidásványok (böhmit és diaszpor), vasásványok (hematit, goethit, lepidokrokit, limonit), változatlanul visszamaradt járulékos alkotórészek (rutil, anatáz, pirit, kalcit, dolomit, alunit).

b) A *Bayer-eljárás során képződött* új fázisok: a kovasav tartalom oldódása és aluminátlúggal való reakciója által keletkező *hidroxiszodalit*, melybe idegen anionok, főként karbonát is beépülhet; az anatáz (kis részben a rutil) feltárásából származó amorf *titánoxidhidrát*, illetve *nátriummetatitanát*; hidrolízis folytán képződő *hidrargillit*.

c) A Bayer körfolyamat során, főként pedig a *vörösiszap kausztifikálásakor* a szodalitból képződő *kalciumalumíniumhidroszilikátok*, melyeken kívül olykor trikalciumaluminátthidrát és a nem reagált $Ca(OH)_2$ is megtalálható.

A vörösiszapban előforduló legfontosabb (leggyakoribb) ásványos alkotók derivatográfiás meghatározását az *1. táblázatban* foglaltuk össze. A nátrium- és Ca—Al-szilikátok meghatározását az alábbiakban részletesebben is ismertetjük:

Szodalit: Az újabb kutatások [10, 13, 23—26] igazolták, hogy a Bayer timföldgyártás során képződő nátriumalumíniumszilikátok nem nátrolit, hanem szodalit szerkezetet mutatnak. A rácsparamétert a különböző szerzők kis eltérésekkel 8,9 Å-nek adják meg. *Nemecz* szerint az elemi cella rácsparamétere: 8,956 Å [25]. Minthogy az üzemi aluminátlúgok nagy mennyiségű karbonátot, továbbá szulfátot és kloridot is tartalmaznak, ezek beléphetnek a képződő vegyületbe, melyet többnyire a $3(Na_2O.Al_2O_3.2SiO_2).Na_2O$ képlettel írnak le. Saját vizsgálataink szerint 210—240°C-os feltáráskor az alábbi összegképlettel számolunk: $1{,}3Na_2O.Al_2O_3.1{,}7SiO_2.1{,}7H_2O$. A kiizzított vörösiszapokban két nátriumalumíniumszilikátot azonosítottunk: $Na_2O.Al_2O_3.2SiO_2$ (nefelin) és $3Na_2O.2Al_2O_3.4SiO_2$ összetétellel. Az *1. ábrán* kaolin feltárásával előállított szodalit és karbonátszodalit de-



1. ábra. Szodalit és karbonát-szodalit derivatogramja

1. táblázat

A bauxitban és a vörösiszapban előforduló leggyakoribb ásványos fázisok derivatográfiás meghatározása

Ásvány	Képlete	Eltávozó komponens	Csúcshőmérséklet, °C	Hőfok tartomány, °C	Számítási képletek
Gibbsit	$Al_2O_3.3H_2O$	3 H_2O 2,75 H_2O (0,25 H_2O	 320—340 540—560	 280—380 500—600)	$Al_2O_3\% = 101,94.G/49,555$ Gibbsit% = 156,0.G/49,555
Böhmit ..... (Diaszpor)	$Al_2O_3.H_2O$	H_2O	540—560	500—600	$Al_2O_3\% = 101,94.G/18,02$ Böhmit% = 119,96.G/18,02
Kaolinit	$Al_2O_3.2\,SiO_2.2\,H_2O$	2 H_2O	590—610	560—640	$Al_2O_3\% = 101,94.G/36,04$ $SiO_2\% = 120,12.G/36,04$ Kaolinit% = 258,10.G/36,04
Goethit	$Fe_2O_3.H_2O$	H_2O	360—380	340—420	$Fe_2O_3\% = 159,70.G/18,02$ Goethit% = 177,72.G/18,02
Kalcit	$CaCO_3$	CO_2	760—780	680—820	CaO% = 56,08.G/44,01 Kalcit% = 100,09.G/44,01
Dolomit	$CaMg(CO_3)_2$	$2CO_2$	800—820	520—920	CaOMgO% = 96,40.G/88,02 Dolomit% = 184,42.G/88,02
Szodalit	$1{,}3Na_2O.Al_2O_3.$ $1.7\,SiO_2.1{,}7\,H_2O$	$1{,}7H_2O$	—	100—400	$Al_2O_3\% = 101,94.G/30,63$ $Na_2O\% = 80,58.G/40,63$ $SiO_2\% = 102,10.G/30,63$ Szodalit% = 315,25.G/30,63
Ca—Al-szilikát-hidrát	$3CaO.Al_2O_3.$ $2SiO_2.4\,H_2O$	$4H_2O$	360—380	280—440	$CaO\% = 168,24.G/72,08$ $Al_2O_3\% = 101,94.G/72,08$ $SiO_2\% = 120,12.G/72,08$ Ca—Al-szil-hidrát = = 462,38.G/72,08
Ca—Al-szilikát-hidrát	$3CaO.Al_2O_3.$ $.2\,SiO_2.2\,H_2O$	$2H_2O$	360—380	280—440	$CaO\% = 168,24.G/36,04$ $Al_2O_3\% = 101,94.G/36,04$ $SiO_2\% = 120,12.G/36,04$ Ca—Al-szilikát-hidrát = = 426,34.G/36,04
Kalciumhidroxid ...	$Ca(OH)_2$	H_2O	520	470—550	$GaO\% = 56,08.G/18,02$ $Ca(OH)_2\% = 74,10.G/18,02$
Kalciumaluminát ...	$3CaO.Al_2O_3.6H_2O$	$4H_2O$ $2H_2O$	350 520	280—420 450—560	$CaO\% = 168,24.G/72,08$ $Al_2O_3\% = 101,94.G/72,08$ Kalciumaluminát-hidrát% = = 378,30.G/72,08

G = a mért súlyváltozás az adott hőfok-tartományban. A böhmit számításakor a gibbsit visszamaradt 0,25 mól vizét le kell vonni a súlyváltozásból.

rivatogramját mutatjuk be. Megállapítható, hogy 100—400°C-on a vízveszteség 10% és jól megfigyelhető a nefelin rács kialakulására jellemző exoterm reakció is. A CO_2 800°C-on távozott el.

Kalciumalumíniumszilikátok: A vörösiszap kausztifikálásának modellezésére kaolinból 210°C-os feltárással előállított szodalittal végeztünk modell-kísérleteket. A CaO hatására $3CaO.Al_2O_3(1—2)SiO_2(2—4)H_2O$ összetételű, hasonló kristályszerkezetű kalcium-alumíniumhidroszilikátok képződnek [22—27]. A trikalciumaluminát 320°C csúcshőmérséklettel 4 mól, 520°C csúcshőmérséklettel 2 mól vizet veszít, míg a vörösiszapban általában előforduló $3\,CaO.Al_2O_3\,(1—2)(SiO_2)(2—4)H_2O$ összetételű vegyület 320°C-on adja le kristályvizét. A feleslegben levő nem reagált $Ca(OH)_2$ vízvesztése 500—520°C-on megy végbe. Fenti összefüggések alapján mind a nátriumalumíniumszilikát és káciumalumíniumszilikát közelítő mennyisége, mind a kausztifikálás hatásfoka a vörösiszap derivatogramja alapján meghatározható

A 2a és *2b ábrán* szodalit kausztifikálásával kapott termékek, a trikalciumaluminát és a $Ca(OH)_2$ derivatogramját tüntettük fel. A derivatogramok értékelését a *2. táblázatban* foglaltuk össze. Az anatáz feltárásából származó *titánoxidhidrát* és metatinát csapadék zeolitos vizét, mely mintegy 12%, 100—300°C között veszti el. A csapadék azonban jelentős mennyiségű Na_2O-t is tartalmaz.

A *3. ábrán* goethit, kaolin, alunit, pirit és a hidratált TiO_2 görbéjét mutatjuk be.

A fenti módszer alkalmazását az alábbiakban néhány példán mutatjuk be.

2. táblázat

Kausztifikált szodalitok derivatogramjának értékelése

(lásd a 2b. ábrát és az 1. táblázatot)

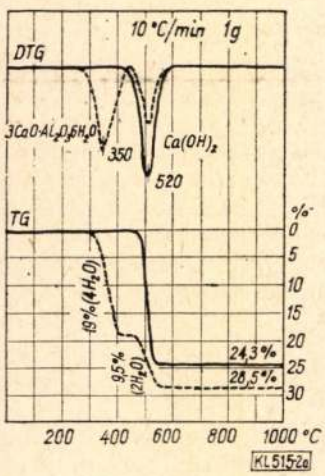
Jelölés 1. ——————— 2. — — — — — — — — — 3. .—.—.—.—.—.—.

Bemért mól CaO/mól Al_2O_3 = 1,5 3,0 5,0

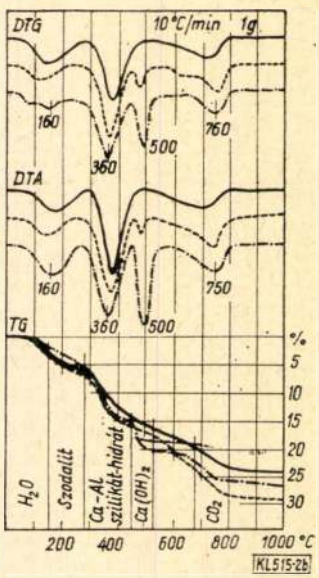
Minta	Hőfok tart. °C	Súlyveszt. %	Ásványos alkotó	Ásv. alk. %	Na_2O %	Al_2O_3, %	SiO_2, %	CaO, %	Izz. v. %	Össz. %
1.	100—280	3,5	1,3 $Na_2O.Al_2O_3.1,7\ SiO_2.1,7\ H_2O$ ...	35,5	9,2	11,4	11,4			
			3 $CaO.Al_2O_3.2\ SiO_2.4\ H_2O$	51,3	—	11,3	13,3	18,7		
			Derivatográfiás meghatározás		9,2	22,7	24,7	18,7	24,2	99,5
			Nedves analízissel		8,6	22,4	23,8	17,5	24,2	96,5
2.	(100—280)	—	Szodalit							
			1,3 $Na_2O.Al_2O_3.1,7\ SiO_2.1,7\ H_2O$ ...	12,4	3,2	4,0	4,0	—		
	280—450		3 $CaO.Al_2O_3.SiO_2.4\ H_2O$	57,8	—	12,8	15,0	21,0		
	450—530		$Ca(OH)_2$	6,2	—	—	—	4,7		
			Derivatográfiás meghatározás		3,2	16,8	19,0	25,7	29,5	94,2
			Nedves analízissel		3,2	20,0	18,8	26,2	27,8	96,0
3.	(100—280)	—	1,3 $Na_2O.Al_2O_3.1,7\ SiO_2.1,7\ H_2O$ ...	1,1	0,3	0,4	0,4	—		
	280—450	10,1	3 $CaO,\ Al_2O_3.2\ SiO_2.4\ H_2O$	64,7	—	14,3	16,8	23,5		
	450—530	4,9	$Ca(OH)_2$	20,1	—	—	—	15,1		
			Derivatográfiás meghatározás		0,3	14,7	17,2	38,7	26,8	97,7
			Nedves analízissel		0,3	17,8	16,8	32,8	27,5	95,2

A 2. és 3. mintában a szodalit tartalmat a nedves analízis Na_2O adatából számítottuk ki, minthogy a kalcium-vegyületek is nagy mennyiségű zeolitos vizet tartalmaznak.
A minták 530—680°C közötti súlyvesztesége a röntgenvizsgálatok szerint nagy víztartalmú, 3 $CaO.Al_2O_3.8$-12 H_2O összetételű kalciumalumináthoz (esetleg kalcium-nátrium-szilikáthoz) rendelhető, ahol a H_2O leadásának megfelelő oxidok mennyisége viszonylag kicsi.
A 680—800°C között távozó CO_2 részben karbonát-szodalithoz, részben a $Ca(OH)_2$ karbonátosodásából származó $CaCO_3$-hoz tartozik.
A nyitott kérdések tisztázásához még további mérések szükségesek.

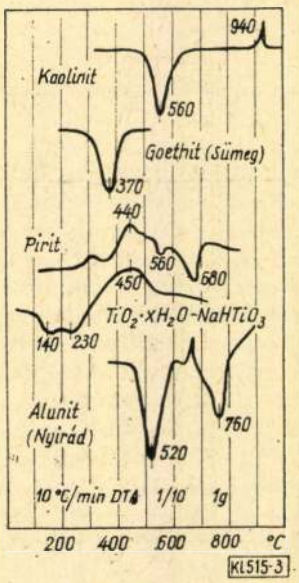
A *4. ábrán* halimbai bauxit és ebből képződött, 210°C-os feltárással nyert vörösiszap derivatogramját mutatjuk be. Jól megfigyelhető, hogy míg a bauxitban a goethit alig érzékelhető, a vörösiszapból mennyiségét elég nagy biztonsággal meghatározhatjuk, egyrészt — az alumíniumoxid-ásványok feltáródása miatt — fajlagos mennyiségének növekedése, másrészt a hidrargillit gyakorlatilag teljes feltáródása miatt. Ez lehetőséget ad, hogy az iszap fajlagos ismeretében a vörösiszapban levő goethittartalomból adjuk meg a bauxitban jelenlevő goethit pontos mennyiségét. Megállapítható a kaolinit



2a ábra. Kalciumaluminát és kalciumhidroxid derivatogramja



2b ábra. Kausztifikált szodalit derivatogramja



3. ábra. DTA-görbék

3. táblázat

Halimbai bauxit és vörösiszap derivatogramjának értékelése

(lásd a 4. ábrát és az 1. táblázatot)

Minta	Hőfoktart., °C	Súlyveszt., %	Ásv. alkotó %	Ásv. alkotó, %	Al_2O_3 %	Na_2O %	SiO_2 %	Fe_2O_3 %	CaO %	Izz. v. %
Bauxit (Halimba)	270—380	5,2	Gibbsit	16,4	10,7	—	—	—	—	—
	380—450	1,0	Goethit	9,9	—	—	—	8,9	—	
	450—570	5,54 (6,0—0,46)	Böhmit	37,0	31,4	—	—	—	—	
	570—720	2,1	Kaolinit	15,1	6,0	—	7,0	—	—	
	720—800	0,8	Kalcit	1,8	—	—	—	—	1,0	
			Derivatográf.		48,1	—	7,0	8,9	1,0	15,9
			Nedves analízis ...		49,2	—	6,8	23,7	1,1	16,0
Vörösiszap (Halimba)	100—320	4,5	Szodalit	46,3	15,0	11,8	15,0	—	—	
	320—460	1,9	Goethit	18,8	—	—	—	16,9	—	
	460—690	0,9	Böhmit (0,4) + pirit	2,4	2,0	—	—	—	—	
	690—820	0,9	Kalcit	2,0	—	—	—	—	1,1	
			Derivatográf		17,0	11,8	15,0	16,9	1,1	8,8
			Nedves analízis ...		16,3	10,8	14,3	44,2	1,5	8,0

A böhmit számításakor a gibbsit 0,25 mol vizét a súlyveszteségből levontuk a bauxit értékelésekor.
A nedves analízissel meghatározott Fe_2O_3 és a goethit alakban meghatározott Fe_2O_3 mennyiségének különbsége megadja a minták hematit tartalmát Eszerint hematit a bauxitban = 23,7 — 8,9 = 14,8%; hematit a vörösiszapban = 44,2 — 16,9 = 27,3%.

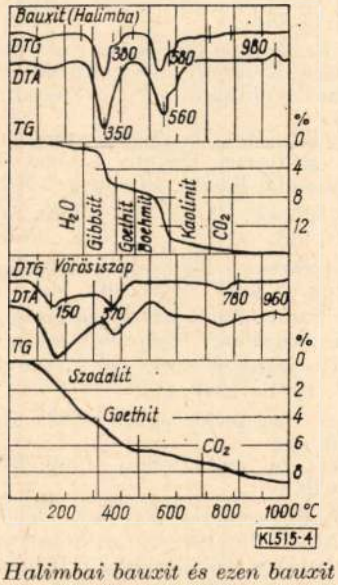
teljes feltáródása is, a vörösiszap derivatogramjának TG görbéjéből pedig meghatározható az iszap varbonát és szulfát tartalma is.

Az értékelés adatait a *3. táblázatban* foglaltuk össze.

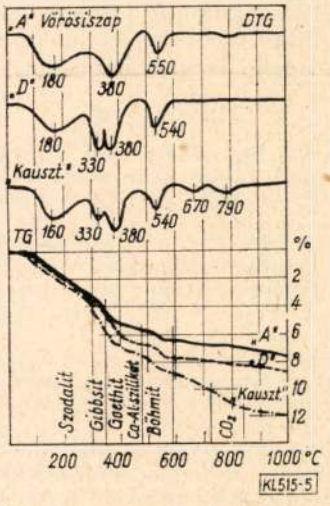
A vörösiszapok ásványos összetételére kidolgozott módszert az alábbiakban, az Ajkai Timföldgyárból származó vörösiszap-mintákon mutatjuk be. Két mintát nem kausztifikált vörösiszapból vettek, míg a harmadik minta az üzemben a nátrongazdálkodás érdekében rendszeresen használt kausztifikálással készült iszapminta. Az „A" iszapban hidrolízisből származó hidrargillit nem található, míg a „D6" iszap a goethit mellett hidrargillitet is tartalmaz, a csúcsok azonban jól elválnak egymástól.

A derivatogramokat az *5. ábrán* mutatjuk be, míg az értékelés eredményeit a *4. táblázatban* foglaltuk össze.

A bemutatott példák igazolják a módszer jó alkalmazhatóságát a timföldgyártási folyamat ellenőrzésére. Az elmondottakon kívül az ásványos alkotók minősége és mennyisége számos részfolyamatban, így a feltárásban, ülepítésben és mosásban is döntő szerepet játszik. Eredményeink mégsem tekinthetők véglegesnek, elsősorban a nátrium-, és kalciumalumíniumszilikátok meghatározásának (és feltételezett összegképletének) bizonytalanságai miatt, másrészt azért sem, mert kutatásainkat speciális bauxitfajtákra is ki kívánjuk terjeszteni. A derivatográfiás módszer önmagában is igen alkalmas lehet számos technológiai vonatkozású kér-



4. ábra. Halimbai bauxit és ezen bauxit 210°C-os feltárásakor előállított vörösiszap derivatogramja



5. ábra. Üzemi vörösiszap minták derivatogramja

4. táblázat

Vörösiszapok derivatogramjának értékelése
(lásd az 5. ábrát és a 2. táblázatot)

Minta	Hőfoktart., °C	Súlyveszt., %	Ásványos alkotó	Ásv. alkotó %	Na_2O %	Al_2O_3 %	SiO_2 %	CaO %	Fe_2O_3 %	Izz. v. %
„A"	50—300	3,5	Szodalit	36,1	9,2	11,7	11,7	—	—	
	300—480	2,3	Goethit	22,7	—	—	—	—	20,4	
			Hematit	23,9	—	—	—	—	23,9	
	480—590	0,7	Böhmit	5,4	—	4,7	—	—		
			Derivatográf		9,2	16,4	11,7	—	44,3	8,0
			Nedves analízis ...		14,2	16,5	14,6	0,6	44,3	6,1
„D 6"	50—300	3,2	Szodalit	33,0	8,4	10,7	10,7	—	—	
	300—350	1,3	Gibbsit	4,0	—	2,7	—	—	—	
	350—480	2,5	Goethit	24,7	—	—	—	—	22,2	
	480—590	1,08	Böhmit	7,3	—	6,1	—	—	—	
		(1,2—0,12)	Hematit	23,9	—	—	—	—	23,9	
			Derivatográf		8,4	19,5	10,7	—	46,1	8,9
			Nedves analízis ...		9,2	18,7	11,9	0,7	46,1	7,6
„Caust"	100—270	2,4	Szodalit	24,4	6,2	7,9	7,9	—	—	
	270—330	1,2	Gibbsit	3,7	—	2,5	—	—	—	
	330—480	2,0	Goethit	19,7	—	—	—	—	17,7	
		1,2	$3\,CaO.Al_2O_3.2\,SiO_2.2\,H_2O$							
				14,1	—	3,3	4,0	5,6	—	
	480—5:	0,59	Böhmit	3,9	—	3,3	—	—	—	
		(0,7—0,11)								
	720—840	1,5	Kalcit	3,4	—	—	—	1,9	—	
			Hematit	24,3	—	—	—	—	24,3	
			Derivatográf		6,2	17,0	11,9	7,5	42,0	12,0
			Nedves analízis ...		6,2	17,0	10,7	8,3	42,0	9,9

Az 590—720°C közötti súlyveszteségnek (csúcshőmérséklet 670°C) a „caust" jelű mintában feltehetően a $3\,CaO.Al_2O_3.8$-$12\,H_2O$ összetételű kalciumaluminát felel meg, melyet azonban röntgendiffrakciós módszerrel még nem tudtunk azonosítani a vörösiszapban.

dés vizsgálatára a timföldiparban, azonban általában mindig a röntgen és kristályoptikai módszerekkel együtt kell alkalmaznunk, hogy teljes képet nyerjünk.

Összefoglalás

A bauxitokban és vörösiszapban előforduló ásványos alkotók és az egyes alkotók derivatográfiás meghatározása. Az egyes ásványos alkotók viselkedése a Bayer feltáráskor. Példák a vörösiszapok ásványos összetételének derivatográfiás meghatározására, különös tekintettel a nátriumalumíniumszilikát (szodalit) és kalciumalumíniumszilikát mennyiségi meghatározására.

IRODALOM

[1] *Magyarosy:* Bauxitkataszteri vizsgálatok. Fémipari Kutató Intézet Zárójelentései. 1955—1965.

[2] *Paulik F.—Paulik J.:* Termoanalízis. Műszaki Könyvkiadó. 1963.

[3] *Üveges—Máriássy:* Untersuchungen über die thermischen Umwandlungen der oxydischen und hydroxydhaltigen Bauxitmineralien. Acta Techn. Acad. Sci. Hung. Tom. XXVI. Fasc. 3—4. Budapest, 1959.

[4] *Magyarosy—Máriássy—Üveges:* Vizsgálatok hazai kéntartalmú bauxitokkal. Fémipari Kutató Intézet Közleményei IV. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1960. 7—25. old.

[5] *Kotsis:* Bauxitok ásványos alkotóinak mennyiségei meghatározása termikus módszerekkel. Fémipari Kutató Intézet Közleményei VI. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1962. 7—18. old.

Kotsis: Derivatographische Untersuchungen von Bauxitmineralien. Symposium sur les bauxites, oxydes, hidroxydes d'aluminium. I. Zagreb, 1963. 227—234. old.

[6] *Erdey—Paulik F.—Paulik J.:* Acta Chim. Acad. Sci. Hung. 1955. 7. 45. old.

[7] *Erdey—Paulik:* Acta Chim. Hung. 1959. Tom. 21. 205. old.

[8] *Üveges:* Bayer-vörösiszapok differenciál-termogravimetriás vizsgálata. Fémipari Kutató Intézet Közleményei II. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1958. 13-23. old.

[9] *Üveges:* Bewertung der Bauxite auf physikalischen Grundlagen. Symposium sur les bauxites, oxydes, hidroxydes d'aluminium. II. Zagreb, 1963. 47—103. old.
Üveges: Bauxitok értékelése fizikai vizsgálatok alapján. Fémipari Kutató Intézet Közleményei III. Akadémiai Kiadó, Budapest 1959. 7—28. old.

[10] *Kröger—Kirsch:* Chem. Ztg.-Chem. App. 1961. *85*, 806—811. old.

[11] *Nyi—Perechreszt—Ponomarjov:* Zs. prikl. chim. 1962. Tom. XXXV. 952—962. old.

[12] *Simon:* Szintetikus nátriumalumíniumszilikátok termikus vizsgálata. Diplomamunka. 1965.

[13] *Vüdrevics—Galperin:* Zs. prikl. chim. 1961. Tom. XXXIV. 1971—1979. old.

[14] *Vüdrevics:* Zs. prikl. chim. 1962. Tom. XXXV. 285—290. old.

[15] *Vüdrevics:* Zs. prikl. chim. 1962. Tom. XXXV. 2612—2620. old.

[16] *Papp:* Újabb szempontok a Bayer-féle timföldgyártás nátronveszteségének megítélésénél. Fémipari Kutató Intézet Közleményei. III. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1959. 41—50. old.

[17] *Máriássy:* Adatok a vörösiszap ülepítésének kérdéséhez. Fémipari Kutató Intézet Közleményei III. Akadémiai Kiadó. Budapest 1959. 51—65. old.
[18] *Dunay:* Timföldgyári hulladékok feldolgozása. Mérnöktovábbképző Intézet 2764.
[19] *Lányi:* Kohászati Lapok. 1954. *87*, 162—170. old.
[20] *Lajner:* Proizvodsztvo glinozjoma. Metallurgizdat Moszkva. 1961.
[21] *Ginsberg—Wrigge:* Tonerde und Aluminium. I. Die Tonerde. Walter de Gruyter Berlin. 1964.
[22] *Kuznyecov—Derevjankin:* Fizicseszkaja chimija proizvodsztva glinozjoma po szposzobu Bayera. Metallurgizdat Moszkva, 1964.
[23] *Seimiya:* Some Properties of Sodalite in Red. Mud. Extractive Metallurgy of Aluminium. Volume 1. Alumina. Metallurgical Soc of AIME, London—Sidney, 1963. 115—132. old.
[24] *Kotsis—Solymár—Kenyeresné:* Szintetikus nátrolitok röntgen- és termikus vizsgálata. Fémipari Kutató Intézet Közleményei VII. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1964. 65—83. old.
[25] *Nemecz:* Kutatási jelentések. Veszprémi Vegyipari Egyetem, 1963—1965.
[26] *Juhász—Orbánné—Matula:* Kohászati Lapok, 1965. *98*. 66—73. old.
[27] *Solymár—Steinerné—Huszár:* Nátrolitok és vörösiszapok mosása és kausztifikálása. Fémipari Kutató Intézet Közleményei VII. Akadémiai Kiadó Budapest, 1964. 47—64. old.

Könyvismertetés

Dr. Zombory László—Major Gabriella: **Timföld és alumíniumipari elemzések.** 2. átdolgozott és bővített kiadás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1965, terjedelme 350 oldal, ábrák száma 52, ára 43 Ft.

Dr. Zombory László 1955-ben közreadott munkájának új bővített kiadása a timföld-alumíniumipar időszerű analitikai szakkönyveként jelent meg. Az a tény, hogy a könyv példányai az első kiadást követően rövid idő alatt elfogytak bizonyítja, hogy ennek az átfogó monográfiának szervetlen analitikai általános érvényű adatait nemcsak az iparágban, hanem általában a hazai vegyiparban is hasznosították. A közel 100 oldal terjedelemmel növelt új kiadás egyben tükrözője annak az analitikai viszonylatban is nagymérvű fejlődésnek, amely az utóbbi 10 évben az alumíniumiparra világviszonylatban jellemző és amely nagyarányú fejlesztés hazai szakaszát szintén látjuk.

Dr. Zombory László és *Major Gabriella*, a második kiadás előkészítésében alapos munkát végezve, teljesen megreformálták az eredeti anyagot. A fejezetek számát kettővel növelve, egyrészt különleges vizsgálatok és színképelemző eljárások ismertetésével egészítették ki a könyv tartalmát, másrészről a korábbi timföldgyártási és alumíniumkohászati vizsgálatokra vonatkozó I—IV. fejezetet jelentősen bővítették. Így az alumíniumgyártás segédanyagaira vonatkozó III. fejezethez teljesen új részként került be az adalékos fürdők és raffináló-üzem elektrolitjainak vizsgálata, a fémalumínium és ötvözetei IV. részhez csatlakozik a nagytisztaságú alumínium inverz-polarográfiás új elemzési módszere. Ennek megírásában *Lovasi József* működött közre. Figyelmet érdemel, hogy V. fejezetként a timföldiparhoz kapcsolódó műkorundgyártási vizsgálatok is ismertetésre kerülnek, továbbá, hogy VI. fejezetként a szerzők könyvükbe felvették a korszerű üzemi sorozat-analitikában egyre jobban terjedő színképelemzési módszerek ismertetését is. *Kotsis Tivadarné* által írt utóbbi rész, közelebbi adatközlésekkel (pl. a nemvezető-anyagok „összehasonlítóinak" elkészítése), 26 oldalnál nagyobb terjedelmet is megérdemelt volna.

Az elemzési eljárások leírásai, követve az első kiadás bevált módszerét, a timföld-alumíniumipari gyártásmenet sorrendjét követik és minden egyes fejezeten meglátszik, hogy a szerzők a témák több oldali elméleti és gyakorlati ismeretének birtokában oldották meg a mű továbbfejlesztését, korszerűsítését. A műveletek ismertetése szorosan kapcsolódik az analitikai előírásokhoz és ezek a célirányos anyagvizsgálati eljárások összefüggéseit, indítóokait jól megvilágítják. A minden részletre kiterjedő leírások kifogástalanok, mentesek a korábban észlelt germanizmustól és ajtóhibáktól. A timföld-alumíniumipari üzemellenőrzési analitika teljességét sikerült így visszaadni.

A könyv az üzemekben bevált módszereken kívül közli a Fémipari Kutató Intézet tudományos munkatársai által kifejlesztett legújabb eljárásokat, ezenkívül helyesen utal a hazai és nemzetközi szabvány-módszerekre is. A könyvet a bővített új kiadás formájában, összességében eddiginél hasznosabb kézikönyvként fogják forgatni a hazai egyik legnagyobb iparág laboratóriumainak dolgozói és a közreadott munka az ipari vizsgálatok egyöntetűségét elő fogja segíteni.

A könyv második kiadásának külső kiállítása tetszetős, kötése és általános kivitele mindenben megfelel annak, ami tartalma szerint is megilleti.

Bogárdi Endre

Hazai alumíniumipari hírek

Timföldgyártás

Dobos György az Alumíniumipari Tröszt vezérigazgatója, egyesületünk alelnöke 1967. ápr. 10-én „A Bayer rendszerű timföldgyártási eljárás továbbfejlesztése az alumíniumoxid kihozatal növelése és a bauxit vastartalmának hasznosítása céljából" tárgyú doktori értekezését a Magyar Tudományos Akadémia felolvasó termében megrendezett nyilvános vitán sikerrel megvédte. A bíráló bizottság a doktori értekezést egyhangúlag elfogadta.

*

Az *Almásfüzitői Timföldgyárban* és az *Ajkai Timföldgyárban* a bővítés keretében új autokláv feltárósor és nagyteljesítményű hidrátszűrő berendezés került üzembehelyezésre.

Alumíniumkohászat

A magyar alumíniumkohók 1966-ban 60 500 t kohóalumíniumot termeltek. Az egy tonna kohóalumíniumra vonatkoztatott egyenáramú villamosenergia felhasználás az 1966. év átlagában 15 126 kWó volt.

Félgyártmánygyártás

A *Székesfehérvári Könnyűfémműben* április hónapban megkezdődött a quantométer felszerelése és üzembehelyezése. Ez a berendezés meggyorsítja az elemzést és a betétek összetételének szűkebb határok közötti tartását teszi lehetővé.

*

A *Székesfehérvári Könnyűfémműben* jelenleg kipróbálás alatt van a Processzográf használatba vétele a termelési folyamatok ellenőrzésére és az utólagos kiértékelés elvégzésére. (ROI)

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

A nyugati államokban az 1966-os *alumínium-felhasználás* 7,1 mill. t, ami 10%-os növekedés 1965-höz viszonyítva. Számítás szerint 1970-ig 7,7—8,2 mill. t lesz az alumínium termelés. A tényleges kapacitás 8,2 mill. t lesz. A VAW az Alcannal együtt *Düsseldorf* mellett most rendezi be Európa *legnagyobb alumíniumhengerművét*. 1967 végére a kezdeti kapacitás 180 et melegszalag és 46 et kész lemez, az alkalmazottak száma 500 fő lesz. (E)

Aluminium 1967. 1.

*

Norvégiában több *új alumíniumkohót* létesítettek, ill. bővítettek. Ha készen vannak az új beruházások, akkor a norvég alumínium-termelés 600 et/év lesz. Az 1966-os termelés a teljes kapacitás kihasználásával 330 et, 1965-ben 276 et volt. A termelésnövekedés 20%. Az alumínium-termelés nagy részét exportálják. Az export főleg az USA (35,6%) EFTA (33,6%) és EWG 24,7%) országok felé irányul. (E)

Aluminium 1967. 1.

*

Ausztriában az 1966. évi *kohóalumínium-termelés* 81 et, ami gyakorlatilag a teljes kapacitás kihasználását jelenti. Ebből egyedül a ranshofeni fémművek 69 et-át termelnek. A lendi kohó csak 12 et-át termelt. Az importtal együtt 85 et-át dolgoznak fel és a félgyártmányt exportálják. Az össz alumínium-export 43 et. Erősen fejlődik az alumínium-öntészet: 1965-ben 5,2 et, míg 1966-ban 6 et formaöntvényt készítettek.

A félgyártmány 15%-kal nőtt 1965-höz viszonyítva, azaz 35 et. (E)

Aluminium 1967. 1.

*

Svédországban 1966-ban az össz alumínium-felhasználás 85 et-ra tehető, ami 9%-os növekedés az előző évihez viszonyítva. A kohóalumínium-termelés 30 et volt 1966-ban és csak 1967-ben növekedik 50 et-ra. A hiányt itt is importból fedezik. Az összes félgyártmány 60 et-át tesz ki, amiből 40 et lemez és szalag. A réz árának emelkedése itt is, mint más országokban előtérbe helyezte az alumíniumnak vezetőanyagként való felhasználását. A huzaltermelés 10 et-ra nőtt. 1966-ban, ami az előző évekhez viszonyítva közel kétszeres. (E)

Aluminium 1967. 1.

*

Az *NSZK* 1965—66. évi *alumínium-mérlege*: (E)

	1965 et-ban	1966 et-ban	± %
Kohóalumínium-termelés	234,4	244,0	+4,1
Másodlagos alumínium	175,3	176,0	+0,4
Összesen	409,7	420,0	+2,5
Kohóalumínium-import	169,9	175,0	+3,2
Kohóalumínium-export	8,9	18,0	
Készletváltozás	11,9	20,0	
Összes felhasználás	558,5	597,0	+6,9
Ebből alumínium-formaöntvény	185,0	178,0	—4,2

Aluminium 1967. 1.

*

Dél-Amerikában az *alumíniumfelhasználás* 1966-ban 181 et volt, amelyből a nagyobb rész Argentínára, Brazíliára, Mexikóra és Venezuelára esik. Az egy főre eső fogyasztás átlagosan 0,89 kg, de az országok között 0,3—1,59 kg között ingadozik.

Főleg félgyártmány-gyártás folyik és főleg ezt is fejlesztik. Bár a kohászatot is bővítik, de itt nagyobb befektetés kell és az energiatermelőt is ki kell építeni. Az alumíniumtermelő kapacitás a Karibtérségben 55 et, Latin-Amerikában 50 et. Épülőben van 25 et kapacitás és tervezik újabb 45 et-ás kohó építését. Remélik, hogy a 225 millió lakos alumíniumfelhasználása a közeljövőben megkétszereződik. (E)

Aluminium 1967. 1.

*

Spanyolország kohóalumínium-termelése 1965/66-ban (t-ban): (E)

	1965	1966
Kohóalumínium-termelés (t)	53 000	68 000
Import	19 000	21 000
Összes felhasználás	72 000	89 000

A *kohóalumínium-kapacitást* a megnövekedett belső felhasználásra való tekintettel az alábbi ütemben növelik:

Év	A termelési kapacitás növelése et-ban
1966	78
1967	87
1968	102
1969	114,5
1970	129

Az *alumínium-felhasználás* 1965—69-ig a felhasználók szerint csoportosítva et-ban:

Iparágak	1965	1966	1967	1968	1969	%
Közlekedés	23,5	27,8	34,5	38,9	43,7	37,0
Gépipar	6,9	7,6	8,5	9,0	9,5	8,1
Elektromos ipar	13,5	14,0	14,0	14,0	14,0	11,9
Építőipar	6,6	8,0	10,0	12,0	12,0	10,2
Kémiai ipar	3,3	3,7	4,3	4,5	5,0	4,2
Csomagolás	6,0	7,7	9,5	11,0	12,5	10,6
Háztartás	7,5	9,0	11,0	12,0	14,0	11,9
Por	2,2	2,7	3,1	4,0	4,5	3,8
Más	1,0	1,3	1,6	1,9	1,8	1,5
Egyéb	0,8	1,2	1,2	0,7	1,0	0,8
Összesen	71,3	83,0	98,0	108,0	118,0	100,0

Aluminium, 1967. 1.

*

Az *USA* 1966. évi *alumíniumtermelése* elérte a 2,73 mill. t-át. Ezenkívül importálnak is, úgyhogy az ipar 4,08 mill. t-t dolgozott fel. A kapacitást 2,5 mill. t-ról 1966-ban 2,7 mill. t-ra növelték, de még tovább növelik. Az *alumíniumfelhasználás* főleg az alábbiak szerint oszlik meg: építőipar 22,9%, közlekedés 22,7%, elektromos ipar 13,0%, tartós eszközök 10,0%, tartály és csomagolás 8,0%, gépipar 7,0%, export 7,0%, egyéb 9,0%. (E)

Aluminium, 1967. 1.

*

Az *NSZK*-ban Blexenben a Titán GmbH *titándioxidgyárat* létesít. A mű építését 1967. márc.-ban kezdték meg és 18 hónap alatt készül el. A beruházás az első lépcsőben 120 millió DM. A munkáslétszám 250—300 fő. A nyersanyag norvégiai ilmenitérc.

1966. nov.-ben a VAW—Lippe Művek Lünenben *huzalhúzó művet* rendezett be. Ugyancsak az Alumínium Norf épít 200 et évi kapacitású *alumínium hengerművet*. A beruházás 275 millió DM, amelyben 1:1 arányban osz-

tozik a VAW és az Alcan. A befejezés időpontja 1967. vége. Az célszerkezetű meleghengermű 500 m hosszú, 56 m széles és 20 m magas lesz. (E)

Aluminium 1967. 1.

*

Svájcban az *alumínium-termelés* és *felhasználás* 1964—66 között et-ban az alábbiak szerint alakult: (E)

	1964	1965	1966
Kohóalumínium-termelés	64,2	67,2	68,5
Kohóalumínium-felhasználás	58,1	61,8	63,5

Felhasználás iparágak szerint	1965, %	1966, %
Szállítás	6,9	6,4
Szerkezetek	20,6	21,0
Elektromos ipar	11,7	9,7
Építőipar	23,5	24,5
Kémiai ipar	1,2	1,1
Csomagolás	19,1	20,4
Háztartás	5,4	5,0
Vasipar	1,0	0,7
Más ipar	2,8	2,8
Egyéb	7,8	8,4

Aluminium 1967. 1.

*

Az India Alumínium *Belgaumban* (Mysore állam, India) *alumíniumkohót* építtet, amelynek kapacitása kezdetben 30 et, majd 100 et lesz. Maharashirában *alumínium hengerművet* is építenek. (E)

Aluminium 1967. 1.

*

Az *izraeli* Zinkal alumíniumcső-gyártó cég Petak Tihovában *alumíniumszalag-hengerművet* is felállított kb. 1 mill. izraeli font beruházással. A hengermű évi termelése először 1 et, de 2,5 et-ra akarják felfejleszteni. (E)

Aluminium, 1967. 1.

*

Japánban 1967. végéig a Mitsubishi Chemical 66 et-ra növeli az *alumíniumtermelő kapacitást*, amit 1968-ban még 40 et-val növel. A beruházás 28 mill. dollár. 1970. végére a négy japán alumíniumtermelő cég 580 et-ra növeli az évi kapacitását. Ebből 194 et-át a Nippon Light Metal, 148 et-át a Sumito Chem., 133 et-át a Showa Denko és 106 et-át a Mitsubishi Chem. termel. A mai *kohóalumíniumkapacitás* Japánban 348 et. (E)

Aluminium, 1967. 1.

*

A *holland* Alumínium Delfzij a jelenlegi 32 et-ás, 120-kádas csarnokát egy 140-kádas csarnokkal *bővíti* és így eléri a 72 et évi kapacitást. A beruházás 94 mill. DM. Az *új kádsor* 1968. végén kerül üzembe. (E)

Aluminium, 1967. 1.

*

Az Achenbach Söhne a *dél-afrikai* Alcola Alumínium South Africa cégnek 920×2150 mm-es *reverzáló-duó hengerművet* szállít 5 t-s tuskók hengerlésére 5 mm vastagságig. Ugyanoda szállítanak 610/230×230×1320 mm-es *alumíniumfólia* kvartó készállványt is. A készméret 0,005 mm lesz. (E)

Aluminium, 1967. 1.

*

Lengyelország főleg *cinket* termel (190 et 1965-ben), de *alumíniumot* is előállít (47,3 et/év), amely mennyiséget a konini új kohóval megkétszerezik. A *timföldet* Magyarországról veszik. Olkusz vidékén nagy cink, ólom, kadmium és tallium telepeket találtak. (E)

Metall, 1967. 1.

*

Románia 1965-ben kezdett *alumíniumot* előállítani (50 et). 1966-ban Nagybányán új *rézkohót* állítottak be. (E)

Metall, 1967. 1.

*

Bulgária 1980-ban 70 et *rezet*, 140 et *alumíniumot* és 85 et *cinket* termel. (E)

Metall, 1967. 1.

*

Színesfémek árainak változása

Színesfémek	1935-ös átlag árak long t, font-sterling	1966. augusztus átlagár, long tonna fontsterlingben	Átlagos ár, emelkedés 1935-höz viszonyítva, %
Alumínium ...	100	196	196
Ólom	14,25	96	674
Réz	35,7	280	784
Cink	14,1	96	680
Ón	226,—	1244	550
Nikkel	202,—	642	318

A színesfém termelés növekedése

Színesfémek	1935.		1965.		Átlagos évenkénti növekedés, %
	1000 t	%	1000 t	%	
Alumínium	301,9	5,8	6510,8	31,9	10,8
Ólom	1458,4	28,2	3118,5	15,3	2,8
Réz	1805,7	34,9	6065,6	29,7	4,1
Cink	1371,6	26,5	4080,6	20,0	3,7
Ón	162,4	3,1	222,5	1,1	1,06
Nikkel	77,3	1,5	425,6	2,0	5,85
Összesen	5177,3	100,0	20423,6	100,0	4,7
Acéltermelés mill. t	99,6		458,—		5,2

Aluminium 1966. 11. sz.

*

Belgium nem termel *alumíniumot*, tehát a nyersanyagot a világ minden részéből importálja. Az *évi behozatal* (t-ban)

1962	1963	1964	1965	1966 (fél év)
67 492	88 849	112 633	117 020	76 772

A *félgyártmánytermelés* (t-ban)

	1962	1963	1964	1965	1966 (fél év)
Hengerelt és sajtolt áru	78 237	93 246	115 238	125 822	88 829
Öntvény	1 092	2 146	2 645	2 530	1 220

Belgium Európában a félgyártmánygyártók között a negyedik helyen áll.

Az alumíniumfelhasználás állandóan nő. Az *autóipar* 3000 t, a *készáruipar* szintén 3000 t alumíniumot használ fel évente. Állandóan nő a felhasználás az *építőiparban* (szerkezetek, tetők, falburkolatok stb.) és a *járműiparban* (autóbusz, vasút). Teherautó-karosszériákat is készítenek alumíniumból. Kísérletek folynak más fémeknek alumíniummal való helyettesítésére. (E)

Aluminium 1967. 1.

*

Franciaországban a *kohóalumínium-termelés* 1966-ban 295 et volt, ami az 1965-ös 248 et-hoz viszonyítva 19%-os növekedést jelent.

A belső felhasználás főleg a teherautó-, az építő- és csomagoló-iparban mutatkozik.

1965-ben a felhasználás aránya a következő volt: közlekedés 34,9%, villamos ipar 11,4%, csomagolás 9,9%, háztartás 9,3%, építőipar 8,9%, gépipar 8,7%, vasipar 4,0%, egyéb 12,8%. (E)

Aluminium 1967. 1.

*

Angliában az 1966. évi *alumínium-felhasználás* gyártmányfajta szerint (1000 t-ban): (E)

Termék	1964	1965	1966	1966/65 %
Kohóalumínium	358,9	363,6	378,9	+3,5
Átolvasztott alumínium	186,8	188,7	194,8	+1,4
Hengerelt áru	184,2	182,6	282,5	—
Sajtolt áru	71,4	76,1	81,0	+6,4
Huzal	33,8	4,52	48,1	+6,4
Kovácsolt áru	4,3	4,3	4,0	—7,0
Öntvény	123,2	120,6	118,4	—1,7
Összesen	416,9	428,8	438,0	+1,2
Fólia	30,2	31,4	31,1	—1,0

Aluminium 1967. 1.

*

Az *olasz* gazdasági élet fellendülésével az *alumíniumipar* is fellendülést mutat. Az 1965-ös 124 et kohóalumínium-termelés 1966-ban 128 et. A kohókapacitás 140 et. Az átolvasztott alumínium az első évi 61 et-ról 78 et-ra nőtt.

Alumínium félgyártmány-termelés (et-ban): (E)

Termék	1966	1965
Hengerelt áru	91,0	77,5
Sajtolt áru	33,5	28,8
Kábel és huzal	7,0	5,7
Kovácsolt áru	0,5	0,4
Összesen ...	132,0	112,0

Az alumínium-felhasználás megoszlása:

Közlekedés 43 ,7%, Gépipar 8,2%, Elektromosipar 6,4%, Építőipar 11,7%, Vegyipar 1,4%, Csomagolás 9,6%, Háztartás 7,6%, Por 0,6%, Vasipar 7,9%. Egyéb 7,9%.

Aluminium 1967. 1.

*

Angliában 1966-ban a *kohóalumínium-termelés* 38 et volt. Az import 344 et, 8%-kal több az előző évinél. A kanadai import 52%-ról 41%-ra, az USA import 14%-ról 4%-ra csökkent, viszont a Norvégiából behozott 20%-ról 32%-ra nőtt. Az átolvasztott alumínium mennyisége 3%-kal nőtt, tehát 194 et 1966-ban. A félgyártmány-gyártó üzemeket modernizálják és újakat is építenek. Új préseket állítanak fel 3500, 2000 és 2750 t nagyságban. Rekord mennyiséget termeltek az *acél-alumínium szabad vezetékekből* a 400 kV elosztóhálózat részére. (E)

Aluminium 1967. 1.

*

Japánban az *alumínium-termelés* 1966-ban elérte a 336 et-át, tehát 15%-kal volt nagyobb, mint 1965-ben. A kohóalumínium-termelés 1960-tól (et-ban): (E)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
Termelés et	131	153	170	222	264	292	336
Növekedés az előző évhez %	33	15	12	31	19	7	15

A felhasználás alakulása 1961-től:

	1961	1962	1963	1964	1965
Felhasználás et-ban	276	285	361	425	451
Növekedés %-ban	28,5	3,1	26,8	17,7	6

A kohó-alumíniumtermelő kapacitást 1967-ben 400 et-ra növelik, ami 15%-os növekedés 1966-hoz viszonyítva.

Japánban a legnagyobb felhasználó az építőipar és a villamosipar.

A felhasználás 1960 és 1965-ben (et-ban):

	1960 %-ban	Index	1965 %-ban	Index
Háztartás	18,0	100	10,6	123,8
Építőipar	3,5	100	10,0	599,8
Veretek	5,0	100	4,5	189,8
Közlekedés ...	16,6	100	19,0	240,1
Export	4,0	100	12,3	644,0

Aluminium 1967. 1.

Lapunk példányonként megvásárolható:

V., Váci utca 10.

V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. sz. alatti

Hírlapboltokban

KOHÁSZATI lapok



ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

7. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 100. ÉVFOLYAM • 289–336. OLD. • BUDAPEST, 1967. 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, 318-928

Венгерский Журнал Металлургии

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

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztő:
DR. PILISSY LAJOS
RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
BALÁZS FÜLÖP
CHAPÓ ELEK
CSEH MIKLÓS
DR. HAJTÓ NÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
DR. LÁNYI BÉLA
MARCZIS LÁSZLÓ
NAGY ZOLTÁN
PINTÉR ANDRÁS
DR. PÖCZE LÁSZLÓ
RÉFI-OSZKÓ ISTVÁN
ROMWALTER ALFRÉD
SELMECI BÉLA
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÁRHELYI REZSŐ

Felelős kiadó:
SALA SÁNDOR
igazgató

MEGJELENIK HAVONKÉNT

Index: 25,445

TARTALOM

Györgyi Ferenc: Az acélok hegeszthetősége 289
Hoznek János: Szerkezeti anyagok időleges szilárdsági adatainak extrapolálása 295
Csoport Dezső: Kohászati vízgazdálkodás 300
Dr. Pilter Pál: A fémoxidok redukciója szilárd karbonnal 303

FÉMKOHÁSZAT

Dr. Szűcs Pálné—Klug Ottó: Gallium és vas nyomszennyezők meghatározása nagytisztaságú alumíniumban 312
Dr. Balázs Endre—Ádám János: Az alumínium elektrolizáló kádak áramhatásfoka és oldalhőszigetelése közötti összefüggés vizsgálata 316
Dr. Schultheisz Zoltán—Sági Mihály—Solymár Károly: Vörösiszapból előállított Krupp—Renn-salakok minősítése hevítőmikroszkóppal 322
Pohner János: Módszer timföldgyárak gépi beruházási változatainak összehasonlítására és a hydrátraktár nagyságának megállapítására 330
Szabványosítási hírek 299
Szerzőink szíves figyelmébe 302
A vaskohászat rövid hírei 308
Egyesületi hírek 309
Műszaki és gazdasági hírek 310
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek 321, 329, 334, 335
Hazai alumíniumipari hírek 334

ÖNTÖDE

Dr. Farkas I. Zoltán—Pintér András: A gépesítési fok meghatározása a termelési volumen és az önköltség függvényében 145
Tóth András: A vízüveg gyors vizsgálata és módosítása 152
Mészáros István: Acélöntésű harangok gyártása a diósgyőri acélöntödében 1917-től napjainkig 158
Könyvismertetés 165
Szakosztályi hírek 166
Szabványosítási hírek 168
Könyvismertetés 168

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft.

KOHÁSZATI LAPOK
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.
67.7., 4643 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.
Csekkszámla-szám: egyéni 61.254, közületi 61.066 (vagy átutalás a MNB 8. sz. folyószámlájára)
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62.

KOHÁSZATI LAPOK 1967. 7. sz.

СОДЕРЖАНИЕ

Ф. Дерди: **Свариваемость сталей** ..... С 289
Оценка свариваемости сталей, исходя из определения Международного Института Сварки I.I.W. Комплексное определение понятия свариваемости. Взаимосвязь между свойствами стального материала и сварной конструкцией, а также технологией сварки. Испытания сварки.

Я. Хознек: **Новый метод экстраполяции данных временного сопротивления материалов с более точным определением зависимости параметров Ларсона-Миллера** ..... С 295
Параметрическая зависимость, предложенная Ларсоном и Миллерем и применяемая для экстраполяции данных временного сопротивления теплостойких сталей вызывает неточность в экстраполированных данных из-за изменения „фактора С". Выражение „фактора С" в зависимости от напряжения и температуры и учет его изменения в параметрической зависимости уменьшает эту неточность.

Д. Чопорт: **Водное хозяйство металлургии** ... С 300
Общее хозяйство сточных вод металлургических заводов. Разделение промышленных и биологических сточных вод, освобождение пиемника сточной воды от вредных примесей. Настоящее положение водного хозяйства Металлургического завода им. Ленина и задачи перспективного развития.

Д-р П. Пилтер: **Восстановление окислов металлов с помощью твердого углерода** ..... С 303
Описание процессов восстановления. Результаты термодинамических и реакционно-кинетических исследований. Эндотермические и экзотермические процессы. Задачи дальнейших исследований.

Д-р П. Сюч—О. Клуг: **Определение следов примесей галлия и железа в сверхчистом алюминии** С 312
Определение содержания галлия и железа в сверхчистом алюминии с помощью метил-изобутил-кетоновой экстракции и спектрофотометрического измерения. Описание новых методов измерения с новыми реагентами вместо ранее применяемых реагентов. Описанными методами можно определить количество примесей в порядке 10^{-5}% с точностью макс. ±15%.

Д-р Балаж—Адам: **Исследование зависимости между к. п. д. тока электрических ванн алюминия и их боковой тепловой изоляцией** ..... С 316
Проблемы боковой тепловой изоляции электролитических ванн алюминия с точки зрения к. п. д. тока в случае трех рядов ванн, включенных в серию. Описание установленной зависимости между падением напряжения катода и долговечностью на основании линейного кореляционного расчета.

Д-р Шултейс—Шоймар—Шаги: **Оценка шлаков Круппа-Ренна, производимых из красного ила, с помощью нагревающих микроскопов** ..... С 322
Разработанный в Венгрии метод оценки с помощью нагревающих микроскопов хорошо применяем для исследования отдельных процессов комплексной боксито-разрабтаывающей технологии. На основании снимков, сделанных с помощью нагревающего микроскопа можно установить, что из красного ила можно производить щлак с благоприятными свойствами, который ведет себя подобно промышленным шлакам Круппа-Ренна. Этот метод годен и для определения оптимальной температуры содо-известковой агломерации шлаков из красного ила.

Я. Понер: **Метод сравнения разновидностей капиталовложения оборудований и определения величины склада гидрата в глиноземных заводах** С 330
Потребность в резервных установках в некоторых областях производства глинозема с целью сокращения времени ремонтного простоя. Метод для определения проектирования количества установок глиноземного завода, основанный на расчете вероятности.

На журнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, акили зазать отдельные номера для заграничных читателей у организации: KULTURA Budapest 62, P. B. 149, Венгрия.

INHALT

Györgyi, F.: **Die Schweissbarkeit der Stähle** ....S 289
Die Beurteilung der Schweissbarkeit von Stählen auf Grund der Bestimmungen des Internationalen Institut für Schweisstechnik (I. I. W.). Die komplexe Definition des Begriffes „Schweissbarkeit". Zusammenhang der Stahleigenschaften mit der Stahlkonstruktion und mit der Schweisstechnologie. Schweisstechnische Untersuchungen.

Hoznek, J.: **Ein neues Verfahren zur Extrapolation der Zeitstandfestigkeit von Baustählen durch die genauere Bestimmung der Larsen-Millerschen Parameter-Beziehung** .....S 295
Die Extrapolation der Zeitstandfestigkeitswerten von Hitzbeständigen Stählen angewendete Larsen—Millersche Parameter-Beziehung führt wegen der Änderlichkeit des C-Konstanten zu Ungenauigkeit der extrapolierten Werte. Die Festlegung des C-wertes in einer Funktion der Spannung und der Temperatur, weiter die Inbetrachtziehung dieses Wertes in dem Parameterfunktion vermindern die obenerwähnten Fehler.

Csoport, D.: **Wasserwirtschaft in Hüttenwerken** ..S 300
Die Abwasserwirtschaft in den Hüttenbetrieben. Die Auseinanderscheidung der industnellen und der biologischen Abwässer. Die Entlastung des Rezipienten von den schädlichen Verunreinigungen. Die Wasserwirtschaft der Lenin-Hüttenwerke und die Aufgaben der künftigen Entwicklung.

Dt. Pilter P.: **Reduktion von Metalloxyden mit festem Kohlenstoff** .....S 303
Beschreibung der Reduktionsvorgänge. Resultate von thermodynamischen und reaktionskinetischen Untersuchungen. Endothermische und exothermische Vorgänge. Weitere Forschungsziele.

Dr. Szücs P.—Klug O.: **Bestimmung von Gallium- und Eisenspuren in hochreinem Aluminium** ...S 312
Bestimmung des Eisen- und Galliumgehaltes von hochreinem Aluminium durch Extraktion mit Methylisobutylketon und spektrophotometrische Messung. Beschreibung neuer Messmethoden unter Anwendung neuer Reagenzien anstatt der bisher angewandten Verbindungen. Der Bestimmungsfehler dieser Verfahren liegt bei max. $\pm 15\%$ für Verunreinigungen in der Grössenordnung von $10^{-5}\%$.

Dr. Balázs—Ádám: **Untersuchung des Zusammenhanges zwischen der Stromausbeute und der seitlichen Wärmeisolierung in Aluminiumelektrolysierwannen** .....S 316
Probleme der seitlichen Wärmeisolierung von Aluminiumelektrolysierwannen für den Fall von drei serienmässig geschalteten Wannenreichen in Hinsicht auf die Stromausbeute. Ein mittels linearer Korrelationsberechnung entwickelter Zusammenhang zwischen dem Potentialabfall und der Lebensdauer der Kathode.

Dr. Schultheisz,—Solymár—Sági: **Die Bewertung der aus Rotschlamm erzeugten Krupp-Renn-Schlacken mit einem Erhitzungs-Mikroskop** ...S 322
Das Erhitzungs-Mikroskop kann zur Bestimmung der einzelnen Vorgänge der in Ungarn entwickelten Verarbeitungstechnologie des Bauxits angewendet werden. Auf Grund der Aufnahmen mit dem Erhitzungs-Mikroskop konnte festgestellt werden, dass aus Rotschlamm eine dem betriebsmässigen Krupp-Renn-Schlacke ähnliche, Schlacke, mit günstigen Eigenschaften erzeugt werden kann. Die Untersuchung mit dem Erhitzungs-Mikroskop kann auch zur Bestimmung der günstigen Temperatur der Sinterung mit Soda und Kalk von Rotschlammschlacken angewendet werden.

Pohner, J.: **Ein Verfahren zum Vergleich der Varianten der Investition von Maschineneinrichtungen der Tonerdeindustrie und zur Bestimmung der Grösse des Hydratlagers** .....S 330
Reserveteilbedarf der einzelnen Erzeugungsphasen der Tonerdefabrikation betreffs Verminderung der Reparaturzeiten. Eine Methode der Wahrscheinlichkeitsrechnung zur Bestimmung der notwendigen Stückzahl der einzelnen Reserveteile.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummern nach Ausland an der Adresse KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

CONTENTS

Györgyi F.: **The weldability of steels** .....P 289
Evaluation of the weldability of steels based on the definition of the International Institute of Welding. Determination of the complex concept of weldability. Relationship between the properties of the steel and the welded construction resp. the welding method. Welding tests.

Hoznek J.: **A new method for the extrapolation of transitory strength data of constructional materials based on the more precise determination of the Larson—Miller parameter relationship** ....P 295
The parameter relationship proposed by Larson and Miller for extrapolating the transitory strength data of heat resistant steels leads to a decrease in the precision of the extrapolated data because of variations in the „C-constant." Expressing C as a function of stress and temperature and including its variation in the parameter function will decrease this error.

Csoport D.: **Water economy in metallurgy** .....P 300
General concepts of effluent economy in metallurgical plants. Separation of industrial and biological effluents, elimination of harmful contaminants from the effluent storage basins. Present state and future tasks of development of water economy in the Lenin Metallurgical Works.

Dr. Pilter P.: **Reduction of metal oxides with solid carbon** .....P 303
Description of reduction processes. Results of thermodynamical and reaction kinetical tests. Endothermic and exothermic processes. Further goals of research.

Dr. Szücs P.—Klug O.: **Determination of the trace contaminants gallium and iron in high purity aluminium** .....P 312
Determination of the iron and gallium content of high purity aluminium by extraction with methyl isobutyl ketone and spectrophotometric measurement. Presentation of new methods using new reagents instead of those formerly employed. The analytical error of these methods is max. $\pm 15\,\%$ for components occurring in the order of 10^{-5} percent.

Dr. Balázs—Ádám: **Investigation of the relationship between current efficiency and lateral heat insulation in aluminium electrolyzing baths** .....P 316
Problems of lateral heat insulation in three rows of aluminium electrolyzing baths connected in series from the point of view of current efficiency. Development of a relationship between the potential drop at the cathode and the cathode life by linear correlation calculations.

Dr. Schultheisz—Solymár—Sági: **Evaluation of Krupp-Renn slags obtained from red mud with a high temperature microscope** .....P 322
The high temperature microscope is suitable for determining the various processes in the Hungarian method of complex bauxite processing. The photographs obtained in the high temperature microscope show that slags with favourable properties similar to industrial Krupp-Renn slags may be obtained also from red mud. This test method may be used to determine the optimal temperature for the soda-lime sintering of red mud slags.

Pohner J.: **A method for comparing the machine investment variants of alumina plants and for determining the size of the hydrate storehouse** P 330
Spare equipment requirements in various phases of alumina production for decreasing the maintenance downtimes. Methods based on probability calculus for planning the number of the various alumina plant installations.

Subscriptions for the journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers from abroad should be sent to the following address: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149. Hungary.

Die Zeitschrift Kohászati Lapok (Zeitschrift für Hüttenwesen) ist bei unten angegebenen Adressen in Ausland bestellbar:

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20. Denmark
Akateeminen Kirjakauppa Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bataliere, France
Swets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergracht 477—487 Holland
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. India
Lepac Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanada Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovenska Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo, Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweiz
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

100. évfolyam 7. szám 1967. július

Az acélok hegeszthetősége

GYÖRGYI FERENC okl. mérnök
Vasipari Kutató Intézet

DK 669.018.6 : 539.51 : 620.179.2

Bevezető

A hegeszthetőség fogalma — akárcsak a hegesztett szerkezetek acéljai — jelentős fejlődést ért meg. A hegeszthetőséget mindenkor arra az alapanyagra vonatkoztatták, amelyet meghegesztettek, amelyből hegesztett alkatrészt vagy szerkezetet készítettek. Kezdetben az alapanyagnak csupán olyan tulajdonságait vették a hegeszthetőség megítélésekor figyelembe, amelyek hatása már a hegesztés folyamán vagy azt közvetlenül követően nyilvánvalóvá vált. Ebben a felfogásban két különböző acél közül, amelyik hegesztéskor megreped, a *nem hegeszthető*, amelyek nem reped meg, azt a *hegeszthető* megjelölés illeti meg. A hegeszthetőség ilyen megfogalmazása zavart okozhat akkor, ha egy acél az egyik fajta hegesztés mellett megreped, a másik mellett nem, vagy ha közvetlenül a hegesztés után látszólag semmi hibája sincs, mégis hosszabb-rövidebb használat után láthatóan reped, törik.

A hegesztés térhódításával óhatatlanul törések, szerkezetek több esetben emberéleteket követelő és jelentős anyagiakat érintő katasztrófái jártak együtt. A károk okainak tanulmányozása révén egyre bővült a károk és az acél alapanyagok tulajdonságai között megismert összefüggések köre is. Ennek a fejlődésnek bizonyos szakaszában már felmerült annak igénye, hogy az acélok hegeszthetőségének fogalmába az acélok mindazon jellemzőit bevonjuk, amelyek a hegesztett szerkezetek károsodásával összefüggenek.

A harmincas évek második felében több hegesztett szerkezet törése következett be. Ez a hegesztés alkalmazásában előbb megtorpanást okozott, később azonban a háborús termelés igényei sürgetően hatottak a már akkor is igen gazdaságosnak felismert hegesztés egyre szélesebb körű bevezetésére. A háború idején a kellően alapos műszaki megfontolásokra és kísérletezésre nem volt meg a lehetőség, következésképpen a hegesztés széleskörű üzemi alkalmazása több országban megelőzte a kutatást. Ez számos újabb töréshez — főként hajótöréshez — vezetett. A háború után a töréseket természetesen a legalaposabban tanulmányozták [1—3]. Ez a kutató munka viszonylag rövid idő alatt kézzelfogható eredményekre vezetett. Ennek a munkának az eredményei képezik a hegeszthetőségről alkotott korszerű, még ma is érvényben levő felfogásnak az alapjait.

Az IIW (International Institute of Welding = = Nemzetközi Hegesztési Intézet) megalakulása a háború utánra (1948) esik. E szervezet már megalakulásának első évében napirendre tűzte az acélok hegeszthetőségének kérdését. Jóllehet tartalmilag ma is és várhatóan a jövőben is számos kérdés tanulmány és vita tárgya, a hegeszthetőségre vonatkozó, az IIW-ben 1949-ben elfogadott meghatározást a legszélesebb körben mind a mai napig helytállónak tekintik. Többek között az ISO (International Organization for Standardization = Nemzetközi Szabványosítási Szervezet) 44 számú hegesztési technikai bizottsága már 1953-ban adoptálta az IIW felfogását. 1966 áprilisában az ISO központja a tag-szervezeteknek az eredeti IIW meghatározás szövegét ajánlás-tervezetként (Draft Recommendation No. 235) küldte szét végső hozzászólásra.

A hegeszthetőség IIW—ISO meghatározása

Az IIW—ISO meghatározás [4]:

„A hegeszthetőség az acél bizonyos fokú alkalmassága arra, hogy belőle
— adott eljárással
— adott alkalmazásra és
— célszerűen megválasztott hegesztő anyagok és hegesztési munkarend mellett
olyan szerkezet legyen létesíthető, amelynek elemei között a fémes anyagi folytonosságot mind a helyi tulajdonságaikat, mind a jelenlétüknek az egész szerkezetet érintő következményeit illetően kellő jó minőségű hegesztett kötések biztosítják".

Ez a meghatározás, mint már rámutattunk, 18 éve állja a technikai fejlődés viharát. Időtállóságát annak köszönheti, hogy eléggé általánosít. Ebből viszont az következik, hogy a műszaki fejlődést követve időről időre új tartalommal kell megtölteni, új szempontokkal és adatokkal kell kiegészíteni.

Mint látható, az IIW—ISO meghatározás nem annyira műszaki útmutató, mint inkább a fogalmak egymáshoz való kapcsolatát meghatározó logikai rendszer. Kiválóan alkalmas arra, hogy reá építve konkrétabb, tehát használhatóbb logikai rendszer készüljön. A továbbiakban ilyennek felépítésére fogunk kísérletet tenni.

Egy dologra — amire már a bevezetőben is utaltunk — fel kell hívnunk a figyelmet. Ez a rendszer nem teszi lehetővé az acél tulajdonságai figyelembevételével általános érvényűen a hegeszthető-

ség kimondását az acélra úgy, amint azt korábban sok, napjainkban azonban egyre kevesebb könyv és szabvány tette, ill. teszi.

A hegeszthetőséggel kapcsolatos fogalmak felbontása és magyarázata

Az IIW—ISO meghatározásba foglalt fogalmak valószínűleg többféleképpen bonthatók tovább és értelmezésükre is többféle lehetőség van. A továbbiakban a felbontásnak és magyarázatnak azt a rendszerét mutatjuk be, amelyet a Vasipari Kutató Intézet Hegesztési osztályának munkatársai dolgoztak ki és amelyet munkájukban sikerrel alkalmaznak.

Az acél *alkalmassága* az acél tulajdonságaitól függ; ez utóbbiakat

— a gyártás módja
— a vegyi összetétel
— a hőkezelés
— a mechanikai kezelés

szabja meg. Az acélnak a hegeszthetőséget befolyásoló tulajdonságai az alábbiak valamelyikébe sorolhatók:

— mechanikai tulajdonságok
— fizikai tulajdonságok
— anyagszerkezet.

Közismert dolog, hogy az acél tulajdonságairól különféle vizsgálatok útján lehet meggyőződni. A használatos vizsgálatok általában

— a vegyi összetétel vizsgálata
— a szilárdsági vizsgálatok
— a technológiai próbák
— az anyagszerkezeti vizsgálatok

körébe tartoznak. A fentiek közül nem egyet — ha célja a hegeszthetőség elbírálásához való adatok megállapítása — akár „hegesztést nem tartalmazó hegeszthetőségi vizsgálat"-nak is lehet tekinteni.

Az acél hegeszthetőségének egyes szempontok szerinti elbírálásához az alapanyagon végzett vizsgálatok szükségesek. Hogy az alapanyagon végzett hagyományos vagy a hagyományostól alig eltérő vizsgálatok céljuk szerint miként válnak hegeszthetőségi vizsgálattá, arra jó példa akár a hegeszthetőséget döntően befolyásoló vegyi összetevők meghatározása, akár az alapanyagon végzett hajlító-ütő vizsgálat. A vegyi összetétel vizsgálata szokásos vizsgálat mindenféle acélnál, mégis hegeszthetőségi vizsgálatnak is tekintendő, mikor eredményéből az acélnak a hegesztett szerkezetben várható viselkedésére vonatkozóan kívánunk következtetni. Ugyanez vonatkozik a hajlító-ütő vizsgálatra is, amely hagyományos szilárdsági vizsgálat, esetünkben azonban hegeszthetőségi vizsgálattá válik.

Elsősorban az acél anyag tulajdonságait vonjuk a hegeszthetőség fogalomkörébe. Vannak azonban olyan tulajdonságok is, amelyik csak az acél terméknek — és nem az anyagnak — a tulajdonságai, mégis alig lehetne vitatni, hogy az acél termék hegeszthetőségét befolyásolják. Ezek: az acél termék

— anyagi folytonossága
— felületének minősége (tisztasága).

Az anyagi folytonosság hiányának közismert megnyilvánulási formája a hengerelt termékek rétegessége. A felület minőségének (tisztaságának) különösen az ellenálláshegesztések esetében van jelentősége.

Mindenkor csak a *hegesztő eljárás* szem előtt tartásával lehet a hegeszthetőségre vonatkozóan megállapítást tenni. Az ipari hegesztő eljárások széles választékán belül a fémes anyagi folytonosság létesítéséhez szükséges energia forrása és az energia közlésének módja sokféle lehet. A hegesztő eljárások döntő többsége elektromos, termo-kémiai vagy mechanikai energiával — több esetben ezek kombinációjával — működik. Az energia közlésének módja lehet elektromos ív, ellenállás vagy indukció, termo-kémiai reakció, vagy mechanikai nyomás hő- vagy mechanikai hatása. Az energia különféle forrásai és közlésének különféle módj hatására ugyanazon acélban egymástól különböz hatások fognak fellépni, amelyek közül egyese veszélyeztetik, mások pedig esetleg éppen nem ve szélyeztetik a kötés jó minőségét.

A ma leginkább használatos ipari hegesztő eljárások az *1. táblázatban* tekinthetők át [5—7]. A technikai és fizikai szempontok egyidejű szem előtt tartásával készített táblázatban jól felismerhető egyrészt, hogy a közös vonásokat tartalmazó eljárások „eljárás-csoportokat" képeznek, másrészt, hogy az eljárásoknak különféle — a felmerült technikai igényekhez legjobban igazodó — „változatai" alakultak ki. Minderre azért kellett kitérnünk, hogy alapot szolgáltathassunk az eljárások területén a hegeszthetőség elbírálásához mindenkor nélkülözhetetlen elhatárolások megtételéhez. Az elhatárolás a dolgok természetétől függően többféle lehet. A hegeszthetőséggel kapcsolatos megállapítások nemcsak egy-egy hegesztő eljárás, hanem egyes esetekben egy vagy több eljárás-csoport, más esetekben esetleg éppen csak egyetlen változat szem előtt tartásával tehetők.

Az *alkalmazás módja* az acél felhasználásával készítendő hegesztett szerkezet adatait és működésének és használatának körülményeit foglalja össze. Lényeges összetevői a szerkezet, illetve a szerkezeti elemek

— alakja, méretei (pl. vastagsága!)
— alakításának módja
— kötésformái

továbbá

— igénybevételei
— használatának hőmérséklet-tartománya
— korróziós körülményei

és végül

— tönkremenetele várható következményei.

Az alkalmazás módjának döntő szerepe van abban, hogy egy szerkezetre az alkalmazott acél hegeszethetőségét ki lehet-e mondani. Hogy egy acél egy adott szerkezet szempontjából hegeszthető, még nem jelenti azt, hogy egy másik szerkezetben is hegeszthetőnek minősül. Ezzel tulajdonképpen mindenféle hegesztett szerkezet acélanyagának helyes kiválasztása a hegeszthetőség kérdésével forr egybe. A „hegeszthető" megjelölés tehát csakis az adott szerkezet jellemző adataival, használatának

1. táblázat

Az ipari hegesztő eljárások áttekintése

	Energia-forrás	Eljárás-csoport	Eljárás	Változat
Ömlesztő hegesztés	Elektromos	Ívhegesztés	Nyíltívű hegesztés	Fém-elektródos ívhegesztés
				Szén-elektródos ívhegesztés
			Fedettívű hegesztés	Fedőporos ívhegesztés
				Fedősines ívhegesztés
			Védőgázas ívhegesztés	széndioxid-védőgázas } ívhegesztés
				Fém-elektródos argon-védőgázas } ívhegesztés
				keverék-védőgázas } ívhegesztés
				Wolfram-elektródos argon-védőgázas ívhegesztés
			Plazmahegesztés	Plazmaív-hegesztés
				Plazmasugár-hegesztés
			Salakhegesztés	
			Elektronsugaras-hegesztés	
	Termo-kémiai		Gázhegesztés	Acetilén-gázhegesztés
				Egyéb gázhegesztések
			Termith-hegesztés	Termith-sínhegesztés
			Ponthegesztés	Ponthegesztés
				Dudorhegesztés
Sajtoló hegesztés	Elektromos	Ellenállás-hegesztés	Vonalhegesztés	Vonalhegesztés
				Fólia-hegesztés
			Tompahegesztés	Leolvasztó tompahegesztés
				Zömítő tompahegesztés
			Sajtoló ívhegesztés	Csaphegesztés
			Indukciós hegesztés	Indukciós csőhegesztés
	Termo-kémiai		Sajtoló gázhegesztés	
			Kovácshegesztés	
			Ultrahang-hegesztés	
	Mechanikai		Dörzshegesztés	
			Hideghegesztés	

és működésének körülményeivel összhangban megválasztott acélt illeti meg.

A *hegesztő anyagok* és a *hegesztési munkarend* fogalmába tartozik a hegesztési technológiának már tárgyalt hegesztő eljáráson túl valamennyi összetevője, így egyrészt:

— a hegesztő anyagok

másrészt:

— a hegesztés paraméterei
— a hegesztési sorrend
— a munkadarab hőmérséklete hegesztéskor
— a kész darab utólagos hőkezelése.

A felsoroltak magukban foglalják mindazon lehetőségeket, amelyeket a hegesztési technológia — adott eljáráson belül — a jó hegesztett kötés érdekében nyújtani tud.

Közismertek például a kézi ívhegesztő elektródok bázikus bevonatának előnyei: más típusú elektródok helyett bázikus bevonatúakat alkalmazva az alapanyaggal szemben támasztott egyes hegeszthetőségi követelmények csökkenthetők anélkül, hogy a kész kötés biztonsága romlanék.

Megkülönböztetett figyelmet érdemel a nagyobb folyáshatárú acélok hegeszthetőségének elbírálásában a hegesztési paraméterek és a munkadarab hőmérsékletének összefüggése. Lényeges követelmény ezekre az acélokra a hegesztési edződés elkerülése. Az edződés sok esetben elkerülhető a hegesztő paraméterek helyes megválasztásával, ha azonban valamilyen kényszerítő körülmény a hegesztési eljárással bevihető fajlagos hegesztési hőmennyiségnek határt szab, úgy — a lehűlési sebesség csökkentése érdekében — a munkadarab hőmérsékletének növelése (előmelegítés) válik szükségessé.

A munkadarab hőmérséklete fogalmába tartozik a különféle természetes (pl. téli hidegben keletkező lehűlés) és mesterséges (pl. előmelegítés) behatásokkal elért hőmérséklet.

A kellő *jó minőségű hegesztett kötések* fogalma olyan hegesztett kötéseket fed, amelyek a kötés, illetve a szerkezet biztonsága által megszabott követelményeket kielégítenek. A követelmények vonatkozhatnak egyrészt a kötések helyi tulajdonságaira, ezek:

— az anyagszerkezet
— a repedés-mentesség
— a kis zárvány-tartalom,

másrészt a kötések jelenlétének az egész szerkezetet érintő következményeire, ezek:

— a szilárdság
— biztonság a rideg töréssel szemben
— ellenállás a korrózióval szemben.

A felsoroltakat a továbbiakban a *hegeszthetőség* egyes *szempontjainak* fogjuk nevezni.

A repedés „mentesség" jelenthet teljes mentességet, számos esetben azonban jelenthet relatív mentességet is. A kis zárvány-tartalom és a hegesztett kötések minősége közötti összefüggés jól jut kifejezésre a röntgen-felvételeken felfedezett hibák alapján megállapítható ún. röntgen-osztály alkalmazásában. A biztonság a rideg-töréssel szemben vagy az ellenállás a korrózióval szemben számos esetben relatív követelmény. A követelmények általában az alkalmazás módjától és a tönkremenetel következményeitől függően enyhébbek vagy szigorúbbak.

A hegesztett kötés kellő jó minőségének előzetes feltétele, hogy az alapanyag is és a szerkezet is feleljen meg a vonatkozó követelményeknek. A

hegesztett kötéstől bizonyos esetekben megkövetelhető, hogy az acél alapanyaggal teljesen egyenértékű legyen. Más esetekben azonban vagy nem lehet, vagy nem ésszerű a hegesztett kötésekkel szemben ugyanolyan követelményeket támasztani, mint ugyanazon kötés alapanyagával szemben. Ez utóbbi esetben kétféle alternatív módon lehet a hegesztett kötés helyi tulajdonságaiból, illetve a jelenlétüknek az egész szerkezetet érintő következményeiből várható hátrányokat kiküszöbölni: vagy a szerkezetet kell úgy megtervezni, vagy pedig az alapanyagot kell úgy megválasztani, hogy az a követelményeknek a hegesztéssel várhatóan előidézett hátrányos változásokat figyelembe véve is meg tudjon felelni. Az acél hegeszthetőségének elbírálásában e legutóbbi eset jut újabb, az előzőeket kiegészítő jelentős szerephez. Arról van szó, hogy az acélok azon felül, hogy tulajdonságaik különbözőek, különböző mértékben lehetnek hajlamosak egyes nem kívánatos változásokra. Az ilyen nem kívánatos változások legismertebb válfajai: a hegesztési edződés, a hegesztési öregedés, a hegesztési (túlhevítési) elridegedés stb. Az acélok hegeszthetőségének elbírálásában tehát jelentős szerepet töltenek be az alapanyag hegesztés által érintett részének — ez a rész a hegesztett kötés fogalmába általában beleértendő — a tulajdonságai. A hegesztett kötésben megállapított tulajdonságokat kétféle módon is lehet jellemezni: abszolút mértékkel (pl.: a hegesztett kötésben megállapított legnagyobb átmeneti hőmérséklet —12 °C), vagy relatív mértékkel, az érintetlen alapanyag tulajdonságaihoz viszonyítva (pl.: a hegesztett kötésben megállapított legnagyobb átmeneti hőmérséklet + 23°C-szal több, mint az alapanyagé).

Hegesztett kötések valóságos vagy várható helyi tulajdonságaira, illetve jelenlétük következményeire vonatkozóan különféle vizsgálatok nyújtanak felvilágosítást. Ilyen vizsgálatok végezhetők:

— hegesztett kötésen,
— hegesztéssel befolyásolt anyagon,
— a hegesztés hatását helyettesítő mesterséges mechanikai- és (vagy) hőkezelésnek kitett alapanyagon,
— valóságos szerkezeten, szerkezeti elemen vagy modellen.

Ezek a vizsgálatok módszerüket tekintve lehetnek:

— anyagszerkezeti vizsgálatok,
— szilárdsági vizsgálatok,
— technológiai próbák,
— korróziós vizsgálatok,
— roncsolásmentes vizsgálatok;

kivételes esetekben még más vizsgálatok is szóba jöhetnek. A vizsgálatok közül azok, amelyeknek célja az acél hegeszthetőségére vonatkozó következtetés, hegeszthetőségi vizsgálatoknak, vagy „hegesztést is tartalmazó hegeszthetőségi vizsgálatok"-nak nevezhetők.

A *hegeszthetőség foka* azt juttatja kifejezésre, hogy az acél kisebb vagy nagyobb mértékben alkalmas a hegesztett kötéssel szemben támasztott követelmények egyikének vagy másikának kielégítésére. Az acéloknak a hegeszthetőség foka szerint történő megkülönböztetése sohasem nélkülözheti azon szempont(ok) megnevezését, amely(ek) szerint a megkülönböztetés történik.

A minőségi követelmények és a gazdaságosság szempontjainak egyidejű kielégítésére törekvés nyomán alakult ki számos acélműnek és egyre több nemzeti szabványnak az a gyakorlata, hogy más, a hegesztéstől független szempontok szerint azonosnak tekinthető acélokon belül egymástól csak a hegeszthetőség fokában különböző minőségi fokozatokat különböztetnek meg. Így szokásos a lágy acélok között hegesztett szerkezetben a rideg töréssel szemben kisebb és nagyobb biztonságot nyújtó minőségi fokozatoknak, korrózionak kitett hegesztett szerkezetek anyagai között korrózióra kevésbé és jobban hajlamos fokozatoknak a megkülönböztetése stb. Természetesen előfordulnak olyan alternatív kereskedelmi acélminőségek is, amelyek közül a jobbiknak a tulajdonságai egyszerre több szempontból — például azonos folyáshatár esetében, a rideg törés és az edződés szempontjából egyaránt — kedvezőbbek.

Bár az itt leírtak már magukba foglalják, mégis külön ki kell emelni, hogy a hegeszthetőség foka szerinti megkülönböztetésnek elsősorban a hegesztéstől független szempontok alapján közel azonosnak tekinthető acélok között van értelme. Nincs semmi értelme az olyan kérdésnek, hogy például egy szilíciummal megnyugtatott lágy szerkezeti acél és egy stabilizált CrNi 18/8 acél közül melyiknek jobb a hegeszthetősége.

A hegeszthetőség fogalmának használata

A hegeszthetőség fogalmának részletes felbontása és magyarázata után világosabbá válik az az állásfoglalás, hogy az egyes acélminőségeket nem lehet valamiféle hegeszthetőségi „osztályzattal" (pl.: jól — eléggé — rosszul — nem; vagy: feltételesen — feltétel nélkül stb.) ellátni. Annak, hogy nem lehet, két fő oka van. Az egyik ok az, hogy a hegeszthetőség összetett fogalom. Pl. az az acél, amely az alkalmazás adott módja mellett, adott hegesztő eljárással és alkalmas (egyszerű) hegesztési munkarenddel az edződés veszélye szempontjából megfelel, nem szükségképpen felel meg rideg töréssel szembeni biztonság szempontjából. A másik ok pedig az, hogy egyrészt a hegeszthetőség, másrészt az alkalmazás módja és a hegesztési technológia egymástól kölcsönösen függnek. Ezt is példákon lehet bemutatni. Az egyik acél hegeszthető lehet, ha az alkalmazás módja: acél-betét egy épület vasbeton oszlopában, a hegesztő eljárás: zömítő tompahegesztés és a hegesztési munkarend összhangban van az előzőekkel; ugyanez az acél nem hegeszthetőnek minősülhet egy híd vonórúdjaként, kézi elektródos ívhegesztés esetén, alkalmazzanak bármilyen hegesztési munkarendet. A másik acél hegeszthető lehet egy gép-alkatrész céljára, széndioxid védőgázas ívhegesztéssel, olyan célszerű hegesztési munkarenddel, melyben többek között a munkadarab hőmérséklete 300°C; ugyanez az acél — minden más legyen azonos — szobahőmérsékleten nem hegeszthető lehet.

A régi, túlságosan kezdetleges rendszer tehát csődöt mond. Kilátástalan vállalkozás lenne azon-

ban a másik véglet, a minden elvileg lehetséges esetre kiterjedő olyan sokváltozós rendszer felállításának kísérlete is, melybe egy-egy műszaki feladat kapcsán egyes adatokat behelyettesítve a hiányzó adatokra kifogástalan megoldás adódnék. Céltalan lenne azért is, mert az elvileg lehetséges kombinációk jelentős részének nincsen gyakorlati ipari jelentősége. Azokra az esetekre, amelyeknek számottevő ipari jelentőségük van, számos változó megkötésével szokás megoldást keresni.

A hegesztett szerkezetek műszaki megvalósításához három szakterületnek, az acél gyártásának, a szerkezet tervezésének és a szerkezet gyártásának (hegesztésének) jól összehangolt együttműködése szükséges. A hegeszthetőséggel kapcsolatos fogalmak és követelmények tisztázására és rögzítésére az említett három szakterület közös nyelvének megteremtése érdekében van szükség. Korábban — összhangban a hegeszthetőség fogyatékos megfogalmazásával — a magyar szabványos előírások félreérthetők voltak. E félreértés hordozói éppen a már említett „jól hegeszthető", vagy számos acélminőség esetében az „S" jelzésű anyagok voltak. Ezek a fogalmak a vonatkozó szabványelőírások (MSZ 4305—49 és 4309—49) értelmében egészen a legutóbbi időkig forgalomban voltak. Ezeknek a megjelöléseknek azonban nem volt meg a kellő műszaki fedezete. Ez a túlzottan leegyszerűsített rendszer több veszélyt rejtett magában, mint amennyi hasznot biztosított. A betű szerint „jól hegeszthető" acélt választott ki a tervező, gyártott az acélmű és használt fel a hegesztő üzem, és az acél végül mégsem tett eleget több egészen elemi követelménynek sem. Ennek a már régen idejét múlt szemléletnek súlyos következményei a szakkörökben eléggé ismertek, halaszthatatlan tehát, hogy az elavultat korszerűvel váltsuk fel.

Az új rendszer csakis differenciáltabb lehet a réginél. Feltételezi a hegesztett szerkezetekhez való acélok rendszerezett választékát, a tervező tájékozottságát a célszerű anyagminőség kiválasztásában, végül a hegesztő üzem kellő felszereltségét és felkészültségét. A hazai gyakorlat szerint az acél-választék szabályozása a szabványok dolga. A szabványok ezért a hegeszthetőségre vonatkozó általános megjelölés mellőzésével a műszaki és minőségi követelmények között tételesen kell, hogy tartalmazzák az acél hegeszthetőségének az acél tulajdonságaitól függő biztosítékait. A tervező feladata ezek után a rendelkezésre álló választékból elsősorban az alkalmazás módjának korlátozottabb mértékben a hegesztési technológiának szem előtt tartásával az alkalmas acélminőség kiválasztása, és ha arra szükség van, a hegesztési technológiára vonatkozó ajánlások vagy előírások megtétele. Az acélgyártó feladata a megadott acélminőség előállítása és annak átadás-átvételi próbák útján való igazolása, hogy az acél a követelményeknek tételesen megfelel. Végül a kivitelező feladata marad az acél tulajdonságainak és az alkalmazás módjának ismeretében — a tervezői előírások mélységétől függően szűkebb vagy tágabb határok között — a hegesztési technológia (eljárás + anyag + munkarend) megválasztása.

Ilyen módszer alkalmazására nyújt lehetőséget a hegesztett hajószerkezetekhez és a hegesztett szerkezetekhez való acélok nemrégiben életbe lépett új szabványa, az MSZ 6280—65.

E megoldások biztatóak, mégsem lehet tőlük várni, hogy egycsapásra minden kérdésre előre választ adjanak. Részben ilyen esetekre, részben pedig elvárt eredmények ellenőrzéséhez van szükség a hegeszthetőségi vizsgálatokra.

A hegeszthetőségi vizsgálatok

Amit az acéltól az alapvető tulajdonságokon (szilárdság stb.) túlmenően követelünk meg, hogy a belőle készített szerkezet hegesztett kivitelben is megfeleljen, az tartozik a hegeszthetőség fogalomkörébe, annak vizsgálatára valók a hegeszthetőségi vizsgálatok. A hegeszthetőségi vizsgálatok eredményei azonban idővel egyre jobban visszahatottak az alapanyaggal szemben támasztott követelményekre. Így ma már nagyobbrészt az alapanyagon végzett vizsgálatok megkívánt eredményeit és egyéb, a vegyi összetételen kívül főként az acél előállításának módjára vonatkozó előírásokat állítják úgy össze, hogy azok hegesztést is tartalmazó hegeszthetőségi vizsgálatok végzése nélkül is biztosítsák a hegeszthetőség bizonyos fokát.

Jól lehet követni azt a fejlődési folyamatot, amelyben előbb a hegeszthetőség jelentőségét felismerve a hegesztést is tartalmazó hegeszthetőségi vizsgálatok a hagyományos átadás-átvételi vizsgálatok mellett tért hódítottak, majd utóbb kiszorultak. Az időrendben első hegeszthetőségi vizsgálatokat a szerkezeti törések nyomán tett azon felismerés hívta életre, hogy a nem hegesztett szerkezetekre kialakult gyakorlat szerint megfelelőnek tartott acélok közül egyesekből lehetett, másokból nem lehetett az akkori fogalmak szerinti jó minőségű hegesztett kötést készíteni, továbbá, hogy ezt a tulajdonságot nem lehet az alapanyagon abban az időben szokásosan végzett minősítő vizsgálatok (főként hajlító és szakító próbák) során regisztrált egyetlen jellemzővel sem összefüggésbe hozni. Ésszerű volt az a gondolat, hogy erre a nyitott kérdésre hegesztést is tartalmazó szakító vagy (és) hajlító próbák adhatnak választ. Az első próbák így érzék után alkotott próbák voltak. Ilyen „rutin" próbákat elsősorban a főként mechanikai igénybevételeknek kitett szerkezetek közönséges lágy és mérsékelten nagyobb folyáshatárú pl. St 52 acéljainak vizsgálatára használtak. A kezdeti tájékozódás időszakában ezeket a próbákat a hegesztő üzemek végezték avégett, hogy a rendelkezésükre álló acélok tömegéből a hegeszthetőket kiválogassák. Nyilvánvaló, hogy a hegesztett szerkezetek nagyüzemi gyártásával az efféle válogatás nem fér össze. Éppen ez az igény alakította ki napjaink gyakorlatát, azt, hogy a hegeszthetőségi vizsgálatokat nem a hegesztő üzemek végzik az acél felhasználása előtt, hanem hogy azokat a kohászati kutató intézetek és az acélművek laboratóriumai végzik az acélminőségek előírásainak kidolgozása során. Az anyagminőségek kidolgozásához használt próbák így többrétűbbek lehetnek. A gyakorlatban valóban sokfélét alkalmaz-

nak, számuk ma már több százra tehető. A különféle hegeszthetőségi vizsgálatokat világszerte a szinte minden jelentősebb ipari országban működő hegesztési intézetek dolgozzák, illetve fejlesztik ki és ennek a munkának a koordinálásában jelentős szerepe van az IIW-nek. A hegesztett szerkezetekhez való újonnan bevezetendő anyagminőségek vizsgálatának folyamatát legvégül az illetékes hegesztési intézet vagy laboratórium vizsgálata zárja, melynek során az acélművek vizsgálati eredményeivel alátámasztottan felajánlott acél hegeszthetőségét üzemi gyártásból származó termékeken újból részletesen ellenőrzik. A hegesztési intézetek a szocialista országokban általában a feldolgozó iparágak, a kapitalista országokban pedig a hegesztésben leginkább érdekelt nagyvállalatok megbízásából működnek. Így ezeknek éppen az az egyik fő feladata, hogy egyetlen helyen jó felkészültséggel és jó felszereléssel foglalkozzanak az acélok hegeszthetőségének vizsgálatával, továbbá, hogy a bevezetett acélok alkalmazási módjának és hegesztési munkarendjének körülhatárolására vonatkozó irányelveket kibocsássák. Hazánkban különböző intézmények: a budapesti és a miskolci Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai Intézete, illetve Tanszéke, az Útügyi Kutató Intézet Híd-osztálya és a Vasipari Kutató Intézet Hegesztési osztálya foglalkoznak a szóban forgó kérdések különböző vonatkozásaival. A különböző acélművek — elsőként a Dunai Vasmű — néhány éve egyre fokozódó érdeklődést tanúsítanak a hegeszthetőség vizsgálatának laboratóriumi módszerei iránt.

Mindezek után már csak az a kérdés van hátra, hogy milyenek legyenek a korszerű átadás-átvételi feltételek. Általános az a törekvés, hogy az átadás-átvételi feltételek között hegesztést is tartalmazó próbák ne szerepeljenek. Fontos kutatási területté vált tehát a hegeszthetőség és egyrészt az acél alkalmasságát meghatározó tényezők, másrészt az alapanyagokon elvégezhető különféle vizsgálatok eredményei közötti összefüggések feltárása. Ezek a munkák több vonatkozásban kielégítő eredményre vezettek. A legtöbb országban a kérdéses acélok legtöbbjének átadása és átvételekor ma már nem végeznek hegesztett hegeszthetőségi próbákat. Ennek ellentétele viszont, hogy az ilyen acélok előírásának általában több megkötést és vizsgálatot, a különféle jellemzőknek más acélokhoz képest szűkebb határok közt való korlátozását és esetenként az alapanyagon végzett „hegesztést nem tartalmazó hegeszthetőségi vizsgálatokat" kell magába foglalnia.

E hegeszthetőségi vizsgálatok szabványosítása azért is indokolt, mivel ilyenekre vonatkozó érvényes szabvány jelenleg nincsen. A 18 évvel ezelőtt szerkesztett MSZ 4309—49 ugyanis ma már hatályon kívül van. Új szabvány-előírások szerkesztése már több éve — részben a KGST együttműködés keretében is — folyamatban van.

Az új acélminőségek kidolgozásakor vagy ismert acélminőségek előállítási technológiájának megváltoztatásakor szükséges vizsgálatoknak — melyeket jól felszerelt laboratóriumok végeznek — sokkal többrétűeknek kell lenniök annál, amit egy szabvány előírhat. Ilyenkor irodalmi adatokra támaszkodva kell a szóban forgó probléma természetének legjobban megfelelő vizsgálatokat kiválasztani. Az ilyenek tehát semmiképpen sem valók szabványba, nem beszélve arról, hogy az ilyenek fejlődésével egy szabvány sem tudna lépést tartani. Ha viszont a hagyományos rutin-próbák közül szabványosítanánk néhányat, úgy azzal a kötelezettséggel járna, hogy a vizsgálat eredménye alapján ki kellene tudni mondani az acél hegeszthető, vagy nem hegeszthető voltát, ami ellen a megelőzőekben már elegendő érvet vonultattunk fel. A megkívánt differenciált megállapításokra viszont a rutin-próbák általában nem alkalmasak.

A rutin-próbákkal ellentétben számos vonatkozásban igen hasznosnak bizonyult a hegeszthetőségi vizsgálatok egyik mellékhajtása. Miután számos, korábban jónak hitt hegeszthetőségi vizsgálatról kiderült, hogy a hegeszthetőség elbírálására alig, vagy csak kutató laboratóriumi módszerekkel, nagy körültekintéssel végezve alkalmas, hamarosan rájöttek arra is, hogy más célra igen hasznos. Hasznos az acél tulajdonságai és a hegesztési technológiai (eljárás + anyag + munkarend) összeillő voltának ellenőrzésére és esetleg még adott acélhoz az optimális hegesztési technológia meghatározására is. Ilyen próbákon ellenőrizhető, hogy általános ismeretek alapján megválasztott technológia az adott acél esetében valóban beválik-e. Ezeknek a vizsgálatoknak a jelentősége főként a nagy folyáshatárú acélok gyári hegesztésének előkészítésében van. A nagy folyáshatárú acélok alkalmazásának remélhető fejlődésével az ilyen „összeillőségi vizsgálatok"-at a hegesztő üzemek mindennapi gyakorlatává kell tenni. Ezek a vizsgálatok ilyen felfogásban lennének valók szabványosításra.

A hegeszthetőség fogalmának alkalmazása ipari problémák egy-egy körének megoldásához

A rész-kérdések között mind történetileg, mind a termelés mennyisége szempontjából az első helyen az az eset áll, amelyben túlnyomóan mechanikai igénybevételeknek kitett szerkezetekről, ötvözetlen vagy legfeljebb gyengén ötvözött acélokról és ömlesztő elektromos ívhegesztő eljárásokról van szó. A hegeszthetőségnek ez az eddig legtöbbet tárgyalt fejezete. A hegeszthetőséggel kapcsolatos fogalmak és a közismertebb hegeszthetőségi vizsgálatok egyaránt ennek a talaján fejlődtek ki.

IRODALOM

[1] *Parker:* Brittle Behaviour of Engineering Structures. Wiley and Sons, New York 1957.
[2] *Rühl:* Die Sprödbruchsicherheit von Stahlkonstruktionen. Werner Verlag, Düsseldorf 1959.
[3] *Tipper:* The Brittle Fracture Story. Cambridge University Press, 1962.
[4] Doc. IIW/IIS 22—59. Recommandations pour le choix et la classification des aciers pour constructions soudées. Soudage et Techniques connexes 13. (1959) 99—102. old.
[5] Doc. IIW/IIS 137—64. Nomenclature des procédés de soudage. Soudage et Techniques connexes 18. 1964) 353—354. old.
[6] GOSZT 2601—44 (1955-ös kiadás) Szvarka metallov. Terminologija.
[7] DIN 1910 Blatt 2. Entwurf September 1965. Schweissen. Metallschweissen.

Szerkezeti anyagok időleges szilárdsági adatainak extrapolálása

HOZNEK JÁNOS okl. kohómérnök
Vasipari Kutató Intézet

DK 669.14.018.29 : 620.171 : 548.1

Hőálló acélok nagy hőmérsékleteken való terhelésekor várható viselkedésére régebben a kúszás 25—35. órája között megállapított kúszási sebességhatár értékszámából igyekeztek következtetni. Később azonban rájöttek, hogy az ilyen rövid idejű vizsgálat eredménye nem mindig tükrözi vissza az anyag későbbi magatartását. Ezért újabban a tartósan nagy hőmérsékleten igénybevett hőálló acélok értékeléséhez csak a hosszabb idejű kúszási adatokat veszik figyelembe és az anyag jellemzésére az időleges szilárdságot használják. Ennek meghatározására a kúszást a szakadásig folytatják és az addig eltelt időt a feszültség függvényében ábrázolják. Ha a feszültség-idő diagramban az azonos hőmérsékleten kapott pontokat összekötjük, egy görbesereget kapunk, amely az idő tengelye irányában lejt. A görbék helyzete és lejtésük mértéke jellemző a kérdéses anyag időleges szilárdságára.

Larson és *Miller* azt találta, hogy ha a diagramot nem a feszültség (σ) és az idő (t) összefüggésben fejezi ki, hanem az idő helyett a T $(C+\lg t)$ paramétert alkalmazza (ahol T = a vizsgálati hőmérséklet °K-ban és C = állandó), akkor a görbesereg görbéi egyetlen vonalon fedik egymást, és ez a vonal a rövidebb idejű időleges szilárdsági adatok extrapolálására felhasználható [1]. A C-állandót illetően a szerzők azt állítják, hogy ez különböző acélokon, sok adat statisztikai kiértékeléséből számítva elég tág vizsgálati időtartamokon belül olyan kevéssé változik, hogy az extrapolálás szempontjából elhanyagolható. Ezért az anyagok többségében a C érték 20-nak vehető fel.

Larson és *Miller* javaslatát azzal támasztotta alá, hogy már régebbi kutatási eredmények azt mutatták, hogy a kúszás, megeresztés és diffúzió folyamatainak a reakciósebessége egyaránt az *Arrhenius*-féle összefüggéssel fejezhető ki. Ez az egyenlet kúszás esetében a következő alakot veszi fel:

$$\dot{\varepsilon}=\frac{1}{t}=A\cdot e^{-Q/RT} \qquad (1)$$

ahol $\dot{\varepsilon}=$ a kúszási sebesség (a szakadásig eltelt idő (t) reciproka); A = állandó; Q = aktiválási energia; R = gázállandó; T = abszolút hőmérséklet.

Az (1) egyenletet logaritmizálva:

$$-\lg t=\lg A-\frac{Q}{2{,}3RT} \qquad (2)$$

Ha a lg A helyébe C-t veszünk és az egyenletet rendezzük:

$$P=\frac{Q}{2{,}3R}=T(C+\lg t)=\text{const.} \qquad (3)$$

Szerzők abból indultak ki, hogy a Q aktiválási energia állandó, így a jobb oldalon levő kifejezésnek is állandónak kell lennie. Ebből adódik, hogy azonos feszültség esetében bármily hőmérsékletre és a hozzá tartozó szakadásig eltelt időre a következő összefüggés áll fenn:

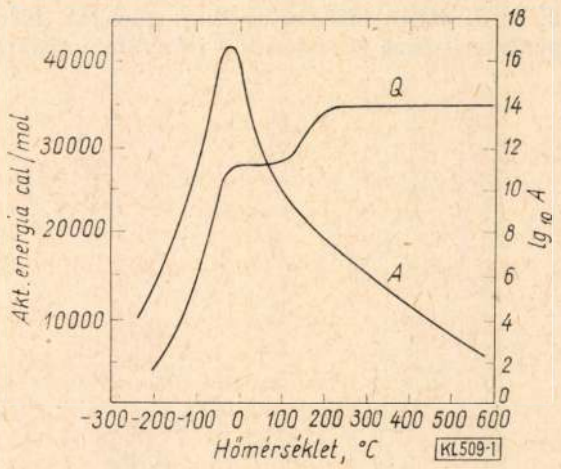
$$T_1(C+\lg t_1)=T_2(C+\lg t_2)=T_3(C+\lg t_3)\ldots \qquad (4)$$

A Q és a C (vagyis lg A) állandóságának helytállósága az *1. ábrából* ellenőrizhető. A két tényező görbéjét színalumíniumra szerkesztették [2]. A kúszás technikai szempontjait figyelembe véve természetesen nem érdekes a diagramon feltüntetett teljes hőmérsékleti mező. A számításba jövő megújulás mellett végbemenő kúszásra (recovery creep) általában a fém olvadáspontjának 0,25—0,5-szörösét veszik tekintetbe. Ez az alumínium esetében kb. 165—330°C, tehát csak ebben a hőmérsékleti mezőben kell a két tényezőt megvizsgálni. A diagramból kitűnik, hogy a lg A értéke végig változó, a Q viszont mintegy 220°C-tól a nagyobb hőmérsékletek felé állandónak vehető. A vas ötvözeteire nem áll rendelkezésünkre ugyanilyen diagram, de más munkákból kitűnik [3, 4, 5], hogy a Larson és Miller által alkalmazott paraméteres összefüggés állandói a kúszás esetében nem állják meg a helyüket.

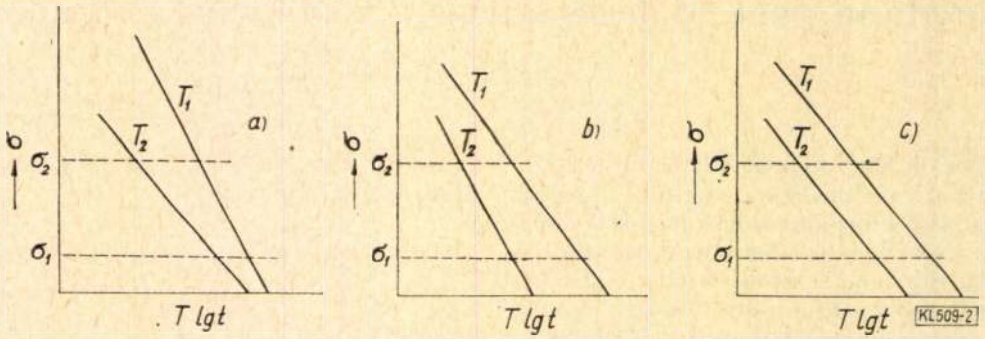
Könnyen belátható ez, ha a (4) egyenletből a C-t kifejezzük és összefüggésbe hozzuk a kúszási vizsgálat két paraméterével, a feszültséggel és a hőmérséklettel. Tehát a (4) egyenletből:

$$C=\frac{T_1\lg t_1-T_2\lg t_2}{T_2-T_1}=\frac{T_2\lg t_2-T_3\lg t_3}{T_3-T_2} \qquad (5)$$

Ha ezek után a szakadásig végzett kúszási adatok alapján olyan diagramot szerkesztünk, amelynek ordinátáján a feszültséget (σ) és abszciszszáján az (5) egyenlet számlálójában levő T lg t értékeket tüntetjük fel, szemléltetően bemutatható a C értékének függősége a σ-tól. Két hőmérsékleten folytatott kúszási adatokból összeállított diagramban a σ—T lg t vonalak egymáshoz képest elvileg



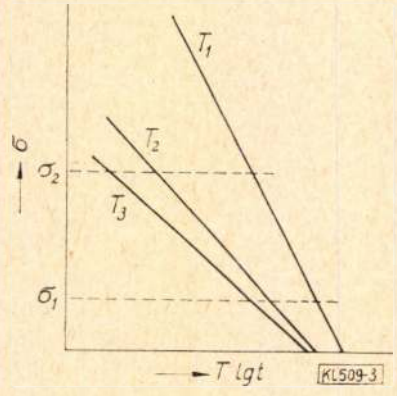
1. ábra. A Q és az A változása az $\dot{\varepsilon}=Ae^{-Q/RT}$ kúszási sebesség egyenletében színalumínium esetére



2. ábra. A kúszás σ — T lgt vonalának elvi vázlata két hőmérsékleten végzett vizsgálatok alapján

háromféle módon helyezkedhetnek el *(2. ábra)*. Ha az összefüggést ábrázoló két egyenes lefelé összetartó, akkor az (5) egyenletből nyilvánvaló, hogy a C értéke a feszültség csökkenésével együtt csökken *(2a ábra)*. Ezzel ellentétben a *2b ábrán* bemutatott esetben a két egyenes lefelé szétnyílik, tehát a C a feszültség csökkenésével nő. Egyedül csak akkor állandó a C minden feszültségen, ha az egyenesek egymással párhuzamosak *(2c ábra)*. A gyakorlatból vett példák azt mutatják, hogy leggyakoribb a *2a ábrán* bemutatott összefüggés, tehát általában csökkenő feszültséggel a C érték is csökken. Meg kell még jegyezni, hogy a párhuzamos egyenesek esetén a C ugyan állandó a feszültség változása mellett, de ez az állandó nem feltétlenül a Larson—Miller paraméterben felvett 20-as érték.

Ha a C összefüggését a hőmérséklet függvényében akarjuk megismerni, akkor több hőmérsékleten végzett kúszási adatokra van szükség. Az elképzelhető kilenc változat bemutatásának mellőzésével, csupán a szemléltetés céljából egy esetet ábrázoltunk a *3. ábrán*. Olyan kikötés mellett, hogy a $T_1—T_2=T_2—T_3$, tehát a két szomszédos hőmérséklet közti különbség azonos, a diagramból világos hogy a C nagysága a feszültségen túlmenően a hőmérséklet változásának is függvénye. A bemutatott esetben a hőmérséklet növekedésével, legalábbis a $T_1—T_3$ hőmérsékleti területen, a C értéke csökken. Ha mindezekkel szemben a kúszási adatokat a Larson—Miller által javasolt összefüggésben ábrázoljuk, vagyis a σ—T $(20+1 \lg t)$ koordináta rendszerben, ez lényegében azt jelentené, hogy a *2.* és *3. ábrán* látható egyenes párokat, illetve egyenesseregeket az x-tengely irányában eltoljuk,



3. ábra. A kúszás σ — T lgt vonalának elvi vázlata három hőmérsékleten végzett vizsgálatok alapján

hogy azok fedjék egymást. Az előbbiekből következően azonban nyilvánvaló, hogy ez a kritérium csak a *2c ábrának* megfelelő esetben teljesül, de akkor is csak úgy, ha a valódi kúszási adatokból számított $C=20$-szal. Minden más esetben ez a fedés nem következik be, mert az egyenesek megtartják eredeti hajlásszögüket és az előbbi ábrázoláskor kapott, lefelé összetartó vagy szétnyíló egyenessereg egy pontban egymást metsző egyenessereggé alakul. A metszéspontot azon a feszültségen kapjuk, ahol a $C=20$-szal. Ettől kisebb és nagyobb feszültségek felé az egyenesek legyezőszerűen szétnyílnak. Ennek következtében a Larson—Miller-féle eljárás alkalmazása mellett pontos eredményt csak egy feszültségen kaphatunk, ahol a $C=20$-szal. Ezen a feszültségen kívül minden esetben a kiértékelési eljárás pontatlanságával kell számolnunk, amelynek mértéke a σ—T lg t egyenesek egymással bezárt szögének nagyságával és a $C=20$-nak megfelelő feszültségtől való eltávolodás mértékével arányos.

A Larson—Miller-féle extrapoláló eljárás itt vázolt pontatlanságának kiküszöbölése az alábbi módszerrel lehetséges. A cél az, hogy a σ—T $(C+\lg t)$ összefüggést kifejező pontok minden feszültség és minden hőmérséklet esetén egyetlen vonalon feküdjenek. Ez a feltétel akkor teljesül, ha a σ—T lg t diagramból mindkét tényező (σ és T) összefüggésében meghatározzuk a C értékének változását és a T $(C+\log t)$ paramétert ennek figyelembevételével ábrázoljuk.

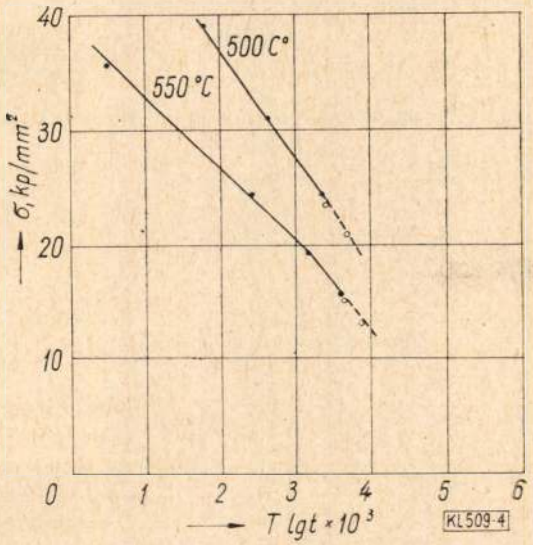
A következőkben az irodalomból vett adatok alapján néhány gyakorlati példán mutatjuk be az eljárás alkalmazhatóságának lehetőségét.

Az első két példához csak két hőmérsékleten végzett vizsgálati adatok álltak rendelkezésre, ezért ez esetben a C értékváltozását csak a feszültségtől függően vehettük tekintetbe.

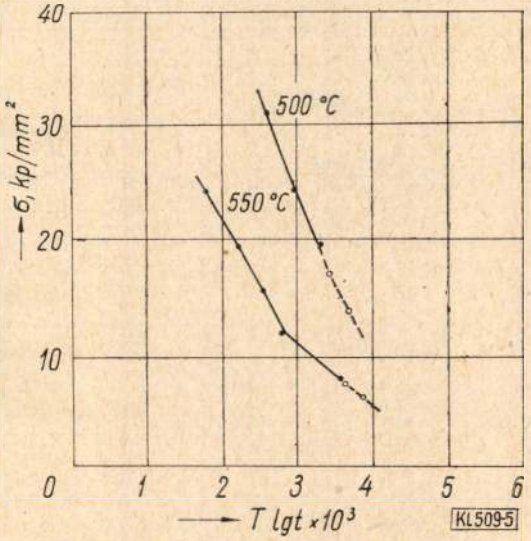
1. példa:
GS-21CrMoV511 acél (*17b*-jelű) [6, 7]

2. példa:
GS-24CrMoV55 acél (13c-jelű) [6, 7]

A kúszási adatokból összeállított σ—T lg t diagramokat a *4.* és *5. ábrán* láthatjuk. A diagramokból kitűnik, hogy mind a *17b*, mind a *13b* acél esetében a σ—T lg t egyenesek lefelé összetartóak, tehát a C értéke a feszültség csökkenésével arányosan csökken.



4. ábra. A 17b-jelű acél próbáinak σ — T lgt diagramja

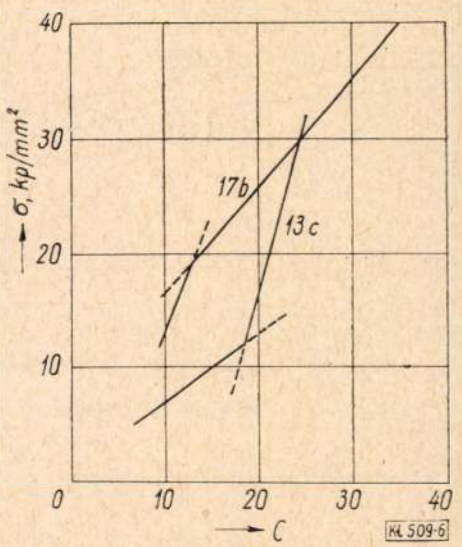


5. ábra. A 13c-jelű acél próbáinak σ — T lgt diagramja

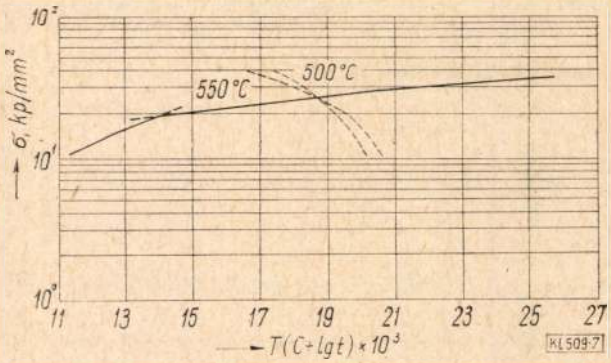
A C értékváltozását a feszültség függvényében a 6. ábrán tüntettük fel mindkét példa esetére. Látható, hogy a C változása elég nagy és a két példa esetében az adott feszültségi mezőben 0 és 40 között találjuk.

A 7. és 8. ábrán mutatjuk be a két példa paraméteres függvényeit. Szaggatott vonallal jelöltük a T $(20+\lg t)$-nek és folyamatos vonallal a T$(C+\lg t)$-nek megfelelő összefüggéseket változó C mellett. Világosan kitűnik, hogy a $C=20$ alkalmazása mellett egymást egy pontban metsző vonalakat kapunk, ahonnan számítva mind felfelé, mind lefelé a vonalak egymástól eltávolodnak. A vonalak metszéspontja egyébként nyilvánvalóan a változó C-vel szerkesztett vonallal is közös pont.

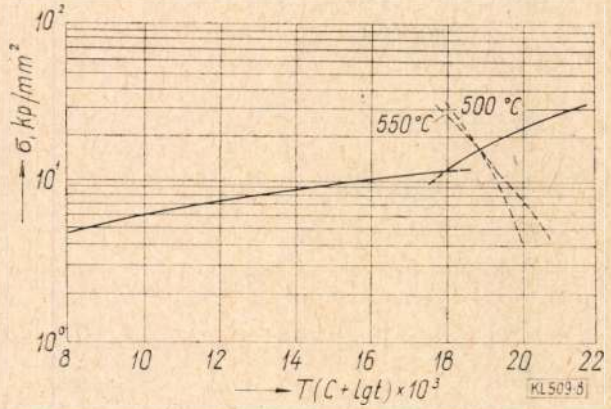
Ha visszatérünk a 6. ábrára, érdekes megfigyelni, hogy a C változását ábrázoló vonalak a $C=20$ abszcisszát abban a feszültségtartományban metszik, ahol a szakadásig eltelt idő 10 000 óra alatt van. Ez más szóval azt jelenti, hogy a rövidített kúszási vizsgálatok feltételei mellett valóban többékevésbé megbízható a $C=20$ érték, de a kisebb feszültségeken, amelyekre éppen az extrapolálás történik, a C-ben tapasztalható változás már hibákat okoz. Ezt a jelenséget küszöböli ki a javasolt eljárás.



6. ábra. A C értékváltozása a 17b és 13c-jelű acélnál

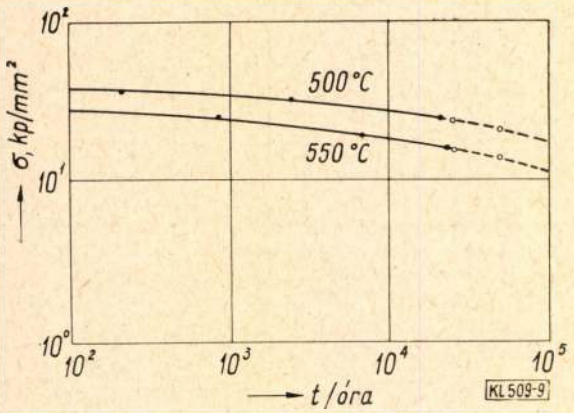


7. ábra. A 17b-jelű acél próbáinak σ — $T(C+\lg t)$ diagramja

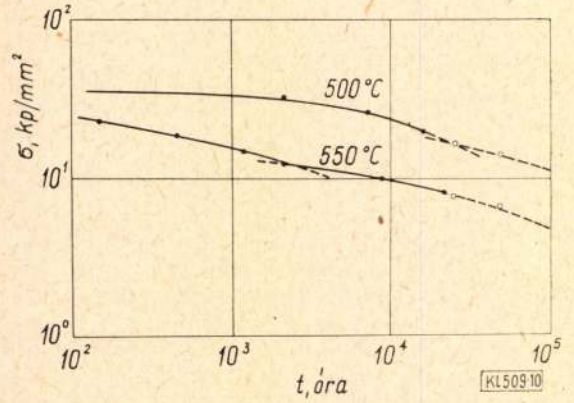


8. ábra. A 13b-jelű acél próbáinak σ — $T(C+\lg t)$ diagramja

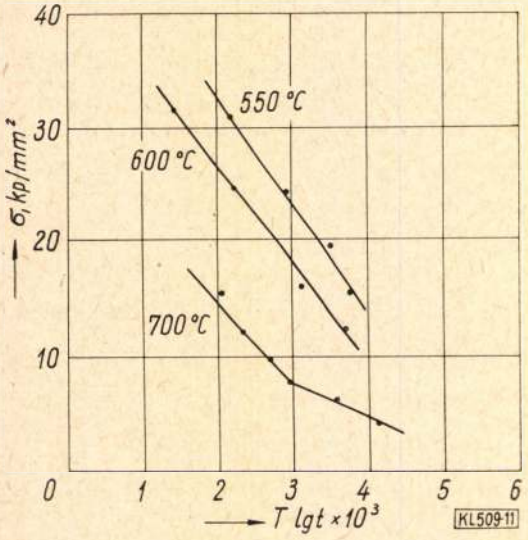
A 9. és 10. ábrán feltüntettük a két acél extrapolálással szerkesztett feszültség-idő görbéit is, amelyekből most már a pontos időleges szilárdsági adatok leolvashatók. A diagramokba ugyancsak berajzolt mérési pontok a görbék lefutásával jól egybevágnak.



9. ábra. A 17b-jelű acél időleges szilárdsági diagramja



10. ábra. A 13c-jelű acél időleges szilárdsági diagramja



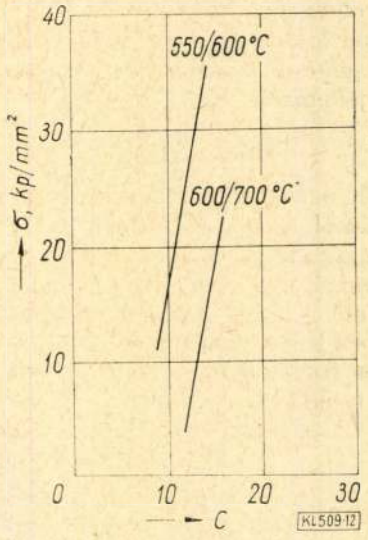
11. ábra. A 25d-jelű acél próbáinak σ — T lgt diagramja

A harmadik példában bemutatjuk, hogy a hőmérséklet változása hogyan befolyásolhatja a C értékének változását.

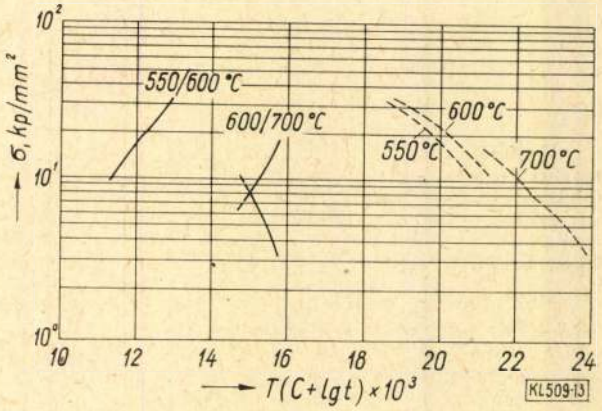
3. példa:

10% Mn-, 10% Cr-acél (25*d*-jelű) [8]

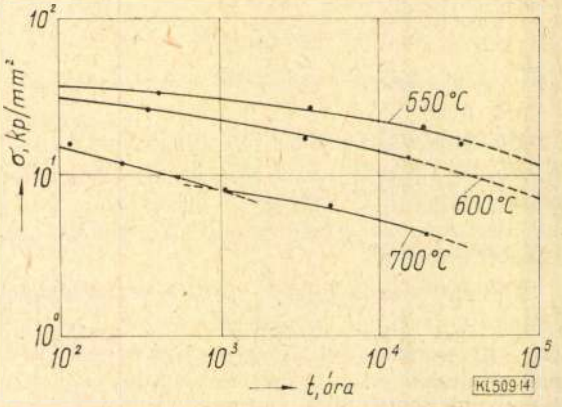
Ennél az acélnál három különböző hőmérsékleten végeztek kúszási vizsgálatokat. A példa adataiból kiszámított σ—T lg t diagram a *11. ábrán* látható. Ha a számításokat elvégezzük, azt



12. ábra. A 25d-jelű acél C értékének változása



13. ábra. A 25d-jelű acél próbáinak σ — $T(C+lgt)$ diagramja



14. ábra. A 25d-jelű acél időleges szilárdsági diagramja

tapasztaljuk, hogy jelen esetben a C értéke nemcsak a feszültséggel, de a hőmérséklettel is változik. Ilyen esetben a C-re két vonalat kell szerkesztenünk, melyek közül mindegyik két szomszédos hőfok közötti hőmérsékleti tartományra érvényes *(12. ábra)*.

A továbbiakban ugyanígy paraméteres függvényből is kettőt kapunk *(13. ábra)*. Az előbbihez hasonlóan szaggatott vonallal itt is ábrázoltuk a $C=20$ esetére érvényes függvényeket. Az eltérés

ennél az acélnál még nagyobb, mert a $C = 20$-nak az előzőeknél sokkal nagyobb feszültség felel meg. Végül a *14. ábráról* olvashatjuk le az acél időleges szilárdsági jellemzőit.

Összefoglalás

A hőálló acélok időleges szilárdsági adatainak extrapolálására használt, *Larson* és *Miller* által javasolt paraméteres összefüggés a „*C*-állandó" változatai miatt az extrapolált értékek pontatlanságát idézi elő. A *C*-nek a feszültség és hőmérséklet függvényében történő kifejezése és változásának a paraméteres függvényében való figyelembevétele ezt a hibát csökkenti.

IRODALOM

[1] *Larson—Miller:* Trans. ASME, 1952. 765—775. old.
[2] *Sherby—Lytton—Dorn:* Acta Met., 5 (1957), 219. old.
[3] *Siegfried:* Arch. Eisenhüttenw., 33. (1962) 3. 157—166. old.
[4] *Siegfried:* Arch. Eisenhüttenw. 34. (1963) 10. 713—726. old.
[5] *Siegfried:* Arch. Eisenhüttenw., 37. (1966) 1. 65—78. old.
[6] *Holdt—Grün:* Arch. Eisenhüttenw. 28. (1957) 5/6. 269—285. old.
[7] *Fabritius:* Arch. Eisenhüttenw. 33 (1962) 1. 35—47. old.
[8] *Bungardt:* Arch. Eisenhüttenw. 28 (1957) 5/6. 287—304. old.

Szabványosítási hírek

Felhívjuk olvasóink figyelmét a Magyar Szabványügyi Hivatal által a közelmúltban jóváhagyott alábbi kohászati tárgyú szabványokra és hozzászólásra kibocsátott szabványtervezetekre.

ÚJ SZABVÁNYOK:

MSZ 105/27. lap-67 *Acélok és fémek. Szilárdsági vizsgálatok. Relaxációs vizsgálatok, szobahőmérsékleten.*

A szabvány acélok szobahőmérsékleti relaxációjának (ernyedésének) vizsgálatára vonatkozik. A relaxációs vizsgálat lényege: megadott alakváltozás mellett, az időben folyamatosan bekövetkező húzóerőcsökkenés (feszültségcsökkenés) meghatározása.

A vizsgálat megszabott mértékű, rögzített alakváltozással hajtandó végre. A próbatestre ható statikus, tengelyirányú húzóerőt folyamatosan, vagy lépcsőzetesen kell meghatározott alakváltozásig (feszültségig) növelni.

MSZ 5750—67 (Az MSZ 5750—52 helyett) *Darupályasín.* A Szabvány a 65 DS, 80 DS és 100 DS jelű darupályasín méretelőírásait tartalmazza.

A régi szabvánnyal szemben változott a 65 DS sín szelvénye és az anyagminőség.

ÚJ SZABVÁNYTERVEZETEK

MSZ 2596 T (Az MSZ 2596—51 helyett) *Ferroszilícium.*

A KGST ajánlás alapján készült tervezet négy anyagminőséget tartalmaz, 90, 75, 44 és 16% átlagos szilíciumtartalommal. A 75% Si-tartalmú minőségnek egy nagyobb kéntartalmú változata is van. A megengedett kéntartalom általában csökkent a jelenlegi szabványos értékekhez képest és az Al-tartalom is korlátozva van.

MSZ 2597 T (Az MSZ 2597—57 helyett) *Ferrowolfram*

A tervezet KGST ajánlás alapján készült, négy anyagminőséget tartalmaz 80, 70, 60 és 50% minimális W-tartalommal. A 70% W-tartalmú minőségnek egy kisebb és egy nagyobb szennyezőtartalmú változata van.

MSZ 2610 T (Az MSZ 2610—57 helyett) *Ferromolibdén*

A KGST ajánlás alapján készült tervezet három anyagminőséget tartalmaz legalább 55, 50 és 40% Mo-tartalommal. Az 55% Mo-tartalmú minőségnek a szennyezettség függvényében három változata van. Az 50 és a 40% Mo-tartalmú minőségeket a KGST ajánlás nem tartalmazza.

MSZ 2611 T (Az MSZ 2611—57 helyett) *Ferrotitán*

A KGST ajánlás alapján készült tervezet a régi szabvány három minőségével szemben négyet tartalmaz. A minimális titántartalom: 40, 35, 25, ill. 20%.

MSZ 2612 T (Az MSZ 2612—58 helyett) *Ferrokróm*

A KGST ajánlás alapján készült tervezet a régi szabvány kilenc minőségével szemben tizenötöt tartalmaz, melyből négy szüraffiné (min. 70, 65 és 60% Cr-tart.), hat affiné (min. 60 és 65% Cr-tart.), öt pedig karburé (min 60 és 65% Cr-tart.). Valamennyi minőségnek kétféle szilíciumtartalmú változata van.

HATÁLYTALANÍTÁS:

MSZ 105—50 Acélok és fémek. Szilárdsági vizsgálatok. Összfoglaló lap.

KGST szabványegyeztető értekezletek

A KGST Szabványügyi Állandó Bizottság szakértői az alábbi ajánlástervezeteket egyeztették *1967. márc. 30—ápr. 5-e között Moszkvában:*

Golyóscsapágyacél karbidsorosságának meghatározása
Golyóscsapágyacél mikroporozitásának és nemfémes zárványainak meghatározása
Golyóscsapágyacél átedzhetőségének meghatározása
Golyós- és görgőcsapágyacél. Minőségek és műszaki előírások

1967. április 18—28 között Budapesten:

Melegen hengerelt kör, négyzet-, és laposacél méretei
Melegen hengerelt ötvözetlen rúd- és idomacél általános műszaki előírásai
Húzott, csiszolt és hántolt köracél méretei
Húzott négyzet- hatszög- és laposacél méretei
Húzott, hántolt és csiszolt rúd- és idomacélok általános műszaki előírásai
Hidegen hajlított egyenlőtlen szárú L-acélok méretei
Hidegen és melegen hengerelt mélyhúzható, szerkezeti, valamint nemesíthető minőségű finomlemezek általános műszaki előírásai

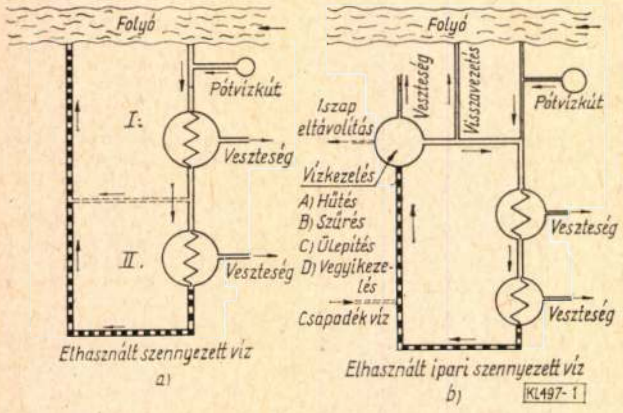
Az ajánlásokat általában 1970-ig fogják a tagállamok nemzeti szabványaikba átvenni. *K. E*

Kohászati vízgazdálkodás

CSOPORT DEZSŐ vízlaboratórium vezető
Lenin Kohászati Művek

DK 669.013 (439) + 627.4 : 628.2/.3

Néhány évtizede annak, hogy a vízgazdálkodási szakemberek rádöbbentek arra, nemcsak a *vízigények biztosításával* kell foglalkozni, hanem a vízfelhasználás *előnyös lehetőségeit*, módozatait is sürgősen vizsgálat alá kell venni. Ismeretessé vált előttük, hogy az *átfolyós rendszerű* vízellátás költséges, mert a fogyasztók állandó jelleggel friss vizet igényelnek. Az üzemek a vízkivételi településön csak arra törekednek, hogy a kiemelt nyersvizet olyan mértékben tisztítsák, hogy a víz csőhálózatukban mechanikai eldugulást ne okozzon. Az így elhasznált, gyengén vagy erősen szennyezett vizet rendszerint az egyesített csatornahálózatukon keresztül, minden tisztítás nélkül a befogadóba vezetik *(1. ábra)*.



1. ábra. Nyitott és zárt vízcirkuláció elve

A befogadó a káros ipari szennyvizektől elveszti öntisztulási lehetőségét, és így a biológiai életre kifejtett hatásukkal súlyos károkat okoznak.

A vízgazdálkodási szakemberek az üzemen belüli egyenes áramlású vízellátással szemben a *cirkulációs módszert* gazdaságosabbnak tartják a következő megfontolások alapján:

1. a cirkulációs rendszerrel a befogadónak szennyvízterhelését csökkenteni lehet,

2. jelentősen csökkenthetők a vízbeszerzés költségei,

3. a keletkezett ipari szennyezők kinyerése (tisztítása) koncentráltan, a keletkezés helyén a leggazdaságosabb,

4. érvényre jut az az általános szabály, hogy a különböző vízfajtákat csak olyan mértékben kell kezelni, ahogy a technológia megköveteli.

Az üzemi vízgazdálkodás fontos szabálya a hűtővíz mennyiségének csökkentésére irányuló törekvés és az energiamegtakarítás lehetőségeinek kihasználása. *Vízigényes iparok* közé tartoznak a kohászati üzemek, ahol a felhasználásra kerülő ipari vizek 80—90%-át hűtésre használják. Újabban a kohászati üzemekben a zárt cirkulációs hűtési rendszerek bevezetése kerül előtérbe.

A minőségileg előkezelt cirkulációs rendszerekben napjainkban a szivattyúk áramkimaradásakor nem a nyersvíz-körvezetékekből nyerik a biztonsági továbbtáplálást, hanem automatikával induló Diesel- vagy gőzszivattyúkra kapcsolnak át.

A vízgazdálkodás elemi követelménye a *fogyasztók vízigényének mérése*. A kohászati üzemekben nagyon fontos a mérőperemes önírós műszerezés bevezetése, és ugyanilyen fontossággal bír az ehhez tartozó vízügyi felügyelet megszervezése is.

Jelentős energiamegtakarítás érhető el a hűtővizek hőfoklépcsőjének emelésével. Természetesen ilyen esetekben a hűtővizekre szigorú minőségi előírásokat kell tartani. Fokozottabb víz- és energia megtakarítás lehetséges, ha *elpárologtató hűtést* alkalmazunk, ha a gőz felhasználásra lehetőség van.

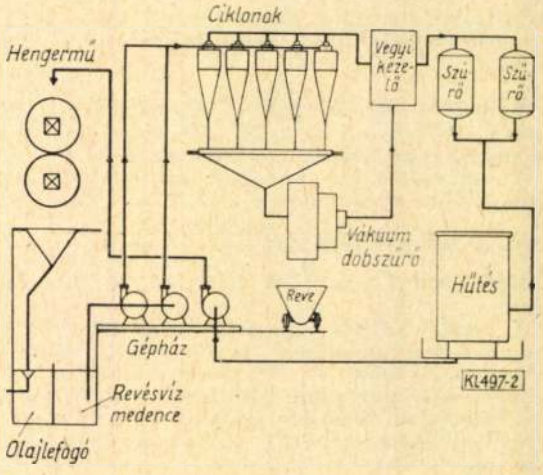
A továbbiakban mindazon korszerűbb vízgazdálkodáshoz tartozó technológiákat ismertetem, amelyek közelebbről érintik problémáinkat vagy közel azonosak a Lenin Kohászati Művek vízügyi kérdéseivel.

Salakgranuláló

Napjainkban ma már mindenütt cirkulációs vízellátást alkalmaznak a granuláláshoz. A körfolyamatba igen egszerű nyitott szűrőt iktatnak be a salak kinyerésére, illetve a körfolyamatban levő víz tisztítására.

Hengerművek

A hengerdei hűtővíz durva és finom revével, továbbá olajjal, zsiradékkal szennyezett víz. A korszerűen megépített kohászati üzemekben megtaláljuk a *2. ábrán* látható tisztítóberendezéseket.

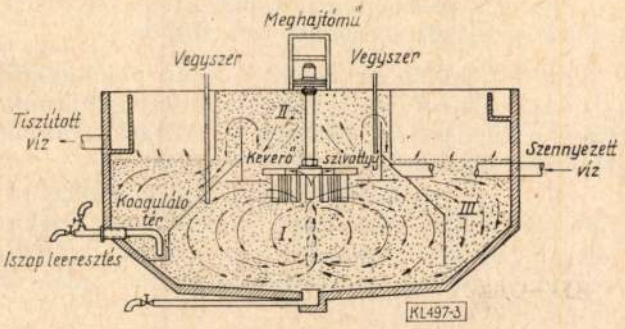


2. ábra. Hengerművi szennyvizek tisztítása

Természetesen az ilyen berendezések helyigényesek és komoly beruházási költséget igényelnek.

Kohógáztisztítás

Legújabban a nedves gáztisztítóból kikerülő nagy portartalmú vizet az *akcelerátor*-ban *(3. ábra)* tisztítják. Közel egy évtizedes kísérletek bizonyít-



3. ábra. Az akcelerátor működési elve

ják, hogy az egyszerű DORR-rendszerű ülepítők nem alkalmasak a cirkuláltatott víz minőségi követelményeinek megoldására. A cirkulációban résztvevő víztől a követelmény kettős: *a)* a finom lebegőanyagok tökéletes ülepedése; *b)* a berendezés eltömődés elleni védelme. Az akcelátorban e kettős cél koaguláló vegyszerek adagolásával, valamint aktív P_2O_5 adagolásával elérhető. Ezzel elkerülhető a berendezésben az iszap cementálódása és az ülepített víz a lebegő anyagtól mentes marad.

A kiülepített zagyot mint értékes melléktermeket dobszűrőkre nyomják, a kiválasztott lepény 20—22% nedvességtartalommal szállítószalagon keresztül az ércelőkészítőbe kerül.

Páclevek

A kimerült pácolósavakat a vassók kinyerése céljából a régi módszerrel, töményítéssel kristályosítják. A végső közömbösítést az acetilén-gyártásból visszamaradt mészsalakkal végzik, majd a közömbösített páclevet a csatornába engedik.

Fenoltartalmú gázvizek

Ha a fenol visszanyerése a koncentrált gázvizekből a cél, korszerű fenolkinyerő berendezéseket alkalmaznak. A fenolok megsemmisítése érdekében a fenolos vizeket 6—10%-os terhelhetőséggel biológiai szennyvíztisztítókra vezetik.

Fekáliás szennyvizek

A fekáliás szennyvizeket nagyterhelésű biológiai csepegtető testekben vagy *Kessener*-eljárású tisztítókban kezelik. Legújabban, ahol erre megfelelő hely van, a *Pasweer*-árkos szennyvíztisztítót alkalmazzák.

Az LKM vízgazdálkodási helyzete

Az LKM víznyerőinek minőségi adatait az *1. táblázat* mutatja. vízfogyasztás az 1946. évi 1150 m³/óráról 1960-ig 3000 m³/órára emelkedett.

A gyár régi vízellátását a Hámori-tó, valamint a Szinva-patak medréből kiemelhető vízmennyiség biztosította. Az új víznyerő a Sajó folyóra épült, ami a gyártól kb. 10 km távolságra van. Kézenfekvő volt, hogy energiatakarékossági szempontból a gyár telephelyén az egyszer felhasznált víz ismételt használatára *vízvisszaforgató telepet* létesítenek. Ismeretes, hogy a Sajó már hazánk határát átlépve súlyosan szennyezett, majd a sajómenti ipartelepektől tovább szennyeződik. A Sajó-vízmű terveiben benne volt a szennyeződés csökkentésére a mechanikai tisztításon kívül a vegyi derítőberendezés is, de az utóbbi berendezés kivitelezésére nem került sor. A gyári visszaforgatótelep terveiben pedig figyelmen kívül maradt a gyár egyesített rendszerű csatornahálózatának a vízvisszaforgatássa szorosan összefüggő helyzete. Ugyanis a csatornába ömlő szennyezett ipari vizek és a fekáliás szennyvizek keveredtek egymással. Ebből kifolyólag a visszatáplált szennyezett víz nemcsak ipari vonatkozásban, hanem közegészségügyi szempontokból is komoly problémát okozott, mert az iparvíz hálózatról üzemelő fürdők és zuhanyozók fertőzött vizet kaptak.

1. táblázat

Vízminőség	Szinva	Sajó
	g/m³	
Összes szárazanyag	293,0	268,0
Ebből oldott	176,0	155,0
Ebből lebegő	117,0	113,0
Összes szervesanyag	8,0	51,0
Ebből oldott	6,0	50,0
Ebből lebegő	2,0	1,0
Összes ásvány anyag	286,0	217,0
Ebből oldott	170,0	105,0
Ebből lebegő	115,0	112,0
$KMnO_4$ fogyasztás	48,0	181,0
Fenol	∅	1,6

A közegészségügyi hatóságok e súlyos helyzet megszüntetése érdekében szigorú rendelkezéseket írtak elő, s ezek teljesítése érdekében egy sor átkötést kellett végrehajtani.

A gyári visszaforgató telep kezdeti üzemében sok zavart okozott az ipari és biológiai szennyvizek keveredése, továbbá az ipari szennyvizekkel érkező henger-reve, pakura és kátrány.

Az üzemzavart okozó állapot felszámolására felülvizsgáltuk a gyár összes üzemeit, és szigorú intézkedésekkel megszüntettük a kátrány és pakura bejutását a csatornákba. A Dorr-medencékben a zsiradékfölöző falakat átalakították, és a visszaforgatásra kerülő víz minőségjavítása érdekében jelenleg is kísérleteket végzünk különféle gyártmányú koaguláló vegyszerekkel.

Ezzel egyidőben a gázvíz-szennyeződés kiküszöbölésére az üzemekben különvezetékes gázvízgyűjtőket építettünk.

A visszaforgatott víz rossz minősége súlyos zavarokat okozott a vasmű és erőmű központi vízelőkészítőjében is. A lökésszerűen jelentkező olaj, fenol, valamint az alapvíz szulfitlúg-szennyezői a vízlágyítóban néha teljesen lebénította a kémiai folyamatokat. A hűtővíz vonatkozásában is kellemetlen jelenségek mutatkoztak. A kondenzátorokban nyúlós tapadványok keletkeztek, emiatt a vákuum állandóan romlott.

Kénytelenek voltunk a vízelőkészítő üzemben bevezetni a *vasszulfátos vízderítést*. A hűtővíz cirkulációjában a *hexametafoszfátos* kezelést vezettük be, a kondenzátoroknál a mosási időt sűrítettük.

Mindezekkel az intézkedésekkel azonban nem sikerült a visszaforgató telep problémáit teljesen

felszámolni. A valóság az, hogy a Sajóból felnyomott alapvíz és az egyszer felhasznált visszaforgatott víz szennyezői *megkövetelik a belső telepi berendezéshez egy jó hatásfokú olajleválasztó és vegyi kezelőberendezís megépítését.*

A szennyvizek fenoltalanítása

A Lenin Kohászati Művekben sürgős megoldásra vár a befogadó védelme az ipari káros szennyezőktől. Ilyen káros szennyező a fenoltartalmú gázvíz.

Az acéliparban bevezetett új tüzeléstechnológiai változások (pakura, földgáz) a gázvizek mennyiségét közel egyharmadára csökkentette. Ezek az előnyös változások azonban a gázvíz problémára enyhülést nem adnak, mert a Chinoin-gyár minden bejelentés nélkül profilt változtatott és 1964-től gázvizeinket nem fogadja feldolgozásra. A gyűjtött gázvizeket azóta a *Kátrányülepítő üzem* salakfeltöltésű udvarán salaktebrekben szikkasztjuk el. Ezen intézkedések — bármennyire is olyan értelműek, hogy a befogadó Szinva patakot tehermentesítjük a káros hatású gázvizektől — nem kielégítők és nem korszerűek. A hulladékfenolok a generátorgáz-tüzelésű kemencék *Forter*-szelepein keresztül kerülnek a csatornákra, és rajtuk keresztül a befogadóba. Így a befogadóba jelenleg ömlő szennyvizek fenolfertőzése többszöröse a szennyvízrendeletben előírt küszöbértéknek.

A kohógáztisztítás szennyvizei

Az utóbbi évek folyamán megkíséreltük a gáztisztítás értékes zagy-termékét egy rendelkezésünkre álló kokszтároló helyen ülepíteni, és az ércelőkészítő üzemben fokozatosan feldolgoztatni. Sajnos, a próbálkozás csak egy évig volt sikeres, addig, míg az ülepítőtér fel nem töltődött. Ugyanis az évi 25 000 tonnára tehető szikkasztott zagymennyiséget az ércelőkészítő üzem nem tudta feldolgozni.

A további probléma az elexekben abból adódott, hogy a visszaforgatott víz a berendezésben erős lerakódásokat okoz. Az üzem a csőhálózatban levő eldugulásokat úgy oldja meg, hogy a csőszakaszokat itt-ott előregyártott új vezetékekre cseréli ki.

Az elex problémáinak csökkentésére a következő kísérleti megoldásokat vezettük be:

a) Az Erőmű cirkulációs hűtővíz-rendszeréről egy elex elektrofilteréhez mosóvizet szolgáltatunk. Ezzel a kifogástalan előkezelt hűtővízzel kívánjuk biztosítani a minőségi követelményeket.

b) A szerelvények lerakódásainak csökkentésére aktív P_2O_5-adagolással bevezettük a cirkuláltatott víz vegyi kezelését. Erre a célra a külföldi vegyianyagok helyett kiválóan alkalmas a magyar szuperfoszfát.

c) A zagy visszanyerése érdekében pedig a magyar gyártmányú „AJKO" légpárnás szűrőprés sürgős beszerzése javasolható. Ezen eljárással évi 25 000 tonna kohósítható iszap nyerhető vissza 34% Fe-tartalommal.

Biológiai szennyvizek

Utolsó tételként szerepel, de fontossági szempontból az elsők között áll a gyár és lakótelep háztartási és fekáliás szennyvizeinek teljesen rendezetlen ügye. Az elmondottak alapján ismeretes, hogy a fekáliás szennyvíz a gyári fürdőkre, a visszaforgatott vízre, a befogadó terhelhetőségére komoly problémákat jelent.

A fekáliás szennyvízkérdés rendezésére csak egyetlen járható megoldást látunk: sürgősen meg kell építeni a városi főgyűjtő csatornához a gerinchálózatot, így elkerülhető a több és korszerűtlen kis tisztító megépítése.

Befejezésül meg kívánom említeni, hogy üzemi lehetőségeinkhez mérten mindent elkövettünk és elkövetünk, hogy a Lenin Kohászati Művekben a vízgazdálkodás korszerűbb és gazdaságosabb legyen. A nagy rekonstrukciós időszak megkövetelte hogy 1960-ban új irányelvek alapján kezdjék el a *II. Vízgazdálkodási és szennyvíztisztítási terv* elkészítését, melyet 1965-ben jóváhagytak. A terv célja a szennyvízbevezetési díj megszüntetése, a vízkeringetés fejlesztése, az ipari víz önköltségének csökkentése.

Minthogy a terv megvalósulása egyelőre akadályokba ütközik, átmenetileg arra kell törekednünk, hogy néhány részletét fokozatosan saját anyagi erőnkből valósítsuk meg.

Szerzőink szíves figyelmébe

Kérjük szerzőinket, hogy kézirataikat széles margóval és legalább kettes sorközzel, oldalanként 25 sorral és soronként 50—52 leütéssel juttassák el szerkesztőségünkhöz.

A dolgozathoz 5—6 soros tartalmi összefoglaló elkészítését kérjük.

A rajzokat, ábraaláírásokat, táblázatokat nem a szövegbe beépítve, hanem külön lapokon kérjük. Minden rajzot egységes kivitel érdekében átrajzoltatunk, ezért szerzőinktől ceruzarajzot is elfogadunk. Fényképeket felragasztani nem kell.

A szakirodalmi hivatkozásoknál részletes, pontos adatokat kérünk: szerző, könyv, vagy cikk címe (magyar fordításban is), a kiadó, ill. folyóirat neve, megjelenés éve, füzetszám, oldalszám. Végül kérjük a végzettségen kívül (okl. km., gm., vm.) az esetleges tudományos fokozat és a munkahely, lakás adatait (telefonszám) a kézirat első oldalán feltüntetni.

E kéréseink figyelembe vétele a kézirat átfutási idejét, tehát a dolgozat megjelenési időtartamát rövidíti.

Szerkesztő bizottság

A fémoxidok redukciója szilárd karbonnal

Dr. PILTER PÁL okl. kohómérnök

DK 669.046.55 : 541.11 : 536.1

Ismeretes, hogy a mangánoxidok H_2 és CO gázzal MnO-ig igen könnyen, hőfejlődés közben redukálhatók, s a hőfejlődés annál nagyobb, minél több oxigént lehet elvonni. Viszont a jelenlegi pirometallurgiai berendezésekben a MnO, sem CO, sem H_2-gázzal gyakolatilag nem színíthető, s ezért C-nal mint a legolcsóbb szilárd redukáló anyaggal kell tovább redukálni.

A fémoxidok szilárd karbonnal való redukciója során általában az alábbi folyamatok játszódnak le [1].

$$MeO + C = Me + CO(A)$$
$$MeO + CO = Me + CO_2(B)$$
$$2\,MeO + C = 2\,Me + CO_2(C)$$
$$CO_2 + C = 2\,CO(D)$$

A szóban forgó reakciók vizsgálatánál figyelembe kell venni, hogy a redukáló anyagok oxidjai nagyobb hőmérsékleten termikusan disszociálódnak és a különféle redukáló anyagok reagálnak egymással. Viszont a nagyobb hőmérsékleten a fémoxidok is disszociálódnak termikusan.

Az (A)-reakció tehát úgy fogható fel, hogy először a fémoxid az

$$MeO \rightleftarrows Me + 1/2\ O_2 \ldots (A_1)$$

reakció egyenlet szerint a *felső nyíl* irányában disszociálódik, majd az ilyenkor lehasadó oxigén a jelenlevő C-t a

$$CO \rightleftarrows C + 1/2\ O_2 \ldots (A_2)$$

reakcióegyenlet szerint az *alsó nyíl* irányában oxidálja. Feltételezve, hogy

$$a_{MeO} \cong 1,$$
$$a_{Me} \cong 1,$$
$$P_{CO} \cong 1,$$

a fémoxid bomlásakor lejátszódó reakció egyensúlyi állandója

$$K_{A_1} = \sqrt{p_{O_2}^{MeO}}$$

a CO disszociációé pedig

$$K_{A_2} = \sqrt{p_{O_2}^{CO}}$$

A fémoxidok C-nal való redukciójának feltételei:

$$p_{O_2}^{MeO} > p_{O_2}^{CO}$$
$$\Delta\mu_{O_2}^{MeO} > \Delta\mu_{O_2}^{CO}$$
$$p_{CO} > P_{CO} \text{ és}$$
$$(\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln P_{CO}) < 0$$

A fémoxidok szilárd C-nal való redukciója azon a hőmérsékleten játszódik le, amelyen a fémoxidból lehasadó oxigén parciális nyomása nagyobb, mint a szénmonoxidból lehasadóé vagy ami ezzel egyértelmű, a fémoxid oxigénpotenciálja ($\Delta\mu_{O_2}^{MeO}$) pozitívabb, mint a szénmonoxidé ($\Delta\mu_{O_2}^{CO}$). Az oxigénpotenciálokat az (A_1) és (A_2) részfolyamatok termodinamikai normálpotenciálértékeiből számíthatjuk. Az így kapott oxigénpotenciál-értékeket a hőmérséklet függvényében ábrázolva a fémoxid és szénmonoxid oxigénpotenciáljának változását ábrázoló egyenesek metszéspontja adja a reakció kezdő hőmérsékletét.

A fentiek figyelembevételével tehát termodinamikai számítással megállapíthatjuk a mangánoxidok C-nal való redukciójának kezdő hőmérsékletét és a szénmonoxid pillanatnyi parciális nyomásának a reakció kezdő hőmérsékletére gyakorolt befolyását is.

Miként említettük, a jelenlegi pirometallurgiai lehetőségeink szerint a MnO csak direkt redukcióval színíthető, amelynek reakcióegyenlete:

$$2MnO + 2C = 2Mn + 2CO.$$

Ez úgy fogható fel, hogy először a mangánoxid a

$$2MnO \rightleftarrows Mn + O_2$$

reakcióegyenlet szerint a *felső nyíl* irányában disszociálódik, majd a lehasadó oxigén a karbont a

$$2CO \rightleftarrows 2C + O_2$$

reakcióegyenlet szerint az *alsó nyíl* irányában oxidálja.

A fenti két reakcióegyenlet egyensúlyi állandói, ha feltételezzük, hogy

$$a_{MnO} \cong 1$$
$$a_{Mn} \cong 1$$
$$p_{CO} \cong 1$$

$$K_{MnO} = p_{O_2}^{MnO}$$

$$K_{CO} = p_{O_2}^{CO}$$

A mangánoxidot a C akkor redukálja, ha a MnO-ból lehasadó oxigén parciális nyomása nagyobb, mint a CO-ból lehasadóé vagy ami ezzel egyértelmű, a mangánoxid oxigénpotenciálja pozitívabb, mint a szénmonoxidé. Az oxigénpotenciál ezekben az esetekben a termodinamikai normál potenciálokból az alábbi összefüggések alapján számítható.

$$\Delta G^\circ = -RT \ln p_{O_2} = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta\mu_{O_2} = RT \ln p_{O_2} = -\Delta H + T\Delta S$$

MnO esetében

$$\Delta\mu_{O_2}^{MnO} = -\Delta H + T\Delta S = -\Delta H_{291} + T\Delta S_{298} -$$
$$- \int_{291}^{1108} \Delta C_p\, dT + T \int_{298}^{1108} \frac{\Delta C_p}{T}\, dT +$$
$$+ 2H_{\alpha-\beta}^{Mn}\left(-1 + \frac{T}{1108}\right) - \int_{1108}^{1317} \Delta C'_p \cdot dT +$$

$$+T\int_{1108}^{1317}\frac{\Delta C_p'}{T}\,dT+2H_{\beta\to\gamma}^{Mn}\left(-1+\frac{T}{1317}\right)-$$

$$-\int_{1317}^{1411}\Delta C_p''\,dT+T\int_{1317}^{1411}\frac{\Delta C_p''}{T}\,dT+$$

$$+2H_{\gamma\to\delta}^{Mn}\left(-1+\frac{T}{1411}\right)-\int_{1411}^{1493}\Delta C_p'''\,dT+$$

$$+T\int_{1411}^{1493}\frac{\Delta C_p'''}{T}\,dT+2H_{\delta\to folyl}^{Mn}\left(-1+\frac{T}{1493}\right)-$$

$$-\int_{1493}^{T}\Delta C_p''''\,dT+T\int_{1493}^{T}\frac{\Delta C_p''''}{T}\,dT$$

Az egyenlet megoldásához az alábbi adatokat kellett figyelembe venni.

Az entalpia-növekedés számításához a reakcióban résztvevő anyagok mólhői [2] cal/mol, fokban

	Érvényes:
$C_p^{MnO(sz)}=7{,}43+0{,}01038T-3{,}62\cdot10^{-6}T^2$	273–1923°K között
$C_{p\alpha}^{Mn(n)}=3{,}76+0{,}00747T$ ..	1108°K-ig
$C_{p\beta}^{Mn(sz)}=5{,}06+0{,}00395T$ ..	1108—1317°K között
$C_{p\gamma}^{Mn(sz)}=4{,}80+0{,}00422T$ ..	1317–1411°K között
$C_{p\delta}^{Mn(sz)}=11{,}3$	1411–1493°K között
$C_p^{Mn(f)}=11{,}0$	1493°K felett

$$C_p^{O_2}=8{,}27+0{,}000\,258T-187\,700T^{-2}$$

Az átalakulásoknál és az olvadásnál jelentkező entalpia változások

$H_{\alpha\to\beta}^{Mn}$ = 460 cal/mól 1108°K-nál

$H_{\beta\to\gamma}^{Mn}$ = 550 cal/mól 1317°K-nál

$H_{\gamma\to\delta}^{Mn}$ = 430 cal/mól 1411°K-nál

$H_{\delta\to folyl}^{Mn}=3450$ cal/mól 1493°K-nál

Az MnO-képződés entalpiája 18°C-on

$$\Delta H_{291}^{MnO}=-96\,500\ \text{kal/mól},$$

az MnO standard entrópiája 25°C-on

$\Delta S_{298}^{Mn(sz)}=14{,}4$ cal/mól, fok

$\Delta S_{298}^{Mn(sz)}=7{,}61$ cal/mól, fok

$\Delta S_{298}^{O_2}=49{,}03$ cal/mól, fok

Az ismertetett adatokból a hőmérsékleti együtthatók (ΔC_p) számítása és behelyettesítése után kapjuk, hogy

$$\Delta\mu_{O_2}^{MnO}=-194\,640-61{,}95T-10{,}25\cdot10^{-3}T^2+$$
$$+1{,}25\cdot10^{-6}\,T^3-93\,850\,T^{-1}+14{,}41\,T\ln T.$$

Érvényes 1893°K felett.

A szénmonoxid oxigénpotenciálját a már ismertetett reakcióegyenlet alapján számíthatjuk

$$\Delta G^\circ=-RT\ln\frac{p_{O_2}^{CO}}{p_{CO}^2}=-RT\ln p_{O_2}^{CO}+2RT\ln p_{CO}=$$
$$=\Delta H-T\Delta S$$
$$\Delta\mu_{O_2}^{CO}=-\Delta H+T(\Delta S+2R\ln p_{CO})$$

A számítást a $\Delta\mu_{O_2}^{MnO}$-hoz hasonló elvek alapján elvégezve kapjuk, hogy

$$\Delta\mu_{O_2}^{CO}=51\,083-48{,}95T+1{,}546\cdot10^{-3}T^2-$$
$$-210\,750T^{-1}+0{,}416T\ln T+2RT\ln p_{CO}$$

A $\Delta\mu_{O_2}^{MnO}$ és $\Delta\mu_{O_2}^{CO}$ különböző hőmérsékletekre számított értékeit az *1.* és *2. táblázat*, ill. az *1. ábra* tartalmazza. Innen leolvasható, hogy a szénmonoxidnak 1 at-át kitevő parciális nyomása esetén tisztán az egyensúlyon alapuló számítások alapján a mangánoxid 1437°C felett redukálható szénnel. Kisebb nyomással a redukció kezdő hőmérséklete is csökken. $P_{CO}=0{,}1$ at-nál reakció kezdő hőmér-

1. táblázat

A $\Delta\mu_{O_2}^{CO}$ értékeinek alakulása a hőmérsékletnek és a szénmonoxid pillanatnyi parciális nyomásának változásával

(Tardy számítása)

$$\Delta\mu_{O_2}^{CO}=-51\,083-48{,}95T+$$
$$+1{,}546\cdot10^{-5}T^2-210{,}750T^{-1}+$$
$$+0{,}416T\ln T+2RT\ln p_{CO}$$

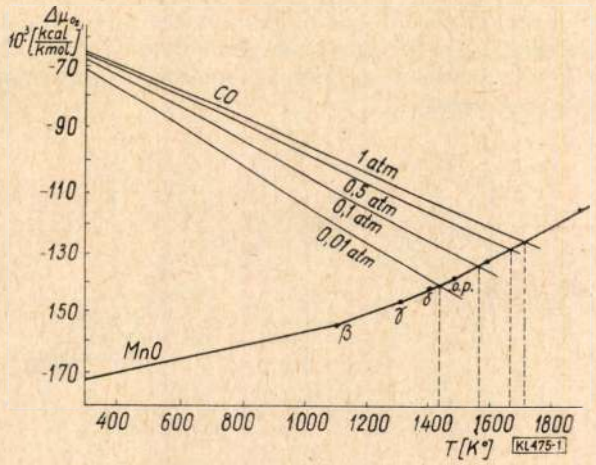
P_{CO} atmoszféra	$\Delta\mu_{O_2}^{CO}$ cal/mol, Hőmérséklet, °K-ban 300	1500	Egyenlet
1	—65 628	—116 583	$-\Delta H+T\Delta S$
0,8	—65 895	—117 913	$-\Delta H+T(\Delta S+2RT\ln 0{,}8)$
0,5	—66 453	—120 693	$-\Delta H+T(\Delta S+2RT\ln 0{,}5)$
0,1	—68 378	—130 283	$-\Delta H+T(\Delta S+2RT\ln 0{,}1)$
0,01	—71 118	—144 080	$-\Delta H+T(\Delta S+2RT\ln 0{,}01)$

2. táblázat

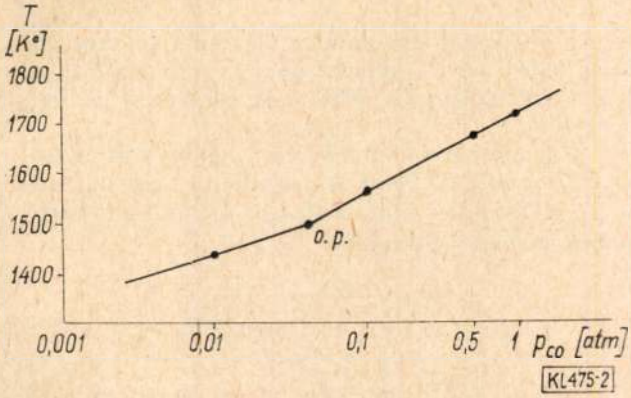
A mangánoxid oxigénpotenciáljának változása a hőmérséklettel

$$\Delta\mu_{O_2}^{MnO}=-193\,440-62{,}97T-10{,}25\cdot10^{-3}T^2+$$
$$+1{,}25\cdot10^{-6}T^3-93\,850T^{-1}+15{,}41T\ln T$$

Hőmérséklet, °K	$\Delta\mu_{O_2}^{MnO}$ cal/mol
291	—172 350
1108	—154 305
1317	—146 815
1411	—141 628
1493	—138 645
1600	—132 939
1900	—114 590



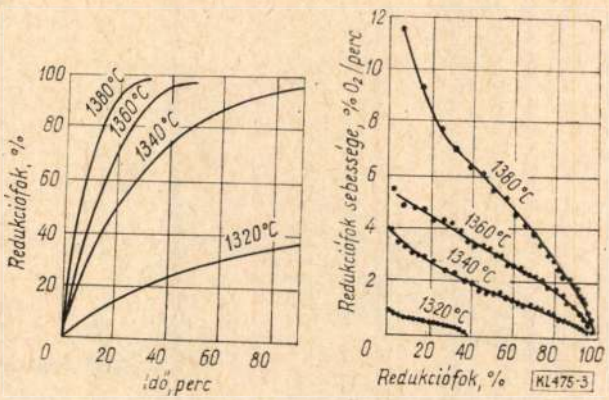
1. ábra. A $\Delta\mu_{O_2}^{MnO}$ és $\Delta\mu_{O_2}^{CO}$ változása a hőmérséklettel és szénmonoxid pillanatnyi parciális nyomásával



2. ábra. A MnO-nak C-nal való redukciójának a reakció kezdő hőmérsékletének változása a szénmonoxid pillanatnyi parciális nyomásával

séklete 1287°C. A metszéspont alapján megszerkesztett *2. ábra* diagramja mutatja a MnO-nak C-nal való redukciójának kezdő hőmérsékletét a P_{CO} függvényében. A kapott görbe feletti hőmérsékleteken redukciós, alatta oxidációs folyamat játszódhat le.

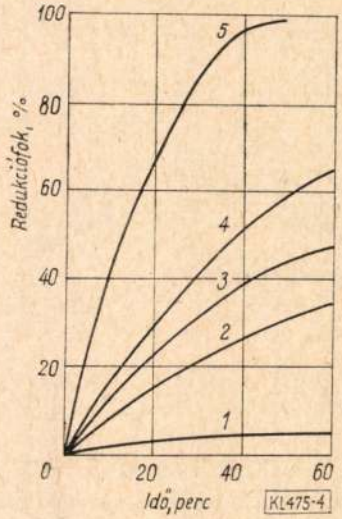
A MnO-nak C-nal való redukciójának reakciókinetikai vizsgálati eredményeit a *3. ábra* szemlélteti [3]. Leolvasható, hogy a hőmérséketnövekedés a redukció-sebességet nagymértékben befolyásolja.



3. ábra. A MnO redukciója grafittal (0,07 mm szemnagyságú keverék) szénmonoxid áramban különböző hőmérsékleteken. Asin és társai [3] 14. old. 1. ábra

A látszólagos aktivitási energia 167 kcal/mól. A kísérletek további megfigyelései szerint a redukció 1315°C-on igen kis sebességű volt, 1305°C-on pedig megindult a már redukált fémmangán visszaoxidálódása.

A reagensek szemnagyságának a redukciósebességre gyakorolt hatását a *4. ábra* tárja fel. Látható, hogy szemcsés anyagok használatánál a szemcse nagysága és a szemcsék érintkezési módja erősen befolyásolja a redukció sebességét. Viszont finomszemcsés (0,07 mm) reagensek esetén a redukció sebessége már kevésbé függ a keverés körülményeitől. Az egyszerű keverés és összedörzsölés gyakorlatilag azonos redukciósebességeket eredményezett. Grafit helyett faszén használata a redukció sebességében lényeges változást nem hozott.



4. ábra. A MnO redukciója grafittal CO áramban 1360° Celsiuson. Asin és társai [3] 15. old. 2. ábra. Jelölések: 1. 0,07 mm szemnagyságú MnO grafit őrleménye két rétegben, alul MnO és felette grafit. 2. 2—3 mm szemnagyságú reagensek keveréke, 3. MnO-por és 2—3 szemnagyságú grafit keveréke. 4. Grafitpor és 2—3 mm szemnagyságú MnO keveréke. 5. Poralakú reagensek keveréke

A CO áramlás mellett 1280°C-nál, a MnO-nak C-nal való redukciója kis mértékben sem volt megfigyelhető, míg ugyanezen a hőmérsékleten argongáz-áramlás mellett 75%-os redukciófok volt az eredmény. Ez is alátámasztja a számítás útján kapott 2. ábrát, amely szerint a szénmonoxid pillanatnyi parciális nyomásának csökkenésével a redukció kezdő hőmérséklete is kisebb lesz.

Az egyes mangánoxidok C-nal az alábbi reakcióegyenletek szerint redukálhatók [4].

$$2\,MnO_2 + \frac{1}{2}\,C = Mn_2O_3 + \frac{1}{2}\,CO_2$$

$$H_{298} = -29\,525 \text{ cal/g-atom } O_2$$

$$3\,Mn_2O_3 + \frac{1}{2}\,C = 2\,Mn_3O_4 + \frac{1}{2}\,CO_2$$

$$H_{298} = -13\,525 \text{ cal/g-atom } O_2$$

$$Mn_3O_4 + \frac{100}{195}\,C = 3\,MnO + \frac{95}{195}\,CO_2 + \frac{5}{195}\,CO$$

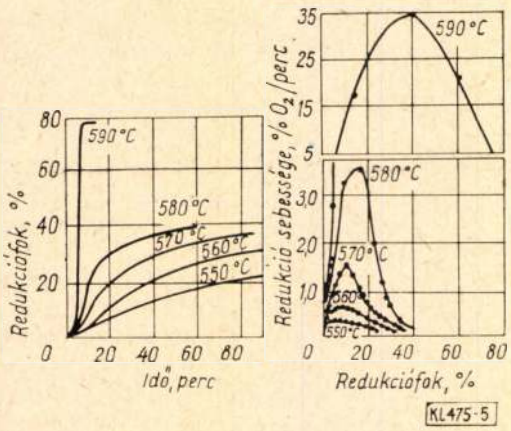
$$H_{298} = 8000 \text{ cal/g-atom } O_2$$

$$MnO + C = Mn + CO$$

$$H_{298} = 66\,100 \text{ cal/g-atom } O_2$$

Az első reakcióegyenlet szerinti folyamat nagy exotermikussága arról tanúskodik, hogy a MnO_2-nek szilárd C-nal való redukciója esetén a rendszer jelentős energiafelesleggel rendelkezik. Ez az energiafelesleg az adottságoknak megfelelően gyorsan vagy kevésbé gyorsan eloszlik a rendszerben és bizonyos ideig aktiválja a reakcióban résztvevő molekulákat.

Ezzel szemben a MnO-nak C-nal fémmangánná való redukciója erősen endotermás. Ez arra utal, hogy szükséges a folyamatos külső energia bevezetése a rendszerbe a reakcióban résztvevő molekulák megfelelően aktivált állapotának fenntartására.



5. ábra. A MnO_2 redukciója grafittal argonáramban (argonfogyasztás 3,5 l/ó). Asin és társai. [4] 14. old. 3. ábra

A MnO_2 grafittal való redukciójának reakciókinetikai vizsgálatát az *5. ábra* szemlélteti. A kemencetér hőmérsékletének 580°C-ról 590°C-ra-való növelésével *a redukciósebesség fokozatos növekedése egy ugrással megszakad, ami a folyamatnak robbanáshoz hasonló jelleget ad* [5]. Az exotermikus hatást a robbanásig (6 perc) az alábbi adatok mutatják:

Hőmérséklet, °C-ban	550	560	570	580	590
Redukciófok 6′ alatt, %-ban	1,3	2,3	3,7	6,3	6,6
A mintában és a kemencetérben uralkodó hőmérsékletkülönbség, °C-ban	2	5	10	25	250

Az argongáz mennyiségének növelése a redukció sebességét csökkenti (560°C)

Argonfelhasználás, l/ó	3,5	7	14	56
Redukció-fok 30′ alatt, %	16,7	14,7	13,1	12,2
Oxigén a gázban (O_2+CO_2), %	2,6	11,7	22,7	32,4

Az argongáz mennyiségének növelésével nagyobb mennyiségű oxigén távozik a rendszerből O_2, ill. CO_2 alakjában. Feltételezve, hogy a szóban forgó reakciót az alábbi részfolyamatok jellemzik

$$2\,MnO_2+CO=Mn_2O_3+CO_2$$

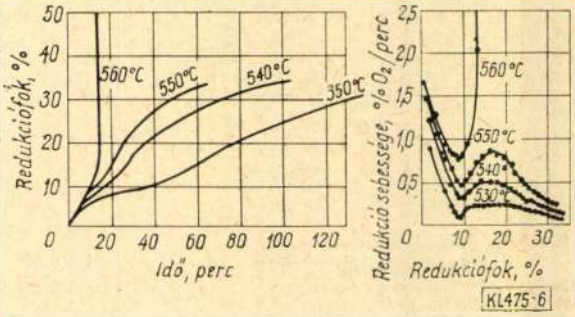
$$\frac{1}{2}\,CO_2+\frac{1}{2}\,C=2\,CO$$

$$(2-2x)\,MnO_2=\frac{2-2x}{2}\,Mn_2O_3+\frac{2-2x}{4}\,O_2$$

$$(x+y)C+(0{,}5x+y)O_2=xCO+yCO_2$$

$$xCO+2MnO_2=xMn_2O_3+xCO_2,$$

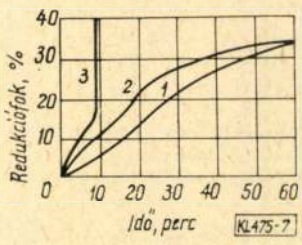
így a reakciótérből való oxigén-elvitel, mivel ennek megfelelő égési folyamat sem jön létre az exotermás reakciók szerepét csökkenti, miáltal a folyamat sebessége lelassul.



6. ábra. MnO_2 redukciója faszénnel argonáramban. (Argonfogy. 3,5 l/ó). Asin és társai [4] 18. old. 5. ábra

A MnO_2-nak faszénnel való redukciójakor *(6. ábra)* 560°C-on a folyamat igen gyorsan zajlott le, s az elegy szétrepült. Ebben az esetben a gázban O_2 is volt.

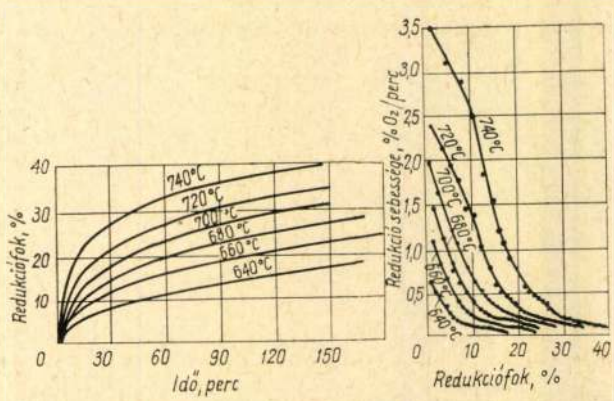
Ugyancsak robbanásszerű jelenség volt észlelhető *(7. ábra)*, de 550°C-on, amikor a vizsgált minta a MnO_2-nek és faszénnek egy óra hosszát tartó összedörzsölésével készült.



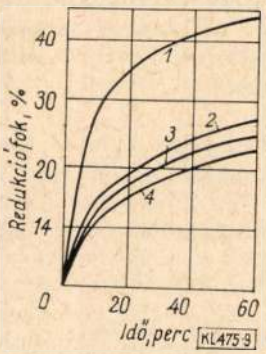
7. ábra. MnO_2 redukciója faszénnel argonáramban (argonfogy. 3,5 l/ó). Asin és társai [4] 19. old. 7. ábra

Jelölések: 1. Reagensek összekeverése dörzsölés nélkül. 2. Reagensek összekeverése, majd 2—3′-ig tartó dörzsölése. 3. Reagensek összekeverése, majd 1 órát tartó dörzsölés

A Mn_2O_3-nak grafittal való redukciójánál *(8. ábra)* 10% redukciófokhoz tartozó látszólagos aktivitási energia 58,1 kcal/mól. A redukció sebessége a hőmérséklettel nő. A grafittal való hatékonyabb érintkezés mind nagyobb redukciófokot eredményez *(9. ábra)*.



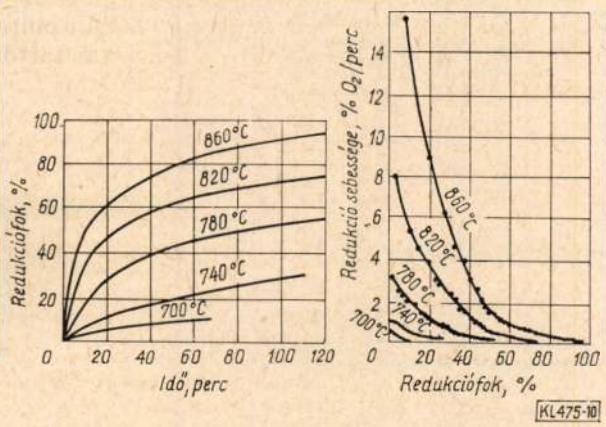
8. ábra. Mn_2O_3 redukciója grafittal argonáramban. Asin és társai [6] 11. old. 2. ábra



9. ábra. Mn_2O_3 redukciója grafittal argonáramban. Asin és társai [6] 12. old. 3. ábra

Jelölések: 1. Poralakú reagensek összedörzsölése 1 óra hosszat. 2. Poralakú reagensek összedörzsölése 2—3 percet. 3. Poralakú reagensek összedörzsölése, keverése. 4. Poralakú MnO_2 összekeverve 0,5—1,0 mm szemnagyságú grafittal

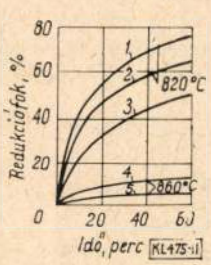
A hatékony összekeverés jelentősége kimutatkozott annál a kísérletnél is, amelynél a Mn_2O_3 és grafit külön rétegben volt. Ebben az esetben a reakciótermékként kapott gáz 40,9% CO-t és 59,1% CO_2-t tartalmazott az összekeverés esetén kapott 100% CO_2-vel szemben.



10. ábra. A Mn_3O_4 redukciója grafittal argonáramban (argonfogy. 3,5 l/ó). Asin és társai [6] 13. old. 4. ábra

A Mn_3O_4-nek grafittal való redukciójánál *(10. ábra)* a redukciófok ugyancsak a hőmérséklet függvénye, s az MnO_2-nek direkt redukciójánál tapasztalt autokatalízis itt nem jelentkezik. A gázalakú reakciótermékek CO_2-tartalma 97 és 100% között volt. A látszólagos aktiválási energia 71,0 kcal/mól.

A reagensek hatékony összekeverése *(11. ábra)* a redukció mértékére igen előnyös hatású.



11. ábra. Mn_3O_4 redukciója grafittal argonáramban (argonfogy. 3,5 l/ó). Asin és társai [6] 14. old. 5. ábra

Jelölések: 1. Reagensek 1 óra hosszat együtt dörzsölve. 2. Reagensek 2—3 percet együtt dörzsölve. 3. poralakú reagensek összekeverve dörzsölés nélkül. 4. Poralakú grafit összekeverve 1—2 mm szemnagyságú Mn_3O_4-gyel. 5. Poralakú Mn_3O_4 összekeverve 1—2 mm szemnagyságú grafittal

Az Mn_2O_3 direkt redukciójának mechanizmusát az alábbi részreakciók jellemezhetik:

$$6\ Mn_2O_3 = 4\ Mn_3O_4 + O_2$$
$$nO_2 + mC = pCO_2 + qCO$$

$$3\ Mn_2O_3 + CO = 2\ Mn_3O_4 + CO_2^* \quad \Delta H_{298} =$$
$$= -33{,}85\ \text{kcal/g-atom}\ O_2.$$

A *-gal jelölt CO_2 molekula az utolsó reakció exotermás hatása miatt aktivált állapotban van. Amint aktivált CO_2-molekula képződik, az oxid és szénszemcse szoros érintkezése folytán lehetőség nyílik az alábbi reakcióra is

$$CO_2^* + C = 2\ CO$$

Minél szorosabb a kapcsolat az oxid és a redukálóanyag molekulái között, annál valószínűbb a szóban forgó reakció. Ugyanis a rövid út miatt kisebb a lehetőség az aktivitáshoz szükséges hőenergiának a rendszerben való eloszlására. Eredménye viszont a redukciósebesség növekedése.

Éppen ezért a kívülről belépő CO_2-molekula, amelynek energia-állapotát a rendszer hőmérséklete tartja fenn, nincs aktivált állapotban, s így inert anyagként viselkedik. Ezt bizonyítja az a tény, hogy a Mn_2O_3-nak grafittal 680°C-on és faszénnel 640°C-on lefolyó redukciójának sebessége független attól, hogy argon- vagy CO_2-gáz áramoltatás mellett történik.

A Mn_3O_4-nek direkt redukciójára is jellemző, hogy a redukcióra nagy befolyással van a reagensek érintkezése és a redukálóanyag minősége (11. ábra).

A redukció mechanizmusára az alábbi részfolyamatokat tételezhetjük fel

$$Mn_3O_4 + CO = 3\ MnO + CO_2 \quad H_{298} = -13{,}15\ \text{kcal/g-atom}\ O_2 CO_2 + C = 2\ CO$$

A felső reakcióegyenlet alapján kis energiamennyiség szabadul csak fel, s ezért a CO_2-molekulák aktiválásának mértéke is kisebb lesz. Eléggé nagy hőmérsékleten viszont a redukcióban részt kezdenek venni nemcsak a nascens CO_2 molekulák, hanem azok is, amelyek energiaszintjét a hevítési hőmérséklet határozza meg. Ide tartozik a kívülről bevitt, s a grafitszemcséken adszorbeálódott, majd CO-vá átalakult CO_2-molekulák.

A $CO \rightarrow CO_2^* \rightarrow 2\ CO$ ciklusban a CO_2-molekula aktivált állapotának megszűnése a többletenergia szétsugárzásának következtében korlátozza a redukciót. A szóban forgó ciklus sebessége az oxid felületén aktivált állapotban levő CO_2 mennyiségétől és az aktiválás mértékétől függ.

A fentiek alapján egyértelművé válik, hogy a mangánoxidok C-nal való redukcióját nem lehet egyetlen egyetemes reakcióegyenlettel kifejezni. A folyamat különböző fokozataiban más és más mechanizmus az uralkodó.

Levonható következtetések

1. A mangánoxidok C-nal való redukciójának vizsgálatánál a termodinamikai számítások és a kísérleti eredmények aránylag jó egyezőséget mutatnak.

2. A C-nal való redukció annál gyorsabban és eredményesebben folyik le, minél nagyobb a hőmérséklet és minél intenzívebb keveredés van a reagensek között.

3. A MnO_2 és Mn_2O_3-nak C-nal való redukciója exotermás, a Mn_3O_4 és MnO-é pedig endotermás folyamat, s ez utóbbi 1300°C feletti hőmérsékleten, azaz a nagyolvasztó alsó részében következhet csak be.

4. A MnO_2-nek C-nal való redukciója igen erősen exotermás és 560°C hőmérséklet felett való redukciónál az oxidban igen erős hőmérsékletnövekedés észlelhető, amely a reakciósebességet úgy felfokozhatja, hogy bizonyos körülmények között robbanásszerű jelenségek léphetnek fel. Éppen ezért

a) a MnO_2 mind a négy módosulatának (kriptomelán, piroluzit, birnesztit, ramsdellit) a kohó torokberendezésén keresztül való adagolását lehetőleg kerülni kell,

b) amennyiben ez mégis szükséges, a kohósítás során olyan körülményeket kell teremteni, hogy a torokhőmérséklet az 500°C hőmérsékletet semmi esetre se léphesse túl.

5. Kutatómunka végzendő oly irányban, hogy a MnO_2-nek C-nal való redukciójánál felszabaduló tetemes hőenergia hasznossá váljék. A jelenlegi technológia mellett ugyanis a szóban forgó reakció folytán felszabaduló hőenergia olyan körülményeket teremt, hogy a kokszfogyasztást növeli, amellett üzemzavarokra is vezethet. Ellene csak kényszerű módszerekkel, pl. vízbefecskendezés lehet védekezni.

6. Ismeretes, hogy a MnO kivételével valamennyi mangánoxid CO-dal való redukciója kis hőmérsékleten igen könnyen végbemegy. A jelenlegi ferromangán-gyártási technológia mellett ennek a lehetőségnek a kihasználására vajmi kevés a lehetőség, s így a drágább C-nal való redukcióra kényszerülünk még a MnO_2 esetében is, ami pedig az ismert veszélyeket rejti magában.

IRODALOM

[1] *Dr. Horváth Z.:* Elméleti Kohászattan előadás anyaga Miskolc, 1964.
[2] *Dr. Horváth Z.:* Kohászati folyamatok termodinamikai számítása. Akadémiai K. Budapest 1954. 29. old.
[3] *Asin és társai:* A MnO redukciója. Izv. VUZ. Cser. Met. 1964. 10—13. old.
[4] *Asin és társai:* Mangánoxidok C-nal való redukciójának kinetikája és mechanizmusa. IZV. VUZ. Cser. Met. 1964. 4—12. old.
[5] *Dr. Visnyovszky L.:* Redukciós folyamatok mechanizmusának vizsgálata termikus analízissel KL 1965. 292. old.
[6] *Asin és társai:* A mangánoxidok C-nal való redukciójának kinetikája és mechanizmusa. IZV. VUZ. Cser. Met. 1964. 7. 10. old.

A vaskohászat rövid hírei

A Magyar Szocialista Munkáspárt Központi Bizottságának döntése alapján a IX. Pártkongresszus tiszteletére indított szocialista munkaversenyben 1966. évben elért kiemelkedő eredményeiért Kongresszusi Zászlót kapott a *Lenin Kohászati Művek.*

A múlt évben elért kimagasló gazdasági eredményei alapján a Lenin Kohászati Művek elnyerte a Minisztertanács és a SZOT Vörös Vándorzászlóját is.

A diósgyőri Bartók Béla Művelődési Ház nagytermében rendezett gyűlésen ünnepi beszédet mondott *Fock Jenő* elvtárs, az MSZMP Politikai Bizottságának tagja, a Minisztertanács elnöke. Az ünnepségen részt vett *dr. Horgos Gyula* kohó- és gépipari miniszter, *dr. Bodnár Ferenc,* az MSZMP Borsod megyei Bizottságának első titkára, *Nemeslaki Tivadar,* a SZOT elnökségének tagja, a Vasas Szakszervezet főtitkára, *dr. Kocsis József* kohó- és gépipari miniszterhelyettes, *Horváth János,* a Vaskohászati Igazgatóság vezetője, valamint a megye, a város közéleti vezetői.

A magas kitüntetéseket *Fock Jenő* elvtárs adta át *dr. Énekes Sándor* vezérigazgatónak.

*

1966. évben elért kimagasló eredményeikért „Élüzem" címet kapott az Ózdi Kohászati Üzemek és a Dunai Vasmű. Az ózdi élüzemünnepségen megjelent *dr. Horgos Gyula* kohó- és gépipari miniszter, a Dunai Vasműben rendezett ünnepségen pedig *Kovács István,* a miniszter első helyettese.

*

1966. évi jó munkájuk eredményeként a Magnezitipari Művek és a *December 4. Drótművek* Miniszteri Elismerő Oklevelet, a *Salgótarjáni Acélárúgyár* a Vaskohászati Igazgatóság elismerő oklevelét kapta.

*

Dr. Adnan Al-Pacsacsi, az Iraki Köztársaság külügyminisztere és kísérete hazánkban tett látogatása során megtekintette a Dunai Vasmű hideghengerművét. A Vasmű munkájáról és fejlesztéséről *Borovszky Ambrus* vezérigazgató tájékoztatta a vendégeket.

*

Salgótarjánban az MSZMP Városi Bizottsága és a Szakszervezetek Megyei Tanácsa újítási és export kiállítást rendezett. A kiállításon a város exportáló üzemei — így a Salgótarjáni Acélárugyár is — bemutatták új gyártmányaikat. A kiállítás időtartama alatt export és újítási ankétra is sor került, ahol az illetékes szakemberek megvitatták az időszerű feladatokat.

*

A KGST Szabványügyi Állandó Bizottságának szakértő csoportja április 18—28. között Budapesten ülésezett. Az ülés napirendjén különféle hengerelt és húzott szelvények szabványajánlásainak kidolgozása szerepelt. (T. I.)

*

KGMTI generáltervezésében készült kiviteli tervek alapján átépítették a Csepeli Acélmű 3. sz. 40 éves Martin-kemencéjét.

A főbb tervezett paraméterek:

betétsúly:	50 t
1 üzemórára eső termelés:	8,5 t
fürdőfelület:	29,7 m^2
rácstérfogat oldalanként:	111 m^3
fajlagos tüzelőanyag fogyasztás:	$1{,}35 \times 10^6$ kcal/t

Az első kemencekampányban eddigiekben legyártott 220 adag eredményei azt mutatják, hogy a tervezett betétsúly mellett az előirányzott fő paramétereket a kemence teljesíteni tudja. A földgáz-pakuratüzelésű kemencéhez KGMTI által tervezett DRNl típusú égőket használják kiváló eredménnyel. (PA)

Egyesületi hírek

Vaskohászati Szakosztályunk márc. 22-én vezetőségi ülés keretében osztotta ki az 1966. évi pályadíjakat.

*

A *lengyel kohászati egyesülettel* történt megállapodás alapján, az egyesületeink közötti együttműködés kiszélesítése érdekében kölcsönösen magyar, ill. lengyel szám megjelentetésére kerül sor az év folyamán. Ez ügyben a lengyel egyesület Katowicében megjelenő lapjának főszerkesztőjével *dr. inž. Wladyslaw Sabelával* több megbeszélést tartottunk és előkészítettük a csereszámok megjelentetését. Tekintettel a közelgő jubileumunkra először a lengyel egyesület *Hutnik* c. lapjának magyar száma jelent meg áprilisban. A magyar szám bevezetőjét *dr. Pilter Pál*, egyesületünk főtitkára írta, amelyben utalt az eddigi egyesületi kapcsolatokra, a lengyel és magyar kohászok közti több évtizedes együttműködésre. Ezt követi egy rövid ismertető a jubiláló Lapunkról, amelyet *Óvári Antal* főszerkesztő írt. A magyar szám hat szakcikket közöl, amelyeket a Hutnik szerkesztősége Lapunk múlt évi cikkei közül válogatott össze, a lengyel olvasók érdeklődési körét figyelembe véve.

Ezek az alábbiak: *Horváth János—Szücs Ambrus:* Mangánércek kísérleti zsugorítása, *Csépai Dezső:* Berendezések és módszerek a Martin-kemencék regeneratív hatásfokának javítása, *Dr. Szeghegyi Árpád:* A hengerkopást meghatározó tényezők vizsgálata, *Spitkó Ernő:* Szavatolt melegszilárdságú erőművi kazáncsövek gyártásának fejlesztése a Csepeli Csőgyárban, *Robonyi Andor—Tömpe László:* Ötvözetlen acélhuzalok melegh idegalakítása, *Dr. Hosszú Miklós—Dr. Kismarty Lóránd:* A vaskohóipar távlati fejlesztését célzó beruházások programozása matematikai módszerrel c. cikkek.

Minden magyar cikkhez a magyar szerzőkről megadtunk néhány életrajzi, valamint a jelenlegi működési területükre vonatkozóan egy-két jellemző adatot, hogy a lengyel olvasókkal a számukra ismeretlen magyar szakembereket megismertessük.

A lengyel csereszámban közlésre kerülő szakcikkek fordítása már folyamatban van, a szerkesztés megkezdődött és előreláthatóan lapunk szeptemberi—októberi számát fogjuk lengyel számként megjelentetni. (ÓA)

Vaskohászati Szakosztályunk *ózdi helyi csoportjának tagjaiból Anyagvizsgáló Szakcsoport alakult,* amely a Szakosztály Anyagvizsgáló Szakcsoportjának keretében egyesíti a szakterület iránt érdeklődőket.

Az első összejövetelek napirendjére a vállalat legfontosabb termelési feladataival kapcsolatos anyagvizsgálati problémákat tűzték ki. A megbeszéléseket az érdekelt szakemberek aktív közreműködése jellemezte. (PZ)

*

Vaskohászati Szakosztályunk *Kovács-Szakcsoportja jún. 13-án* Egyesületünk előadótermében *klubnapot* tartott. A klubnap keretében két szakmai előadás hangzott el. Az első előadásban *Brettschneider* főmérnök a Towler Brothers England cég NSZK-beli megbízottja Korszerű gyorskovácssajtók olajhidraulikus meghajtása címen beszámolt a legkorszerűbb sajtó-meghajtás és vezérlés szerkezeti elemeiről, berendezéseiről.

A második előadásban a Dangó und Dienenthal Siegen nyugatnémet cég mérnöke *Dangó* főmérnök Kovácsüzemek korszerű segédgépei címen ismertette a manipulátorok működési elvét és vezérlésüket.

Mindkét vetítettképes előadást *Terény Aladár* tagtársuk tolmácsolta. Az előadásokat sok kérdés követte, melyeket a vendég-előadók szakszerűen válaszoltak meg. A válaszok nyomán kialakult szakmai viták tanulságai jól egészítették ki az előadásokat. (LI)

*

Vaskohászati Szakosztályunk a *Kovács-Szakcsoportja májusi klubnapját* 23-án Egyesületünk előadói termében tartotta. A klubnap keretében *Szántó Márton* okl. gépészmérnök az Általános Géptervezői Iroda szakmérnöke K—1-es acél anizotropia- és karbidosság vizsgálata az átkovácsolás mértékének függvényében címen vetítettképes előadást tartott. Az előadó a hazai kovácsüzemek gyakorlatában előforduló számos problémát világított meg és értékes tanácsokat adott azok megoldására. (LI)

TAJÉKOZTATÓ

a NME Kohómérnöki Karán induló szakmérnökképzésről

1968. II. 1-től *„hőkezelő szakmérnöki"* képzés indul a MNE Kohómérnöki Karán.

A szak foglalkozásai Miskolcon, levelező formában lesznek. Félévenként 3 alkalommal tartunk foglalkozást, összesen 120 órában. A szorgalmi idő, valamint a vizsga és utóvizsga időszakra vonatkozó előírások azonosak a levelező tagozatéval.

Ugyancsak azonos kedvezmények (tanulmányi szabadság stb.) illetik meg a szakmérnöki szakok hallgatóit, mint a rendes levelező hallgatókat. (Egyéb kedvezményekről és előnyökről rendelkezik a 1023/1964. (VIII. 30.) Korm. sz. határozat.)

A jelentkezés rendje: A szakmérnöki szakra jelentkezőnek *1967. szept. 15-ig kell az egyetem Tanulmányi Osztályához eljuttatnia jelentkezését.* (Tü 821. sz. nyomtatvány az előírt mellékletekkel. Hatósági erkölcsi bizonyítvány nem kell.) Felvételi vizsgát nem kell tenni. Felvételéről az egyetem időben értesítést küld.

A hőkezelő szakmérnökképzés célja, hogy tudományos alapokon nyugvó és korszerű gyakorlati ismereteket nyújtó rendszerezett és átfogó hőkezelési ismereteket adjon olyan okl. kohómérnökök, esetleg gépészmérnökök részére, akik jelenleg hőkezelő üzemben dolgoznak, vagy olyan üzem mérnökei, ahol a gyártással kapcsolatban a hőkezelési kérdések nagy szerepet játszanak.

A hőkezelő szakmérnökképzés megindulásának jelentősége abban van, hogy Magyarországon — sem egyetemi szinten, sem más továbbképzés formájában — ilyen irányú szakképzés eddig még nem indult, pedig szocialista iparunknak nagy szüksége van olyan műszaki vezetőkre, akik alapos elméleti és korszerű gyakorlati hőkezelési ismeretekkel rendelkeznek.

A képzési idő 4 félév. Minden félévben 4 tárgyból hallgatnak előadást, illetve 1—3 tárgyból végeznek gyakorlatot a hallgatók. A gyakorlatos szaktárgyakból gyakorlati jegyet kell szerezniük, majd félévenként 4—4 tárgyból vizsgázniuk kell. A végbizonyítvány megszerzése után a szak 3 alapvető tárgyából államvizsgáznak. A sikeres államvizsga után *hőkezelő szakmérnöki oklevelet* kapnak.

A szak egyetemi vezetője: Dr. Káldor Mihály egyetemi tanár, Metallográfiai Tanszék.

Esetleges bővebb felvilágosítást a Tanszék ad.

Dr. Káldor Mihály
egyetemi tanár
dékánhelyettes

Műszaki és gazdasági hírek

Lengyel vállalatok kaptak megbízást a *siriai* Hanában létesítendő évi 75 et kapacitású acélmű felépítésére. A megbízást a nyugat-európai cégek igen erős kokurenciája ellenére sikerült a lengyel vállalatoknak elnyerni. (O)
Acier-Stahl 1967. 3.

*

Törökország acélfogyasztása rohamosan növekedik. 1960—1965 közt megkétszereződött és jelenleg már kb. 2,5 mill. t-t tesz ki. Zömét importból fedezik. A legnagyobb hazai üzem, Karabük évi nyersacél termelése 600 et tett ki és készáru termelése főleg rúdacélokból és kisebb mennyiségben lemezekből áll.

A másik nagyobb üzemben, a Fekete-tenger partján levő Eregli acélművében, két 80 t-ás LD konverter működik. Az évi nyersacél termelése 500 et. Készáru termelését főleg laposacélok teszik.

A Fekete-tenger partján Sivasban szovjet segítséggel egy harmadik új üzem építése is megkezdődött. Ennek évi acéltermelése 770 et lesz. (O)
Acier-Stahl 1967. 3.

*

Az NSZK-beli Krupp Belgiumban a Forges de la Pridence telepén felépítette az első egyesített LD-Kaldo konvertert, amelyet függőleges helyzetben is (LD) és a vízszintes síkkal 20°-os szöget alkotó tengely körül forgatva is (Kaldó) üzemeltetni lehet. A berendezést elsősorban kutatási és kísérleti célokra kívánják használni főleg kis P és S tartalmú, továbbá ötvözött acélok előállítására. A további munkában még 6 NSZK-beli üzem, a svájci Brassert Oxigén és a svéd Stora Koppabergs Berglslegs cégek is részt vesznek. (O)
Acier-Stahl 1967. 3.

*

Portugáliában Seixalban működő acélmű bővítésének első lépcsője befejeződéshez közeledik. A jelenlegi termelés évi 600 et nyersacél. A második lépcsőben ezt 1,3 mill. t-ra fogják növelni. (O)
Acier-Stahl 1967. 4.

*

Bulgáriában létesítendő *hidegszalag hengermű* berendezéseinek szállítását angol cégek vállalták. 3 állványból álló tandemsorozatot, folytatólagos lágyító, berendezést, elektrolytikus ónozót, horganyzót és műanyag bevonó berendezést építenek 10 mill. Ph Sterling értékben. (O)
Acier-Stahl 1967. 4.

*

Indiában Bombay közelében Panvelben az olasz Innocenti cég varratnélküli csőgyárat épít évi 88 et kapacitással. (O)
Acier-Stahl 1967. 4.

*

A *világ acéltermelése* (Kína nélkül) 460 mill. t-t tett ki 1966-ban. Az utolsó évi emelkedés 3%-os volt. Ennél lényegesen nagyobb ütemű volt az emelkedés Japánban (16%), Olaszországban (7,4%) és a Szovjetunióban (6,6%). A kelet-európai szocialista országok Szovjetunió nélküli együttes acéltermelésének emelkedése éppen a világátlagát éri el. A legnagyobb termeléscsökkenés Angliában (10%), Luxemburgban (4,3%) és az NSZK-ban (4,1%) mutatkozott. (O)
Acier-Stahl 1967. 4.

*

Brüsszelben de Saeger belga miniszter elnöklete alatt februárban *acélszerkezetű magaspályás autóutak* problémáival foglalkozó nemzetközi sympoziumot tartottak. A sűrű lakosságú iparvidékek és nagyvárosok rohamosan növekvő forgalma teszi szükségessé ezeknek az újtípusú autóutaknak gyors megépítését, esetleg több emeletes kivitelben. Münchenben a közelmúltban adtak át egy ilyen útszakaszt, amelyen nyomonként és óránként 3000 gépjármű halad át. (O)
Acier-Stahl 1967. 4.

*

A világ négy vezető acél- és fémipari *kemencegyára* egyezményt kötött a *kutatási-fejlesztési munkák közös végrehajtására*. A négy vállalat a következő: Lee Wilson (USA), Heurtey (Franciaország, Olaszország és Belgium), OFAG (Düsseldorf) és Wellman Incandescent (Anglia). A vállalatok azt remélik, hogy az egyezményen keresztül meggyorsul a hőkezelő berendezések tökéletesedése, emiből gazdasági előnyöket húzhatnak a feldolgzó vállalatok is. (R)
Steel Times, 1967. márc. 3.

*

A rotterdami Europort *olajrakodó kikötő* építési fővállalkozója a svéd Grängesberg vállalatot bízta meg 400 ezer köbméter tárolókapacitású *tartályok szállításával*, kb. 25 millió svéd korona értékben. A tartályokat idén nyáron kezdik szállítani. (R)
Steel Times, 1967. márc. 3.

*

Az előzetes adatok szerint Spanyolország *nyersacéltermelése* 1966-ban 8%-kal 3,8 millió t-ra, a hengerelt-árutermelés 25%-kal 5 millió t-ra emelkedett. Ebből a mennyiségből az állami tulajdonban levő Nacional Siderúrgica 800 ezer t nyersacéllal és 1,2 millió t hengerelt termékkel, míg a legnagyobb magánvállalat, az Altos Hornos de Vizcaya egymillió t nyersacéllal és 700 ezer t hengerelt termékkel részesedett. (R)
Steel Times, 1967. márc. 3.

*

A svéd Nyby Bruks vállalat Svédországra 5 éves kizárólagos joggal megvásárolta az Amsted Industires *szabályozható nyomásos öntési eljárását* és az első berendezést már üzembe is helyezte. Ennek évi kapacitása 24 ezer t. Az eljárás a megolvadt acéltötvözetet légnyomással juttatja a grafitkokillákba, így elmaradhat a dermedés alatti tartózkodási idő, a tuskólehúzás, megszűnik a tuskóberagadás veszélye és a kapott felület annyira tiszta, hogy a tuskó semmiféle felületkezelést nem igényel. (R)
Steel Times, 1967. márc. 10.

*

Az Edward Curran Engineering vállalat újtípusú 1,5 m-es *fürdőkádat* hozott forgalomba, mely kiválóan alkalmas a modern lakások kisméretű fürdőszobáiban való felszerelésre. Az acéllemezből sajtolt kád *alja és hátsó oldala teljesen sík*, így használata a mozgásban korlátozott idősebb személyek részére sem veszélyes. Zománca nagy titándioxid-tartalmú, ami kiválóan ellenállóvá teszi a háztartási tisztítószerek vegyi hatásaival szemben. Az új kádtípusra érdemes felfigyelni az olyan államokban, ahol fürdőkádak exportálására törekednek. (R)
Steel Times, 1967. márc. 10.

*

A svájci Concast vállalat 4000 *címszavas szótárt* szerkesztett német, francia, spanyol és angol nyelven a folyamatos öntés szakkifejezéseiről. A szótár szöveges részét hasznos magyarázó fényképek és vonalas ábrák egészítik ki. (R)
Steel Times, 1967. márc. 10.

*

A British Rail vasúttársaság 100 t bruttó súlyú *tartálykocsikat* helyezett a közelmúltban üzembe, ami 25 t-ás tengelynyomásnak felel meg. A kocsik önsúlya 26,3 t. Az új kocsik hossza azonos a régi tartálykocsikéval, ami azt jelenti, hogy egy 40 egységből álló vonat azonos pályahosszt vesz igénybe, de 191 t-ával több anyag szállítására képes. (R)
Steel Times, 1967. márc. 10.

*

A Pennsylvania State University (USA) kísérleteket kezdett el arra vonatkozóan, hogyan lehet a réztartalmú ócskavasakból a *rezet egyszerűen és hatásosan eltávolítani*. Első lépésként az vizsgálják meg, hogy a vas-réz ötvözet hogyan viselkedik 1000 °C és az olvadáspont között. (R)
Steel Times, 1967. márc. 10.

*

A bulgáriai Kremikovcsi Kohászati Kombinát építése ebben az évben befejeződik. A kombinát az *ércelőkészítéstől* az *idom- és laposáruk hengerléséig* a kohászat minden ágát felöleli, évi termelési kapacitása kezdetben egymillió t, végleges kifejlesztésében 1,5 millió t henge-

relt áru lesz. Durva- és finomlemezhengerműve 2—10 milliméter vastag lemezek hengerlésére, közép- és finomhengersora I-tartók és köracélok hengerlésére lesz alkalmas. Csőgyárában 20—140 mm átmérőjű hegesztett és varratnélküli csöveket lehet majd évi 80 ezer t mennyiségben gyártani. (R)
Steel Times, 1967. márc. 17.

*

A Bureau of Mines (USA) új eljárást jelentett be vastartalmú *keményhorgany közvetlen tisztítására*. Az eljárásban Al-ot használnak a vas lekötésére, a képződött Fe_2Al_5 a fémfürdő felületére emelkedik, ahonnan szűréssel vagy centrifugálással lehet eltávolítani. Szűréssel a horganykinyerés 95%, a cinkfürdő kezdeti vastartalma pedig 0,37%-ról 0,02%-ra csökkenthető. A kevés visszamaradó alumíniumot cinkloriddal könnyen salakosítani lehet. Ugyanilyen kedvező eredmények érhetők el a centrifugálással is. (R)
Steel Times, 1967. márc. 17.

*

Az ausztráliai Magna Alloys and Research vállalat új *lágyforraszt* dolgozott ki *grafitos öntöttvasak forrasztására*. Az ón-, ólom-, indium-, cink- és kadmiumtartalmú ötvözethez kevés ezüstöt adagoltak, s ezáltal a forrasz kiválóan hozzátapad a grafitpelyhekhez. A forrasztóötvözethez újszerű folyósító szükséges, mely lemaratja az öntöttvas felületét és megtisztítja a pórusait. A 300 °C-on megömlő ötvözettel hengerfejeket lehet tömíteni és más fémeket lehet az öntöttvassal összeforrasztani. (R)
Steel Times, 1967. márc. 17.

*

Bonyolult alakú, kanyarokkal terhelt hidat helyeztek nemrég üzembe Angliában a Tyne folyó fölött. A rácsos szerkezetű *híd felépítményébe* 1600 t acélszerkezetet építettek be, a híd legnagyobb nyílása 100 m. Az 1,0 × 2,1 m méretű merevített szekrényeket a helyszínen szerelték 5 darabból egybe. (R)
Steel Times, 1967. márc. 17.

*

Az angol Tubes vállalat új kemencét helyezett üzembe *Ni-Mo-ötvözésű acélcsövek* hőkezelésére, olyan módszerrel, hogy a hőkezelt csövek mikroszövetében a ferrit teljesen hiányozzon. A csövekből golyóscsapágygyűrűk készülnek. A csövek 800—850°C hőmérséklettel kerülnek a folyamatos kemencébe, itt irányított körülmények között 650°C-ig hűlnek le. A kemence kapacitása óránként 180 cső 2—6″ átmérővel és 3,5—10 m hosszúsággal. (R)
Steel Times, 1967. márc. 17.

*

A svéd Kiirunavaara vállalat bejelentette, hogy Lapp-földön új *ércpelletező üzemet* épít évi 1,8 millió t kapacitással. Ezáltal a vállalat pelletezőkapacitása 1970-ig évi 4,4 millió t-ra növekszik. (R)
Steel Times, 1967. márc. 17.

*

Az Európai Szén- és Acélügyi Közösség felső hatósága 2,1 mill. dollár hozzájárulást szavazott meg a következő négy témakörben végzett *kutatásokra:* könnyű acélszerkezetek hidegalakítása; nagyolvasztók automatizálása; lángképződés és folyamatos acélgyártás. (R)
Steel Times, 1967. márc. 17.

*

A svédországi Grängesberg konszernhez tartozó Öxelösunds Järnverk részére a Krupp gyár különleges kivitelű 700 t-ás *nyersvaskeverőt* szállított. A keverőt ugyanolyan idomtéglákkal lehet kifalazni, amilyeneket a konverterek bélelésére is használnak. A szekrényes szerkezetű hordozógyűrű két buktatógyűrűvel billenthető meg, a keverő hossza 15 m, szélessége 8,5 m, magassága 14,7 m, a keverőtest átmérője 7 m, magassága 7,6 m. A keverőtest bruttó súlya 1100 t, a buktatás 0,4 ford/perc sebességű. (R)
St. u. E. 1967. 4.

*

A Salzgitter Hüttenwerk újszerű *mélykemence-salakbontó berendezést* szerkesztett, melynek segítségével a mélykemence salaktapadványát két munkás hat műszak alatt el tudja távolítani. Korábban a 70 cm mély salakréteg elvávolításához 12 munkás 11 műszakos munkájára volt szükség. (R)
St. u. E. 1967. 4.

*

A duisburgi Klöckner Werke két *LD-konvertert* rendelt a DEMAG és VÖEST munkaközösségtől, 180 és 220 t kapacitással, évi 1,5 t millió oxigénes acél gyártására. A két konverternek 1968 elején kell üzembe kerülni. (R)
St. u. E. 1967. 4.

*

A japán Yawata Vas- és Acélmű Tsiba prefektúrában a tengerparton *új kohómű telepítését tervezi* évi 4,5 millió t nyersacél termelésére. A 2500 m³-es nagyolvasztónak már 1968 végén dolgoznia kell. Ezenkívül 2 LD-konvertert, egy folyamatos öntőművet, 960 ezer t/év kapacitású durvalemez hengerművet és 3 millió t/év kapacitású folytatólagos melegabroncssort fognak felépíteni. A vállalat teljes termelési kapacitása az új mű termelésével évi 17 millió t lesz. (R)
St. u. E. 1967. 4.

Lapunk példányonként megvásárolható:

V., Váci utca 10.

V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. sz. alatti

Hírlapboltokban

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: Lomniczy Dezső

Gallium és vas nyomszennyezők meghatározása nagytisztaságú alumíniumban

Dr. SZŰCS PÁLNÉ okl. vegyészmérnök — Dr. KLUG OTTÓ okl. vegyészmérnök,
Fémipari Kutató Intézet, Budapest

DK 669.71 : 646.681 : 546.42 : 535.243

Az utóbbi években a félvezetők elterjedése során, mind nagyobb érdeklődés nyilvánult meg a nagytisztaságú alumínium iránt [1]. Szinte valamennyi országban folynak kísérletek a 99,99%-nál tisztább fém előállítására. A megnövekedett tisztaság következtében szükségessé vált a 10^{-3}—10^{-4}% nagyságrendű szennyezők meghatározása.

A minőségellenőrzésen elterjedt színképelemzési módszer nem mindig elég érzékeny, ezért láttuk célszerűnek többek között a kis mennyiségű gallium és vas meghatározására érzékenyegbb eljárások kidolgozását. Korábbi közleményeinkben [2—5] már foglalkoztunk a króm és vanádium tartalom meghatározásával.

A nyomszennyezők dúsítására igen elterjedt az extrakció [6—10]. A gallium és vas dúsítására korábban a diizopropiléteres, ill. dietiléteres extrakciót használták [11—13], ezek azonban még elég szelektívek [14]. *Sandell* a kúpferronos lecsapást és a csapadék kloroformos extrakcióját ajánlja [15], azonban a Ga és Fe nyomszennyezők jelenlétében, a hordozók szükségessége miatt, az eljárás nem ad kielégítő eredményeket [16]. A vas(III)ionok szelektív extrakcióját *Smulek* tetra-n-butilammóniumkloriddal [17] és más aminokkal [18] javasolja.

Lényegesen jobb hatásfokú a gallium és vas együttes extrakciójára a metilizobutilketon. Ezt a módszert mind *Sandell* [15], mind *Cserkasina* [14], legújabban *Luke* [33] ajánlják. Kísérleteinkhez mi is elsősorban ezt az eljárást, valamint a korábban általunk már más célra kidolgozott szelektív vas-extrakciót [19] használtuk.

Kísérleti rész

Kísérleteink során dúsítási és spektrofotometriás meghatározási módszereket vizsgáltunk meg, és az eredmények alapján állítottuk össze az elemzési eljárást. A mérésekhez részben a Maroc-II tip. francia, részben az Extinctiometer tip. magyar spektrofotométereket használtuk, de mértünk vizuális kolorimetriával is.

A vas és gallium dúsítása és elválasztása

A Ga és Fe nyomszennyezők elválasztására ioncserés és extrakciós eljárásokat használtunk. Az ioncserés elválasztáshoz Varion AD hazai anioncserélő (kb. 100 mesh szemcseméretű gyantával töltött 20 cm hosszú és 1 cm átmérőjű) oszlopot használtunk, 1 ml/perces átfolyási sebességgel. A [Cl]-formájú oszlopon, amennyiben 5—6 n HCl oldatból kiindulva akarunk elválasztani, az Al^{3+}-ionok nem a Ga^{3+}, ill. Fe^{3+}-ionok ($[GaCl_4]$, ill. $[FeCl_6]^{3-}$ komplexek formájában) viszont erősen megkötődnek. Ezeket az ionokat 1,3—1,5 n HCl-al (Ga), ill. 0,4 n HCl-al (Fe) egymás után eluáljuk.

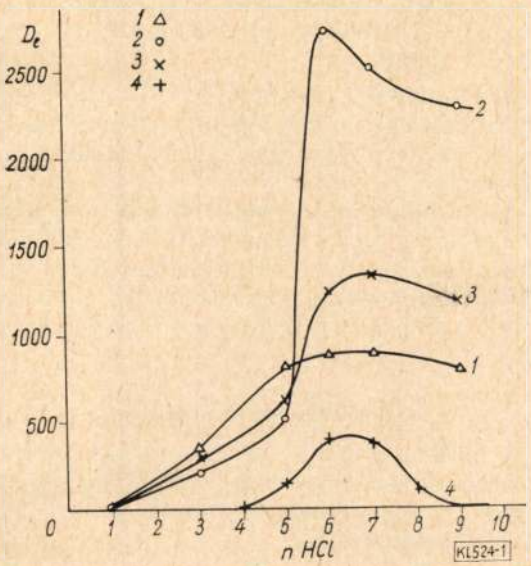
Az eljárás előnye, hogy az Al-Ga-Fe rendszer egy lépésben szelektíven elválasztható és a kapott elutumokban a vas, ill. gallium spektrofotometriásan elemezhető. Hátránya ugyanakkor, hogy csupán aránylag nagy szennyező concentrációk (10^{-2}—$5 \cdot 10^{-3}$%) jelenlétében ad kielégítő eredményeket *(1. táblázat)*. Ugyancsak nem előnyös, hogy egy-egy elválasztás kb. 20—25 percet vesz igénybe.

Gyorsabban célravezető eredményeket kaptunk extrakciós elválasztásokkal. A gallium és vas

1. táblázat

Gallium és vas elválasztása fém alumíniumból Varion AD gyantával

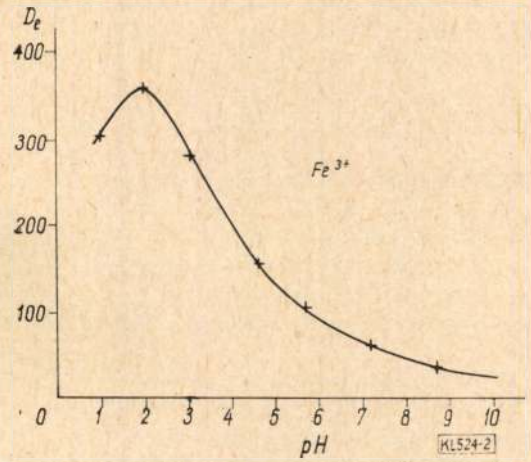
Bevitt elemek, mg			HCl koncentráció, *n*	Elutumban talált			
Al	Ga	Fe		Fe^{3+} mg	Hiba, %	Ga^{3+}, mg	Hiba, %
103,2	1,13	—	Kiindulási oldat:	—	—	1,15	+1,77
103,2	1,13	1,25	6 *n* — Al	1,26	+0,80	1,12	—0,89
103,2	—	0,125	Eluálás:	0,127	+1,60	—	—
103,2	0,113	0,125	1,3 *n* — Ga 0,4 *n* — Fe	0,124	—0,80	0,111	—1,77
103,2	0,011	—		—	—	0,010	—9,9
103,2	0,011	0,012		0,013	+8,00	0,009	—18,2
103,2	—	0,006		0,007	+16,6	—	—
103,2	0,006	0,006		0,007	+16,6	0,005	—16,7



1. ábra. A megoszlási hányados változása gallium és vas extrakciójánál

1 — Vas extrakciója metilizobutilketonnal. 2 — Gallium extrakciója metilizobutilketonnal. 3 — Vas extrakciója diizopropiléterrel. 4 — Gallium szelektív extrakciója butilacetáttal [14]

6—7 n HCl-oldatból metilizobutilketonnal tökéletesen kiextrahálható, miközben az alumínium a vizes fázisban marad [14, 20, 21]. Amint arra már *Bankmann* és *Specker* is utalt [22, 23], a sósavas és a szerves-oldószeres fázisok között a gallium és vas megoszlási hányadosa jóval nagyobb a metilizobutilketonos, mint a dietiléteres vagy diizopropiléteres extrakciónál. A megoszlási hányadosra kapott eredményeket az *1. ábrán* mutatjuk be.



2. ábra. A megoszlási hányados változása a pH függvényében Fe^{3+}-ionok extrakciójánál PAN-nal

A metilizobutilketonos extrakció után a szerves fázisból a vas és gallium vízzel, *Specker* vizsgálatai szerint [21, 24], 100%-osan kioldható. A kísérletek során mi is ugyanerre az eredményre jutottunk. A Fe, ill. Ga a vizes oldatban azután fotometrálható.

A gallium szelektív extrakciójára *Cserkasina* javaslata szerint [14] igen alkalmas a butilacetát. 6—7 n HCl oldatból kb. 1—1,5 perces erős rázogatással, egyszeri extrakcióval elválasztható a gallium, majd a spektrofotometriás mérés céljaira vízzel kioldható a szerves fázisból. Ezt az extrakciót alumínium és vas jelenléte nem zavarja, a Ti(IV) és V(V)-ionok a gallium tartalom tízszeres mennyiségénél nagyobb mennyiségben zavaró hatásúak.

A vas szelektív extrakciójára felhasználtuk az 1-(2-piridilazo)-2-naftolt (PAN-t). A reagens számos nehézfém ionnal színes komplexet képez [25, 26]. Maga a reagens és a komplexek vízben vagy csak gyengén, vagy nem oldódnak, viszont jól oldódnak n- vagy i-amilalkoholban. Az extrakció céljára n-amilalkoholos, 0,5%-os PAN-oldatot használtunk. A megoszlási állandó pH-függését vizsgálva a *2. ábrán* látható eredményeket kaptuk: az extrakcióra legkedvezőbb, ha a pH 1—2 között van. Ekkor kétszeri extrakcióval a vastartalom 99—99,5%-a a szerves fázisba megy át *(2. táblázat)*. A vas a szerves fázisból közvetlenül vagy roncsolás után savas oldatból fotometrálható.

Alumínium jelenléte nem zavar, mert savas közegben, pH = 2-ig nem számottevő a komplexképződés. A gallium, bár pH = 5—6 között a PAN-nal komplexeket képez [27], szintén nem extrahálódik, hasonlóan a réz is a savas fázisban marad.

A vas és gallium meghatározása

Spektrofotometriás gallium meghatározás. A galliumot Rodamin-B-vel határoztuk meg. Mint korábbi vizsgálatainknál ismertettük [28], 1:3 arányú dietiléter-benzol eleggyel, 6 n HCl oldatból a vörös színű Rodamin-B-klórgallát-komplex kiextrahálható és a szerves oldatban, 564 nm-es fotometrálható. Az élénk színű komplexet e szerves oldatok vizuális kolorimetrálásával is elemezhetjük. A mérés pontossága a minta gallium tartalmától függően a *3. táblázat* adatai szerint változott. A táblázatot nagyszámú vizsgálat átlagértékeiből állítottuk össze.

A mérések relatív hibája 10—15% között változott. A meghatározható legkisebb gallium mennyiség 0,1 μg Ga/ml-nek adódott.

2. táblázat

Vas extrakciója 1-(2-piridilazo)-2-naftollal
(pH = 1,8)

Bemért Fe^{3+}, μg	Extrakció I.		II.		III.	Összes extrahált Fe^{3+}, μg	Eltérés, rel. %
	Fe^{3+}, μg	%	Fe^{3+}, μg	%	Fe^{o+}, μg		
50	46,37	92,74	3,52	7,04	<0,2	49,89	0,22
20	18,96	94,84	0,78	3,90	<0,2	19,94	1,26
10	9,34	93,40	0,58	5,80	<0,2	9,92	0,80
5	4,66	93,20	0,29	5,80	<0,2	4,95	1,00
2	1,97	98,50	<0,2	—	<0,2	1,97	1,50

3. táblázat

A rodamin-B-vel történő gallium meghatározás pontossága

A minta gallium tartalma μg	Átlagos eltérés, μg	
	Spektrofotometriás mérésnél	Vizuális kolorimetriánál
0,2—1	0,08	0,1
1—2	0,20	0,3
2—5	0,35	0,5
5—10	0,85	1,0

A Rodamin-B használatát az Fe^{3+}-ionok zavarják. Ezeket vagy $TiCl_3$ oldattal vagy hidrokinon + citromsavval Fe^{2+}-ionokká kell redukálni.

A gallium a fentiekhez hasonlóan meghatározható Rodamin-C-vel is, de ennek a módszernek érzékenysége kisebb az előbbinél [29, 30].

A gallium szelektív extrakciójakor előnyösen mérhetjük spektrofotometriásan a PAN-nal képezett komplexet. Amint erről korábbi közleményünkben [27] részletesen beszámoltunk, pH = = 5—6 között, borkősav adalék mellett (a Ga hidrolizisének elkerülésére), etilalkohol-vizes oldatban 550 nm-en mérünk. Ilyen körülmények között 0,5 μg/ml gallium 3—5% pontossággal meghatározható, s a mérést a Cu^{2+}, Fe^{3+}, ill. Al^{3+}-ionok jelenléte nem zavarja.

Spektrofotometriás vas meghatározás. A vas meghatározására legelterjedtebben használt a rodanidos komplexek ($[Fe(SCN)_n]^{+3-n}$) vörös színének 480 nm-en történő fotometriálása [15]. Mivel azonban a színerősség az oldat savkoncentrációjával és a hőmérséklettel erősen változik [31], célszerűnek tartottuk egy új reagensnek az *o*-dianizidinnek használatát.

Az *o*-dianizidin, bár érzékenység szempontjából nem haladja meg a vasrodanidot, az alumíniumban levő vastartalom mérésére kedvezően felhasználható. A reagens a Fe^{3+}-ionok hatására vörös színű szemikinoidális vegyületté oxidálódik. Ennek abszorpciós maximuma 440 nm-en van. Előnyös, hogy a reakció erősen savas közeget igényel (5—6 n sav, kivéve HNO_3-t) és a színintenzitás kb. 40 percen át állandó.

Érzékenyebb a mérés az $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$ redukció után (hidrokinonnal), *o*-fenantrolin segítségével, gyengén savas v. semleges közegben, 508 nm-nél fotometrálva.

A meghatározási módszerek jellemző adatait a *4 táblázatban* foglaltuk össze. Al^{3+} és Ga^{3+}-ionok jelenléte nem zavar a vas meghatározásnál, azonban a gyengén savas vagy semleges oldatokban célszerű a hidrolizis elkerülésére borkősavat adagolni.

4. táblázat

A meghatározható legkisebb koncentráció különböző reagensek használata esetén

a) Vas

Reagens	Oldat	Abszorpciós maximum, nm	Minimális koncentráció, μg/ml
KSCN	0,1—1 *n* HCl	480	0,3
KSCN + 60% aceton	0,1—1 *n* HCl	480	0,005
o-dianizidin	5—6 *n* HCl v. H_2SO_4	440	0,5
o-fenantrolin	<0,01 *n* HCl	508	0,15

b) Gallium

Rodamin-B	Éter-benzol	564	0,1
1-(2-piridilazo)-2-naftol (PAN) ...	pH 5—6	550	0,5

Az analízis munkamenete

A fenti módszerek tanulmányozása után kidolgoztuk a sorozatelemzésre alkalmas eljárást. Valamennyi munkánkhoz nagytisztaságú kvarc edényeket használtunk.

Az 1—5 g-nyi mintát minimális mennyiségű sósavban oldottuk és óvatosan majdnem szárazra pároltuk. A kapott maradékot 7 n sósavban oldottuk, majd rázótölcsérbe vittük úgy, hogy az oldat össztérfogata 50 ml legyen. Ezután háromszor 10—10 ml metilizobutilketonnal 3—3 percig extraháltunk, erős rázogatás közben; az extraktumokat összegyűjtve ezek gallium és vas-tartalmát négyszer 10—10 ml vízzel oldottuk ki. A vizes oldatot a gyenge csapadékkiválás fellépéséig lassan bepároltuk.

A vas meghatározására a csapadékot 1 ml 1 n HCl-ban oldottuk, majd 1 ml vizet és 3 ml acetont adtunk hozzá, s 1,5—2 ml 1 m KSCN oldottal elegyítve 480 nm-es fotometráltuk.

Orto-dianizidinnel mérve a csapadékot 2 ml 6 n H_2SO_4-ben vettük fel, 0,5 ml reagensoldatot adtunk hozzá (elkészítését 1. [32]) és az extinkciót 10—20 perc múlva 440 nm-en mértük.

A gallium meghatározására a kapott csapadékos oldatot 3 ml 6 n HCl-al elegyítve becsiszolt dugós rázóhengerbe vittük, hozzáadtunk 0,5 ml 20 százalékos $TiCl_3$ oldatot, 0,5 ml cc HCl-t és 5 perc múlva 0,4 ml 0,5%-os, 6 n sósavas Rodamin-B oldatot. A keletkező Rodamin-B-klórgallátot 1,5 ml benzol + 0,5 ml dietiléter elegyével 1—2 percig extraháltuk és a szerves fázist 564 nm-en fotometráltuk.

PAN-nal dolgozva, a csapadékot 1 ml 1 n HCl-ban felvettük, majd az oldatot 2 ml 10%-os borkősav-oldat adagolása után pH = 5—6 közé állítottuk be, NH_4OH-dal, azután etilalkoholt és 1 ml 0,5%-os etilalkoholos PAN-oldatot adtunk hozzá, s végül mérőlombikban 60%-os etilalkohollal 10 ml-re töltöttük fel. A mérést 550 nm-en végeztük.

Amennyiben a vas, ill. gallium szelektív extrakciója szükséges, úgy a korábban már ismertetett (Fe [19], ill. Ga [14]) módszereket alkalmaztuk.

Ipari minták elemzése

A bemutatott eljárásokat felhasználtuk nagytisztaságú alumínium próbatestek elemzésére. Első lépésben, a hibahatárok megállapítására addiciós vizsgálataink eredményeit az *5. táblázatban* foglal-

5. táblázat

A vas- és galliumtartalom meghatározásának pontossága alumínium fém mellett
(Addiciós vizsgálatok)

Módszer	Addicionált, μg		Talált, μg		Eltérés, rel. %	
	Fe	Ga	Fe	Ga	Fe	Ga
Metilizobutilketonos extrakció	0,20	0,20	0,20	0,19	0	—5,0
	0,50	0,50	0,55	0,52	+10,0	+4,0
	1,00	1,00	0,86	0,91	—14,0	—9,0
	5,00	5,00	5,24	5,15	+5,8	+3,0
Extrakció PAN-nal	0,50	—	0,52	—	+4,0	—
	1,00	—	0,96	—	—4,0	—
	5,00	—	4,86	—	—2,8	—

tuk össze. Az eredmények azt mutatták, hogy a vas, ill. a gallium meghatározás ±15, ill. ±10% pontosságú a 0,2—5 μg 1 g Al koncentrációtartományban, metilizobutilketonos extrakcióval. A vasat szelektíven PAN-nal extrahálva a pontosság ±4%-nak adódott.

A nagytisztaságú alumínium minták elemzése azt mutatta, hogy a 99,999%-os tisztaságú fémben 10^{-5} % nagyságrendű gallium- és 10^{-4} % nagyságrendű vasszennyeződés volt. Néhány elemzési eredményt a *6. táblázatban* mutatunk be. Négynégy párhuzamos elemzés eredményeiből kiszámoltuk a meghatározások középhibáját: a vasra ±10 százalék, a galliumra ±9% körüli értéket kaptunk.

6. táblázat

Vas és gallium meghatározása tiszta és nagytisztaságú alumíniumból

Minta jele és tisztasága	Fe%	Ga %	Középhiba %	
			Fe	Ga
G-3 99,9999%	$3{,}0 \cdot 10^{-4}$	$2{,}0 \cdot 10^{-5}$	±6,50	+8,95
	$3{,}5 \cdot 10^{-4}$	$2{,}2 \cdot 10^{-5}$		
	$3{,}2 \cdot 10^{-4}$	$2{,}0 \cdot 10^{-5}$		
	$3{,}3 \cdot 10^{-4}$	$2{,}4 \cdot 10^{-5}$		
G-6 99,9999%	$0{,}8 \cdot 10^{-4}$	$1{,}0 \cdot 10^{-5}$	±3,45	±10,00
	$1{,}0 \cdot 10^{-4}$	$1{,}1 \cdot 10^{-5}$		
	$0{,}8 \cdot 10^{-4}$	$1{,}2 \cdot 10^{-5}$		
	$0{,}9 \cdot 10^{-4}$	$1{,}0 \cdot 10^{-5}$		
T-66/1 99,999%	$7{,}0 \cdot 10^{-4}$	$1{,}0 \cdot 10^{-5}$	±9,65	±8,92
	$7{,}5 \cdot 10^{-4}$	$1{,}2 \cdot 10^{-5}$		
	$7{,}2 \cdot 10^{-4}$	$1{,}0 \cdot 10^{-5}$		
	$7{,}4 \cdot 10^{-4}$	$1{,}0 \cdot 10^{-5}$		
Ga-4/9 99,99%	$17 \cdot 10^{-4}$	$4{,}0 \cdot 10^{-5}$	±6,20	±14,20
	$15 \cdot 10^{-4}$	$3{,}0 \cdot 10^{-5}$		
	$17 \cdot 10^{-4}$	$4{,}0 \cdot 10^{-5}$		
	$16 \cdot 10^{-4}$	$4{,}0 \cdot 10^{-5}$		
Ga-3/9 99,9%	$270 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-5}$	±1,80	±10,03
	$260 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-5}$		
	$265 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-5}$		
	$270 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-5}$		

Eredményképpen megállapíthattuk, hogy a leírt módszerek sorozatelemzésre felhasználhatók, és velük a vas-, ill. galliumtartalom 99,9—99,9999 százalék tisztaságú alumíniumban meghatározható.

Összefoglalás

Kidolgoztuk a nagytisztaságú alumínium vas- és gallium-tartalmának meghatározását metilizobutilketonos extrakció (7 n HCl-oldatból) és spektrofotometriás mérés segítségével. A korábban használatos reagensek mellett mérésmódszereket dolgoztunk ki új reagensekkel: a vasra *o*-dianizidint, a galliumra PAN-t használva. A meghatározások érzékenysége 0,5 μg Fe^{3+}, ill. Ga^{3+}/ml és a bemutatott eljárásokkal 10^{-5}% nagyságrendben jelenlevő szennyezők max. ±15% hibával meghatározhatók.

IRODALOM

[1] *Smakula:* Einkristalle. Springer Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1962.
[2] *Klug—Metlenko:* Acta Chim. Ac. Sci. Hung., 49. 123 (1936)
[3] *Posgayné—Horváth—Klug:* Koh. Lapok, 98. 522. (1965).
[4] *Klug—Metlenko:* Chem. Anal. (Warszawa), 10. 819. (1965).
[5] *Klug—Metlenko—Láng:* Koh. Lapok, 97. 581. (1964).
[6] *Alimarin* (szerk.): Himicseszkie osznovü eksztrakcionnoge metoda razdelenija elementov. Izd. Nauka, Moszkva, 1966.
[7] *Morrison—Freiser:* Solvent ectraction in analytical chemistry. J. Wiley & Sons Inc., New York, 1957.
[8] *Zolotov:* Trudü komiszszii po anal, himii, 15. 3. (1965).
[9] *Zolotov—Alimarin:* Szovremennüe metodü analiza. 225 old. Izd. Nauka, Moszkva, 1965.
[10] *Alimarin—Zolotov* (szerk.): Eksztrakcionnüe metodü v analiticseszkoj himii. Trudü komiszszii po anal, himii, Tom 14. Izd. Akad. Nauk SzSzSzR, Moszkva, 1963.
[11] *Milner—Wood—Woodhead:* Analyst, 79. 938. (1954).
[12] *Fresenius—Jander:* Handbuch der anal. Chemie. Bd. 3. Springer Verlag, Berlin, 1956.
[13] *Kotsisné:* Fémipari Kutató Intézet, Zárójelentés, 1963.
[14] *Cserkasina:* Szbornik naucsnüj trudov Giredmet. II. köt. 189. old. Metallurgizdat, Moszkva 1959.
[15] *Sandell:* Colorimetric determination of traces of metals. 3. Ed., Interscience Publ. Inc., New York, 1959.
[16] *Gastinger:* Z. anal. Chem., 140. 244. és 252. (1953).
[17] *Smułek:* Nukleonika (Warszawa), 7. 547. (1962).
[18] *Smułek—Siekierski:* J. Inorg. Nucl. Chem. 24. 1951. (1962).
[19] *Schwedow—Klug:* Chem. Anal. (Warszawa), 11. 237. (1966).
[20] *Goto:* J. Japan Soc. Lubricat. Eng., 18. 1167. (1965).
[21] *Specker—Cremer—Jackwerth:* Angew. Chem., 71. 492. (1959).
[22] *Specker—Doll:* Z. anal. Chem., 152. 178. (1956).
[23] *Bankmann—Specker:* Z. anal. Chem., 162. 18. (1958).
[24] *Zolotov* (szerk.): Eksztrakcija v analiticseszkoj himii i radionhimii. Izd. Inosztr. Literaturü, Moszkva, 1961.
[25] *Cheng—Bray:* Anal. Chem., 27. 782. (1955).
[26] *Sajó:* Komplexometria. 2. kiad., Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1962.
[27] *Klug—Metlenko:* Koh. Lapok, 99. 400. (1966).
[28] *Szűcs—Klug:* Chem. Anal. (Warszawa), 11. 665. (1966) és Magy. Kém. Lapja, 21. 328. (1966).
[29] *Sztancsev:* Godisnik Inszt. Niproruda (Szófia), Cs. Obogatjavane. 4. 181. (1965).
[30] *Seka—Csausz—Mitjureva:* Gallij. Gosz. Izd. Tehnics. Literaturü USzSzR, Kiev, 1963.
[31] *Józefowicz—Masłowska:* Therory and structure of complex compounds. Proc. Intern. Symposium in Wroclaw. Pergamon Press, London. 1964. p 525.
[32] *Klug—Metlenko:* Koh. Lapok, 97. 347 (1964).
[33] *Luke:* Anal. Chim. Acta, 36. 122. (1966).

Az alumínium elektrolizáló kádak áramhatásfoka és oldalhőszigetelése közötti összefüggés vizsgálata

Dr. BALÁZS ENDRE okl. kohómérnök — ÁDÁM JÁNOS okl. vegyészmérnök
Fémipari Kutató Intézet, Budapest

DK 669.713.7+62—465 : 621.36.004.15

Előzmények

Régebbi közleményünkben [1] már megkíséreltük az alumínium elektrolizáló kádak oldalhőszigetelésének, oldalfagyás vastagságának, az anód és oldalkoszorú távolság értékének és az elektrolit túlhevítés fokának kölcsönös összefüggéseit számítások után megközelíteni. Következtetéseinket az alábbiakban foglaljuk össze:

1. Az oldalhőszigetelés megválasztása nemcsak a kád hővesztesége, hanem az elektrolit túlhevülésének mértékére gyakorolt befolyása szempontjából is jelentős. Túlzottan kis oldalhőszigetelésre nagy az elektrolit túlhevülésének mértéke, túlzottan erős oldalhőszigetelés hatására pedig az üzemvitel (feszültség, munkatér állapot) válhat károsan labilissá.

2. Adott anód-oldalkoszorú távolsághoz egyetlen meghatározott optimális oldalhőszigetelés tartozik. E távolság csökkentésekor növelni kell a falazott oldal-hőszigetelés mértékét, ellenkező esetben ugyanis növekszik az elektrolit túlhevülése és az áramhatásfok csökkenése várható.

3. Az anódméret növelése útján kapható intenzifikálás lehetőségei a fémtermelés növelése és a fajlagos energiafogyasztás csökkentése szempontjából csak akkor használhatók ki teljes mértékben, ha az oldalhőszigetelő falazatba egyidejűleg jobb hőszigetelő képességű téglafajtákat építünk be.

4. A katódbélés az életkor függvényében a jelenlegi szerkezeti megoldásoknál a kádak oldalhőszigetelése általában romlik. Ezzel együttjár az elektrolit hőmérsékletének növekedése, ami az áramhatásfok csökkenését eredményezi.

Hangsúlyoztuk, hogy a számításból nyert adatok abszolút értékei csak tájékoztató jellegűek, de megítélésünk szerint nagyságrendjük és viszonylagos értékeik helyesek és jellemzőek az ipari gyakorlatra.

Megjegyezzük, hogy a katód oldalhőszigetelésének fogalomkörébe tágabb értelemben beletartozónak tekintjük a fenék hőszigetelés felső rétegének periferikus részét, az acél katódsínt körülvevő tégla rétegeket, a katódszekrény szerkezetének esetleges idevágó sajátosságait stb., azaz mindazon konstrukciós tényezőket, amelyek befolyásolják az oldalfagyást kialakító hőveszteségi viszonyokat.

Az áramhatásfok és az oldal-hőszigetelés összefüggése

Ismeretes, hogy az olvadék elektrolit hőmérsékletének csökkenésével az áramhatásfok nő. Jelöljük az 1°C hőmérséklet változásra eső áramhatásfok változást $\Delta\eta_t$-el. A hőmérséklet csökkenésével együttjáró áramhatásfok növekedés szélső értéke a dermedéspontra extrapolált maximális áramhatásfok, melyet η_{max}-al jelölünk. Feltételezzük, hogy az itt vizsgált és iparilag reális 5—50°C elektrolit túlhevülési intervallumban a fémveszteségek, ill. az áramhatásfok a hőmérséklet függvényében lineárisan változnak. Az elmondottak alapján tehát az áramhatásfok a következő kifejezéssel közelíthető meg.

$$\eta = \eta_{max} - \Delta\eta_t \Delta t_{el} \qquad (1)$$

ahol Δt_{el} — az elektrolit túlhevülésének mértéke a dermedésponthoz viszonyítva (°C).

Hivatkozott (1) közleményünk (3) és (8) kifejezése szerint azonban

$$q_v = k_o(t_{of} - t_{ksz}) \qquad (2)$$

$$q_v = k_{el}(t_{el} - t_{of}) = \frac{\lambda_{el}}{l_{el}} \Delta t_{el} \qquad (3)$$

ahol q_v — az oldalirányban áramló hőmennyiség, (kcal/m²·ó);
k_o — az oldalfal hőszigetelés és az oldalfagyás együttes hőátbocsátási együtthatója (kcal/m²·ó·°C);
k_{el} — az olvadt elektrolit-oldalöv hőátbocsátási együtthatója, (kcal/m²·ó·°C);
λ_{el} — az olvadt elektrolit hővezetési együtthatója (kcal/m·ó·°C) (2);
t_{el} — az olvadt elektrolit hőmérséklete az anód mellett (°C);
t_{of} — az olvadt elektrolit hőmérséklete az oldalfagyásnál (dermedéspont) (°C);
t_{ksz} — az acél katódszekrény oldalfalának hőmérséklete, (°C);
l_{el} — az olvadt elektrolit-oldalöv vastagsága, (m);

Ha a (2) és (3)-ból Δt_{el} értékét kifejezzük, akkor:

$$\Delta t_{el} = q_v \frac{l_{el}}{\lambda_{el}}, \text{ ill. } \Delta t_{el} = \frac{k_o \Delta t_o}{k_{el}} \qquad (4)$$

ahol Δt_o — a hőmérsékletesés az oldalfagyás-olvadékelektrolit fázishatár és az acél katódszekrény oldalfala között, (°C).

Jelöljük $\frac{\eta \Delta_t}{\lambda_{el}}$ értékét a-val és $\frac{\Delta\eta_t \Delta t_o}{k_{el}}$ értékét b-vel, akkor felírható, hogy

$$\eta = \eta_{max} - a l_{el} q_v \qquad (5)$$

vagy

$$\eta = \eta_{max} - b k_o \qquad (6)$$

Figyelemre méltó, hogy az (5) kifejezésben együtt szerepelnek az ipari kád áramhatásfokát befolyásoló tényezők közül az elektrolit egyes fizikai-kémiai jellemzői (η_{max}, $\Delta\eta_t$ és λ_{el}) a kád egyik technológiai jellemzője (l_{el}) és egy konstrukciós paraméter (q_v).

Tehát az (5) és (6) kifejezés értelmében matematikai összefüggés írható fel az oldalhőszigetelés mértéke, illetve az oldalhőveszteségek, valamint az áramhatásfok között.

1. táblázat

A kádtípusonkénti üzemi adatok csoportosítása

Vizsgálat száma	Vizsgált paraméter	Mértékegység	Vizsgált kádcsoportok 1	2	3	4	5	Megjegyzés
1.	Katódéletkor	nap	181	265	656	—	—	Áramhatásfok csapolási súlyok alapján számítva
	Vizsgálat időtartama	nap	181	265	656	—	—	
	Oldalhőszigetelés ép állapotban	kcal m² ó·°C	1,25	0,42	0,11	—	—	
	Katódfeszültségesés	mV	382	333	352	—	—	
	Áramhatásfok	%	88,5	87,3	87,0	—	—	
2.	Katódéletkor	nap	605	337	294	565	857	Áramhatásfok csapolási súlyok alapján számítva
	Vizsgálat időtartama	hó	kilenc hónap					
	Oldalhőszigetelés ép állapotban	kcal^{-1} m² ó.°C	1,97	1,43	1,17	0,90	0,15	
	Katódfeszültség esés	mV	310	405	275	385	440	
	Áramhatásfok	%	90,1	89,56	89,23	87,3	87,3	
3.	Katódéletkor	nap	309	811				Áramhatásfok rézbeötvözéses módszerrel megállapítva
	Vizsgált időtartam ...	hó	két hónap					
	Olalhőszigetelés ép állapotban	kcal^{-1} m² ó.°C	1,7	0,2				
	Katódfeszültségesés	mV	390	417				
	Áramhatásfok	%	88,8	82,1				
4.	Katódéletkor	nap	470	1220				Áramhatásfok csapolási súlyok alapján számítva
	Vizsgálat időtartama	hó	hat hónap					
	Oldalhőszigetelés ép állapotban	kcal^{-1} m² ó.°C	0,94	0,3				
	Katódfeszültségesés	mV	375	405				
	Áramhatásfok	%	88,9	86,4				

Üzemi vizsgálatok

Az elmúlt időszakban összesen négy alkalommal három szérián végzett különböző kádcsoport vizsgálatok adataiból nyílt alkalmunk elemezni az oldalhőszigetelés mértéke és az áramhatásfok közötti összefüggést. További adatok birtokában az elemzést bizonyos mértékben a katód életkor és katódfeszültségesés eloszlására is kiterjesztettük, melyek általános vélemény szerint az áramhatásfok alakulását ugyancsak befolyásolják. Az adatokat az 1. táblázatban foglaltuk össze. Az l/k_{sz} értékek a mesterséges oldalhőszigetelés hőátbocsátási együtthatóinak reciprok értékei.

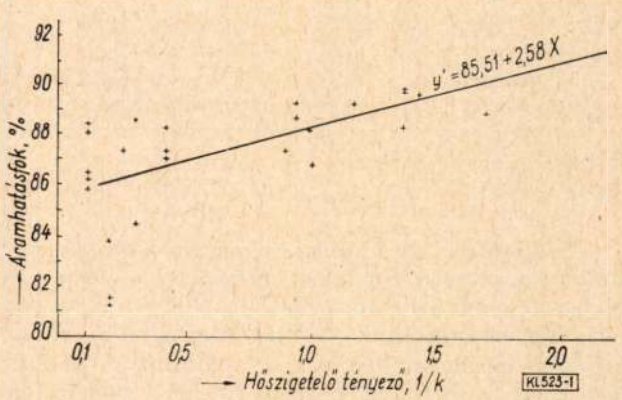
Összesen 26 alumínium-elektrolizáló kád adatait dolgoztuk fel. Az egyidejűleg vizsgált kádak azonos áramerősségen, anódáramsűrűséggel és kezeléstechnológiával üzemeltek. Az erősebb oldalhőszigetelés a legtöbbször erősebb katódfenék hőszigeteléssel is együttjár, ami a pólustávolság csökkenése következtében — feltehetően csökkentette az áramhatásfokot, vagyis az előzőekben vázolt tendencia ellen hatott.

Az *1. táblázat* áttekintéséből látszik, hogy az adatok kádcsoportonkénti áramhatásfok és oldalhőszigetelés értékek sorrendje egyértelműen megerősítik a számításaink során nyert oldalhőszigetelés-áramhatásfok összefüggés helyességét.

Tekintettel arra, hogy a kapott adatok nem húzhatók ki sima görbével és a tényezők között összefüggések nyilvánvalóan stochasztikus jellegűek (ugyanez vonatkozik a továbbiakban vizsgált összefüggésekre is), indokoltnak találtuk kiegészítésképpen az összefüggések lineáris korrelációját is megvizsgálni. Az e célra rendelkezésre álló összesen 26 kád adatsora ugyan nem tekinthető bőségesnek, azonban ilyen vizsgálathoz már elégséges.

A lineáris korreláció vizsgálata

A statisztikus elemzést a vonatkozó hazai irodalom alapján [3] és alumíniumipari adatok feldolgozásánál már alkalmazott és közölt számítástechnikával végeztük [4]. Ennek megfelelően az ábrák ponthalmazát egy ún. regressziós egyenessel közelítjük meg, melyet úgy rajzolunk meg, hogy a halmaz pontjainak az egyenestől mért koordináta tengely irányú távolságaiból számított négyzetek összege a legkisebb legyen. A korrelációs együttható kiszámítása alapján a kapcsolat szorossága is megadható.



1. ábra. Az oldalhőszigetelés tényezője és az áramhatásfok összefüggésének grafikus ábrázolása és a kétváltós regresszziós egyenes

2. táblázat

Az áramhatásfok-oldalhőszigetelés korrelációszámításainak részadatai

Sorszám	Áramhatásfok %, Y	Hőszigetelési tényező, X	Eltérés az átlagtól: $Y-\overline{Y}=y$	Eltérés az átlagtól: $X-\overline{X}=x$	Szorzat, $x\cdot y$	Négyzetek: y^2	Négyzetek: x^2	Együtthatók: a	Együtthatók: b	Együtthatók: r
1.	89,7	1,37	+2,4	+0,67	+1,61	5,76	0,45			
2.	88,2	1,37	+0,9	+0,67	+0,60	0,81	0,45			
3.	89,8	1,37	+2,5	+1,67	+1,67	6,25	0,45			
4.	86,7	1,00	—0,6	+0,30	—0,18	0,36	0,09			
5.	88,3	1,00	+1,0	+0,30	+0,30	1,00	0,09			
6.	87,3	0,42	—	—0,28	—	—	0,08			
7.	87,0	0,42	—0,3	—0,28	+0,08	0,09	0,08			
8.	88,2	0,42	+0,9	—0,28	—0,25	0,81	0,08			
9.	88,0	0,11	+0,7	—0,59	—0,18	0,09	0,35			
10.	85,8	0,11	—1,5	—0,59	+0,88	2,25	0,35			
11.	86,4	0,11	—0,9	—0,59	+0,53	0,81	0,35			
12.	86,3	0,11	—1,0	—0,59	+0,59	1,00	0,35			
13.	88,4	0,11	+1,1	—0,59	—0,65	1,21	0,35			
14.	88,8	1,7	+1,5	+1,00	+1,5	2,25	1,00	85,51	2,58	0,6509
15.	81,2	0,2	—6,1	—0,50	+3,05	37,21	0,25			
16.	81,5	0,2	—5,8	—0,50	+2,90	33,64	0,25			
17.	83,8	0,2	—3,5	—0,50	+1,75	12,25	0,25			
18.	90,1	1,97	+2,8	+1,27	+3,56	7,84	1,61			
19.	89,6	1,43	+2,3	+0,73	+1,68	5,29	0,53			
20.	89,2	1,17	+1,9	+0,47	+0,89	3,61	0,22			
21.	87,3	0,9	—	+0,20	—	—	0,04			
22.	87,3	0,15	—	—0,55	—	—	0,30			
23.	88,6	0,94	+1,3	+0,24	+0,31	1,69	0,06			
24.	84,5	0,3	—2,8	—0,40	+1,12	7,84	0,16			
25.	89,2	0,94	+1,9	+0,24	+0,46	3,61	0,06			
26.	88,5	0,3	+1,2	—0,40	—0,48	1,44	0,16			
Össz.:	2269,7	18,32			+21,74	137,11	8,41			
Átlag:	$\overline{Y}=87,3$	$\overline{X}=0,7$								

3. táblázat

Az áramhatásfok-katódbélés életkor korrelációszámításainak részadatai

Sorszám	Áramhatásfok %, Y	Katódbélés kora, nap, X	Eltérés az átlagtól: $Y-\overline{Y}=y$	Eltérés az átlagtól: $X-\overline{X}=x$	Szorzat, $x\cdot y$	Négyzetek: y^2	Négyzetek: x^2	Együtthatók: a	Együtthatók: b	Együtthatók: r
1.	89,7	169,0	+2,4	—274,0	—657,6	7,76	75 076			
2.	88,2	112,0	+0,9	—331,0	—297,9	0,81	109 561			
3.	89,8	190,0	+2,5	—253,0	—632,5	6,25	64 009			
4.	86,7	233,0	—0,6	—210,0	+126,0	0,36	44 100			
5.	88,3	201,0	+1,0	—242,0	—242,0	1,00	58 564			
6.	87,3	247,0	—	—196,0	—	—	38 416			
7.	87,0	273,0	—0,3	—170,0	+51,0	0,09	28 900			
8.	88,2	277,0	+0,9	—166,0	—149,4	0,81	27 556			
9.	88,0	367,0	+0,7	—76,0	—22,8	0,09	5 776			
10.	85,8	424,0	—1,5	—19,0	+28,5	2,25	361			
11.	85,4	415,0	—0,9	—28,0	+25,2	0,81	784			
12.	86,3	221,0	—1,0	—222,0	+222,0	1,00	49 284			
13.	88,4	213,0	+1,1	—230,0	—253,0	1,21	52 900			
14.	88,8	309,0	+1,5	—134,0	—201,0	2,25	17 956	89,0764	—0,00401	—0,549
15.	81,2	1 350,0	—6,1	+907,0	—5 532,7	37,21	822 649			
16.	81,5	611,0	—5,8	+168,0	—974,4	33,64	28 224			
17.	83,8	471,0	—3,5	+28,0	—98,0	12,25	784			
18.	90,1	605,0	+2,8	+162,0	+453,6	7,84	26 244			
19.	89,2	294,0	+1,9	—149,0	—283,1	3,61	22 201			
20.	87,3	565,0	—	+122,0	—	—	14 884			
21.	87,3	857,0	—	+414,0	—	—	171 396			
22.	88,6	1 157,0	—2,8	+714,0	—1 999,2	7,84	509 796			
23.	89,2	480,0	+1,9	+37,0	+70,3	3,61	1 369			
24.	88,5	996,0	+1,2	+553,0	+663,6	1,44	305 809			
25.	89,6	337,0	+2,3	—106,0	—243,8	5,29	11 236			
26.	84,5	147,0	+1,3	—296,0	—384,8	1,69	87 616			
Összesen.:	2269,7	11 521,0			—10 332,0	137,11	2 575 451			
Átlag:	$\overline{Y}=87,3$	$\overline{X}=443,0$								

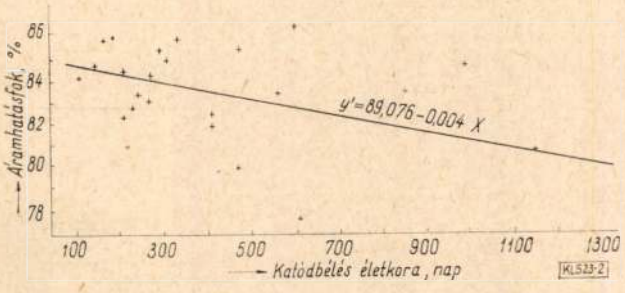
Tekintettel az idézett és más irodalmi forrásokban található részletes leírásokra, a számítás menetét ehelyütt nem részletezzük és az egyes összefüggések kimunkált részadatainak *(2., 3., 4. táblázat)* és ponthalmazainak, valamint — ahol a kapcsolat szorosságát mutató lineáris korrelációs együttható elég nagy értéke ezt indokolja — a regressziós egyeneseknek bemutatására szorítkozunk *(1., 2., 3. ábra)*.

Látható, hogy a kapcsolat legszorosabb és pozitív, az oldalhőszigetelés mértéke és az áramhatásfok között, a korrelációs együttható értéke 0,65. Lazább, de még mindig jelentős a katódéletkor és áramhatásfok között talált kapcsolat, a korrelációs együttható értéke 0,55. A vizsgált adatok alapján nem tekinthető lineáris függvénykapcsolattal helyettesíthetőnek a katódfeszültség esés és az áramhatásfok közötti kapcsolat, melynél a korrelációs

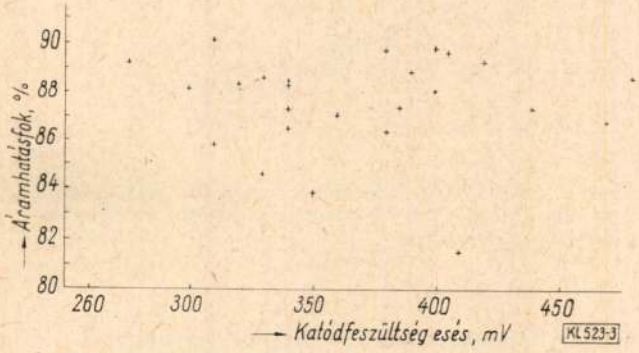
4. táblázat

Áramhatásfok-katódfeszültségesés korrelációszámításainak részadatai

Sorszám	Áramhatásfok %, Y	Katódfesz.-esés, mV, X	Eltérés az átlagtól $Y-\overline{Y}=y$	Eltérés az átlagtól $X-\overline{X}=x$	Szorzat, $x \cdot y$	Négyzetek y^2	Négyzetek x^2	Együtthatók a	Együtthatók b	Együtthatók r
1.	89,7	380	+2,4	+7,2	+17,28	5,76	51,84			
2.	88,2	340	+0,9	—32,8	—29,52	0,81	1 075,84			
3.	89,8	400	+2,5	+27,2	+68,0	6,25	739,84			
4.	86,7	470	—0,6	+97,2	—58,32	0,36	9 447,84			
5.	88,3	320	+1,0	—52,8	—52,80	1,0	2 787,84			
6.	87,3	340	—	—32,8	—	—	1 075,84			
7.	87,0	360	—0,3	—12,8	+3,84	0,09	163,84			
8.	88,2	300	+0,9	—72,8	—65,52	0,81	5 299,84			
9.	88,0	400	+0,7	+27,2	+19,04	0,49	739,84			
10.	85,8	310	—1,5	—62,8	+94,20	2,25	3 943,84			
11.	86,4	340	—0,9	—32,8	+29,52	0,81	1 075,84			
12.	86,3	380	—1,0	+7,2	—7,20	1,00	51,84			
13.	88,4	340	+1,1	—32,8	—36,08	1,21	1 075,84			
14.	88,8	390	+1,5	+25,8	+25,8	2,25	295,84	91,24	—0,0105	—0,102
15.	81,2	490	—6,1	+117,2	—714,92	37,21	13 795,84			
16.	81,5	410	—5,8	+37,2	—215,76	33,64	1 383,84			
17.	83,8	350	—3,5	—22,8	+79,80	12,25	519,84			
18.	90,1	310	+2,8	—62,8	—175,84	7,84	3 943,84			
19.	89,6	405	+2,3	+32,2	+74,06	5,29	11 036,84			
20.	89,2	275	+1,9	—97,8	—185,82	3,61	9 564,84			
21.	87,3	385	—	+12,2	—	—	148,84			
22.	87,3	440	—	+67,2	—	—	4 515,84			
23.	88,6	330	+1,3	—42,8	—55,64	1,69	1 831,84			
24.	84,5	330	—2,8	—42,8	+119,84	7,84	1 831,84			
25.	89,2	420	+1,9	+47,2	+89,68	3,61	2 227,84			
26.	88,5	480	+1,2	+107,2	+128,64	1,44	11 491,84			
Össz.:	2269,7	9695			—847,72	137,51	80 058,84			
Átlag:	$\overline{Y}=87,3$	$\overline{X}=372,8$								



2. ábra. A katódbélés életkora és az áramhatásfok összefüggésének grafikus ábrázolása és a kétváltozós regressziós egyenes



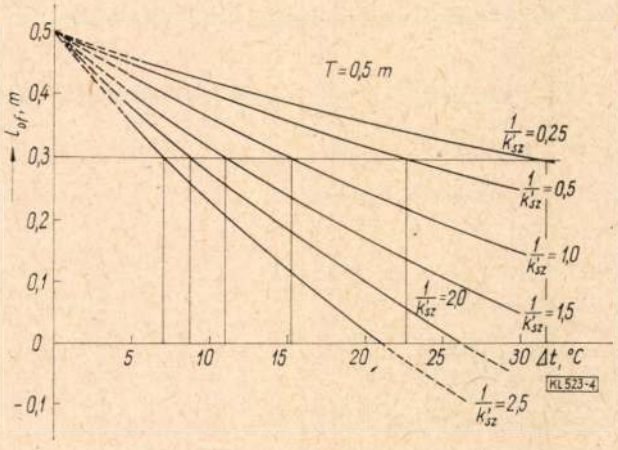
3. ábra. A katódfeszültség-esés és az áramhatásfok összefüggésének grafikus ábrázolása és a kétváltozós regressziós egyenes

együttható nyert értéke 0,102. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy ezen utolsó összefüggés esetleg más jellegű függvénykapcsolattal nem helyettesíthető, ennek részletesebb vizsgálatára és általában, az üzemi alumínium elektrolízis néhány fontosabb paraméterének bővebb korrelációs vizsgálatára egy későbbi közleményünkben kívánunk visszatérni.

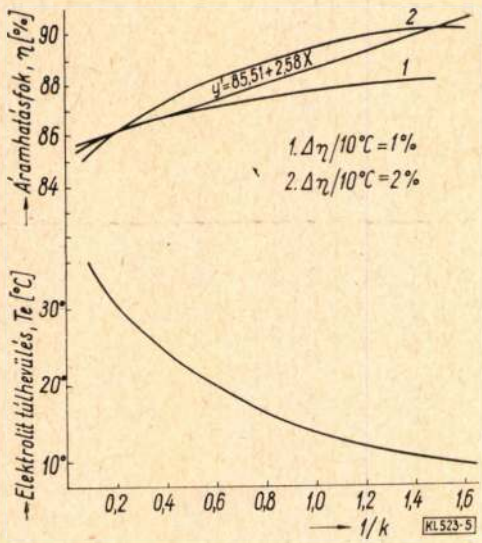
Az a körülmény, hogy a katódélettartam-áramhatásfok lineáris jellegű kapcsolata sokkal szorosabb, mint a katódfeszültségesés-áramhatásfok kapcsolaté, arra utal, hogy a katód-feszültségesés változásán kívül az élettartam függvényében más, nagy hatású tényező, vagy tényezők is hatnak az áramhatásfokra. Fentiek alapján feltételezzük, hogy ezek közül egyik az áramhatásfokkal eléggé szoros kapcsolatot mutató oldalhőszigetelés mértékének fokozatos romlása a katódélettartam függvényében, melyet hivatkozott előző közleményünkben adatokkal is illusztráltunk. E kérdés azonban további részletesebb vizsgálatot igényel. Az *1. ábrán* bemutatott összefüggés regressziós egyenlete a *2. táblázat* adatainak megfelelően

$$\eta = 85{,}51 + 2{,}58 \frac{1}{k_{sz}} \qquad (7)$$

Az egyenletből látható, hogy lineáris korrelációs összefüggés esetén a vizsgált tartományban az $\frac{1}{k_{sz}}$ oldalhőszigetelési mérték jellemzőnek minden 0,387 értéknövekedése statisztikusan 1% áramhatásfok növekedést eredményez.



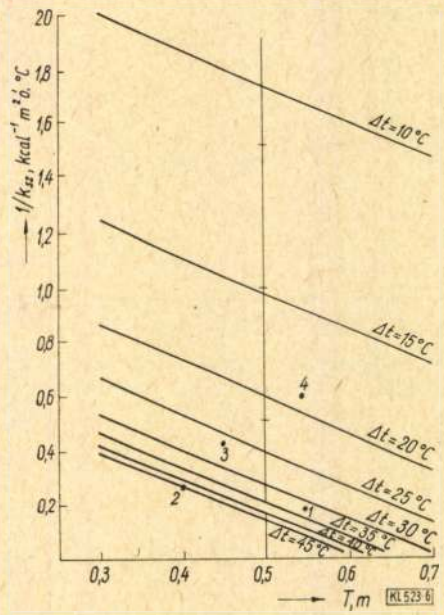
4. ábra. Az elektrolit túlhevülése és az oldalfagyás vastagsága különféle mérvű oldalszigeteléseknél és 0,5 m anód-szén-oldalkoszorú távolságnál



5. ábra. Az elektrolit túlhevülés és oldalhőszigetelés, valamint oldalhőszigetelés és áramhatásfok összefüggés felvett és tényleges üzemi adatok korreláció összefüggése alapján

Ezen összefüggésből érdekes következtetés vonható le az áramhatásfok hőmérséklet-függésére. A *4. ábrán* bemutatjuk előző dolgozatunkból [1] az elektrolit túlhevülés és az oldalfagyás vastagság összefüggését különféle mérvű oldalhőszigeteléseknél és 0,5 m anód-szénoldal-koszorú távolságnál. Ha az ábrából leolvassuk a 0,2 m olvadt elektrolit oldalöv, illetve 0,3 m oldalfagyás vastagság értéknél különféle oldalhőszigetelésekhez tartozó elektrolit túlhevülés értékeket (Te) és ezt az összefüggést diagramban ábrázoljuk *(5. ábra)*, akkor e diagramból felrajzolhatjuk az oldalhőszigetelés-áramhatásfok számított összefüggését is. Ehhez először kiinduló adatként a (8) kifejezésből számítva 0,2 $kcal^{-1} \cdot m^2 \cdot ó \cdot °C$ értékre 86,03% áramhatásfokot vesszük, majd minden 10°C túlhevítési értékcsökkenésre 1 és 2% áramhatásfok növekedést véve fel a többi oldalhőszigetelés értékekhez tartozó áramhatásfok értékeket is felrajzoljuk (*5. ábra* felső részén 1—2 vonal). Ha most ugyanott berajzoljuk az üzemi tényadatok korrelációs feldolgozásával nyert regressziós egyenest, a (7) kifejezés szerint akkor egybevethetjük a számított és az üzemi adatok statisztikai feldolgozásából nyert összefüggéseket. Kitűnik, hogy az iparban általában használatos kis és közepes mérvű oldalhőszigetelések értékhatárain belül ($1/k_{sz} = 0{,}1$—$0{,}7$) az összefüggések megközelítik egymást. Ennek alapján az üzemi adatok 10°C-onként kb. 1,5—2% áramhatásfok változást igazolnak. Ez annál is inkább figyelemre méltó, mert az irodalomból ismert hőmérséklet-áramhatásfok összefüggések igen eltérnek egymástól.

Végezetül közöljük egy kád-széria munkájának elemzéséből származó adatainkat *(5. táblázat)*, melyek a széria teljes rekonstrukcióját megelőző és követő időszakokból származnak. A rekonstrukció során néhány hónap alatt az anódszélességet a kádakon 300 mm-el növelték, ugyanakkor a katódméretek változatlanul maradtak. Ennek következtében az eredetileg kb. 55 cm anód-oldalkoszorú távolság az egész szérián átmenetileg kb. 40 cm-re csökkent. Az ezt követő időszakban a kád-felújítások nyomán az anód-oldalkoszorú távolság átlagértéke a szérián fokozatosan növekedni kezdett és ez az átlagérték a 3. vizsgált időszakban már elérte a kb. 45 cm-t.



6. ábra. Az elektrolit túlhevülése különböző hőszigetelési értékű oldalfalazások és különböző anódoldalkoszorú távolságok függvényében 0,20 m olvadt elektrolit oldalöv szélességnél

5. táblázat

Egy kádszéria adatainak elemzése az oldalhőszigetelés—oldaltáv—áramhatásfok összefüggés szempontjából

Széria átlag-adatai	Egység	1. időszak rekonstr. előtt	2. időszak közvetlenül rekonstr. után	3. időszak a 2. időszak után	4. időszak teljes felújítási ciklus után
Vizsgált időtartam	hónap	9	6	3	—
Áramerősség	%	100	107	113	113
Anódáramsűrűség	A/cm^2	0,71	0,59	0,63	0,63
Anód—oldalkoszorú táv	m	0,55	0,40	0,45	0,55
Oldalhőszigetelés ($1/k_{sz}$)	$kcal^{-1}\,m^2 \cdot ó \cdot °C$	0,18	0,31	0,43	0,60
A számított elektrolit túlhevülés (1. ábra szerint)	°C	32	45	26	19
A széria tényleges áramhatásfoka	%	84,9	81,8	84,9	86—87*

* A számított túlhevülés és az áramhatásfok hőfokfüggése (1,5—2% 10°C-onként) alapján becsülve

Az oldalhőszigetelés $1/k_{sz}$ értéke széria-átlagban az első időszakban kb. 0,18 $kcal^{-1} \cdot m^2 \cdot ó \cdot °C$, a második időszakban 0,31 $kcal^{-1} \cdot m^2 \cdot ó \cdot °C$, a harmadik időszakban pedig már kb. 0,43 $kcal^{-2} \cdot m \cdot ó \cdot °C$ volt. A teljes felújítási ciklus végrehajtása után ez az érték általánosan 0,6 $kcal^{-1} \cdot m^2 \cdot ó \cdot °C$-ra fog növekedni, természetesen a beépítés időpontjában levő ép hőszigetelési állapotot feltételezve.

A *6. ábrán* különféle anód-oldalkoszorú távolságok és elektrolit-oldalfagyás nélkül vett oldalhőszigetelési (tehát a mesterséges oldalfalazásra vonatkozó) hőátbocsátási tényezők $1/k_{sz}$ reciprokának párosítása esetén fellépő olvadék elektrolit túlhevülési értékdiagram-sor látható, melyet hivatkozott (1) számításaink 15—16 ábrái alapján 20 cm olvadt elektrolit oldalöv vastagság felvételével szerkesztettünk. A *6. ábrán* jelölt pontok közül

1. a rekonstrukció előtti időszak számított állapota,

2. közvetlenül a rekonstrukció utáni időszak számított állapota,

3. az utolsó vizsgált állapot,

4. a teljes kádfelújítási ciklus után kialakuló számított állapot.

A rekonstrukció időtartama az 1. időszak vége és a 2. időszak kezdete között eltelt hat hónap volt. A túlhevítés — számított értékeit — az egyes időszakokra jellemző üzemeltetési tényadatokkal együtt az *5. táblázatban* csoportosítottuk.

Ha figyelembe vesszük a hasonló rekonstrukciók során elkerülhetetlen kád-rendellenességek bizonyos áramhatásfok csökkentő hatását (amely elsősorban a rekonstrukció végrehajtásának közvetlen időszakában jelentkezik), akkor a táblázat adataiból is úgy ítélhetjük, hogy az áramhatásfok értékeinek tényleges alakulása a teljes elemzett időszakban megfelel az oldalhőszigetelés — oldaltáv-elektrolit túlhevülés számított összefüggéseinek. A 4. időszak szériaméretben egyelőre fiktívnek tekinthető, mert a jó állapotban levő teljes szigetelési értékű oldal-falazás kihatását tükrözi, ami a mai szerkezeti megoldásoknál a teljes kádélettartam átlagára még nem jellemző.

Az adatokból az is látható, hogy a vizsgált szériánál további oldalhőszigetelés növelés lenne célszerű, ami az elektrolit túlhevülésének további csökkenését és áramhatásfok javulást eredményezné.

Összefoglalás

1. Számításokkal kimutatható az oldalhőszigetelés helyes megválasztásának jelentősége az ipari alumíniumelektrolízis áramhatásfokának alakulása szempontjából.

2. Nagyobb ipari kádcsoportokon végzett vizsgálatok adatainak feldolgozása pozitív előjelű és szoros korrelációs kapcsolatot mutat az oldalhőszigetelés mérve és az áramhatásfok között. A kapcsolat szorosabb, mint a katódéletkor, illetve a katódfeszültségesés és az áramhatásfok között. Az ipari adatok feldolgozásának eredménye igazolja a témakörben kialakított számítási alapelvek és módszerek helyességét.

3. A számítási adatoknak és ipari kádak statisztikusan feldolgozott adatainak egybevetése azt mutatja, hogy az elektrolit hőfokváltozásának az áramhatásfokra gyakorolt hatása megközelítően a 10°C-onként 1,5—2% áramhatásfok változás aránynak felel meg.

IRODALOM

[1] *Dr. Balázs:* Alumínium-elektrolízis kádak. Kohászati Lapok 1964. 265—271. és 313—315. old.
[2] *Krivorucsenko—Korobov:* Elektrolizáló kádak hő- és energia mérlegei. Metallurgizdat 1963.
[3] *Parniczky—Kreko—Pintér—Theiss:* Korreláció és trendszámítás. 1964.
[4] *Dr. Sigmond—Fehérvári:* Korreláció a timföldgyártásban. Kohászati Lapok. 1960. 97—109. old.

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

A siegeni Siemag cég a stuttgeni Alumínium Norf cégtől megbízást kapott egy *hideg kvartó állvány* tervezésére. Az állványon ötvözött alumínium szalagot hengerelnek.

A hideg állványt jelentős újításként a szűkebb tűrés biztosítására és a nagyobb teljesítmény elérésére kombinált hidraulikus-mechanikus állítással és automatikus munkahenger cserélő berendezéssel látták el. A munkahengerek 510 mm, a támhengerek 1350 mm átmérőjűek. A testhossz 1860 mm.

Az állványon 1650 mm széles szalagot 4,5 mm-ről 0,25 mm vastagságra hengerelhetnek. A maximális hengerlési sebesség 900 m/perc. A szalagtekercs súlya 10 tonna.

A berendezéshez tartozó meleg- és előhengerállványt is a Siemag szállította. (E)

Alumínium, 1967, 190. old.

*

A *szlatinai (Románia) alumíniumkohót* 1965-ben helyezték üzembe és 1966-ban elérte a tervezett 50 000 tonna termelést.

Tovább fejlesztési célkitűzés 140 000 t/év-ig.

A kohóból a folyékony alumíniumot az öntödébe szállítják, ahol tömböket (16—22 kg-os) és 9—12 mm-es alakos, ill. kör keresztmetszetű huzalt öntenek.

Az öntödében indukciós kemencében ötvöznek, a tömböket öntőláncon öntik, a prés és hengerlési tuskók félfolyamatos öntéssel, a huzal Proparzi eljárással készül. (E)

Alumínium 1967. 214. old.

*

Lengyelországban 1970-ig erősen bővítik a fémipart. A termelési számok 1965-tel összehasonlítva az alábbiak lesznek (1000 t-ban) (E):

	1965	1970
Alumínium	47,3	98,6
Ólom	41,4	59,0
Cadmium	—	0,7
Elektrolitréz	37,4	65,3
Cink	190,4	220,0

Alumínium 1967. 214. old.

*

Az *USA-ban az ólom és cink felhasználás* rekord magasságot ért el. A kohócink felhasználás 1966-ban 3%-kal volt nagyobb, mint 1965-ben, azaz 1,4 mill. t. Az ólom felhasználás 1,3 mill. t, ami szintén rekord. (E)

Metall 1967. 176. old.

Vörösiszapból előállított Krupp—Renn-salakok minősítése hevítőmikroszkóppal*

Dr. SCHULTHEISZ ZOLTÁN okl. vegyészmérnök — SÁGI MIHÁLY okl. vegyészmérnök,
Veszprémi Vegyipari Egyetem, Veszprém
SOLYMÁR KÁROLY okl. vegyészmérnök,
Fémipari Kutató Intézet, Budapest

DK 669.712 : 669.046.58 : 620.181.4

A magyar bauxitok komplex feldolgozása

A Magyar Alumíniumipari Tröszt irányításával néhány éve széleskörű kutatómunka indult meg a magyar bauxitkincs komplex hasznosítására. A kísérletek eredményei alapján félüzemi méretekben is kidolgozott eljárás [1] a következő technológiai elemeket tartalmazza:

1. A bauxit feltárása Bayer-eljárással.

2. A vörösiszap redukálása Krupp—Renn-eljárás szerint.

3. A nyert termék őrlése és mágneses szeparálása.

4. A vastalanított salak szóda-meszes zsugorítása.

5. A pörkölék kilúgozásával nyert aluminátlúg visszavezetése a Bayer-féle körfolyamatba [2—9].

Ez az eljárás tehát a soros kombinált Bayer-féle timföldgyártási módszernek a vörösiszap közbenső vastalanításával módosított változata.

A kutatási eredményekről *dr. Dobos György* 1964-ben a Freibergi Bányászati Akadémia XVI. ülésszaka alkalmából beszámolt [7].

A komplex feldolgozási technológia megvalósításán belül a Fémipari Kutató Intézetben laboratóriumi, az Almásfüzitői Timföldgyárban pedig félüzemi kísérletek folytak a vörösiszap feldolgozásával kapcsolatban.

A vörösiszapból Krupp—Renn-eljárással előállított salakok minősítésére, valamint a vastalanított salak szóda-meszes zsugorításának ellenőrzésére a Veszprémi Vegyipari Egyetem Ásványolaj- és Széntechnológia Tanszékén hevítőmikroszkópos vizsgálaton alapuló módszert dolgoztunk ki.

Jelen közleményünkben csak a megértéshez elengedhetetlenül szükséges mélységig foglalkozunk a kérdések technológiai vonatkozásaival, a fő hangsúlyt a minősítési eljárás bemutatására fordítjuk.

A vörösiszap feldolgozása Krupp—Renn-eljárással

A Krupp—Renn-eljárás gyakorlati megvalósításának alapvető feltétele, hogy a képződött salakok:

1. a rögösítési zónára jellemző munkahőmérsékleten meghatározott viszkozitással és felületi feszültséggel rendelkezzenek;

2. a viszkozitás hőmérsékletgradiense ebben a tartományban kicsi legyen;

3. lehűtéskor a salak lehetőleg üveges szerkezettel dermedjen meg;

4. az olvadt salak ne támadja meg a kemence falazatát [10—12].

*A Freibergi Bányászati Akadémia XVII. tudományos ülésszakán elhangzott előadás.

Mivel a vörösiszap Krupp—Renn-eljáráshoz hasonló feldolgozásának elméleti kérdéseivel részleteiben még nem foglalkoztak, a salakok forgókemencében várható viselkedésének ismerete, illetőleg a folyamatos termelésből származó üzemi salakok ellenőrzése az egyenletes üzemvitel szempontjából elengedhetetlenül fontos, ezért egy viszonylag gyorsan keresztülvihető ellenőrző és minősítő módszer kidolgozása különös jelentőségű.

A hevítőmikroszkópos vizsgálati módszerünk ismertetése

A hevítőmikroszkópos meghatározás lényege, hogy finoman elporított vizsgálati mintából — általában 3 mm átmérőjű és 3 mm magas — formatestet sajtolnak. Ezt kerámia-alátétre helyezve elektromos kemencében egyenletes ütemben hevítik fel. A kemencetérben az üzemi viszonyoknak megfelelő összetételű atmoszférát lehet biztosítani. A kemencéhez kisnagyítású mikroszkóp tartozik, ami módot nyújt a fényforrás által megvilágított minta árnyképének vizuális megfigyelésére, illetőleg fényképészeti regisztrálására [13—15].

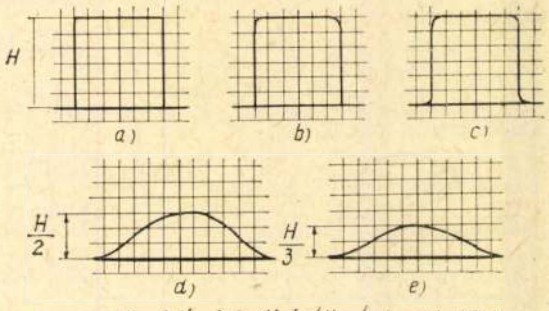
A vizsgálatot a mintában a hőmérséklet-növekedés hatására bekövetkező alakváltozás egyes fázisaihoz tartozó hőmérsékletek alapján értékeljük. Ezek értelmezése a következő *(1. ábra)*.

a) *Alakváltozás kezdete (Ak)*

Az a hőmérséklet, melyen az alakváltozás, pl. a zsugorodás vagy a duzzadás első jelei megfigyelhetők.

b) *Lágyuláspont (Lp)*

Az a hőmérséklet, melynél a formatest felső éle leggömbölyödik *(1b ábra)*.



a) Eredeti minta. Alakváltozás kezdete (Ak)
b) Lágyuláspont (Lp)
c) Nedvesítési pont (Np)
d) Olvadáspont (Op)
e) Folyáspont (Fp)

KL525-1

1. ábra. Az árnyképfelvételeken megfigyelhető jellemző alakváltozások

c) *Nedvesítéspont (Np)*

Az a hőmérséklet, melyen a megolvadó minta az alátétlemezt nedvesíteni kezdi *(1c ábra)*.

d) *Olvadáspont (Op)*

Az a hőmérséklet, melyen a formatest eredeti magasságának felére csökkenve félgömb alakú maszszává olvad *(1d ábra)*.

e) *Folyáspont (Fp)*

Az a hőmérséklet, melyen a minta eredeti magasságának egyharmadára csökken *(1e ábra)*.

A lágyuláspont és az olvadáspont közötti hőmérsékleti intervallumot lágyulási-, az olvadáspont és a folyáspont közti tartományt olvadási szakasznak tekintik. A vörösiszap Krupp—Renn-eljárás szerinti feldolgozása szempontjából ezt a két szakaszt együttesen, mint rögösítési tartományt veszik figyelembe.

Az olvadási görbe

A vizsgálati minta magasságának változását a hőmérséklet függvényében ábrázolva az ún. *„olvadási görbét"* kapjuk. A görbe alakjából az anyag termikus viselkedésére vonatkozóan kapunk felvilágosítást.

A vörösiszap-salakok a lágyulási szakaszban általában zsugorodnak, ez a jelenség az illó alkatrészek kiégésére vezethető vissza. Ugyanebben a szakaszban duzzadás is felléphet, ami gázképződés miatti fúvódás vagy térfogat-növekedéssel járó reakciók eredménye.

Az olvadási szakaszban a görbe lefutását a megolvadó minta viszkozitása és a vizskozitás hőfokgradiense szabja meg. A minta általában fokozatosan elfolyik, duzzadás csak nagy felületi feszültséggel rendelkező mintáknál figyelhető meg erős gázképződés hatására.

A nedvesítési határszöggörbe

A vörösiszap-salakok nagy hőmérsékleten várható viselkedésének megitélésére az olvadási görbe ismerete nem elegendő. A redukció során kiváló vasszemcsék növekedésének alapvető feltétele, hogy az olvadt salak ne, vagy csak rosszul nedvesítse a redukálódott vasat. A viszonyokat sematikusan a *2. ábra* szemlélteti.

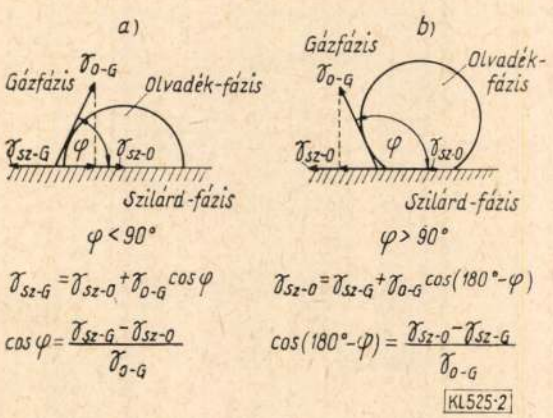
Adott hőmérsékleten a megolvadt salak a szilárdnak feltételezett vason addig folyik el, amíg a szilárd-, az olvadék és a gázfázis határfelületén ébredő felületi feszültségek egyensúlyba nem kerülnek. Ha az olvadék- és gázfázis határfelületén ébredő felületi feszültségre jellemző érintkezési szög:

$\varphi < 90°$ az olvadék nedvesíti a szilárd fázist *(2a ábra)*,

$\varphi > 90°$ az olvadék nem nedvesíti a szilárd fázist *(2b ábra)*.

Egyensúlyi állapotban a 2. ábrán feltüntetett összefüggések érvényesek.

Az árnyképfelvételek alapján az érintkezési szög jól mérhető, ezért a hevítőmikroszkópos vizsgálatok módot nyújtanak a salak felületi feszültségének, illetőleg a nedvesítési viszonyainak tanulmányozására. A határszög cosinusának változását a hőmérséklet függvényében ábrázolva szerkesztik az ún. *határszöggörbét*.



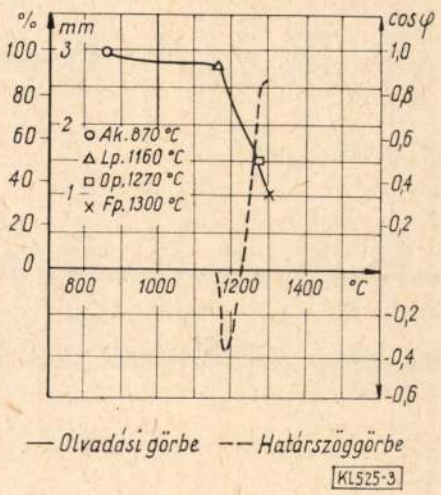
2. ábra. A felületi feszültség és a nedvesítési szög összefüggése

A vizsgálat végrehajtása és értékelése

Vizsgálatainkat Leitz gyártmányú, IIA—P-típusú hevítőmikroszkóppal argon-atmoszférában árnykép-módszerrel végeztük. Az argon-atmoszférában végzett meghatározások a redukáló atmoszférában végrehajtott mérésekhez közelálló eredményeket adtak, ezért megelégedtünk a semleges atmoszféra biztosításával. A felfűtés sebessége 800 °C-ig 8—10°C/perc, ezen felül 4—5°C/perc volt. A meghatározásokhoz korund alátétet használtunk. Megelőzően összehasonlításul tanulmányoztuk a salak nedvesítési viszonyait vas-alátéten. Eltérés alig mutatkozott, ezért a korund-alátétlemez használatát megengedhetőnek itéltük.

A minták jellemző alakváltozási pontjain kívül minden 0,25 mm-t kitevő magasságváltozást is fényképezve egy-egy mintáról 15—25 felvételt készítettünk. Az árnyképfelvételek alapján szerkesztettük az olvadási- és a határszöggörbét. A mintákat e görbék alapján értékeltük.

A módszert mintegy 80—100 vizsgálat alapján dolgoztuk ki. Megjegyezzük, hogy a vörösiszapsalakok hevítőmikroszkópos vizsgálatával kapcsolatban előttünk már *Horváth Gy.* és munkatársai is végeztek tájékozódó jellegű meghatározásokat,



3. ábra. Maxhütte-i Krupp—Renn-salak olvadási- és határszöggörbéje

1. táblázat

Nagyüzemi Krupp—Renn-salakok kémiai összetétele

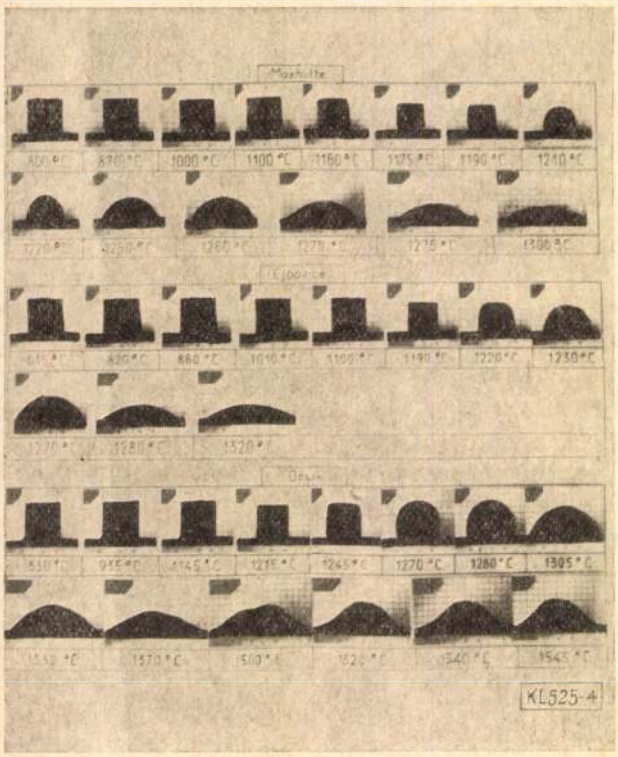
A minta megnevezése	Alkotórész, %										
	FeO	Fe	Al_2O_3	SiO_2	Na_2O	CaO	MgO	MnO_2	TiO_2	SO_3	Koksz-maradék + egyéb
Ejpovice	7,4	0,2	16,8	43,5	0,4	10,0	4,4	0,1	0,9	0,6	15,7
Maxhütte	5,7	0,4	17,6	53,0	0,3	8,9	4,2	—	1,2	0,2	8,5
Orszk	8,9	1,5	19,3	50,7	—	8,8	0,1	0,1	0,9	0,1	9,6

ezek azonban nem terjedtek ki az olvadási- és a határszöggörbe felvételére és értékelésére [16].

A vörösiszapot — mint ismertettük — Krupp—Renn-eljárás szerint redukálják, ezért a salakok minősítésének is az az alapja, hogy a vizsgálati mintát mindenkor valamely optimális körülmények között dolgozó Krupp—Renn-üzem salakjának hevítőmikroszkópos adataival hasonlítjuk össze. Ilyen referencia-anyagként Maxhütte, Ejpovice és Orszk Krupp—Renn-üzemének salakja szolgált.

A *3. ábrán* a Maxhütte-i Krupp—Renn-üzem salakjára vonatkozó olvadási- és határszöggörbét mutatunk be. A minta 870°C-on kezd zsugorodni, 1160°C-on lágyul, majd fokozatosan tovább olvadva 1300°C-on folyik el. Az olvadási görbe alapján a vörösiszap-salakkal szemben is azt a követelményt támasztjuk, hogy az alakváltozás kezdete és a lágyuláspont hőmérséklet-különbsége nagy legyen, a lágyuláspont és a folyáspont közötti különbség pedig meghaladja a 100 °C-ot.

A határszöggörbe negatív tartománnyal kezdődik, majd a salak nedvesítőképessége fokozatosan egyenletesen növekszik. A legkedvezőbb munkahőmérséklet a lágyuláspont és a két görbe metszéspontjához tartozó hőmérséklet közé esik.



4. ábra. Nagyüzemi Krupp—Renn-salakok hevítőmikroszkópos vizsgálatáról készített árnyképfelvételek

2. táblázat

Nagyüzemi Krupp—Renn-salakok hevítőmikroszkóppal meghatározott jellemző hőmérsékleti értékei

A minta megnevezése	Jellemző hőmérsékleti értékek, °C						
	Ak.	Lp.	Op.	Fp.	Op.—Lp.	Fp.—Op.	Fp.—Lp.
Maxhütte	870	1160	1270	1300	110	30	140
Ejpovice	860	1190	1275	1320	85	45	130
Orszk	935	1215	1370	1560	155	190	345

A vörösiszap-salakokkal szemben támasztott követelményünk itt az, hogy azok lehetőség szerint rendelkezzenek nem nedvesítő hőfoktartománnyal a határszöggörbe emelkedése fokozatos legyen, és a két görbe metszéspontjához tartozó felső munkahőmérséklet ne legyen 1350°C-nál nagyobb.

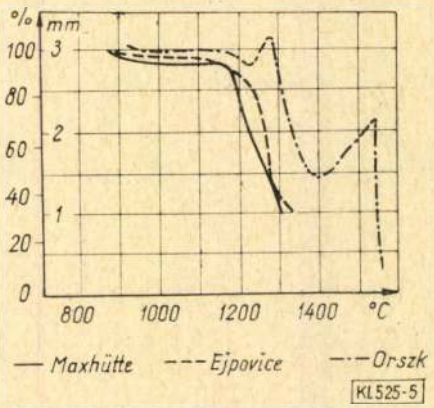
Az elmondottakból következik, hogy az ismertetett módszer nem szolgáltat konkrét számszerű értékeket a viszkozitás és a felületi feszültség változására vonatkozóan, azonban viszonylag gyorsan végrehajtható, az eredmények jól reprodukálhatók, segítségével az egyenletes üzemvitel és az ellenőrzés biztosítható.

Nagyüzemi Krupp—Renn-salakok vizsgálata

Elöljáróban Maxhütte, Ejpovice és Orszk Krupp—Renn üzeméből származó salakok hevítőmikroszkópos vizsgálatát ismertetjük, amelyeket referenciaanyagként használtunk. A salakok kémiai összetételét az *1. táblázat* tünteti fel.

A *4. ábrán* ugyanezen minták árnyképfelvételeit mutatjuk be.

A nagyüzemi salakok olvadási viszonyaira jellemző hőmérsékletértékeket a *2. táblázatban* foglaltuk össze.



5. ábra. Nagyüzemi Krupp—Renn-salakok olvadási görbéi

Kísérleti üzemben előállított vörösiszap-salakok kémiai összetétele *3. táblázat*

A minta megnevezése	Alkotórész, %										
	FeO	Fe	Al_2O_3	SiO_2	Na_2O	CaO	MgO	MnO_2	TiO_2	SO_3	Kokszmaradék + egyéb
1.	2,2	—	31,4	20,6	9,6	11,2	3,0	0,7	5,9	2,7	12,7
2.	5,0	2,8	33,6	20,1	10,2	11,3	0,8	0,8	8,5	1,4	5,5
3.	8,1	0,9	29,6	24,4	16,7	4,5	3,0	0,7	7,9	1,3	2,9
4.	11,4	1,3	29,3	24,1	11,8	6,2	1,8	0,6	10,7	1,8	1,0

Az árnyképfelvételek alapján szerkesztett olvadási görbéket és a nedvesítési határszöggörbéket az *5.* és *6. ábra* szemlélteti.

A gyakorlatban bevált salakösszetétellel működő külföldi üzemek salakjai között, lágyulási tulajdonságaik alapján két jellemző típus különböztethető meg. A Maxhütte-i és Ejpovice-i üzemek salakjainál a folyáspont és lágyuláspont különbsége 130—140°C, a salakok tehát hosszúak, és ezekhez a salakokhoz mintegy 1300°C munkahőmérséklet tartozik. Az Orszk-i salak ezekhez képest is rendkívül „hosszú", a folyáspont és a lágyuláspont különbsége 345°C, jellemzi az olvadási szakaszban fellépő duzzadás és az, hogy a Krupp—Renn-eljárásnak kedvező képlékenységet csak 1350°C körüli hőmérsékleten éri el.

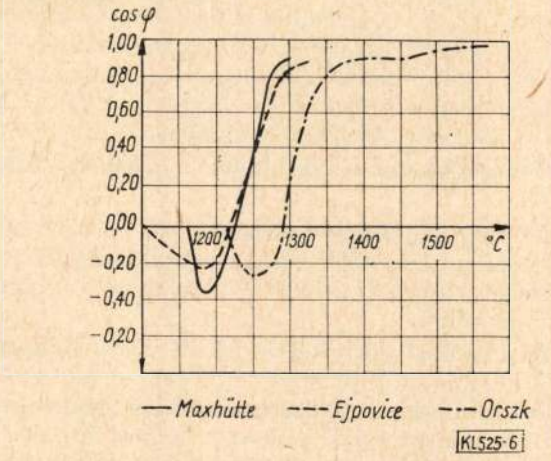
A nedvesítési határszög változására jellemző, hogy a meglágyult salakok a korundalátét-lemezt széles hőmérséklet-közben nem nedvesítik, azaz határszögük 90°-nál nagyobb. Ez a tény kedvez a vasrögök növekedésének. Az Orszk-i salak eltérő jellege a nedvesítési görbék összehasonlításából is jól kitűnik.

Vörösiszapból 20 méteres forgókemencében Krupp-Renn-eljárással előállított salakok vizsgálata

A félüzemi forgókemencében vörösiszap feldolgozásakor képződött salakokat is hasonló módon vizsgáltuk. Néhány minta összetételét a *3. táblázat* mutatja.

A *7. ábra* a vörösiszap-salakok árnyképfelvételeit tünteti fel.

Az árnyképfelvételek alapján meghatározható jellemző hőmérsékleti értékeket a *4. táblázat* tartalmazza.



6. ábra. Nagyüzemi Krupp—Renn-salakok határszöggörbéi

4. táblázat

Kísérleti üzemben előállított vörösiszap-salakok hevítőmikroszkóppal meghatározott jellemző hőmérsékleti értékei

A minta száma	Jellemző hőmérsékleti értékek, °C						
	Ak.	Lp.	Op.	Fp.	Op.—Lp.	Fp.—Op.	Fp.—Lp.
1.	830	1260	1450	1460	190	10	200
2.	1110	1260	1325	1400	60	75	140
3.	800	1260	1285	1300	25	15	40
4.	1200	1240	1285	1325	45	40	85

A minták lágyulása azonosnak tekinthető hőmérsékleten kezdődik. Az olvadás- és a folyáspont hőmérséklete az első két mintán felfelé, a többinél lefelé tolódik el.

Az olvadási görbéket a *8. ábra* tünteti fel.

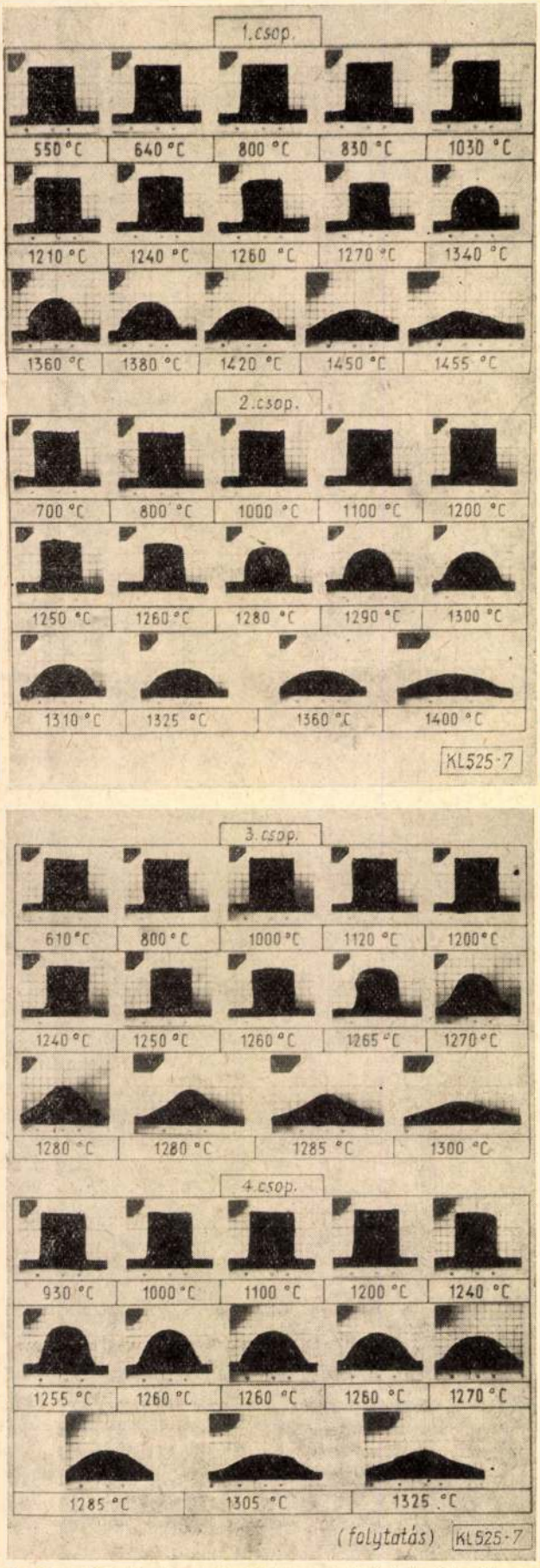
A kis FeO-tartalmú salakok (1. és 2. sz. minta) kifejezetten hosszúak, lágyulás- és folyáspontjuk között 200, ill. 140°C különbség van. A görbék alakja nagyban hasonlít a nagyüzemi Krupp—Renn-salakéhoz. A nagyobb FeO-tartalmú minták rövid jellegűek.

A salakok két jellemző típusa a határszöggörbék *(9. ábra)* alapján is jól megkülönböztethető. Míg a kis FeO-tartalmú salakok nedvesítési határszöge a hőmérséklet növekedésével csak fokozatosan és viszonylag lassan csökken, azaz a munkahőmérsékleten a határszög értéke még elég nagy, addig a másik két salakminta határszögének rendkívül gyors csökkenése már minimális hőmérséklet-emelés hatására is bekövetkezik. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a nagyüzemi Krupp—Renn-salakokra jellemző, 90°-nál nagyobb nedvesítési határszög a vörösiszapból előállított salakoknál csak ritkán jelentkezik, általában csak a dús Al_2O_3 és igen kis FeO-tartalmú mintákon látható.

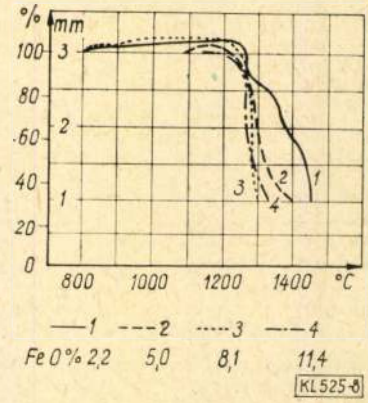
Ennek megfelelően általában a vasrögök mérete is — a kísérleti üzem tapasztalatai szerint — valamivel kisebb, mint az összehasonlításul szolgáló salakkal dolgozó üzemekben.

A bemutatott minták jól szemléltetik az FeO-tartalom hatását, mely a salak nedvesítőképességének jelentős növekedésében, a jellemző hőmérsékleti értékek és salakviszkozitás csökkenésében nyilvánul meg. Ebből következik, hogy vörösiszap Krupp—Renn-eljárás szerinti feldolgozásakor még fokozottabban kell törekedni a minél tökéletesebb redukcióra.

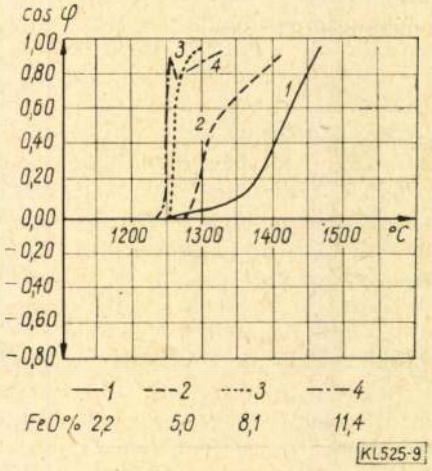
A hevítőmikroszkópos felvételek alapján— a kísérleti kemencében megfigyelt jelenségekkel össz-



7. ábra. Kísérleti üzemi vörösiszap-salakok hevítőmikroszkópos vizsgálatáról készített árnyképfelvételek



8. ábra. Kísérleti üzemi vörösiszap-salakok olvadási görbéi



9. ábra. Kísérleti üzemi vörösiszap-salakok határszöggörbéi

hangban — megállapítható, hogy vörösiszapból is előállítható a savanyú vasércekből képződő salakokhoz hasonlóan viselkedő Krupp—Renn-salak.

Al_2O_3, CaO- és TiO_2-tartalom hatása a vörösiszapból előállított salakok tulajdonságaira

A továbbiakban néhány legfontosabb alkotórész hatását is megvizsgáltuk. Úgy jártunk el, hogy viszonylag dúsabb Al_2O_3-tartalmú vörösiszap-salakhoz — mely az Almásfüzitői Timföldgyár területén levő Kísérleti Üzemből származott — különkülön 6% további Al_2O_3-at, 9% kalcium-oxidot, illetve 6% titándioxidot adagoltunk, majd az anyagokat *Tammann*-kemencében megolvasztottuk. A lehűlt és aprított mintákat vizsgáltuk.

A minták kémiai összetételét az *5. táblázat* tünteti fel.

Az árnyképfelvételek alapján *(10. ábra)* ezúttal is megszerkesztettük a minták olvadási görbéit, valamint a nedvesítési határszög változását szemléltető görbéket.

Az olvadási görbéket a *11. ábra* szemlélteti.

A hevítés során fellépő szabálytalan salakváltozások (puffadozás, buborékképződés) gázképződésre és a minták rendkívül nagy felületi feszültségére utalnak. Bár az olvadáspont és a folyáspont közötti tartomány csupán a kalcium-oxiddal ada-

5. táblázat

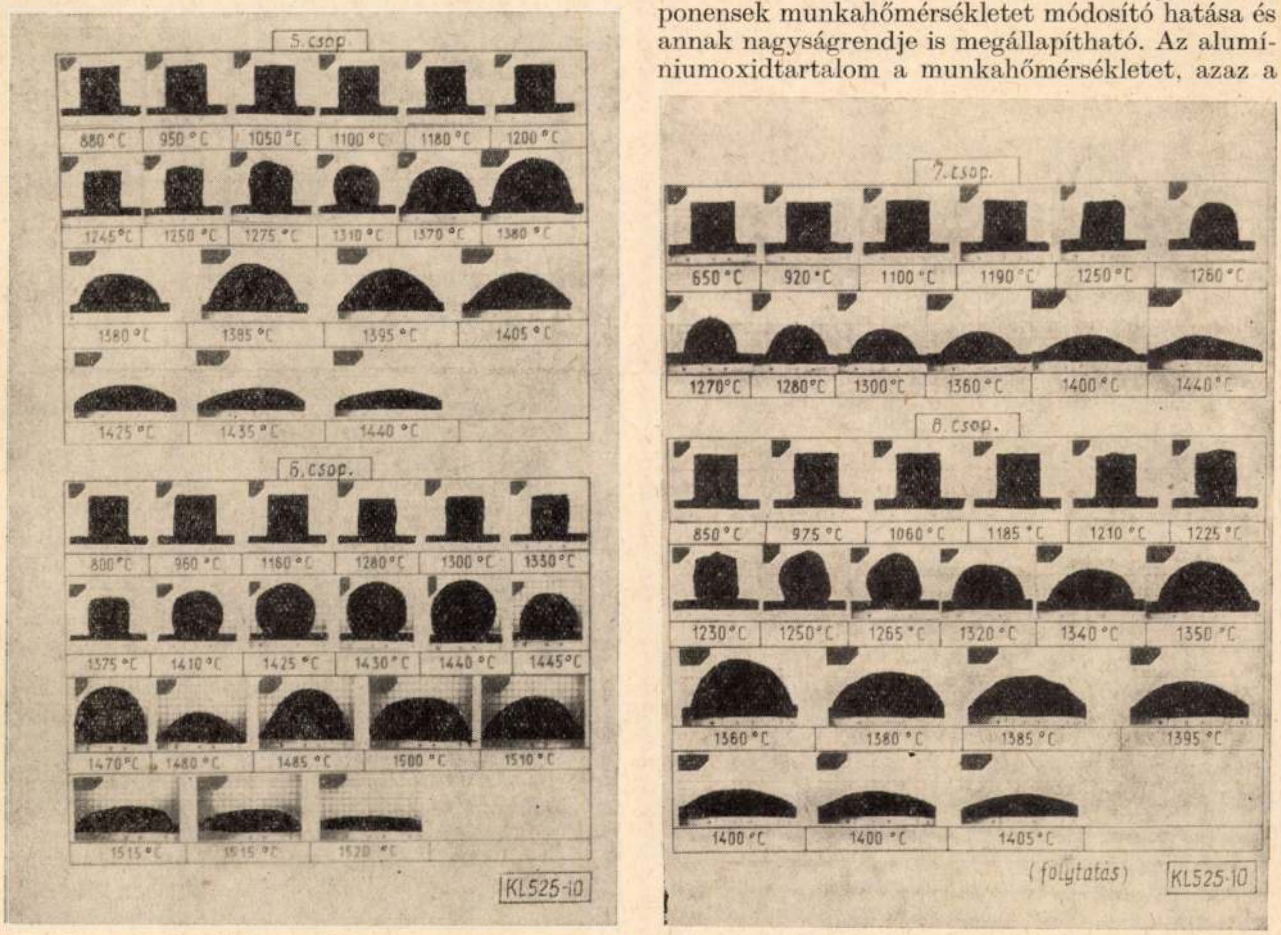
Al_2O_3-, CaO- és TiO_2-adagolással módosított vörösiszap-salakok összetétele

A minta		Alkotórész, %										
száma	megnevezése	FeO	Fe	Al_2O_3	SiO_2	Na_2O	CaO	MgO	MnO_2	TiO_2	SO_3	Egyéb
5.	Kísérleti üzemi salak	8,8	2,5	30,9	23,7	12,6	8,1	2,0	0,7	8,3	2,0	0,4
6.	5. salak + 6% Al_2O_3	8,2	2,3	35,2	22,3	11,8	7,6	1,8	0,7	7,8	1,8	0,5
7.	5. salak + 9% CaO	7,9	2,2	28,1	21,6	11,5	16,5	1,7	0,6	7,6	1,7	0,6
8.	5. salak + 6% TiO_2	8,2	2,3	28,9	22,3	11,8	7,6	1,8	0,7	14,1	1,8	0,5

Az adatok 0,0% izzítási veszteségre vannak átszámítva

golt mintáknál kedvezően nagy, mégis valamennyi mintát „hosszú" salaknak kell minősítenünk egyrészt a nagy felületi feszültség és viszkozitás miatt, mely a görbék alakjából leolvasható, másrészt az olvadáspont és a lágyuláspont közötti igen tekintélyes hőmérsékletkülönbség miatt is. Itt említjük meg, hogy a vörösiszap-salakok a megszokott Krupp—Renn-salakokétól eltérő sajátságai szoros kapcsolatban vannak annak kristályosabb jellegével is. Ezek ugyanis mindig lényegesen több kristályos fázist tartalmaznak, mint a savanyú Krupp—Renn-salakok.

A *11. ábráról* és a *6. táblázatból* az egyes komponensek munkahőmérsékletet módosító hatása és annak nagyságrendje is megállapítható. Az alumíniumoxidtartalom a munkahőmérsékletet, azaz a

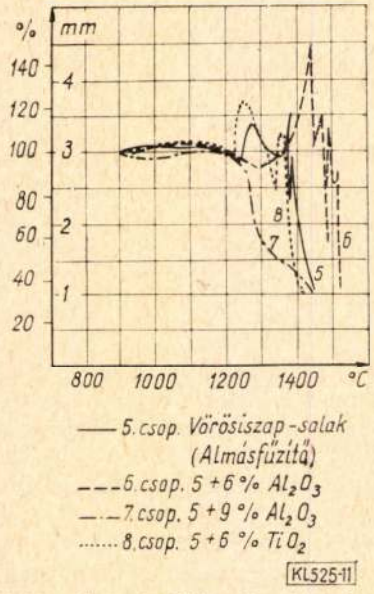


10. ábra. Al_2O_3-, CaO- és TiO_2-adagolással módosított vörösiszap-salakok hevítőmikroszkópos vizsgálatáról készített árnyképfelvételek

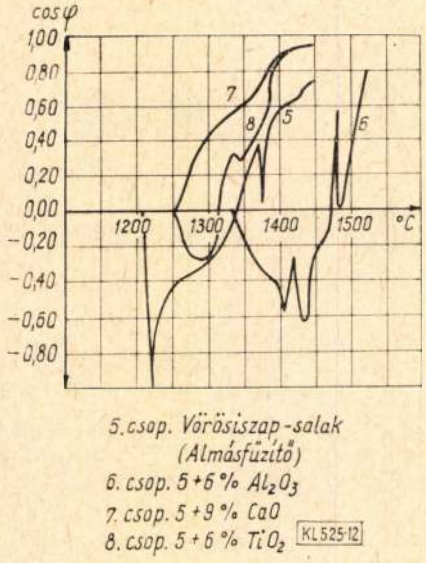
6. táblázat

Al_2O_3-, CaO- és TiO_2-adagolással módosított vörösiszap-salakok hevítőmikroszkóppal meghatározott jellemző hőmérsékleti értékei

A minta		Jellemző hőmérsékleti értékek, °C						
száma	megnevezése	Ak.	Lp.	Op.	Fp.	Op.—Lp.	Fp.—Op.	Fp.—Lp.
5.	Kísérleti üzemi salak	950	1245	1425	1440	180	15	195
6.	5. salak + 6% Al_2O_3	960	1300	1510	1520	210	10	220
7.	5. salak + 9% CaO	920	1250	1360	1440	110	80	190
8.	5. salak + 6% TiO_2	975	1225	1395	1405	170	10	180



11. ábra. Al_2O_3-, CaO- és TiO_2-adagolással módosított vörösiszap-salakok olvadási görbéi



12. ábra. Al_2O_3-, CaO- és TiO_2-adagolással módosított vörösiszap-salakok határszöggörbéi

salakviszkozitást vörösiszap-salakoknál is növeli, a kalcium-oxid pedig csökkenti. A titándioxid hatása a kalciumoxidéval azonos jellegű.

A nedvesítési határszög változását feltüntető *12. ábráról* is analóg következtetések vonhatók le.

Szembetűnő az alumínium-oxid- és kalcium-oxid-tartalom ellentétes hatása. A kalcium-oxid csökkentette a salak felületi feszültségét, ill. növelte nedvesítőképességét. A titándioxid hatása itt is a kalcium-oxidéval vethető össze, bár attól eltérő jellegű. Megjegyezzük még, hogy a kalcium-oxid a viszkozitás és a nedvesítés hőmérsékletgrandiensét jelentősen csökkenteni látszik.

Az egyes komponensek hatásának vizsgálatát összegezve megállapítható, hogy a vörösiszap-salakok eltérő összetétele ellenére az egyes alkotórészek mennyiségének változtatása által előidézett hatás a *Johannsen* és *Brunion* [11] által megállapított változások jellegével azonos.

Hevítőmikroszkópos vizsgálatok, a vörösiszapsalak zsugorításának tanulmányozása

A komplex bauxit-feldolgozás következő lépcsője a mágneses szeparálással vastalanított salak szódameszes zsugorítása. Az elegybeállításhoz az $Na_2O:(Al_2O_3+Fe_2O_3)=1$, $CaO:SiO_2=2$ és $CaO:TiO_2=1$ mólarányokat kell betartani. A zsugorítás folyamatának laboratóriumi megfigyelésére a hevítőmikroszkópos vizsgálat célszerűnek látszott, elsősorban a zsugorítás kedvező hőmérsékletének megválasztása céljából.

Gyakorlati szempontból fontos a vas(II)-oxid-tartalom hatása a zsugorítás hőmérséklet-függésére. A salak FeO-tartalma ugyanis jelentősen csökkenti mind a lágyulás-, mind az olvadáspontot, ezért a dús vas(II)-oxid-tartalmú salakok zsugorításakor a kemencében tapadékok képződhetnek, a salak könnyen elfolyik, tömörré, nehezen kilúgozhatóvá válik. Ezért vizsgálatokat végeztünk hevítőmikroszkóppal a salak-szóda-mész-elegy zsugorításakor végbemenő térfogatváltozások megállapítására kis- és nagy FeO-tartalmú salakok feldolgozásakor.

A *13. ábrán* 100 g salak, 45 g CaO és 20 g Na_2CO_3 elegyéből készített minta jellemző alakváltozásait mutatjuk be az árnyképfelvételek alapján. A salak összetétele az alábbi volt:

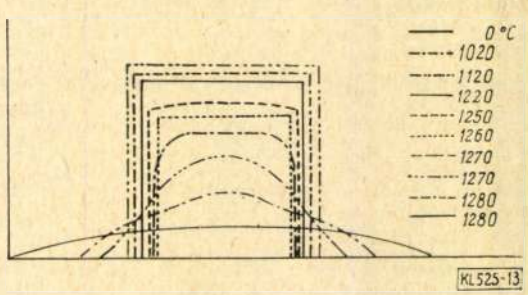
$Na_2O=10{,}9\%$, $CaO=8{,}4\%$, $Al_2O_3=27{,}3\%$, $SiO_2=22{,}6\%$, $Fe_2O_3(FeO+Fe)=8{,}9\%$, $TiO_2=7{,}7\%$.

Az ábráról megállapítható, hogy az anyag először kissé duzzad, majd 1220°C-on eléri eredeti magasságát. 1220 és 1250°C között jelentős térfogatcsökkenés mutatkozik, majd ezt követően az anyag elég gyorsan elfolyik. A felvétel azt bizonyítja, hogy a zsugorítás hőmérséklete nem lehet 1250°C-nál nagyobb.

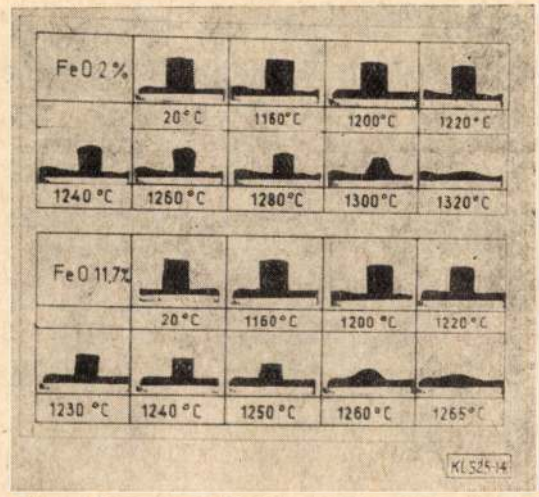
A *14. ábrán* a megadott összetételhez hasonló, de 2%, illetve 11,7% FeO-tartalmú salak szódával és mészkővel kevert mintájának zsugorítása látható fűthető mikroszkóppal készített felvételek alapján.

A minták árnyképéből megállapítható, hogy míg a 2% FeO-tartalmú salak zsugorításakor a lágyuláspont 1220°C, az olvadás kezdete 1280°C, addig 11,7% FeO-tartalmú anyagnál ezen értékek 1200°C, illetve 1250°C-ra csökkennek. Utóbbi esetben a zsugorítás kellő biztonsággal csak 1200°C-nál kisebb hőmérsékleten valósítható meg.

A bemutatott példák is bizonyítják a hevítőmikroszkópos vizsgálati módszer felhasználhatóságát pirogén feltárási műveletek tanulmányozására.



13. ábra. A vastalanított salak szóda-meszes zsugorításakor végbemenő alakváltozások



14. ábra. Különböző FeO-tartalmú vörösiszap-salakok szóda-meszes zsugorításának hevítőmikroszkópos árnyképfelvételei

Összefoglalás

A kidolgozott komplex bauxit-feldolgozási technológia egyes folyamatainak meghatározására jól használható a hevítőmikroszkópos módszer.

1. A Krupp—Renn-salakok technológiai minősítésére az árnyképfelvételek alapján szerkesztett olvadási és nedvesítési határszöggörbék jól felhasználhatók.

2. A hevítőmikroszkópos felvételek alapján — a félüzemi kísérletekkel összhangban — megállapítható, hogy vörösiszapból is előállítható a nagyüzemi Krupp—Renn-salakokhoz hasonló viselkedésű, kedvező tulajdonságú salak.

3. A vörösiszap-salakokban a fontosabb alkatrészek mennyiségének változtatása azonos tendenciájú változásokat okoz a salak viszkozitásában és nedvesítésében, mint a savanyú Krupp—Renn-salakoknál.

4. A rösiszap-salakok szóda-meszes zsugorításának kedvező hőmérséklet megállapítására is alkalmas a hevítőmikroszkópos vizsgálat. A FeO-tartalom növekedése ezt a hőmérsékletet csökkenti.

IRODALOM

[1] Magyar szabadalom 146434.
[2] *Dobos—Solymár:* Extraction de la teneuer de fer et d'aluminium des boues rouges hongroises. — Symposium sur les bauxites, oxydes et hydroxydes d'aluminium. 3, 132 Zagreb (1965).
[3] *Dobos:* Kohászati Lapok 97, 76. (1964).
[4] *Dobos—Zámbó—Visnyovszky:* Cvet. Met. 37, 36. (1964).
[5] *Dobos:* Előadás a MTA Műszaki Tudományok Osztálya rendezésében, Budapest, 1964. okt. 14. Acta Techn. Hung. Tom. 55. 303—326. (1966)
[6] *Dobos—Horváth:* Chim. Ind. 92, No. spec. 187. (1964).
[7] *Dobos—Kaptay—Osvald:* Freiberger Forschungshefte B. 103, 19. (1965).
[8] *Dobos—Kaptay—Osvald:* Kohászati Lapok 98, 14. (1965).
[9] *Dobos—Skuteczky:* Chim. Ind. 92, No. spec. 189. (1964).
[10] *Szaveljev:* Proizvodsztvo kricü. Moszkva (1963).
[11] *Johannsen—Brunion:* Erzmetall, 12., 211. (1959).
[12] *Schleier:* Neue Hütte 3, 282. (1958).
[13] *Radmacher:* Brennstoff-Chemie, 30, 377—412 (1949).
[14] *Freund:* Handbuch der Mikroskopie in der Technik, Bd. II. Teil 1. 687—738.
[15] *Metz:* Wärme. 56, 567—569. (1933).
[16] *Horváth—Kiss—Tamás:* Kohászati Lapok 98. 350. (1965).

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

A *Svenska Aluminiumkompaniet* nem régen emelte a termelését 30 000 t-ról 50 000 t-ra és most újabb kapacitásnövelésbe kezdett. Az újabb kapacitás 60 000 t/év lesz, a beruházás 30 mill. svéd kr. (E)

Alumínium 1967. 221. old.

*

Az *Alcoa művek* a Badin-i kohójában újabb kádsort állít be 50 000 t kapacitással és ezzel megduplázza a kapacitást, tehát 100 000 t lesz. Az Alcoa Művek összkohóalumínium kapacitása ezzel 1,1 mill. t/évre nő. (E)

Alumínium 1967. 221. old.

*

A *Reynolds Metals* a Richmond-i hengerművét bővíteni kívánja. A több mill. dolláros beruházással 10%-os kapacitásnövelést akarnak elérni, és ezzel a kapacitás 78 500 t/év lesz.

A második lépcsőben 1968-ban a Lousville-i műben további fóliahengerművet rendeznek be, főleg háztartási fólia gyártására. A keményfólia edények gyártási kapacitása 50%-kal bővül. (E)

Alumínium 1967. 221. old.

*

Venezuelában az Alumino del Caroni cég új alumíniumkohója az év májusában 10 000 t kapacitással beindul. A kapacitást egy év múlva megduplázzák. (E)

Alumínium 1967. 221. old.

*

Az Aluminium Norf. vállalat az *NSZK-ban Lünenben* egy 6000 m²-es csarnokban előhúzott huzal és kötél gyártását kezdte meg. A műben egy T7 Properzi berendezés, egy húzómű, valamint egy cső- és kosárbefonógép van. A Properzi a ma legkorszerűbb kivitelű berendezés, amelyben 7,6, 9,5, 12 és 15 mm ∅-ű huzal önthető. A huzal 200 kg-os tekercsekben készülhet hegesztés nélkül. Ebben a műben 50 fő dolgozik. A mű a VAW alumíniumkohója mellé települt. A huzalhúzó mű ui. a VAW és az Alcoa közös leányvállalata. (E)

Alumínium 1967. 220. old.

*

Az *indiai kormány* a Hondustán Alumínium cégnek engedélyezte az alumíniumkohó-kapacitásának 72 000 tonnáról 120 000 t-ra való növelését.

A Madral Alumínium pedig a Mettar-i 10 000 t-ás kohóját 15 000 t-ásra bővíti. (E)

Metall 1967. 177. old.

*

Egyiptomban a lengyel VAR vállalat egy 40 000 t-ás alumíniumkohót épít. A kohót Szuez mellé telepítik és a lengyelek 19 mill. USA dollárt hiteleznek, amit Egyiptom alumíniummal fizet vissza. A termelés fele exportra kerül. (E)

Alumínium 1967. 223. old.

*

Ez év februárjában létrejött az első szerződés Ghana és Csehszlovákia között, amely szerint Ghana mezőgazdasági termékeket, alumíniumot és ipari gyémántot, a CsSz pedig gépeket, szállítóberendezéseket és különböző készárut szállít cserébe. (E)

Alumínium 1967. 223. old.

Módszer timföldgyárak gépi beruházási változatainak összehasonlítására és a hydrátraktár nagyságának megállapítására

POHNER JÁNOS közgazdász
Alumíniumipari Tervező Intézet

DK 669.712.006.5 : 65.011.54

Bevezetés

A timföldgyártás költségeinek jelentős része állóeszközökkel kapcsolatos költség. Tehát a költségek csökkentésében is nagy szerepet játszik az állóeszközökkel való takarékoskodás.

Az üzemek általában fölöslegesen nagy gépi kapacitással rendelkeznek, ami azt a törekvést tükrözi, hogy a gyártás minden keresztmetszetén állandóan legyen üzemképes tartalékberendezés a váratlan kapcitás kiesések pótlására.

Az üzemelés fenti módszere egyenletes termelést enged meg, kényelmes és biztonságos.

A tanulmány célja megvizsgálni, hogy tartalékberendezések nélkül nem gazdaságosabb-e a timföldgyártás, amikor csak annyi berendezést építünk be, amennyi a tervszerű karbantartás és a váratlan meghibásodások miatt kieső időn túl az előírt termelést biztosítani tudja.

Ez a módszer jól szervezett karbantartást igényel, továbbá, mert a váratlan meghibásodások időkiesésének csak a valószínűsége ismert, egyenlőtlen termelés mellett valósítható meg.

Ugyanis a váratlan leállások véletlenszerűen hol hosszabb, hol rövidebb ideig tartanak, különböző keresztmetszeteknél jelentkezhetnek és minden esetben olyan technológiával kell üzemelni, amelyik a rendelkezésre álló berendezések legjobb kihasználását biztosítja.

Ilyen viszonyok között a tervezett technológiától eltérve egyes költségek növekednek, azonban az állóeszközökkel kapcsolatos költségeknél megtakarítás várható.

A kétféle üzem összehasonlítására kidolgozott módszer alkalmas lesz több tartaléknélküli változat összehasonlítására is.

A tanulmány első részében a feltárásra és bepárlásra vonatkozóan 5 változatot hasonlítunk össze, amelyből 4 változat tartalék nélküli és 1 változat tartalékberendezéssel készül.

A vizsgálat második része azzal foglalkozik, hány darab és milyen kapacitású kalcináló kemence képes az optimális feltáró-bepárló változatot leggazdaságosabban kiszolgálni, ha a kikeverés és kalcinálás között hydráttárolási lehetőségeket is figyelembe veszünk.

Számítási módszer

Berendezések száma

Módszerünk kialakításánál abból a feltételezésből indultunk ki, hogy a berendezések javítási idejének egy része tervezhető, tehát tervszerinti megállást jelent, a másik része teljesen véletlenszerű, vagyis sem az állás kezdeti időpontja, sem a javítás időtartama nem látható előre.

Üzemeinkben a tervszerű és a váratlan meghibásodás miatti javítások időtartam adatait gyűjtöttük össze és az utóbbiak összegét osztottuk az időszak hosszával. Az így kapott hányadost úgy tekintettük, mint annak a valószínűségét, hogy egy véletlen időpontban a berendezés váratlan meghibásodás miatt áll. Ha ezt az értéket (1—p)-val jelöljük, akkor „p" annak a valószínűsége, hogy a berendezés üzemképes.

Bennünket azonban az érdekel, ha van „n" azonos rendeltetésű berendezésünk, mi a valószínűsége, hogy ebből k üzemképes. k minden egész értéket felvehet 0-tól n-ig.

Az üzemképes berendezések száma binomiális elosztást követ. Annak a valószínűsége tehát, hogy „n" számú berendezésből „k" legyen üzemképes:

$$\varphi P(k) = \binom{n}{k} p_1^n (1-p_1)^{n-k} \qquad (1)$$

Hogy a másik fajta „m" számú berendezésből „r" legyen üzemképes, ennek a valószínűsége:

$$\varphi P(r) = \binom{m}{r} p_2^m (1-p_2)^{m-r} \qquad (2)$$

Ha a két berendezéscsoport a termelés során együttműködik, az is lényeges szempont, mennyi annak a valószínűsége, hogy amikor az elsőből „k" üzemképes, ugyanakkor a másikból „r" üzemképes. Ezt az értéket az

$$\varphi P(k)P(r) = \\ = \binom{n}{k} p_1^n (1-p_1)^{n-k} \binom{m}{r} p_2^m (1-p_2)^{m-r} \qquad (3)$$

szorzat eredményeként kapjuk.

Ha k 0-tól n-ig az r 0-tól m-ig csupa egész szám értéket vesz fel, akkor a szorzatok valószínűség eloszlást adnak.

A rendelkezésre álló berendezések száma azonban a tervszerű javítások miatt nem azonos az egész év folyamán.

Amikor egy-egy berendezés tervszerű javítás miatt áll, a rendelkezésre álló berendezések száma $(n-1)$ és $(m-1)$. Ezekhez az értékekhez újabb valószínűség eloszlás tartozik.

Mivel a kétfajta berendezés tervszerű javítási ideje eltérő, minden évben van olyan eset is, amikor az egyikből valamennyi berendezés munkakész állapotú, de a másikat még javítják, tehát vagy n és $(m-1)$ vagy m és $(n-1)$ berendezés áll rendelkezésünkre. Ezekkel az értékekkel nyerjük a harmadik eloszlást.

A három eloszlást úgy egyesítjük, hogy az egyes eloszlásokat súlyozzuk aszerint, hogy egy-egy lehetőség az év hányad részében fordul elő. A súlyokat a tervszerű javítások idejének ismeretében számíthatjuk ki.

Minden lehetséges k és r értékhez tartozik egy-egy olyan technológia, amely az adott kapacitás legjobb kihasználását biztosítja. Anyag- és energiamérleg programok segítségével kiszámíthatjuk,

hogy éves szinten egy-egy esethez milyen termelés és önköltség tartozik.

A számításoknál figyelembe vettük azt is, hogy az egyik keresztmetszet kapacitása a másik rovására növelhető.

Pl. ha véletlenszerűen kiesik egy feltárósor és magasabb koncentrációra párolunk be, az üzemelő feltáró sorok Al_2O_3-ban mért teljesítménye növelhető. Ehhez az esethez magasabb önköltség tartozik.

A számításoknál csak azokat a költségtényezőket vettük figyelembe, amelyeket az üzemrészek közötti kölcsönhatások miatt egy-egy technológiai változás érinthet.

A lehetséges esetek valószínűsége, termelése és önköltsége alapján kiszámíthatjuk a termelés és az önköltség éves várható értékét.

A számításokat több n-re és m-re mint beruházási változatra elvégezzük és összehasonlítjuk az önköltségi adatokat egymással, valamint a tartalékberendezéssel számított változat önköltségével. A számítás módszeréből adódóan a termelés várható értéke nem lesz a tervszerinti, hanem annál valamivel nagyobb vagy kisebb. Kivételt képez a tartalék berendezéssel számított változat.

Berendezések száma és raktárkapacitás

Olyan számítási módszert is kidolgoztunk, amikor kétfajta berendezés csoport között raktározási lehetőség van. Egyik csoport berendezéseinek számát, teljesítményét ismerjük és azt kérdezzük, hogy a másikból hány darab és milyen teljesítményű berendezést ruházzunk be, valamint mekkora raktárt kell építeni, hogy a beruházásokkal kapcsolatos karbantartási, eszközlekötési költségek, valamint az amortizáció együttes összege minimális legyen.

A feladattal kapcsolatban ismernünk kell, mennyi az összes anyagmennyiség, amit raktározni kell és egységnyi anyagmennyiség hány napig tartózkodik a raktáron.

A fenti adatok birtokában tudjuk kiszámítani a raktározással lekötött forgóeszközök eszközlekötését és kamatterheit.

Továbbá ismernünk kell azt a maximális anyagmennyiséget, amely egy-egy alkalommal a raktáron felhalmozódik.

Ugyanis ehhez kell a raktárkapacitást méretezni és a raktár nagyságának ismeretében kiszámíthatjuk a raktár fenntartásával kapcsolatos költségeket.

Ha ismerjük a két gépcsoportot, tehát a raktár előtti és a raktár utáni gépcsoport mindenegyes eseményéhez tartozó éves termelést és az előfordulás valószínűségét, akkor a gépcsoportok termelésének különbsége megadja, hogy az év során véletlenszerűen milyen kapacitáskülönbségekkel kell számolnunk és a valószínűségnek szorzata (3) szerint megadja, hogy egyes esetek milyen valószínűséggel fordulnak elő együtt. Egy véletlen eseménynek itt is azt tekintjük, hogy a beépített berendezésekből, bizonyos számú berendezés nem üzemképes.

Minden eseményhez így képeztünk egy valószínűséget és egy különbséget. A pozitív előjelű különbségeket szorozva a hozzájuk tartozó valószínűséggel és a szorzatokat összegezve, megkapjuk éves szinten a raktározandó anyag mennyiségét.

A tervszerű karbantartás időszükségletéből és a véletlenszerű állásidők átlagából kiszámíthatjuk, hogy egységnyi anyagmennyiség átlagosan hány napot tartózkodik a raktáron.

A véletlenszerű állásidők átlagát szintén az adatgyűjtésből kaptuk és a következőkben λ-val jelöljük.

Az eddigi számítások eredményeiből könnyen meg tudjuk állapítani, hogy melyik eseményhez tartozik maximális raktározási igény.

Pl. ha a raktár utáni berendezésekből egyik tervszerű javítás miatt áll és ugyanakkor még egy másik berendezés is áll véletlen meghibásodás miatt.

A tervszerű javítás állásidejét ismerjük, azonban eddigi adatainkból nem tudjuk megállapítani, hogy egy-egy váratlan meghibásodás hány napos javítást igényel.

A javítási idők elvileg végtelen hosszúak is lehetnek, csak előfordulásuk valószínűsége lesz végtelen kicsi.

Tehát a kérdést úgy kell feltennünk, hány napos az a maximális állásidő, amelynél nagy valószínűséggel csak kisebb fordul elő.

A véletlen állásidők hossza exponenciális eloszlást követ, eloszlásfüggvénye:

$$F(x) = 1 - e^{-\frac{x}{\lambda}}$$

ahol λ az átlagos állásidőt jelenti.

Ha $F(x)$ helyére egy nagy valószínűségi értéket, pl. 0,95-öt λ helyére az adatgyűjtésből származó értéket helyettesítjük és az egyenletet „x"-re megoldjuk, megkapjuk, mekkora az a váratlan meghibásodás miatti állásidő, amelynél 0,95 valószínűséggel, csak kisebb fordul elő.

A raktár utáni beépített berendezések számát változtatva és különböző raktározási lehetőségekkel kombinálva, újabb változatokat kapunk, amelyeket a megfelelő költségek kiszámítása után össze tudunk hasonlítani.

Timföldgyári feltárás, bepárlás, hydrátraktározás és kalcinálás vizsgálata

Feltárás, bepárlás

A timföldgyári körfolyamat főbb gépcsoportjai közül, csak a feltáró sorokat és bepárló állomásokat vizsgáljuk, mert a többinél (ülepítők, mosók, kikeverőtartályok stb.) váratlan meghibásodás, elhanyagolhatóan kis valószínűséggel fordul elő.

A számításokat egy feltételezett, 200 000 t/év kapacitású timföldgyárra mutatjuk be.

A feltáró sorokat és bepárló állomásokat illetően a következő változatokat vizsgáltuk meg *(1. táblázat)*.

Adatgyűjtésből származó értékek:

	Tervszerű javítások ideje napokban	Váratlan meghibásodás valószínűsége $(l - p)$
Feltárósor	38	0,008
Bepárlóállomás	33	0,005

1. táblázat

A feltárósorok és bepárlóállomások adatai

Változatok sorszáma	Feltárósorok		Bepárlóállomások	
	száma	teljesítm. m^3/ó zagy	száma	teljesítm. m^3/ó víz
1.	3	150	3	13
2.	3	114	3	13
3.	2	171	3	13
4.	2	171	2	13
5.	3	114	2	13

Az *1. táblázat* 1-es változata egy-egy tartalékberendezés feltételezésével készül, amelyhez a számítóprogram alapján 200 000 t timföld/év termelés és 1311,95 Ft/t önköltség tartozik.

A 2. változatban (1) és (2) képletek alapján elvégeztük a számításokat $k=1, 2, 3$ és $r=1, 2, 3$-ra és képeztük a (3) képlet szerinti szorzatokat. Azokat az eseményeket, amelyek 0,01-nél kisebb valószínűséggel fordulnak elő, elhagytuk és mindegyik eseményhez megválasztottuk azt a technológiát, amelyik a térfogatok legkisebb kihasználását biztosítja és kiszámítottuk a várható éves termelést, valamint a megfelelő önköltséget a *2. táblázat* szerint.

2. táblázat

Az üzemeltetés valószínűsége

Valószínűség eloszl. sorsz.	k	r	Súlyok %-ban	$p_k p_r$	Termelés, Ft/év	Önköltség Ft/t
	3	3	0,69	0,9617	229 050	1243,75
1	2	3	0,69	0,0233	174 640	1341,90
	3	2	0,69	0,0144	220 890	1249,85
	2	3	0,04	0,9694	174 640	1341,90
2	1	3	0,04	0,0156	114 440	1566,85
	2	2	0,04	0,0146	165 610	1357,85
	2	2	0,27	0,9743	165 610	1357,85
3	1	2	0,27	0,0156	103 150	1628,40
	2	1	0,27	0,0100	156 670	1384,70

Az első valószínűségeloszlás érvényes az év 69%-ában, amikor 3—3 berendezés rendelkezésre áll. A második eloszlás akkor érvényes, amikor az eltérő javítási idők miatt egy bepárló elkészült, de a feltárósort még javítják, a 3, amikor egy-egy berendezés javítás miatt ál.

Az eloszlásokat súlyozva kiszámítottuk a termelés és az önköltség várható értékét. Az elsőt jelöljük T-vel, a másodikat $\ddot{O}$-vel.

$$T = 208\,357 \text{ t}$$
$$\ddot{O} = 1273{,}45 \text{ Ft}$$

A következő három változatra a számításokat ugyanígy végeztük el, és az eredményeket a *3. táblázatban* közöljük:

3. táblázat

A termelés és önköltség alakulása

Változat sorszáma	τ (t)	$\ddot{O}$(Ft)
1.	200 000	1311,95
2.	208 357	1273,45
3.	207 462	1275,10
4.	199 750	1276,20
5.	200 711	1274,35

Az első változatot kivéve, a változatok önköltség értékei között nincs jelentős eltérés. A legkedvezőbbnek minden esetre a 2. változat látszik, és ha azt is figyelembe vesszük, hogy a termelés várható értéke a 2. változatnál a legnagyobb, ezt kell elfogadnunk optimális változatként.

Hydráttárolás, kalcinálás

Feladatunk kiszámítani, hogy az optimális feltáró-bepárló változathoz mekkora hydrátraktár és 1, 2 vagy 3 kalcináló kemence a gazdaságosabb.

Vizsgált változatok felsorolása:

Változat sorszáma	Kalcináló kemencék száma
1.	1
2.	2
3.	3

Adatgyűjtésből származó értékek:

Kalcinálók tervezett javítási ideje napokban	$(1-p)$	λ
24	0,032	3,8

A kalcináló kemencék és a hydrátraktár költségeit a következő összefüggések alapján számoltuk:

1 kalcináló kemence éves költsége (Ft)

$$4\,782\,750 + 11\,765\,t_1$$

hydrátraktár éves költsége (Ft)

$$405\,000 + 67{,}5\,t_2$$

t_1 = kemence teljesítmény t/nap

t_2 = raktár tároló térfogat m^3

A költségeket a beruházandó vagyonérték után az eszközlekötésre, amortizációra és karbantartási költségekre megadott %-os kulcsok alapján számoltuk.

1 kalcináló kemence maximális állásideje az előbbi táblázat adatai alapján 24 nap. Tehát a kemence teljesítmény növelése 1 t/nappal, 24 t timfölddel, ill. $24/0{,}57 = 42{,}1$ t hydráttal csökkenti a tárolótér igényt.

1 t hydrátra ez $\frac{11 \cdot 765}{42{,}1} = 279{,}5$ Ft költségnövekedést jelent. Raktári tárolás esetén ez a költség 67,5 Ft.

Tekintve, hogy a tárolással lekötött forgóeszközök eszközlekötése és kamatterhei minden változatnál jelentkeznek, a további számítások egyszerűsítése érdekében a következő fontos következtetést vonhatjuk le.

A kemence teljesítményt a tárolandó mennyiség csökkentése érdekében növelni nem gazdaságos, tehát azzal a minimális kemence teljesítménnyel kell számolnunk, amely mellett a 2. feltáró-bepárló változat kiszolgálható.

A kemence teljesítmények tehát az előbbi táblázat adatai alapján:

1 kemence esetén $\frac{208\,000}{365 - (24 + 0{,}032 \cdot 365)} =$

$= 630$ t/nap

2 kemence esetén $\frac{630}{2} = 315$ t/nap

3 kemence esetén $\frac{630}{3} = 210$ t/nap

Az 1. változatra bemutatjuk a számításokat, a 2. és 3. változat költségeit pedig közöljük.

1 kemencés üzemmenethez 3 elemi esemény tartozik, ahol s az üzemképes kemencék számát jelenti. Ha a *2. táblázat* $p_k p_v$ és a *4. táblázat* p_s oszlopainak adataiból szorzatokat képezünk, azt kapjuk meg, hogy az egyes üzemeltetési események milyen valószínűséggel fordulnak elő együtt. Ha a 0,01-nél kisebb valószínűségű eseteket elhagyjuk, a következő eredményeket kapjuk *(5. táblázat)*:

4. táblázat

A kemenceüzem jellemzői

Üzem	s	p_s	Termelés éves szinten, t
Kemence megy	1	0,968	229 950
Kemence áll váratlan meghibásodás miatt	0	0,032	0
Tervszerű javítás folyik ...	0	1	0

5. táblázat

Az üzemeltetés valószínűsége

k	r	s	Súlyok %-ban	$p_k p_r p_s$	Termelés, t/év	
					bepárlás	felt. kalc.
3	3	1	0,69	0,931	229 050	229 950
2	3	1	0,69	0,023	174 640	229 950
3	2	1	0,69	0,014	220 890	229 950
3	3	0	0,69	0,031	229 050	—
2	2	1	0,20	0,943	165 610	229 950
1	2	1	0,20	0,015	103 150	229 950
2	1	1	0,20	0,010	156 670	229 950
2	2	0	0,20	0,031	165 610	—
2	3	1	0,04	0,938	174 640	229 950
1	3	1	0,04	0,015	114 440	229 950
2	2	1	0,04	0,014	165 610	229 950
2	3	0	0,04	0,031	174 640	—
2	2	0	0,07	0,974	165 610	—
1	2	0	0,07	0,016	103 150	—
2	1	0	0,07	0,010	156 670	—

Itt már négy eloszlást kaptunk, és megfelelően a súlyozás százalékai is négy különböző értéket vesznek fel. Ugyanis az alapváltozat mellett, amikor minden berendezés rendelkezésre áll, az eltérő javítási idők miatt a rendelkezésre álló berendezések száma 3 különböző értéket vehet fel.

Ha a termelési oszlopok adatainak különbségét szorozzuk a súlyszázalékkal és a $p_t p_r p_s$ oszlop megfelelő értékeivel, majd a pozitív előjelű szorzatokat összegezzük, megkapjuk az év során raktárba kerülő Al_2O_3 mennyiségét.

$$17\,664 \text{ t } Al_2O_3 = 30\,989 \text{ t hydrát}$$

2000 Ft/t hydrát önköltséggel számolva 1 t hydrát 1 napi tárolása után felszámolt eszközlekötés és kamat

$$\frac{2000}{3{,}65}\,0{,}07 = 0{,}38$$

Az adatgyűjtés alapján a kemencék átlagos állásideje, a tervszerű és váratlan leállásokkal együtt 9 nap. Ez azt jelenti, hogy a raktár feltöltése során az első napon raktárba kerülő hydrát 18 napig tartózkodik ott. A második napi 16 napig, a harmadik napi 14 napig stb. Tehát, ha a számokat 0,18-ig így összegezzük és az összeget osztjuk 9-el megkapjuk, hogy 1 t hydrát átlagosan 10 napig tartózkodik a raktárban. Így 1 t száraz hydrátra jutó eszközlekötés és kamat $10 \times 0{,}38 = 3{,}80$, ami nedves hydrátra átszámolva

$$\frac{0{,}57}{0{,}654}\,3{,}80 = 3{,}31 \text{ Ft.}$$

1 kemence mellett, a raktárra kerülő összmennyiség után felszámolt eszközlekötés és kamat;

$$30\,989 \times 3{,}31 = 102\,584 \text{ Ft.}$$

A tárolás többi költségeinek kiszámításához már nem az egy év folyamán raktárra kerülő összmennyiséget kell ismernünk, hanem azt a maximális mennyiséget, ami egy alkalommal a raktáron felhalmozódhat. A vizsgált változatnál ez az eset akkor fordul elő, amikor a kemence tervszerű javítás miatt áll, és az üzem 165 610 t-s szinten termel. A maximális hydrátmennyiség tehát,

$$\frac{165\,610 \cdot 24}{365 \cdot 0{,}57} = 19\,109 \text{ t}$$

$19\,109 \text{ t} = 19\,109 \text{ m}^3$.

Ezt a mennyiséget befogadni képes raktár költsége: 1 644 860 Ft.

A kalcináció kemence éves költségei: 12 194 700 Ft.

1 változat összköltsége: 13 942 144 Ft. 1 t timföldre 67,03 Ft.

Mielőtt a többi változat költségeit ismertetnénk, meg kell jegyezni, hogy a készletmaximumok számításmódja 2, 3 és több kemence esetén eltér az előbb ismertetett módszertől. Ugyanis több kemence esetén, maximális raktárkészlet akkor halmozódik fel, amikor egyik kemencét javítják és a másik véletlen meghibásodás miatt leáll. Ezt az állásidőt már az (4) képlet segítségével kell számolni

Esetünkben
$\lambda = 3{,}8$ és $F(x) = 0{,}95$ mellett $x = 11$, vagyis 11 nap az a maximális véletlenszerű állásidő, aminél hosszabb csak 0,05 valószínűséggel fordulhat elő. Tehát 2 kemence áll 11 napig, és 1 kemence 24 — — 11 = 13 napig.

Eredmények összesítése

Változat sorszáma	Költség Ft/t timföld
1.	67,03
2.	87,82
3.	108,46

Az eredmények alapján, az 1. változat a leggazdaságosabb, tehát 1 db 630 t/nap teljesítményű kemence 19 109 m³ befogadóképességű hydrátraktárral.

Eredetileg célunk volt, a tárolótér igényt tartalékberendezéses változattal is megvizsgálni, azonban az első számításoknál kiderült, hogy ennek a válozatnak nagyobb a tárolótér igénye.

Ugyanis a legnagyobb tárolótér igény a tervszerű javítások idején jelentkezik, és a tartalék nélküli változatoknál abból a feltételezésből indultunk

ki, hogy a tervszerű leállások minden gépcsoportnál egyidőben történnek, és így, amikor a kemencéket javítják, az üzem viszonylag alacsony szinten termel, míg a tartalékos változatoknál a kemencejavítások idején is átlagos szinten folyik a termelés.

Összefoglalás

A számítások eredményeit összegezve, tehát a leggazdaságosabb üzemeltetési mód a vizsgált változatok közül a tartaléknélküli, 3 db 114 m³/ó teljesítményű feltárósorral, 3 db 13 m³/ó teljesítményű bepárló állomással, 1 db 630 t/nap teljesítményű kalcinálókemencével és 19 100 m³ hydrát befogadására alkalmas raktárépülettel.

A közölt módszer elsősorban új timföldgyárak tervezéséhez kíván segítséget nyújtani, azonban felhasználható annak kiszámítására is, hogy a jelenleg működő timföldgyárainkban tartalékok felhasználásával mekkora kapacitás többlettel számolhatunk.

Hazai alumíniumipari hírek

Timföldgyártás

Sikeresen üzembe helyezték április hónap elején az Ajkai Timföldgyárban a III. sz. új autóklávsort, mely lehetővé teszi az üzem kapacitásának növelését.

*

Hamarosan megkezdődnek a kétlépcsős nedves őrlési kísérletek a Magyaróvári Timföldgyárban a bauxit előkészítésének folyamatában.

Alumíniumkohászat

Az ajkai Alumíniumkohóban nagyteljesítményű alumínium tuskó-öntő berendezést helyeztek üzembe. A berendezéssel 5 m max. hosszúságú tuskók önthetők 3—6 t/óra öntési teljesítménnyel és korszerű technológiával.

*

Az ajkai oldaltüskés alumíniumkohó-szérián egyelőre befejezték az elektrolizáló kádak félfolyamatos timföldadagolására irányuló kísérleteket. A felsőtüskés inotai szérián, ahol konstrukciós okok miatt a kísérleti feltételek kedvezőbbek, a kísérleteket tovább folytatják.

Félgyártmány-gyártás

Bensőséges élüzem-avató ünnepség zajlott le a Székesfehérvári Könnyűfémműben ápr. 28-án. Pontosan 10 év után nyerte el ismét a vállalat a kitüntető címet kiváló eredményeivel. Az ünnepségen megjelentek a megye, a város, valamint a Vegyipari Dolgozók Szakszervezetének képviselői és a Magyar Alumíniumipari Tröszt társadalmi és gazdasági vezetői. A vállalat főmérnöke *Schippert László* ismertette az elkövetkező időszak legfontosabb feladatai. (R.O.I.)

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Az *izlandi* kormány tervei szerint a jövőben létesítendő alumíniumkohók mellé továbbfeldolgozó üzem-e ket is telepítenek. (E)

Alumínium 1967. 223 old.

*

Lengyelország a japánoktól vásárolt 10 000 t timföldet. Eredetileg 30—40 000 t-át akartak venni, de Japánból jelenleg nem engednek ki többet. A lengyel kormány az alumínium-termelést 1970-ig meg akarja duplázni. A Skavina-i és Konin-i kohók együtt 98 000 tonnát termelnek majd az 51 000 t jelenlegi Skavina-i termeléssel szemben. A konini új kohó 1967 végére teljes kapacitással dolgozik. Az évi termelése 47 000 t lesz. (E)

Alumínium 1967. 224. old.

*

A *szovjet* külkereskedelmi vállalat (Rasnoimport) előirányozta 1500 t fólia importálását hús, tej és egyéb élelmiszer csomagolásához. Tárgyalást folytattak osztrák, finn, NSZK és jugoszláv cégekkel. (E)

Alumínium 1967. 223. old.

*

Az Alcoa cégnél 21,2 mill. dollár értékben rendelt a New York Port Authority *alumínium épületalkatrészeket*, amelyben 43 600 db alumínium ablak is bennfoglaltatik.

Alumínium 1967. 224. old.

*

Indiában az alumínium-termelés és felhasználás növekedését az alábbi táblázat adja t-ban (E):

	Termelés	Felhasználás
1955	7 200	27 000
1960	18 000	47 000
1965	67 000	102 000

Indiában az 1 főre eső alumínium-felhasználás 0,25 kg/év, míg az USA-ban 18 kg/év. Szeretnék elérni 1975-re az 1 kg/fő évi fogyasztást.

Aulmínium 1967. 224. old.

*

Magyarországon az 1 főre eső évi alumínium felhasználás 6 kg volt 1965-ben A magyar alumínium-felhasználás elosztása az ipari célnak megfelelően az alábbi (1965-ben %-ban). (E)

Felhasználó ipar	% az összfelhasználásból
Villamosipar	35
Közlekedés	20
Háztartási cikkek	15
Élelmiszer és csomagolás	4
Gépipar	3
Építőipar	3
Egyéb felhasználási terület	20
Összesen	100%

Metall 1967. 254. old.

*

A vietnami háború hatására növekvő *magnézium* termelést várnak 1967-ben az *USA-ban*. A koreai háború hatására a Mg-termelés minden eddigit felülmúlt, azaz 1952-ben elérte a 105 000 t-t (90 000 t), ami több mint az 1966-os kapacitás.

Az USA-ban a magnézium termelés alakulása (t-ban):

1965	1966	1967 (becsült)
81 400	79 000	85 000

1950-ben a nagy fellendülés hatására 200 000, sőt 250 000 t termelés lehetőségét is jósolták. A jóslat nem

vált be, ennek ellenére most is jósolnak — bár óvatosan — 1975-re 175 000 t-t.

A felhasználás 47 000 t-ról 1966-ban 87 000 t-ra nőtt. A tartalék 10 000 t-ra csökkent.

Metal 1967. 263. old.

*

Az USA-ban 40 évvel ezelőtt a repülőgépek súlyának csökkentésére használták a Mg-t. A Mg-t ma főleg az emelő légcsavarokhoz használják. Sajtolt Mg-ot és lemezt lövedékekhez és rakétákhoz használnak az űrkutatásban. Ez persze az egész felhasználáshoz képest kicsi. A katonai felhasználásban az elmúlt év nagy változást hozott, mert megállapították, hogy a *Mg jól használható turbófuvókhoz és sugárturbinákhoz.*

Figyelemre méltók a fajsúlycsökkentési törekvések. Sikerült a MgLiAl ötvözettel (14% Li, 1% Al) 22%-kal kisebb fajsúlyú ötvözetet nyerni a szín Mg-nál. Ez 27%-kal könnyebb a Be-nál is. Ezt az ötvözetet vízi harckocsikhoz használják.

Emelkedés várható az Al ötvözésnél, ahol 30 000 t Mg volt a felhasználás. Készül még 2000 t Mg por. A kémiai ipar 4000 t-t használ fel.

Sajtolt áru 1965-ben 6000 t, hengerelt 5000 t és öntvény 10 500 t volt.

A Mg ára 16 évvel ezelőtt 35,25 cent/font volt, míg ma 31,75 cent/font. (E)

Metal 1967. 264. old.

*

Az *USA-ban a Ti-félgyártmány előállítás* 1964—66-ig t-ban (E):

1964	1965	1966
7700	9500	13 500

A felhasználás 14 000 t. A különbséget importból (Japánból) fedezik.

A felhasználás megoszlása %-ban:

Léglökéses motorokhoz	47%
Repülőgépcellákhoz	28%
Űrutazási és rakétaprogramhoz	15%
Egyéb (vegyipari csövekhez)	10%

Mind több titánt építenek be az utasrepülőgépekbe is. A félgyártmány megoszlása és mennyisége 1965—66. első 11 hónapjában (fontban)

	1966	1965
Lemez, szalag	5 204 000	3 923 062
Cső	368 470	403 227
Kovácsolt és sajtolt a	14 672 590	9 100 976
Rúd, huzal stb.	4 882 334	339 825
Összesen a 11 hónapra (font)	25 127 394	16 767 090

A Ti előállítás 1966-ban 16 000 t volt (az 1965-ben 5000 t.)

Az új kapacitással együtt Ti-szivacs előállító kapacitás 30 000 t. A legnagyobb előállító a TMCA, 16 000 t és a Reactive Metals 9000 t. (E)

Metal 1967. 265. old.

VÁLLALATOK, SZÖVETKEZETEK, KÖLTSÉGVETÉSI SZERVEK!

Mire van ma szükség?

Az új gazdasági mechanizmusban a gazdasági egységeknek a gazdálkodás számos területén önálló elhatározásuk alapján kell dönteniük. A döntések akkor lehetnek megalapozottak, ha gondos mérlegelés eredményeként születnek, alapjuk a gyors és pontos adatszolgáltatás, valamint a jól kiépített vállalaton belüli információrendszer.

Az információrendszer kialakításánál igen lényeges szempont, hogy a vezetéshez és irányításhoz nyújtott adatszolgáltatás

— az üzemgazdasági összefüggéseket
— a gazdálkodási folyamat, az eredmény és az önköltség alakulásának sokrétű elemzési adatait stb.

olyan variánsokban tárja a vezetők elé, amelyek optimális döntések meghozatalát teszik lehetővé!

A SZÁMVITEL ÉS ÜGYVITELTECHNIKA folyóirat havonta, 48 nagy oldalon ismerteti az üzemgazdasági — elemzési kutatások legfrissebb eredményeit, a műszaki ügyvitel — a programozás, a gyártáselőkészítés, az anyaggazdálkodás stb. továbbá az igazgatás ügyvitele és a számvitel minden népgazdasági ágra egyaránt kiterjedő új módszereit.

A SZÁMVITEL ÉS ÜGYVITELTECHNIKA folyóirat a felsorolt témák mellett a számvitel és üzemgazdaságtan, valamint az ügyvitelszervezés elméleti és methodológiai, továbbá a vállalati ellenőrzés gyakorlati és módszertani kérdéseivel is jelentős terjedelemben foglalkozik.

FONTOS! Az ez évi 8—9. és 10. számok

KÜLÖN MELLÉKLETEKÉNT — számonként 16 oldalon — egyes népgazdasági ágak

1968. január 1-től életbe lépő új számlakereteinek tervezete jelenik meg.

A SZÁMVITEL ÉS ÜGYVITELTECHNIKA példányonként a nagyobb újságárusító pavilonokban, pályaudvarokon és a Bajcsy Zsilinszky út 76. sz. alatti hírlapboltban korlátozott számban kapható. Előfizetési díj félévre 72,— Ft, egész évre 144,— Ft. Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál. Csekkszámlaszám: egyéni megrendelés esetén 61,269, közületi megrendelés esetén 61,066, vagy átutalással az MNB 8. sz. fiókjánál vezetett számlájára.

Szovjet tudomány-technika hónapja

1967. szeptember 1–24.

Az illetékes szovjet és magyar szervek megállapodásai alapján, a Nagy Októberi Szocialista Forradalom 50. évfordulója alkalmából, 1967. évi szeptember hó 1. és 24. között mutatják be a szovjet tudomány és technika 50 éves fejlődését a Budapesti Nemzetközi Vásár központi főterén és a környezetében levő nyolc pavilonban. Csupán a fedett terület nagysága megközelíti a 10 000 négyzetmétert.
A Szovjetunió tudományos-műszaki eredményei elnevezésű kiállításon a szovjet tudomány és technika legújabb eredményeivel, a fejlődés fő irányaival és szakaszaival ismerkedhetnek meg a látogatók. Bemutatják ezenkívül azt is, hogyan lett a tudomány a szovjet állam fél évszázados fennállása alatt a társadalom közvetlen termelőereje. A kiállítás közérthetően, áttekintő rendszerben foglalja össze a lényeges és közérdekű ismereteket.
A kiállítás főbb témakörei az alábbiak:

A tudomány fejlődése a Szovjetunióban,

A Szovjetunió anyagi tartalékai,

— *a föld és annak kincsei,*
— *tengerek és óceánok,*
— *új anyagok,*
— *a SZU energetikájának fejlődése.*

A természeti erők meghódításának új útjai,

— *az atommag fizikája,*
— *kvantum elektronika.*

Ember a világűrben,

— *fejlődés 100 év múlva,*
— *szovjet űrrepülések,*
— *az űr sokoldalú feltárása.*

Ilyen méretű kiállítást, amely ennyire átfogóan összegezné a szovjet tudomány és technika fejlődését, eddig még sehol sem rendeztek.
A hónap alatt 30 szovjet tudós jön hazánkba és a tudomány és technika ágaiból műszaki tudományos előadásokat tartanak. Az előadások magyar nyelven jegyzetek alakjában is megjelennek. A Szovjetunióból 30 műszaki tudományos film is érkezik, melyek „*Szovjet műszaki filmnapok*" keretében Budapesten és vidéki városokban — magyar szinkron hanggal — kerülnek levetítésre.
Az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság elnökének vezetésével az MTESZ, a Kulturális Kapcsolatok Intézete, a Kohó- és Gépipari Minisztérium Műszaki Tudományos Tájékoztató Intézete és a Magyar Vásár- és Kiállításrendező Iroda szakemberei vezetik ezt az előkészítést. A Szovjetunió részéről a Tudományos Akadémia, a Szovjetunió Minisztertanácsa mellett működő tudományos és műszaki állandó Bizottság, a tudósok központi tanácsa, a Szovjetunió szinte valamennyi ipari és mezőgazdasági jellegű minisztériuma, az össz-szövetségi műszaki tudományos társulat, az atomenergia-felhasználási állami bizottság s még sok más tudományos egyesület és főhatóság készíti elő a kiállítás anyagait.

VÁLLALATOK, SZÖVETKEZETEK, KÖLTSÉGVETÉSI SZERVEK!

FONTOS!

A SZÁMVITEL ÉS ÜGYVITELTECHNIKA ez évi 8-9. és 10. számaiban — esetenként 16 oldalon — **KÜLÖN MELLÉKLETKÉNT** jelenik meg az EGYES NÉPGAZDASÁGI ÁGAK 1968. JANUÁR 1-től életbe lépő **ÚJ SZÁMLAKERETEINEK TERVEZETE!**

A SZÁMVITEL ÉS ÜGYVITELTECHNIKA példányonként a nagyobb újságárusító pavilonokban, pályaudvarokon és a Bajcsy Zsilinszky út 76. sz. alatti hírlapboltban is kapható korlátozott számban.
Előfizetési díj félévre 72,— Ft, egész évre 144,— Ft. Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál.
Csekkszámlaszám: egyéni megrendelés esetén 61,269, közületi megrendelés esetén 61,066, vagy átutalással az MNB 8. sz. fiókjánál vezetett számlájára.

KOHÁSZATI lapok





ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

8. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 100. ÉVFOLYAM · 337—388. OLD. BUDAPEST, 1967. 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, 318-928

Венгерский Журнал Металлургии

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

Főszerkesztő:

ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztő:

DR. PILISSY LAJOS
RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:

BALÁZS FÜLÖP
CHAPÓ ELEK
CSEH MIKLÓS
DR. HAJTÓ NÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
DR. LÁNYI BÉLA
MARCZIS LÁSZLÓ
NAGY ZOLTÁN
PINTÉR ANDRÁS
DR. PÖCZE LÁSZLÓ
RÉFI-OSZKÓ ISTVÁN
ROMWALTER ALFRÉD
SELMECI BÉLA
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÁRHELYI REZSŐ

Felelős kiadó:

SALA SÁNDOR
igazgató

MEGJELENIK HAVONKÉNT

Index: 25,445

TARTALOM

Az OMBKE választmányi ülése 337
Dr. Káldor Mihály—Bárczy Pál: Terhelőerőtől független keménységi mérőszám és meghatározása 349
Vrabély Ervin: Salétromsavas főzővizsgálat időtartamának rövidítése 352
Kalmár Elemér: Kromatográfia a kohászati elemzésben 356

FÉMKOHÁSZAT

Beyer—Bergner—Daut: Egyes szennyezők hatása az alumínium villamos vezetőképességére 366
Vétek Lajos—Tóth Ferenc—Gál Vilmos: Centrifugák timföldipari alkalmazhatósága 370
Dr. Várhegyi Győző—Fekete Istvánné—Imre Aladár: Vanádiumtriklorid minőségének és néhány tulajdonságának vizsgálata derivatográffal 377
Mészáros György: Hozzászólás *dr. Arató Jenő:* Az alumíniumfólia felhasználás alakulása c. cikkéhez 383
Tájékoztató a szeptemberi jubileumi ünnepségekről 347
Árkos Frigyes 1897—1967. 348
Pályázati felhívás 355
Egyesületi hírek 360, 384
Beszámolók konferenciákról 361
Szabványosítási hírek 364
Szovjet tudomány és technika hónapja 364
Műszaki és gazdasági hírek 365
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek 369
Könyvismertetés 384

ÖNTÖDE

Rácz Ottó: Furángyantás magkészítés 169
Prof. Dr. Karl Stölzel: Gyártási folyamatok szinkronizálása öntödékben 175
Szántó Jánosné és Timár István: Önszáradó vízüveges formázókeverékek 181
Dr. Kulcsár József: Üveg melegalakítására alkalmas öntött szerszámanyag 185
Felner Sándor: Lesznek-e szakmunkások a jövő öntödéiben? 188
Könyvismertetés 180, 192
Külföldi hírek 184, 187
Szabványosítási hírek 189
Szakosztályi hírek 190

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft.

KOHÁSZATI LAPOK
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.
67.8., 4893 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.
Csekkszámla-szám: egyéni 61.254, közületi 61.066 (vagy átutalás a MNB 8. sz. folyószámlájára)
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62.

KOHÁSZATI LAPOK 1967. 8. sz.

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р М. Яалдор—П. Барци: **Независимое от нагрузки число твёрдости и его определение ... С 349**
Из опытных измерений твёрдости Виккерс-алмазом выяснилось, что т.н. коэффициент Мейера для данного материала при применении больших нагрузок является постоянным, по отличается от значения 2. Определение нового числа твердости, действительно независимого от значения нагрузка, которое легко производится графическим методом.

Э. Врабель: **Сокращение времени испытания в кипящей азотной кислоте ..... С 352**
Кипячение в азотной кислоте служит для определения склонности коррозионностойких сталей к межкристаллитной коррозии. Метод испытания каждая страна по разному стандартизует, но наряду с расхождениями общей чертой всех методов является большая продолжительность, что сильно сокращает практическую ценность испытания. Описан новый метод, с помощью которого продолжительность испытания может быть сокращена, но результат будет достоверным.

Э. Яалмар: **Хроматография в металлургическом анализе ..... С 356**
Применение хроматографического метода с несущими газами в различных отраслях металлургических испытаний. Анализ выделенных вакуум-экстракцией газов, определение кислорода, водорода и азота. Анализ доменных газов. Определение содержания окиси углерода и водорода защитных газов. Испытание окалины и окислов. Опытная установка и описание результатов.

Б. Бейер—Д. Бергнер—Х. Даут: **Влияние отдельных загрязнений на электропроводную способность алюминия ..... С 366**
Добавка незначительного количества кальция и натрия к сплаву алюминий- кремний-железо значительно улучшает электропроводность холоднодеформированной прессованной проволоки и в то же время снижает её прочность. Таким образом можно считать, что присуствующие в обычном количестве загрязнения металлических кальция и натрия в первычном алюминии не вредят свойствам проволоки. Из микроаналитических испытаний выяснилось, что — вопреки распространённому до сих пор мнению — при термообработке проволоки кремний растворяется в смешанном кристалле, а насыщенно растварённое железо выпадает. Наблюдаемое при этом улучшение электропроводности объясняется выпадением железа.

Л. Ветек—Ф. Тот—В. Гал: **Применяемость центрифуг в производстве глинозёма ..... С 370**
Результатами экспериментов доказано, что центрифуги могут применяться для осуждения солей с хорошим к.п.д. Применение центрифуг вместо фильтров Келли обеспечивает более современное и экономичное осаждение солей, чем можно достичь более низкого содержания солей, что в свою очередь улучшает к.п.д. вскрытия и вымешивания, а также уменьшает потери при гидролизе. Вследствие более низкого содержания влаги уменьшается количество едкого натра и окиси алюминия, удалённых солью.

Д-р Д. Вархеди—Фекете-А. Имре: **Исследование свойств и качестве трёххлористого ванадия дериватографом ..... С 377**
Исследование загрязнений и поведения при нагреве трёххлористого ванадия имеет большое значение с точки зрения производства чистого, деформируемого ванадия. Разработанный дериватографический метод годен для количественного и качественного определения важнейших загрязнений и для реакционно- кинетического исследования диспропорционации трёххлористого ванадия. Исследования и опыты выяснили условия возникновения важнейших загрязнений ($VOCl_3$, $VOCl_2$, VOCl, $VOCl_3 . 4\ H_2O$, $VOCl_3 . 6\ H_2O$ и т. д.).

На журнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, акили зазать отдельные номера для заграничных читателей у организации: KULTURA Budapest 62, P. B. 149, Венгрпя.

INHALT

Dr. Káldor—Bárczy: **Bestimmung einer von der Belastung unabhängigen Härtekennzahl** ..... S 349

Bei Härteprüfungen mit dem Vickers—Diamant stellte sich heraus, dass der sog. Meyer—Exponent bei grossen Belastungskräften zwar für einen bestimmten Werkstoff beständig ist, aber von dem Wert zwei abweicht. Ableitung einer von der Belastung wahrhaft unabhängigen Härtekennzahl, welche auch auf graphischem Weg leicht bestimmt werden kann.

Vrabély: **Die Abkürzung der Zeitdauer des im Salpetersäure durchgeführten Kochprüfverfahrens** S 352

Das Auskochen in Salpetersäure dient zur Untersuchung der interkristallinen Korrosion von säurebeständigen Stählen. Das Verfahren ist in den einzelnen Ländern verschiedenartig genormt, neben den Abweichungen ist jedoch die lange Zeitdauer aller Vorschriften gemeinsam. Diese lange Prüfzeit vermindert den praktischen Wert des Verfahrens. Beschreibung einer neuen Methode, mit welcher die Prüfzeit — ohne Beeinträchtigung der Genauigkeit der Ergebnisse — abgekürzt werden kann.

Kalmár: **Die Kromatographie im Rahmen der hüttentechnischen Prüfverfahren** ..... S 356

Anwendung eines mit Trägergas ausgeführten kromatographischen Verfahrens in den Untersuchungen der verschiedenen hüttentechnischen Gebiete. Analyse des mit Vakuumextraktion abgeschiedenen Sauerstoffes, Wasserstoffes und Stickstoffes. Analyse der Gichtgase. Bestimmung des CO- und H_2-Gehaltes von Schutzgasen. Zunder- und Oxyd-Untersuchungen. Beschreibung der Versuchsanlage und der Ergebnisse.

Beyer—Bergner—Daut: **Einfluss einiger Verunreinigungen auf die elektrische Leitfähigkeit von Aluminium** ..... S 366

Die Zugabe von wenig Kalzium oder Natrium zur Legierung Al—Si—Fe bewirkt eine wesentliche Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit des gepressten Drahtes und gleichzeitig eine Verminderung seiner Festigkeit. Man kann also annehmen, dass die im Hüttenaluminium gewöhnlich anwesenden Mengen von Kalzium und Natriummetall keinen schädlichen Einfluss auf die Eigenschaften des Leitungsdrahtes ausüben. Den mikroanalytischen Untersuchungen zufolge wird — im Gegensatz zu den bisherigen Annahmen — im Laufe der Glühung des gepressten Drahtes das Silizium im Mischkristall gelöst und das in übersättigter Lösung befindliche Eisen ausgeschieden. Die in diesem Fall beobachtete Zunahme der Leitfähigkeit ist also auf die Eisenausscheidung zurückzuführen.

Vétek—Tóth—Gál: **Anwendung von Zentrifugen in der Tonerdeindustrie** ..... S 370

Versuchsresultate haben ergeben, dass die Zentrifugen mit gutem Wirkungsgrad zur Salzabscheidung angewandt werden können. Der Gebrauch von Zentrifugen anstatt von Kelly—Filtern zur Salzabtrennung bietet eine Möglichkeit zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit. Es wird nämlich ein niedrigerer Salzgehalt erzielt, wodurch die Ausbeute bei dem Aufschluss und bei der Abscheidung ansteigt und der Hydrolyseverlust absinkt. Infolge des geringeren anhaftenden Feuchtigkeitsgehaltes wird auch der mit dem Salz entfernte Natronlauge- und Aluminiumoxidverlust geringer werden.

Dr. Várhegyi—Frau Fekete—Imre: **Untersuchung der Qualität und der Eigenschaften von Vanadiumtrichlorid mit dem Derivatographen** ..... S 377

Die Untersuchung der Verunreinigungen und des Erhitzungsbetragens von Vanadiumtrichlorid ist in Hinsicht auf die Erzeugung von reinem, formbaren Vanadium von Wichtigkeit. Die entwickelte Derivatographmethode ist zur qualitativen und quantitativen Bestimmung der wichtigsten Verunreinigungen und zur reaktionskinetischen Untersuchung der Disproportionierungsreaktion von VCl_3 geeignet. Die Untersuchungen haben die Entstehungsbedingungen der wichtigsten Verunreinigungen ($VOCl_3$, $VOCl_2$, VOCl, $VCl_3 \cdot 4\,H_2O$, $VCl_3 \cdot 6\,H_2O$ usw.) geklärt.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummern nach Ausland an der Adresse KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

CONTENTS

Dr. Káldor—Bárczy: **A hardness index independent of the loading force and its determination .... P 349**

In hardness testing experiments with the Vickers diamond it was shown that on employing high loading forces the value of the so-called Meyer exponent is constant for each material with a value different from 2. Determination of a new hardness index which is really independent of the loading force and may be determined easily with a graphical method.

Vrabély: **Reducing the length of the nitric acid boiling test ..... P 352**

The nitric acid boiling test is used to determine the tendency to intercrystalline corrosion of stainless steels. The method is standardized in various forms in the different countries but all methods possess the common factor of prolonged testing time. This very much decreases the practical applicability of the test method. Description of a new method which provides a shorter testing time with equally reliable results.

Kalmár: **Chromatography in metallurgical analysis ..... P 356**

Application of chromatographic methods with carrier gas in various fields of metallurgical analysis. Analysis of gases obtained by vacuum extraction, determination of O, H and N. Analysis of blast furnace top gas. Determining the CO and H_2 content of protective atmospheres. Testing scales and oxides. Description of the apparatus and some results.

Beyer—Bergner—Daut: **Influence of some impurities on the electric conductivity of aluminium P 366**

Small amounts of calcium or sodium added to the Al—Si—Fe alloy significantly increase the electric conductivity of cold formed, extruded wire but decrease its strength. It may be inferred that the amount of metallic calcium and sodium usually present in virgin aluminium metal has no adverse influence on the conductor wire properties. Microanalytical tests have shown that in contrary to the former opinions silicon is dissolved in the mixed crystal during the heat treatment of the extruded wire but the iron in supersaturated solution is precipitated. In this case the increase of conductivity is due to the iron precipitation.

Vétek—Tóth—Gál: **Application of centrifugal filters in the alumina industry ..... P 370**

According to the experiments, centrifugal filters may be employed with increased efficiency in salt separation. If centrifugal filters are used instead of Kelly filters, salt precipitation will be more efficient since a lower salt level will be obtained. This increases the assay and precipitation efficiency and decreases hydrolysis loss. With lower adherent moisture less sodium hydroxyde and aluminium oxide is removed with the salt.

Dr. Várhegyi—Mrs. Fekete—Imre: **Testing the quality and properties of vanadium trichloride with a derivatograph ..... P 377**

The study of the impurities and behaviour during heating of vanadium trichloride is important from the point of view of preparing pure, formable vanadium. The developed derivatographie method may be used for the qualitative and quantitative determination of the chief impurities of vanadium trichloride and for the reaction kinetical study of the disproportionation reaction of VCl_3. The experiments have shed light on the conditions of formation of the chief impurities ($VOCl_3$, $VOCl_2$, VOCl, $VCl_3 \cdot 4\ H_2O$, $VCl_3 \cdot 6\ H_2O$ etc.).

Subscriptions for the journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers from abroad should be sent to the following address: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149. Hungary.

The periodical „Kohászati Lapok" (Technical Review of the Metallurgical Industry) can be ordered at the adresses given below:

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20. Denmark
Akateeminen Kirjakauppa Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bataliere, France
Swets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergracht 477—487 Holland
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. Indien
Lepac Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanada Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovenska Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo, Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweitz
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

100. évfolyam **8. szám** 1967. augusztus

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület választmányi ülése

Pécs, 1967. április 28—29.

A választmányi ülések egyesületi életünk mind nagyobb jelentőségű eseményeivé válnak. Ezt mutatja az 1967. április 28—29-én Pécsett megtartott választmányi ülés is, amelyen mintegy 300 tag és meghívott vett részt. Ezt a nagyfokú érdeklődést két körülmény válthatta ki: egyrészt a választmányi ülés meghirdetett és igen érdekesnek igérkező napirendje — másrészt az, hogy Egyesületünk elnöksége ezúttal az ülés helyéül liász szénbányászatunk területét választotta. Így a résztvevők tanulmányozhatták a Mecseki Szénbányászati Tröszt egyes üzemeit és a szakmai részen túl megtekinthették egyik legszebb vidéki városunk: Pécs és környékének nevezetességeit.

A választmányi ülés április 28-án délelőtt 11 órakor kezdődött Pécsett, a Mecseki Ércbányászati Vállalat „Ságvári Endre" Kultúrotthonának nagytermében.

Az elnökségben helyet foglaltak:

Dr. Gyulay Zoltán, egyesületi elnök, egyetemi tanár;

Dr. Dobos György, egyesületi alelnök, a Magyar Alumíniumipari Tröszt igazgatója;

Dr. Ember Kálmán, egyesületi alelnök;

Dr. Martos Ferenc, egyesületi alelnök, a Bányászati Kutató Intézet igazgatója;

Garamvölgyi János, a Mecseki Szénbányászati Tröszt igazgatója;

Pozsgay Károly, a Mecseki Szénbányászati Tröszt főmérnöke;

Tóka Jenő, a Mecseki Ércbányászati Vállalat igazgatója;

Mátrai Árpád, a Mecseki Ércbányászati Vállalat főmérnöke;

Dr. Horváth János, a Kohó- és Gépipari Minisztérium Vaskohászati Igazgatóságának vezetője;

Dr. Pilter Pál, egyesületi főtitkár;

Moharos Jenő, egyesületi főtitkár-helyettes, minisztériumi főmérnök;

Dr. Tóth Miklós, a Bányászati Szakosztály elnökhelyettese;

Dr. Alliquander Ödön, az Olajbányászati Szakosztály elnöke;

Dr. Claus Alajos, a Vaskohászati Szakosztály elnöke;



Lomniczi Dezső, a Fémkohászati Szakosztály elnöke;

Radó Aladár, az OMBKE Pécsi Csoportjának titkára.

Elsőnek *Garamvölgyi János* trösztigazgató emelkedett szólásra, üdvözölte az ülésen megjelenteket és eredményes munkát kívánt a választmányi ülésnek.

Ezután kedves jelenet következett — úttörők küldöttsége jelent meg és köszöntő szavak kíséretében virágcsokrokat adtak át az elnökségnek.

Ezt követően *dr. Gyulay Zoltán* elnök elmondta megnyitó beszédét.

Dr. Gyulay Zoltán

ELNÖKI MEGNYITÓJA

Tisztelt Választmány!
Kedves Tagtársak, kedves Vendégeink!

Szokatlanul rövid idő — mindössze öt hónap — telt el azóta, hogy utoljára Nagylengyelben, fiatal bányászati ágazatunk, az olajbányászat dunántúli székhelyén ülést tartottunk. Hogy őszi jubileumi közgyűlésünk előtt még egyszer összegyűltünk, annak oka éppen a jubileumban rejlik: egyrészt tájékoztatnunk illik a Választmányt jubileumi előkészületeinkről, másrészt az évforduló örvendetesen megélénkítette Egyesületünk életét és ennek során komoly mondanivalónk van egymásnak, bányászoknak, kohászoknak, egymást közösen érdeklő időszerű, de a hely szerint is ide illő témáról, a kokszkérdésről.

Immár hagyományosan vidéki választmányi üléseink során most Pécset választottuk helyszínül, hazánk legrégibb szénbányászatának és legfiatalabb ércbányászati ágazatának, az uránbányászatnak fészkét. Brennberg és Nógrádverőce után — melyek bányászata azóta megszűnt —, harmadiknak Varason indult meg hazánkban a szénbányászat 1782-ben, minekelőtte — egy híján éppen 200 esztendeje — *Kriffla Ferenc* „kiérdemesült" lovaskapitány azt jelentette a magyar udvari kamarának, hogy a Szenes-hegyen szenet talált. Beadványára *Grassalkovics Antal*, a Kamara elnöke bölcsen ezt írta: „Javasolom, hogy az effajta tétlen emberek kalandos eszméit ne karoljuk fel." És mégis lett szénbányászat! De ne ítéljük el azért nagyon *Grassalkovicsot*, mert ha most az uránbányászatra pillantunk, ott ismét találkozunk jóssal, még hozzá illtékessel, a tudomány olyan óriása, az elemátalakítás modern mágusa, az atommag regényének elindítója, *lord Rutherferd* sem látott az uránbányászat számára jövőt, nem hitte, hogy gyakorlatilag hasznosítható mennyiségű mag-energiát lehet termelni. „Erre valószínűleg sohasem leszünk képesek" — írta 30 évvel ezelőtt, 1937-ben! — „és az, aki ilyen terveken töri a fejét, a holdban él." Ha most Pécsre pillantunk és keletre a szénbányászatot, nyugatra a szinte máról holnapra varázsütésre nőtt Uránvárost látjuk, derülünk e jóslaton és bizalommal tekintünk a bányászat jövőjére. Most már az ember a holdat ostromolja és mai uránbányászatunk mellett már atomerőművet is építünk. Minden jószándékú ember óhaja, hogy ez az új, gigantikus energiafajta az emberiség jólétét emelje és a haladást szolgálja.

Egyesületünk hosszú élete folyamán közgyűlést kétízben tartott Pécsett, az 5.-et 1898-ban és a 28.-at 1922-ben. Azóta most vagyunk először Pécsett ilyen népes együttlétben, jóval többen, mint a korábbi közgyűléseken. Ez csak a fejlődésünket mutatja.

István királynak a pécsváradi apátság részére adott alapítólevele 20 vasbányászt említ, akik királyi adományként kerültek az apátság birtokába, — ez a magyar történelem első adata a bányászatról — ami akkor tekintélyes szám volt.

Ma alighanem Pécs az ország legnagyobb bányászvárosa! Kívánjuk a pécsi bányászoknak kísérje munkájukat mindvégig siker. És itt üdvöz-



löm a vendéglátó házigazdáinkat: a *Mecseki Szénbányászati Tröszt* és a *Mecseki Ércbányászati Vállalat* vezetőit és köszönöm azt, amit e választmányi ülésünk érdekében tettek.

Igen tisztelt Választmány!

Mint a főtitkár beszámolójából hallani fogjuk, a múlt választmányi ülés határozatait megvalósítottuk, vagy azok közel vannak a megvalósuláshoz. Hallani fogjuk azt is, hogy a MTESZ előzékenységéből Egyesületünk további helyiségekhez jut. Ez lehetővé teszi majd könyvtárunk méltó elhelyezését. Felhasználom ezt az alkalmat, hogy pár szót szóljak könyvtárunkról és annak állapotáról.

Könyvtárunknál nemcsak a könyvállomány elhelyezése a probléma. Könyvállományunk vegyes — nem tudatos, tervszerű gyűjtéssel jött létre. Alapja több értékes könyvhagyaték volt, ami későbbi — néha vélelten — gyarapodással szakmailag bele nem illő könyvekkel felhígult. Sok a mai értékeléssel csekély, vagy számunkra semmi értékkel nem bíró könyv. Ezeket őrizni fölösleges. Meg kell határoznunk könyvtárunk gyűjtőkörét — ezzel válik könyvtárunk könyvtárrá — és az ebbe tartozó műveket rendszeresen gyűjtenünk kell. Egyesületi könyvtárunk nem versenyezhet az egyetemi, kutatóintézeti, vállalati könyvtárakkal, nem lehet célja a mennyiségben exponenciálisan növekvő bányászati-kohászati szakirodalom beszerzése.

Könyvtárunk két fő feladatát a következőkben látnám: gyűjtenie kellene *1.* Egyesületünk mai és volt tagjainak irodalmi termését, kéziratait és ebben teljesnek kellene lennie; *2.* a hazai bányászat és kohászat — és ezen felül általában a bányászat és kohászat — történetének irodalmát, amit már szakkönyvtáraink tervszerűen nem gyűjtenek. Ezekhez egy segédkönyvtárra van szükség lexikonokkal, bibliográfiákkal, szak- és egyéb szótárakkal és még mindazzal, ami egy segédkönyvtárhoz szükséges.

Folyóirat-állományunk is vegyes; itt is csak a számunkra értékest kellene gyűjtenünk.

Mind könyv-, mind folyóirat-állományunk értékes része azonban hiányos, a sorozatokból, évfolyamokból kötetek hiányoznak. Meg kellene kísérelni a hiányok pótlását, esetleg fotokópiákkal.

Azt javasolnám, kérje fel a választmányi ülés Egyesületünk könyvtárosát, *Bóday Gábort* — aki az elmondottakkal egyetért —, hogy terjesszen elő javaslatot egyesületi könyvtárunk állapotának rendezésére.

Igen tisztelt Választmány!

Mielőtt a szót főtitkárunknak átadnám, meleg szeretettel üdvözlöm az ülésen megjelent gyémánt- és aranydiplomás tagtársainkat.

A jegyzőkönyv hitelesítésére *Lomniczi Dezső* és *dr. Alliquander Ödön* tagtársakat kérem fel.

A nagy figyelemmel kísért elnöki megnyitóbeszéd elhangzása után *dr. Gyulay Zoltán* felkérte *dr. Pilter Pált* a főtitkári beszámoló megtartására.

Dr. Pilter Pál
FŐTITKÁRI BESZÁMOLÓJA

Tisztelt Választmány!

Mielőtt beszámolómat elkezdeném — régi egyesületi szokásunkhoz híven — emlékezzünk meg azokról a tagtársainkról, akik az 1966. október 28—29-én Nagylengyelben megtartott választmányi ülésünk óta örökre eltávoztak közülünk:

Dr. Faller Jenő bányamérnök, ny. egyetemi tanár, múzeumigazgató;
Gaborek Lajos kohómérnök;
Hronszky Rudolf bányamérnök;
Raschka Gyula aranydiplomás vaskohómérnök
Sass Lóránt vegyészmérnök;
Vajk Miklós bányamester.

Hagyományaink szerint áldozzunk kegyelettel emléküknek egy perces néma felállással!

Tisztelt Választmány!

Az elmúlt év októberében megtartott választmányi ülésünk óta Egyesületünk tovább haladt töretlenül azon az úton, amelyet az előző vezetőség által a 60. közgyűlésen beterjesztett, egyesületi életünk minden ágára kiterjedő széles skálájú határozati javaslatainak elfogadásával a közgyűlés az új vezetőségnek megszabott, s ezáltal megadta a lehetőséget e kijelölt feladatok sikeres megoldásához. Ehhez járultak hozzá a nagylengyeli választmányi ülésen elfogadott határozati javaslatok, amelyek főképp az előttünk álló legnagyobb feladatra: Egyesületünk 75 éves és lapjaink 100 éves jubileumának sikeres megrendezésére adnak hasznos iránymutatást.

Ennek szellemében elnökségünk 1966. december 16-án, majd 1967. március 10-én tartott ülésein megvitatta a *jubileumi bizottság* vezetőjének *Szeless Lászlónak* előterjesztését a jubileumi bizottság munkájáról és döntést hozott a vitás kérdésekben.

Az ünnepi közgyűlés előadójának elnökségünk *dr. Gyulay Zoltánt*, Egyesületünk elnökét kérte fel. A díszközgyűlés megtartásához 1967. szeptember 12-ére az Építőipari Dolgozók Szakszervezetének dísztermét (MÉMOSZ-székház) biztosítottuk, amely 600 fő befogadására alkalmas. Egyidejűleg megtörtént a szakosztályi ülések előadóinak felkérése, a szükséges előadótermek biztosítása (NIM kultúrterem, illetve a társegyesületek előadótermei).

A külföldiek számára február hó folyamán mintegy 500 darab meghívót küldtünk négy nyelven (orosz, német, angol, francia), amelyre április közepéig 120 visszajelentkezés történt. A fővárosi túrista főszezon ellenére sikerült 180 fő külföldi részére megfelelő szállodai elhelyezést is biztosítani.

A jubileumi bizottság február hó folyamán, az operatív munka sikerének biztosítására, az alábbi öt munkabizottságot alakította meg:

1. Külföldiek fogadását, elszállásolását végző bizottság, vezető: *Grósz Béla*

2. Központi Rendező Iroda (Technika Háza, Kupolacsarnok), vezető: *Horváth József*

3. Díszközgyűlés rendezősége, vezető: *Török Zoltán*

4. Kulturális és hölgyprogram, vezető: *Kálmán Lajosné*

5. Technikai berendezések és dekoráció, vezető: *Bátky Antal.*

A külföldiek részére rendezendő *szakmai kirándulások* pontos programjának megállapítása az egyes vállalatok és szakosztályok között április hónapban megtörtént.

A jubileumi *emlékplakett* modellje *Iván István* és *Gecsei Gyula* tervezésében elkészült. Ezt, Egyesületünk emblémája mellett, *Sóltz Vilmosnak*, az OMBKE első ügyvezető elnökének arcképe is díszíteni fogja.

Egyébként mindkét szaklapunkban tagságunk részére már eléggé részletes beszámolót adtunk a jubileumi ünnepség előkészületeiről.

Érembizottságunk is az előírt programnak megfelelő ütemben végzi munkáját. Az MTESZ főtitkára, *Valkó Endre* által kilátásba helyezett 10 kormánykitüntetésre a javaslatot már benyújtottuk, a 26 egyesületi éremre, valamint a 62 bányász, illetve kohász kiváló dolgozó kitüntetésre pedig a javaslat május hó folyamán véglegesen elkészül. Ugyancsak érembizottságunk végzi az egyesületi életünket és szakmáinkat méltóképpen kifejező érmek felkutatását és újrakészítését, az erre igényt tartó tagjaink részére.

A jubileumi ünnepség költségvetése mintegy félmillió forint. Ezzel kapcsolatosan örömmel jelenthetem, hogy a mai napig ennek fedezésére a jubileumi egyszámlánkra 360 000 Ft már be is folyt. Külön ki kell emelni a *Nehézipari Minisztérium* és a *Bányaipari Dolgozók Szakszervezetének* igen jelentős hozzájárulását. Amikor választmányunk és elnökségünk nevében erről a helyről is köszönetünket fejezzük ki ezért a bányász-kohász társadalom felé megnyilvánuló nemes cselekedetért nem mulaszthatom el a köszönetnyilvánítást mindazon bánya- és kohóvállalatok igazgatói felé sem, akik *dr. Lévárdi* miniszter és *dr. Kocsis* miniszterhelyettes tagtársaink operatív intézkedését igen eredményesen végrehajtották. Ezzel hathatósan elősegítették annak a társadalmi munkának széleskörű kibontakozását, amely a szocialista társadalomra jellemző kell legyen és amely szükséges ahhoz, hogy bányász-kohász társadalmunk nagy ünnepségére méltóképpen felkészülhessünk s egyben külföldi vendégeinkkel Egyesületünk igazi arculatát megismertessük.

Éppen ezért az ünnepséggel egyidőben *nemzetközi szaklap kiállítást* szervezünk a Technika Háza újonnan elkészült bemutató termében, amelyben a világ valamennyi bányászati és kohászati tárgyú szaklap-szerkesztősége folyóiratait kiállíthatja, természetesen részvételi díj ellenében. Így az egész szaklap kiállítás költségei megtérülnek, sőt bizonyos devizahozamot is biztosítanak részünkre. Decemberi elnökségi ülésünk döntése alapján a folyóirat-kiállítás ügyeinek intézésére *dr. Alliquander Ödön, Kárpáty Lóránt* és *Bányai Bálint* tagtársakat kértük fel, akik nagy ügyszeretettel és hozzáértéssel láttak hozzá lapjaink főszerkesztőinek közreműködésével a feladat végrehajtásához. Így első lépésként elnökünk vezetésével azonnal eljártak *Solt Sándornál*, a Műszaki Könyvkiadó igazgatójánál, a szükséges hozzájárulás megszerzése ügyében. A program összeállítása után — március hó folyamán — a kiállításra való felhívást valamennyi érdekelt külföldi lapszerkesztőségnek megküldtük 300 példányban és négy nyelven. A kiállítás költségvetése mintegy 295 000 forintot tesz ki, amely előreláthatóan teljes egészében megtérül a részvételi díjakból. A kiállítás időpontja 1967. szeptember 11—15. Kevesebb kiállító esetén a költség arányosan csökken.

Jubileumi kiadványaink fokozatosan kerülnek nyomdába. Nyomdai kapacitás valamennyi kiadványra biztosított, főképp a Borsodmegyei Nyomdaipari Vállalatnál, Miskolcon. Elnökünk által vezetett *történeti bizottság* azon munkálkodik, hogy megjelentetendő kiadványaink *Péch Antal* szellemében, tagságunk igényének megfelelően, magas színvonalon és még a jubileum évében kibocsátásra kerüljenek. Nehézség mutatkozik a *jubileumi évkönyvnél*, amelyhez a bányász-olajbányász és vaskohász szakosztályok illetékesei az anyag zömét mintaszerűen és határidőre szolgáltatták. A munka zavartalansága érdekében viszont innen is kérjük öntödei és fémkohász szakosztályaink vezetőit, hogy a három említett szakosztály példáját követve a szerkesztőség felé a szükséges anyag beadásáról mielőbb gondoskodjanak.

Jubileumi ünnepségeink keretében a Posta Vezérigazgatóságát felkértük, hogy *emlékbélyeget* bocsásson ki Rendező Irodánk (Technika Háza, Kupolacsarnok) postai kirendeltségén elsőnapi bélyegzéssel. Szóbakerült egy *bányász-kohász* motívumokat mutató bélyegkiállítás megrendezése is. Ennek megszervezésére *Kálmán Lajos* tagtársunkat kértük fel, aki az előkészítő munkákat folyamatba tette.

Ezzel egyidejűleg mindkét lapunk főszerkesztője és szerkesztő bizottsága a közös jubileumi szám megszerkesztésén fáradozik. Az egyes szakmai cikkek megírására a szakmák kimagasló képviselői felé a felkérés időben megtörtént. Így a *jubileumi közös szám* megjelentetése biztosítottnak látszik.

Az elmondottakból egyértelműen kitűnik, hogy a nagylengyeli választmányi ülés első három pontját, amelyek a jubileummal kapcsolatosak, az illetékes bizottságaink maradéktalanul teljesítették, A végzett munka értéke természesen csak az ünnepségek sikerével lesz felmérhető. Az eddigi, aránylag zökkenőmentesen lefolytatott szervezés lehetőségét az ipar vezetőinek (NIM, KGM) és Egyesületünk aktiváinak egymást megértő és a közös célt szolgáló összefogása biztosította. További feladatunk, hogy ezt az együttműködést még jobban fokozzuk jubileumi ünnepségeink teljes sikere érdekében.

Társadalmi összefogásunkat akarjuk azzal is kifejezni, hogy díszközgyűlésünket követően az esti órákban a jubileum valamennyi kül- és belföldi résztvevőjét Egyesületünk *fogadáson* látja vendégül.

Tisztelt Választmány!

A nagylengyeli választmányi ülés határozati javaslatainak 4. és 5. pontja a nemzetközi kapcsolatok elmélyítését célozza. A végrehajtás sikere ér-

dekében elnökségünk a nemzetközi ügyek összefogására és irányítására *dr. Martos Ferenc* elnökhelyettest kérte fel. Ugyanakkor külügyi bizottságunkat idegen nyelveket jól beszélő, aktív tagtársakkal bővítettük ki.

A nagylengyeli választmányi ülés óta az alábbi együttműködési szerződéseket kötöttük:

1. Bolgár bányász-kohász egyesület
2. Zágrábi bányász-kohász egyesület.

Budapesten folytatott tárgyalásaink alapján szerződés-tervezetünket megküldtük a román kohász- és öntőegyesületnek.

A Szovjetunió felé történő kapcsolatok bővítését célozta a *Vaskohászati Szakosztálynak* a folyó év januárjában hazánkban tartózkodó szovjet kohász szakemberekkel Egyesületünk helyiségében tartott ankétja, amelynek célja a vaskohászat távlati terveinek közös megvitatása volt. Ez évben pedig *Bányászati Szakosztályunk* öt főből álló küldöttsége vesz részt a Szovjetunióban rendezendő *V. Nemzetközi Bányász Kongresszuson, Moharos Jenő* főtitkár-helyettes vezetésével.

Az elmúlt év novemberében alelnökünk, *dr. Kocsis József* miniszterhelyettes meghívására a *Tsonka* miniszterhelyettes vezetésével hazánkban tartózkodó *lengyel* kohászati vezetőkből álló küldöttség egy délutánt töltött Egyesületünkben, ahol hagyományainkról, az iparral való kapcsolatainkról, célkitűzéseinkről és nem utolsósorban a lengyel—magyar bányászkohász egyesületek közötti együttműködés további bővítéséről tárgyaltunk. Mindkét fél igen pozitívnak ítélte a lapok közötti szoros együttműködés ama formáját, hogy egy teljes lapterjedelmet Lengyelországban magyar, nálunk pedig lengyel szerzők munkái töltsenek ki.

Ugyancsak az elmúlt év második felében *Andrejevics*, a *jugoszláv* Vaskohász Egyesülés főtitkára, valamint az egyes iparvállalatok igazgatói, később pedig ugyancsak a jugoszláv kohászat közgazdászai (november hónapban) látogatták meg Egyesületünket és tájékozódtak tagságunk társadalmi munkásságáról, Egyesületünk tevékenységéről, valamint szervezetéről.

A beszámolási időszakra esik a jugoszláviai székhellyel működő nemzetközi szervezetbe való belépésünk. A szervezet International Commites of Studies of Bauxites and Aluminium-Oxides-Hdroxides, rövidítve *ICSOBA* néven működik. A szervezet célja a bauxitokkal, alumíniumoxidokkal és hidroxidokkal kapcsolatos tudományos kérdések, kutatások irányítása és koordinálása. A kutatások ásvány-, kőzet- és földtani, kémiai, geokémiai, valamint fizikokémiai jellegűek. A szervezet székhelye Zágráb.

A szervezet feladata:

1. Nemzetközi összejövetelek, azaz szimpóziumok, konferenciák rendezése és egyes szakmai csoportok munkájának biztosítása.

2. Dokumentáció gyűjtése és a tagok részére való kiadása.

3. Nemzetközi együttműködés biztosítása a tudományos kutatások terén.

Ezzel — az Öntödei Szakosztályunk után — a Bányászati Szakosztály és a Fémkohász Szakosztály is megkapta egy *nemzetközi szervezetben* való működés jogát.

A szocialista országokkal való kapcsolaton kívül, bizonyos mértékig, lehetőség van a nyugati országok társegyesületeivel való együttműködésre is. Erre módot adnak a külföldi előadók által a MTESZ normák szerint fizetett terembérleti és konferencia-részvételi díjak, amelyeknek egy hányadát külföldi utazásokra lehet fordítani. Ilyen módon az elmúlt évi nyugati deviza bevételből két bányász és egy kohász tagtársunk utazik Ausztriába, az illetékes társegyesületek rendezvényeire. Két öntő tagtársunk pedig MTESZ devizával a folyó év október 1-től 6-áig Párisban tartandó évi szokásos *nemzetközi öntőkongresszusra* utazik ki és ott előadást is tart.

A nemzetközi kapcsolatoknak egyesületi életünkben játszott fontos szerepe miatt az elnöktitkári értekezlet — *Strickernénak*, a MTESZ külügyi bizottsága vezetőjének részvételével — évente legalább kétszer megtárgyalja a nemzetközi kapcsolatok problémáit és tisztázza a felmerült vitás kérdéseket.

Innen is kérjük Egyesületünk külügyi bizottságának tagjait, hogy a 60. közgyűlés és a nagylengyeli választmányi ülés határozatainak szellemében, tagságunk kívánságának megfelelően, tovább fáradozzanak nemzetközi kapcsolataink bővítésén és a meglevő kapcsolatok elmélyítésén.

Részben a külföldi, részben a társegyesületekkel való kapcsolatok elmélyítését célozzák a MTESZ összefogásában megrendezett *nemzetközi hetek*, mint például az elmúlt évben az angol-magyar, a folyó év első negyedében pedig a francia-magyar műszaki hetek, amelyeken mind az angol, mind pedig a francia műszaki élet képviselői ismertették a hazájukban egyes szakmai területeken elért kimagasló műszaki megoldásokat. Ezt követik a magyar szakembereknek Angliában, illetve Franciaországban tartandó előadás-sorozatai.

Ilyen vonatkozásban a társegyesületekkel való együttműködés mindegyik fél számára csak eredményes lehet, kellő szervezettség és előkészítés mellett.

A kellően megszervezett külföldi előadások tagságunk számára az ismeretek bővülése mellett még azzal az eredménnyel is járnak, hogy nő az Egyesületünk külföldi utazásokra fordítható deviza-bevétele. Így a francia-magyar műszaki hetek rendezésében való aktív tevékenységünkért: a szervező munkáért, az előadások megrendezéséért és a terembérletért a MTESZ vezetősége összesen 340 $-t adott Egyesületünknek, ami öt fő egy-egy hetes nyugati útjának fedezetét jelenti. Ez igen tekintélyes eredmény, mert az eddigi nyugati utak száma évente 1—2 volt. Ezt fogja követni a belga-magyar műszaki hetek rendezése és reméljük, hogy siker esetén azt legalább a francia-magyar műszaki hetekkel egyező eredménnyel zárhatjuk.

A *Gépipari Tudományos Egyesülettel* (GTE) való kapcsolataink *Selmeczi Béla* vezetésével a helyes mederben folynak. Ehhez kapcsolódik, hogy a *Magyar Elektrotechnikai Egyesülettel* (MEE) az elmúlt év végén két témában való együttműködést tárgyaltunk meg:

1. Ívkemence munkabizottság — „Nagy áramfogyasztással járó ferroötvözet-gyártás gazdaságossági kérdései".

2. „Korszerű olvasztó berendezések a fémöntészetben" c. témában két közös rendezvény volt, májusban pedig „Indukciós olvasztás a vasöntészetben" c. témakörben ugyancsak közös előadásokat rendezünk.

A GTE-vel az év első negyedében közös rendezésben bonyolítottuk le Debrecenben a *képlékenyalakítási konferenciát* külföldi résztvevőkkel.

Ugyancsak a *GTE*-vel, valamint a *Magyar Tudományos Akadémiával*, a *Kossuth Lajos Tudományegyetemmel* és a *Magyar Kémikusok Egyesületével* közös rendezésben folyó évi augusztus hó 7—12-e között Debrecenben szervezzük meg a *„Nemzetközi Spektroszkópiai Kongresszus"*-t, tekintélyes számú külföldi előadóval és résztvevővel.

Az eddig ismertetett közös rendezvényeken kívül, a jubileumi felkészülés soronkívüliségének fenntartása mellett, valamennyi szakosztályunk elkészítette az ezévi rendezvény-tervét az ipar és tagságunk igényeinek megfelelően. Valamennyi rendezvényünk iránt igen komoly külföldi érdeklődés tapasztalható s emiatt a külföldiek fogadása, valamint a konferenciák technikai lebonyolítása mind nagyobb feladatot ró rendezőbizottságainkra, amelyeknek a lehető leggazdaságosabb módon a kellő színvonalat biztosítaniok kell.

Mint az rendezvényeink áttekintéséből kitűnik, mindegyik az ipar igen lényeges problémáival foglalkozik, s ezzel kifejezésre jut az, hogy a jubileum rendezése és a hagyományok ápolása mellett nem feledkeztünk meg arról sem, hogy az ipar segítségére siessünk lényeges problémáik megoldásában. Itt külön ki kell emelni a május 12—13-án a Bányászati Szakosztály és az Olajbányászati Szakosztály együttműködésében rendezendő „Az *energiaigények gazdaságos kielégítése*" c. ankétot, amelyet a nagylengyeli választmányi ülés határozati javaslatainak 6. pontja végrehajtásaképpen, az elnökségünk által létrehozott bizottság indítványára vettünk programba. A gondolat felvetője *Bese Vilmos* tagtársunk volt, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt vezérigazgatója.

Az ankét nagy jelentőségét támasztja alá, hogy a megnyitó előadás megtartását — felkésésünkre — *dr. Lévárdi Ferenc* nehézipari miniszter tagtársunk vállalta „Energiapolitikánk alapvető kérdései" címmel, *dr. Lőrincz Imre* miniszterhelyettes és *Bese Vilmos* vezérigazgató tagtársaink pedig a szénhidrogén termelés és felhasználás nemzetközi, valamint hazai fejlődéséről, jövőjéről fognak ismertetést tartani. Az előadások keretében *dr. Tóth Miklós* tagtársunk az energiastruktúra optimalizálásának, *Tamásy István*, a Bányászati Szakosztály elnöke pedig szénbányászatunk távlati termelési tervének számunkra igen jelentős kérdéseit adja elő. A Központi Földtani Hivatal elnökének, *dr. Kertai György* tagtársunknak előadásában pedig a földtani kutatások eredményeivel fogunk megismerkedni. A további előadások a műszaki fejlesztés irányairól és az új gazdaságirányítási rendszer alapvető vonásairól adnak majd tájékoztatást.

Hasonló szellemben kerül megrendezésre a Bányászati Szakosztály, a Fémkohászati Szakosztály és a Vaskohászati Szakosztály által *„A mangánérc termelés, dúsítás, mangánötvözet gyártás és felhasználás kérdései"* c. konferencia folyó évi május hó 29-től 31-ig, amelynek legfőbb célja az úrkúti mangánérc vagyonunk leggazdaságosabb feldolgozási lehetőségeinek keresése, a felhasználó kohászat fokozódó minőségi igényeinek messzemenő figyelembevétele mellett.

Anként jainkkal kapcsolatos a nagylengyeli választmányi ülés határozatainak 7. pontja, amely szerint ankétjaink programját úgy kell összeállítani, hogy a lapjainkban közölt előadások szaktudományaink fejlődéséről minél teljesebb képet nyújtsanak. Az ilyen tudományt fejlesztő és terjesztő ankétok szervezésében, az anyagukat közlő szaklapok szerkesztésében korszerű irányelvek szükségesek. A határozat végrehajtása érdekében elnökünk a lapok szerkesztő bizottságainak ülésein, valamint az egyes szakosztályok vezetőségi ülésein, továbbá elnök-titkári értekezleten részletesen ismertette elgondolásait és tett javaslatot a fokozatos megvalósításra. Szerkesztőink és szakosztályaink vezetői az elgondolásokat magukévá téve, azok fokozatos megvalósítását elérendő célul ki is tűzték.

Tisztelt Választmány!

A *Bányászati Lapok* és a *Kohászati Lapok* szerkesztő bizottsága az elmúlt időszakban változatlanul arra törekedett, hogy a lapok színvonalát emelje. Ebben segítséget és iránymutatást kapott a Bányászati Szakosztály, valamint a Vaskohászati Szakosztály keretében megrendezett és a lapbírálattal foglalkozó ülésektől. Ennek megfelelően mindkét lap szerkesztő bizottsága igyekszik az üzemi életből vett és az üzemben dolgozó műszakiak által írott cikkek arányát növelni és ezáltal közvetlen tájékoztatást, segítséget adni a mindennapi üzemi tevékenységhez. Ezen a téren még további előrehaladást irányoznak elő.

Emellett természetesen készséggel adnak helyet az elvontabb témakörökkel foglalkozó tudományos kutatási eredmények ismertetésének, ami természetes is, hiszen a magyar bányászatnak és a kohászatnak csak egy lapja van, tehát ennek az egész bányászat, illetve kohászat területét (szén, érc, ipari ásványok, kőolaj és földgáz, illetve vaskohászat, fémkohászat, öntöde stb.) fel kell ölelnie s a tudományos élet kérdéseivel egyaránt kell foglalkoznia.

Sajnos, a nyomdai kapacitás hiánya mindeddig nem tette lehetővé a *Kőolaj és Földgáz* című önálló folyóiratunk megjelentetését. Előreláthatóan a folyó évben erre már nem kerül sor. Ezen elgondolásunk valóraváltását azonban változatlanul fenntartjuk, amit indokol a szakosodás, a kőolaj és földgáz bányászatának a szilárd ásványi anyagok bányászatától eltérő technológiája és nem utolsósorban a szénhidrogének hazai bányászatának egyre növekvő jelentősége.

A *Bányászati Lapok* és a *Kohászati Lapok* szerkesztő bizottságainak további munkáját igen pozitiven érintik elnökünknek, *dr. Gyulay Zoltán* pro-

fesszornak az egyes szakosztályok ülésein, valamint a *Bányászati Lapok* és a *Kohászati Lapok* szerkesztő bizottságainak legutóbbi *együttes ülésén* a lapok szerkesztésével kapcsolatban kifejtett elgondolásai.

Az ülésen kialakult vita termékeny megállapításokra vezetett, melyek a *Bányászati Lapok*, a *Kohászati Lapok* és az *Öntöde* című lapjainak szerkesztésénél feltehetően további színvonal emelkedést eredményeznek.

Meg kell még említeni, hogy a *Bányászati Lapok* szerkesztő bizottsága három tagjának *(Heinrich József, Binder Béla, Kárpáty Lóránt)* lengyelországi tanulmányútja, az ottani testvérlapok szerkesztési irányelveinek és módszereinek tanulmányozása, szintén sok új tapasztalat bevezetéséhez fog vezetni.

Akkor tehát, amikor tárgyilagosan megállapíthatjuk, hogy a *Bányászati Lapok* és a *Kohászati Lapok* jelenlegi színvonala igen jó és a szocialista, valamint a tőkés országok hasonló lapjaival összehasonlítva, rangsorolásban előkelő helyet foglalnak el, — örömmel állapíthatjuk meg, hogy a szerkesztő bizottságokban önelégültség és ellaposodás helyett az újnak, a jobbnak és a fejlődés további lehetőségének — mondhatnám forradalmi — hangulatát tapasztalhatjuk. Ez reményt ad a *Bányászati Lapok* és a *Kohászati Lapok* további fejlődésére és arra, hogy ezáltal még jobban fogják szolgálni a műszaki kultúra terjesztését, bányászatunk és kohászatunk minden területének fejlesztését.

*

Szakosztályaink életét örvendetes aktivitás jellemzi. Vezetőségi üléseiket rendszeresen megtartják, munkaterveiket teljesítik és az időközben felmerülő feladatokat is készségesen ellátják. Igen nehéz volna külön értékelés alapján a rangsorolást felállítani, de mégis meg kell mondanunk, hogy a beszámolási időszakot tekintve, legaktívabbnak és legeredményesebbnek az *Olajbányászati Szakosztály* munkáját tekintjük. Bár e szakosztály létszáma a legkisebb, mégis az ipar, a külföld és egyetemünk, valamint a társegyesületek felé való kapcsolatok terén a legaktívabbnak mondható. Ugyanakkor meg kell mondanunk, hogy a szétszórt telephelyek miatt a tagság összefogása igen nehéz problémát jelent. Ennek ellenére az elmúlt félévben a szakosztály létszáma 120 fő olajbányász kollégával gyarapodott.

Valamennyi vidéki csoportunk elismerendő munkája mellett a bányászat területén különösen ki kell emelni az *Oroszlányi Csoport* és a *Mecseki Csoport*, a kohászat területén pedig a *Csepeli Csoport* és a *Diósgyőri Csoport* igen aktív és eredményes működését mind a tagság aktivitása, mind a konferenciák, szakmai előadások rendezése terén. A szakosztályaink munkájának összefogására és irányítására hivatott elnökségi ülések és elnök-titkári értekezletek napirendi pontjai meghatározták egyesületi életünk fő irányvonalát a két választmányi ülés között. Mindkét szerv működését a tárgyilagos bírálattal egybekötött kollégiális megértés és összefogás jellemzi. Csak így vált lehetségessé jubileumi feladataink eddigi teljesítése, nemzetközi kapcsolataink kibővítése és a megnövekedett feladatokhoz szükséges anyagi fedezet biztosítása. Ez utóbbiért főképpen a szakosztályok vezetőségét illeti meg az elismerés, melyek határtalan ügybuzgalommal és lelkesedéssel vették kézbe a jogi tagdíj kérdését s azt a vártnál nagyobb sikerrel oldották meg. Az így kapott igen tekintélyes anyagi segítségért erről a helyről is köszönetet kell mondani mindazon bányászati és kohászati vállalatok vezetőinek, akik az Egyesületünkben rejlő lehetőségeket felismerve — a törvény adta lehetőségek keretein belül — áldozatkészen járultak hozzá társadalmi céljaink eléréséhez. Ebben a bányászat részéről is az első helyen áll a Mecseki Szénbányászati Tröszt. *Garamvölgyi János* trösztigazgató és *Pozsgay Károly* trösztfőmérnök tagtársainknak ezúton is köszönetünket fejezzük ki. Egyúttal igéretet teszünk, hogy az Egyesületünket áldozatkészen segítő bányászati és kohászati vállalatok mindazon problémáinak megoldásában, amelyre lehetőségünk és módunk van, a legnagyobb odaadással közreműködünk.

Szakmai bizottságaink közül az oktatási bizottság az, amelyre egyesületi életünkben a tudományos eredmények ismertetésében és köztudatba vitelében igen nagy szerep várt.

Oktatási bizottságunk *Szőke László* vezetésével az elmúlt évben a tantervek és tankönyvek bírálatát végezte, így felülvizsgálta a Mérnöki Továbbképző Intézet 1967. évi tavaszi tanfolyamainak tematikáját.

Javaslatot tett a Mérnöki Továbbképző Intézet 1967. évi őszi tanfolyama keretében megtartandó *„Korszerű molibdénes gyorsacélok gyártása és felhasználása"* című 24 órás előadássorozat tematikájára. Ugyancsak javaslat készült a Mérnöki Továbbképző Intézet 1967. évi üzemi tanfolyamai keretében megrendezendő, öntészeti vonatkozású előadás sorozatra. A Központi Oktatási Bizottságnak a felsőfokú technikumok ügyében tartott megbeszélésén e bizottságunk szóban és írásban rögzítette le az Egyesület álláspontját.

1967. májusában Győrben előadás sorozat indul a *„Korszerű öntéstechnológiai eljárások"* címmel.

Folyó év júniusában a Mérnöki Továbbképző Intézet vizsgaköteles tanfolyamként két, esetleg három szakaszban *„Fúrómesteri továbbképző"*-t szervez főművezetők és technikusok részére Szolnokon. A tanfolyam 26 órai előadásból és 16 óra konzultációból áll. A tematika elkészült.

1967. őszén *„Kupolókemence vezetésének gyakorlata"* címen központi előadótermünkben, illetve budapesti üzemekben 37 órás tanfolyamot rendezünk. A tematika elkészült. Az előadások anyaga jegyzet formájában kerül kiadásra.

Az alumíniumiparba került, nem alumíniumipari előképzettségű technikusok továbbképzése céljából megindítandó előadás sorozat érdekében igényfelmérés folyik, a Magyar Alumíniumipari Tröszt személyzeti osztályának bevonásával.

A kohászati anyagmozgatási szaktechnikus képzésre javaslat készült, amely bírálat alatt van.

Az *„Automatizálás a bánya- és kohóiparban"* című tanfolyamot Egyesületünk keretén belül ez év őszén kívánjuk megrendezni 36—42 óraszám-

mal. A tematika elkészült, az igényfelmérés folyamatban van.

Oktatási bizottságunk áttanulmányozta a *GTE* őszi tanfolyamainak tematikáját, javaslatot tett az alábbi témákban tanfolyamok közös lebonyolítására: konvejorok az anyagmozgatásban; ipari gáztüzelő berendezések; acélok hőkezelése és tervezési irányelvek konstruktőrök részére technológiai szempontból.

Amint látjuk, oktatási bizottságunk széles körben fejt ki aktív tevékenységet. Ehhez járul még az elmúlt év őszén Miskolcon megrendezett kutatói ankéton elhangzott az a javaslat, hogy a kutatási eredmények közkinccsé tételének leghivatottabb vitafóruma Egyesületünk. Szükséges ezért egyes témákban előadás sorozatok, viták rendezése. Ezzel a tevékenységgel határozottan elősegíthetjük az új gazdasági irányítási elv gyors érvényesülését.

Anyagmozgatási Szakbizottságunk *Lipták Géza* vezetésével az anyagmozgatás korszerűsítésének elősegítése céljából többnapos kohászati, illetve bányászati anyagmozgatás-gépesítési ankétot rendezett, melynek előadásait kiadványban meg is jelentette. Komlón, valamint több helyi csoportnál pedig klubdélután keretében anyagmozgatási előadások megtartását segítette elő.

Aktívan résztvesz a MTESZ keretében folyó évi október 23—27. között lebonyolítandó *V. Anyagmozgatási Konferencia* előkészítésében, ahol 8—10 bányászati és kohászati anyagmozgatási előadáson kívül gép-, fénykép- és könyvkiállítás, valamint filmvetítés is lesz.

A Szakbizottság munkájának még aktívabbá tétele céljából kérjük a szakosztályok vezetőségeit és a helyi csoportok titkárait, hogy az anyagmozgatási szakbizottságba kijelölt tagtársak nevét a bizottság vezetőjének mielőbb adják meg.

Tisztelt Választmány!

Egyesületünk létszáma és ezzel szaktagozataink és vidéki csoportjaink létszáma állandóan növekszik. Így ma az öt szakosztályon kívül, az elnökség irányítása alatt, még 13 elnökségi, illetve szakosztályközi bizottság működik (pl. külügyi oktatási stb. bizottság), amelyek egyes speciális szakterületeket fognak át és irányítanak. Ezenkívül vannak az egyes szakosztályokon belül a különböző szakmai tagozatok (pl. bányamérő, anyagvizsgáló stb.), ezek száma összesen 15. Szakosztályaink irányításával működnek az ország különböző bánya- és kohótelepein a helyi csoportok, élükön a választott vezetőséggel; számuk 42.

Szakosztályaink, elnökségi és szakmaközi bizottságaink, szakcsoportjaink, konferencia-szervező bizottságaink, vidéki csoportjaink aktív munkája végső fokon Egyesületünk központjában csapódik ki, s igen nagy, illetve az eddiginél lényegesen több terhet ró a központi apparátusra. Megpróbáltuk társadalmi aktívák bevonásával a terhek egyrészét átvenni, azonban ez még nem elegendő, mert a nyugodt munkavégzéshez helyiség is szükséges. Problémáinkat felvetettük a MTESZ főtitkár-helyettesének *Philip Miklósnak*, aki kérésünket megértően fogadta és pillanatnyi segítségképpen az állandó alkalmazottak létszámát egy fővel kiegészítette. Helyiség bővítés céljából megkaptuk az újonnan elkészült kiállítási terem feletti részt. Az ehhez szükséges födém tervezését az ALUTERV végzi. Erről a helyről is megköszönöm *dr. Dobos György* alelnökünknek azt a segítséget, amelyet Egyesületünk további eredményes munkája érdekében oly létfontosságú helyiségépítés, tervezés és kivitelezés lebonyolításában elnökségünknek megígért.

Tisztelt Választmány!

A beszámolóban igyekeztem egyesületi életünk mindazon lényege kérdéseire rámutatni, amelyek a beszámolási időszakban az elnökség munkájának irányát meghatározták. Amellett törekedtem rámutatni azokra a feladatokra is, amelyek megoldása szükséges ahhoz, hogy egyesületi életünknek tagságunk igényéből fakadó fejlődése az új gazdasági irányítás elveinek legmesszebb menő szem előtt tartása mellett töretlenül folytatódjék. Ehhez a bánya- és kohóipar vezetői mind az anyagi, mind pedig az erkölcsi segítséget megadták, amiért mindannyiuknak e helyről ismételten csak Egyesületünk háláját és köszönetét fejezhetem ki.

*

Befejezésül *dr. Pilter Pál* főtitkár kérte a jelentés tudomásulvételét és határozati javaslatokat terjesztett a Választmány elé.

*

A főtitkári beszámoló elhangzása után *dr. Gyulay Zoltán* elnök felkérte *Fekete Sándort*, a Számvizsgáló Bizottság vezetőjét jelentésének megtételére.

Fekete Sándor

A SZÁMVIZSGÁLÓ BIZOTTSÁG JELENTÉSE

Tisztelt Választmány!

Alapszabályunk 56. §-a értelmében a Számvizsgáló Bizottság 1967. első negyedévében felülvizsgálta Egyesületünk 1966. évi pénzgazdálkodását. Erről jelentését a következőkben terjeszti a tisztelt Választmányi ülés elé.

Egyesületünk 1966. évi pénzgazdálkodása költségvetési tervünkhöz képest az alábbiak szerint alakult:

Bevételek

Jogi tagdíjak	1 097 055 Ft	140,6%
Egyéni tagdíjak	153 575 Ft	153,6%
Egyéb bevétel	78 316 Ft	58,0%
1965. évi maradvány	212 305 Ft	66,5%
Összes bevétel ...	*1 541 251 Ft*	114,6%

Kiadások

Dologi kiadások	610 980 Ft	77,5%
Személyi költségek	439 106 Ft	134,2%
MTESZ hozzájárulás ...	234 000 Ft	111,4%
Egyéb költség	14 390 Ft	96,0%
Összes kiadás	*1 298 476 Ft*	96,8%
Maradvány 1967. január 1-én:	*242 775 Ft*	

A költség-felhasználás szakosztályonkénti tervszerűségét az alábbi összeállítás szemlélteti:

Bányászat	228 421 Ft	102,8%
Olajbányászat	53 606 Ft	83,7%
Vaskohászat	167 506 Ft	88,5%
Fémkohászat	58 785 Ft	73,2%
Öntöde	127 181 Ft	156,2%
Egyesületi központ	662 977 Ft	94,1%

Egyesületünk pénzügyi helyzete továbbra is szilárd. A jogi tagdíjakból származó terven felüli bevétel részben a vonatkozó pénzügyminiszteri rendelet adta lehetőségen belül szakterületeink vállalatainknak a jubileummal kapcsolatos önkéntes tagdíjemeléséből, részben az elmaradt jogi tagdíjak befizetéséből adódott. Ezért köszönetet mondunk. Az egyéni tagdíjakból eredő többletbevétel egyrészt taglétszámunk növekedésével, másrészt jelentős számú tagdíj előre befizetésével kapcsolatos.

Az 1966. évi kiadások összességében a tervezett alatt maradtak. Jelentősebb túllépés a személyi jellegű költségeknél és a MTESZ hozzájárulásnál mutatkozik a tervezetthez képest. A személyi kiadásoknál a közgyűlés alkalmával az egyesületi érmek adományozásával kapcsolatos és nem tervezett 43 000 Ft jutalom, valamint a kifizetett pályadíjak nagyobb volumene és általában a szakosztályoknál felmerülő személyi jellegű költségek okoztak kerettúllépést. Vidéki csoportjaink örvendetes fellendülést mutató egyesületi élete például az előző évhez képest mintegy 27%-os költségnövekedést eredményezett.

A szakosztályonkénti költségvetési terv teljesítése általában kedvezően alakult. Jelentős túllépés egyedül az Öntödei Szakosztálynál mutatkozik: a *IV. Öntödei Napok* közel 60 000 Ft deficittel zárt, azonban ennek megtérítését Egyesületünk felé az iparág vezetője vállalta.

A Számvizsgáló Bizottság múlt évi közgyűlési jelentésében az 1967-es jubileumi évre tekintettel javasolta a fokozott takarékosságot. A múlt évi kiadások elemzéséből úgy látjuk, hogy szakosztályaink és központunk e javaslatot igyekeztek makévá tenni.

Az 1966. december 16-i elnökségi ülés határozata alapján felülvizsgáltuk egyesületünk 1967. évi költségvetési tervét, különös tekintettel a jubileumi évvel kapcsolatos többletkiadásokra, a jubileumi közgyűlés költségtervezetének realitására, valamint a jogi tagság ezzel kapcsolatos fokozott leterhelésére. Úgy találtuk, hogy a jubileumi közgyűlés költségvetési terve reális.

Az ezzel kapcsolatos többletköltségek fedezetét a szakterületünkkel kapcsolatos hatóságok és intézmények vállalták.

Egyesületünk titkárságának megállapítása szerint jogi tagjaink a vonatkozó rendelet keretein belül fizetik tagdíjukat. Úgy látjuk, hogy Egyesületünknek a szaktudományokat fejlesztő és szakmai baráti kapcsolatokat elmélyítő tevékenysége jogi tagságunknak is közvetlen anyagi érdeke. Éppen ezért szakterületeink vállalatainak az önkéntes jogi tagság vállalása és az érvényes rendeleten belüli tagdíjjal vállalt teherviselése erkölcsi kötelessége is.

Egyesületünk folyó évi költségvetési tervét, bizottságunk jelentésének meghallgatása után, elnökségünk március hó 10-i ülésén fogadta el.

Javasolom a tisztelt Választmánynak, hogy Egyesületünk pénzgazdálkodását előterjesztésünk alapján fogadja el.

*

Dr. Gyulay Zoltán elnök megköszönte a Számvizsgáló Bizottság munkáját, majd felkérte *Éles Lászlót*, az Érembizottság vezetőjét, hogy tegye meg előterjesztését új egyesületi érmek alapítására.

Éles László

AZ ÉREMBIZOTTSÁG ELŐTERJESZTÉSE

Tisztelt Választmány!

A felkészülés az Egyesület 75. és lapjaink 100 éves jubileumára kötelességünkké tette, hogy lehetőségeinkhez képest feltárjuk az Egyesület valamint a Bányászati Lapok és a Kohászati Lapok történetét, ezzel együtt a hazai bányászat és kohászat utolsó évszázadának történetét, valamint e korszak kiemelkedő bányászainak és kohászainak életművét.

Ez a feltárás azzal a felismeréssel járt, hogy ma, a kettős jubileum esztendejében csak két olyan egyesületi emlékérmünk van, amelyek névadói valóban évszázados jelentőségűek, akik messze kiemelkednek kortársaik közül, akiknek életműve örökértékű. Ezek: *Mikoviny Sámuel*, a XVIII. század legnagyobb magyar mérnöke, „magyar inzseniőr", ahogy neve alá írta és *Péch Antal*, a múlt század legnagyobb magyar bányásza. Egyesületünk e két emlékérmet már a felszabadulás után alapította.

Egyesületi érmeink alapítói a két világháború közötti időben megfeledkeztek a múlt század nagyjai közül kiemelkedő *Kerpely Antalról*, a legnagyobb magyar kohászról és *Zsigmondy Vilmosról*, az első magyar szénbányászról, később a vízbányászat és a mélyfúrás úttörőjéről, akiknek pedig kortársaik szobrot emeltek. És a századvég — mai szemmel különösnek tűnő — szokása, hogy a társadalmi egyesületek, így az újszülött Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület élére is „születési előkelőség" illik, elhalványította, majd az Egyesületnek Selmecről Budapestre költözése után feledésbe merítette Egyesületünk valódi megalapítóját és az első évtizedben ügyvezető alelnökét, valójában vezetőjét: *Sóltz Vilmost*.

Úgy érezzük, méltóbb alkalmat e hiány pótlására a jubileumi esztendőnél nem találhatunk. Az OMBKE Érembizottsága ezért alapos megfontolás után azt javasolja a Választmánynak, hogy alapítson egy-egy egyesületi érmet:

Kerpely Antal, Zsigmondy Vilmos és *Sóltz Vilmos* emlékére.

Kerpely Antal (1837—1907) a selmeci Akadémiát 1862-ben végezte. Hat évi vaskohászati üzemi működés után, a kiegyezéskor megmagya-

rosodott selmeci Akadémia első magyar kohász professzora a Kohászat-kémlészeti, majd a Vaskohászat és Vasgyártási tanszéken. Tizenhárom évi tanári működés után 14 esztendőn át az állami vasgyárak központi igazgatója. Irodalmi működése rendkívül gazdag, 1877-től a Magyar Tudományos Akadémia tagja. Szobrának leleplezésekor *Barlai Béla*, egykori tanszékén második utódja, így szólt róla: „Pusztuló vaskohászatunkat ő mentette meg, ő teremtette újjá, ő tette magyarrá".

Zsigmondy Vilmos (1821—1888) a selmeci Akadémiát 1842-ben végezte. Tizenkét évi túlnyomórészt szénbányaüzemi működés után — miközben a szabadságharcban való részvétele miatt várfogságot szenved, — 1860-tól önálló „bányaügynök", mai szóhasználattal tanácsadó bányamérnök. 1866-ban kezdi mélyfúrásait, artézi-kutak fúrását és ezt tíz esztendőn át sikerrel folytatja, amivel korszakot nyit a vízszegény Alföld vízellátásában. Ő írja az első magyar „Bányatan"-t, 1871-től a Magyar Tudományos Akadémia tagja. A bányainges, gyógyvízfakasztó *Zsigmondy Vilmos* szobra dísze a Városligetnek.

Sóltz Vilmos (1833—1901) a selmeci Akadémiát 1858-ban végezte. Két évtizedes vasgyári működés után, 1881-től a selmeci Vaskohászati tanszék professzora, *Kerpely* utóda. 1892-ben Ő alapítja meg Selmecbányán az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületet, amelynek 1901-ig, az Egyesület Budapestre költözéséig ügyvezető alelnöke. E tisztségben utóda *Sobó Jenő* emlékbeszédében így méltatta *Sóltz Vilmost:* „Az Ő nevével született és erősödött meg Egyesületünk, az ő nevével jutottunk a kartársi szellem és az egyesülésben rejlő erő tudatára. Ő gyűjtötte össze elsőnek a magyar bányászokat, Ő forrasztotta össze saját lelkesedése tüzével ezt az egyesületet s Ő mutatta meg nekünk az erkölcsi hatalom forrását és a társadalmi érvényesülés módját".

Tisztelt Választmány!

E rövid méltatások után azt javaslom, határozza el a Választmány, hogy a jubileumi esztendő alkalmából *Kerpely Antal, Zsigmondy Vilmos* és *Sóltz Vilmos* érmet alapít és bízza meg az Érembizottságot, hogy az alapító levelek tervezetét és az érmek tervét terjessze jóváhagyásra az Elnökség elé.

*

Dr. Gyulay Zoltán elnök megköszönte a tájékoztatást. Kiemelte *Kerpely, Zsigmondy* és *Sóltz* rendkívüli érdemeit szakjaink fejlesztésében és javasolta az indítvány elfogadását.

*

Szünet után a választmányi ülés résztvevői *Pozsgay Károly: „A hazai kokszolható széntermelés eddigi tapasztalatai és a fejlődés további lehetőségei"* és

Dr. Horváth János: „Hazai szenekből készül kohókoksz felhasználása"

című igen érdekes előadásait hallgatták meg. *(Az előadásokat legközelebbi lapszámunkban közöljük. Szerk.)*

*

Az előadások után a felszólalásokra került sor. *Szőke László* a kutatási eredmények széleskörű egyesületi ismertetésének fontosságát hangsúlyozta. Az ilyen előadás sorozatok és viták, majd az ezt követően létrehozott bányász-kohász munkacsoportok tevékenysége új anyagok és technológiák alkalmazásához vezethet. Így például a bányászat megismerheti a nagy folyáshatárú hegeszthető szerkezeti acélok felhasználásának előnyeit, amelynek jelentős önköltségcsökkentő hatása is jelentkezne.



Lomniczi Dezső bejelentette, hogy a Fémkohászati Szakosztály keretén belül az elmúlt félévben megalakult a ritka- és nemesfém szakcsoport.

*

Ezután *dr. Gyulay Zoltán* elnök a határozati javaslatokat szavazásra bocsátotta, melyeket a Választmány egyhangúlag elfogadott.

Ezzel az ülés végetért.

*

Délután autóbuszokkal városnézés következett, majd a résztvevők az *Olympia* étteremben közös vacsorán vettek részt. A vacsorát *dr. Ormos Károly* vezetésével hangulatos szakestély követte, a régi hagyományok feleleventésével.

Másnap kora reggel a résztvevők csoportokra oszolva, egyéni kívánság szerint Zobák-akna, Kossuth-akna és a Szénmosó-mű tanulmányozására indultak.

A kultúrprogram keretében a siklósi vár és Harkány-fürdő megtekintésére került sor.

*

A Pécsett megrendezett választmányi ülés kétnapos programjának jó lebonyolításáért, a szívélyes vendéglátásért ezúton is köszönetet mondunk a *Mecseki Szénbányászati Tröszt* és a *Mecseki Ércbányászati Vállalat* vezetőinek.

A választmányi ülés határozatai

1. Egyesületi munkánk középpontjában Egyesületünk 75 éves, lapjaink 100 éves jubileuma szerepeljen.

2. A jubileum sikere érdekében bízza meg a Választmány az elnökséget a szükséges intézkedések megtételére ahhoz, hogy a jubileumi bizottság által kidolgozott és az elnökség által elfogadott program, a szükséges aktívák bevonásával, maradéktalanul és az Egyesületünk tekintélyének megfelelő színvonalon kerüljön lebonyolításra.

3. Egyidejűleg gondoskodni kell a szaklap-kiállításnak minden egyesületi hozzájárulás nélküli, amellett színvonalas lebonyolításáról is.

4. Előre meg kell szervezni, hogy a szerkesztő bizottságok a jubileumi kiadványaink széles körben való ismertetéséről gondoskodjanak

5. Munkabizottságaink programját úgy kell irányítani, hogy azok az új gazdasági mechanizmus szellemében végezzék a két vagy több szakosztályunkat, illetve társegyesületet érintő rendezvények szervezését és egyes témákban a javaslatok kidolgozását.

6. Az Oktatási Bizottság a miskolci „Kutatói ankét"-on elhangzottak szellemében vegye programjába a kutatási eredmények széleskörű megvitatását és szükség esetén a társegyesületekkel együttműködve, a tervezők és felhasználók bevonásával, az ipari bevezetést elősegítő tanfolyamok rendezését.

7. Hagyományaink ápolására az Érembizottság gondoskodjék egyesületi életünket és szakmáinkat méltóképpen kifejező érmeink újraveretéséről.

8. Közös összefogással biztosítani kell mielőbb a budapesti központban az Egyesület taglétszámának és aktivitásának megfelelő számú és nagyságú helyiséget.

9. A Bányászati Szakosztály és a Vaskohászati Szakosztály közös munkabizottság keretében vizsgálja meg a mecseki szénvagyonnak mind nagyobb mennyiségben hazai kohókoksz gyártásra való felhasználásának lehetőségeit.

10. Bízza meg a Választmány *Bóday Gábort*, Egyesületünk könyvtárosát, készítsen előterjesztést az elnökség felé könyvtárunk állapotának rendezéséről.

11. A Választmány — miután elfogadta az Érembizottság javaslatát a *Kerpely Antal*, *Sóltz Vilmos* és *Zsigmondy Vilmos* érmek alapításáról, — felkéri az Érembizottság vezetőjét, hogy mindhárom érem alapítólevél- és éremtervezetét terjessze be az elnökségnek.

Tájékoztató a szeptemberi jubileumi ünnepségek programjáról

Szeptember 12-én 9 órakor:

Plenáris jubileumi közgyűlés az Építők Rózsa Ferenc Székházának nagytermében (VII., Dózsa György u. 84.)

Műsor: 1. Elnöki megnyitó, üdvözlések.
2. *Dr. Gyulay Zoltán* ünnepi előadása: Az OMBKE szerepe a hazai bányászat és kohászat fejlődésében.
3. Kitüntetések átadása.
4. Elnöki zárszó.

Szeptember 12-én 19 órakor:

Fogadás az ünnepi közgyűlés külföldi vendégei tiszteletére a Hungária étteremben (VII., Lenin krt. 9—11.).

Szeptember 13-án 9 órakor:

Szakosztályok jubileumi ülései. Vaskohászati Szakosztály ülése az OMBKE előadótermében (Technika Háza, III. 310.) Előadók: *Dr. Kocsis József:* A magyar vaskohászat perspektívája és *Szele Mihály:* A magyar kohászat fejlődése a múltban.

Fémkohászati Szakosztály ülése a MAT Székház előadótermében (XIII., Pozsonyi út 86.). Előadók: *Dr. Dobos György:* A magyar timföldipari fejlesztés felszabadulás óta elért fontosabb eredményei és *Soltész István:* A Csepeli Fémmű helye és szerepe a magyar színesfémkohászatban.

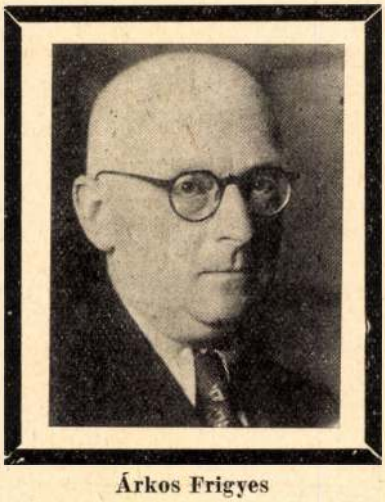
Öntödei Szakosztály ülése a Technika Háza vetítőtermében. Előadó: *Szász József:* Az Öntödei Szakosztály története.

Szeptember 14-én:

Üzemlátogató csoportos kirándulások vaskohász külföldi vendégek részére Dunaújvárosba, a fémkohászok részére Székesfehérvárra és Inotára, az öntészek részére Győrbe. (O)

ÁRKOS FRIGYES
(1897—1967)

Ez év május hó 13.-án befejezte munkás életét a magyar vaskohászat kimagasló egyénisége, az utolsó két évtized szakmai fejlődésének kétségtelenül egyik vezéralakja, *Árkos Frigyes* okl. kohómérnök. Búcsúztatásán részt vett a legfelső iparvezetés számos képviselője, a kohászati üzemek, a tervező és kutató intézmények, a tudományos egyesületek igen sok vezetője és munkatársa, a barátok és tisztelők nagy sokasága.



Árkos Frigyes

A magyar Felvidéken töltött gyermekkor, a selmecbányai gimnáziumi évek környezethatása szinte magától értetődően a kohászathoz vonzották *Árkos Frigyest*. Főiskolai tanulmányait — az első világháború katonai szolgálata okozta megszakítással — 1921-ben fejezte be s ezt követően mindjárt a *MÁVAG Diósgyőri vas- és acélgyárában* helyezkedett el. Egy ideig, az akkori mostoha foglalkoztatottsági viszonyoknak megfelelően fizikai munkát végző gyakornok, majd később különböző üzemekben üzemmérnök, üzemvezető, műszaki titkár, üzemszervező volt. A közel negyedszázados, változatos beosztású diósgyőri szolgálat jó iskola a maga választotta szakmáját szerető, kivételes szorgalommal, tudásvággyal megáldott fiatal mérnök számára a bőséges és sokoldalú ismeret- és tapasztalatgyűjtésre. Se szeri se száma azoknak az újításoknak, kisebb-nagyobb jelentőségű fejlesztési megoldásoknak, amelyekkel különösen a hengerművek munkamódszereit javította. De ebből, a feladatát helyesen átérző mérnökre általában jellemző tevékenységből is kimagaslik *Árkos Frigyes* széleskörű szervezési munkája, amellyel a gyár termelési adatfeldolgozását, a termelés programozását átállította az akkor legkorszerűbb Hollerith-rendszerre. Az eredményes szervezőkészség a későbbiekben egyre felfelé ívelő beosztásaiban is mindig jellemzője volt szakmai működésének.

A felszabadulást követően *Árkos Frigyest* berendelik az újonnan megalakult *Iparügyi Minisztériumba*, ahol a kohászati ipar háború utáni újraindításának, az új irányelvek szerinti bérpolitika gyökeres átállításának sok gondot okozó, nagy tapasztalatot, előrelátást, higgadt megfontolást igénylő problémáival kellett megbirkóznia.

1948 végén az új *Kohóipari Központ Műszaki Főosztályának* élére kerül. Az itt töltött két esztendejére esik a tervgazdálkodásra való átmenet megszervezése, a vaskohászat céltudatos fejlesztési irányelveinek kialakítása, amelyben *Árkos Frigyes* is oroszlánrészt vállalt. Közel húsz év távlatából megállapítható, hogy az akkor rögzített fejlesztési főirányok — gyárak profilirozása, új vasmű létesítése, nemesacélgyártás kifejlesztése, s.i.t. — ma is helytállóak s a fejlődés ezektől az elvektől eddig sem tért el lényegesen s nyilván a jövőben is ezeket fogja követni.

Az üzemi szolgálatban álló műszaki ember legszebb, de egyben legnehezebb feladatai közé tartozik új üzemek, üzemrészek beindítása. *Árkos Frigyesnek* az effajta munkából is bőven kijutott. 1951-ben reá bízzák a *Lőrinci Hengermű* kezdeti nehézségeinek leküzdését, aminek sikeres végrehajtása után 1953-ban a *Dunai Vasmű* főmérnöki posztjába kerül. A részben még épülő, majd sorjában beinduló hatalmas új üzemrészlegek szerteágazó, bonyolult műszaki, adminisztratív és szervezési problémái közepette biztos kézzel tartja a kormányrudat s a heterogén összetételű, össze nem szokott, az új berendezéseket olykor csak felületesen ismerő dolgozókat eréllyel és tapintattal, mindenekfelett pedig önfeláldozó példaadással mozgósítani tudja a nagy feladatok végrehajtására.

Aktív szolgálatának utolsó évtizedét a *KOHÉRT* igazgatói székébe töltötte. Egy hosszú és változatos életpálya gazdag tapasztalataival felvértezve, a vaskohászatnak ezt az értékesítő központját a felhasználók pontos ellátó szervezetévé fejlesztette.

1964. júl. 1.-én formailag nyugdíjba vonult, valójában az *Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság* kötelékében tovább dolgozott, most már igazán az egész hazai vaskohászat távlati fejlesztésének nagy koncepciót igénylő tervein. Majdnem 45 évig szinte törhetetlennek látszó munkakedvét csak a súlyos betegség tudta derékba szegni.

Pályafutásának ez a vázlatos ismertetése is arról tanúskodik, hogy *Árkos Frigyes* mindvégig kemény munkát és helytállást kívánó szakmai beosztásokban tevékenykedett. Éppen ezért meglepő, hogy emellett még a szakirodalom művelésére, valamint a többnyire idő- és munkaigényes társadalmi munkára is futotta energiájából. A Kohászati Lapokban mintegy 15 tanulmányt publikált a szervezési, a programozási kérdésekről, a hengerészet különböző témaköreiről, több cikket, pedig hazai úttörőként a folyamatos öntésről. Különösen szívéhez nőtt szaklapunk, melyet közel egy évtizedes főszerkesztői működése alatt mind szakmai színvonalában, mind nyelvezetében hazai műszaki szaklapjaink élvonalába juttatott. Ugyancsak szerkesztője volt a kohászati gyártmányok korszerű katalógusainak, aktív munkatársa volt számos szakbizottságnak, amelyeket az Országos Tervhivatal, a Kohó- és Gépipari Minisztérium különböző műszaki vagy szervezési kérdések megoldására életre hívott.

Igen vázlatos ez a kép, amelyet *Árkos Frigyes* dolgos életmunkájáról, jelentős eredményekben gazdag szakmai tevékenységéről itt el lehet mondani. Feltétlenül kiegészítendő azonban még a kép értékes emberi tulajdonságainak néhány jellemvonásával.

Puritán, hivalkodásmentes szereplés még a magas hivatali pozíciókban is; a selmeci hagyományokba gyökerező, mindig segíteni kész, őszinte kollegiálitás; a nehézségektől soha meg nem hátráló akaraterő; fanatikus szakszeretet, mely a csalódásokon és méltánytalanságokon is mindig úrrá tudott lenni, azok a tiszteletet kiváltó jellemvonások, amelyek egybeforrtak *Árkos Frigyes* kimagasló szakmai egyéniségével. Életében sok látható elismerést, munkaérdemrendeket, egyesületi emlékérmeket, kiváló dolgozó címeket kapott, biztosra vehető azonban, hogy ezeknél is többre értékelte azt az osztatlan megbecsülést, szeretetet, amellyel pályatársai egy életen át körülvették.

Emléke éppen úgy mint munkásságának maradandó értékei tovább élnek az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület évkönyveiben, méginkább pedig a bányász- és kohász társadalom őt túlélő és reá mindig szeretettel visszagondoló tagjaiban.

Szeless László

Terhelőerőtől független keménységi mérőszám és meghatározása

Dr. KÁLDOR MIHÁLY okl. kohómérnök, egyetemi tanár BÁRCZY PÁL okl. kohómérnök, tanársegéd
NME, Miskolc

DK 620.178.152.341

Bevezetés

Fémek és ötvözetek mechanikai vizsgálatai során gyakran kerül sor keménységmérésre. Az anyag keménységére nézve valamilyen mérőszámot fogadunk el jellemzőnek. Mint minden mérőszámtól, a keménységi értéktől is megkívánjuk, hogy összehasonlításokra alkalmas és reprodukálható legyen, továbbá, hogy a meghatározáshoz szükséges vizsgálat körülményeitől kevéssé függjön.

A használatos keménység-mérőszámok közül egyik sem felel meg a fenti követelményeknek. A különböző módszerekkel végzett keménységmérések eredményei ugyanis mind függenek a mérés körülményeitől, mégpedig elsősorban a deformációt okozó erő nagyságától. Ez a jelenség két okkal magyarázható:

a) heterogén szövetű próba esetében a különböző keménységű krisztallitok és a benyomódás méreteinek viszonya a döntő jelentőségű,

b) még homogén szövetű próba vizsgálatakor is a használatos keménységi mérőszámok definíciója.

Közismert tény, hogy a terhelőerő nagyságára legérzéketlenebb a Vickers-féle keménységmérés eredménye. A magyar szabvány szerint (MSZ 105, 12. lap) Vickers-keménységet 5 pondtól 100 pondig terjedő erőkkel, illetve 1 kp-tól 130 kp-ig terjedő erőkkel szokás meghatározni. A kis erőkkel meghatározottat mikrokeménységnek, a nagyobb erőkkel meghatározottat keménységnek, vagy megkülönböztetésül makrokeménységnek szokás nevezni.

Elterjedtek az olyan mérőberendezések is, amelyek 100 pond és 1000 pond között is mérni tudnak (félmakro-eljárások). Általában a meghatározható Vickers-keménység értékek nem függetlenek az alkalmazott terhelőerő nagyságától — tehát az anyag keménységét (amely nyilván nem függhet a mérőmódszertől) nem is adhatják meg helyesen.

A különböző nagyságrendű erők alkalmazásával meghatározott Vickers-keménység értékek között levő összefüggések vizsgálata már régen kutatási téma [1], [2], [3]. Megbízható összefüggés ismerete a következő előnyökkel járna:

a) magyarázható lenne a mikro- és a makrokeménység közötti — esetenként jelentős — eltérés, illetve átszámítási mód állana rendelkezésre;

b) kisméretű darabok esetében kis erővel meghatározható lenne a nagy erővel mérttel egyenértékű mérőszám;

c) definiálható lenne az alkalmazott erőtől nem függő mérőszám.

E dolgozat célja homogén anyagok esetében Vickers-féle gyémántgúlával, különböző erőkkel mért keménységi értékek közötti kapcsolat tisztázása és valamilyen erőtől független keménységi fogalom definiálása.

Az eredmények nyilván érvényesek heterogén anyagokra is, ha adott szemnagyság esetén bizonyos méretnél nagyobb benyomódásokat mérünk.

A keménység meghatározásának elve

A keménység jellemzésére a legtöbb módszer olyan konvencionális mérőszámot használ, amely a P nyomóerőnek és az általa egy szerszám segítségével létrehozott maradó nyom F felületének hányadosa:

$$H = \frac{P}{F}. \tag{1}$$

A deformációt okozó test jellege szerint (golyó, kúp, gúla) az egyenlet többféleképpen alakulhat. A Vickers-féle módszernél a deformációt okozó test 136° csúcsszögű, négyzetalapú gúla. E módszer nagy előnye, hogy a létrehozott nyom geometriai viszonyai egyszerűbbek, mint pl. golyóalakú nyomótest esetében, s egy szerszámmal is létrehozható az erő változtatásával különböző nagyságrendű, jól mérhető nyom. A gúla adataival az (1) egyenlet formája:

$$HV = \frac{P}{\frac{d^2}{2}\sin\frac{\alpha}{2}} = 1{,}8544\,\frac{P}{d^2}\ \text{kp/mm}^2, \tag{2}$$

ahol d a benyomódott idomnak a darab felületén mért átlója mm-ben,

P a nyomot létrehozó terhelés kp-ban kifejezve,

α a gúla csúcsszöge (136°).

P és d között a $P = ad^2$ [4] összefüggés lenne kívánatos, ebben az esetben ugyanis az egyenlet a

$$HV = 1{,}8544 \cdot a \tag{3}$$

alakot ölti, s mivel a ezekben az egyenletekben csak a vizsgált próba keménységétől függ, a mérőszám a terhelőerőtől független volna.

A valóságban az erő által létrehozott nyom mérete és az erő között a

$$P = a \cdot d^n \tag{4}$$

összefüggés áll fenn [5], ahol a konstans, n pedig az úgynevezett Meyer-exponens, amely általában nem egyenlő 2-vel. A (4) egyenlet figyelembevételével a (2) egyenlet végső alakja

$$HV = 1{,}8544 \cdot a d^{n-2} \tag{5}$$

lesz.

Ennek következtében a konvencionális keménység függ a terhelőerőtől, mégpedig annál nagyobb mértékben, minél nagyobb n—2 abszolút értéke, így a Vickers-keménység sem lehet egyértelmű anyagtulajdonságot kifejező mérőszám. Anyagjellemző egyértelműen csakis a terhelőerőtől független keménység lehet. Kézenfekvőnek tűnik az általunk bevezetett HN normálkeménység használata, melynek definíciója a következő:

$$HN = 1{,}8544\,\frac{P}{d^n} = 1{,}8544 \cdot a \tag{6}$$

A (4) egyenlettel összevetve nyilvánvaló, hogy HN független a terhelőerőtől. $n = 2$ esetén $HN = HV$, vö. a (3), illetve az (5) egyenlettel. Az esetek több-

ségében a HN keménység nem a terhelőerő és a nyomott felület hányadosa, s egyben dimenziója sem a megszokott, hanem kp/mm^n.

Fenti definíció bevezetésével elértük azt a célt, hogy keménységméréssel bármely anyagra meghatározhatunk két mérési körülményektől független jellemzőt. Az egyik jellemző a Meyer-exponens (n), a másik pedig a (6) szerint definiált keménység (HN).

Az anyagra jellemző számpár az n—HN síkon egy ponttal ábrázolható, amelynek helyzete a terhelőerőtől független.

Az ilyen elv alapján végzett meghatározás — tekintve, hogy két ismeretlent kell meghatározni — két különböző erővel elvégzett mérést követel meg. A többletmunkáért azonban a kapott mérőszám univerzális, független volta kárpótol. A számítást grafikus módszerünk, az úgynevezett durogram alkalmazása teljesen kiküszöböli.

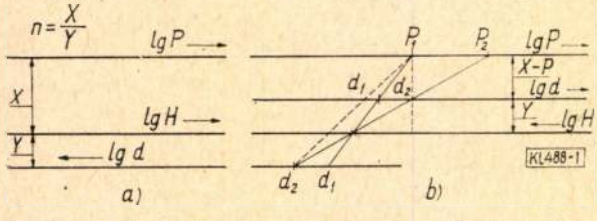
A durogram elve

A mérési adatok feldolgozása számítással is végezhető, grafikus módszerrel azonban a viszonyok lényegesen áttekinthetőbbé tehetők. A (6) egyenlet ugyanis logaritmikus alakban:

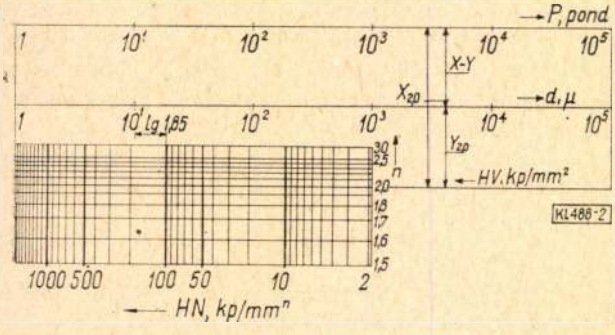
$$\lg HN = \lg 1{,}8544 + \lg P - n \lg d \qquad (7)$$

grafikusan egyszerűen megoldható. Ezt egyébként *Willing* a mikrodurogramjában [6] már ismertette.

A nomográfia szerint [7] három egymással párhuzamosan haladó egyenes felel meg a lg HN, a lg P és a lg d értékeinek *(1a ábra)*. A három egyenes közül a P-re és HN-re vonatkozónak iránya azonos, a d-re vonatkozóé ellentétes. A lg 1,8544-es tag lineáris eltolással vehető figyelembe, n értékét pedig az egyenesek egymástól mért távolságainak aránya határozza meg: $n = \frac{X}{Y}$. A három egymással párhuzamosan haladó egyenest metsző negyedik, a (7) egyenlet szerint összetartozó P, d és HN értékeket határoz meg.



1. ábra. a) A (7) egyenlet nomogramjának alakja, b) a (7) egyenlet módosított nomogramja



2. ábra. A gyakorlati célokra használható durogram

Ezt az elrendezést a lg d egyenesnek a lg HN egyenesre való tükrözése által az *1b ábra* szerint megváltoztatjuk. E tükrözés miatt a lg d és lg HN egyenesek irányítottsága megváltozik. Így jön létre a *2. ábrán* látható végleges durogram. Ebben az X—Y távolságot konstans értéken tartva, az

$$n = \frac{X}{Y} = \frac{\text{konstans} + Y}{Y} = \frac{\text{konstans}}{Y} + 1 \qquad (8)$$

áll elő, azaz az Y távolság változtatásával különböző n értékek ábrázolhatók. Az így létrejövő sík az előzőekben említett n—HN sík.

A durogram a következőképpen használható: két adott méréssel meghatározott P és d értékek pontjain keresztül egyeneseket húzunk. A két egyenes metszéspontjának két koordinátája az anyagra jellemző n és HN értéket adja meg. Ahol a különböző egyenesek az $n = 2$ egyenest metszik, a metsző pontok az anyagra jellemző konvencionális Vickers-keménységek. Az $n < 2$ esetében nagyobb terheléshez kisebb Vickers-keménység tartozik.

Gyakorlati használhatóság

Az előzőkben ismertetett keménységi értéknek akkor van létjogosultsága, ha az n érték a P terhelőerőtől független. Kísérleteink során nagyszámú homogén anyagon végeztünk keménységmérést, 10 pondtól 10^5 pondig terjedő terhelőerőkkel. A méréseket három, különböző értékhatár között dolgozó berendezésen végeztük. Egyik a 10—100 pond erővel dolgozó (Reichert-féle) mikrokeménységmérő, a másik a 300—10 000 pond közötti erők kifejtésére alkalmas Brivisor KL2, a harmadik a 10 000—100 000 pond közötti erő kifejtésére alkalmas Briviskop volt.

Méréseink során több homogén anyagra felvettük a Meyer-egyenest, s úgy találtuk, hogy az egyenestől való eltérés kisebb volt, mint a szubjektív mérési hibák. Egyébként kisebb terhelés közben ugyanerre az eredményre jutott *Schultze* és *Schimmer* [8] is.

Ez a tény a durogramban úgy jelentkezik, hogy a különböző erőértékekhez tartozó $P_1, P_2, \ldots$ pontokat a hozzájuk tartozó $d_1, d_2, \ldots$ pontokkal összekötő egyenesek az előbb említett n—HN síknak ugyanabba a pontjába futnak.

Az előbbiek igazolására bemutatjuk három anyagon elvégzett méréseink eredményét *(3. ábra)*. Az a egyenes kohóalumíniumra, a b 0,8% karbontartalmú ötvözetlen edzett acélra, a c ugyancsak 0,8% karbontartalmú és 1% krómtartalmú edzett acélra vonatkozik. Az alumíniumra vonatkozó egyenesen a 30 mikronnál kisebb nyomok esetében — *Bückle* [9] tapasztalataival megegyezően — olyan mértékű kitüremkedést észleltünk, amely csak irreális átmérőmérést tett lehetővé, s ezért ezeket a mérési adatokat nem vettük figyelembe.

A *4. ábrán* ugyanezeknek az anyagoknak a durogramját mutatjuk be. A 0,8% karbontartalmú edzett acélhoz feltüntettük a szerkesztés módját is (b). A megfelelő P és d értékeket összekötő egyenesek valóban egy pontban metszik egymást. A má-

1. táblázat

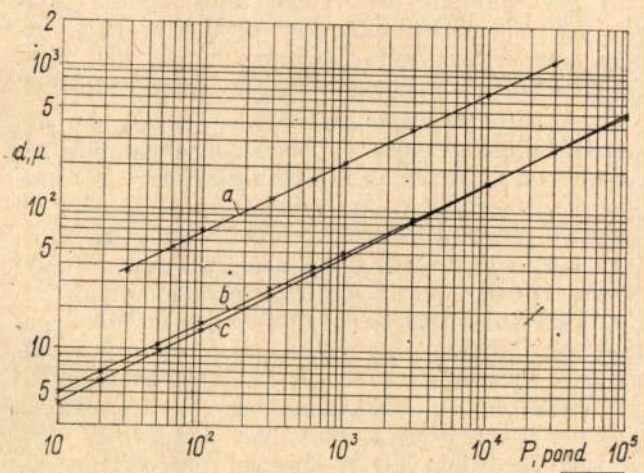
Durogramokból számított Vickers-keménységek

Anyag	HV, kp/mm²					n	HN kp/mm^n
	10 p	10^2 p	10^3 p	10^4 p	10^5 p		
	erővel mérve						
1	2	3	4	5	6	7	8
Alumínium (lágyított)	—	40,5	40,4	40,0	—	1,99	40,3
Ötvözetlen 0,8% C-tartalmú acél edzve	840	800	770	720	660	1,94	650
1% krómmal ötvözött, 0,8% C-tartalmú acél edzve	1120	970	850	730	640	1,88	630

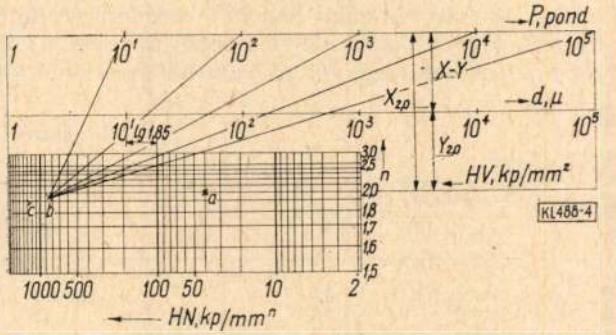
sik két anyagra már csak ezt a jellemző pontot adtuk meg (*a*, *c*).

Ezek az eredmények azt jelentik, hogy n értéke, valamint HN a terhelőerőtől független. A makro- és a mikrokeménység között tehát egyszerű összefüggések állnak fenn. A kis terhelésekkel meghatározott Vickers-keménység (mikrokeménység) annyiban nagyobb, illetve kisebb a szokásos, nagy terhelésekkel meghatározottaknál, amennyiben az n anyagjellemző kisebb, illetve nagyobb 2-nél.

Az *1. táblázatban* a *4a*, *b*, *c* durogramokból kiolvasható Vickers-keménységeket tüntettük fel. A 7. oszlopban az n-értékeket, a 8.-ban pedig a (6) egyenlettel meghatározott keménységi értéket mutatjuk be. Az értékekből jól látható, hogy az erő növekedtével a Vickers-keménység csökken. Figyelemre méltó az a tény, hogy kis erővel a krómos, nagy erővel mérve az ötvözetlen acél mutatkozik keményebbnek. Tehát a konvencionális keménységi mérőszám alapján még akkor sem jogos keményebbnek minősíteni egy anyagot, ha azonos erővel mért keménységi értékeket veszünk alapul.



3. ábra. A lg *P*—lg *d diagram és a Meyer-egyenes*
a) kohóalumínium, *b)* 0,8% C-tartalmú ötvözetlen acél, *c)* 0,8% C +1% Cr tartalmú acél



4. ábra. Mérési eredmények ábrázolása durogramban
a) kohóalumínium, *b)* 0,8% C-tartalmú ötvözetlen acél, *c)* 0,8% C+1% Cr tartalmú acél

Következtetések

Vizsgálatainkból kitűnik, hogy a szokásos Vickers-féle keménységmérés eredménye nem független a terhelőerőtől. Az eddig csak a mikrokeménységmérésben használatos n Meyer-kitevő egy-egy anyagra vonatkozóan igen tág határok között, 10—10^5 pond terheléstartományban állandónak, de 2-től eltérőnek mutatkozott.

Egy a terhelőerőtől valóban független új keménységi mérőszám, amelyet *normálkeménységnek* neveztünk el, a

$$HN = 1{,}8544 \frac{P}{d^n}$$

összefüggés szerint definiálható. A képletben d a Vickers-féle szúrószerszám által létrehozott négyzetalapú nyom átlója, P a terhelőerő, n pedig a Meyer-kitevő. Ha $n=2$, akkor a normálkeménység azonos a HV Vickers-keménységgel; egyébként azonban nem. Általában a dimenziója is eltér a kp/mm²-től: kp/mm^n.

A normálkeménységet két különböző terhelőerővel végzett Vickers-mérés eredményéből, grafikus úton, az úgynevezett durogram segítségével határozhatjuk meg. A durogram használata a szokásos Vickers-féle keménységi mérőszámok meghatározására is javasolható; ilyenkor $n=2$-t tételezünk fel.

IRODALOM

[1] *Braun:* Zeitschrift für Metallkunde 1955. Vol. 46, 499—503. old.
[2] *Schulze:* Microtechnik, Vol. 8. 1954. 13—26. old.
[3] *Spaeth:* Metalloberfläche Vol. 7, 1953. A39—A40.
[4] *Kick:* Das Gesetz der proportionalen Widerstände Arthur Felix Verlag, Leipzig, 1885.
[5] *Meyer:* Zeitschrift Ver. Dtsch. Ing. 1908. Vol. 52, 645—654, 740—748, 835—844. old.
[6] *Willing:* Radex Rundschau, 1958. Heft 6, 313—316. old.
[7] *Körwien:* Graphisches Rechnen. Fachbuchverlag GmbH, Leipzig, 1949.
[8] *Schultze—Schimmer:* Arch. f. das Eisenhüttenwesen, 1954. 337—339. old.
[9] *Bückle:* VDI Berichte, 1961. Düsseldorf, Nr. 41, 21—28. old.

Salétromsavas főzővizsgálat időtartamának rövidítése

VRABÉLY ERVIN vegyésztechnikus
KÖVAC Kutatólaboratórium

DK 669.14.018.84 : 620.193

A saválló acélok kristályközi korróziós hajlamának vizsgálatára alkalmas módszerek egyike a Huey-féle, 65%-os HNO_3-ban való főzés [1], ami a Szovjetunióban [2] és Amerikában [3] egyaránt szabványosított eljárás és a salétromsavas közegbe kerülő acél várható viselkedésére ad előzetes tájékoztatást. Minőségellenőrzésre a homogenizáló hőkezelés hatásosságának vizsgálatára és kutatási célokra egyaránt alkalmas. A kapott eredmények azonban az acél más közegben való viselkedésére, várható élettartamára semmiféle támpontot nem adnak.

Az ASTM a vizsgálathoz kétféle készüléket szabványosított. Az egyszerűbb a visszacsepegő hűtővel felszerelt üveglombik, amelyben a próbatestek összes felületének minden cm^2-ére 20 ml konc. (65%-os) salétromsav jut.

A többpróbás készülékben folyamatosan újra desztillált sav folyik a próbatestre, és így benne a korrózió termékei nem dúsulnak. Mivel az acél salétromsavban oldott alkotórészei, elsősorban a króm a korróziót gyorsítják, az ilyen készülékben a korrózió mindig lassúbb, mint a hűtős lombikban. A GOSZT [2] szabvány csak az egyszerűbb üvegkészüléket írja elő és ezt austenitesre homogenizált, vagy hegesztett próbák vizsgálatára egyaránt alkalmazza. A felhasználhatóság szempontjából még megengedett korróziósebességet 1,5 gramm/m^2·óra 1,65 mm/évben értékben maximálja.

A salétromsav vizsgálattal foglalkozó irodalom [4], [5], [6], [7] egyöntetű megállapítása, hogy a kapott eredmények nem hasonlíthatók össze minden további nélkül az egyéb, hasonló célú módszerek eredményeivel. A salétromsavas vizsgálatkor a kutatók +800—1300 mVH* [8], +750—950 mVH [9], +900—1300 mVH [10] elektródpotenciálokat mértek. *Schwenk* és *Ternes* [10] szerint +1200 mVH potenciál értékkel már homogenizált adagon is kimutatható a kristályközi korrózió.

Ennek a vizsgálatnak az a hátránya, hogy igen hosszadalmas, 5×48 óráig, tehát 10 napig tart. Ez még a sok művelettel készült gyártmányok átfutási idejéhez képest is igen hosszú idő. Vizsgálatunk célja éppen ezért az volt, hogy az idő jelentős csökkentésével a módszert rutinmunkára alkalmasabbá tegyük. További célunk volt, hogy a lerövidített idejű vizsgálat paramétereit meghatározzuk és a 48 órás vizsgálat eredményeivel párhuzamba állítva a kettő között határozott összefüggést keressünk.

A GOSZT 3×48, az ASTM 5×48 vagy helyette 1×48 és ezt követő 2×96 órát ír elő. Az ASTM a gyakorlott vizsgálóra bízza, hogy a vizsgálatot 3×48 óra után abbahagyja, ha a korrózió sebessége a három szakaszban lényegesen nem változik.

A kristályközi korrózió előrehaladásával — a szemcsekihullás miatt — az egyre növekvő korróziósebesség kristályközi korróziós hajlamra utal. A korrózió sebességét a korróziós termékek dúsulása is növeli. Ennek a figyelembe vételére nem alakult ki egységes állásfoglalás. Az ASTM 20 ml/cm^2 savat, a GOSZT 50 ml/próbatest savmennyiséget ír elő. A GOSZT próbatest nagyságát egy másik, ugyancsak kristályközi korróziót vizsgáló módszerhez adja meg (20×80 mm). Ha tehát párhuzamos vizsgálat céljából két 20×80 mm-es próbatestet főzünk 1000 ml-es lombikban 600 ml savban (ahogy ezt a szabvány is megengedi), az oldat mennyisége csak kb. 10 ml/cm^2. 50 ml/próbatest savmennyiség esetén pedig csupán 1,5 ml/cm^2 a fajlagos savmennyiség. Tehát a rövidebb vizsgálati idő és a sűrűbb oldatcsere által okozott együttes korrózióterméket csökkentő hatást kell vizsgálni a fajlagos savmennyiség figyelembevételével.

A sorozatvizsgálatot 65%-os HNO_3-ban atmoszférikus forrásponton, becsiszolt üvegdugós készülékben végeztük az *1. táblázatban* megadott összetételü acélokkal. Az acélokat az MSZ 4360-66 szabvány szerint jelöltük. A KO 37 a régi KOR 5-nek, a KO 35 a régi KOR 6-nak felel meg. Minden főzési szakasz után a próbatesteket lemostuk, alkohollal szárítottuk és négy hüvelykes pontossággal mértük. Minden alkalommal friss savat használtunk a további főzéshez. A próbatesteket 1050°C-ról vízben hűtve homogenizált egy, illetve két órás izzításokkal 650°C-on provokált állapotban vizsgáltuk. Az 5. jelű KO 37 lemezen mért súlyveszteségeket mm/év-re átszámítva a *2. táblázat* és az *1. ábra* mutatja. Egy órás provokálás után az 5×24 órás vizsgálat alatt a korrózió sebessége eléggé arányos a 48 órás vizsgálat hasonló összidejű eredményével. A provokálás idejét 2 órára növelve a korrózió jelentősen meggyorsult, amiből arra lehet kö-

* VH a normál hidrogén elektródra vonatkoztatott potenciál értéke.

1. táblázat

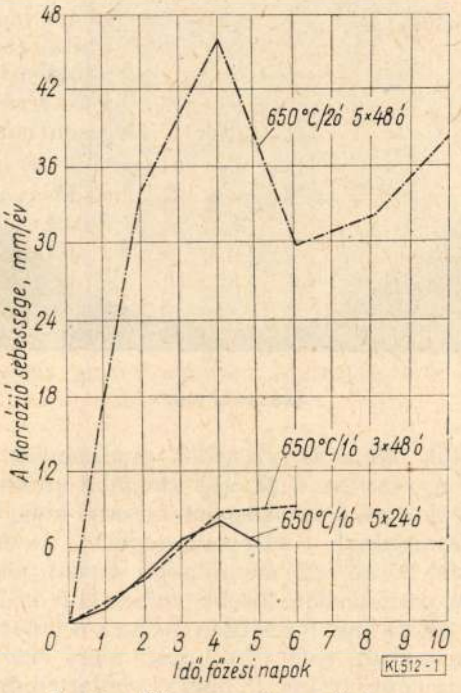
A kísérleti acélok adatai

Jelzés	Anyag	Elemzett összetétel, %						
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti
1.	KO 37 szalag	0,05	0,21	1,66	18,20	10,34	—	nyom.
2.	KO 35 szalag	0,09	0,44	1,66	19,60	20,40	2,04	0,40
3.	H 9 szalag	0,17	0,92	0,47	22,93	18,63	—	—
4.	KO 37 cső	0,04	0,43	1,59	19,32	10,10	—	—
5.	KO 37 lemez	0,08	nem elemeztük		18,37	9,97	—	0,40

2. táblázat

5. jelű KO 37 lemez korróziója a provokáló hőkezelés és vizsgálat idejének függvényében

Hőkezelés	Vizsgálat időtartama	A korrózió sebessége mm/év					Megjegyzés
		I.	II.	III.	IV.	V.	
650°C, 1 óra	5×24 óra	1,4	4,1	6,4	8,1	5,7	A 2 próba átlaga
650°C, 1 óra	3×48 óra	3,4	8,7	9,1	—	—	6 próba átlaga
650°C, 2 óra	5×48 óra	34,2	45,8	29,5	32,1	38,7	2 próba átlaga



1. ábra. Súlyveszteség mm/év-ben

vetkeztetni, hogy a krómkarbid 1 óra alatt csak részben vált ki. Ezért a továbbiakban már minden adagot 2 óra hosszat provokáltunk.

A KO 37, KO 35 és H 9 minőségű, hidegen hengerelt szalagból vágott, ezután homogenizált, illetve homogenizált és provokált próbatestek korróziós vizsgálatának az eredményeit a *3. táblázat* mutatja. A szokásos méretű, kb. 20×70—80 mm-es próbatesteket 8—10 ml/cm² HNO_3-ban főztük 5×48, illetve 5×24 órás szakaszokban. A súlycsökkenésből adódó értékeket mm/év-re számoltuk át. A KO 37 homogenizálva a *2. ábrán* provokálás után a *3. ábrán* látható, a H 9 szövetét a *4.* és *5. ábrán* mutatjuk be. Valamennyi 400×-os nagyítású. A homogenizált próbatestek (2., 4.,) ausztenitesek, kevés martenzittel, a provokált állapotú darabok (3., 5. ábra) szövetében az ausztenit kristályok határán jól felismerhető $Cr_{23}C_6$ is van. A felvételek Vilella-marószerben maratott csiszolatokról készültek.

Homogenizált állapotban a 24 és 48 órás vizsgálatok súlyveszteségei között lényeges eltérés nem mutatkozott. A provokált darabok eredményei a korrózióstermékek erős hatását mutatják. A KO 35 és a H 9 nagyon hajlamos a kristályközi korrózióra, és így a savban a korrózió termékei hamar feldúsúlnak. A korróziósebesség már a 24 órás vizsgálat első periódusában is eléri, ill. megközelíti a 48 órá-

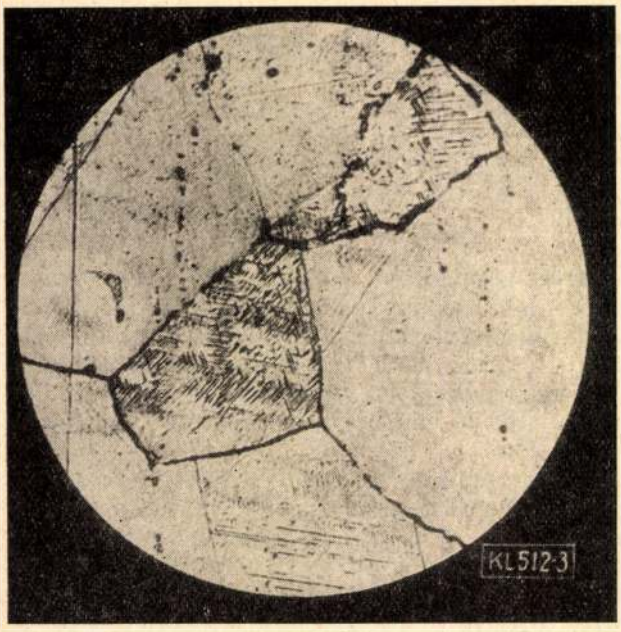


2. ábra. KO 37 homogenizálva, 400×, glic. királyvízben maratva

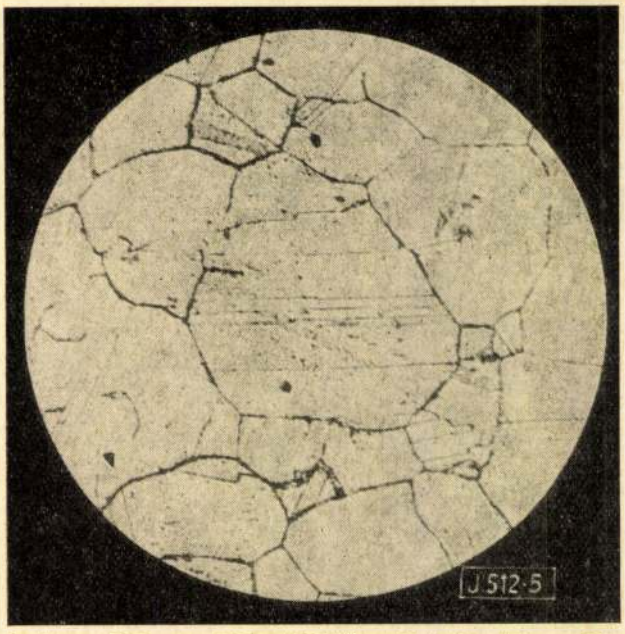
3. táblázat

5×24 és 5×48 órás vizsgálat eredményeinek összehasonlítása 65% HNO_3-ban való főzéskor

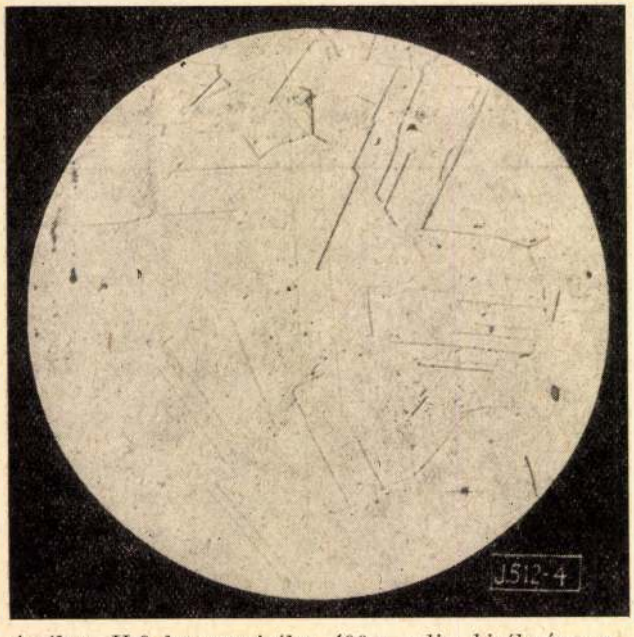
Jelzés	Anyag neve	Hőkezelés	5×48 óra, korróziósebesség, mm/év					5×24 óra, korróziósebesség, mm/év				
			I.	II.	III.	IV.	V.	I.	II.	III.	IV.	V.
1.	KO 37	1050°C	0,15	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,19	0,15	0,16	0,18
		1 óra	0,20	0,18	0,18	0,18	0,17	0,19	0,19	0,16	0,16	0,19
2.	KO 35	1050°C	0,27	0,30	0,32	—	—	0,24	0,26	0,26	—	—
		1 óra	0,26	0,28	0,30	—	—	0,28	0,24	0,25	—	—
3.	H 9	1050°C	0,21	0,27	0,46	—	—	0,22	0,30	0,36	—	—
		1 óra	0,20	0,22	0,33	—	—	0,25	0,26	0,31	—	—
4.	KO 37	650°C	0,30	1,34	4,15	8,30	13,80	0,23	0,36	0,45	1,02	1,78
		2 óra	0,31	1,21	3,84	7,73	12,45	0,32	0,65	1,17	1,92	3,45
2.	KO 35	650°C	64,50	Szétesett				63,90	134,00	—	—	—
		2 óra	71,00	Szétesett				63,00	135,2	—	—	—
3.	H 9	650°C	46,80	Szétesett				32,1	74,50	—	—	—
		2 óra	50,05	Szétesett				29,9	70,0	—	—	—



3. ábra. KO 37 provokálva 650°C-on 2 órát, 400×, glic. királyvíz, mar.



5. ábra. H 9 provokálva 650°C-on 2 órát, 400×, glic. királyvíz mar.

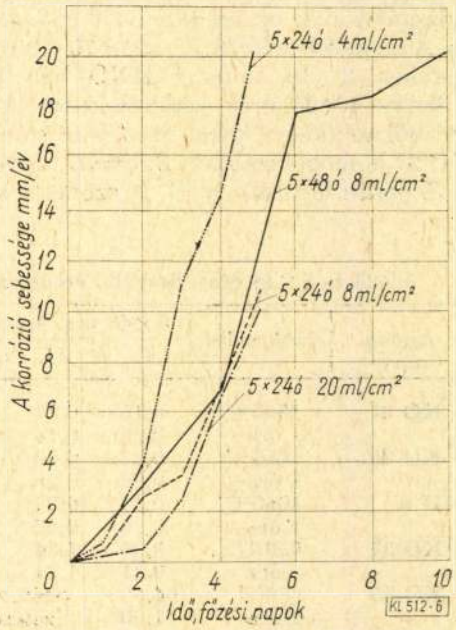


4. ábra. H 9 homogenizálva 400×, glic. királyvíz mar.

sét. A kristályközi korrózióra kevésbé érzékeny KO 37 24 órás értékei arányosak a 48 óra után mért értékekkel.

Ezután egy KO 37 minőségű csőből (1. táblázat 4. jelű acél) kivágott próbatesten végeztünk korróziós vizsgálatokat, amelyeknek eredményeit a *4. táblázat*, a provokált darabokét még külön a *6. ábra* mutatja. A próbadarabok különböző nagysága szerint változó fajlagos mennyiségű (4, 8, 20 ml/cm²) salétromsavban a korrózió termékei homogenizált próbatesteknél a csekély korrózió-sebesség miatt jelentősen nem dúsúlhatnak, ezért a 24 órás vizsgálat a 48 órásénak a felénél is kisebb értékeket mutatott. A provokált próbatestek korrózió-sebessége azonban a 4 ml/cm²-nyi salétromsavban az ötödik 24 órás periódusban felül is múlta az ötödik 48 órás vizsgálat eredményét. A 8 ml/cm²-nyi savban a 24 órás vizsgálat eredményei arányosak a 48 órás vizsgálat hasonló ideig főzött próbadarabjainak a súlyveszteségével. Az ASTM-ben előírt 20 ml/cm² mennyiségű savban pedig az első két periódusban kisebb volt a korrózió-sebesség, de 3×24 órás főzés után elérte a 8 ml/cm²-nyi salétromsavban való főzés után mért értékeket.

Valamennyi 24 és 48 órás vizsgálat eredménye alapján megállapítható, hogy — a korrózió jellegét nézve — a 24 órás vizsgálat is minden esetben kimutatta a korrózió-sebesség növekedő tendenciáját, nagyságrend tekintetében pedig elérte a 3×48 órás vizsgálat eredményét, amelyet a szovjet és amerikai szabvány is elegendőnek tart.



6. ábra. Provokált állapotú KO 37 saválló csőanyag korrózió-ja 65%-os forrásban levő HNO_3-ban

4. táblázat

KO 37 csőanyag 24 és 48 órás vizsgálata 65%-os HNO_3-ban

Hőkezelés	Vizsgálat időtartama, óra	HNO_3 ml/cm²	A korrózió sebessége, mm/év				
			I.	II.	III.	IV.	V.
Homogenizálva	5×48	8	0,50	0,52	0,56	0,75	0,98
			0,52	0,55	0,56	0,73	0,97
Homogenizálva	5×24	4	0,18	0,33	0,25	0,17	0,15
			0,19	0,33	0,25	0,18	0,15
Homogenizálva és 650°C-on 2 óráig provokálva	5×48	8	2,12	6,60	17,95	18,60	20,60
			2,30	7,00	17,50	18,40	19,85
Homogenizálva és 650°C-on 2 óráig provokálva	5×24	4	0,77	5,04	13,20	17,05	23,50
			0,65	3,00	9,45	12,70	18,45
Homogenizálva és 650°C-on 2 óráig provokálva	5×24	8	0,76	2,42	3,12	6,35	9,60
			0,80	3,36	4,09	7,56	12,28
Homogenizálva és 650°C-on 2 óráig provokálva	5×24	20	0,30	0,75	2,44	6,30	10,20
			0,31	0,78	2,86	7,05	9,75

A 24 órás vizsgálat még tisztábban értékelhető eredményeket is ad, mert ennyi idő alatt kevesebb lehetőség nyílik a korróziós termékek jelentősebb dúsulására, és így a korrózió sebességének megváltozására.

Ennek a hatásnak a kiküszöbölésére készült a már említett bonyolult, folyamatosan újradesztilláló készülék, de sokkal egyszerűbb a visszacsepegős hűtőben való főzés sűrűbb savcserével, ha — mint ez a fentiekben igazolódott — a Hueyvizsgálatból levonható következtetésekkel azonos és arányos eredményeket ad.

A rövidebb periódusok a gyakorlati felhasználás körülményeit is jobban megközelítik, mert a saválló acélból készült berendezésekben(csővezetékek, hőkicserélők stb.) a folyadékáramlás miatt aligha adódik alkalom a korrózió termékeinek jelentősebb helyi dúsulására.

A bemutatott, rövidített vizsgálat pontosabb reprodukálhatósága érdekében célszerű — a Hueypróbához képest — a következő változtatásokat bevezetni, illetve az alábbiakat szigorúan figyelembe venni:

1. A vizsgálat időtartama 5×24 óra:

2. A vizsgálóoldat 65%-os vegytiszta salétromsav:

3. Minden 24 órás főzést friss salétromsavban kell végezni:

4. A salétromsav mennyisége a próbatest felületének minden cm²-re számítva 20 ml legyen; Ezért célszerű 20×30 mm nagyságú próbatesteket készíteni (a sav mennyisége ekkor próbatestenként 240 ml):

5. Egy lombikban csak két — azonos állapotú — próbatestet főzzünk (párhuzamos vizsgálat).

IRODALOM

[1] *Huey:* Corrosion Tests for Research and Inspection of Alloys, Transactions, Am. Soc. Steel Treating. 18/1930/1126—1143. old.
[2] GOSZT 6032—58.
[3] ASTM 262—63.
[4] *Endström—Ljunberg:* Werkstoffe und Korrosion. 15/1964/743—754. old.
[5] *Schüller—Schwaab—Ternes:* Archiv für das Eisenhüttenwesen. 35/1964/659—666. old.
[6] *Schwaab—Schwenk—Ternes:* Werkstoffe und Korrosion. 16/1965/844—852. old.
[7] *Ternes—Schwenk:* Archiv für das Eisenhüttenwesen. 36/1965/99—106. old.
[8] *Schwenk—Schwaab:* Werkstoffe und Korrosion. 15/1964/621—631. old.
[9] *Streicher:* Corrosion. 20/1964/575—725. old.
[10] *Wilhelm—Schwenk—Ternes:* Archiv für das Eisenhüttenwesen. 36/1965/109—114. old.

Pályázati felhívás

A műszaki felsőoktatás két intézmény típusa, a műszaki egyetem és felsőfokú technikum (műszaki főiskola) között a szükséges kapcsolatok kialakításának meggyorsításához, elmélyítéséhez és tervszerűbbé tételéhez az illetékes szervek munkáján felül, hatékony társadalmi segítség is kívánatos. Ennek előmozdítására a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége a Művelődésügyi Minisztériummal közösen pályázatot hirdet az alábbi két témában:

1. A műszaki egyetemek és felsőfokú technikumok (műszaki főiskolák) kölcsönös hatása egymás jövőbeni fejlődésére.

2. A műszaki szakemberképzés érdekében milyen a hallgatóságot érintő új és hasznos intézkedések bevezetését teszi lehetővé a kétfajta műszaki felsőoktatási intézmény — műszaki egyetem és felsőfokú technikum (műszaki főiskola) létezése.

Pályadíjak témánként: I. díj 10 000 Ft, II. díj 6000 Ft, III. díj 3000 Ft.

A díjnyertes dolgozatokon felül hat további is megvételre kerül, összesen 9000 Ft értékben.

Pályázatot jeligésen kell benyújtani. Határidő: 1967. október 30.

A pályázati felhívásra vonatkozó részletes tájékoztatót az MTESZ Központi Oktatási Bizottságánál lehet igényelni (Budapest, V., Szabadság tér 17. Telefon: 120-316, vagy 113-250/192 mellék).

Budapest, 1967. május 21.

MTESZ Központi Oktatási Bizottság

Kromatográfia a kohászati elemzésben

KALMÁR ELEMÉR okl. vegyészmérnök
Dunai Vasmű

DK 669 : 543.544

A kromatográfia egyik legfontosabb szétválasztási módszerré fejlődött a vegyipar és az analitikai kémia területén. Kromatográfia gyűjtőnévvel általában azokat a folyamatokat jelöljük, melyekben a komponensek szétválasztása nagyfelületű álló fázis és azon áthaladó áramló fázis közötti megoszlás következtében megy végbe. A kromatográfiás eljárásokat a résztvevő fázisok halmazállapota és a megvalósítás módja szerint szokás csoportosítani.

A gázkromatográfiában a szétválasztás az áramló gázfázis és rögzített szilárd fázis közötti adszorpció következménye. Az adszorpció úgy jön létre, hogy a szilárd anyaggal érintkező gázmolekulák a szilárd anyag felületén összesűrűsödnek, megkötődnek. Ez a megkötődés a szilárd anyag felületi elemeinek erőtere következtében a részecskék közötti kölcsönhatással magyarázható. Az adszorpció a nyomás és hőmérséklet függvénye.

A gázkromatográfia alkalmazásában rejlő lehetőségeket hazánkban még viszonylag kevés helyen hasznosítják. Különösen így van ez a kohászati üzemek laboratóriumaiban. Ennek fő oka, hogy a külföldi készülékek beszerzése devizaproblémák miatt nehézkes, viszont a hazai készülékgyártás megindítása évek óta húzódik. Pedig a módszer gyorsasága, egyszerűsége sokkal szélesebb körű alkalmazást tenne indokolttá. Házilag készített kromatográffal a következő témák megoldására végeztünk kísérleteket, illetve a felsorolt eljárások többségét gyakorlatilag, üzemszerűen alkalmazzuk:

1. Vákuumextrakcióval kinyert gázok elemzése.
2. Acélok és ferroötvözetek hidrogéntartalmának kromatográfiás vizsgálata. Lerakódások adszorpciójának vizsgálata.
3. Nagyolvasztói torokgáz elemzése.
4. Kísérletek védőgáz elemzésére.
5. Lemezek csíkosságának vizsgálata.
6. Reve és oxidok vizsgálata.

Vákuumextrakcióval kinyert gázok elemzése

Ismeretes, hogy az acélok és más fémek tulajdonságait a bennük levő gázok már kis mennyiségben is jelentősen megváltoztatják. A fémekben levő gázok meghatározására általánosan elterjedt a vákuumextrakciós eljárás, melynek során zömmel H_2, N_2 és CO szabadul fel. E komponensek meghatározása nem kis nehézséget okoz, mivel a kinyert gázok összes mennyisége még viszonylag nagyobb próba esetén is általában 1 ml alatt van.

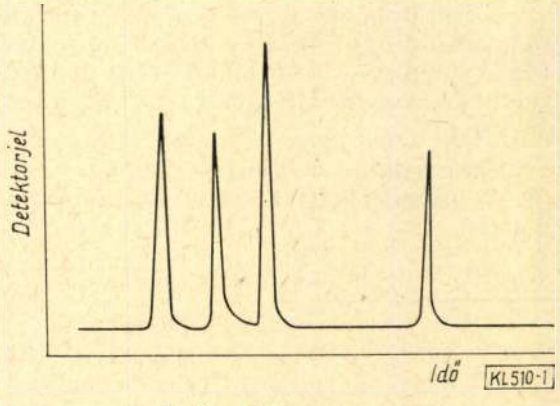
A vákuumextrakció során felszabaduló gázokat rendkívül kis nyomáson gyűjtik össze, ezért a kromatográfnak a berendezéshez való csatlakoztatása jelenti a legnagyobb nehézséget. Ezt a problémát a következőképpen oldottuk meg. A gázokat a McLeod manométerben gyűjtöttük. Megállapítottuk a gáz nyomását és térfogatát. A kromatográfhoz való csatlakozást a McLeod manométer kapillárisánál oldottuk meg. A kapilláris végére csapot helyeztünk és efölött helyeztük el az ún. tároló edénykét. Ez az edényke lényegében már a kromatográfhoz használt vivőgáz útjában van, tehát a benne tárolt gáz a tőle balra levő két csap elfordításával, vivőgázzal a kolonnára öblíthető. A meghatározás végén a tároló edényke vivőgázzal van töltve. Ennek eltávolítására szolgál a tároló edénykétől jobbra levő, csappal ellátott üvegcső, amely a berendezés vákuumos részéhez csatlakozik. A jobboldali csap nyitásával tehát vákuumot létesítünk az edénykében. A McLeod manométerben összegyűjtött gázt a kapilláris végén levő csap nyitása közben higany segítségével juttatjuk át a tároló edénybe.

Maga a kromatográf lényegében a Janák-típusú térfogatos detektálással működő rendszer egy változata. Ezt a detektálást egyszerűsége miatt választottuk. Választásunk helyességét alátámasztja az a tény, hogy közel két éves használat közben a kromatográf szinte a legkisebb hiba nélkül működik és a célnak teljesen megfelel.

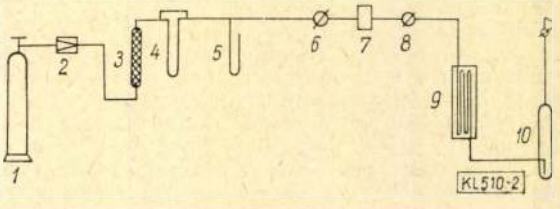
Az általunk összeállított CO_2 vivőgázas kromatográf *(2. ábra)* lényege, hogy az 50%-os KOH-t tartalmazó mérőbürettában a CO_2 elnyelődik, s így csak a kolonnából szétválasztva kijövő gázkomponensek jelennek meg a büretta felső mérőrészében.

A vákuumextrakciós berendezéshez csatlakozó kromatográf a *3. ábrán* látható.

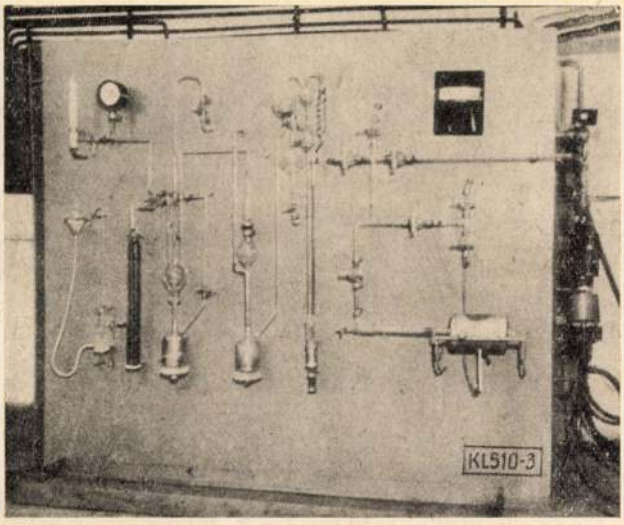
A kromatográf a kép bal oldali részén helyezkedik el. A kolonna spirálisan meghajtott üvegcső (kb. 3,5 m hosszú ∅ 6 mm) külső köpennyel ellátva. A kolonna tehát ultratermosztátból cirku-



1. ábra. Kromatogram



2. ábra. Saját készítésű kromatográf vázlatos rajza
1 CO_2 palack, *2* nyomáscsökkentő reduktor, *3* szárító, *4* differenciál manométer, *5* nyomásmérő manométer, *6—8* csapok, *7* mintatároló edény, *9* kolonna, *10* lúgos nyeletőbüretta



3. ábra. Vákuumextrakciós berendezéshez csatlakozó kromatográf

láltatott folyadékkal fűthető. Töltetnek NUXIT BO jelű aktív szenet használtunk (1000 m^2/g fajlagos felület). A kromatográfiás elemzés optimális körülményeinek megállapítására kísérleteket végeztünk, melynek során változtattuk a vivőgáz nyomását és a kolonna hőmérsékletét. Szervetlen gázokról lévén szó, a hőmérséklet hatása nem nagyon lényeges. A vivőgáz nyomásának változtatása egyébként is egyszerűbb és mint az eredményekből látható, a nyomás változtatásával szinte tetszés szerint gyorsítható a meghatározás. A nyomás függvényében kapott eredmények az *1. táblázatban* találhatók.

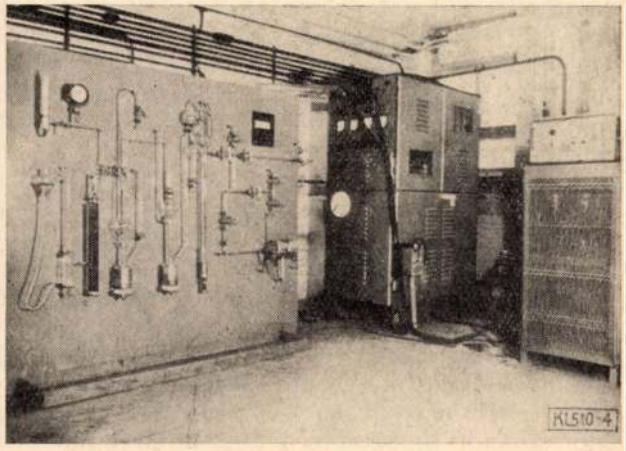
A kísérlethez kohógázt használtunk, s a bemérőcsapon juttattuk be a rendszerbe. A bemérőcsap térfogata 1,37 ml. A vizsgált gáz összetétele a következő volt:

$H_2 = 4{,}2\%$
$N_2 = 56{,}0\%$
$CO = 27{,}0\%$
$CO_2 = 12{,}8\%$

A CO_2-t a mérőbürettában levő lúg a vivőgázzal együtt elnyeli, tehát a CO_2 mennyisége csak közvetett úton, a bevitt és a bürettában felfogott gáz térfogatának különbségéből számolható. A táblázat adataiból megállapítható, hogy a gyors meghatározás és jó elválasztás szempontjából a legkedvezőbb vivőgáz-nyomás 0,8 atmoszféra. Ennél nagyobb nyomást csak akkor lehetne alkalmazni, ha nagyobb keresztmetszetű mérőbürettát alkalmaznánk, ami megakadályozza a buborékok torlódását. A kolonna méretének és a töltet szemcseméretének megváltoztatásával viszonylag kisebb nyomáson is gyorsabb elválasztás érhető el, de a meghatározás további gyorsítását nem tartottuk fontosnak. Az extrakció ideje (10 perc) alatt ugyanis bőven van idő a kromatográfiás elemzés elvégzésére, ami az említett optimális feltételek mellett csupán 6 percet vesz igénybe.

A kromatográffal kombinált teljes vákuumextrakciós berendezést a *4. ábrán* mutatjuk be. A fényképen jól látható a hidrogén meghatározására szolgáló mozgatható Marsh-kemence is. A vákuumrészhez csatlakozó kvarccső azonban nincs felszerelve.

A kromatográffal való kombinálás rendkívül nagy előnye a nagyobb pontosság mellett az, hogy a teljesítmény több mint kétszeresre emelkedett. Az acélokban levő oxigén meghatározásának teljes időszükséglete csupán 15 perc. Csőpostás próbaszállítás esetén a próbavételtől számított 20 perc



4. ábra. Kromatográffal kombinált vákuumextrakciós berendezés

1. táblázat

A vivőgáz nyomásának változtatására vonatkozó elemzési adatok

Vivőgáz nyomása, at	A komponensek megjelenési ideje a detektorban (perc)			A vizsgálat befejezésének ideje (perc)	Megjegyzés az elválasztással kapcsolatban
	H_2	N_2	CO		
0,3	7,0	17,0	25,0	29,0	A komponensek megkülönböztetése nem lehetséges
0,4	4,5	10,0	15,4	18,0	A komponensek szétválasztása nehéz, csak becslés lehetséges
0,5	3,1	6,4	10,0	11,7	Az elválasztás már észlelhető
0,6	3,0	6,0	8,0	9,0	Az elemzés jól elvégezhető
0,7	2,5	4,5	6,2	7,0	Jó az elválasztás
0,8	2,1	4,0	5,8	6,2	A gázkeverék jól elemezhető, az elválasztás éles
0,9	1,7	3,2	4,5	5,0	Az elválasztás éles, a buborékok kissé torlódnak a bürettában
1,0	1,5	2,8	4,0	4,5	Az elválasztás éles, buboréktorlódások észlelhetők

alatt az említett készülékkel oxigénelemzést lehet adni. A kromatográffal való pontos gázelemzés tette lehetővé számos olyan kérdés tisztázását (pl optimális extrahálási idő és hőmérséklet), amelyeket a korábbi rézoxid-kályhás — kifagyasztásos módszerrel nagyon nehéz lett volna egyértelműen megállapítani.

Acélok és ferroötvözetek hidrogéntartalmának vizsgálata.

Lerakódások adszorpciójának vizsgálata

A hidrogén vizsgálatát nem a magas hőmérsékletű indukciós kályhában végeztük, hanem külön erre a célra összeállított, ún. hidrogénkályhában. A fűtést szilitrudas Marsh-kemencével oldottuk meg, a hőmérséklet így 700—1200°C között tetszés szerint változtatható. Egyébként ez a kályha is a vákuumextrakciós berendezés szivattyú-rendszeréhez csatlakozik. A hidrogénmeghatározás egyéb problémáinak mellőzésével itt csak a kromatográfiás elemzés kérdéseit tárgyaljuk. A kromatográfiás módszer jelentőségét akkor értékelhetjük megfelelően, ha figyelembe vesszük, hogy sok helyen még ma is hidrogénre számolják a próbából felszabaduló összes gázt. Ennek helytelenségét a kromatográfiás mérések jól igazolják. A próba hidrogéntartalmától és a vizsgálat hőmérsékletétől függően az összegyűjtött gáz hidrogéntartalma rendkívül nagy mértékben ingadozik. A közepes hidrogéntartalmú mintákból 800—900°C körüli hőmérsékleten kivont gázok H_2-tartalma 50—60% között változik. Kis H_2-tartalom esetén, amikor a hidrogén relatív mennyisége kevesebb, 20% körüli H_2 értékeket is mértünk.

Az 1000°C-on végzett meghatározásokkal a Boudouard-egyensúlynak megfelelően csak CO-t tudtunk kimutatni a kromatográffal, míg a 600—800°C körül végzett vizsgálatok közben csak CO_2 volt jelen. A kromatográf felhasználásával sikerült a hidrogénvizsgálat optimális körülményeit kimérni. Az összgáz mérése alapján ilyen méréseket szinte lehetetlen elvégezni. Egyébként a meghatározás hőmérsékletét 900°C fölé emelni több okból sem szabad. Egyrészt a hidrogén kidiffundálása szempontjából nem jelent semmiféle előnyt, másrészt magasabb hőmérsékleten káros lerakódások jelentkeznek a hidrogénkályha hidegebb részén. Valószínű szublimációs folyamatok indulnak meg és a könnyebben illó komponensek a cső hideg részén lerakódnak. Ezek a lerakódások komoly hibaforrást jelentenek, mivel hidrogént adszorbeálnak és ezáltal kisebb hidrogén-értékeket okoznak.

Értékes mérési eredményeket kaptunk az elő- és végpróbák, valamint a lemezpróbák hidrogéntartalmának vizsgálatával. Megvizsgáltuk, hogy a lemezek pácolás közben mennyi hidrogént vesznek fel. Összehasonlító vizsgálatokat végeztünk a próbák nagysága és a hidrogéntartalom közötti összefüggés tisztázására. Vizsgáltuk a hidrogéntartalom csökkenését a próbák hosszabb idejű tárolása közben, valamint a nagyobb próbák felületi és belső rétegei között a hidrogéntartalomban mutatkozó különbségeket.

A tárolásra és a próba nagyságára vonatkozó értékes eredményeket a ferrotitán üzemi felhasználásával kapcsolatban hasznosítottuk. A ferrotitánnak ugyanis rendkívül nagy a hidrogéntartalma és pl. a saválló acélok gyártásakor nagy mennyiségben felhasznált FeTi a gyártott acél túlságosan nagy H_2-tartalmát okozhatja. Mértünk 40 ml/100 g hidrogéntartalmat is a ferrotitánban. Részletes vizsgálatsorozatot végeztünk a FeTi hidrogéntartalmának csökkentésére.

Különböző szemcseméretre tört és kb. 3 hónapig tárolt mintákat vizsgáltunk folyamatosan a tárolási idő előrehaladtával. Közben izzítási kísérleteket is végeztünk a hidrogén eltávolítása céljából. A részletes eredmények közlése nélkül csupán a legfontosabb következtetéseket ismertetjük. A kisebb szemcseméretű frakcióban nagyobb H_2-tartalmakat kaptunk már a törés pillanatában. Igazoltuk, hogy itt a fajlagos felület növekedésével együttjáró felületi adszorpcióról van szó, ami a H_2-tartalom növekedését idézi elő. A különböző fajlagos felületű frakciókat ugyanis az extrahálás után több napon keresztül újból és újból visszatettük a hidrogénkályhába és mindig a felülettől függő értékű hidrogén-tartalmat (vakérték) kaptunk. Más oldalú bizonyítékként még annyit, hogy amikor a mintát nem vettük ki a készülékből, hanem vákuum alatt tartva tároltuk, akkor a következő napon végzett vizsgálatkor a vakérték nulla volt. Mindezek figyelembevételével sikerült kimutatni, hogy a ferrotitán bizonyos mértékű aprítása és tárolása kedvező a hidrogén csökkentése szempontjából és feltétlenül előnyösebb így csökkenteni a hidrogéntartalmat, mint a költséges kiizzítással.

Torokgáz elemzése

A torokgáz elemzését korábban közismert Orsat-féle módszerrel végeztük. Ennek az eljárásnak a hiányosságai, nehézségei főleg a robbantó- vagy égetőpipetta használatával kapcsolatos teljes gázelemzésben mutatkoznak meg. A módszer lassú, a sok elnyeletés végzése kényelmetlen, a robbantással kapcsolatos műveletek veszélyesek, valamint az eredmények kiszámítása bonyolult. A felsorolt nehézségek kiküszöbölése, a gázelemzési munka meggyorsítása és nem utolsó sorban a pontos, megbízható eredmények biztosítása céljából a torokgáz elemzésére készítettünk egy másik kromatográfot. A készülék elvi felépítése teljesen megegyezik az acélok gáztartalmának meghatározására használt kromatográffal. Ez a készülék méreteiben kissé eltér az előzőtől, mivel a kohógáz elemzéséhez nagy mennyiségű gázminta áll rendelkezésre. A kolonna, a detektálásra szolgáló mérőbüretta és a bemérőcsap egyaránt nagyobb.

Ismert összetételű gázelegyekkel számos összehasonlító vizsgálatot végeztünk a régi és új módszer között. Az Orsat-készülékkel elemzett torokgázmintákat kromatográffal is megvizsgáltuk. (25 mintát elemeztünk meg.) A két módszer közötti átlagos eltérés a következő:

	absz. %	rel. %
CO_2	0,29	2,85
CO	0,37	1,45
H_2	0,22	5,8
N_2	0,34	0,56

A kromatográfiás módszer pontosságának megítélése céljából reprodukálhatósági vizsgálatokat végeztünk. Három kohógáz-mintát használtunk fel erre a célra és mindhármat 10-szer elemeztük egymás után kromatográffal. A vizsgálati eredményekből a következő standard deviáció-értékeket kaptuk:

	CO_2	CO	H_2	N_2
1. minta	0,32	0,13	0,08	0,34
2. minta	0,13	0,25	0,21	0,18
3. minta	0,14	0,13	0,12	0,18

A mérések számtani középérték körüli szórását kifejező standard (δ) deviációk (kis) értékei azt bizonyítják, hogy az eljárás jól használható gázelemzési feladatok megoldására, mert a reprodukálhatóság kitűnő.

Ezzel a készülékkel is kimértük a meghatározás optimális körülményeit, melynek során kiderült, hogy ennél a készüléknél is 0,8 at vivőgáz nyomás a legkedvezőbb. Ilyen feltételek mellett egy vizsgálat 7 perc alatt végezhető el.

Kísérletek védőgáz elemzésére

A védőgáz 2—3% hidrogén és 1,5—2,0% szénmonoxid mellett 95—96% körüli nitrogént tartalmaz. A védőgázt rendszerint kamragáz vagy földgáz léghiányos elégetésével állítják elő, s így néhány tized %-ban metánt is tartalmazhat. Nagyon sok védőgázt használnak fel a hideghengerművek harangmedencéiben a hőkezelésre berakott acéltekercsek oxidációjának meggátlására. Az előállító és felhasználó üzemekben egyaránt fontos a pontos gázelemzés, a megfelelő minőségű védőgáz biztosítása céljából.

Az Orsat-készülékkel itt sem problémamentes az elemzés. A CO-t ugyanis nyeletéssel, a H_2-t pedig égetőpipettában, égetéssel határozzuk meg. Az a tapasztalatunk, hogy a kis koncentrációban jelenlevő CO kuprokloridos nyeletése nem tökéletes, különösen ha a nyelető oldat nem friss. A hidrogén robbantása a kis koncentráció miatt ugyancsak nem lehetséges, ezért dolgoztunk égetőpipettával. A felsorolt hibalehetőségek következtében a CH_4 meghatározása is bizonytalan. Ezért van az, hogy amíg a kromatográffal metánt egyáltalán nem, vagy csak nyomokban tudunk kimutatni, addig az Orsat-készülékkel legtöbbször 0,2—0,3% körüli metánt is találunk.

Lemezek csíkosságának vizsgálata

A hidegen hengerelt lemezek üzemi problémája a csíkosság. Nyilvánvaló, hogy az ilyen csíkosság minőségrontó tényező és az üzem arra törekszik, hogy ezt a jelenséget megszüntesse. Tekercsekről lévén szó, a csíkosság rendszerint a technológiai folyamat végén, a tekercs lecsévélésekor látható és nehéz eldönteni, hogy melyik részfolyamat közben keletkezett. A tekercs a következő részfolyamatokon megy keresztül: pácolás, hengerlés, hőkezelés védőgázban, dresszírozás. Nem közömbös tehát annak megállapítása, hogy mi okozza a csík megjelenését, melyik technológiai folyamat során keletkezik. A probléma anyagvizsgálati vonatkozásainak tisztázásával igyekeztünk segítséget adni az üzemnek. A fekete csíkosodás származhat oxidoktól, lehet a hengerlési emulzióból ráégett olajréteg stb. Az oxidációt előidézheti a hőkezeléshez alkalmazott védőgáz oxigén-, vagy nedvességtartalma is, bár ennek ellentmond az a tapasztalat, hogy a tekercs szélein, ahol az anyag a védőgázzal leginkább érintkezik, nincs csíkosodás. Ugyanakkor a csíkok a tekercs közepén találhatók, ahol a szoros felcsévélés következtében a védőgázzal való érintkezés nagyon minimális lehet. Természetesen más jellegű vizsgálatokat is végeztünk, de itt csak a kromatográffal kapott eredményeket ismertetjük. Külön mintákat vágtunk ki a lemez csíkos részéből és külön a fekete csík melletti fényes felületből. Az így kapott mintákat vákuumextrakciós berendezéssel vizsgáltuk oxid-tartalomra és a kapott gázt kromatográffal elemeztük. A következő eredményeket kaptuk:

Csíkos minták O_2 tartalma %-ban	Sima minták O_2 tartalma %-ban
0,022	0,012
0,024	0,018
0,021	0,018
0,017	0,018
0,027	0,019
0,024	0,017
Átlag 0,023	0,017

Jól látható, hogy a csíkos részből származó minták átlagos oxigéntartalma nagyobb. A kétféle minta között lényegesebb eltérés nem volt várható, mivel ez a vizsgálat nem a felületi rétegre vonatkozott. A minták ugyanis a lemez teljes keresztmetszetéből származtak. Az előbbi adatok alapján feltételeztük, hogy a felületről származó „kaparék" vizsgálata közelebb visz a megoldáshoz. A lemezekről lekapart néhány tized mm réteg pasztillázásával szintén elvégeztük az oxigéntartalom meghatározását:

Csíkos felületről származó kaparék O_2 tart. (%)	Sima felületről származó kaparék O_2 tart. (%)
0,33	0,10
0,40	0,12

Ezek a minták már jóval nagyobb különbséget adtak az oxigéntartalomban. A hidrogéntartalom vizsgálata szintén arra enged következtetni, hogy a csíkos részek oxidos felületet jelentenek. A csíkos, oxigénben dúsabb felületű próbák H_2-tartalma ugyanis kisebb, mint a sima próbáké. A teljes keresztmetszetű próbák H_2-tartalma:

csíkos rész ..... 0,6 ml/100 g
sima rész ..... 1,3 ml/100 g

A kaparékok H_2-tartalma pedig:

csíkos részből származó kaparék ..... 17,0 ml/100 g
sima részből származó kaparék ..... 45,0 ml/100 g

A felületi rétegek nagy H_2-tartalma több tényezővel is magyarázható. A pácolás közben felvett hidrogén, a felületi kaparék nedvesség-adszorpciója és a lemez anyagába beszívódott olaj egyaránt növelheti a H_2 értékét. A vizsgálatok

előtt benzinnel és széntetrakloriddal lemostuk a lemez felületét. Az eredményekből arra lehet következtetni, hogy a csíkosodás valamilyen oxidtól, feltehetően vasoxidtól (FeO) származik. A szennyező réteg szervetlen eredetére mutat az a tény is, hogy szerves oldószerekkel nem, de sósavval átitatott vattával dörzsölve eltávolítható.

Reve és oxidok vizsgálata

Az előző fejezetben említett, a lemezekről származó kaparék lényegében szintén revetartalmú anyag volt, melynek vizsgálatát a minta pasztillázásával oldottuk meg. Készülékünkben az ilyen pasztillák vizsgálata könnyen elvégezhető, mivel a próbákat az olvasztótégelybe nem mágnes segítségével juttatjuk be. Amennyiben nagy oxigéntartalmú anyagot kell vizsgálni, a pasztillázás nem alkalmazható, mivel a pasztilla méretei nem csökkenthetők egy bizonyos méret alá. Ezért az ilyen anyagokhoz acélból készült, fedővel zárható kis hengerkéket készítettünk, s ebbe mérjük be a vizsgálandó anyagot. A henger oxigéntartalmát üres állapotban meghatározzuk és ezt a kapott értékből levonjuk. Ezzel a módszerrel elektrolitikus úton szeparált oxidzárványok oxigéntartalma, vagy különböző vegyületek oxidációs foka stb. vizsgálható. Nagyon sok esetben problémát okoz érceknél, salakoknál vagy a zárványok kémiai analízisénél, hogy a teljes analízis összege 100%-nál nagyobb. A legtöbb esetben az okozza a problémát, hogy valamely fémes komponens nem olyan vegyértékű alakban van jelen a vizsgált keverékben, mint amilyennel számolunk, s ezért adódik a nagyobb érték. Ilyen és ehhez hasonló problémák tisztázására rendkívül komoly segítséget nyújthat az említett módszer, melynek segítségével egy speciális oxid-katalizátor 5% körüli oxigéntartalmát is kielégítő pontossággal tudtuk megállapítani. Két párhuzamos mérés eredménye a következő volt: 4,8 és 5,1% oxigén.

Befejezés

Valamely analitikai eljárás valódi értékét általában az a tény mutatja meg, hogy a gyakorlatban milyen sikerrel alkalmazzák. Ezért helyeztünk súlyt a felsorolt témák gyakorlati hasznosítására. A kromatográfiás elemzés előnyeit bizonyítják: rendkívül kicsi üzembentartási költség, egyszerű kezelés, nagy teljesítőképesség stb. A kolonna mérete, elválasztóképessége a vizsgálandó anyagtól függően tetszés szerint változtatható. A vizsgálat elvégzésének ideje a vivőgáz nyomásának és a kolonna méreteinek módosításával szintén változtatható. Úgy gondoljuk, hogy az eddig végzett vizsgálataink megfelelő alapot jelentenek a további fejlesztés, a még szélesebb körű kohászati alkalmazáshoz.

IRODALOM

[1] *Lüth:* Arch. Eisenhüttenwes. 35. (1964) 1151. old.
[2] *Szepesi:* Gázkromatográfia (1963).
[3] *Pichler—Herlan:* Brennstoff-Chem. (1962) 43, 269. old.
[4] *Kaiser:* Z. analyt. Chem. (1962) Bd. 189. old.
[5] *Martin:* Analyt. Chemistry (1961) 33, 347. old.
[6] *Jentsch—Rödel:* Zeitschrift für Instrumentenkunde (1961) 6. 169. old.
[7] *Feichtinger—Bächtold:* Schweizer Archiv (1962) 3. 125. old.
[8] *Solbrig—Saffert:* Chem. Techn. (1964) 16, 745. old.
[9] *Runge:* Z. analyt. Chem. (1962) Bd. 189. 111. old.

Egyesületi hírek

Vaskohászati Szakosztályunk máj. 23-án vezetőségi ülést tartott, amelyet Claus Alajos szakosztályelnök vezetett.

Az ülésen első napirendi pontként *Réthy Károly* beszámolt az Unterwellenbornban (NDK) tartott nyersvasgyártási konferenciáról, amelyen három magyar küldött vett részt. A konferencián 26 előadás hangzott el az ércelőkészítés és nyersvasgyártás aktuális témáiról.

Ezt követően *Kovács László* tett előterjesztést az Anyagmozgatási munkabizottság újbóli megszervezésére, miután többszöri kísérlet után sem sikerült Budapesten a rendszeres munkát végző munkabizottságot megalakítani. A javaslatot a szakosztályvezetőség részletesen megvitatta és úgy határozott, hogy először minden helyi csoportunknál beszámolót kell erről a témáról tartani és azt követően kell az érdeklődő tagokból a munkabizottságot megszervezni.

Következő napirendi pontként *dr. Pőcze László* részletesen beszámolt a Balatonszéplakon tartott IV. Kohászati Anyagvizsgáló Napokról. (A beszámolót lapunkban részletesen közöljük.)

Végül foglalkozott a szakosztályvezetőség a jubileumi ünnepségek belföldi résztvevőinek problémájával és a korlátozott létszámlehetőségekre való tekintettel úgy határozott, hogy a vidéki csoporttitkárok állítsák össze az aktív munkát és az érdeklődést figyelembe véve, kik vesznek részt a jubileumi ünnepségen. (O)

*

Egyesületünk elnöksége jún. 15-én dr. Gyulay Zoltán elnök vezetésével elnökségi ülést tartott, amelyen *dr. Martos Ferenc, dr. Gagyi-Pálffy András, dr. Tarján Gusztáv, Szele Mihály* és *dr. Verő József alelnökök, dr. Pilter Pál* főtitkár, a szakosztályok elnökei és titkárai, *Heinrich József* főszerkesztő, *Szeless László* a jubileumi bizottság, *Éles László* az Érem-bizottság vezetője és *Csák Tibor* titkár vettek részt.

Szeless László a Jubileumi Bizottság vezetője részletes tájékoztatást adott a jubileumi előkészületek állásáról, (meghívókról, visszajelentkezésekről, társegyesületek vezetőségének meghívásáról, szakmai előadások helyzetéről, külföldiek részére tervezett programról stb.).

Ezt követően *Tamásy István* beszámolt a pécsi választmányi ülés lefolyásáról, valamint az Energiaigények gazdaságos kielégítése tárgyú konferenciáról. Majd *Tardy Pál* a Vaskohászati Szakosztály által rendezett három konferencia (IV. Anyagvizsgáló Napok, Mangánkonferencia, III. Kohászati Ipargazdasági Konferencia) lefolyásáról adott rövid tájékoztatást, *dr. Alliquander Ödön* pedig az algyői Szénhidrogén Konferenciáról számolt be.

Végül *Lomniczy Dezső* beszámolt a MTESZ új kiállítási csarnoka felett létesítendő új egyesületi helyiségek tervezésének állásáról és bejelentette, hogy az átépítés kb. 1968. szeptemberre fejezhető be. (O)

Beszámolók konferenciákról

IV. Kohászati Anyagvizsgáló Napok

A IV. Kohászati Anyagvizsgáló Napokat máj. 15—17-én rendezte Egyesületünk Balatonszéplakon a NIM és a Dunai Vasmű üdülőjében. Az immár rendszeresen megrendezésre kerülő konferencia iránt nagy érdeklődés nyilvánult meg. Különösen külföldről nem várt létszámú jelentkezés érkezett. A résztvevők létszáma 205 fő volt, ebből 54 külföldi. A két szekcióban 54 előadás hangzott el, ebből 20 külföldi szakemberek által tartott előadás volt.

A konferenciát *dr. Verő József* akadémikusnak a plenáris ülésen elhangzott „A folyáshatár növelésének kérdése a korszerű elmélet tükrében" c. előadása nyitotta meg. (Az előadás lapunk májusi számában — a konferenciával egyidőben — már megjelent.)

A *mechanikai és fémtani szekció* előadásai az acél- és alumíniumipar szinte valamennyi közvetlen gyakorlati jelentőségű anyagvizsgálat-jellegű problémakörét felölelték. Az előadások a következő témakörökkel foglalkoztak:

1. Fémek és ötvözetek újrakristályosodása

Dr. Káldor Mihály egyetemi tanár az újrakristályosodás elméleti kérdéseivel foglalkozott, *Havránek* és *Zitek* (CsSzK) a SiFe egy- és polikristályok szubszerkezetét és újrakristályosodását vizsgálta. *Kisfaludy Antal* öntött állapotú ötvözetek „spontán" rekrisztallizációját ismertette, *Iskander* (EAK) és *Tardy Pál* pedig kis olvadáspontú fémek újrakristályosodásának közvetlen megfigyeléséről számolt be.

2. Mechanikai anyagvizsgálat

Czoboly Ernő a körszelvényű szakítópróbatest alakváltozásának törvényszerűségeiről, *Bodrogai József* az egytengelyű feszültségállapotban meghatározott anyagjellemzők értékeléséről, *Bárczy Pál* és *dr. Káldor Mihály* pedig terhelőerőtől független keménységi mérőszám meghatározásáról tartott előadást.

3. Korszerű vizsgáló módszerek

Dr. Fuchs Erik a modern vizsgáló módszerek aktuális kérdéseiről, illetve az alkalmazás lehetőségeiről beszélt. *Neubauer Irén* a röntgendiffrakciós vonalprofil-analízis használatát mutatta be reális szerkezetű ötvözetek vizsgálatára.

Szekeres Ildikó és *Varga László* röntgendiffrakciós módszert alkalmaztak vékony huzalok húzási technológiájának ellenőrzésére. *Dr. Lubuska* (LNK) és *dr. Hegedüs Zoltán* fűthető kamrájú mikroszkópon végzett vizsgálatokról számolt be. *Tardy Pál* és *dr. Szombatfalvy Árpád* austenites acélok ferromágneses fázisainak mennyiségét és eloszlását vizsgálták mágneses mérésekkel és mágneses szuszpenzióval mikroszkópon. *Koch* (NSZK) összefoglaló előadásában ismertette a *dr. Förster* laboratórium mágneses és villamos elven működő berendezéseit. *Dr. Spies* (NDK) matematikai statisztikai módszert alkalmazott az acélok mikroszkópos zárványvizsgálatára.

4. Átalakulási és oldódási-kiválási folyamatok vizsgálata

Dr. Laux (NDK) a maradék austenit átalakulását dilatométeres módszerrel vizsgálta. *Riman* (CsSzK) a hőálló nikkelötvözetek szerkezetében ausforming hatására bekövetkező változásokról, *Krakszner* és *Nikolic* (Jugoszlávia) az ütőmunka és az alumíniumnitrid oldódása, illetve kiválása közötti kapcsolatról, *Magda Károly* pedig a GO acélok karbidkoagulációjának és oldódásának vizsgálatáról tartott előadást.

5. A kúszással kapcsolatos jelenségek vizsgálata

Dr. Szombatfalvy Árpád fizikai (mágneses és villamos) mérésekkel követte nyomon a kúszás folyamatát. *Eysymontt* (LNK) austenites acélokban hosszúidejű hevítés, illetve kúszás hatására végbemenő kiválási folyamatokat vizsgált, *Német Emil* pedig a krómmolibdén és krómmolibdénvanádium turbina acélok kúszás vizsgálatairól számolt be.

6. Alumínium és alumíniumötvözetek vizsgálata

Laár Tibor az alumíniumtuskók szerkezetének a feldolgozhatóságra gyakorolt hatásáról, *Csurbakova Tatjána* és *dr. Fuchs Erik* a folyamatosan öntött alumíniumtuskók homogenizálódási folyamatairól, *dr. Bernhardt* (NDK) az alumíniumötvözetekben lejátszódó kiválási folyamatokról, *Verő Balázs* pedig az AlMgSi ötvözetek nemesítéséről tartott előadást. *Sinay Gábor* az alumíniumötvözetek vizsgálatainak sajátos vonásairól beszélt.

A *kémiai szekció* keretében 27 előadás hangzott el, amelyek közül 11-et külföldi előadó tartott.

Az előadók jóformán a kohászati analitika egész területét felölelték. *Dr. Sajó István* új gyorselemzési eljárást — a közvetlen százalékban mérő termometriás elemzést — ismertetett, amely a kohászatban univerzálisan használható gyorselemzési eljárássá fejleszthető, és segítségével mind az alapanyagok, mind pedig a kész- és féltermékek egyaránt elemezhetők. Ezzel a témakörrel foglalkozott *Sipos Albertné* előadása is, aki a termometriás eljárás ércanalitikai alkalmazását ismertette.

Dr. Pőcze László az aktivációs analízis kohászati analitikai alkalmazására gyors eljárás kidolgozásáról számolt be, amellyel tűzállóanyagok Si- és Al-tartalma határozható meg.

Több kutató foglalkozott a nyomelemek meghatározásával, illetve azok elválasztásával. *Prof. Korolkov* (SzU) a germánium anioncserélő gyantán történő megkötődési körülményeit vizsgálta. *Wemme* (NDK) acélok szelén és tellúrtartalmának meghatározására kidolgozott eljárást ismertetett. *Répás Pál* előadásában az acélok nyomelemeinek elemzésénél alkalmazható elválasztásokról, valamint acélok B, Bi és Nb-tartalmának meghatározására kidolgozott eljárásról számolt be. *Klúg Ottó* a nagytisztaságú gallium és tellúr nyomszennyezőinek meghatározására és azok elválasztására használt és kidolgozott módszerekről tájékoztatott.

Az acélokban oldott gázok, valamint a nemfémes zárványok meghatározásának kérdéseivel egy teljes napon át foglalkoztak a kémiai szekció keretében megtartott előadások. *Dr. Mika József* prof. bevezető előadásában áttekintést nyújtott a fenti kérdés állásáról és kritikailag tárgyalta a jelenleg használatos eljárásokat és készüléktípusokat. *Dr. Heinzel* (Lichtenstein) a Balzers cég „Exhalograph" készülékének továbbfejlesztéséről számolt be. Eszerint minden olvasztás után gyors forgatással kiürítik a tégely tartalmát, és így a magas alumíniumtartalmú acélok oxigéntartalma, sőt cérium adalék alkalmazása esetén nitrogéntartalma is gyorsan és pontosan meghatározható. *Kovarik* (CsSzK) szintén ezzel a készülékkel végzett méréseit ismertette, mégpedig az egyes mintavételi eljárásokat tette vizsgálat tárgyává.

Zimmermann (NDK) és *Kalmár Elemér* — egymástól függetlenül — előadásaikban a gázkromatográfia kohászati alkalmazásával így pl. az oxigén meghatározásával és egyéb alkalmazásával foglalkoztak. *Oláh Károly* ismertette az általa és munkatársai által kidolgozott lángionizációs eljárást, amely alkalmas a vákuumextrakciós eljárással kapott CO mennyiségi meghatározására.

Dr. Kammel (NSZK) előadásában a ferrokróm nemfémes zárványainak mikroszondás vizsgálatával, valamint azok átolvasztással elérhető csökkentésével foglalkozott. *Prof. Skala* (CsSzK) a szulfidzárványok mikroszondás vizsgálatában szerzett tapasztalatokról számolt be.

Ujváry János előadásában a nagy krómtartalmú acélok oxidjainak izolálására kidolgozott eljárást ismertetett.

A színképelemzéssel foglalkozó előadások sorát *dr. Török Tibor* prof. előadása vezette be, amelyben ismer-

tette az eljárás kifejlődését az első spektroszkóptól a spektrométerekig. Egyben vázolta a színképelemzés jelenlegi helyzetét hazánkban és foglalkozott a tennivalókkal. *Gegus Ernő* előadásában a helyi mikroszínképelemzés problémáival foglalkozott, különös tekintettel a laser sugár ezen területen történő alkalmazhatóságára. *Paksy László* az oldatos színképelemző eljárás spektrométeres alkalmazásáról számolt be.

Edholm (USA) a röntgen emissziós és diffrakciós vizsgálatok vas és acélipari alkalmazási területét ismertette.

Bruder (Svájc) és *Eischer* (Ausztria) előadásaikban a spektrométerek kifejlesztésével, a legújabb típusú készülékek ismertetésével, valamint a velük elérhető gazdasági eredményekkel foglalkoztak.

Dr. Veres Sándor a vákuumspektrometriás salakelemzéssel szerzett tapasztalatokról, *Kovács Gyuláné* pedig a rézalapú ötvözetek spektrometriás elemzéséről számolt be.

A kohászati analitika más területével foglalkozott *Mayer* (CsSzK) előadása, aki a Hilger-gyártmányú „Carbanalyser" gyors szénmeghatározó készüléket és a vele szerzett tapasztalatokat ismertette.

Végül *dr. Bozsai Imre* a cianometrikus Ni meghatározás továbbfejlesztéséről számolt be.

A konferencia résztvevői között széleskörű tapasztalat- és véleménycsere alakult ki, mely az előadási időn kívül is személyes megbeszélések formájában folytatódott. A konferencián elhangzott beszámolók tükrözték az anyagvizsgálati és fémtani kutatások és vizsgáló módszerek jelenlegi állását és a fejlődés irányait.

A kultúrprogram keretében a külföldi résztvevők és a magyar előadók Tihany nevezetességeit tekintették meg.

Dr. Pőcze László

Mangánkonferencia Gyenesdiáson

Egyesületünk *máj. 29—31.* között *A mangánérc termelés, dúsítás, mangánötvözet gyártás és felhasználás kérdései* címmel konferenciát rendezett Gyenesdiáson, a Magnezitipari Művek üdülőjében. Célja az volt, hogy ismertesse és megvitassa a hazai mangánére komplex hasznosításának, továbbá a mangánötvözők gyártásának és felhasználásának problémáit.

A konferenciát, melyen kb. 100 magyar és 12 külföldi (csehszlovák, lengyel, jugoszláv, NDK) bányász és kohász szakember vett részt, *dr. Horváth János*, a KGM Vaskohászati Igazgatóság vezetője nyitotta meg. A megnyitó után a következő előadások hangzottak el:

1. Szandtner Arthur: A bakonyi mangánére bányászata és fizikai dúsítása,

2. Petrusz Árpád (Csehszlovákia): A kisovcesvabovcei mangánérc geológiája, termelése és feldolgozása,

3. Dr. Pilter Pál: Mangánérc felhasználás lehetőségei a kohászatban,

4. Fekete Sándor: A szegény magánércek hidrometallurgiai feldolgozására kikísérletezett úrkúti eljárás és annak várható gazdaságossága,

5. Holló Tiborné: Az úrkúti karbonátos mangánérc salétromsavas feltárása,

6. Dr. Pőcze László—Kalmár Elemér—Horváth Aurél: Az úrkúti karbonátos mangánérc feltárása szulfatizáló pörköléssel,

7. Sipos János: A lemezgyári páclé hasznosítása mangánvegyületek előállítására,

8. Dr. Fekete László: Elektrolitmangán előállítása az úrkúti karbonátos mangánércből,

9. Dr. Henszelmann Frigyes: Kísérletek műbarnakő előállítására,

10. Kovács Sándor: Mangánötvözők műszaki-gazdasági értékelése,

11. Dr. Horváth Dezső: Szilikomangán, ferromangán affiné és szüraffiné gyártási lehetőségei az úrkúti ércekből,

12. Éles László: Az elektrolitmangán alkalmazása az ötvözött acélgyártásban,

13. Dr. Varga Ferenc—Mocsi Árpád: Mangánnal ötvözött öntöttvas,

14. Dr. Nagy Endre: Előkísérletek Fe—Mn—Al alapú ausztenites ötvözetekkel,

15. Dr. Horváth Dezső: Bázikussági fok, valamint az elegy mangánhoz és vashoz kötött oxigén tartalmának befolyása ferromangán szüraffiné gyártásakor fellépő folyamatokban,

16. Bella Jenő: Az elektrolitmangán üzem tervezési problémái.

Az igen aktuális kérdésekkel foglalkozó előadásokhoz mintegy 20 hozzászólás hangzott el.

A zárszót *dr. Pilter Pál*, az OMBKE főtitkára tartotta.

A felvetődött problémákat a bányász és kohász szakemberek közösen vitatták meg, és itt is bebizonyosodott, hogy a népgazdaságilag fontos célkitűzéseink teljesítéséhez igen hasznos segítséget nyújt a hagyományos bányász-kohász összefogás. A konferencia végén a résztvevők a jövőbeni feladatokra vonatkozóan határozati javaslatot fogadtak el.

A konferencia anyagát külön kiadványban fogja megjelentetni a rendezőség.

Az egyik este a résztvevők igen jól sikerült szakestélyt tartottak.

Bódi Dezső

Közgazdász konferencia Balatonszéplakon

Jún. 5—7-ig tartotta meg Vaskohászati Szakosztályunk Kohóközgazdász szakcsoportja Balatonszéplakon a *III. Kohászati Ipargazdasági és Üzemszervezési konferenciáját*, amelyen belföldi résztvevők mellett a szomszédos baráti országoknak számos képviselője is részt vett. A konferenciát a KGM, a Vaskohászati Igazgatóság, a Vas- és Fémipari Dolgozók Szakszervezete és a Dunai Vasmű együttesen szervezte meg.

A megnyitó előadást *dr. Kocsis József* miniszterhelyettes, egyesületünk alelnöke tartotta. Előadásában kitért az új mechanizmusra való áttérés kapcsán a vaskohászatra háramló legfontosabb problémákra és bejelentette a kohászatban bekövetkező szervezeti változtatásokat. Nagy érdeklődést keltett a megszűnő Vaskohászati Igazgatóság helyett életre hívott Kohászati Egyesülés feladatkörének ismertetése, miután erről a szervezeti változásról itt értesültek széles körben a kohászatban dolgozó szakemberek.

A konferencia 4 szekcióban folytatta munkáját. Mindegyik szekcióban 3 előadás és ezekhez kapcsolódóan számos kiegészítő referátum hangzott el. Az előadások után széleskörű vita alakult ki, melynek kapcsán a kohászat különféle munkaterületén dolgozó szakemberek és a külföldi résztvevők az aktuális közgazdasági és szervezési problémákról informálták egymást, ismertették a jövőre vonatkozó terveket, továbbá megvitatták az egyes szervek képviselői által előterjesztett javaslatokat.

Amint a meghívóból is kitűnt, a konferencia teljes anyagát (előadásokat, referátumokat, hozzászólásokat és a konferencia munkájának összefoglaló értékelését) a Dunai Vasmű üzemi lapja fogja közölni. (O)

XVIII. bányászati és kohászati napok a Freibergi Bányászati Akadémián

Május 17-ére idén újból zászlódíszbe öltözve várta a hagyományos bányászati és kohászati napokra érkező küldötteket Freiberg, a kis szászországi bánya- és iskolaváros, ez a dombos-völgyes, macskaköves utcájú középkori település, melynek minden zuga a bányaipar emlékeit, az akadémiai oktatás és a zenekultúra történelmi múltját tükrözi. Érdekes módon ötvöződött a városkában a múlt és jelen: mindazok, akik Sopronban szerezték meg diplomájukat, úgy mozoghatnak a régi utcákon és régi épületekben, mintha otthon járnának; akik pedig Miskolcon végezték tanulmányaikat, az impozáns új akadémiai negyed dombra épült létesítményei között érzik magukat meghitten otthonos környezetben.

És meghitt otthonosságot jelent nekünk még az is, hogy az akadémiai napokra ugyanúgy megjelennek az NDK-ban és a határon túl, az NSZK-ban lakó öregdiákok, mint nálunk az Alma Mater emlékgyűlésein; mindez előre biztosítja a sikert és a látogatottságot.

Idén a népes magyar delegációt főként a szén- és olajbányászok, valamint geológusok képviselték, a kohászat színeiben mindössze négyen ékeskedtek, s így nem is jutott valamennyi kohászati szekcióra résztvevő. Az ünnepségek már 16-án délután megkezdődtek a *Tivoli Kultúrházban* tartott zenei műsorral és ünnepi beszéddel, melyet a programban meghirdetett *Lüdemann* professzor súlyos betegsége miatt a rektorhelyettes tartott meg (azóta *Lüdemann* professzor az egyik berlini kórházban már el is költözött az élők sorából).

Május 17-én délelőtt volt az ünnepségek megnyitása ugyancsak a *Tivoli Kultúrházban*. A zenei programot ezúttal is ünnepi beszédek egészítették ki, a megnyitó beszédet itt is a rektorhelyettes tartotta. A polgármester és az állami felsőoktatási megbízott üdvözlő szavai után a délelőtti ünnepségek végetértek. Az előadások délután három összevont reprezentatív előadással folytatódtak, s 18-án délelőtt kezdődtek meg tizenöt szekcióban a tulajdonképpeni szakmai előadások, melyek azután 19-én és 20-án délelőtti és délutáni ülésszakokkal folytatódtak.

Kohászati témájú előadásokat négy szekcióban, a fémkohászatban, fémtanban, öntészetben és képlékeny alakításban hallhattunk ; számos magyar előadás hangzott el fémkohászati és kémiai témában, öntészeti előadást *Pintér András* tartott az öntödék gépesítéséről és *dr. Kiss Ervin* a képlékeny alakítás témakörében a nagysebességű huzalhúzásról. *Valamennyi szekcióban összesen 245 előadás hangzott el*, ezekről külön-külön megemlékezni itt, csupán a nevek és címek közlésével is, lehetetlen. A szakmai színvonal felső szintű, a technikai felkészültség kifogástalan volt. A vetítőgépek, hangerősítők tökéletesen működtek, a termek elsötétítése sohasem mondta fel a szolgálatot. Az előadásokat élénk viták követték, ezek lebonyolításában a szekcióvezető professzorok kiváló érzékkel és nagy rutinnal vettek részt. Impozáns kiegészítése volt az előadásoknak a tanszékek felszerelésének bemutatása és a tanszéki munka ismertetése.

A szakmai és környékismereti kirándulások borsos kalkulációi azonban a részvételi kedvet erősen megcsappantották, s nem volt könnyű megérteni azt sem, miért nem engedélyezték az esti baráti összejöveteleken a hagyományos diáknóták éneklését.

Egyébként a rendezés ellen nem lehet panaszt emelni. Ennyi idegenből jött résztvevőt elhelyezni, gyorsan és jól élelmezni: nem kis gondot jelenthetett, de sikerült zavartalanul megoldani. A rendezőiroda nyújtott műszakban tartott szolgálatot, s a rendőrségi nyilvántartást is beleértve minden egy helyen működött, minden kívánságra megnyugtató elintézést adott. Egyedül a devizabeváltóhely hiányzott innen: reméljük, legközelebb nem fogja a résztvevőket az előadásoktól elvonni a város egyedüli pénzváltóhelyének felkeresése a szűkreszabott fogadóórák alatt.

Mindent egybevéve: sokat tanulhatunk rendezés vonatkozásában tőlük, de a freibergiek is tanulhatnak még tőlünk. A magyar delegáció tudásban és élményekben gazdagodva tért vissza hazánkba. (R)

Hőkezelési és anyagvizsgáló kongresszus Tbilisziben

A szovjet Összövetségi Tudományos Technikai Egyesület meghívására Egyesületünk megbízásából *Tardy Pál* okl. kohómérnök (Vasipari Kutató Intézet), *Vas Iván* okl. gépészmérnök (Gépipari Technológiai Intézet) *máj. 21—27.* közt részt vettek a *Tbilisziben* megtartott hőkezelési és anyagvizsgálati kongresszuson. A kongresszust a Nagy Októberi Szocialista Forradalom 50. évfordulójának tiszteletére rendezték és célul tűzték ki a szovjet tudomány és ipar utóbbi évtizedében elért eredményeinek ismertetését a fenti tudományágakban. A kongresszuson mintegy 50 előadás hangzott el. A kongresszuson a magyar küldötteken kívül még a csehszlovák (4 fő), NDK (3), koreai (2), lengyel (2) és bolgár (2) résztvevők is jelen voltak.

Szovjet részről mintegy 300 fő vett részt. *Tardy Pál* által Ferromágneses fázisok vizsgálata címmel tartott előadáson kívül a külföldiek közül *Gyembalszkij* a lengyel IMP igazgatóhelyettese a folyékony közegben történő alitálásról, *Micsev* a bolgár CNYIITMAS igazgatója, a termomechanikus kezelésről, *Mainka* az NDK ZIF tudományos munkatársa az indukciós összfogedzésről, és *Fábián* a ZIF osztályvezetője központi hőkezelő üzemek létesítéséről tartott előadást. A szovjet szakemberek által tartott előadások a következő főbb témakörök köré csoportosultak:

Az acélok átalakulása hevítés és lehűtés folyamán. Diffuzió reális kristályokban. Fémek és ötvözetek újra kristályosodása. Acélok termomechanikus kezelése. Acélok kemotermikus kezelése. Nagy hőmérsékletű mikroszkópia, és Rozsdamentes acélok.

Különösen nagy figyelmet szenteltek a konferencián a termomechanikus, és vegyitermikus kezelésnek, és határozatban rögzítették ezek fejlesztésének fontosságát.

A konferencián résztvettek a szovjet hőkezelés és anyagvizsgálat tudomány legnevesebb képviselői, úgymint: *Tavadze, Szadovszkij, Bernstein, Ivanova, Lahtyin, Golovin, Lozinszki, Guljajev, Sapiró* stb.

A konferencia legnagyobb érdeklődéssel kísért előadásai véleményünk szerint a következők voltak:

Laptyev: A gép-alkatrészek élettartamának befolyása a szovjet gépipar anyagmérlegére.

Szadovszkij: Átalakulás az acélban melegítéskor.

Gorelik: Rekrisztallizáció fémekben és ötvözetekben.

Bernstein és szerzőtársai: Acélok szilárdságnövekedése termomechanikus kezelésnél.

Ivanova: A termomechanikus kezelés alapjai.

Lahtyin és szerzőtársai: A vegyi-termikus kezelés korszerű technológiája.

Golovin: A nagyfrekvenciás hevítés alkalmazásának lehetőségei és perspektívája a hőkezelésben.

Guljajev: Szerkezeti acélok ötvözése.

Guljajev: Beszámoló a Metallovegyenyija i Termiceszkaja Obrabotka című folyóirat szerkesztőbizottságának munkájáról.

A résztvevők megismerkedhettek a grúz főváros, Tbiliszi és környéke történelmi nevezetességeivel és természeti szépségeivel. A fogadtatás és vendéglátás rendkívül barátságos légkörben zajlott le.

Módunk volt a konferencia során megismerkedni az egyes szakterületeken működő legkiválóbb szovjet szakemberekkel. Tudomást szereztünk arról, hogy 1968. májusában a kritikus pontok felfedezésének 100. évfordulója alkalmából hasonló tárgyú konferencia kerül lebonyolításra. Ezen magyar szakemberek részvétele feltétlenül célszerűnek látszik. A konferencia Moszkvában lesz.

Tardy Pál—Vas Iván

Szovjet tudomány-technika hónapja

1967. szeptember 1–24.

Az illetékes szovjet és magyar szervek megállapodásai alapján, a Nagy Októberi Szocialista Forradalom 50. évfordulója alkalmából, 1967. évi szeptember hó 1. és 24. között mutatják be a szovjet tudomány és technika 50 éves fejlődését a Budapesti Nemzetközi Vásár központi főterén és a környezetében levő nyolc pavilonban. Csupán a fedett terület nagysága megközelíti a 10 000 négyzetmétert.

A Szovjetunió tudományos-műszaki eredményei elnevezésű kiállításon a szovjet tudomány és technika legújabb eredményeivel, a fejlődés fő irányaival és szakaszaival ismerkedhetnek meg a látogatók. Bemutatják ezenkívül azt is, hogyan lett a tudomány a szovjet állam fél évszázados fennállása alatt a társadalom közvetlen termelőereje. A kiállítás közérthetően, áttekintő rendszerben foglalja össze a lényeges és közérdekű ismereteket.

A kiállítás főbb témakörei az alábbiak:

A tudomány fejlődése a Szovjetunióban,

A Szovjetunió anyagi tartalékai,

— *a föld és annak kincsei,*
— *tengerek és óceánok,*
— *új anyagok,*
— *a SZU energetikájának fejlődése.*

A természeti erők meghódításának új útjai,

— *kvantum elektronika.*
— *az atommag fizikája,*

Ember a világűrben,

— *fejlődés 100 év múlva,*
— *szovjet űrrepülések,*
— *az űr sokoldalú feltárása.*

Ilyen méretű kiállítást, amely ennyire átfogóan összegezné a szovjet tudomány és technika fejlődését, eddig még sehol sem rendeztek.

A hónap alatt 30 szovjet tudós jön hazánkba és a tudomány és technika ágaiból műszaki tudományos előadásokat tartanak. Az előadások magyar nyelven jegyzetek alakjában is megjelennek. A Szovjetunióból 30 műszaki tudományos film is érkezik, melyek *„Szovjet műszaki filmnapok"* keretében Budapesten és vidéki városokban — magyar szinkron hanggal — kerülnek levetítésre.

Az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság elnökének vezetésével az MTESZ, a Kulturális Kapcsolatok Intézete, a Kohó- és Gépipari Minisztérium Műszaki Tudományos Tájékoztató Intézete és a Magyar Vásár- és Kiállításrendező Iroda szakemberei vezetik ezt az előkészítést. A Szovjetunió részéről a Tudományos Akadémia, a Szovjetunió Minisztertanácsa mellett működő tudományos és műszaki állandó Bizottság, a tudósok központi tanácsa, a Szovjetunió szinte valamennyi ipari és mezőgazdasági jellegű minisztériuma, az össz-szövetségi műszaki tudományos társulat, az atomenergia-felhasználási állami bizottság s még sok más tudományos egyesület és főhatóság készíti elő a kiállítás anyagait.

Szabványosítási hírek

Jóváhagyott új szabványok:

MSZ 2898—67 (Az MSZ 2898—52 és 2899—52 helyett) *Varrat nélküli hidegenvont acélcsövek*
A szabvány a vonatkozó KGST ajánlásokkal és ISO ajánlással összhangban készült, azzal a különbséggel, hogy a szabványban a csőfelületre vonatkozó előírások, a lágyított csövekre vonatkozó tűrések, és a csövek osztályozása jobban részletezett. A régi szabványokkal szemben új, hogy a szabványos pontosságú hidegen vont csöveket is felöleli, melyek eddig nem voltak szabványosítva.

MSZ 4217—67 (Az MSZ 4217—63 helyett)
Hidegen hengerelt rugó- és szerszámacélszalag
A szabvány előző kiadásával szemben megváltoztak az MSZ 4354 szerinti ötvözetlen szerszámacélból és az MSZ 2666 szerinti rugóacélból gyártott szalagok anyagminőségi választéka és mechanikai előírásai, továbbá kiegészült a nemesített rugóacélszalagok választéka egy 190—240 kp/mm² szakítószilárdságú minőséggel. A méretválaszték kibővült 300 mm szélességig és 2,5 mm vastagságig.

MSZ 17775—67 (Az MSZ 17775—60 helyett) *Acélnyersvas*
A szabvány az Si-tartalom alapján minősített két alapminőséget (Ny 1 és Ny 2) tartalmaz, mely az Mn- és P-tartalom függvényében két, az S-tartalom függvényében pedig négy csoportra oszlik. A szabvány KGST ajánlás alapján készült.

Hozzászólásra kiadott új szabványtervezetek:

MSZ 760 T (Az MSZ 733—51, 734—51, 736—52, 760—51, 8285—58, 8286—58, 12358—52, 12359—52, 12361—52, 12362—52, 12363—52 és 19714—56 helyett) *Réz- és rézötvözetek. Általános műszaki előírások*
A szabványtervezet a rézből, ón- és alumíniumbronzból, valamint sárgarézből készült sajtolt és húzott csövek felületminőségi, általános alaki, csomagolási, szállítási és tárolási előírásaira vonatkozik.

Műszaki és gazdasági hírek

A Pieper Gépgyár Nyugat-Németországban egy nagyteljesítményű *szalaghasító* és *tekercselő berendezést* gyártott, mely 0,18—3,0 mm vastag, 1500 mm széles hidegenhengerelt szalagok 300 m/perc sebességgel végzett feldolgozására alkalmas. A berendezéshez *felületolajozó automata* is tartozik, mely a szalag alsó és felső felületére beállítható vastagságú olajréteget visz fel, ezáltal a fölösleges olaj nem csurog ki utólag a feltekercselt szalag menetei közül. (R)

St. u. E. 1967. 6.

*

Egy kölni műszergyár *roncsolásmentes csővizsgáló berendezést* gyártott 35—120 mm külső átmérőjű csövek 10—40 m/perc sebességgel végzett vizsgálatára. A műszeren a csövek körforgás nélkül haladnak át, viszont a vizsgálófejek végeznek 2100/perc fordulatszámmal forgást a cső körül. (R)

St. u. E. 1967. 6.

*

Az NDK-ban, Frankfurt a.d. Oderben levő Keleti Vaskohászati Kombinátban idén helyezik üzembe a mélyhúzó minőségű finomlemezek hengerlésére szánt *hideghengerművet*, mely még dinamólemezek és hegesztett csövek abroncsát is fogja hengerelni. A kohómű hat nagyolvasztójának évi termelése 1,5 millió t nyersvas, az NDK nyersvastermelésének 60%-a. Az új létesítményekkel 1970 után a kombinát évi nyersvastermelése 1,6 millió t nyersvasra, 700 ezer t melegen és 500 ezer t hidegen hengerelt termékre fog emelkedni. (R)

St. u. E. 1967. 6.

*

A kapitalista államok *Ni-fogyasztása* 1966-ban csúcsértéket ért el 376 500 t-ával, ami 31 800 t-ával volt több, mint 1965-ben. A felhasznált összmennyiségből egyedül az International Nickel 226 900 tonnát szállított. (R)

St. u. E. 1967. 6.

*

Japánban, a Fuji Acélmű leányvállalatában, a Tokai kohóműben egy MESTA típusú ötállványos *folytatólagos hidegszalaghengermű* építését kezdték meg, mely a vállalat eddigi finomlemeztermelését évi 110 ezer t-ára fogja növelni. A hengerműben 0,3—3,2 mm vastag és 700—1600 mm széles szalagokat fognak hengerelni és 40 t legnagyobb súlyú melegenhengerelt abroncs-tekercseket lehet majd betáplálni. A hengersort pácoló-, tisztító, lágyító-nemesítő és hasítóberendezések fogják kiegészíteni. (R)

St. u. E. 1967. 6.

*

A japán Yawata vasmű tobatai hengerművében üzembehelyezték az *új hidegszalaghengersort*, mely 16 t súlyú abroncsokat tud pácolás után max. 7 mm vastag és 1,90 m széles lemezekké hengerelni. A hengermű havi teljesítménye 25 ezer t, hengerlési sebessége pedig 150 m/perc. (R)

St. u. E. 1967. 6.

*

Az Egyesült Államok United States Steel vállalata 0,025 mm vastag *acélfólia* üzemszerű gyártásával új termékkel jelentkezett az acélpiacon. (R)

St. u. E. 1967. 6.

*

A Kaiser Steel (USA) háromállványos kvartó hengersorán 0,09 mm vastag *ónozott lemezeket* kezdtek el hengerelni. (R)

St. u. E. 1967. 6.

*

Az Amerikai Egyesült Államokban a belvízi szállítási útvonalaknak nagy szerep jut az *ömlesztett tömegáruk szállításában*. Az Atlanti Óceán partvidékén kiképzett „parton belüli víziút" védett lehetőségeket nyújt a kisebb merülésű uszályok közlekedéséhez, de a víziút a floridai félszigetnél megszakad és csak a félsziget megkerülése után folytatódik a Mexikói Öbölben. A kerülőút levágására most 290 km hosszú *csatornát* ásnak a félszigetet felső negyedében, mely a Szt. János folyóból kiágazva 5 zsilipen keresztül éri el nyugaton a Mexikói Öblöt. A csatorna átlagos mélysége 3,5 m lesz és egy sor melléklétesítmény (duzzasztóművek, mesterséges tavak, öntözőművek stb.) fogja kiegészíteni. (R)

Engineering, 1967. 5264.

*

Észak-Angliában megkezdte a *földgáztermelést* az első tengeri fúrás, melyet különleges berendezésekkel 18 hónap alatt mélyítettek a gáz tárolórétegéig. A kútból a földgázt 16" átmérőjű csővezeték szállítja a szárazföldig, ahol bekapcsolják a gázszolgáltató vállalat gerinchálózatába. (R)

Engineering, 1967. 5265.

*

Az angliai Inter-Service Research Council, egy állami irányítás alatt álló kohászati kutatási érdekközösség legutóbb közzétett kiadványában ismerteti az „igen nagyszilárdságú" *acélok kutatásával kapcsolatban elért eredményeit*. Hagyományos és modifikált martenzites, szekundér edzhető, „maraging" acéltípusokat ismertetnek és közlik a kidolgozott új acéltípusok termomechanikai feldolgozási eljárásait, hegeszthetőségét és forgácsolhatóságát. (R)

Engineering, 1967. 5265.

*

Az NSZK-ban, a Bochumi Acélműben üzembehelyezték a Schloemann-féle *MKW-hideghengerművet* (többbrendeltetésű hideghengermű), melynek össz teljesítményfelvétele 11 ezer LE és a világ legerősebb hideghengerművének számít. A reverzáló állványban 1250 mm széles lágyacél szalagot 0,10 mm legkisebb vastagságig, Si-acél szalagot 0,20 mm-ig 600 m/perc sebességgel lehet hengerelni, a maximális sebesség a második szúrástól érhető el. (R)

Engineering, 1967. 5265.

*

A *La Manche csatorna* alatt tervezett *alagút* építési tervei még mindig nincsenek végleg kialakítva, most egy McGowan nevű tervező jelentkezett újabb merész ötletével, mely szerint a csatornát átszelő pálya részben a tengerszint alatt, részben fölötte vezetne. A vízrétegen az átvezetéseket mesterséges szigetek létrehozásával kellene megoldani. Tény, hogy hasonló megoldású átvezetések a világon már több helyen üzemben vannak, így többek között az Amerikai Egyesült Államokban a Delaware államot Virginiától elválasztó Chesapeake öblöt keresztezi egy ugyanilyen megoldású kombinált útvonal. (R)

Engineering, 1967. 5266.

*

Az angliai Rotherham-ben levő acélmű *vákuumkezelő berendezésében* április elején két súlyos robbanás történt, melyek során kilenc munkás sérült meg súlyosabban. A 110 t-ás adag áthelyezése közben a vákuumkamrában az acél kitört az alsó üstből és elárasztotta a salakkamrákat. A szomszédos ívkemencékben a robbanás nem okozott sérülést. (R)

Steel Times, 1967. 5151.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: Lomniczy Dezső

Egyes szennyezők hatása az alumínium villamos vezetőképességére[1]

Szerzők: BEYER — BERGNER — DAUT Freiberg (NDK)
Fordította: TÓTH FERENC okl. kohó és gépészmérnök
ALUTERV

DK 669.715 : 621.778 : 621.317.33

A kohóalumínium szennyezőinek a belőle készült huzalok elektromos vezetőképességére és szilárdságára gyakorolt hatását már sokszor és behatóan megvizsgálták [1], [2], [3]. Minden elem a keverékkristály képződés révén emeli a fajlagos villamos ellenállást, ugyanakkor az egyes fémek hatása nagyon eltérő, amint az az *1. táblázatból* kitűnik [2].

1. táblázat

A különböző elemek atomi ellenállás emelkedése az alumíniumban (Vassel [2] szerint)

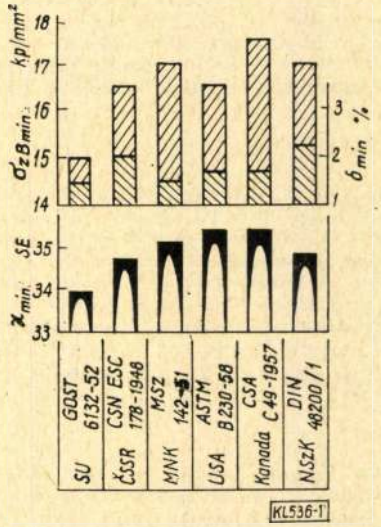
Elem	ϱ at [μ ohm cm]	Elem	ϱ at [μ ohm cm]
Fe	6,7	Si	0,8
Ti	3,9	Mg	0,6
V	5,3	Cu	0,8
Mn	7,3	Zn	0,4
Cr	6,3	B	0,1
Ca	4,0		

Az *1. ábrán* a keményre húzott 3 mm-es huzal legkisebb vezetőképessége és legkisebb szilárdsága van ábrázolva, amint az a különböző országok szabványaiban szerepel. Megfelelő kohóalumínium minőségek alkalmazása esetén ma messzemenően lehetséges 35,4 m/ohm·mm² vezetőképesség elérése 16,5—17,6 kp/mm² szilárdság esetén. Ehhez előfeltételként szükséges a Si tartalom 0,1 súlyszázalék alatti tartása, az Fe tartalomnak 0,2—0,35 súlyszázalék, és a többi elemeknek 10^{-3}-tól max. 10^{-2} súlyszázalék közötti tartása.

A kísérletek, amelyekről itt beszámolni szándékozunk, a vas és szilícium tartalommal foglalkoznak, valamint a kicsiny kalcium és nátrium tartalomnak az alumínium vezetőképességére gyakorolt hatásával.

A kalcium és a nátrium a kohóalumíniumban mintegy 10^{-3} súlyszázalékban található. Ezek elméletileg az olvadékelektrolízis folyamata során kerülnek az alumíniumba. A kalcium hatásának szisztematikus vizsgálatára legutóbb *Maeda* [4] kísérleteket végzett és megállapította, hogy 0,48 súlyszázalék kalcium tartalomig a villamos vezetőképesség javul. *Domony* [5] abból a megfigyelésből kiindulva, hogy a különböző alumíniumadagokból készült huzalok, amelyeknek gyakorlatilag azonos a szennyező koncentrációja, mégis különböző vezetőképességű értékeket adtak, a kalcium és nátrium hatására gyanakodott. A kriolittal és kalciumfluorid-, kalciumhidrid- és kalcium-karbid adalékokkal végzett olvadékelektrolízis kísérletek révén megállapították, hogy az alumínium a sóból 3×10^{-3} súlyszázalék Ca-t vesz fel és még emellett igen finom sózárványokkal is szennyeződik. *Maeda* [4] adataival ellentétben a fémesen oldott kalciumtartalom közvetlenül, a sószennyezések pedig az olvadék megnövekedett gázfelvétele révén közvetve rontják a vezetőképességet.

Hasonlóképpen vélekednek a nátriumról is, vagyis hogy az ugyanúgy, mint a kalcium, ártalmasnak minősül [5], azonban pontos kísérleti eredmények az irodalomból nem tűnnek ki.



1. ábra. Az ∅ 3 mm-es keményre húzott alumínium vezeték huzal legkisebb vezetőképessége és szilárdsága a különböző országok szabványai szerint

A kísérlet lefolyása

A kívánt összetételű ötvözeteket Al 99,99-ből vas, szilícium, kalcium és nátrium hozzáötvözésével olvasztották, vízbeöntéssel mintegy 80 mm átmérőjű tuskókká öntötték és abból rúdsajtolási tuskókat esztergáltak. Mintegy 4 órás 420°C-os előmelegítés után mindegyik ötvözetet ugyanazon a hőmérsékleten 12 mm-es rúddá sajtolták $F_0/F_1 = 36$ ($\cong 97{,}5\%$) sajtolási alakítási tényezővel.[2] Azért, hogy a hőkezelésnek a huzalok vezetőképességére gyakorolt hatását is vizsgálhassák, a sajtolt rudak egy részét *Vassel* [6] kísérletsorozatának alá-

[1] A Forschungsinstitut für Nichteisenmetalle, Freiberg/Sa közleménye. Az 1965. ápr. 8—9-i „Réz és alumínium, mint az elektrotechnika anyagai" tárgyú kollokvium előadása alapján.

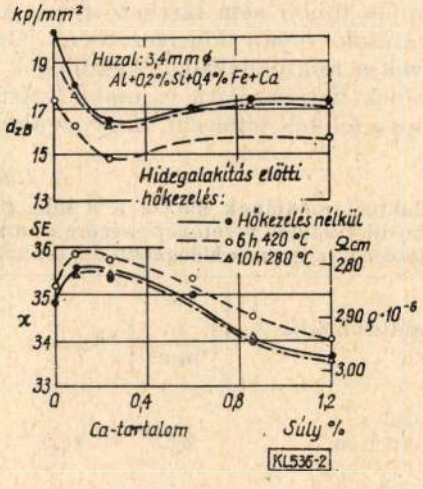
[2] A kísérleti anyagot a VEB Elektrochemisches Kombinat-ban Bitterfeldben készítették.

támasztására 420°C-on is hőkezelték. A hőntartásokat olyan csőkemencében végezték, amelynek hőfokállandóságát egy Visomat szabályozással ±1,5°C pontossággal tartani tudták. A rúdsajtolt és lágyított rudak hidegalakítása körkovácsolással és hideghúzással történt. Az ∅ 7 mm-re való körkovácsolás olyan keményedést okozott, amely mindenekelőtt az alacsonyan ötvözött huzaloknál volt szükséges és nagyobb fokú hideghúzás nélkül volt elérhető. A huzal átmérőjének 7-ről 3,4 mm-re való csökkentéséhez 11 húzásra volt szükség, az egyes húzási fokozatok 76%-osak, az össz alakítási fok 92,5%-os volt. Párhuzamosan néhány próbát 4, illetve 3,6 mm átmérőre hidegen kovácsoltak, és 3,4 mm ∅-re simára húztak.

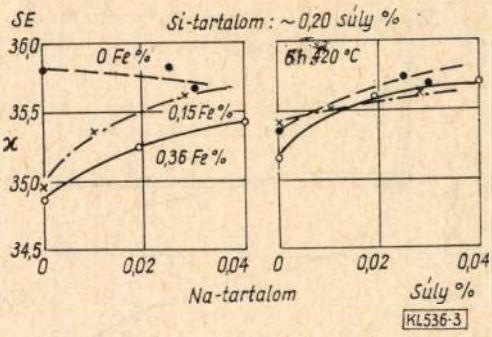
A fajlagos villamos ellenállást egy Dieselhorst-Kompensatorral ±0,15 m/oh·mmm² pontossággal határozták meg. Ez esetben a legnagyobb hiba a pontos huzalátmérő meghatározásában rejlett, amelyet a mi kísérleteinknél súlyméréssel végeztek el. A szakítószilárdsági értékek meghatározása a sima huzalokon a szokásos berendezésekkel történt. A szakadási nyúlás értékének meghatározásáról sajnos, le kellett mondanunk, mivel a próbák többnyire a jeltávolságon kívül szakadtak. Az igen kevés határozott mérési eredmény mind 2% fölött volt.

Kísérleti eredmények

A *2. ábrából* kitűnik, hogy a Ca-nak 0,09 és 0,24 súlyszázalék mennyiségben történő adagolása egy 0,2% Si és 0,4% Fe tartalmú alumínium ötvözethez a vezetőképességet jelentősen javítja és a szilárdságot egyidejűleg csökkenti. Ez érvényes mind a hőkezelt, mind a hőkezeletlen próbákra. A Ca tartalom további növelése a vezetőképességet újból rontja, ugyanakkor a szilárdság jelentéktelenül emelkedik. A vezetőképességjavulás oka a kalcium adagolása során következésképpen abban figyelhető meg, hogy a Si-t a Ca intermetallikusan kiejti. Erről tanúskodik a szilárdságcsökkenés. Azért, hogy ezt a feltételezést megvizsgálják, mikro-

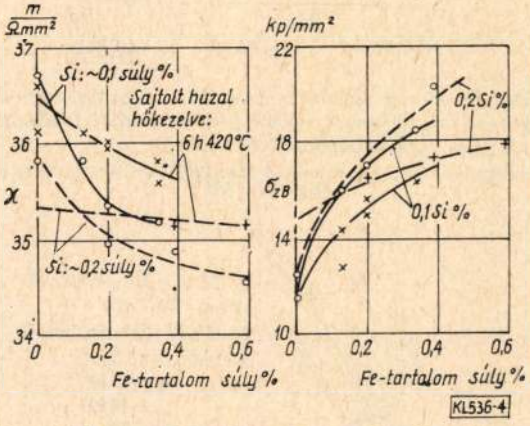


2. ábra. A Ca adalék hatása a 3 mm-es ∅-jű keményre húzott Al+0,2% Si+0,4% Fe összetételü alumínium szakítószilárdságára és villamos vezetőképességére



3. ábra. A 3 mm ∅-jű keményre húzott Al—Si—Fe ötvözet elektromos vezetőképességének változása kis nátrium-tartalommal

1. Si tartalom ~ 0,20 súly%, 2. Na tartalom ~ , súly%



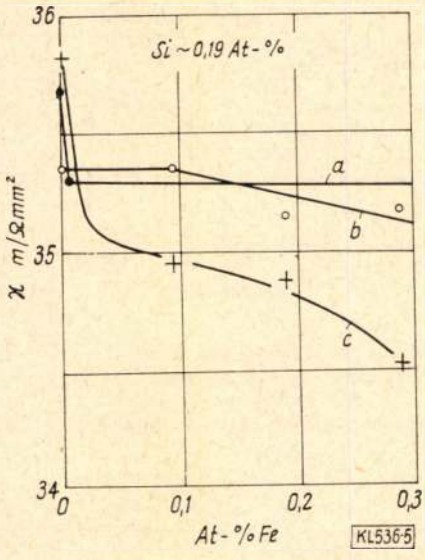
4. ábra. A 3 mm-es keményre húzott Al—Si—Fe összetételű alumínium huzal villamos vezetőképessége és szilárdsága az Fe-tartalom függvényében

analysatorral[3] röntgen-felvételeket és mikroscan-felvételeket készítettek a kalcium, vagy és szilícium sugarakban. A meghatározott kalciumzárványok azonban sem a szilícium, sem a vas dúsulásokkal nem voltak összefüggésbe hozhatók.

A Na tartalom a megvizsgált vasban szegény Al-Fe-Si ötvözeteknél viszonylag csak kis mértékben hatott a villamos vezetőképességre *(3. ábra)* és a szilárdságra. A 0,36% vastartalom +0,2 súlyszázalék szilícium esetén a hőkezeletlen próbáknál a Na adagolása a vezetőképesség jelentős emelkedését mutatja, ugyanakkor a szilárdság megfelelően csökken. A 6 órás 420°C-os hőkezelés a Na és Fe mentes próbák vezetőképességét csökkenti, ugyanakkor a vastartalmúét javítja. Növekvő Na tartalommal a vezetőképesség növekedésének a tendenciája a hőkezelés függényében ugyancsak fennáll.

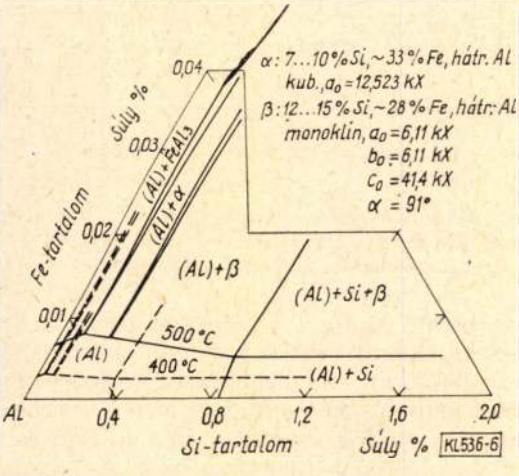
Az *4. ábrából* látható, hogy az alumínium villamos vezetőképessége 0,1, illetve 0,2 súlyszázalék Si tartalomnál a vastartalom emelkedésével arányosan csökken, ugyanakkor a szakítószilárdság emelkedik. A vasat nem tartalmazó próbáknál a vezetőképesség a hőkezeléssel csökken, amelyet a sziliciumnak a keverékkristályban való feloldódása

[3] A röntgenmikroanalizátor munkamódjáról és alkalmazási lehetőségéről tájékoztat: *Noack:* Elektronenstrahl mikroanalyse, Z. f. Chemie 4 (1964) 293; és *Melford:* The Use of the Electron-Probe-Microanalysis in Physical Metallurgy, J. Inst. Met. 90 (1961/62) 217.



5. ábra. A mért és számított vezetőképességi értékek összehasonlítása (a mért próbák hidegalakítási fokának figyelembe vétele nélkül)

a) számított, *b)* mért, sajtolt huzal 6 órán 420°C-on hőkezelve, *c)* mért, hőkezelés nélkül



6. ábra. Az Al—Si—Fe ötvözet ternér diagramja [7] *szerint*

magyaráz meg. Ezt ugyancsak bizonyítja a szövetfelvétel. A 0,1 súlyszázalék vastartalmú ötvözeteknél a vezetőképességet a hőkezelés javítja.

A kísérleti eredmények megvitatása

Az eddig széles körben elterjedt nézettel ellentétben, amely szerint a sajtolt huzal villamos vezető képességének a javítása a hideghúzás előtti hőkezeléssel a szilíciumnak a túltelített keverékkristályból való kiválásán alapszik, az itt ismertetett kísérleti eredményekből megállapítható, hogy a kiváló szilícium a hőkezelés során feloldódik, a túltelítetten oldott vas ellenben a keverékkristályból kiválik. A különbözőképpen kezelt próbák mikroanalitikai vizsgálatának eredményei, a röntgenképek bizonyítják, hogy a vezetőképesség javulását a vaskiválások okozzák.

A *5. ábra* egy összehasonlítást mutat az 1. táblázatban megadott értékek szerint összeállított egyes ötvözetek összetételéből és a tiszta alumínium $\varrho = 2{,}65$ μohm (2) fajlagos ellenállásából számított vezetőképesség és a keményre húzott huzalok mért vezetőképességi értékei között. Emellett *Phillips* [7] adatai alapján figyelembe vették, hogy a vas oldhatósága 400°C-on az alumíniumban gazdag keverékkristályban mintegy 0,0015 atomszázalék, ugyanakkor a szilícium 0,35 atomszázalékban oldódik *(6. ábra)*. A *5.* ábrából látható, hogy a hőkezelés után mért vezetőképességi értékek alapjában véve a számított értékekkel megegyeznek, aminek az összes, az ötvözetben létező szilíciumnak a keverékkristályban való feloldódása az alapja. Ezek után a vezetőképességnek a hőkezeléssel való javulása véleményünk szerint csak a vas kiválásával magyarázható. A vasat nem tartalmazó ötvözet ebből kifolyólag a vezetőképesség rosszabbodását mutatja a hőkezelés után, és ebből kiindulva kizárt, hogy az eredetileg kivált szilícium a sajtolt huzal 420°C-on való oldóhőkezelésekor oldatba menjen. Ez a vezetőképesség-csökkenés a vastartalmú próbáknál aztán utólag a vas kiválása révén kompenzálódik.

Egy 0,2 atomszázalék Si, 0,2 atomszázalék Fe összetételű ötvözet vezetőképessége 34,9-ről 35,2-re javul *(5. ábra)*. A Si hatásának figyelembevételével ezek után a vaskiválással elérhető vezetőképességjavulás 0,7—0,8 m/ohm mm². Ez megfelel mintegy 0,01 atomszázalék (0,02 súly%) oldott vastartalom csökkenésnek. Az irodalom már többször közölte [8], hogy a vas a mangánhoz hasonlóan erősen hajlamos az alumíniumban a túltelítődésre, úgyhogy lehetségesnek tűnik egy hasonló magyarázat, különösen figyelembe véve azt a tényt, hogy az anyagot a rúdsajtolás előtt több órán át előmelegítették.

Az a feltételezés, hogy a kalcium a szilíciummal az alumíniumban számbajöhető koncentrációban intermetallikus fázist képez és az oldott szilíciumhányad csökkentése révén vezetőképességjavulást okoz, a mikroanalitikai kísérleti eredmények alapján többé nem tartható fenn. Az atomi kölcsönhatások olyan környezetben játszódnak le, amelyek a mikroanalitikai készülékek feloldóképességének határa alatt vannak. Ezért következésképpen fel kell tételezni, hogy az alumínium-

2. táblázat

A hidegalakítás módjának hatása a 3 mm Ø-jű alumínium huzal villamos vezetőképességére és szakító szilárdságára azonos hidegalakítási foknál

Az alakítás módja	$\varkappa$ $\left[\frac{m}{mm^2 \Omega}\right]$	σ_{zB} [kp/mm²]	δ [%]
Körkovácsolva Ø 12 → 7 mm Húzva Ø 7 → 3,4	34,5	16,9	8
Körkovácsolva Ø 12 → 4 mm Húzva Ø 4 → 3,4	34,6	16,4	nem mérhető
Körkovácsolva Ø 12 → 3,6 mm Húzva Ø 3,6 → 3,4	35,4	15,3	5

hoz képest lényegesen nagyobb kalciumatomok a kisebb Si, illetve Fe atomokkal felhőt képeznek, ennek következtében a rácstorzulás csökken, és ezzel vezetőképesség-javulás és szilárdság-csökkenés következik be.

A vezetőképesség csökkenése a nagyobb kalciumadagoláskor keverékkristály képződésre vezethető vissza, mely a 4,0 μ ohm·cm értékű erős atomi ellenállás emelkedésből érthető (lásd 1. táblázat). Már említettük, hogy a rúdsajtolt előtermék, nem a gyakorlatban szokásos húzással lett hidegen alakítva, hanem apparatív okokból 7 mm ∅-re kovácsolással hidegen alakították. Egyes sajtolt rúddarabokat egészen a kívánt végső átmérő közelébe eső méretig körkalapácson alakítottak és csak simára húztak. Amint a 2. *táblázatból* kitűnik, a hidegalakítás módjának az elektromos vezetőképességre befolyása van. Ez is egyik bizonyíték arra, hogy a fizikai rács-zavar hasonlóképpen jelentősen befolyásolja a vezetőképességet, amint arra már *Vassel* [6] is utalt. Másrészt itt merül fel a további lehetősége a kutatásnak abból a már ismert jelenségből kiindulva, hogy a sajtolt huzalnak mindig kisebb a vezetőképességi értéke, mint a hengerelt huzalnak.

Összefoglalás

A kísérleti eredmények alapján megállapítható, hogy az Al-Si-Fe ötvözethez csekély mennyiségű kalcium vagy nátrium adagolása (Al 99,3... Al 99,6) a hidegen alakított sajtolt huzal villamos vezetőképességét jelentősen javítja, ugyanakkor a szilárdságát csökkenti, úgyhogy azzal kell számolni, hogy a kohóalumíniumban a szokásos nagyságrendben benne levő fémes kalcium- és nátriumszennyezés a vezeték-huzal tulajdonságaira nincs káros hatással.

A mikroanalitikai vizsgálatokból kiderült, hogy ellentétben az eddigi nézettel, a sajtolt huzal hőkezelése során a szilícium a keverékkristályban feloldódik, ellenben a túltelítetten oldott vas kiválik. Az ez esetben megfigyelt vezetőképesség javulás tehát a vaskiválásra vezethető vissza.

IRODALOM

[1] *Nachtigall:* Az alumínium villamos vezetőképessége. Alumínium 30 (1954) 12, 529—533. old.

[2] *Vassel:* Adatok az alumínium villamos vezetőképességének kérdéséhez. Alumínium 33 (1957) 12, 781—782. old.

[3] *Loeschmann:* A vezetékalumínium szabványosításához. Alumínium 30 (1954) 3, 95—98. old.

[4] *Maeda:* Eljárás egy alacsony rekrisztallizációs hőmérsékletű alumíniumötvözet előállítására. DPA 1173263.

[5] *Domony:* Az alumíniumban található Cu-szennyeződés eloszlása és hatása a fém villamos vezetőképességére. Acta Techn. Hung. 21 (1958) 3/4, 295—307. old.

[6] *Vassel:* Az alumínium vezetékhuzal egyes tulajdonságainak változása a gyártási technológia függvényében. Fémipari Kutató Intézet közleményei, IV. Budapest, 1960, 221—245. old.

[7] *Phillips:* Az alumínium ötvözetek egyensúlyi diagramjai: Az Al—Fe—Si rendszer. 1959. 57—65. old.

[8] *Erdmann-Jesnitzer* és *munkatársai:* Alumínium 33 (1957) 6 és Alumínium 34 (1958) 254. old. lásd még *Bunk* és *Esslinger:* A vas és szilícium ötvöző elemek hatása a színalumínium szövetére és fülképződésére. Z. Metallkunde 50 (1959) 5, 278—287. old.

[9] *Vassel:* Újabb eredmények az alumínium huzalok villamos és mechanikai tulajdonságának javítása területén. Fémipari Kutató Intézet közleményei, V. 1961. 185—200. old.

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Angliában az alumínium felhasználás gyors növekedése jelentős mértékben csökkenti a közlekedésben felhasznált egyéb fémeket. A villamos iparban az alumínium részlegesen helyettesíti a Cu-t, míg az építészetben az alumínium lemezek teljes egészében kiszorították a tetőfedésre használt Cu, Zn, Pb és Fe lemezeket. (Z)
Metals, 1967. 8. 34—35. old.

*

Az alumíniumipar a reális bázis szerint fejlődik. Az *alumínium felhasználás és termelés* majdnem teljes egészében *egyensúlyban van* az alumíniumkohók kihasználásával. 1966. év végén a tőkés országok alumínium kohóinak kapacitása 6,08 millió t/év volt. Az 1968. év végére alumíniumkohók kapacitását 7,08 millió t/évre tervezik bővíteni. Ez a növekedés évenként átlagosan kb. 8%-ot tesz ki. (Z)
Iron Age 1966. 24. 95. old.

*

Újabb horizont a szekundér alumínium felhasználására. Franciaországban a szekundér alumínium termelés üteme jelentős mértékben elmaradt a primér alumínium termelése mögött. Pl. 1937-ben 3,8 et-t ért el, 1943-ban 15,3 et-t és 1960-ban pedig már 39,8 et volt.

Jelenleg a Pechiney cég igyekszik ezt a helyzetet megváltoztatni úgy, hogy 1966. októberében egy új szekundér alumínium feldolgozót helyezett üzembe, amelyben évente 22 700 t ötvözetet állítanak elő és máris az üzem bővítésével foglalkoznak. (Z)
Metall Bull. 1966. 5160. 22—23. old.

*

Az alumínium termelés fejlődésének perspektívája. Az alumínium termelés és felhasználás 1960-ban 1,5 millió t volt, 1960-ban 4,5 millió t és 1970-ben már el fogja érni a 10 millió t-t. Jelenleg az alumíniumot a Bayer eljárás alapján kapott timföldnek megömlesztett kryolitban való elektrolízis segítségével állítják elő. A bauxit minőségének további romlása miatt, jelentős kísérleteket folytatnak az alumíniumnak és ötvözeteinek közvetlenül bauxitból és nem timföldből történő előállítására. Ilyen eljárást képez az alumíniumnak és sziliciumnak alumínium érből elektrotermikus úton történő előállítása, amelyet Zn hozzáadásával tiszta alumíniummá vagy alumínium-szilicium ötvözetté finomítanak. Ez az eljárás gazdaságosság szempontjából csak akkor fizetődik ki, ha az érc Fe tartalma kisebb 2%-nál. A villamos ívkemencékben az ércből történő közvetlen 1 t alumínium-szilicium ötvözet előállítására 11 500—12 000 és finomítására pedig 400—500 kWó villamos energiát használnak fel. Sajnos az elektrotermikus eljárás segítségével nem lehet kiváló minőségű Al_2O_3-t előállítani, amely kryolitban oldódna. Az Al_2O_3 előállítását gazdaságosan biztosító elektrotermikus eljárás megvalósítására az Alcan szerint még legalább 5—10 év szükséges. Ennek megfelelően a következő 20 évben továbbra is a Bayer eljáráson alapuló alumínium gyártás szerint fogják az alumíniumot előállítani. (Z)
Hutn. Listy 1966. 11. 791—793. old.

*

Centrifugák timföldipari alkalmazhatósága

VÉTEK LAJOS
okl. gépészmérnök

TÓTH FERENC
okl. vegyészmérnök
Almásfüzitői Timföldgyár

GÁL VILMOS
okl. vegyészmérnök

DK 669.712.111.2 : 66.067.5

A timföldgyár technológiája a folyadékok és szilárd anyagok elválasztási műveleteinek egész sorát öleli fel, melyekkel kapcsolatban számos különböző üzemi probléma merül fel. A problémák megoldására az alábbi területeken folytattunk kísérleteket:

— Vörösiszap elválasztása aluminátlúgtól és kausztifikált lúgtól, ülepítéssel és szűréssel.

— kikevert timföldhidrát elválasztása az anyalúgtól szűréssel, ülepítéssel és ciklonozással.

— Sóeltávolítás a bepárolt, frisslúggal dúsított és pihentetett lúgból szűréssel és ciklonozással [1].

— A lebegő vörösiszap eltávolítása az aluminátlúgból utánülepítéssel és utánszűréssel.

Elválasztási módszerek

A folyadékok és szilárd anyagok elválasztásának módszerei az alábbiak:

Ülepítés: a folyadék és a szilárd anyag fajsúlykülönbségén és a rájuk ható gravitációs erőn alapszik. A vonatkozó törvényszerűséget *Stokes* törvénye írja le. A módszer nagy felületű berendezéseket és térfogatokat igényel, nem eléggé intenzív és a legfinomabb szemcsék elválasztása nem mindig lehetséges.

Szűrés: hajtóereje a szűrőszövet két oldala között fellépő nyomáskülönbség. A timföldipari zagyok szilárd anyaga, különösen a vörösiszap, szódasó nehezen szűrhető, ezért a szűrési hatásfok általában nem kedvező. A szűrés ezen kívül energia-, anyag- és munkaigényes folyamat.

Ciklonozás: a körpályán mozgó különböző tömegű szemcsékre különböző nagyságú centrifugális és gravitációs erő hatásán alapszik. Feladata kettős, egyrészt a szilárd anyag besűrítése, másrészt szemcsenagyság szerinti osztályozása. Általában szűrési műveletek kiegészítéseként, vagy önállóan szemcseosztályozásra használják.

A centrifugás szétválasztás

Célkitűzés: A fenti módszerekkel szerzett évtizedes tapasztalatok, valamint saját kísérleteink eredményei is azt mutatják, hogy ezek jelentős intenzifikálása már nem várható. Ezzel kapcsolatban vetődött fel 1958-ban az Almásfüzitői Timföldgyárban a centrifugák timföldipari alkalmazási lehetőségének gondolata, melyet részletes kísérleti program alapján gyakorlati kísérletezés követett.

A program elkészítésekor konkrét célkitűzéseket jelöltünk meg: a centrifugák timföldipari használati lehetőségeinek vizsgálata a műveletek különböző fázisában, a sóeltávolítás üzemi lehetőségeinek megállapítása, az egyes speciális elválasztási műveletek megoldására alkalmazható berendezés típusának kiválasztása, továbbá a centrifugálás műszaki-gazdasági mutatószámainak kimérése.

A centrifugálási kísérletek eredményeit — melyek első ízben üzemünkben valósultak meg — jelen cikk keretében kívánjuk közzé tenni, hogy a timföldipar elválasztási problémáinak gazdaságosabb megoldását elősegítsük.

Kísérleti eredményeink iparági viszonylatban újszerűek: jelenleg élenjáró külföldi timföldüzemek is csak helyenként használnak hasonló célokra centrifugákat, de elterjedésükre a jövőben egyre inkább számítani lehet. A világpiacon ugyanis egyre több lehetőség nyílik korszerű, nagyteljesítményű, kevés energia igényű, nagy szétválasztó képességű, folyamatos üzemű centrifugák beszerzésére.

A centrifugás szétválasztás elmélete

Minden körpályán mozgó testre centrifugális erő hat, mely a test tömegével és a centrifugális gyorsulással arányos. Ha a körpályán mozgó test különböző fajsúlyú anyagok keveréke, a nagyobb fajsúlyú részecskékre nagyobb centrifugális erő hat, azok a forgástengelytől eltávolodnak, a kis fajsúlyú részecskék a forgástengely irányába vándorolnak és így a különböző fajsúlyú anyagok szétválnak.

A berendezések kiválasztásánál az alábbi elméleti összefüggéseket használtuk fel.

Az r sugarú körpályán percenként n fordulatszámmal mozgó G súlyú szemcsére ható P_c centrifugális erő:

$$P_c = \frac{Grn^2}{900}.$$

Ez az egyenlet a centrifugás szétválasztás alap összefüggése [2].

A centrifuga hatásosságát az ún. jelzőszámmal adjuk meg [2]. A centrifuga jelzőszáma a centrifugális és gravitációs erő hányadosa:

$$j \cong \frac{P_c}{G} = \frac{rn^2}{900}.$$

A centrifuga szétválasztási hatásfoka alatt a centrifugával ténylegesen kiválasztott és az elméletileg kinyerhető szilárd anyag mennyiség százalékos viszonyát értjük.

$$\eta_h = \frac{Sz_v}{Sz_e} 100\%$$

Határszemcsenagyság alatt azt a szemcse átmérőt értjük, amelyet a centrifuga még kiválaszt, de amelynél kisebb átmérőjű szemcsék már a fugátban jelennek meg. Stokes törvénye alapján: [3]

$$d_H \cong \sqrt{\frac{\mu}{g(\varrho_p - \varrho)} \frac{q_F}{j}},$$

ahol $q_F = \frac{Q}{F}$

Q = átáramló mennyiség (m³/ó),
F = készülék keresztmetszet ($2r\pi h$) (m²),
μ = dinamikai viszkozitás (kg mp/m²),
ϱ_p = szilárdanyag fajsúlya (kg/m³),
ϱ = folyadék fajsúlya (kg/m³),
g = gravitációs gyorsulás (9,81 m/mp²).

Folyamatos üzemű centrifugáknál q_F konstans érték, ezért gyakorlati kiértékelésénél célszerű a következő egyszerűsített képletet használni [3]:

$$d_H \sim \frac{1}{n\sqrt{D}},$$

ahol n = fordulatszám (l/perc),
D = dobátmérő (m),

A centrifuga elválasztási fokát a következő képlet adja meg [4]:

$$K_s = \frac{\pi}{36}\left(\frac{\varrho_p - \varrho}{\mu} d^2\right) \cdot \frac{L \cdot D^2 \cdot \omega^2}{Q},$$

ahol d = a közepes szemcse átmérő (m),
L = centrifuga dob hosszúság (m),
D = centrifuga dob átmérő (m),
ω = szögsebesség (l/mp).

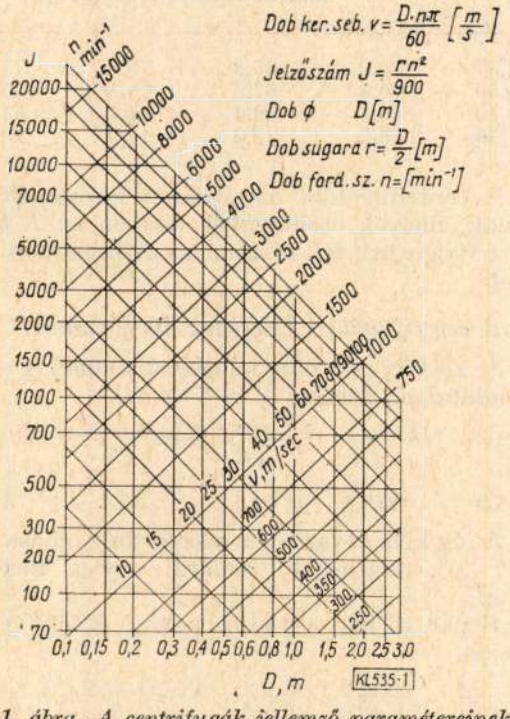
A centrifugák jellemző paraméterei az *1. ábrából* közvetlenül leolvashatók.

A képletek és a mellékelt ábra jól használhatók a szükséges berendezések kiválasztására.

A centrifugák főbb típusai

A centrifugák vagy ülepítéssel vagy szűréssel választanak széjjel. Ennek megfelelően a következő fő típusokat vettük figyelembe.

Ülepítő centrifuga: A dob köpenye perforálatlan lemez. A dobban levő anyagok forgás közben fajsúlyuk szerint válnak szét, a legnagyobb fajsúlyú anyag legkívül, közvetlen a hengerpalást mellett helyezkedik el.



1. ábra. A centrifugák jellemző paramétereinek összefüggése

Szűrő centrifuga: A dob köpenye perforált, a dobban levő anyagok szétválasztása úgy megy végbe, hogy a szilárd fázis a köpeny belső felületére rakódik le, a folyékony fázis pedig az anyagban képződő mikrocsatornákon áthalad és a perforált lemezen keresztül eltávozik.

Szeparátor: A szeparátor tányéros centrifuga típus. Kétféle kivitelben készül, ülepítő és derítő dobbal. Előnyösen használható akkor, amikor egy adott folyamatban a leválasztandó szemcsék mérete 1—2 mikron feletti és a szilárd anyag tartalom kevés, illetve amikor a kapacitásbeli követelmények meglehetősen nagyok. Háromféle műveletre alkalmas: ú. m. derítés, tisztítás és besűrítés. Van alap-, öntisztító- és fúvókás típusú szeparátor.

Statifuga: Az utóbbi időben olyan centrifugális szeparátorok készültek, melyek a hidrociklon egyszerűségét és a szeparátor hatásosságát egyesítik. E berendezéssel kiküszöbölődik a centrifugának egyik költséges alkatrésze: a precízen készített centrifuga dob. Folyamatos szilárd folyadék elválasztást, illetve besűrítést tesz lehetővé.

Kísérletek

Kísérleti program. Kísérleti programunk keretében a timföldtechnológia különféle közbenső termékeinek centrifugás szétválasztási, ill. tisztítási problémáit kívántuk megoldani. A kísérleti program végrehajtásában a Zuglói Gépgyár nyújtott segítséget.

A kísérletek eredményeiből megállapítottuk, hogy a timföldtechnológia számára — különösen a nagy anyagmennyiségek miatt — kielégítő hazai berendezés nincs. Ezért a megfelelő gépek kiválasztása terén külföldi nagyteljesítményű import berendezések felé kellett orientálódnunk. A laboratóriumi és üzemi kísérletekkel párhuzamosan a külkereskedelmi szerveken keresztül a megfelelő centrifuga beszerzésére piackutatást végeztettünk.

Kísérletek laboratóriumi centrifugákkal. Az elválasztási műveletek elméleti és gyakorlati kérdéseinek tisztázására az első vizsgálatokat laboratóriumi méretű, 1300 ford/perces ingacentrifugával végeztük el. A pozitív eredménnyel járt kísérleteket többször megismételtük.

A lehetőségek még elmélyültebb vizsgálatára továbbiakban a Zuglói Gépgyár kísérleti telepén laboratóriumi méretű FS-45 típusú szupercentrifugán dolgoztunk. Megállapítottuk, hogy a timföldgyári zagyok szilárd-folyadék fázisának szétválasztása centrifugálással megoldható. A kísérleti eredmények különösen a sűrűlúgból a só leválasztása terén voltak biztatóak.

Üzemi kísérletek. A további munkákhoz elsősorban üzemi kísérletek céljaira alkalmas centrifuga, illetőleg szeparátor beszerzése és üzembehelyezése volt szükséges. Az üzemi kísérletek első sorozatában szakaszos működésű, 1000 mm ∅-jű dobbal ellátott szűrőingacentrifugát használtunk.

A laboratóriumi munkánk eredményei alapján üzemi programunk a sűrűlúgból só kiválasztás, returlúgból hidrát elválasztás és a hidrát mosás

volt. A lefolytatott üzemi kísérletek a laboratóriumiakéhoz hasonlóan azt bizonyították, hogy a szilárd és folyadék fázis szétválasztása centrifugális úton megoldható.

Kitűnt, hogy a nehezen szűrhető lúgsó a sűrűlúgból jó hatásfokkal centrifugálható. A kísérletek során kapott só Na_2CO_3 tartalma 51—60%, tapadó nedvessége 25—28% volt és növekedett a só szervesanyag tartalma is. Ugyanezzel a berendezéssel jó eredményt kaptunk a kikevert timföldhidrát elválasztására az anyalúgtól. A kicentrifugált hidrát tapadó nedvessége 2—6% között volt.

Tekintettel arra, hogy az első üzemi kísérleteket szakaszos üzemi centrifugával folytattuk, a kísérletek továbbfejlesztésében nagy előrelépést jelentett a Zuglói Gépgyár által tervezett és gyártott centrifugák használata.

Kísérletek az Ov 32 centrifugával. Az üzemi kísérletek második sorozatához a Zuglói Gépgyár Ov 32 típusú csigás önkiürítő, ülepítő centrifugáját használtuk Almásfüzitőn.

A centrifuga jellemző adatai:

Típus: Ov 32 folyamatos, csigás önkiürítő, ülepítő centrifuga

Fordulatszám: 3000/perc

Jelzőszám: 1750 g

Teljesítmény: 2—5 m³/ó betáplált zagy

Megállapítottuk, hogy olyan sűrűlúgból, melyben szilárd lúgot oldottunk, ülepítő csigás önkiürítő centrifugával a sókiválasztás 50—70%-os hatásfokkal 29—32 %-os tapadó nedvességgel megoldható; a só szerves anyag tartalma növekszik.

A fenti berendezést nem a timföldipar számára tervezték, így a timföldgyári igénybevételnek már kis kapacitása folytán sem felelt meg. Meghibásodása miatt a további kísérletek megszakadtak. A kísérletek azonban irányt mutattak arra vonatkozóan, hogy milyen gépekre van szükség.

Kísérletek Almásfüzitőn a Zuglói Gépgyár Of 31 szeparátorával. A szeparátor jellemző adatai:

Típus: Of 31 folyamatos önkiürítő szeparátor

Fordulatszám: 5000/perc

Jelzőszám: 5300 g

Teljesítmény: 5 m³/ó derítendő folyadék

A berendezéssel szétválasztási, tisztítási és besűrítési problémák megoldhatóságára folytattunk méréseket. Ezek során a nátriumaluminátlúg lebegő Fe_2O_3 tartalma 33—129 mg/l-ről 17—20 mg/l-re csökkent. Az eredmények alapján a megadott jelzőszámú szeparátorok elsősorban a kicsiny iszaptartalmú anyagok szétválasztására, aluminátlúg utántisztítására használhatók.

Az élelmiszeripar számára tervezett berendezés lemezei között azonban kiválások, lerakódások keletkeztek és ürítési problémák léptek fel. Ezen kívül a berendezés kapacitása is elmaradt a kívánt követelményektől.

Sóleválasztási kísérletek nagyteljesítményű csigás önkiürítő ülepítő centrifugával. Az Ov 32 centrifugával elért sikeres kísérletek alapján folytattunk további méréseket elsősorban a sóleválasztással kapcsolatban. A kísérletekhez a csigás önkiürítő ülepítő centrifugát tartottuk a legalkalmasabbnak, ebből a típusból sikerült nagyteljesítményű berendezéseket beszereznünk.

A centrifugák jellemző adatai:

De-Laval De Sludger NX-214-31 B

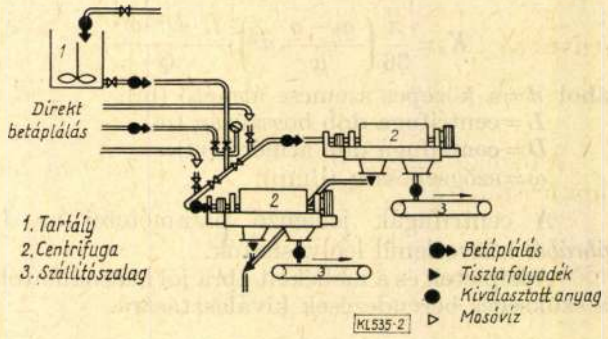
Sharples P—2000 Super-D-Canter. Vízszintes tengelyű, folyamatos csigás, önkiürítő, ülepítő centrifugák.

Fordulatszám 3250—3300/perc

Jelzőszám: 2000 g

A centrifugák teljesítőképessége: 5—15 m³/ó betáplált zagy. A sókiválasztásnak a centrifugálást megelőző műveletei a következők.

A körfolyamat lúgveszteségeit pótoló marónátront feloldó sűrűlúgot 100°C-ra melegítjük fel. Az oldás utáni 330—340 g/l kNa_2O koncentrációjú lúgot 30—40 órán át pihentetjük, miközben a sótartalom nagy része kristályos formában kiválik; ezt a lúgot centrifugáljuk (2. ábra).



2. ábra. Technológiai folyamat

1. táblázat

A centrifuga hatásfok változása

Kiinduló lúg sószintje	Kiinduló lúg koncentrációk kNa_2O g/l			
	238,5	245,0	250,0	260,0
	Szétválasztási hatásfok, %			
13,55	75,0	75,9	76,6	77,9
11,50	66,4	67,6	68,8	70,7
9,50	49,8	52,4	54,1	57,5
7,50	6,3	13,2	17,9	26,1

A centrifugákkal nagyszámú kísérletet folytattunk, melyek eredményét részben az *1. táblázatban* dolgoztuk fel, részben az alábbiakban átlagoltuk.

A centrifugálási kísérletek átlag adatai:

A körfolyamatban felhasznált sűrűlúg elemzési adatainak átlaga:

$ö Na_2O$, g/l	$k Na_2O$, g/l	Na_2CO_3, g/l	$ö Na_2O - k Na_2O$, g/l	Sószint, %
275,9	238,5	57,5	37,4	13,55

A lúg kNa_2O tartalma a szilárdlúg oldása után 336,4 g/l, kiszűrhető szilárd anyag tartalma 67,8 g/l.

Bepárolt lúg elemzési adatai 8,46%-os sószintnél.

$ö Na_2O$, g/l	$k Na_2O$, g/l	Na_2CO_3, g/l	$ö Na_2O - k Na_2O$, g/l	Sószint, %
260,66	238,50	34,08	22,16	8,46

A centrifugált lúg elemzési adatai (átlag)

$\ddot{o}Na_2O$, g/l	kNa_2O, g/l	Na_2CO_3, g/l	$\ddot{o}Na_2O$—kNa_2O, g/l	Sószint, %
355,3	336,4	29,1	18,9	5,32

Szilárd anyag tartalma ..... 17,0 g/l
Szilárd anyag tap. nedvessége 23,50%
Szilárd anyag Na_2CO_3 tart. 55,91%

A centrifuga szétválasztási hatásfoka:

$$\frac{(67{,}8-17{,}0)}{67{,}8}\,100=75{,}0\%.$$

1 m³ betáplált lúgból kicentrifugált sómennyiség:
Száraz só:

$$\frac{57{,}5-29{,}1}{0{,}5591}=50{,}8\ \text{kg/m}^3.$$

Nedves só:

$$\frac{50{,}8\cdot 100}{100-23{,}5}=66{,}5\ \text{kg/m}^3.$$

A lúgban visszamarad:
apró kristályos formában

$$17{,}0\cdot 0{,}559=9{,}5\ \text{g/l}\ Na_2CO_3$$

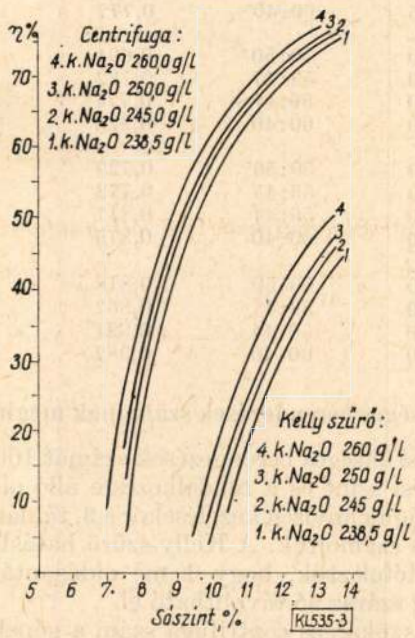
oldott formában

$$29{,}1-9{,}5=19{,}6\ \text{g/l}\ Na_2CO_3.$$

A centrifuga hatásfoka a bepárolt lúg koncentrációjától és sószintjétől függően változik. A vonatkozó kísérletek és számítások eredményeit az 1. táblázatban közöljük.

Meghatároztuk hasonló körülmények között a jelenleg használt Kelly-szűrő hatásfokát is. Ezt a *2. táblázatban* mutatjuk be.

Az 1. és 2. táblázat adatait a *3., 4., 5. ábrák* tartalmazzák. A táblázatokból és diagramokból megállapítható, hogy nagyobb koncentrációjú lúg szétválasztási hatásfoka növekszik, a sószint csökkenésekor viszont csökken. A centrifugával elért



3. ábra. Szétválasztási hatásfok a sószint függvényében

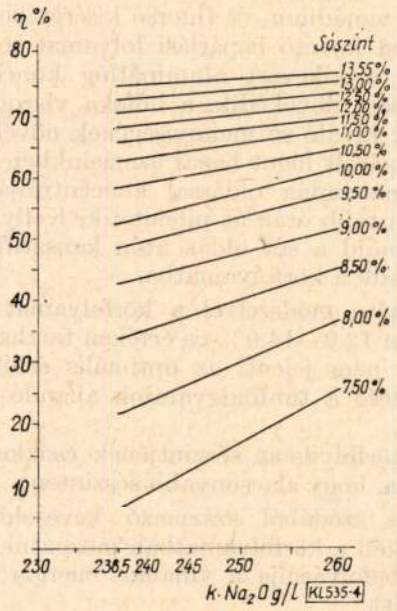
2. táblázat

Kelly-szűrő hatásfok változása

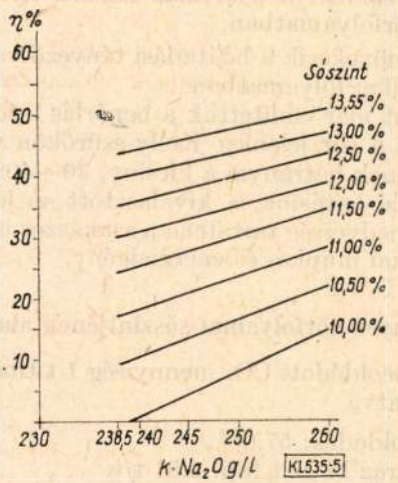
Kiinduló lúg sószintje %	Kiinduló lúg koncentrációk kNa_2O g/l			
	238,5	245,0	250,0	260,0
	Szétválasztási hatásfok, %			
13,55	44,1	46,3	47,9	50,8
11,50	24,4	27,9	30,2	34,5
10,50	9,5	13,8	16,9	22,4
9,50	—	—	—	5,2

Kiszűrt só:
Tapadó nedvessége 32,3%
Na_2CO_3 tartalma 49,2%
Szűrt lúg Na_2CO_3 tartalma ..... 40,8 g/l

hatásfokok azonban bármely koncentrációnál vagy sószinten a Kelly-szűrővel elért hatásfokok többszörösei.



4. ábra. Centrifuga szétválasztási hatásfok—lúg koncentráció közti összefüggés



5. ábra. Kelly-szűrő szétválasztási hatásfok—lúg koncentráció közti összefüggés

A Bayer-körfolyamat sószintjének csökkenése

A feldolgozásra kerülő bauxit az ismert főbb ásványi alkatrészeken kívül kis mennyiségben foszfor, vanádium és karbonát tartalmú szennyezéseket is tartalmaz. Ezek az autoklávban szintén feltáródnak és foszfor, vanádium és karbonát tartalmuk oldható nátriumsók formájában az aluminátlúgba kerülnek. A gyakorlati tapasztalatok és kísérletek azt mutatják, hogy a feltárólúg adataitól, a feltárás körülményeitől és az ásványi formától függően a bauxit P_2O_5/V_2O_5, valamint CO_2 tartalmának mintegy 20—60 %-a táródik fel, ill. oldódik be.

Ez azt eredményezi, hogy az aluminátlúg egyre több sót tartalmaz és a telítettség elérése után elsősorban a körfolyamat leghidegebb pontjain, a kikeverőben és légbepárlóban megindul a kiválás kristályos komplexsók formájában.

A kikeverőben értékes melléktermékként főleg foszforvanádiumsó válik ki. A kikevert aluminátlúg nátriumkarbonát tartalmának egy része, kevés foszfor-, vanádium- és fluorsó kíséretében pedig a kikeverést követő bepárlási folyamat során válik ki, ahol a kikevert aluminátlúg koncentrációja kétszeresére növekedik, a hőfoka viszonylag alacsony. A kiváló só mennyiségének növelése céljából a bepárolt lúgot hazai üzemeinkben általában szilárd nátronlúg oldással koncentrálják és ezt követően több órán át pihentetik, Kelly-szűrőkön szűrik, majd a sót oldás után kausztifikálják és visszaviszik a körfolyamatba.

Ezzel a módszerrel a körfolyamat sószintje átlagosan 12,0—14,0%-os értéken tartható, amely azonban nem jelenti az optimális értéket, ezért csökkentése a timföldgyáraink állandó súlyponti kérdése.

A körfolyamat sószintjének csökkentését az indokolja, hogy alacsonyabb sószinten:

a) a szódából származó kevesebb inaktív Na_2O-t kell a körfolyamatban mozgatni, ami kedvezően befolyásolja a villamos energia és gőzfelhasználást,

b) az inaktív Na_2O csökkenése javítja a feltárási és kikeverési hatásfokot,

c) csökken a sókiválás okozta lerakódás az egész körfolyamatban,

d) növekszik a hőátadási tényező valamennyi hőtechnikai folyamatban.

Mint már említettük a bepárlás után a kezelt lúgot és a sót jelenleg Kelly-szűrőkön választják szét. Ennek hátrányai a kicsiny, 30—40%-os szétválasztási hatásfok, a kiválasztott só jelentősebb tapadó nedvesség tartalma, a szakaszos üzem, a túl sok fizikai munka- és energiaigény.

A Bayer-körfolyamat sószintjének alakulása

A beoldódott CO_2 mennyiség 1 t timföldre vonatkoztatva

Beoldódás: 57,0%.
Száraz bauxit fajl. 2,51 t/t.
Bauxit CO_2 tart.: 0,372%.
$2{,}51 \cdot 0{,}372 \cdot 0{,}57 = 5{,}32$ kg CO_2/t timföld.

Belépő CO_2 mennyiségek:

Bauxittal	5,32 kg/t
Egyéb helyeken	3,32 kg/t
Összesen:	8,64 kg/t

Eltávozó CO_2 mennyiségek:

Dorr sori kausztifikálással	5,44 kg/t
Sószűréssel	3,20 kg/t
Összesen:	8,64 kg/t

Az elérhető sószint százalék meghatározása

A *3. táblázatban* szereplő szilárd lúg oldása után előálló lúgmennyiségeket, a marónátron veszteség pótlására beadagolható szilárd-folyékony lúg arány és oldólúg koncentrációk alapján számoltuk ki. Az elérhető sószint értékeit a centrifugálható lúgmennyiségek, a körfolyamat CO_2 mérlege, valamint az adott sószinten centrifugával és Dorr sori kausztifikálással eltávolított Na_2CO_3 mennyiség figyelembevételével számítottuk ki.

A friss marónátron fajlagos: 154,4 kg NaOH/t timföld. A 3. táblázat adatait a *6. ábra* tartalmazza. A táblázatból és diagramból megállapítható, hogy az oldólúg koncentráció és a szilárd-folyékony lúg arány növelésével növekszik az oldás utáni kezelhető lúg mennyisége. A kezelhető lúgmennyiség és az oldólúg koncentráció emelkedésével növekszik a leválasztható Na_2CO_3 mennyisége, s ezáltal csökken az elérhető sószint százaléka.

3. táblázat

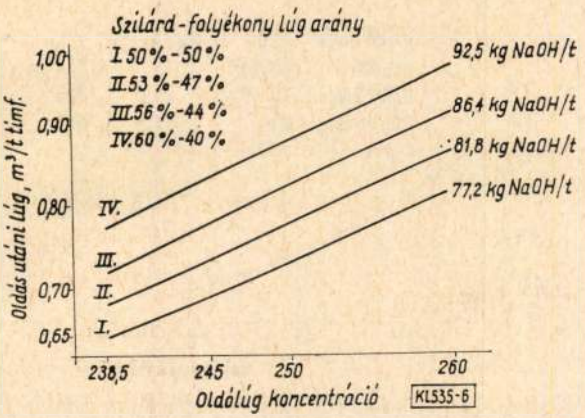
Oldás utáni lúgmennyiség, elérhető sószint

Oldólúg, kNa_2O, g/l	Szilárd—folyékony lúg arány, %	Oldás utáni lúg m^3/t timföld	Elérhető sószint, %
238,5	50:50	0,647	10,07
238,5	53:47	0,683	9,90
238,5	56:44	0,726	9,77
238,5	60:40	0,777	9,62
245,0	50:50	0,691	9,66
245,0	53:47	0,732	9,53
245,0	56:44	0,774	9,40
245,0	60:40	0,828	9,26
250,0	50:50	0,729	9,35
250,0	53:47	0,772	9,23
250,0	56:44	0,817	9,11
250,0	60:40	0,875	8,98
260,0	50:50	0,818	8,80
260,0	53:47	0,867	8,68
260,0	56:44	0,921	8,58
260,0	60:40	0,982	8,46

A szükséges berendezések számának meghatározása

A szükséges berendezések számát 100 000 t/év termelési szint és a rendelkezésre álló oldás utáni teljes lúgmennyiség kezelésekor a 3. táblázat adatai alapján számoltuk. A Kelly-szűrő hatásfoka alapján feltételeztük, hogy 1 m^3 oldás utáni lúgból 33,9 kg száraz só távolítható el.

A szükséges centrifuga szám a gépek 15 m^3/ó teljesítménye alapján: max. 1 db.



6. ábra. Az oldás utáni lúgmennyiség az oldólúg koncentráció függvényében

A szükséges Kelly-szűrők száma átlagos 1,4 kg. száraz só/m²ó teljesítményt és egy Kelly-szűrő 50 négyzetméteres szűrőfelületét figyelembe véve: max. 6 db. [7]

A centrifugális sókiválasztás műszaki-gazdaságossági kérdései

A műszaki-gazdaságossági értékelésnél a részletszámítások mellőzésével csak a legfontosabb adatokat közöljük.

Beruházási költségek

A kapott eredmények alapján a berendezéseknél jelentős beruházási megtakarítás érhető el;
1 db centrifuga beruházási költsége: 2800 eFt.
6 db Kelly-szűrő beruházási költsége: 4600 eFt.

Üzemfenntartási költségek

Egy centrifuga fenntartási költsége lényegesen alacsonyabb, mint egy Kelly-szűrőé.

1 db centrifuga üzemfenntartási költsége: 50 eFt.

6 db *Kelly*-szűrő üzemfenntartási költsége: 270 eFt.

Kezelő személyzet költségek

Centrifugát használva lényegesen kisebb a kezelői létszám, mint Kelly-szűrőkkel dolgozva. A Kelly-szűrős sóeltávolítás nehéz és egészségtelen fizikai munkát igényel.

Centrifugát kezelő személyzet költsége: 160 eFt.

Kelly-szűrőket kezelő személyzet költsége: 440 eFt.

Villamos-energia költségek

Egy centrifuga elektromotorjának teljesítmény szükséglete 22 kWó. Ezzel szemben a Kelly-szűrők betápláló szivattyúinak elektromotorja — a nagyobb nyomás biztosítására — nagy teljesítményt igényel, ugyanakkor a keretek kihúzásához külön motor szükséges. Az energiaszükségletet tovább növeli a só szárítására felhasznált komprimált levegő is.

Centrifuga villamos-energia költsége: 240 eFt.

Kelly-szűrők villamos-energia költsége: 980 eFt.

4. táblázat

Kimutatható gazdasági megtakarítás

Beruházási költség	Centrifuga, eFt	Kelly-szűrő, eFt	Megtakarítás eFt
	2800	4600	1800
Üzemeltetési költségek	**Centrifuga, eFt/év**	**Kelly-szűrő, eFt/év**	**Megtakarítás, eFt/év**
Amortizáció + eszközlekötés (15%)	420	690	270
Üzemköltségek	450	1690	1240
Só tapadónedvesség csökkenésből	—	—	440
Feltárási hatásfok növekedésből	—	—	1950
Kikeverési hatásfok növekedésből	—	—	180
Összes megtakarítás ...			4080

A só tapadó nedvességének csökkenése

A centrifugával kiválasztott só tapadó nedvessége csökken, ami tekintélyes mennyiségű nátriumhidroxid, illetve bepárlási gőz megtakarítást és alumíniumoxid veszteség csökkenést eredményez.

A leválasztott só tapadó nedvességével elmenő anyagmennyiségek a kapott eredmények szerint 100 kg száraz sóra vonatkoztatva az alábbiak:

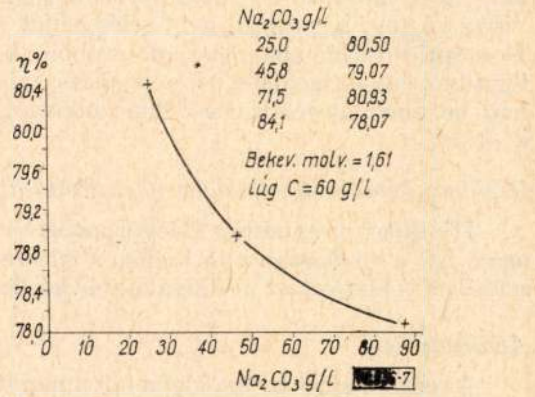
Centrifugával: NaOH 15,15 kg/100 kg száraz só
Al_2O_3 3,46 kg/100 kg száraz só
Na_2CO_3 0,75 kg/100 kg száraz só
Kelly-szűrővel: NaOH 23,30 kg/100 kg száraz só
Al_2O_3 5,36 kg/100 kg száraz só
Na_2CO_3 1,17 kg/100 kg száraz só

Figyelembe véve, hogy a kiválasztott só egy része mükriolit gyártásra feldolgozásra kerül, a fennmaradó részt pedig hígítás után kausztifikáljuk, a megtakarítás 440 eFt/év.

Feltárási hatásfok növekedése

A centrifugás sóeltávolítással a körfolyamat sószintje 8,46%-ra csökkenthető.

Az Almásfüzitői Timföldgyár kutató laboratóriuma: A lúgszennyezők hatásának vizsgálata a *Bayer*-körfolyamatban [6] című jelentése alapján



7. ábra. Feltárási hatásfok változása a feltárólúg Na_2CO_3 tartalom függvényében

a feltárási hatásfok változását a feltáró lúg Na_2CO_3 tartalmának függvényében a *7. ábra* tartalmazza. A feltáró lúg Na_2CO_3 csökkenése: 57,50—34,08 = = 23,42 g/l.

A *7. ábra* szerint a feltárási hatásfok növekedés átlagosan 1% körüli érték, Al_2O_3-ra vonatkoztatva.

A feltárási hatásfok javulása többlet timföldtermelést eredményez, aminek egyenes következménye a bauxit, marónátron, gőz, elektromos energia költség, tehát az önköltség általános csökkenése. Megtakarítás: 1950 eFt/év.

Kikeverési hatásfok növekedése

A [6] tanulmány szerint a kikeverési hatásfok változást a kikeverésre kerülő aluminátlúg Na_2CO_3 tartalmának függvényében a *8. ábra* tartalmazza. Az aluminátlúg Na_2CO_3 csökkenése: 31,3—18,5 = = 12,8 g/l.

A *8. ábra* szerint a kikeverési hatásfok növekedés átlagosan 0,25% körüli érték, Al_2O_3-ra vonatkozóan.

A kikeverési hatásfok javulás azonos aluminátlúg mennyiségből többlet timföldtermelést eredményez, aminek egyenes következménye a kisnyomású gőz, a nagynyomású gőz, és az elektromos energia fajlagos felhasználás csökkenése.

Megtakarítás: 180 eFt/év.

Nem számítható gazdagási megtakarítás a körfolyamat sószintjének csökkenése

A körfolyamat sószintjének csökkenése javítja a feltárási kihozatalt, csökkenti a hidrolízis veszteséget és javítja a kikeverési hatásfokot. Ezen kívül csökkenti az lerakódást az egész körfolyamatban, különösen a bepárló készülékek és előmelegítők hőátadó felületein, ami növeli a hőátadási tényezőt és javítja a berendezések kalorikus hatásfokát. A kisebb mértékű lerakódások miatt csökken a berendezések karbantartási költsége és növekszik a hasznos üzemidő. Az alacsonyabb sószint miatt kevesebb ballasztsót kell a körfolyamatban mozgatni, a bepárlás és feltárás során felmelegíteni, ami villamosenergia és gőzfajlagos javulást eredményez.

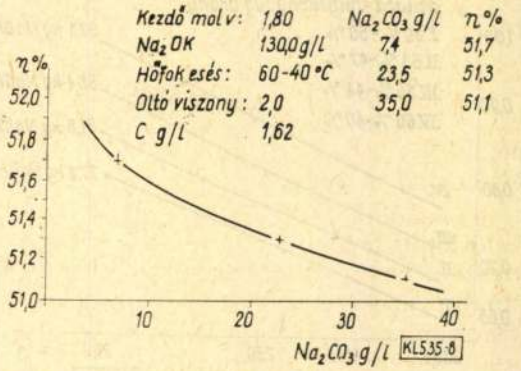
A rendszer sószintjének csökkenéséből adódó sómennyiség kausztifikálása és bepárlása útján ekvivalens mennyiségű szilárd nátriumhidroxid nyerhető. A só kausztifikálásából nyerhető magas molviszonyú lúg, a molviszonynövelés célját szolgáló Dorr-sori returlúg adagolást kiküszöböli. A többlet hígítóvíz ennek megfelelően a rendszer végén hozható be, ami a Dorr-sor végső koncentrációját csökkenti.

Híglúgos feltárási technológia megvalósítása

Minthogy a centrifuga sóleválasztási hatásfoka nagy, így a gazdaságosabb híglúgos feltárás bevezetésével is biztosított a sókiválasztás kérdése.

Automatizáció

A centrifugálás technológiai folyamata teljesen automatizálható, üzeme optimális, ezért kezelői létszám szükséglete alacsony.



8. ábra. Aluminátlúg Na_2CO_3 tartalmának hatása a ki-keverési hatásfokra

Összefoglalás

A bauxit járulékos alkotói a Bayer-feltárás során meghatározott mértékben beoldódnak a lúgba. Az egyensúlyi koncentráción felüli értéknél a sók a körfolyamat egyes fázisaiban — elsősorban a feltárásban, kikeverőben és lúgbepárlóban — lerakódások alakjában kiválnak, ezért feltétlenül szükséges a sók rendszeres eltávolítása.

Kísérleteink bebizonyították, hogy a rendelkezésre álló centrifuga típusok jó hatásfokkal használhatók a sóleválasztásra.

Kelly-szűrők helyett centrifugák alkalmazása a sókiválasztás gazdaságosabb és korszerűbb lehetőségét tárja fel.

A centrifugás sóleválasztás technológiai kihatásai a Kelly-szűrős sóeltávolításhoz viszonyítva az alábbiakban foglalhatók össze:

A nagyobb hatásfok miatt alacsonyabb sószint érhető el, ami javítja a feltárási és kikeverési hatásfokot és csökkenti a hidrolízis veszteséget.

A kisebb tapadónedvesség miatt csökken a sóval eltávolított nátronlúg és alumíniumoxid mennyisége és csökken az elrakódás az egész körfolyamatban.

Számításaink alapján az összes kimutatható gazdasági eredmény 4080 eFt/év-nek adódik.

Centrifugák használata, a Bayer-technológia egyéb területein is számításba jöhet. Ilyen irányú kísérleteink folyamatban vannak.

IRODALOM

[1] *Dr. Magyarossy—Bartók:* Eljárás timföldgyári aluminátlúgok szennyezéseinek leválasztására c. 144.152 sz. magyar szabadalom 1956.

[2] *Bass:* Vegyipari Gépek és műveletek (keverés, szűrés, centrifugálás). Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Kar. Egyetemi jegyzet.

[3] Chem. Ing. Techn.: 30. K. 2. sz. 1958. febr. 85—95. old.

[4] Chem. Ing. Techn.: 26. K. 4. sz. 1954. ápr. 189—201. old.

[5] *Vétek—Tóth—Gál:* Centrifugák timföldipari alkalmazhatóságának üzemi kísérletei. Almásfüzitői Timföldgyár. Jelentés.

[6] Almásfüzitői Timföldgyár Kutató Laboratórium: A lúgszennyezők hatásának vizsgálata a Bayer körfolyamatban. Almásfüzitői Timföldgyár. Jelentés.

[7] *Horváth L.—Dr. Sigmond:* Sószűrés technológiájának fejlesztése. Aluterv. Jelentés.

[8] *Dr. Lányi:* Kohászati Lapok. 1954. 168. old. Kohászati Lapok 1954. 541. old.

Vanádiumtriklorid minőségének és néhány tulajdonságának vizsgálata derivatográffal

Dr. VÁRHEGYI GYŐZŐ okl. kohómérnök
FEKETE ISTVÁNNÉ okl. kohómérnök
IMRE ALADÁR okl. vegyészmérnök
Fémipari Kutató Intézet

DK 661.888.1 : 543.061/062 : 517.9

A vanádiumtetraklorid termikus bontása útján előállított trikloridot derivatográffal vizsgáltuk egyrészt a hevítés közben lejátszódó folyamatok tisztázása, másrészt pedig a különböző szennyező anyagok minőségének és mennyiségének megállapítása érdekében. A módszertől azt vártuk, hogy a vanádiumhalogén vegyületek kémiai fáziselemzésének, valamint a még kellően ki nem dolgozott és kis érzékenységű röntgenográfiai elemzés módszerének kényes és nehézkes megvalósíthatóságát egy gyors és érzékeny vizsgálati eljárással leegyszerűsíti. Tekintettel arra, hogy a trikloridot a levegőtől és nedvességtől, a készüléket pedig a keletkező bomlástermékek hatásától védeni kell, a Paulik—Erdey-féle GYEM-gyártmányú derivatográfhoz [1] speciális argongázas feltétet kellett használnunk [2]. Ezenkívül a mintákat tisztított argongázas száraz kamrában kezeltük és ugyanebben a kamrában is mértük be. A bemérés általában 1000 mg volt, a felfűtési sebességet 2—12°C/perc értékek között változtattuk. Értékelésre a TGA és DTA görbéket használtuk. A minták súlyváltozásának sebességét leíró görbe (DTG) bár szemléletes képet ad a lejátszódó folyamatokról, közvetlenül mennyiségi kiértékelésre nem alkalmas, az argon védő- és zárógáz áramlásának fluktuálása következtében előálló leolvasási pontatlanság miatt. Így pl. az 1. ábra DTG görbéjén a választott érzékenységnél a fluktuáció oly mértékű, hogy a kis hőmérsékleten jelentkező súlyveszteség-sebességeket teljesen elfedi.

Többféle gyártás adagjaiból származó VCl_3 mintákról mintegy 200 derivatogramot készítettünk. A felvételek kiértékelésével szerzett tapasztalatunkat néhány derivatogram bemutatásával foglaljuk össze. A súlyváltozással járó folyamatokra a TGA-görbe nyújt közvetlen leolvasható mennyiségi adatokat. A különböző hőmérsékleteken lejátszódó folyamatokat további kiegészítő vizsgálatokkal, illetve egyes szennyezők mennyiségének mesterséges megnövelésével azonosítottuk. Közleményünkben bemutatott derivatogramok felvételi körülményeit az *1. táblázatban* foglaljuk össze.

Szennyezők vizsgálata

A vanádiumtriklorid tetrakloridra és dikloridra bomlása a TGA görbék tanúsága szerint 400°C-on kezdődik [2]. Ezt megelőzően azonban a súlyveszteséget feltüntető görbéken két lépcső figyelhető meg 100—160°C, illetve 300—350°C közötti hőmérséklettartományban *(1. ábra)*. A két súlycsökkenésnek megfelelő lépcsők aránya változó és különböző szennyező anyagok jelenlétét, vagy helyesebben távozását mutatja. Az előállítási technológia alapján [3] elsősorban alumínium és vas kloridjainak jelenlétét gyaníthatnánk. A közvetlen kémiai analízis és a különböző hőmérsékleten ledesztillált anyagok vizsgálata azonban e két gyanított szennyező jelenlétét nem igazolta. Szerintünk a trikloridban levő szennyezők különböző vanádiumvegyületekre mutatnak és ezért a két lépcső megjelenését a TGA görbén a következőképpen értelmezhetjük:

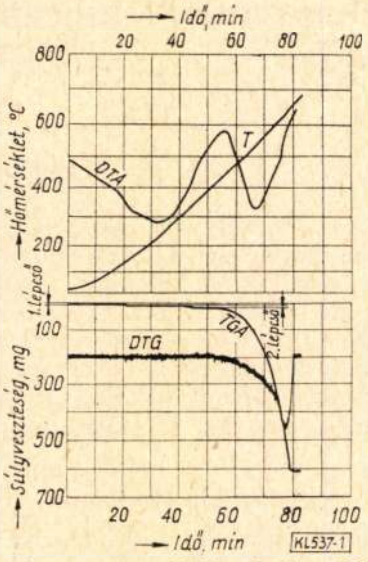
Az első lépcső értelmezése

Két esetet különböztethetünk meg, aszerint, hogy a vanádiumtrikloridminta vanadiltrikloridszennyezést tartalmaz-e vagy pedig mentes attól. *A $VOCl_3$ szennyezést tartalmazó triklorid* levegőn in-

1. táblázat

Különböző VCl_3 mintákról készített derivatogramok felvételi körülményei

Felv. száma	Ábra száma	Bemérés g	Adag jele	Érzékenység DTA	Érzékenység DTG	Felfűtés sebessége °C/perc	Megjegyzés
9	3	1,02	1013			10	
16	3	1,06	1013	1/20		10	
36	3	0,98	1013	1/15		12	
40	3	1,00	1013	1/10		2	
41	9	0,97	1013	1/20		8,3	Nagydarabos > 2 mm
42	9	0,98	1013	1/20		8,7	Porított
43	9	1,00	1013	1/20		8,5	Szemnagyság 2—1,4 mm
44	1,9	1,04	1014/I	1/10	1/20	8,9	
45	9	1,15	1015	1/10		9	
46	9	0,95	1010	1/10		8,4	
47	9	1,01	1012	1/10		8,7	
49	9	1,05	1013	1/10		8,8	Porított minta, lapos tégely
64	5	1,00	1013	1/15	1/30	4,5	Szemnagyság 1—0,63 mm
66	5	1,03	1013	1/15	1/30	4,4	Szemnagyság 1,4—1 mm
69	5	1,02	1013	1/15	1/30	4,6	Szemnagyság < 0,063 mm
270	2	1,00	107				$VOCl_3$-hozzáadás
271	2	1,00	107				
272	2	1,00	107				sok $VOCl_3$-hozzáadás



1. ábra. Argon atmoszférában hevített VCl_3-minta derivatogramja

tenzív vöröses füstképződést (V_2O_5) mutat. A lejátszódó reakció a következő egyenlettel jelképezhető [4], [5], [6]:

$$2\ VOCl_3 + 3\ H_2O = V_2O_5 + 6\ HCl \qquad (1)$$

A vanádiumtriklorid kristályszemcsék felületét többé-kevésbé egyenletes rétegben bevonó $VOCl_3$ a derivatográf egyenletesen növekedő hőmérsékletén fokozatosan elpárolog és forráspontjának elérése után igen gyorsan távozik a rendszerből. Az első lépcső megjelenése tehát ilyenkor $VOCl_3$ jelenlétére vezethető vissza. Ez az állítás a következő megfigyelésekkel támasztható alá:

a) a vanadiltriklorid irodalomból ismert forráspontja 127°C [4], [5] ami megegyezik az első súlyveszteségi lépcső hőmérsékletével;

b) a vanádiumtriklorid előállítás műveleti sorrendjében az utolsó folyamatlépcső a VCl_3 megtisztítása desztillációval a $VOCl_3$ és a felesleges VCl_4 mennyiségtől [3]. Bár a vanádiumtetraklorid forráspontja jelentősen nagyobb, mint a vanadiltrikloridé (148,5°C, illetve 127°C), ismételt megfigyelésünk szerint a desztilláció utolsó szakaszában tisztán $VOCl_3$ távolítható el *(2. táblázat)*.

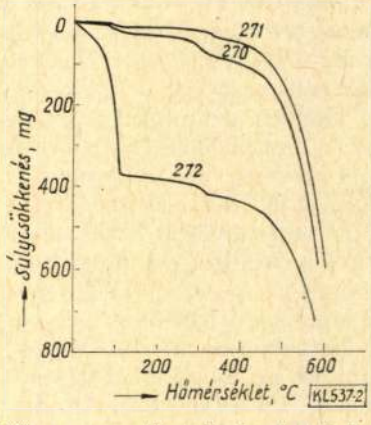
Ezt egyrészt a $VOCl_3$ vanádiumtetrakloridnál erősebb adszorbciós tulajdonsága okozza, másrészt a berendezés tömítetlenségén beszivárgó levegő oxigéntartalmának hatására újonnan képződő $VOCl_3$ mennyiségére vezethető vissza. Ebből következik, hogy a desztilláció befejezése után kis mennyiségű $VOCl_3$ szennyező maradhat az anyagban.

c) A lépcső nagysága huzamos széntetrakloridos extrakcióval csökkenthető és a csökkenés mértékével egyenértékű vanádiummennyiség az extraktumban kimutatható.

d) Nagyobb mennyiségű levegőn füstölgő vanádiumtrikloridból 200°C-on kidesztillált és zeoliton felfogott anyag — leoldás után — a benne meghatározott vanádium értékűsége és mennyisége alapján vanadiltrikloridnak bizonyult.

e) A vanádiumtrikloridhoz külön hozzákevert $VOCl_3$ az első lépcső növekedését okozza *(2. ábra)*.

A második eset, ha *a vanádiumtriklorid nem tartalmaz vanadiltrikloridot*. Az ilyen anyag levegőn nem füstöl. Ekkor is megfigyelhető az első lépcső, mely azonban víz és sósav távozását mutatja.



2. ábra. VCl_3 szennyezőtartalmának növekedése $VOCl_3$ hozzákeverésekor

2. táblázat

A desztillátum összetételének változása a desztilláció különböző időszakaszában* (25 literes félüzemi berendezés adatai)

Idő, óra	VCl_4-tartalom, súly%	$VOCl_3$-tartalom súly%
0 — 2	33,5	66,1
2 — 4,5	16,0	84,5
4,5—21	$<1,9$	99,1
21 —24	$\ll 1,8$	99,9

* *Megjegyzés:* A termikus bontó és desztilláló berendezésbe betáplált anyag összetétele: VCl_4 80,84%, VCl_3 1,84%, $VOCl_3$ 16,19% $SiCl_4$ 1,12%, $FeCl_3$ 0,03%.

Az előállított vanádiumtriklorid általában mindig tartalmaz több-kevesebb vanadiltriklorid szennyezést. Huzamosabb tárolásnál ez a $VOCl_3$ részben elpárolog, vagy a levegőnek, vagy környezetének páratartalmával reagálhat [1]. Amíg a trikloridban $VOCl_3$ van jelen, ez reagál a nedvességgel, részben a vanadiltriklorid és víz igen nagy kémiai affinitása miatt, részben pedig azért, mert a párolgó $VOCl_3$ gőzök a gázfázisban találkoznak és reagálnak a diffúzióval érkező vízmolekulákkal, megakadályozva azok belépését a vanádiumtrikloridba. Ha a trikloridban már nincs vanadiltriklorid jelen, a VCl_3 reagál a környező atmoszféra nedvességtartalmával és akvo-vegyületek képződnek [7], [8], [9]:

$$VCl_3 + 4\ H_2O \rightarrow VCl_3 \cdot 4\ H_2O \qquad (2)$$
$$VCl_3 \cdot 4\ H_2O + 2\ H_2O \rightarrow VCl_3 \cdot 6\ H_2O \qquad (3)$$

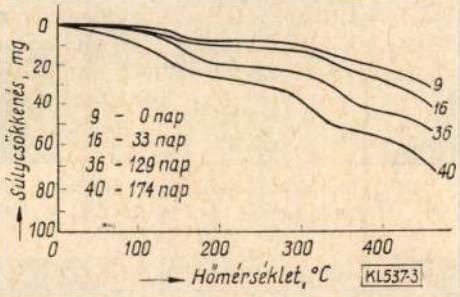
Ilyenkor ezeknek az akvo-vegyületeknek a bomlása adja a TGA görbén megfigyelhető súlyveszteséget. Részben irodalmi adatok alapján [10], részben saját megfigyelésünk szerint az akvo-vegyületek bomlása víz- és sósavfejlődéssel, valamint vanádiumoxidok képződésével jár, pl.

$$2\ VCl_3 \cdot 6H_2O = V_2O_3 + 6HCl + 9\ H_2O \qquad (4)$$

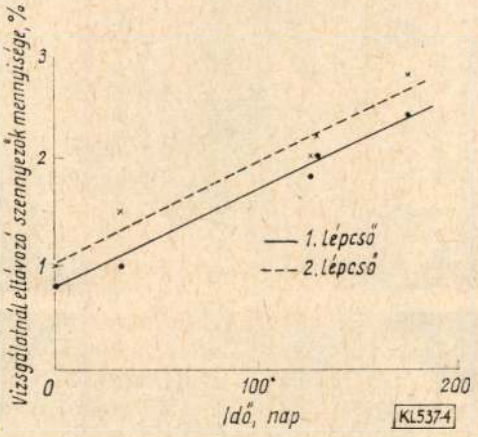
A 100—160°C-on bekövetkező súlyveszteségből következtethetünk a vanádiumtriklorid ned-

vességfelvételéből származó szennyezettségére. Fentiek alátámasztására megemlítjük, hogy $VOCl_3$-mentes triklorid 200°C körüli termikus vagy extrakciós kezelésével nem lehetett vanádiumvegyületet izolálni, illetve kimutatni.

Ha a vanádiumtrikloridot gondosan (foszforpentoxiddal) szárított levegőn szobahőmérsékleten tároljuk, akkor a levegő oxigéntartalmának hatására az eredetileg $VOCl_3$-mentes, vagy kevés vanadiltrikloridot tartalmazó VCl_3 felülete lassan oxidálódik. Az így tárolt vanádiumtriklorid mintában különböző időpontokban derivatográffal az oxidálódás mértéke a 127°C körül távozó $VOCl_3$ mennyisége alapján nyomon követhető *(3. és 4. ábra)*.



3. ábra. Száraz levegőben különböző ideig tárolt VCl_3 szennyezőtartalmát feltüntető TGA-görbék



4. ábra. Száraz levegőben tárolt VCl_3 szennyezőtartalmának változása az idő függvényében

A vanádiumtrikloridot semleges gázatmoszférában hevítve, a 100—160°C körül jelentkező súlyveszteség tehát vagy $VOCl_3$ távozását, vagy pedig akvo-vegyületek bomlását jelenti. Hogy adott esetben melyikről lehet szó, azt a szubjektív megfigyelésen kívül (vörös füstképződés) a távozó reakciótermékek vizsgálata döntheti el.

A második lépcső értelmezése

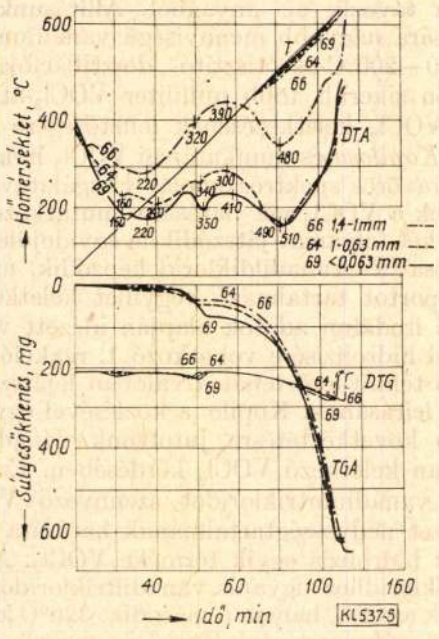
A második súlyveszteségi lépcső megjelenését a TGA-görbén $VOCl_2$-szennyező jelenlétének és 300°C körüli, az irodalomból is ismeretes termikus bomlásnak tulajdoníthatjuk [11]:

$$2\ VOCl_{2\ (sz)} = VOCl_{(sz)} + VOCl_{3\ (g)} \qquad (5)$$

A diszproporcionálódásból keletkező $VOCl_3$ ezen, a forráspontjához képest nagy hőmérsékleten gyorsan távozik az anyagból. Állításunk alátámasztására nagyobb mennyiségű vanádiumtriklorid 150—200°C-os tisztító desztillációja után 320°C-on sikerült több milliliter $VOCl_3$-at izolálnunk. $VOCl_2$ keletkezésének lehetőségére mutatnak rá *Kopilova* és munkatársai $VOCl_3$ hidrolízisének infravörös spektroszkópiás vizsgálatával [12]. Szerintük a $VOCl_3$ víz hatására mutatkozó bomlásánál két folyamat játszódik le egyidejűleg: egyrészt sósav és vanadildiklorid képződik, másrészt OH-csoportot tartalmazó vegyület keletkezik. A korábbi irodalmi adatok alapján idézett vanadiltriklorid hidrolízisére vonatkozó 1. reakció-egyenlet nem tekinthető tehát a valóban lejátszódó folyamat leírásának. Kopilo a közlésével egyidőben hasonló következtetésre jutottunk vanádiumtrikloridban keletkező $VOCl_2$ kérdésében. Ezek szerint a vanádiumtrikloridot szennyező $VOCl_3$ a környezet nedvességtartalmának hatására elbomlik és a hidrolízis egyik terméke $VOCl_2$. A vanádiumtrikloridhoz ugyanis vanadiltrikloridot adva, nemcsak az első, hanem a második, 320°C körül jelentkező súlyveszteségi lépcső is megnő a TGA görbe tanúsága szerint (2. ábra). Eközben a második lépcső nagysága, vagyis a keletkező és most elbomló $VOCl_2$ mennyisége attól függ, hogy a preparátumkészítés közben a környezetben levő nedvesség hatásának kitett anyagban mennyi $VOCl_3$ hidrolizálódott. A nedvesség hatására hidrolizálódó $VOCl_3$ másik terméke megfigyelésünk szerint valóban nem V_2O_5 ez a külsőleg vanádiumpentoxidra emlékeztető vegyület ugyanis abszolút alkoholban oldódik.

További megfigyelésünk szerint a száraz levegőben tárolt vanádiumtrikloridban jelenlevő, átlagosnál kisebb szemnagyságú anyag oxidációja nagyobb mérvű a viszonylag nagyobb fajlagos felület következtében. Az így kezelt vanádiumtrikloridot szitafrakciókra bontva és a szitafrakciókat nedvesség hatásának kitéve, a nagyobb fajlagos felülettel rendelkező kis szemcsenagyságú frakcióban a derivatogram TGA-görbéje szerint jóval több $VOCl_2$ szennyezést találtunk *(5. ábra)*.

Egyébként a $VOCl_3$ hidrolízise igen heves folyamat és rendkívül kismennyiségű vízgőz jelenlétében is végbemegy. Így pl. *Kopilova* [12] a vanádiumtrioxid klórozásával frissen előállított vanadiltrikloridban is talált 0,001—0,01% sósavat és 1—2% vanadildikloridot. Mi a $VOCl_2$ képződést közvetlenül is megfigyelhettük, ha a nedvesség hatásának kitett $VOCl_3$ felett keletkező sűrű barnásvörös füstöt felfogtuk. Ekkor a vörösesbarna bevonat mellett zöld kristályokat is találtunk, melyek kémiai vizsgálata vanadildikloridra mutat. Egyes adatok szerint $VOCl_2$ akkor is képződik, ha akvo-vegyületeket hevítünk [10]. Derivatográfos kísérleteink során azonban $VOCl_2$ megjelenését nem észleltünk, akár az akvo-vegyületet, akár akvovegyülettel szennyezett VCl_3-ot vizsgáltunk. $VOCl_2$ keletkezéséhez ilyenkor valószínűleg különleges körülmények összejátszása szükséges, mint pl. oxigénszennyezés, vagy az anyagban szennyezőként jelentkező oxid, megfelelő idejű hőmérséklettartás stb. Hasonló lehet ez a *Pecskovszkij* és *Seifert* által észlelt folyamat ahhoz a $VOCl_2$ preparátumkészí-



5. ábra. VCl_3 minta különböző szitafrakcióinak derivatogramja

tési módszerhez, mely vanádiumpentoxid és sósav forralásával biztosítja a kívánt folyamatot [4], [5]:

$$V_2O_5 + 6HCl = 2VOCl_2 + 3H_2O + Cl_2 \qquad (6)$$

Minthogy vizes oldatban a $VOCl_2$ csak sósavas közegben stabil [13], ezért szilárd halmazállapotú vanadildikloridot a receptúra olyan módosításával állítottunk elő, hogy az oldatot vákuumban pároltuk be. Így előállított kristályokat mutat be a 6. és 7. ábra.

A triklorid termikus bomlása

A hőmérséklet további növelésével a TGA görbén jelentős súlycsökkenést tapasztalunk, ami a triklorid diszproporcionálódásával kapcsolatos *(1. és 5. ábra)*.

A triklorid termikus bomlási mechanizmusával már korábban részletesen foglalkoztunk [2], ezért jelenleg csak a legfontosabb következtetések összefoglalására szorítkozunk. Ezek szerint a VCl_3 diszproporcionálódása

$$2\,VCl_{3(sz)} \rightarrow VCl_{2(sz)} + VCl_{4(g)} \qquad (7)$$

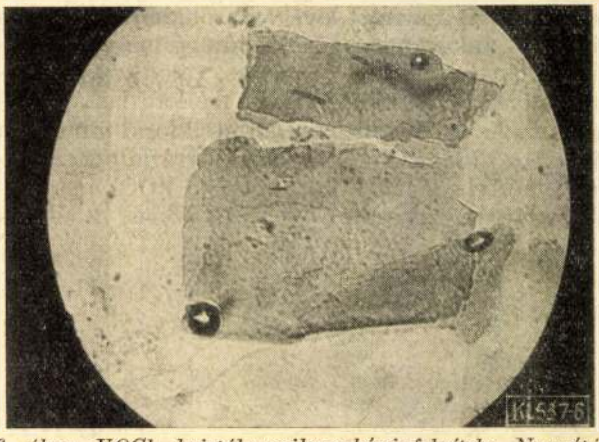
400°C-on kezdődik. Maga a bomlás más mechanizmus szerint megy végbe kis és nagy hőmérsékleten. A kis hőmérsékletre érvényes mechanizmus szerint

3. táblázat

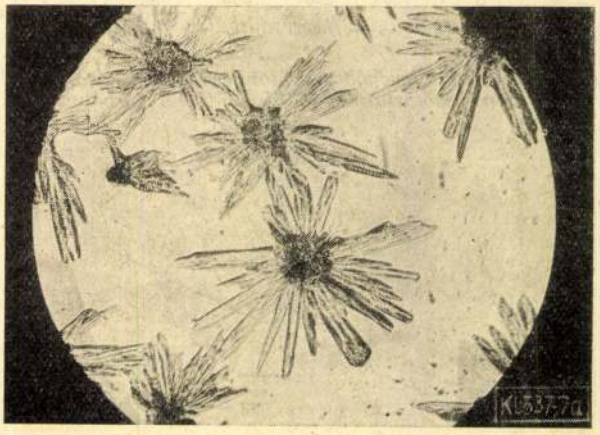
VCl_3 különböző szitafrakciójának szennyezőtartalma TGA alapján

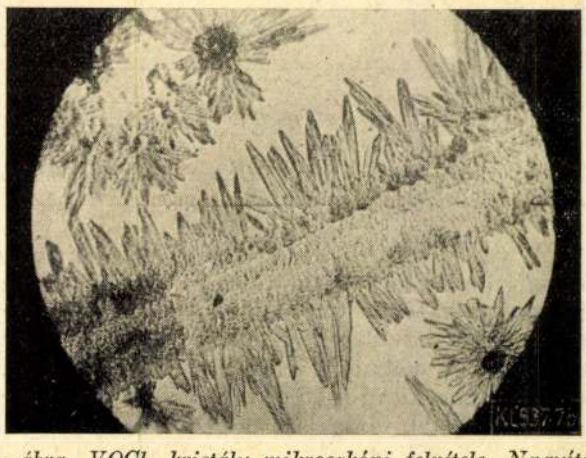
Szitafrakció, mm	Szennyező-tartalom, %	
	első lépcső	második lépcső
> 1,4	0,5	2,8
1,4 —1	0,48	3,2
1 —0,63	1	4
0,63 —0,315	0,7	4
0,315—0,1	1	5,3
0,1 —0,063	1,4	5,7
	0,75	7
< 0,063	0,76	6,85
	0,74	7,2

lejátszódó folyamat látszólagos aktiválási energiaértéke 40 kcal/mol, függetlenül a felfűtési sebesség változtatásától. A nagy hőmérsékletű folyamatnál viszont a hőmérsékletemelés sebességének csökkenésével a látszólagos aktiválási energia is csökken 51,7 kcal/mol értékről 20,7 kcal/mol értékre.



6. ábra. $VOCl_2$ kristály mikroszkópi felvétele. Nagyítás 340×. Kristályosodás kis túltelítettség mellett





7. ábra. $VOCl_2$ kristály mikroszkópi felvétele. Nagyítás 120×. Kristályosodás nagy túltelítettség mellett

A triklorid szennyezettségének megállapítása

Láttuk az előzőkből, hogy derivatográffal kismennyiségű VCl_3 mintából különböző szennyező vegyületek mennyisége megállapítható a súlyveszteségi görbe alapján. A TGA görbe első súlyveszteségi lépcsőjéből a vanadiltriklorid —, illetve az akvo-vegyület mennyisége határozható meg; a má-

sodik lépcső nagyságából pedig nemcsak a $VOCl_2$, hanem a VOCl mennyisége is kiszámítható, mely mint szennyező, visszamarad az anyagban. Mindez még nem határozza meg a VCl_3 teljes oxigénszennyezését, mert a $VOCl_3$ nedvesség hatására bekövetkező bomlásakor OH-csoportot tartalmazó V_2O_5 jellegű vegyület is képződik és ennek egy része szintén szennyezheti az anyagot. Utóbbi mennyiségét úgy kaphatjuk meg, hogy a derivatogram súlyveszteségi lépcsőinek figyelembevételével kiszámítjuk a bemérésben levő szennyezők nélküli tiszta VCl_3 mennyiségét (5) egyenlet alapján [és az ebből keletkező VCl_2 mennyiséget (7) egyenlet alapján]. Ehhez az értékhez hozzáadjuk a második lépcsőből számítható VOCl mennyiséget. Az így számított értéket összehasonlítjuk a derivatogramból leolvasott termikus bontás utáni maradék súlyával. Ha a maradék súlya nagyobb, mint a számított érték, a különbség a vanadiltrikloridból nedvesség hatására képződött és az anyagban visszamaradt vegyület V_2O_5 tartalmát mutatja.

Néhány, nagy $VOCl_3$, illetve $VOCl_2$ tartalmú minta (lásd *5. ábra*) oxidszennyezésének számítási részleteredményeit a *4. táblázatban* tüntettük fel. A számítás elvégzésekor figyelembe kell venni, hogy a vizsgálat során a VCl_3 termikus bomlása mellett kismértékben szublimálódik is. Az elszublimált anyagmennyiségnek megfelelő korrekció értékét egyszerűen megállapíthatjuk, ha feltételezzük, hogy nedvesség hatására a vanadiltrikloridból keletkező $VOCl_2$ és oxidvegyület mennyiségének aránya állandó. Felírhatjuk a következő összefüggést

$$\frac{[VOCl_2]}{a} - x = \Delta$$

ahol $[VOCl_2]$ a mintában levő $VOCl_2$ mennyisége, mg;
a állandó érték, egyenlő a $VOCl_2$ és oxidvegyület mennyiségének arányával;
x az elszublimált VCl_3 mennyisége, mg;
Δ a számított és leolvasott termikus bomlás utáni maradék különbsége, mg.

Vizsgálati körülményeink között a állandóra átlagos 3,2 értéket kapunk és ezzel a *4. táblázat* utolsó oszlopában feltüntetett oxidszennyezés kiszámítható. A számítás szerint a vizsgálat elvégzésekor 26 mg VCl_3 szublimálódik. Megjegyezzük, hogy gondos körülmények között előállított és tárolt vanádiumtrikloridban oxidszennyezés általában nem mutatható ki.

DTA görbék értékelése

A vanádiumtriklorid hevítésénél lejátszódó folyamatok TGA görbe szerinti értékelését részben alátámasztják, részben pedig hasznosan kiegészítik az egyidejűleg felvett DTA görbékből levonható következtetések (5. ábra).

a) A DTA görbe kezdeti leszálló szakasza a vizsgált és a vonatkozási anyag fajhőjének (c_p), valamint hőátadási együtthatójának (k) különbözőségéből ered. Ha a két jellemző érték hányadosát α-val jelöljük ($\alpha = C_p/k$), minél nagyobb a vizsgált anyag α értéke a vonatkozási anyagénál, a DTA görbe annál meredekebben indul lefelé.

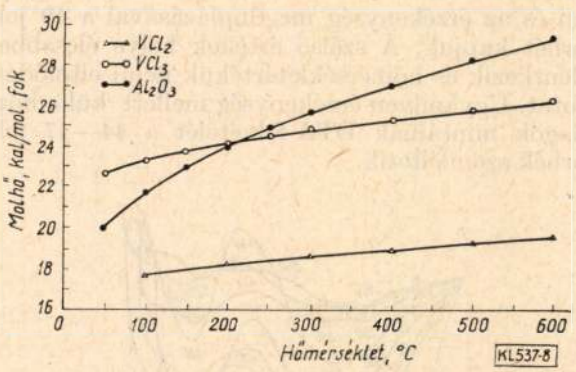
b) 200°C körül a DTA görbe minimumot ír le és újra emelkedni kezd. Az emelkedést, minthogy az anyagban a DTG görbe szerint semmi változás nem történik, csakis az α-knak egymáshoz viszonyított értékváltozása okozhatja. A reagáló és vonatkozási anyag, vagyis a VCl_3 és Al_2O_3 mólhőjének hőmérsékletfüggését kifejező egyenletek [14], [15]:

$$C_{pVCl_3} = 22{,}99 + 3{,}92 \cdot 10^{-3}T - 1{,}68 \cdot 10^{5}T^{-2}$$

$$C_{pAl_2O_3} = 22{,}08 + 8{,}97 \cdot 10^{-3}T - 5{,}22 \cdot 10^{5}T^{-2}.$$

A VCl_3 mólhője kevésbé változik a hőmérséklettel és a két anyagra vonatkozó görbe 200° körül metszi egymást *(8. ábra)*. A hőátadási, illetve hővezetési együtthatók a szóban forgó kis hőmérsékleten és hőmérséklettartományban a hőmérséklettel megközelítően lineárisan változnak és gyakorlatilag mindkét anyagban azonos mértékűnek vehetők. A DTA-görbe emelkedését tehát a két anyag fajhőértékének változására vezethetjük vissza.

c) A hőátadási együttható értékét viszont a szemnagyság nagyon befolyásolja. Minél kisebb ugyanis a VCl_3 látszólagos szemnagysága, annál nagyobb α-értéke a vonatkozási alumíniumoxidé-



8. ábra. VCl_3, VCl_2 és Al_2O_3 mólhőjének változása a hőmérséklet függvényében

4. táblázat

VCl_3 oxidszennyezésének számítása derivatogram adataiból

Felvétel száma	Szemnagyság, mm	Bemérés, mg	1. lépcső mg	2. lépcsőből számított $VOCl_2$ mg	Számított VCl_2, mg	Számított VCl_2 + VOCl mg	Leolvasott maradék, mg	Mért és számított maradék különbsége, mg	V_2O_5 (szublimálási korrekcióval) mg
68	>1,4	1030	6	42,9	376,1	392,0	377	—15	13
66	1,4—1	1030	5	50,9	377,3	396,2	384	—12	16
64	1 —0,63	1000	8	63,6	359,6	383,2	385	—1,8	20
69	<0,063	1020	5	109,7	350,6	391,3	396	4,7	34

hoz képest, vagyis DTA-görbéje meredekebben süllyed.

d) 300°C körül a DTA-görbe felszálló ágán kis minimum jelenkezik. A minimum az 5. egyenletnek megfelelő endotermás folyamatra jellemző. Minél kisebb a VCl_3 (látszólagos) szemnagysága, annál több szennyezőt tartalmaz a minta.

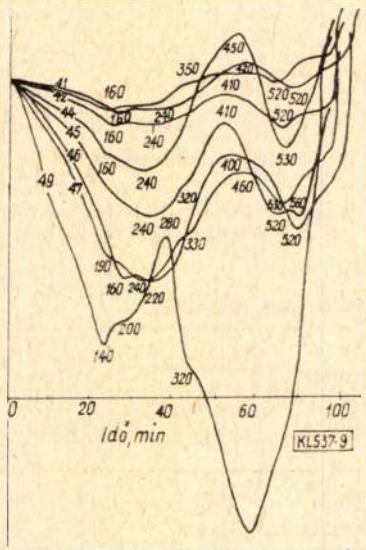
e) A DTA-görbe 400°C-on maximumot ér el és tovább hevítve újra süllyedni kezd. A süllyedés oka a VCl_3 termikus diszproporcionálódását kísérő endotermás hőeffektus. 500°C körül újabb minimummal találkozunk. A VCl_3 diszproporcionálódását kifejező egyenlet szerint (7) minden mol VCl_3 bomlásakor 0,5 mol VCl_4 távozik a rendszerből. Ezáltal lineáris felfűtéssel dolgozva a csökkenő mennyiségben visszamaradó anyag hőmérséklete egyre gyorsabban növekedhet a vonatkozási anyagéhoz képest. A hatást még fokozza, hogy a diszproporcionálódás másik termékének, a vanádiumdikloridnak a fajhője kisebb, mint a vanádiumtrikloridé [14]:

$$C_{pVCl_2} = 12{,}25 + 2{,}72 \cdot 10^{-3} T - 0{,}71 \cdot 10^{5} \cdot T^{-2}$$

Mindez együttvéve annyira megnöveli a reagáló anyag hőmérsékletnövekedését, hogy az endotermás folyamat ellenére is a DTA-görbe kb. 15—20 százalékos átalakulási foknál újra felfelé tartó lesz.

f) Végül a DTA-görbe egyenletes növekedése hirtelen meggyorsul a diszproporcionálódás befejeztével, vagyis a hőfogyasztó folyamat végével és a görbe a kiinduló állapotnak megfelelő érték fölé ugrik.

Teljesen hasonló jellegű DTA-görbesereget mutat be a *9. ábra*. A 41—43 jelű felvétel azonos adagszámú vanádiumtrikloridról készült, mint az 5. ábra mintái. Ezekből azonos következtetésre jutunk, annak ellenére, hogy megnöveltük a felfűtési sebességet, valamint az időléptéket (kétszeresre) és csökkentettük a DTA-érzékenységet. Lapos tégelyben és az érzékenység megduplázásával a 49 jelű görbét kapjuk. A szélső értékek helye élesebben jelentkezik és hőmérsékletértékük némi eltolódást mutat. Ugyanilyen érzékenység mellett különböző adagok mintáinak DTA-felvételét a 44—47 jelű görbék szemléltetik.



9. ábra. Különböző VCl_3-minták termoanalíziséről készült DTA görbék

Összefoglalás

A vanádiumtriklorid szennyezőinek és hevítés közben tapasztalható viselkedésének tanulmányozása a tiszta, alakítható vanádium előállítása szempontjából jelentős. Kísérleteink közben szerzett tapasztalatainkat röviden az alábbiakban foglaljuk össze:

1. A most kidolgozott derivatográfiás módszerünk alkalmas a vanádiumtriklorid fontosabb szennyezőinek minőségi és mennyiségi meghatározására és a VCl_3 diszproporcionálódásának reakciókinetikai vizsgálatára.

2. Módszerünkkel lehetőség nyílik bármely VCl_3-minta tisztaságának megítélésére és reakcióképességének megállapítására. A TGA görbe első súlyveszteségi lépcsőjéből (a felfűtés sebességétől függően 100—160°C) a vanadiltriklorid-, illetve az akvovegyület mennyisége állapítható meg; a második lépcső nagyságából (300—350°C) pedig nemcsak a $VOCl_2$, hanem a VOCl mennyisége is meghatározható, mely mint szennyező, visszamarad az anyagban.

3. Megvizsgáltuk és kiegészítő kísérletekkel tisztáztuk a vanádiumtrikloridban levő fontosabb szennyezők keletkezési körülményeit. Mindezek ismeretében az előállítási műveletek közben és a VCl_3 tárolása folyamán a szennyezők mennyiségét minimális értékre szoríthatjuk le.

4. A VCl_3 diszproporcionálódásának kezdeti hőmérsékletét a derivatográffal a mi körülményeink között a legkisebb felfűtési sebesség mellett (2 °C/perc) 400°C-ban állapíthatjuk meg a TGA görbén. A VCl_3 és összehasonlító anyag eltérő tulajdonságai miatt a TGA görbe a DTA görbénél biztosabb alapot szolgáltat a reakció kezdeti hőmérsékletének megállapítására. Ezért körülményeink között a 400°C értékünket elfogadhatóbbnak tartjuk, mint *Pecskovszkij*nak és munkatársainak [10] 605°C-os (DTA alapján meghatározva), valamint *Lamprey* [16] 600°C-os (6°C/perc fűtési sebesség mellett meghatározva) értékét.

IRODALOM

[1] *Paulik—Paulik:* Termoanalízis. 1963.
[2] *Várhegyi—Feketéné—Selmeczi:* Kohászati Lapok. 1967. Megjel. alatt.
[3] *Várhegyi—Iván—Imre—Sándor—Vitányiné:* Fémvanádium előállítása. FKI jelentés, 1966.
[4] *Brauera:* Ruk. po preparativnoj neorg. chim. I. L. 1956.
[5] *Náray—Szabó:* Szervetlen Kémia II. 1957.
[6] *Mellor:* Compr. Treatise on Inorg. Theor. Chem. Longmans, 1929, IX. 714.
[7] *Várhegyi—Feketéné:* Kohászati Lapok. 1966. 184.
[8] *Várhegyi—Feketéné:* Kohászati Lapok. 1967. (megj. alatt.)
[9] *Várhegyi—Feketéné:* FKI Közleményei VIII., 1967. (megj. alatt).
[10] *Pecskovszkij—Borovjev:* Zs. neo. chim. 10, 1433 1965.
[11] *Ehrlich—Seifert:* Z. anorg. allg. Chem. 301, 282 1959.
[12] *Kopilova—Ruban—Vinogradova:* Tr. Inst. Met. Obogascs. AN. Kaz. SSR, 12, 145 1965.
[13] *Szongina:* Redkie Metallü. 1964.
[14] *King:* J. Amer. Chem. Soc. 70, 2154. 1948.
[15] *Horváth Z.:* Fémkohászati folyamatok termodinamikai számítása. 1954.
[16] *Lamprey—Forsyth:* Talanta 7, 264. 1961.

Hozzászólás

dr. Arató Jenő: Az alumíniumfólia felhasználás alakulása c. cikkéhez

(Megjelent a Kohászati Lapok f. évi 4. számában)

A hazai alumíniumfólia felhasználás alakulását taglaló cikkében a szerző statisztikai adatokra támaszkodik. Elhanyagolja azonban a felhasználás alakulásának egyik legjelentősebb tényezőjét, nevezetesen azt, hogy a korábbi gyakorlatnak megfelelően még az 50-es években is mesterségesen visszaszorították az alumíniumfólia felhasználást más, minőségileg ugyan kevésbé megfelelő, de olcsóbb anyagok javára. Lényegében a hazai alumíniumfólia felhasználás alakulását eddig a mindenkori termelési kapacitás határozta meg.

Semmiképpen sem hanyagolható el annak vizsgálata, hogy a termelt alumíniumfólia hány százalékát nemesítik. A nemesített (színes, lakkozott, különböző anyagokkal kasírozott stb.) alumíniumfólia mennyisége egyik fontos jellemzője a termelés, ill. felhasználás színvonalának.

Téves következtetésekre adhat okot a 2. táblázatban szereplő papíripari felhasználás. A papíripar vizsgált időszakban feltüntetett 15—20%-os alumíniumfólia részesedése ugyanis szinte teljes egészében továbbfeldolgozási célokat szolgált. A papíripar által feldolgozott termékeket az élelmiszeripar és a belkereskedelem használta fel.

A szerző céloz arra, hogy az egyes országok alumíniumfólia felhasználásának összehasonlítása csak kellő óvatossággal végezhető. Az alumíniumfólia mérettartománya ugyanis országonként jelentősen eltér egymástól. Ilyen szemléletből kiindulva okvetlenül megjegyzendő, hogy a 2. táblázatban szereplő „villamosgépipar" (maga az elnevezés eléggé rosszul sikerült) részesedése a hazai alumíniumfólia felhasználásból az ún. „vékony szalag"-ot (100 mikron vagy affeletti méret) is magában foglalja.

Bár az alumíniumfólia jelentősen nagyobb részét világszerte a csomagolástechnikában használják fel, célszerű lett volna, ha a szerző a 3. táblázatnak helyesen „Az alumíniumfólia csomagolástechnikai felhasználása az USA-ban és hazánkban" címet adja.

A szerző helytelen következtetést von le, amikor megállapítja, hogy az élelmiszeripar és a háztartások alumíniumfólia felhasználása 1980-ban sem éri el az USA-ban 1959-ben tapasztalt szintet. Ezt a megállapítását arra alapozza, hogy „az igényes magyar konyha sohasem fog olyan arányban konzervet, kész- és félkész ételeket, főleg háztartási fóliát felhasználni,...". Az élelmiszeripar egyik jelenlegi legfontosabb törekvése az, hogy termékeit korszerű csomagolásban hozza forgalomba. A szerző megállapítása ellen szól még a nemcsak önmagában, hanem a különféle műanyagokkal a legkülönbözőbb területeken is felhasználható alumíniumfóliás csomagolóanyagok, dobozok, tálkák, zacskók stb. elterjedése, az ezeket az anyagokat alkalmazó, ill. igénylő korszerű automata csomagoló- és töltőgépek számának növekedése és nem utolsósorban az önkiszolgáló eladási rendszer bővülése. Ezzel párhuzamosan pedig növekedni fog a háztartási alumíniumfólia felhasználása is.

A 3. táblázat adatainak helytelen értelmezéséből adódik a szerző „egyéb" felhasználásra vonatkozó következtetése is. Míg az USA-ban az „egyéb" valóban nagyobbrészt műszaki cikkek csomagolására felhasznált alumíniumfóliát jelent, az ebben a sorban szereplő hazai felhasználásnak kb. 80%-át a papíriparban dolgozzák fel.

Még egy megjegyzésem van a cikkel kapcsolatban, bár az előbbiekben a sorok között erre már utaltam: a vizsgált időszak alatti, de főképpen a várható hazai alumíniumfólia felhasználást a rendelkezésre álló műanyagok figyelembevételével kell elemezni. Ma már minden alumíniumfóliaszakember előtt világos és egyértelmű, hogy az alumíniumfólia különféle műanyagokkal kombinálva jelentős felhasználási területek — elsősorban a csomagolástechnika — fejlődési irányát határozza meg és ugyanakkor visszahat az alumíniumfólia termelésre, ill. felhasználásra is.

Mészáros György
okl. kohómérnök
Kőbányai Könnyűfémmű

Észrevételek Mészáros György hozzászólásához

A cikk, amely „Az alumíniumfólia felhasználás alakulása" címmel jelent meg része „Az alumíniumfólia gyártás távlati fejlesztésének néhány közgazdasági kérdése" című tanulmányomnak. Ebben a műben lehetőség nyílt arra, hogy az alumíniumfólia felhasználást, a távlati igényeket, a termelést és fejlesztési lehetőségeit mélyrehatóan megvizsgáljam. Itt kitértem — külön fejezetben — az alumíniumfólia és a műanyagok kérdésére is. A cikkben azonban ilyen sokrétű kérdés egyes vonatkozásait tudtam csak közzétenni. A terjedelem szabta korlátok miatt nem foglalkoztam a felhasználás ilyen alakulásának okaival sem.

Hangsúlyozni szeretném, hogy a felhasználást vizsgáltam a cikkben. Nézetem szerint a nemesítési arányszám, — amely 1960. óta stagnál 50%-hoz közel eső színvonalon — elsősorban, a termelés és nem a felhasználás színvonalának jellemző mutatója. Ugyanis a felhasználás kikészítési arányszámának vizsgálata nem ad egyértelmű felvilágosítást annak színvonalára. A kikészített termékek arányszámának növekedése emeli, a natur fólia felhasználás elterjedése (pl. háztartási fólia) pedig csökkenti e mutató értékét. Hozzá kell tenni, hogy mindkét felhasználási terület növekedése a felhasználás színvonalát emeli, de a nemesítési arányszámra ellentétes irányú hatást fejt ki. Ugyanakkor adott vállalat esetében a nemesítési arányszám a termelés színvonalát egyértelműen jellemzi.

A cikkben közölt „A hazai alumíniumfólia-felhasználás struktúrája 1958—63 években" című 2. táblázat adatai az elsődleges felhasználást mutatják, amely nem azonos az alumíniumfólia végső felhasználási területeivel. E hiány pótlására közöltem a 3. táblázatot, amely a végső felhasználást tartalmazza. Ezt egyébként a cikk hangsúlyozza is.

Nem érthetek egyet azzal, hogy a villamosgépipar részesedése a vékonyszalag felhasználást is tartalmazza. A cikk kizárólag az „alumíniumfólia" felhasználással foglalkozik. A „Villamosgépipar" iparág elnevezés pedig helyes (nem tőlem származik az elnevezés, hanem „Az ipar ágazati rendszere" 1964. jan. 1-e előtti elnevezéseit vettem át) ha ebbe az ágazatba tartozó vállalatok jellegét tekintjük a besorolás alapjának.

Részletes felmérést végeztem a várható alumíniumfólia igények alakulására vonatkozóan, amelyet e lap hasábjain a közeljövőben szeretnék közzétenni. Az igények megállapításánál messzemenően figyelembe vettem többek között a műanyagok szerepét és az alumíniumfóliának a csomagolóipar egyes területein tapasztalt minimális keresettségét is (mélyhűtött ételek csomagolása stb.). Megállapításaimat a távlati igények várható alakulásának — a lehetőségekhez mérten pontos — ismeretében tettem. Ezért a cikkben közölt további megállapításaimat fenntartom. A cikkel kapcsolatos észrevételeket köszönettel veszem és meggyőződésem, hogy a részleges véleményeltérés ellenére is a szerény eszközeink birtokában tett erőfeszítésünk célja azonos.

Dr. Arató Jenő
okl. közgazdász
Magyar Alumíniumipari Tröszt

Könyvismertetés

Probleme des Metallhüttenwesens Freiberger Forschungshefte, B 119. Metallhüttenwesen, 1967 113 oldal, 40 ábra, 28 táblázat.

Ebben a füzetben három *Ledebur*-díjjal jutalmazott közleményt találunk. Az elsőben *Siegfried Liebscher* és *Günter Ressler* a kohóólom óntalanításával kapcsolatos vizsgálatairól számol be. A munkatársak laboratóriumi és üzemi kísérletek alapján azt állapították meg, hogy az óntalanítás ólomoxid és ólomklorid keverékének az adásával gyorsul és javul. Mivel ilyen keverékek csak külön műveletben állíthatók elő, azt is vizsgálták, hogy milyen különös klórozó pótlékok segítségével lehet az ólmot vagy az ólomötvözetet óntalanítani.

Azt állapították meg, hogy kis mennyiségű technikai ammóniumkloridnak vagy kalciumkloridnak az adagolása éppen olyan mértékben előnyös, mint a PbO és $PbCl_2$ keverékeké. Az ólomban levő ón mennyiségétől függően 1 t ónra 30—120 kg pótlékot kell adni. A reakciók lejátszódását elősegítő ólomoxid jelenlétét a legcélszerűbb úgy biztosítani, hogy a tulajdonképpeni óntalanítás megkezdése előtt az ólom felületét rövid ideig levegővel oxidáljuk.

A vizsgálatok eredményeképpen nemcsak az eddigi eljárást lehetett gazdaságosabbá tenni, hanem az óntalanítás közben mód nyílt az ónt és antimont forrasztón készítésére alkalmas arányban tartalmazó termék előállítására is.

A második tanulmányban *Florenz* a rezes-kéneskő és salak közötti megoszlást tanulmányozta. Érdekessége a munkának, hogy elméleti számításait és kísérleteit annak az újabban hangoztatott megállapításnak az alapján végezte, hogy a kohászatban előforduló olvadékok az alkotó részeket ionok alakjában tartalmazzák.

A vanádium elsalakulásának a mechanizmusát tanulmányozva azt állapította meg, hogy ez a folyamat az ionelmélet alapján nagyon jól nyomonkövethető. A fémek a különféle fázisokban elektrokémiai primérreakció és a secunder folyamatként beálló egyensúly alapján ionos formában oszlanak meg.

A harmadik dolgozatban *Nestler* a réz-nikkel-oxigén-rendszer felépítését és ennek alapján a tűzi úton végzett rézraffinálásnál a nikkelnek a viselkedését tárgyalja. Az igen nagy munkáról szóló beszámoló a következőket állapítja meg:

a) A termikus analízisek, mikroszkópiai és röntgenvizsgálatai azt mutatták, hogy a Cu_2O-NiO-rendszer tisztán eutektikus (eutektikum 3,9% NiO-nál és 1218 °C-on). Az irodalomban többször emlegetett vegyületnek a létezését ebben a rendszerben nem lehetett kimutatni.

b) A Cu-Cu_2O-NiO-Ni-rendszerben a Cu-Cu_2O-Ni-NiO- és Cu_2O-NiO-oldal eutektikus pontjaiból binér eutektikálisok indulnak ki, és ezek a rézsarok közelében levő ternér eutektikus pontban találkoznak. A Cu-Cu_2O-oldalból kiindulólag a kvaternér-rendszerben oldhatatlansági terület van.

c) A kísérletek azt mutatják, hogy a tűzi úton végzett rézraffinálásnál a nikkeltől teljesen mentes rezet nem lehet előállítani. A nikkel eltávolításának a mértéke a nyersanyag nikkeltartalmától függ, és az optimális réz-nikkel-arány a raffinált rézben a ternér eutektikumnak felel meg. Nikkelben dús ötvözeteknél a nikkelnek a főtömegét el lehet salakítani, 0,3 és 0,4 Ni-tartalom mellett azonban salakképző (SiO_2, Fe_2O_3) adásától sem lehet kielégítő eredményt várni.

d) A kísérleti eredményeket nagyobb üzemben csak korlátozottan lehet megvalósítani a szennyező elemek nagyobb száma és a jelenlevő salakképzők miatt. Azt azonban ki lehetett mutatni, hogy a legtöbb nyersréznek a nikkeltartalma a nikkel tűzi úton való eltávolításának szempontjából olyan kritikus területben van, ami a nikkelnek csak tökéletlen eltávolítását teszi lehetővé.

e) A kísérleti eredmények alapján a nikkel 1200°C alatti hőmérsékleten, erős oxidációval (a fürdőnek az oxigén-tartalma 0,6—1%) távolítható el a legmesszebbmenően. A műveletnél a fürdőnek a mozgatása előnyös, mert így az oxidok gyorsabban jutnak a salakba.

Dr. Horváth Zoltán

Egyesületi hírek

Jún. 5.-én tartotta a magyaróvári helyi csoport az újjáalakuló és vezetőség választó közgyűlését. Az átszervezés a tagok kívánságára történt, és az újjáalakult csoportba több mint 60-an jelentkeztek.

A gyűlést *Hegyi Endre* korelnök nyitotta meg. Megnyitó beszédében részletesen ismertette az OMBKE magyaróvári hagyományait. Az Intéző Bizottság elnöke *Geiszbühl Mihály* főmérnök ismertette a célkitűzéseket, majd az Intéző Bizottság titkára a szervezés körülményeiről számolt be.

A beszámolókat vezetőség-választás követte: a korelnök javaslatára a tagság egyhangúan választotta meg az új vezetőséget. A helyi csoport elnöke *Geiszbühl Mihály* főmérnök, titkára *Krasznai Mihály* lett.

A vezetőség választás után *Nagy Albert* igazgató szakmai előadást tartott. Ömlesztett kádkövek üvegipari alkalmazása címmel. *(L)*



IAT

IAT iparifrekvenciás indukciós elektromos tégelykemence

Az alumínium és ötvözeteinek olvasztása történhet folyamatosan és szakaszosan.

Nagy termelékenysége, gazdaságossága, a bélés tartóssága, a nagy mennyiségű forgácsot tartalmazó betét alkalmazásának lehetősége megbecsültté tette a hengerelt alumíniumárut előállító szakemberek és vállalatok előtt.

Az IAT elektromos kemence befogadóképessége 400 kg, 1000 kg, 2500 kg, 6000 kg.

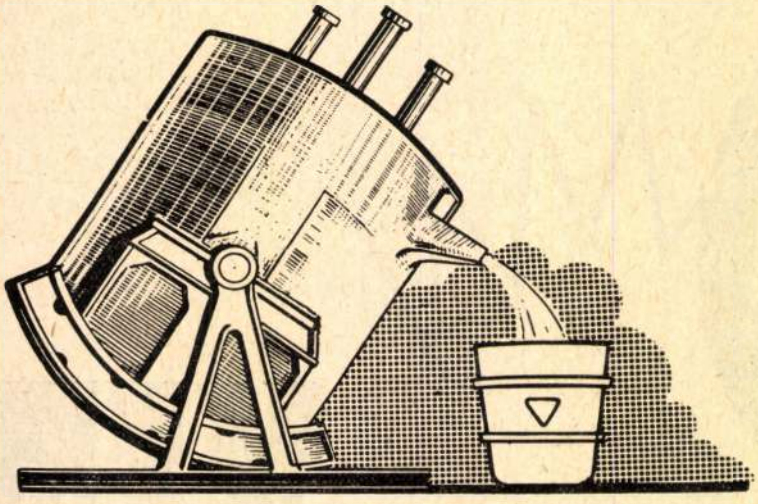
Az elektromos kemence szállítása az összes szükséges tartozékokkal és ellenőrző-mérő berendezéssel együtt történik.

A V/O „Energomachexport" a vásárlóknak magasfokú szakmai segítséget tud adni az elektromos kemence felállítási tervének kidolgozásában, a szerelésben és a beindításban.

Minden műszaki és kereskedelmi kérdéssel forduljanak az alábbi címre:

V/O „ENERGOMACHEXPORT"
Moszkva, B—330
Moszfilm u. 35
Telex: 243

ENERGOMACHEXPORT



MOSKVA
MACHINOEXPORT
MACHINOEXPORT

888R·MOSKVA

A folyamatos acélöntés berendezései

A Szovjetunió üzemeiben több éve sikeresen alkalmazzák és fejlesztik a folyamatos acélöntés módszerét.

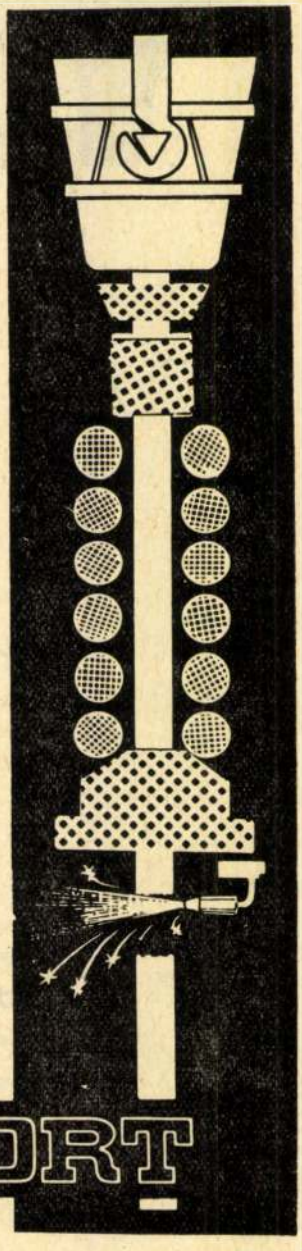
Mint ismeretes, ez a módszer lehetővé teszi a hatalmas durva hengersorok (blokksor, lemezbugasor) mellőzését, a termelési folyamat automatizálását, jó minőségű fém biztosítását, a gyártmánykihozatal növelését, valamint a dolgozók munkájának jelentős megkönnyítését.

A műhely adottságaitól függően a berendezések lehetnek akna vagy torony típusúak, valamint radiális típusúak, és lehetőséget adnak különböző keresztmetszetű öntecsek öntésére, a 100 mm-es négyzet-keresztmetszettől a 200×1850 mm keresztmetszetig.

Az egyidejűleg öntött öntecsek száma 1-től 8-ig változhat azok keresztmetszetétől és az üst űrtartalmától függően (1,5—300 t).

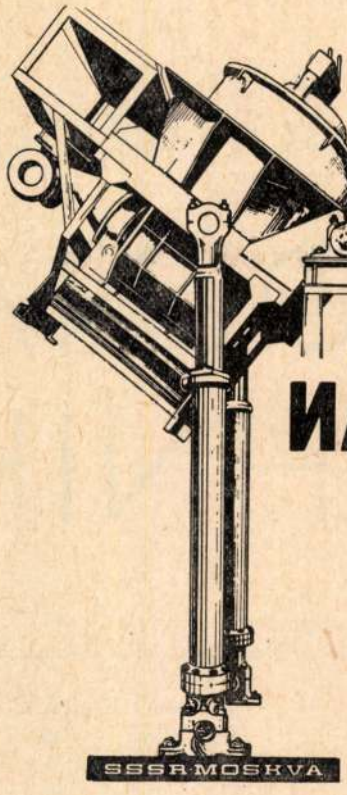
A folyamatos öntés berendezései szénacélból (nyugtatott és nem nyugtatott) alacsony ötvözésű és magas ötvözésű (szerkezeti, rugó, szerszám, elektrotechnikai, rozsdamentes és más típusú) acélokból készült félgyártmányok előállítására szolgálnak.

Kísérleti gyártás formájában bizonyítást nyert a minőségi karosszéria lemezek előállítására szolgáló bugák öntésének lehetősége is.



MACHINOEXPORT

Igényeikkel forduljanak az alábbi címünkre:
V/O „Machinoexport" SZOVJETUNIÓ, MOSZKVA B—330. Moszfilm u. 35 — Telex: 170



5 év nagyjavítás nélkül!

Ez egy a műszaki különlegességek közül, amelyek megtalálhatók a rézötvözetek olvasztására szolgáló ILK ipari frekvenciás indukciós csatornás elektromos kemencénél.

Az elektromos kemence befogadóképessége 100, 1600, 2500, 6000 és 16 000 kg.

Üzemi hőmérséklete 1200°C.

Nagy termelékenység.

Az elektromos kemence konstrukciós megoldása lehetővé teszi a folyamatos öntés alkalmazását is.

Garantáltan homogén vegyi összetétel.

Olvasztás közben a megolvadt fém keverése elektrodinamikus úton történik.

Automatikus vezérlés.

Az elektromos kemence a szükséges tartozékokkal és az ellenőrző-mérő berendezéssel együtt kerül szállításra.

V/O „Energomasexport" a vásárló kívánságára magasfokú szakmai segítséget nyújt a szerelésben és az elektromos kemence beindításában.

Az elektromos kemencével kapcsolatos kérdésekkel forduljanak az alábbi címre:

V/O „Energomachexport"
Szovjetunió, Moszkva B-330 Moszfilm u. 35
Telex: 243

ENERGOMACHEXPORT

A ma tudománya—

A HOLNAP TECHNIKÁJA

Olvassa rendszeresen műszaki tudományos szaklapjainkat!
Mindig széleskörűen tájékoztat a szakterület helyzetéről, eseményeiről, újdonságairól

Bányászati Lapok
Bőr- és Cipőtechnika
Elektrotechnika
Energia és Atomtechnika
Élelmezési Ipar
Építőanyag
Épületgépészet
Az Erdő
Faipar
Finommechanika
Fizikai Szemle
Gép
Gépgyártástechnológia
Hidrológiai Közlöny
Híradástechnika
Ipari Energiagazdálkodás
Ipargazdaság
Járművek, Mezőgazdasági Gépek
Kép- és Hangtechnika
Kohászati Lapok
Közlekedéstudományi Szemle
Magyar Építőipar
Magyar Grafika
Magyar Kémiai Folyóirat
Magyar Kémikusok Lapja
Magyar Textiltechnika
Mélyépítéstudományi Szemle
Mérés és Automatika
Műanyag és Gumi
Műszaki Élet
Öntöde
Papíripar
Városépítés
Villamosság

FENTI KIADVÁNYAINK ELŐFIZETHETŐK

minden postahivatalban,
a Posta Központi Hírlap Iroda (József nádor tér 1.) csekkszámlájára vagy átutalással,
valamint a Technika Háza műszaki könyvboltjában (V., Szabadság tér 17.)

PÉLDÁNYONKÉNT KAPHATÓK:

V., Váci utca 10.
VI., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti Hírlapboltokban,
ugyanitt az 1966-ban eddig megjelent példányok is beszerezhetők.

HIRDETÉSEKET FELVESZ A LAPKIADÓ VÁLLALAT HIRDETÉSI OSZTÁLYA,

VII., Lenin körút 9—11. I. em. 120. (222-251).

KOHÁSZATI lapok





ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

9. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 100. ÉVFOLYAM • 389–436. OLD. BUDAPEST, 1967. 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, 318-928

Венгерский Журнал Металлургии

Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen · Hungarian Journal of Metallurgy

Revue Hongroise de Metallurgie · Rivista Ungherese de Metallurgia

Főszerkesztő:

ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztő:

DR. PILISSY LAJOS

RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:

BALÁZS FÜLÖP
CHAPÓ ELEK
CSEH MIKLÓS
DR. HAJTÓ NÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
DR. LÁNYI BÉLA
MARCZIS LÁSZLÓ
NAGY ZOLTÁN
PINTÉR ANDRÁS
DR. PÖCZE LÁSZLÓ
RÉFI-OSZKÓ ISTVÁN
ROMWALTER ALFRÉD
SELMECI BÉLA
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÁRHELYI REZSŐ

Felelős kiadó:

SALA SÁNDOR
igazgató

MEGJELENIK HAVONKÉNT

Index: 25,445

TARTALOM

Dr. Horváth Zoltán: A reakciókinetika alapfogalmai és legújabb eredményei I. .. 389

Dr. Horváth János: Hazai szenekből készült kohókoksz felhasználása 393

Bodrogai József: A fajlagos nyúlás megállapítása csövek szakítókísérletéből .. 398

Dr. Remport Zoltán: Egy és két lépcsőben hengerelt durvalemezek tulajdonságainak összehasonlítása .. 401

Németh Emil: A hidegen alakított acélok arányossági határának tranziens állapota .. 404

Ivócs László: SM-kemencék regenerátor-rácsozatának tartósságnövelési lehetőségei .. 408

Dr. Fekete László—Bódi Dezső: Elektrolitmangán nagylaboratóriumi előállítása úrkúti karbonátos mangánércből .. 413

FÉMKOHÁSZAT

Benedek Pál: Gazdaságos sajtolt alumínium idomrudak teherviselő alumínium szerkezetekhez .. 422

Dr. Hoffmann Pál: A hőkezelés szerepe az alumínium kábelipari feldolgozásakor .. 426

Posgayné—dr. Sajó—Horváth: Kismennyiségű Ti és V spektrofotometriás meghatározása alumíniumban .. 430

Felhívás .. 392, 400, 419

Műszaki és gazdasági hírek .. 397, 417, 418

A vaskohászat rövid hírei .. 412

Egyesületi hírek .. 420, 435

Pongó Gyuláné 1933—1967. .. 421

Szabványosítási hírek .. 421 434

Hazai alumíniumipari hírek .. 429

Az OMBKE szervezeti felépítésének vázlata .. 419

ÖNTÖDE

Kálmán Lajos—Rácz Ottó—Rácz József: Meleg magszekrényes magkészítési eljárás kísérletei a Csepeli Vas- és Acélöntödékben .. 193

Szende György: A viasz- és állandó mintás keramikus formázó eljárások közös összefüggéseiről .. 201

Tokár István: Önkötő vízüveges homokkeverékek .. 207

Könyvismertetés .. 210

VII. Bolgár Öntő Napok .. 211

VIII. Német Öntő Napok .. 213

Szabványosítási hírek .. 213

Szakosztályi hírek .. 214

Üzemi hírek .. 215

Egyetemi hírek .. 216

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft.

KOHÁSZATI LAPOK

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.
67.9., 5134 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.

Csekkszámla-szám: egyéni 61.254. közületi 61.066 (vagy átutalás a MNB 8. sz. folyószámlájára)
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62.

KONÁSZATI LAPOK 1967. 9. sz.

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р З. Хорват: **Основные понятия реакционной кинетики I.** ..... С 389
В теории металлургии все больше получает применение реакционная кинетика. Статья поясняет значения скорости реакции, степенности реакции, энергии активации и описывает методы их расчета. Показываются закономерности скорости диффузии в прямоугольной, цилиндрической и шаровидной системах координат и устанавливается связь между диффузиями в листе, цилиндре и шаре. Определяется, что хотя связанные со скоростью реакции степенность и энергия активации во многих случаях могут быть рассчитаны, изменения концентрации, регулируемые диффузией можно учесть только в простейших случаях и очень сложным способом.

Д-р Й. Хорват: **Использование доменного кокса, полученного из отечественных углей** ..... С 393
Первые опыты производства кокса в 1940-х годах. Мойка и новые опыты производства кокса в 1948—49-ом годах. Обзор теперешней технологии производства. Характерные данные кокса, произведенного в Дунаи Вашмю из смеси, состоящей из 50—60% мечекского месторождения и заграничных углей. Уменьшение содержания золы и серы. Описание опытов производства кокса чисто из отечественных углей. Себестоимость кокса, полученного из отечественных углей.

Й. Бодрогаи: **Определение относительного удлинения при испытании труб на разрыв** ..... С 398
На основании проведенных опытов можно определить, что удлинение и сужение труб, подвергнутых разрыву меньше, чем удлинение и сужение образцов, вырезанных из стенки той же трубы или стандартного цилиндрического образца, изготовленного из заготовки этой трубы. Поэтому при оценке удлинения и сужения трубы необходимо принимать во внимание форму образца и метод испытания.

Д-р З. Ремпорт: **Сопоставление свойств толстых листов, прокатаных в одной двух ступенях** .. С 401
Проводилась опытная прокатка толстых листов толщиной в 20 мм из слитка полуспокойной стали двумя путями: в одной и двух ступенях с одновременным изменением температуры прокатки. Из результатов опытов можно определить, что механические свойства толстых листов, прокатаных в одной и двух ступенях почти одинаковые. Прокатка листов может производиться в одной или двух ступенях, их свойства зависят не от ступеней, а от влияния других факгоров.

Э. Немет: **Трансиентное состояние паредел пропорциональности холоднодеформированных сталей** ..... С 404
Проведенные опыты с целью увеличения предела пропорциональности стали, содержащей 0,55% углерода показали, что на предел пропорциональности оказывает влияние с одной стороны степень и направление холодной деформации, с другой стороны следующая за ней термообработка. Сложная нагрузка при протажке через калибр можно свести на простую нагрузку тягивания и давления. Изменения предела пропорциональности, зависящие от них можно пояснить эффектом Баушингера и механизмом Котреля.

Л. Ивоч: **Возможности увеличения срока службы ячеек регенераторов мартеновских печей** ... С 408
На образование летучей пыли самое большое влияние оказывает применяемый в мартеновских печах кислород. Результаты, достигнуте с применяемыми для уменьшения осадки летучей пыли клинообразными кирпичами. Опыты для обрызгивания ячеек регенераторов химическими средствами.

Д-р Л. Фекете—Д. Боди: **Лабораторное производство электролитического марганца из карбонатной марганцовой руды уркутского месторождения** ..... С 413
На производство электролитического марганца из сырой карбонатной уркутской марганцовой руды отрицательно влияет плохое осаждение и фильтруемость смывки, полученной после выщелачивания. Обжигом эти плохие свойства улучшаются. На основании лабораторных опытов была разработана технология производства электролитического марганца из руды, подвергнутой обжигу.

П. Бенедек: **Экономичные прессованные профили из алюминия для несущих конструкций** .... С 422
Описание переменного размерного ряда двутавров и швеллеров, основанного на ряде предпочтительных чисел $R10=\sqrt[10]{10}$. Эти профили обеспечивают в носящих конструкциях 25% увеличения нагрузки и с помощью их можно достичь 7—9% экономии веса металла по сравнению с традиционными профилями. Проверка геометрических размеров профилей испытанием стабильности. Результаты опытов показали, что нагиб среднего сечения двутавра является интегральным значением, содержащем в себе свойства всего прессованного двутавра и только в очень малой степени зависит от локальных свойств.

Д-р П. Гоффманн: **Применение алюминим в кабельной промышленности. Пороки вледствие термообработки** ..... С 426
В производстве проволоки при термообработке происходит или диффузия инородных материалов в основном металле или самодиффузия основного металла и сосдает нужные внутренние структурные изменения. В зависимости от характера механизма процесса совместным установлением минимального времени нагрева и минимальной температуры — этих двух степеней свободы — можно достичь нужные цели. С другими методами работы нельзя обеспечить сходства свойств и затраты не могут быть понижены до необходимого минимума.

Д. Пожгаи—Д-р. И. Шайо—М. Хорват: **Спектрофотометрическое определение малых количеств титана и ванадия в алюминии** ..... С 430
Были проведены сопоставительные опыты на фотометрическое определение титана и ванадия в пробах все более и более чистого металлического алюминия с применением ранее принятых и некоторых вновь рекомендуемых реагентов. Для определения титана были испробованы тирон и диантипирилметан, а для анализа ванадия — н-бензоил-н-фенил-гидроксиламин. Были установлены самые благоприятные условия анализа. Применяемые реагенты годны для определения содержания титана и ванадия в сверхчистом алюминии, применяемом для производства проводов.

На журнал „KONÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, акили зазать отдельные номера для заграничных читателей у организации: KULTURA Budapest 62, P. B. 149, Венгрпя.

INHALT

Horváth, Z. Dr.: **Reaktionskinetische Grundbegriffe I.** ..... S 389

In der theoretischen Metallurgie verbreitet sich immermehr die Reaktionskinetik. Es werden geschildert die Reaktionsgeschwindigkeit, die Reaktionsrangordnung und die Aktivierungsenergie,sowie auch ihre Berechnungsmethoden. Die Gesetzmässigkeiten der Diffusionsgeschwindigkeit werden in den verschiedenen Koordinaten-Systeme (rechtwinkelig, rundzilindrisch, kugelig) vorgezeigt, weiter werden die Zusammenhänge der Diffusion in einem Prisma, Zilinder und Kugel dargestellt. Die Reaktionsrangordnung und die Aktivierungsenergie können in vielen Fällen berechnet werden, dagegen sind die durch die Diffusion geregelten Konzentrationsänderungen nur in den einfachen Fällen berechenbar, dann auch nur recht umständlich.

Horváth, J.: **Verwendung des aus einheimischen Kohlen erzeugten Kokses** ..... S 393

Die ersten Koksherstellungs-Versuche im Anfang der 1940-er Jahre. Wiederhohlung der Versuche in den Jahren 1948—49. Übersicht der heute angewandten Technologie. Kennzahlen des aus 50—60 vH einheimischen und 50—40 vH ausländischen Kohlen hergestellten Kokses. Verminderung des Asche- und Schwefelgehaltes. Versuche zur Herstellung des Kokses aus rein einheimischen Kohlen. Eigenschaften dieses Kokses.

Bodrogai, J.: **Bestimmung der spez. Dehnung von Rohren aus Rohrzerreissproben** ..... S 398

Die Versuche zeigten, dass die Dehnungs- und Einschnürungswerte der zerrissenen Rohre kleiner sind, als die Werte der aus dem Rohrwand ausgearbeiteten, flachen oder runden Zerreissproben. So muss bei der Bewertung der Rohre auf Grund der Probenform eine Korrektion der Dehnungs- und Einschnürungswerte durchgeführt werden.

Remport, Z. Dr.: **Eigenschaften der in einem bzw. in zwei Arbeitsgängen ausgewalzten Grobbleche** S 401

Aus halbberuhigten Stahlblöcken wurden 20 mm starke Grobbleche bezüglich der Walztemperatur auf zweierlei Weise, undzwar in einem und in zwei Arbeitsgängen ausgewalzt. Die mechanischen Eigenschaften der auf zweierlei Weise ausgewalzten Bleche waren beinahe die gleichen. Die Eigenschaften der Bleche sind also von der Zahl der Arbeitsgänge unabhängig, sie werden von anderen Betriebsfaktoren beeinflusst.

Németh, E.: **Der nichtstationäre Zustand der Proportionalitätsgrenze von kaltverformten Stählen** S 404

Die Versuche zur Erhöhung der Proportionalitätsgrenze von Stählen mit 0,55 vH. Kohlenstoffgehalt ergaben, dass die Proportionalitätsgrenze teils von der Grösse und Richtung der Kaltverformung, teils von der darauf folgenden Auslagerung und Wärmebehandlung abhängt. Die zusammengesetzte Inanspruchnahme des Durchziehens durch einem Kaliber kann auf die einfache Druck- und Zugbeanspruchung zurückgeführt werden. Die Änderungen der von den obigen Faktoren abhängigen Proportionalitätsgrenze kann mit dem Bauschinger-Effekt und mit dem Cotrell-Mechanismus gedeutet werden.

Ivócs, L.: **Die Möglichkeiten der Erhöhung der Haltbarkeit von Regenerator-Gitterwerken der S.M.-Öfen** ..... S 408

Auf die Flugstaubbildung in Siemens—Martin-Öfen übt der angewandte Sauerstoff die grösste Wirkung aus. Verminderung der Flugstaubablagerung durch konische Gittersteine. Versuche zur Berieselung des Gitterwerkes mit Chemikalien.

Fekete, L. Dr.—Bódi, D.: **Die laboratoriumsmässige Erzeugung von Elektrolyt-Mangan aus Mangankarbonaterzen von Úrkút** ..... S 413

Nachteilig bei der Erzeugung des Elektrolyt-Mangans aus Karbonaterzen ist, dass die nach der Auslaugung erhaltene Trübe sich schlecht setzen und filtrieren lässt. Durch Rösten verbessern sich diese Eigenschaften. Im Laboratorium wurde die Technologie der Erzeugung des Elektrolyt-Mangans aus Erzabbränden ausgearbeitet.

Benedek, P.: **Wirtschaftliche gepresste Aluminium-Profilträger für belastete Konstruktionen** ..... S 422

Beschreibung einer Serie von I- und U-Trägern, deren Abmessungsinkremente der Renard-Reihe $R10=\sqrt[10]{10}$ gemäss abgestimmt sind, welche eine 25%-ige Zunahme ergibt. Die Träger sind für zeitgemässe belastete Konstruktionen geeignet und können im Vergleich mit den bisherigen Profilen eine Gewichtseinsparung von 7—9% ergeben. Kontrolle der guten Abstimmung der geometrischen Profilabmessungen mit einer Stabilitätsprüfung. Den Versuchsergebnissen zufolge ist die Durchbiegung des mittleren Trägerquerschnittes ein Integralwert, der die Eigenschaften des ganzen gepressten Trägers in sich vereinigt und nur in geringem Masse von den lokalen Eigenschaften abhängig ist.

Dr. Hoffmann, P.: **Die Bearbeitung des Aluminiums in der Kabelindustrie. Die bei der Glühung auftretenden Fehler** ..... S 426

Im Laufe der Kabelerzeugung tritt bei der Glühung eine Diffusion der im Grundmetall befindlichen Fremdstoffe oder eine Eigendiffusion des Grundmetalles ein, welche die gewünschten Änderungen der Innenstruktur hervorruft. Das gewünschte Ziel kann in Abhängigkeit von dem Charakter des Verfahrensmechanismus durch gleichzeitige abgestimmte Einstellung der beiden Freiheitsgrade — also der minimalen Vorglühungsdauer und minimalen Temperatur oder der Zeitdauer und Temperatur verwirklicht werden. Keine andere Methode kann die Gleichmässigkeit der Eigenschaften bei dem nötigen niedrigen Kostenniveau gewährleisten.

Pozsgay, Gy.—Dr. Sajó, I.—Horváth, M.: **Die spektrophotometrische Bestimmung von niedrigen Ti- und V-Gehalten im Aluminium** ..... S 430

Zur photometrischen Bestimmung von Ti und V in Aluminiummetallproben mit immer höherem Reinheitsgrad wurden vergleichsweise Versuchsreihen mit dem bisher angewandten Reagent und mit einigem neuerdings empfholenen Reagenten ausgeführt. Zur Bestimmung von Ti wurde Tyron und di-Antipyrylmethan, zur Analyse von V n-Benzoyl-n-Phenyl-Hydroxylamin ausprobiert. Es wurden die günstigsten Analysebedingungen festgelegt. Die untersuchten Reagenten sind zur Bestimmung des Ti- und V-Gehaltes von hochreinem Aluminium für die Leitungsdrahterzeugung geeignet.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummern nach Ausland an der Adresse KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

CONTENTS

Dr. Horváth Z.: **Reaction kinetical principles I.. P 389**

Reaction kinetics occupy an increasing place in the theory of metallurgy. The paper discusses the significance of reaction velocity, order of reaction and activation energy and the methods of calculating these values. The laws of diffusion velocity are shown in orthogonal resp. circular cylindrical and spherical coordinate systems and relationships are presented for the cases of diffusion in a plate, a cylinder and a sphere. It is often possible to calculate the order of reaction velocity and activation energy but the concentration variations controlled by diffusion may be observed only in simpler cases and then only in a rather complicated way.

Dr. Horváth J.: **The use of blast furnace coke produced from Hungarian coals ..... P 393**

The first experiments for producing blast furnace coke in the nineteen-forties. Experiments in coal washing and further attempts at production in 1948—49. The present method of coke production. Characteristic data of the coke produced in the Duna Ironworks from 50 to 60 percent Mecsek coal and foreign coals. Decreasing the ash and sulphur content. Experiments in producing blast furnace coke from purely Hungarian coals. Production costs of blast furnace coke produced from Hungarian coals.

Bodrogai J.: **Determining the specific elongation from the tensile test on tubes ..... P 398**

According to the performed experiments the elongation and contraction of the tube tested to rupture in the testing machine are lower than the respective values for a tensile test piece cut from the wall of the same tube or a standard round tensile test piece machined from the same material. In the evaluation of tubes the geometry of the test piece and the method of testing should be taken into account by applying a correction to the obtained elongation and contraction values.

Dr. Remport Z.: **Comparing the propertiew of heacy plate produced by single-stage and two-stage rolling..... P 401**

Heavy — 20 mm — plate was produced experimentally from semi-killed steel billets in one resp. two stages with simultaneous variation of the rolling temperature. According to the experimental results the mechanical properties of heavy plate rolled in one resp. two stages are nearly identical. The properties of the plate are not dependent on the number of stages but on some other factors.

Németh E.: **The transient state of the proportional limit in cold formed steel ..... P 404**

According to experiments intended to increase the proportional limit of steel with 0,55% C content the proportional limit may be influenced by the amount and direction of cold working and by the subsequent aging and heat treatment, resp. The complex strain of drawing through a die may be reduced to simple compressive and tensile strains. The variation of the proportional limit as a function of the above factors may be evaluated with the aid of the Bauschinger effect and the Cotrell mechanism.

Ivócs L.: **Possibilities of increasing the durability of open hearth regenerator checkers ..... P 408**

The formation of fly dust is influenced cheifly by the oxygen employed in open hearth furnaces. Results obtained with cuneiform bricks used to decrease the fly dust deposit. Experiments in spraying the checkers with suitable chemicals.

Dr. Feketę L.—Bódi D.: **Production of electrolytic manganese in a large-scale laboratory experiment from the manganese carbonate ore of Úrkút .. P 413**

In preparing electrolytic manganese from the raw mangenese carbonate ore of Úrkút the bad settling and filtering properties of the slurry form a serious drawback. This may be mitigated by roasting the ore. In the course of large-scale laboratory experiments the method of preparing electrolytic manganese from the roasted ore has been developed.

Benedek P.: **Economical estruded aluminium profile bars for load-bearing aluminium structures ... P 422**

Description of a series of I and U profiles with dimensional increments calculated according to the Renard series $R10 = \sqrt[10]{10}$ which provides a 25 percent increase. The profile bars may be used in modern load-bearing structures and a weight reduction of 7 to 9 percent may be obtained compared to the former profiles.

Dr. Hoffmann P.: **The working of aluminium in cable production. Failures due to heat treatment P 426**

In wire production during heat treatment the diffusion of the foreign substances present in the base metal or the self-diffusion of the base metal itself take place producing the necessary interior structural changes. The desired goal may be reached depending on the character of the process mechanism by dimultaneously co-ordinating the two degrees of freedom — e. g. the minimum time of preheating and minimum temperature or time and temperature. No other method can assure the uniformity of the properties at the necessary low cost level.

Pozsgay Gy.—Dr. Sajó I.—Horváth M.: **The spectrochemical determination of small amounts of Ti and V in aluminium ..... P 430**

Comparative experiments have been performed with the formerly employed reagent and with some new types of reagent for the photochemical determination of the Ti and V content of the aluminium metal samples with increasing purity. For analyzing Ti Tyrone and di-antypyrylmethane, for analyzing V n-benzoyl-n-phenyl-hydroxylamine have been tried. The optimal conditions of analysis have been determined. The studied reagents are considered suitable for analyzing the Ti and V content of high purity aluminium used for conductor wire production.

Subscriptions for the journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers from abroad should be sent to the following address: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149. Hungary.

Die Zeitschrift Kohászati Lapok (Zeitschrift für Hüttenwesen) ist bei unten angegebenen Adressen in Ausland bestellbar:

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20. Denmark
Akateeminen Kirjakauppa Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bataliere, France
Swets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergracht 477—487 Holland
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. India
Lepac Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanada Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovenska Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo, Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweiz
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

100. évfolyam **9. szám** 1967. szeptember

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület ebben a hónapban ünnepli fennállásának 75 éves jubileumát, s ez alkalommal belföldi és külföldi barátainak ezrei fordulnak hozzá szerencsekívánataikkal. Ezekhez csatlakozik a lapalapítás 100 éves jubileumát ünneplő Kohászati Lapok is, azzal az őszinte kívánsággal, hogy a múlt által megszabott hagyományos úton járva a következő jubileumig kísérje Egyesületünk működését továbbra is sok siker és eredmény.

Jó szerencsét!

A Szerkesztő Bizottság

A reakciókinetika alapfogalmai és legújabb eredményei I.

Dr. HORVÁTH ZOLTÁN okl. kohómérnök, egyetemi tanár
NME Miskolc

DK.: 541.127.001.247.669

Bevezetés

Termodinamikai számításokkal megfelelő adatok birtokában számítani tudjuk az egyes reakcióknak megfelelő egyensúlyi koncentrációkat, azt azonban nem tudjuk eldönteni, hogy az egyes reakciók az adott körülmények között valóban lejátszódnak-e és ha igen, akkor milyen sebességgel. Az utóbbi kérdésekre csak reakciókinetikai vizsgálatokkal válaszolhatunk.

Reakciókinetikai ismereteink ma még elég hiányosak, úgyhogy pontosan csak néhány, idáig már nagyon részletesen vizsgált esetben tudunk számolni. A rendelkezésre álló adatok és az ismert összefüggések birtokában azonban nagyon sokszor el tudjuk dönteni, hogy a vizsgált folyamatok sebessége milyen tényezőktől függ, és az egyes tényezők megváltoztatásával a reakciósebességet milyen irányban lehet módosítani. A kohászatban már ezek a kvalitatív összefüggések is igen jelentősek, mert segítségükkel az egyes eljárások gazdaságosságát meg lehet ítélni.

Heterogén rendszerben a folyamatok sebességét vagy a kémiai reakció sebessége vagy a diffúzió sebessége határozza meg. Mindig a leglassúbb folyamat dönti el, hogy milyen sebességgel számolhatunk.

A következőkben a két szélső esettel foglalkozunk részletesen, de már itt jegyezzük meg, hogy bizonyos hőmérséklethatárközben a két részfolyamat sebessége közel azonos, és ilyenkor a kémiai reakció és a diffúzió együttesen határozza meg a folyamat sebességét.

A kémiai reakció sebessége által meghatározott folyamatok

Ha a kémiai reakció sebessége a legkisebb, akkor az egész folyamat sebessége a kémiai reakció sebességével egyenlő. Ilyen esetben valamely

$$\nu_1 A_1 + \nu_2 A_2 = \nu_3 A_3 + \nu_4 A_4 \qquad \text{(A)}$$

vagy röviden

$$\Sigma \nu_i \; A_i = 0 \qquad \text{(B)}$$

reakció sebessége vagy a koncentrációkkal és a molszámokkal, vagy a koncentrációval és a reakció rendűségével a következőképpen írható fel:

$$v = -\frac{1}{\nu_1}\frac{\mathrm{d}c_1}{\mathrm{d}t} = -\frac{1}{\nu_2}\frac{\mathrm{d}c_2}{\mathrm{d}t} = \frac{1}{\nu_3}\frac{\mathrm{d}c_3}{\mathrm{d}t} = \cdots \cdots \pm \frac{1}{\nu_i}\frac{\mathrm{d}c_i}{\mathrm{d}t} \qquad (1)$$

és

$$v = k c_1^{x_1} \cdot c_2^{x_2} = k \Pi_i c_i^{x_i} . \qquad (2)$$

Ezekben az összefüggésekben

v a reakciósebesség [mol · cm^{-3} · s^{-1}],

ν_i a molszám,

c_i az A_i-anyag koncentrációja [mol · cm^{-3}],

k a sebességi állandó [s^{-1}]

$x = \Sigma x_i \cong \Sigma \nu_i$ a *reakció rendűsége*, tehát a reakciósebességet befolyásoló anyagok száma. Ez a legtöbbször egyenlő a reakció *molekularitásával*, azaz a reakció megindulásához szükséges molekulák minimális számával.

$\Pi_i c_i$ az 1—i-ig szereplő anyagok koncentrációjának a szorzatát jelenti.

A reakció rendűsége alapján zérus-, első-, másod- vagy magasabbrendű reakciókat különböztetünk meg. Ezeknek sebessége az alábbi formában írható fel:

zérusrendű reakcióknál

$$v_0 = -\frac{dc_i}{dt} = k_0 = f(c)\, v, \tag{3}$$

elsőrendű reakcióknál

$$v_1 = -\frac{dc_i}{dt} = k_1 c_i v, \tag{4}$$

másodrendű reakcióknál

$$v_2 = -\frac{dc_i}{dt} = k_2 c_1 c_2 \tag{5}$$

vagy

$$v_2 = k_2 c_i^2 v, \tag{6}$$

magasabbrendű reakcióknál

$$\boxed{v_i = -\frac{dc_i}{dt} = k_i^i c_i} \tag{7}$$

A felírt differenciálegyenletek megoldásával az egyes esetekben a koncentrációnak az idővel való változását az alábbi egyenletek segítségével fejezhetjük ki:

zérusrendű reakcióknál

$$c_0 - c_{t_0} = k_0 t_0 v, \tag{8}$$

elsőrendű reakcióknál

$$\ln c_0 - \ln c_{t_1} = \ln \frac{c_0}{c_{t_1}} = k_1 t_1 v, \tag{9}$$

másodrendű reakcióknál

$$\frac{1}{c_{t_2}} - \frac{1}{c_0} = \frac{c_0 - c_{t_2}}{c_0 c_{t_2}} = k_2 t_2 v, \tag{10}$$

x-ed rendű reakciónál

$$\boxed{\frac{1}{c_{t_x}^{(x-1)}} - \frac{1}{c_0^{(x-1)}} = (k_x t_x x - 1)}. \tag{11}$$

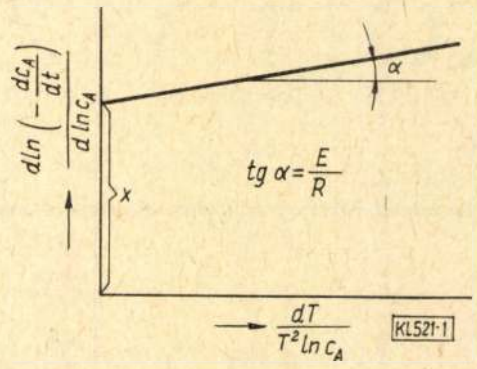
Ezeknek az összefüggéseknek a segítségével bizonyos koncentráció eléréséhez szükséges idő (t) vagy valamilyen meghatározott időhöz tartozó koncentráció (c_t) számítható.

A molszámok és a reakciórendűség segítségével felrít reakciósebességek egyenlőségéből a *reakciórendűség* is számítható, ugyanis

$$-\frac{dc_A}{dt} = k_a c_A^x = k_b \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) c_A^x. \tag{12}$$

Itt c_A a t időpontban mérhető koncentráció [mol cm^{-3}],
k_a a reakció sebességi állandója [s^{-1}],
x a reakció rendűsége,
E az aktiválási energia [kcal kmol^{-1}],
T a hőmérséklet [°K] és
k_b k_a-nak a hőmérséklettel való változását kifejező egyenlet állandója [s^{-1}].

Ennek az összefüggésnek a második részében a sebességi állandónak a hőmérséklettel való változását kifejező *Arrhenius*-féle összefüggés szerepel. Ebből az egyenletből rendezéssel, logaritmizálással és differenciálással a következőképpen vezethetjük le azt az egyenletet, amelyikből a reakció rendűsége meghatározható:



1. ábra. Arrhenius összefüggés

$$k_a = k_b \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) = \frac{-\frac{dc_A}{dt}}{c_A^x}$$

$$\ln k_a = \ln k_b - \frac{E}{RT} = \ln\left(-\frac{dc_A}{dt}\right) - x \ln c_A$$

$$d \ln k_a = \frac{E\, dT}{RT^2} = d \ln\left(-\frac{dc_A}{dt}\right) - x\, d \ln c_A \tag{13}$$

$$\frac{d \ln k_a}{d \ln c_A} = \frac{E}{R} \frac{dT}{T^2 d \ln c_A} = \frac{d \ln\left(-\frac{dc_A}{dt}\right)}{d \ln c_A} - x. \tag{14}$$

Ha (14) összefüggését az *1. ábrán* ([2] 93. 0., 81. á) látható koordinátarendszerben ábrázoljuk, olyan egyenest kapunk, amelyiknek iránytangense $\frac{E}{R}$ és amelyik az ordinátát x-távolságban metszi.

(14) sokkal jobban használhatóvá válik, ha (13)-at T_1 és T_2, ill. a hőmérsékleteknek megfelelő c_{A_1} és c_{A_2} határok között integráljuk.

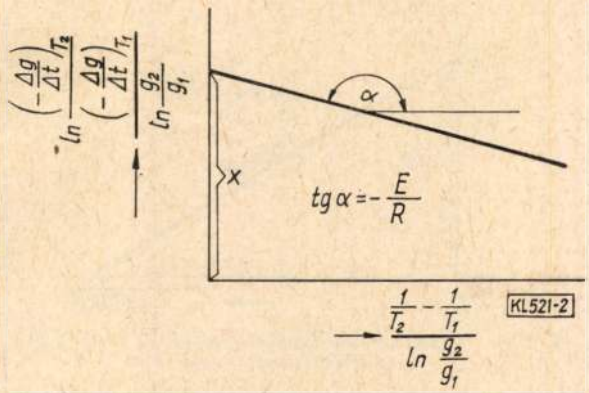
$\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}$-et $\Delta\left(\frac{1}{T}\right)$-vel,
$(\ln c_{A_1} - \ln c_{A_2})$-t $\Delta \ln c_A$-val

jelölve kapjuk, hogy

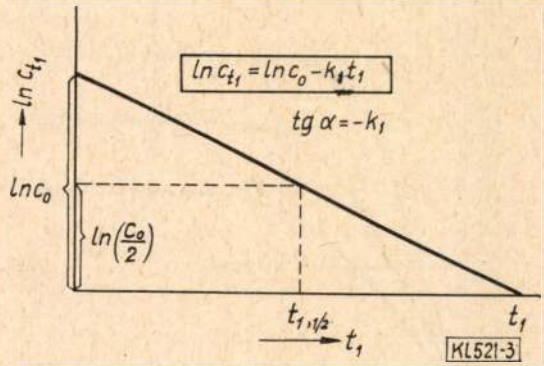
$$\frac{\int d \ln k_a}{\Delta \ln c_a} = -\frac{E}{R} \frac{\Delta\left(\frac{1}{T}\right)}{\Delta \ln c_A} = \frac{\Delta \ln\left(-\frac{dc_A}{dt}\right)}{\Delta \ln c_A} - x. \tag{15}$$

A gyakorlatban célszerűségi okokból nem az egyes hőmérsékletekhez tartozó és az időegység alatt bekövetkező koncentrációváltozást és nem az egyes hőmérsékleteknek megfelelő koncentrációkat helyettesítjük be, hanem a megfelelő súlyváltozásokat, ill. súlyokat. Így (15) a következőképpen módosul:

$$\boxed{\frac{\ln\left(-\frac{\Delta g}{\Delta t}\right)_{T_2} - \ln\left(-\frac{\Delta g}{\Delta t}\right)_{T_1}}{\ln \frac{g_2}{g_1}} = -\frac{E}{R} \cdot \frac{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}}{\ln \frac{g_2}{g_1}} + x} \tag{16}$$



2. ábra. *Az aktiválási energia és a reakció rendűség megállapítása*



3. ábra. *A koncentráció természetes logaritmusának az idővel való változása*

(16) a *2. ábrán* ([2] 95. o., 82. á.) látható koordinátarendszerben ábrázolva szintén egyenes egyenlete, és az egyenes iránytangenséből az aktiválási energia, az ordinátából kimetszett távolságból pedig a reakció rendűsége állapítható meg.

Ha a hőmérséklet állandó, akkor (15) tovább egyszerűsödik, ugyanis ilyenkor

$$\Delta\left(\frac{1}{T}\right)=0$$

és

$$\ln\left(-\frac{\mathrm{d}c_A}{\mathrm{d}t}\right)=x\,\Delta\ln c_A\,. \qquad (17)$$

Ebben az esetben, ha 2 különféle koncentrációnál

$$\Delta\ln\left(-\frac{\mathrm{d}c_A}{\mathrm{d}t}\right)\text{—}t\,\Delta\ln c_A$$

függvényében ábrázoljuk, olyan az origon áthaladó egyenest kapunk, amelyiknek iránytangense a reakció rendűségével egyenlő.

A reakciórendűséget azonban nemcsak a hőmérsékletkülönbségekhez tartozó koncentráció- és reakciósebességkülönbségek alapján lehet megállapítani, hanem ez a koncentrációnak az idővel való változását megfelelő léptékben szemléltető ábrából vagy a felezési időkből is meghatározható.

Így például elsőrendű reakciónál, amint a *3. ábra* is mutatja, a koncentráció természetes logaritmusának az idővel való változását olyan egyenes szemlélteti, amelyiknek egyenlete

$$\ln c_{t_1}=\ln c_0+k_1 t_1\,. \qquad (18)$$

Másodrendű reakcióknál akkor kapunk egyenest, ha a koncentráció reciprokát ábrázoljuk az idő függvényében *(4. ábra)*.

Ugyanis ilyenkor az egyenes egyenlete

$$\frac{1}{c_{t_2}}=\frac{1}{c_0}+k_2 t_2\,. \qquad (19)$$

A kiinduló anyag felének az elfogyásához szükséges idő kísérlettel határozható meg, és az ábrából leolvasható időkkel hasonlítható össze.

A reakció *sebességi állandójának* a hőmérséklettel való változását szemléltető Arrhenius-féle összefüggésből az *aktiválási energia* is számítható, ugyanis

$$k_a=k_b\exp\left(-\frac{E}{RT}\right)=f\left(\frac{1}{t}\right)\,. \qquad (20)$$

Eszerint az összefüggés szerint a sebességi állandó, amint ez a (8)—(11) összefüggésből is adódik, egy adott mértékű átalakuláshoz szükséges idő reciprokával is arányos.

A reakció rendűsége arányossági tényező

0	$c_0-c_{t_0}$
1	$\ln c_0-\ln c_{t_1}$
2	$\frac{1}{c_{t_2}}-\frac{1}{c_0}$

Ha az arányossági tényező 1-gyel egyenlő, akkor a relatív sebességi állandót kapjuk. Ennek egyenlete

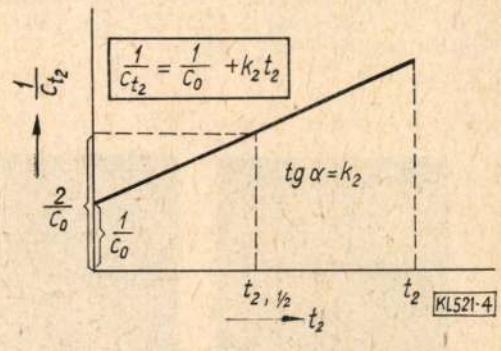
$$k_r=\frac{1}{t}=k_0\exp\left(-\frac{E}{RT}\right) \qquad (21)$$

Az egyenlet logaritmizálásával adódó

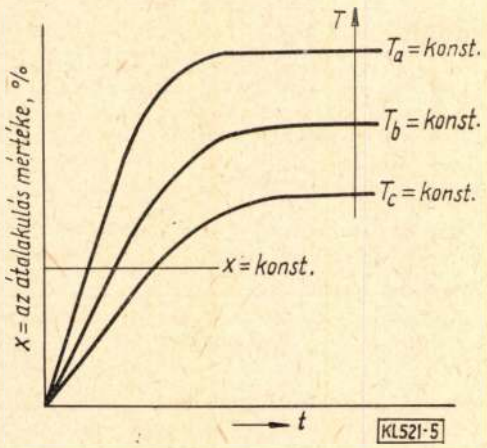
$$\boxed{\lg k_r=\lg\left(\frac{1}{t}\right)=\lg k_0-\frac{E}{RT}\lg e=}$$

$$\boxed{=\lg k_0-0{,}218E\frac{1}{T}} \qquad (22)$$

összefüggés azt mutatja, hogy ha adott mértékű átalakuláshoz tartozó idő reciprokának a logaritmusát az abszolút hőmérséklet reciprokának a függvényében ábrázoljuk, akkor olyan egyenest kell kapnunk, amelyik az ordinátát $\lg k_0$ távolságban metszi, és amelyiknek az iránytangense —0,218 E-vel egyenlő. Ezek szerint, amint az 5. és 6. ábra ([2] 90. o., 78. és 79. ábra) is mutatja, különféle hőmérsékleten az átalakulás mértékének



4. ábra. *A koncentráció reciprokja az idő függvényében*



5. ábra. Az átalakulás mértékének az idővel való változása

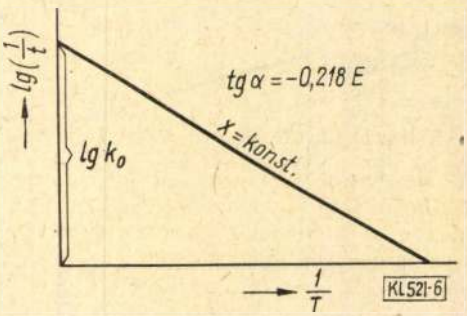
az idővel való változását kell megállapítanunk és ábrázolnunk, azután valamely konstans átalakulási értékhez tartozó idő- és hőmérsékletértékek segítségével kell a

$$\lg\left(\frac{1}{t}\right)=f\left(\frac{1}{T}\right)$$

ábrát megrajzolnunk.

Az ilyenkor adódó egyenes iránytangenséből számítható az aktiválási energia. Az így kapott értékek jól egyeznek a (16)-ból meghatározhatókkal.

Az aktiválási energia ismerete azért fontos, mert a negatív termodinamikai ponteciálváltozással járó reakciók is csak az aktiválási energia közlése után indulnak meg. Így pl. a szén égésének már közönséges hőmérsékleten megvan a valószínűsége, de csak a gyúláshőmérsékletre való felhevítés, azaz az aktiválási energia közlése után ég. Ez nem jelent többlet energiaszükségletet, mert az így közölt energia a reakció lejátszódása során visszaképződik.



6. ábra. Konstans átalakulási értékekhez tartozó idő- és hőmérsékletértékek

IRODALOM

[1] *Winacker—Küchler:* Chemische Technológia I. kötet. Carl Hanser Verlag, München, 1958.
[2] *Horváth Z.—Mihalik:* Elméleti kohászattan I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1966.
[3] *Simonyi:* Elméleti villamosságtan. Tankönyvkiadó, Bp. 1958.
[4] *Pattantyús:* Gépészeti kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1961.
[5] *Boldizsár:* Bányászati kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1956.
[6] *Erdey-Grúz—Schay:* Elméleti fizikai kémia. III. köt. Tankönyvkiadó, Bp. 1962.
[7] *Verő:* Az ipari vasötvözetek metallográfiája. Vaskohászati enciklopédia. IX./2. köt. Akadémiai Kiadó, Bp. 1964.
[8] *Horváth A.:* Kohászati fizikai-kémiai számítások. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964.
[9] *Sályi:* Műszaki mechanika, I. kötet. Tankönyvkiadó, Budapest, 1960.
[10] *Berecz:* Alkalmazott fizikai kémia. Tankönyvkiadó, Budapest, 1964.
[11] *Benedek—László:* A vegyészmérnöki tudomány alapjai. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964.
[12] *Gáspár—Raisz:* Matematika III. Tankönyvkiadó, Budapest, 1965.
[13] *Gáspár—Raisz:* Matematika IV. Tankönyvkiadó, Budapest, 1965. és
[14] *Rhysik—Gradstein:* Tafeln. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1957.
[15] *Jahnke—Emde:* Tafeln höherer Funktionen. B.. G Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1960.

FELHÍVÁS

Egyesületünk Vezetősége a jubileumi esztendőben újra óhajtja veretni a Selmecbányai Akadémia által a legkiválóbb hallgatók részére adományozott prémiumérmeket. Az érmek egyik oldala a bányaművelés, bányamérés, pénzverés és kohászat műveleteit, míg a másik oldal Mária Terézia képét ábrázolja. Az érmeket ezüst- vagy aranyszínű tombakból tervezzük elkészíttetni. Hozzávetőleges ára kb. 30 Ft lesz darabonként, a sorozat kb. 120 Ft. Közöljük a kohászati vonatkozású érmek fényképeit.

Felkérjük azon tagjainkat, akik igényt tartanak az emlékéremre, jelentsék be kívánságukat az OMBKE Titkárságán (Bp. V., Szabadság tér 117. III. em.), név, lakcím, érem darabszám, fajta és színezés megjelölésével. Határidő jelen felhívás megjelenésétől 1 hónap.

Érembizottság
Éles László



Hazai szenekből készült kohókoksz felhasználása*

Dr. HORVÁTH JÁNOS okl. kohómérnök
Vaskohászati Igazgatóság

DK 662.741 (439) „1940/1967"

A hazai kohókoksz-gyártás története

A Mecsek-vidéki nagy hamutartalmú és a hamu-alkotókban savanyú karakterű szenek kokszosításával már a század első felében foglalkoztak és a szenet mésszel együtt szándékoztak kigázosítani főként a kéntartalom lekötése és a savanyú hamu neutralizálása céljából. Ez a technológia azonban olyan nagy salakballasztot jelentett volna a nagyolvasztó részére, hogy gazdaságilag szinte járhatatlannak látszott.

A széndúsítási technológiák fejlődése lehetővé tette, hogy a szenet minden adalék nélkül töltsék a kokszoló kamrákba. Ilyen meggondolások alapján végeztek kísérleteket az 1940-es években hazai szenekkel a glivicei kokszolóműben. A második világháború okozta nehézségek azonban e helyes irányú műszaki törekvés megvalósítását lehetetlenné tették. A gondolat újból csak a felszabadulás után, 1947-ben került ismét előtérbe a létesítendő új Vasmű építésével kapcsolatban. Ebben az időben tisztán komlói-pécsi mosottszénnel Óbudán végeztek nagyüzemi kokszosítási kísérleteket.

A pécsi szenet mosással már több évtizede dúsították és kis hányadát *kokszolás*, illetve *városi gázgyártás* céljára fel is használták. Az így mosott szén azonban kohókokszgyártásra nem volt alkalmas. A pécsi szénből készült gázgyári koksz 19,0% hamu- és 1,95% kéntartalommal rendelkezett. Ennek ellenére FeMn gyártás céljaira — ahol más viszonyok vannak, mint acélnyersvasgyártásnál — igen jó eredménnyel használták fel Ózdon 1949 elején.

A hazai koksz-szénbázis kibővítési törekvéseit tükrözi a *Schlattner*-féle kokszbrikettnek hazai barnaszenekből történő gyártása is. A barnaszenek mosása, kigázosítása, kötőanyaggal történő brikettezése, majd az újbóli kokszosítás eredményeként nyert koksz felhasználásától azonban — bár Ózdon az 1950-ben végzett nagyüzemi kísérletek során kohósításra alkalmasnak bizonyult — a nagy költségek miatt el kellett tekinteni.

A Pécs-Komló-i szenek kohókokszgyártásra történő felhasználása céljából az első laboratóriumi mosási kísérletek a Soproni Bánya- és Kohómérnöki Egyetem Érc- és Szénelőkészítéstani Tanszékén 1948—49-ben zajlottak le. A kedvező laboratóriumi kísérleteket nyomon követte egy nagyüzemi mosási kísérlet a Pécsújhegyi Szénmosóban. A komlói mosott szenet az Óbudai Gázgyárban kokszolták és a kinyert kohókokszot az Ózdi Kohászati Üzemekben használták fel.

A koksz jellemzői az alábbiak voltak:

nedvesség	6,8 %
hamu	13,5 %
kén	1,25%
dobszilárdság	77,6 %
morzsalékonyság	7,2 %.

Ezeknek a nagyüzemi kísérleteknek az eredményeit használta fel a GIPROKOKSZ szovjet tervezőiroda a Dunai Vasműben létesítendő kokszolómű tervezéséhez.

Az előbbi áttekintésből látható, hogy a hazai szenek kohókokszgyártásra történő felhasználásában mindvégig a nagy hamu- és kéntartalommal kapcsolatos problémák kerültek előtérbe. A kohászat érthető okokból e két komponens minimumon tartását kéri.

A szénelőkészítés és kokszolás fejlesztési irányai

Világszerte erős küzdelem folyik — különösen az ércelőkészítés rohamos mértékben történő fejlődése, valamint a gáznemű és folyékony tüzelőanyagoknak a kohászatban történő fokozottabb felhasználása óta — a kohókoksz-minőség javításáért és önköltségének csökkentéséért. A kohászatban bevezetett új technológiák eredményeként jelentkező fajlagos kokszfogyasztás csökkenése ugyanis bányászati és kokszgyártási kapacitásokat szabadít fel, a kereslet mennyiségileg csökken, minőség tekintetében pedig az igények növekednek. A külföldi eredmények áttekintése alapján a kohókoksz-minőség átlagosnak mondható világszínvonala az alábbi:

nedvesség	4 % alatt
hamutartalom	10 % alatt
kéntartalom	1,2 % alatt
dobszilárdság	75 % felett
morzsalékonyság	8 % alatt.

Jó minőségű kokszolható szénben világviszonylatban hiány mutatkozott még a közelmúltban is, helyileg vagy minőségileg.

Franciaország pl. 1960-ban a felhasznált kokszoknak csak mintegy 70%-át fedezte saját termelésből, de ennek szénszükségletét is 52%-ban külföldről szerezte be [1].

Az *Egyesült Államokban* a kokszoláshoz nagy, 36—41% illótartalmú szeneket használnak fel 65%-ban. A kokszolható elegy 26—31% illótartalmú ami nem mondható a legideálisabbnak [2].

A *KGST országokban* is hiány van jó minőségű K-35-ös-szénből.

A kokszolható szénhiány csökkentésére különböző eljárásokat alkalmaznak, amelyek segítségével a gyengén kokszolható, vagy nagy illótartalmú szenekből is állítanak elő kohókokszot. Ezek az eljárások általában az elegy térfogatsúlynövelésével igyekeznek a kokszminőséget javítani. A leggyakrabban alkalmazott technológiák a petrográfiai szelektiv előkészítés, döngöléses kokszolás, adalékos elegykészítés (olaj szurok, brikett) és elegyelőmelegítés. Ezek az eljárások egyre nagyobb mértékben elterjedtek és ennek ered-

* Az OMBKE Választmányi Ülésén (Pécs, 1957. ápr. 28.) elhangzott előadás.

ményeként a kokszolható szénbázis jelentős mértékben bővült, növekedett a kokszolókamrák kapacitása.

A kohókoksz gazdaságosabb, olcsóbb előállítása érdekében nagy kapacitású gépesített üzemeket építettek és növelték az egy blokkba épített kamrák számát. 1948—65-ig a Szovjetunióban az egy blokkba épített kamrák száma 61-ről 77-re, a kamratérfogat pedig 20 m^3-ről 35,5 m^3-re növekedett [3]. Hasonló fejlődés mérhető fel az Egyesült Államokban is.

A kísérletek azt mutatják, hogy az elegy előmelegítésével a kigázosítási időt nagymértékben lehet csökkenteni. Ez a technológia még kísérleti stádiumban van, de már 1969-ben az NSZK-ban nagyüzemi megvalósítása várható.

A szénelőkészítési technológiáknál a közepes és durva termékre a nehézszuszpenziós eljárást fejlesztik, míg a 0,5 mm alatti iszapszénre a flotálást alkalmazzák. Ez az irányzat 1950-től fokozatosan érvényesült.

A Szovjetunióban 1965-ben 22 nehézszuszpenziós mosó üzemelt, 28 szerelés alatt volt és további 22 nehézszuszpenziós mosót terveztek. A flotálást 1957-ben 27 helyen alkalmazták a Szovjetunióban. 1965-ben csak a Donyeck-i körzetben 42 szénmosóműben vezették be [4].

Fentiekből kitűnik, hogy a fejlesztés iránya nagy kapacitású éles elválasztóképességű mosóművek építése, optimális kihozatal mellett kis hamutartalmú kokszolható szén előállítására.

Utóbbi években az intenzívebb kohóüzemvitel érdekében a nyersvasgyártók a mechanikai tulajdonságok javítását, a homogenitás növelését és a koksz-szemcseméret határának változtatását kérik. Valószínűnek látszik, hogy a korábbi osztályozáson túlmenően a jövőben számolni kell majd a koksz-utókezelésével, a nagyolvasztók által kért szűk szemcsefrakciók előállítása érdekében.

A Mecsek-vidéki hazai feketeszén a Dunai Vasmű kokszolóművének 1956. július havi üzembehelyezése óta biztos alapját adja a kohókokszgyártásnak és felhasználása a kokszolómű elegyében 50—60%. Fokozottabb felhasználást korlátozza, hogy igen nehezen mosható és a meglevő dúsítóművek technológiája nem alkalmas kisebb hamutartalmú koncentrátum gazdaságos termelésére. Másik akadály a hazai szenek nagy kéntartalma.

Nehézszuszpenziós technológiával lehetőség van a nehezen mosható komlói szén 8—9%-os hamutartalomra és a még nehezebben mosható pécsi szén 10—11%-os hamutartalomra történő dúsítására. Ebben az esetben a távlati tervekben előirányzott hazai szénarányt a két kokszolóblokk elegyében tartani lehetne, mert így a nagyobb kéntartalmat a hamutartalom csökkenése részben ellensúlyozná. Ez az új technológia helyes fejlődési irány, mert a szénelőkészítés fejlesztése kisebb beruházási és üzemköltséget jelent, mint földalatti beruházással, a nyers aknaszéntermelés fokozása. Ebből az elvből kiindulva rekonstruálták a pécsi szénmosót is és tervezték a komlói korszerű nedves mosót.

A bányászat területén folyó fejlesztéseket a kohászat örömmel üdvözli, mert a hazai kohókoksz minőségének javulása jelentős mértékben járul hozzá a kohósítás műszaki-gazdasági mutatóinak javításához. Az IRSID francia kutatóintézet vizsgálatai azt mutatták, hogy a koksz hamutartalmának ±1%-os változása a fajlagos kokszfogyasztás ±1,7%-os, vagy ennél nagyobb változásával jár. Ez a koksz-hamutartalom változása következtében jelentkező karbontartalom és salakmennyiség változásnak a következménye. Hasonlóképpen vizsgálták a koksz kéntartalmának a kohósításra kifejtett hatását. Megállapították, hogy üzemviszonyaik között a kéntartalom 1%-os növekedése következtében előálló kohósítási költségtöbblet a fajlagos kokszfogyasztás 3—4,5%-os növekedésével egyenértékű.

A kohászat a hamu- és kéntartalom káros hatásának csökkentésére eddig is igen sokat tett. Az ércelőkészítés maximális mértékű fokozása, a bázikus zsugorított ércgyártás, a nyersvasgyártási kapacitás növelése mellett a fajlagos kokszfogyasztás jelentős mértékű csökkenését is eredményezték. Utóbbi években növelték nagyolvasztóink a forrószélhőmérsékletet, mely hasonlóképpen csökkentette a fajlagos kokszfogyasztást. Általánosan bevezették a koksz helyettesítésére a nagyolvasztóba történő olaj, majd földgázbefúvást és megvalósították a kohón kívüli kéntelenítést. Ezekkel az új technológiákkal lényeges mértékben csökkentették a betét, illetve a gyártott nyersvas kéntartalmát. Mindezt abból a helyes megfontolásból kiindulva valósította meg a kohászat, hogy a kéntartalomnak a csökkentése a minőségi problémák miatt szükségszerű és ez annál költségesebb, minél előrehaladottabb technológiai fázisban történik meg.

A kohászat erőfeszítései azonban még eredményesebbek lennének, ha a kisebb hamu- és kéntartalmú koksz eleve biztosítaná a betét nagyobb tisztaságát.

Általános törekvés világviszonylatban a kokszolható elegy minél nagyobb hányadának dúsított és előkészített formában való adagolása, a hamu- és kéntartalom csökkentése.

A Szovjetunióban minden kokszolásra alkalmas szenet előkészítenek és dúsítanak. A kamrába töltött szén hamutartalma 7—10%. Az NSZK-ban előírás, hogy a kokszolható elegy hamutartalma olyan legyen, hogy az abból gyártott kohókokszban a hamu ne haladja meg a 10%-ot. Az amerikai kokszok hamutartalma 6—7%, kéntartalma 0,6%. A KGST államokban célkitűzés a 10% hamutartalom alatti kohókoksz biztosítása.

A kokszolható szénellátás és a hazai kohókokszgyártás helyzete

A hazai vizsgálatok azt mutatták, hogy a szükséges kokszminőség figyelembevételével a pécsi szénben 10—11%, és a komlóiban 8—9% az a hamutartalom, amelynél a hazai koksz-szén felhasználás a kohászatban maximumra növelhető. Ez az érték a jelenlegihez képest sülőképesség-javulást is eredményez és így a külföldi szénnek a szerepe

a jövőben inkább a kéntartalom csökkentése lesz a kokszolómű elegyében. Kisebb hamutartalom esetén javulnak a koksz szilárdsági paraméterei is, növekszik a koksz szilárdsága és csökken morzsalékonysága.

A hazai kokszolás technológiai mutatóit, elegy- és kohókoksz minőségét vizsgálva az utóbbi 6—8 évben lényeges változásról nem beszélhetünk. Ez visszavezethető arra, hogy a KGST országok kokszolható szénmérlege a 35-ös és 34-es típusú szenekben deficites volt. Így a sülőképesség szempontjából az átlagnál jobb tulajdonságokkal rendelkező pécsi-komlói szenek hamutartalmának túlzott csökkentésére és ezáltal a mosási kihozatal csökkentésére nem nyílt lehetőség. A KGST országok szénpiaca azonban ma már hasonló a nyugateurópai szénpiachoz és lehetőséget ad arra, hogy a szén minőségét kis mértékben megjavítva a kokszolható elegyben a hazai szénfelhasználás arányát növeljük. A korábbi évekhez képest előállt változás a szénpiacon annak következménye, hogy a szénhidrogének világviszonylatban történő rohamos előretörése, a kohászatban is polgárjogot nyert olaj és földgázbefúvás és ércelőkészítés fejlődése igen hatékonyan éreztette hatását és a fajlagos kokszfelhasználást kedvezően csökkentette. A hazai nagyolvasztóművek fajlagos kokszfogyasztása 1960-ban 1031 kg/t nyersvas volt, ami az előbbiekben említett technológiai fejlesztések eredményeként 1966-ban országos átlagban 865 kg/t nyersvas értékre csökkent.

Ezen belül a Dunai Vasműben — ahol egyébként a legjobb elegy- és üzemviszonyok is vannak— 724 kg/t nyersvas fajlagos kokszfogyasztást értek el.

A Dunai Vasműben termelt és az import kokszok főbb minőségi mutatóit 1960—1965. évekre az *1. táblázat* összeállítása mutatja.

Kohósítás szempontjából természetesen lényeges, hogy a koksz minősége mennyire állandósítható. A fentiekben megjelölt értékek éves átlageredmények és nem tükrözik azokat a változásokat, melyek bár azonos országból, de különböző kokszolóművekből származó kokszoknál szállítmányonként, de még havi átlagértékekben is jelentkeznek. Ezeket az ingadozásokat a kohóművek csak úgy tudják elviselni, ha a nagyolvasztókat az optimális elegyterhelés alatt, nagyobb fajlagos kokszfogyasztással járatják, hogy elkerüljék a kokszminőség romlásából eredő nagyobb hőingadozásokat és lehűléseket, melyek járatzavarokhoz és termeléskieséshez vezetnének. Ezért az azonos kokszminőségnek valamennyi nyersvasgyártó egyöntetűen nagy fontosságot tulajdonít. A kohósítás szempontjából gyengébb kokszminőséget a felhasznált koksz állandó összetétele bizonyos mértékben kiegyensúlyozhatja.

A Dunai Vasmű a kohókoksz előállításához szükséges kokszolható szénelegyet négy komponensből állítja össze:

DV-ben dúsított komlói szénből,
pécsi koncentrátumból,
cseh koncentrátumból,
DV-ben dúsított szovjet szénből.

E komponensek közül a cseh szén gáz-szén jellegű, a szovjet K-jelű és a pécsi szén tipikusan koksz-szén jellegű, a komlói szén kokszolhatóság szempontjából a kettő között foglal helyet.

A cseh szén elsősorban a koksz hamu- és kéntartalmának csökkentését biztosítja, a szovjet szén pedig kedvezően kis illótartalmát és jó sülőképességét tekintve kokszolástechnikai szempontból fontos elegyalkotó.

A hazai szenekben az utóbbi években — ha nem is számottevő mértékben — a minőségi romlás jelei mutatkoznak.

A komlói bánya az 1957—58-as években átlagosan 23—34% hamutartalmú előmosott szenet szállított a Dunai Vasműnek. Azóta a hamutartalom fokozatosan emelkedett és ma átlagosan 25%. A hamutartalom növekedése valószínűleg azzal magyarázható, hogy az új feltárások a nyers szén minőségét kedvezőtlen irányba tolták el, továbbá hogy a koncentrált és gépesített fejtésre történő átállást a légszérek elégtelen hatásfoka nem tudta kompenzálni. Elismerés illeti viszont a komlói bánya dolgozóit azért, hogy a rendkívül változó minőségű nyers aknaszénből meglehetősen egyenletes minőségi előmosott szenet bocsátanak a Dunai Vasmű rendelkezésére. Az egyenletes minőség előfeltétele a Vasmű szénmosójának jó üzemviteléhez és ezen keresztül az állandó kokszminőség biztosításához.

A hamuhoz hasonlóan a kéntartalom és illótartalom tekintetében is kismérvű, de fokozatos növekedés figyelhető meg az utóbbi években. Bár ez a kénhez hasonlóan geológiai adottság, a néhány nagy illótartalmú fejtés szenének a kokszolható szénkeverékből való kirekesztésével törekedni kellene arra, hogy a Dunai Vasműbe szállított szén illótartalma ismét csökkenő tendenciát mutasson. Az import szovjet szénnek a kokszolómű elegyéből történő kiváltására csak akkor nyílik lehetőség, ha a komlói szénelegy sülőképesség és kokszolhatóság tekintetében a jelenlegi színvonalon marad, illótartalma pedig a 30%-ot nem lépi túl.

A komlói és pécsi szénnel, mint 50—55%-os elegykomponenssel, kokszolódóképesség tekinte-

1. táblázat

Jellemzők %-ban	Dunai Vasmű	Szovjet	Lengyel	Csehszlovák
Nedvesség	1,5—3,0	2,6—3,0	6,3—6,7	3,6—4,8
Hamu	14,0—14,2	9,5—9,6	10,8—11,0	11,5—13,0
Illó	1,2—1,7	—	—	—
Kén	1,4—1,5	1,7—1,8	1,0—1,1	0,70—0,80
Dobszilárdság	71,6—77,3	76,5—78,5	74,0—78,0	71,7—74,7
Morzsalékonyság	7,4—8,8	7,2—7,9	6,9—7,7	7,8—8,6

tében az eddigi tapasztalatok alapján nem voltak problémák. A komlói szén-szállítmányok *Roga*-számának a jövőben is 72—75-nek kell lenni és a *dilato b* értéket a kokszvegyészek 40 fölött kérik tartani.

Kokszolói szempontból hátrányos az a tény, hogy az előd úsított komlói szén portartalma megnövekedett. Amíg az 1957—58-as években átlagosan 32—35% volt, addig az elmúlt évben elérte a 40—44%-ot. A portartalom növekedése következtében nagyobb lett — az ülepítőgépekhez képest lényegesen nagyobb költségekkel dolgozó — flotáció terhelése. Köztudott, hogy a flotált koncentrátum kokszolódóképessége gyengébb, mint a szemcsés ülepítőgépeken mosott széné. A portartalom növekedése így koksz-minőségi és gazdaságossági téren is nehézséget okoz, kedvezőtlenül hat a széntöltet térfogatsúlyára és a fajlagos kamrateljesítményre.

Figyelembe véve, hogy a bányászat termelésének üteme növekedni fog, a nagyobb hazai koksszénfelhasználás érdekében a Bányászati Tervező Intézet és a Dunai Vasmű 1964. és 1965. években nagyüzemi kísérleteket végzett kohókoksznak hazai szénből történő előállítására tiszta komlói szénelegyel, illetve komlói és pécsi keverék szénelegyel. A kísérletek alapanyagát előd úsított komlói, illetve pécsi szén szolgáltatta, melyeket a Dunai Vasműben tovább dúsítottak. Ez a kísérlet lényegét és célját tekintve hasonló volt ahhoz a 7 napos nagyüzemi kísérlethez, melyet 1956 őszén tisztán hazai, 80% komlói és 20% pécsi szénelegygyel végeztek a kokszolóban, illetve a nagyolvasztóban. Az akkor gyártott koksz nagy hamutartalma ellenére jó szilárdsági értéket mutatott és kohósítása minden zavar nélkül folyt le.

A kísérletek során nyert kohókoksz minőségi jellemzőit a *2. táblázat* mutatja.

2. táblázat

Jellemzők %-ban	1956 őszén 80% komlói szénből 20% pécsi szénből	1964. október tiszta komlói szénből	1965. február 73% komlói szén 27% pécsi szén
Nedvesség	4,5	5,6	4,4
Hamu	14,3	13,6	13,8
Illó	1,7	1,4	1,5
Kén	1,54	1,45	1,6
Dobszilárdság	76,0	66,8	74,2
Morzsalékonyság	8,6	7,2	6,7

A tiszta komlói szénből készült kohókoksz dobszilárdsági értékével kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy a vizsgált időszak szenei nagy illótartalmúak voltak és a nagy kigázosítási hőmérsékletet a korábbi évek kisebb illótartalmú szeneire írták elő. Irodalmi adatok szerint a kigázosítási hőmérséklet csökkentésével nagymértékű dobszilárdságjavulást lehet elérni.

A hazai kohókoksz termelésnövelésének lehetőségei

A magyar kohászat jelenlegi kokszigénye mintegy 1,5 millió tonna/év. Ebből következik, hogy a kohókoksz több mint felét jelenleg importból kell beszerezni. Mivel a bányászat már mai termelési szintjével is képes lényegesen több hazai kokszolható szén szállítására Dunaújvárosba, másrészt népgazdasági érdek az import csökkentése, erősen előtérbe kerül a szállítandó szén minősége. A szénminőség javítása azonban csak egyik útja a hazai szénarány fokozásának. Emellett meg kell vizsgálni az árkérdéseket is.

A dunaújvárosi kohókoksz önköltségelemzése alapján megállapítható, hogy a kokszolásnál jelentkező feldolgozási költséget a mellék- és vegyitermékek értékesítése eredményeként jelentkező megtérülés fedezi. A Dunai Vasműben a kokszgyártásnál jelentkező dotációt a szénköltségek teszik indokolttá.

Az 1 mil. kcal fűtőértékre eső ár mind a jelenlegi, mind az 1968. január 1-i árszinten a pécsi szén és az import szenek esetében közel azonosnak tekinthető, a komlói szén pedig ez alatt van. Az import tényleges beszerzési ár azonban ennél 40—42%-kal kisebb.

A hazai szénbányászat termelési költségeinek a termelés növekedésével csökkenni kell. Minthogy pedig a bányászat eddigi beruházásai eredményeként 35—40% import szénkoncentrátum felhasználása mellett három kokszolóblokk szénszükségletét is képes kielégíteni, célszerű vizsgálat tárgyává tenni Dunaújvárosban a harmadik kokszolóblokk építését. A hazai kohókoksz gyártási költsége három kokszolóblokk esetén, import szénkoncentrátumot is figyelembe véve 974 Ft/t lenne az OMFB által elkészített idevonatkozó tanulmány szerint és ez a költség kisebb, mint a csak import szénből hazai kokszolóműben 1025 Ft/t költségen termelhető koksz, vagy az 1170 Ft/t áron beszerezhető import koksz [6].

Ez az ár azonban az import szén és koksz rubelbeszerzési árára és a hivatalos Rb-Ft szorzóra érvényes. A hazai szeneket 90 Ft/mil kcal áron számítja a tanulmány.

A harmadik blokk megépítésének kérdését azért is célszerű minden területre kiterjedő gondos vizsgálat tárgyává tenni, mert a Dunai Vasműben a közeljövőben számolni kell az I. sz., majd néhány év múlva a II. sz. kokszolóblokk átépítésével, mely átépítések egyenként 20—24 hónapot vesznek igénybe. Az ebből előálló termeléskiesés többlet kohókosz-importot jelent az átépítés ideje alatt de emellett elesik a népgazdaság attól a devizabevételtől is, amelyet a háztartási koksz és vegyitermék export jelent, sőt bizonyos devizakiadásokkal kell számolni ezen termékek behozatalából kifolyólag. Ezen túlmenően az átépítés ideje alatt a Főváros gázellátásában is átmeneti zavarok keletkezhetnek, illetve a gáz pótlásáról egyéb beruházásokkal kell gondoskodni.

Amennyiben a harmadik blokk nem épül meg, a bányászatnál is szénfölösleg, illetve termeléscsökkenés várható az átépítés ideje alatt, mert nem látszik reális lehetőség arra, hogy a bányászat a szenet exportra kihelyezze elfogadható áron, a MÁV-nak pedig mint legnagyobb fogyasztónak az igénye a dieselesítés és villamosítás következtében jelentős mértékben csökken a jövőben.

A harmadik kokszolóblokk beruházási költségigénye mintegy 370 millió Ft. Amennyiben Komlón a nagyteljesítményű új nehézszuszpenziós mosó a IV. ötéves tervidőszakában nem lépne üzembe, szükségessé válik a Dunai Vasmű szénmosójának rekonstrukciója, mely további 20 millió Ft-ot igényel. Ezzel a teljes beruházás a harmadik blokkra max. 390 millió Ft-ra nőhet.

A technológiai fejlesztések eredményeként az országos nyersvasgyártó kapacitás 1970-ig várhatólag 20%-kal, 1980-ig 35%-kal növekszik a jelenlegihez képest. Három blokk termelése esetén évente 1000 et kohókokszot lehet termelni. Ez azt jelentené, hogy figyelembe véve a fajlagos koksz-fogyasztás terén várható javulást, a hazai koksz-arány országosan elérné a 70—75%-ot és a borsodi kohók többsége is állandó összetételű hazai koksz-szal üzemelhetne.

A harmadik blokk megépítésének kérdésében minden szempontra kiterjedő alapos vizsgálat alapján a népgazdasági érdek figyelembevételével célszerű mielőbb döntést hozni.

IRODALOM

[1] *Burstlein:* A kokszolható szén petrográfiai és szelektív előkészítése. Párizs 1965.

[2] EGB szénügyi albizottság. Kiegészítő tájékoztató. USA. 1965

[3] Szprávocsnyik Kokszohimika. 1965.

[4] Kokszolható feketeszenek flotálásának és ezzel kapcsolatos vizsgálati módszereknek tanulmányozása. Tanulmányúti jelentés 1964.

[5] *Schaefers, Winzer:* Zur Bewertung von Änderungen des Nässe-, Asche- und Schwfelgehaltes von Hochofenkoks. Stahl und Eisen 1965. 23. sz.

[6] OMFB tanulmány. Acél- és Nyersvasgyártásunk fejlesztésének irányelvei. Koncepciótervezet 1965.

Műszaki és gazdasági hírek

Ukrajnai szakemberek epoxigyanta és acélpor keverékéből olyan *műanyag nyomóbélyegeket* gyártottak, melyekkel zajtalanul lehet elsőrendű felületű munkadarabokat mélyhúzással előállítani. A könnyű és tartós nyomóbélyegek lágy fémtárcsák és acéllemezek mélyhúzására egyaránt alkalmasak. (R)

St. u. E. 1967. 7.

*

A japán acélipar hivatalos bejelentése szerint a *nyersacélgyártási kapacitást* évi 79 millió t-ra növelik. 1967-ben összesen 4 új nagyolvasztót helyeznek üzembe. Kikucsu-ban és Kakogava-ban 2 új kohómű most van építés alatt. A Csendes-Óceán partján, Tokiótól 80 km-re, Kasima-ban új acélipari központot létesítenek. Itt először egy évi 1,2 millió t kapacitású melegabroncssort és egy évi 600 ezer t kapacitású hideg szélesszalag-hengersort építenek, majd 1969-ben kezdik meg az első nagyolvasztó építését, melyet azután az acélgyártó berendezések létesítése fog követni. Úgy tervezik, hogy ebben a kombinátban összesen 5 nagyolvasztó fog dolgozni, s végleges kifejlődésében a kombinát évi nyersacéltermelése 8—10 millió t lesz. (R)

St. u. E. 1967. 7.

*

A svédországi Sandviken acélmű vezetősége bejelentette, hogy 1967-ben kereken 30 millió US dollár értékben kívánnak új beruházásokat végezni, ennek nagyobb részét a *hazai anyavállalat kutatási és acélgyártói részlegére* fordítják. 1966-ban helyezték üzembe azt a részleget, amelyben személyszállításra alkalmas mozgójárdákat tudnak gyártani. (R)

St. u. E. 1967. 7.

*

Franciaországban, az USINOR dünkircheni acélművében a Lurgi nyugatnémet cég üzembehelyezte az IRSID-CAFL-eljárás szerint megépített *füstelszívó berendezéseket* a három 160 t-ás oxigénes konverterhez. Fuvatás közben az elszívócső pereme 0,4 m magasan helyezkedik el a konverter szájnyílása fölött, így a láng látható marad és túlfővéskor a csővezeték nem dugulhat el. A fuvatás ideje alatt az elszívott gázban nagy a CO-tartalom, ezt nedves portalanítás után a torokgázhálózatba adagolják. (R)

St. u. E. 1967. 8.

*

A kölni Klöckner-Humboldt-Deutz művek a Philips gyártól *elektromechanikus mérleget* szerzett be az indukciós kemencék súlyának folyamatos meghatározására és regisztrálására. Ezáltal folyamatosan meg tudják határozni a kemencék 20 t-ás adagsúlyát, s a mért adatokat az időadatokkal együtt 3 könyvelőgépbe adagolják. (R)

St. u. E. 1967. 8.

*

A düsseldorfi Schloemann vállalat a svájci Concast AG szabadalma szerinti S-típusú, ívben hajlított *folyamatos acélöntőgépet* szállít a pueblai (Mexikó) új acélműnek. A 60 t súlyú ívkemence-adagokat 4 szálban 100 mm-es négyzetbugákká fogják önteni, a gép üzembehelyezését 1968 végére tervezik. A négyzetbugákat finom- és drótsoron betonacélra, lapos- és köracélra, illetve hengerhuzalra fogják kihengerelni. (R)

St. u. E. 1967. 8.

*

Egy nyugatnémet és egy északamerikai gépgyár közösen kötött szerződést a hollandiai királyi vas- és acélkombináttal egy 2235 mm-es *szélesszalaghengermű* szállítására. A teljesen folyamatos hengersor az első lépcsőben függőleges revetörőből, 2—2 duó és kvartó előnyújtóból, hat készállványból és szint alatt elhelyezett feltekercselőkből fog állni. Teljes kiépítésében az előnyújtó részt ki lehet majd egészíteni egy-egy további duó- és kvartó állvánnyal, a készsort egy hetedik állvánnyal és a 2 feltekercselőt egy harmadikkal. A sor teljesítménye az első lépcsőben évi 1 millió t nyersabroncs, a második szakaszban évi 4 millió t nyersabroncs lesz. A maximális tekercssúly 32 t, a szalagsebesség minden mm-ére 21,2 kg lesz; e jellemzők annyit jelentenek, hogy ez lesz a világ legnagyobb teljesítményű szélesszalag hengerműve. (R)

St. u. E. 1967. 8.

*

Az USA Production Steel Strip vállalata *reverzáló MKW hideghengerművet* és hozzá komplett villamos hajtóberendezést rendelt a nyugatnémet Schloemann művektől. A berendezésben 660 mm legnagyobb szélességű acélszalagot kívánnak max. 450 m/perc sebességgel hengerelni. (R)

*

St. u. E. 1967. 8.

A fajlagos nyúlás megállapítása csövek szakítókísérletéből

BODROGAI JÓZSEF okl. gépészmérnök,
Csepel Vas- és Fémművek Központi Anyagvizsgáló

DK.: 62-462:620.172

A varratnélküli csövek mechanikai jellemzőit a cső falából vett próbatest, vagy a sértetlen cső szakítóvizsgálatával állapítják meg. Az átvételi előírások a legutóbbi időkig nem tettek különbséget a cső és más szerkezeti anyag szakítóvizsgálata között [14]; a szabványok a folyáshatár, a szilárdság és a δ_5 vagy δ_{10} nyúlás értékhatárait adják meg [10—13].

1965-ben jelentek meg az acél, illetve színesfém csövek szakítóvizsgálatát rögzítő ISO-ajánlások [7, 8]. A szocialista országok szakbizottságai a kérdésben már állást foglaltak, tehát a közeljövőben várható a magyar módosító szabványtervezet közzététele is.*

A megjelent ajánlások és tervezetek — megítélésem szerint — nélkülözik azokat az előírásokat, amelyek a csövek szakítóvizsgálatában (elsősorban a fajlagos nyúlás megállapításában) fellelhető bizonytalanságokat lennének hivatva megszüntetni. Ez teszi időszerűvé az itt következők megvitatását.

Szakítóvizsgálatok teljes keresztmetszetű csöveken

A hossztengely irányú terheléssel elszakított csőpróbatest keresztmetszetcsökkenése a szakadás helyén kisebb, mint az ugyanilyen anyagú tömör keresztmetszetű próbatesté. A cső falvastagságának csökkentésével a kontrakció csaknem teljesen megszüntethető [2, 4], s ezért a feszültségállapot a szakadás pillanatáig egytengelyű marad [1, 4]. A szakító kísérletből számítható nyúlás értékében jelentős szerepe van a helyi kontrakciónak, éppen ezért az ún. egyenletes nyúlásnál a δ_{10}, vagy mindkettőnél a δ_5 nagyobb értékű. Tényleges kísérletek adnak választ arra, hogy a cső és a tömör próba fajlagos nyúlásának összehasonlításakor várható különbségek értéke a gyakorlatban számottevő-e, vagy elhanyagolható.

A különböző falvastagságú csőből és körkeresztmetszetű próbatestből kapott eredményeket a legcélszerűbben diagramban hasonlítjuk össze. Független változóként a körgyűrű-keresztmetszet alakjellemzőt (a *relatív falvastagságot*) választjuk:

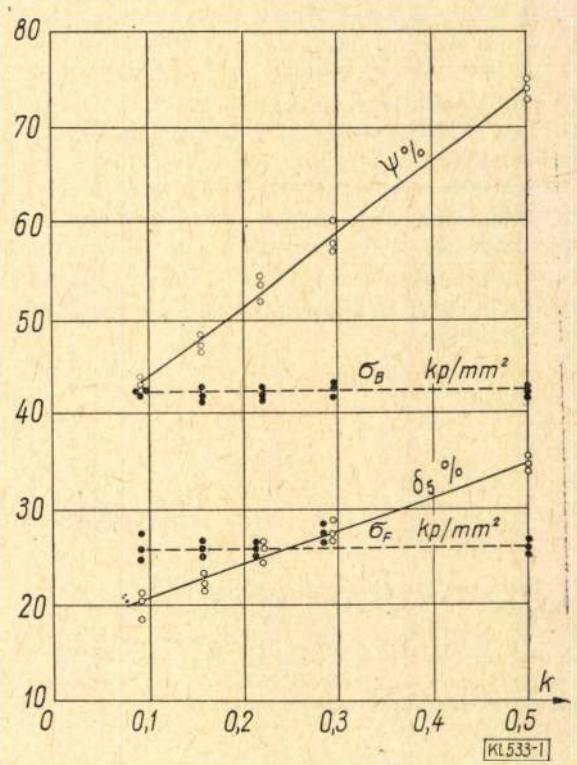
$$k=\frac{s_0}{r_0+s_0}$$

ahol r_0 = a cső kísérlet előtt mért külső fél átmérője,
s_0 = a falvastagság.

Könnyű ellenőrizni, hogy $0 < k \leq 0{,}5$ ahol $k=0{,}5$ a tömör keresztmetszet alakjellemzője.

A keresztmetszet-alak hatásának tanulmányozására tehát csak az alakjellemzőjükben különböző, azonos anyagú próbatesteket kell készíteni és a szakítókísérletek eredményeit a k függvényében megszerkesztett ábrában kell vizsgálni.

Az A 35.29 anyagú ⌀34 ×9 mm méretű varratnélküli acélcső folyáshatárát, szakítószilárdságát, kontrakcióját, δ_5 nyúlását az alakjellemző függvényében az *1. ábra* szemlélteti [3]. A különböző alakjellemzőjű próbatesteket a ⌀34 ×9 mm méretből forgácsolással állítottuk elő. A kísérletek — mint látjuk — az eredmények között gyakorlatilag is jelentős eltéréseket tárnak fel (δ_5 értéke 20—35% között változik). A $k=0{,}5$ értékhez azok az anyagjellemzők tartoznak, amelyeket szabványos körkeresztmetszetű (tömör) próbatest elszakításával nyertünk. A diagram minden más k értékéhez, vagyis bármilyen falvastagságú csőpróba keresztmetszethez szükségszerűen kisebb kontrakció és nyúlás tételezhető fel. Az egyben szakított csőpróbatest szakítóvizsgálata előtt tehát előre számítani kell arra, hogy a cső anyagára valóban jellemző kontrakciónál és nyúlásnál kisebb értékeket fogunk kapni.



1. ábra. Mechanikai jellemzők az alaktényező függvényében

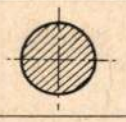
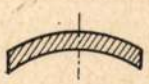
Szakítóvizsgálatok a cső falából vett próbatestekkel

A csővek szakításakor gyakori, hogy a szakadás a próba palástján előbb következik be, mint másutt. Így a palást különböző alkotói mentén mérhető nyúlások úgy térnek el egymástól, hogy a szakadt fél próbatestek újra összeillesztése csak a legerősebben megnyúlt alkotók helyén lehetséges. Kérdés, hogy nem kapnak-e a varratnélküli csövek a fal különböző helyén a hengerléskor oly mértékben különböző alakítást, hogy ez a csőfal mecha-

* Valószínűleg 1968-ban (*A Szerk. megjegyzése.*)

1. táblázat

A végzett vizsgálatok eredményei

Jellemzők			1	2	3	4	5
Anyagminőség			A 45.47	A 35.47	A 35.47	CrV. 135	A 45.47
A vizsgált cső mérete			⌀ 216×20	⌀ 159×14	⌀ 70×17	⌀ 205×6,5	⌀ 61×4,5
A próbatestek keresztmetszete							
A próbatestek száma			51	21	9	20	15
δ_5	alsó és felső határérték		30,6—38,4	36,0—41,6	—	15,0—21,8	20,0—29,7
δ_{10}	(%)		—	26,8—31,2	22,7—32,7	10,2—13,6	10,6—20,8
σ_B	átlaga	kp/mm²	45,4	40,1	40,2	77,0	53,0
δ_5		%	34,3	37,7	—	18,3	23,5
δ_{10}			—	28,6	26,6	11,8	14,4
σ_B	relatív szórása (%)		0,63	0,73	0,71	0,93	—
δ_5			4,26	3,3	—	8,8	11,8
δ_{10}			—	4,0	10,9	2,4	19,5

nikai jellemzőit, kiváltképpen a nyúlást, a próbavétel helyétől teszi függővé.

A vizsgálathoz különböző anyagú és méretű, 200—250 mm hosszúságú próbát vettem. Kiszámítottam az $\bar{x}$ átlagot és a mért értékek szórását

$$S=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}$$

képlettel, valamint e kettő hányadosát, a relatív szórást a $V=S/\bar{x}$ képlettel. S képletében x_i a különböző mérési eredményeket, n pedig a sorozat mért értékeinek számát, a „sorozat hosszát" jelenti [16]. A kiszámított értékeket a szemléletes összehasonlítás céljából az *1. táblázatban* foglaltam össze.

Elsősorban figyelemreméltó és a nyúlás megállapításában rejlő bizonytalanságot is némiképp érzékelteti egy sorozaton belül a legnagyobb és legkisebb nyúlás-érték különbsége. A mért értékek relatív szórása — mint százalékban is kifejezhető viszonyszám — lehetőséget nyújt arra, hogy a különnemű anyagjellemzők (pl. szilárdság és nyúlás) megállapíthatóságának biztonságát összehasonlítsuk. Látható, hogy a megvizsgált csövek nyúlásának relatív szórása legalább ötször akkora, mint a szilárdságé (2. oszlop), de tizenötszörös arány is előfordul (3. oszlop). Ez annyit jelent, hogy a csőfalból vett egyetlen próbatest fajlagos nyúlása 5—15-ször nagyobb bizonytalansággal adja meg a csőanyag átlagos nyúlását, mint a próbatest szakítószilárdsága a cső átlagos szilárdságát.

A tapasztalatokon nyugvó vizsgálati előírások

A közölt eredmények meggyőznek arról, hogy a csövek nyúlásának megállapításához új vizsgálati előírásokra van szükség. Ennek mindenekelőtt azt kell rögzítenie, hogy az előírt jellemzőket a cső falának anyagára, és nem a csőre mint szerkezeti elemre vonatkozónak kell tekinteni. Ezáltal a relatív falvastagság (k) hatása a fajlagos nyúlásra kiküszöbölhető. Ez a megkötés magában nem zárja ki, hogy a szakítóvizsgálathoz csőpróbát vegyünk. Ha ui. az elszakított csőpróba nyúlása megfelelő, akkor a falból vett próbáé még jobb. Ha viszont a csőpróba nyúlása nem elegendő, még nem biztos, hogy a csőfalból vett próbatest eredménye is rossz lesz, mert ennek a csőpróbából megállapított értéknél törvényszerűen nagyobbnak kell lennie. A cső falából vett próbatestek nyúlásának értékeléséhez el kell dönteni, hogy az előforduló legkisebb vagy az átlagos nyúlást tekintjük-e az összehasonlítás alapjául.

Tételezzük fel, hogy egy előírás a vizsgálatra szánt csődarabon előforduló *legkisebb* nyúlást tekinti mértékadónak. Kézenfekvő a törekvés, hogy az anyag jellemzőit minél kevesebb próbatest szakítóvizsgálatával állapítsuk meg. Az egyetlen megvizsgált próbatest nyúlását a fajlagos nyúlás alsó és felső határértékének különbségével kellene ki-

sebbítenünk és az így kapott értéket minimális nyúlásnak tekinteni. A határérték különbsége azonban általában ismeretlen, mert a k-tól, a mérettől, a cső anyagától és a gyártás technológiájától függő értékeinek táblázatba gyűjtése túlzott nagyságú feladat.

Tekintsük a próbadarab *átlagos* nyúlását mértékadónak; ekkor elő kell írni, hogy az átlagot hány és egymáshoz képest milyen helyzetből vett próbatestből kell számítani.

Végeztünk olyan számításokat, hogy a próbadarab átlagos nyúlását mennyire sikerül megközelíteni egyetlen, továbbá az átmérő két szemközti végén vett két, végül egymáshoz képest 120°-ban elhelyezkedő 3 próba átlagértékével. Az ugyanazon átmérő végein vett két próbatest vizsgálata a nyúlás megállapításának bizonytalanságát az egyetlen próbáénak kb. harmadára csökkenti, tehát a vizsgált csődarab átlagos nyúlásának jó megközelítéséhez legalább 2 próbát kell a csőfalból kivenni.

A felsoroltak felvetése nem újkeletű [4, 5, 7, 8], de ma is időszerű és helyes. Az értékesítésre váró tapasztalatok az átvételben máris, az új szabványok összeállításakor pedig intézményesen is hasznosíthatók.

IRODALOM

[1] *Nádai:* Theory of Flow and Fracture of Solids. New York, Toronto, London. *1950.* McGraw-Hill

[2] *Ponomarjov:* Szilárdsági számítások a gépészetben. I. kötet: Elméleti alapok, vizsgálati módszerek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, *1963.*

[3] *Anders György:* Csőpróbatestek fajlagos nyúlásának vizsgálata a relatív falvastagság függvényében. (*1966.* Kézirat.)

[4] *Bodrogai:* Eine neue, genauere Methode zur Bestimmung der Brucharbeit. Acta Technica, T. XXXIX. *1962.* F. 3—4. 411—425 p.

[5] *Bodrogai:* A GTE Csepeli Szervezete Szabványosítási Ankétja, *1965.* (Hozzászólás.)

[6] *Bodrogai:* Egytengelyű feszültségállapotban nyert mechanikai anyagjellemzők vizsgálata, OMBKE IV. Anyagvizsgáló Napok.

[7] ISO/R 375— 1964.

[8] ISO/R 401— 1964.

[9] ISO/TC 79 (Secr. 186) 313 E.

[10] MSZ 29/1.—/2.—3. lap — 64.

[11] MSZ 2898—52.

[12] MSZ 2899—52.

[13] MSZ 4747—63.

[14] MSZ 105/1. lap—59.

[15] RSZ KGST 26.610—66.

[16] MSZ 256/1. lap—56 R.

[17] DIN 50140.

FELHÍVÁS

Egyesületünk a GTE illetékes szakosztályaival együtt ez év őszén (októberi kezdettel) tanfolyamokat szervez az alábbi témákban:

1. *Függő konvejorok az anyagmozgatásban*

   Előadók: Kiss István okl. gm.: Függőpályák általános ismertetése és azok funkciói különös tekintettel a konvejorokra Konvejorok szerkezeti felépítése (10 óra) és Szádvári József okl. gm.: Konvejorok az anyagmozgatás technológiájában. Konvejorok méretezése (8 óra).
   Részvételi díj: 72 Ft, egyesületi tagok részére 63 Ft

2. *Tervezési irányelvek konstruktőrök számára technológiai szemszögből (öntészeti technológia)*

   Előadók: Szilágyi Iván okl. km.: Öntvényszerkesztéskor figyelembe veendő szempontok lemezgrafitú öntöttvas, gömbgrafitos öntöttvas és temperöntvényeknél (6 óra). Narancsik Pál okl. km.: Öntvényszerkesztéskor figyelembe veendő szempontok ötvözetlen és ötvözött homok formázású, valamint precíziós öntésű acélöntvények esetében (6 óra) és Fülöp Elemér okl. km.: Öntvény szerkesztésekor figyelembe veendő szempontok könnyű és nehéz fémöntvényeknél, homokformázás, kokillában való öntés, centrifugál öntés, kisnyomású öntés és nyomásos öntvény öntése esetében (6 óra)
   Részvételi díj: 72 Ft, egyesületi tagok részére: 63 Ft

3. *Az acél hőkezelése, I. rész*

   Előadók: Dr. Bardócz István c. egyetemi docens és Dr. Konkoly Tibor egy. d.: Általános elméleti kérdések. A hőkezeléssel kapcsolatos fémfizikai és termodinamikai vonatkozású fejezetek (2 óra)
   Dr. Konkoly Tibor: Termokémiai folyamatok elmélete. Diffúzió (2 óra)
   Szőke Béla okl. fizikus: Cementáló és védőgázok. Betétedzés (2 óra),
   Berán Lajos okl. gm.: Lágynitridálás elméleti és gyakorlati kérdései (4 óra)
   és Perl Miklós okl. gm.: Izzítósók fajtái, alkalmazási területek. Fólia-módszeres ellenőrzés (2 óra)
   Részvételi díj: 56 Ft, egyesületi tagoknak 49 Ft

4. *Ipari gáztüzelőberendezések, I. rész*

   Előadók: Bartha György okl. gm.: Gáznemű tüzelőanyagok, mint energiahordozók felhasználási jelentősége (2 óra)
   Almádi József okl. gm.: Tüzeléstechnikai jellemzők. Égésfolyamat, tüzeléstechnika (2 óra)
   Babiczky Gyula okl. gm. Ipari gáztüzelőberendezések felosztása és részletes szerkezetének ismertetése (4 óra),
   Palotás Árpád okl. km.: Technológiai célú gázégők (4 óra)
   Luzsa István okl. gm.: Erőmű és ipari kazánok gáztüzelő berendezései és gázégői (4 óra)
   Palotás Árpád: Ipari gáztüzelésű berendezések gyújtó, ellenőrző és vezérlő berendezései: Gyújtó, lángellenőrző és vezérlő berendezések (2 óra)
   és Benes Zoltán okl. gm.: Redukáló berendezések, Ipari gáztüzelő berendezésekre és gázégőkre vonatkozó szabványok rendeletek, előírások (4 óra)
   Részvételi díj: 80 Ft, egyesületi tagoknak: 70 Ft

A tanfolyamokkal kapcsolatban bővebb felvilágosítással a Szakosztályközi Oktatási Bizottság vezetője Szőke László kt (266-216 tel.) szolgál. (OA)

Egy és két lépcsőben hengerelt durvalemezek tulajdonságainak összehasonlítása

Dr. REMPORT ZOLTÁN okl. kohómérnök

DK.: 669.141.24:62-413:621.771

A kísérlet ismertetése

Durvalemezeket általában laposbugából kiindulva szokás készrehengerelni. Az ilyen gyártást kétlépcsős hengerlésnek nevezzük, mivel a kiinduló laposbugákat megelőzően a blokkoláskor már egyszer alakították. Ezzel a módszerrel szemben sok helyen alkalmazzák az egylépcsős hengerlést is, amikor a lemezeket lapos tuskóból egyszeri melegítéssel közvetlenül hengerlik készre. Az egylépcsős hengerlés alkalmazásának célszerűségét elsősorban a kohászati üzemek üzemi viszonyai határozzák meg, pl. az előnyújtó sorok kapacitása, az acéltuskók felületi minősége, a melegítés lehetőségei stb. Nincsenek ismereteink arról, hogy az egy- és kétlépcsős hengerlés alkalmazását a lemezek mechanikai tulajdonságai alapján mérlegelnék, nyilvánvalóan azért, mert az üzemi tapasztalatok lényeges eltérésre sehol sem hívták fel a figyelmet. Irodalmi utalást sem találunk arra vonatkozóan, hogy a hengerlés lépcsőzése milyen mértékben hat a mechanikai tulajdonságokra, ezért a kérdést saját kísérletekre támaszkodva kívántuk tisztázni.

A két gyártási mód hatásáról statisztikai elemzéssel nem lehetne egyértelmű véleményt kialakítani, mert a lépcsőzés megváltoztatásával rendszerint meg kell változtatni a hengerlés egyéb lényeges tényezőit pl. a tuskósúlyt, a hengerlés hőmérsékletét, nyomásviszonyokat is, s ennek változtatása önmagában is minőségeltérést okozhat. Ezért a vizsgálatot összehasonlító kísérlettel végeztük el. A kísérlethez egy félig nyugtatott acéladag négy tuskóját választottuk ki, s ezekből 20 mm vastag durvalemezeket gyártottunk. Két tuskót egy lépcsőben, tehát egyszeri melegítéssel közvetlenül hengereltünk lemezzé, másik kettőt pedig először 100 mm vastag laposbugára, majd darabolás, visszahűtés és újabb melegítés után ugyancsak 20 mm vastag lemezre hengereltük. Mivel a bugákat készrehengerlés előtt kettévágtuk, az összehasonlításhoz 6 tábla lemez állt rendelkezésünkre. A kiinduló tuskók és készlemezek főbb adatai a következők voltak:

Az acél minősége: A 37.21

Az acél összetétele:

C = 0,17 %	S = 0,036%
Mn = 0,33 %	Cu = 0,10 %
Si = 0,0 %	Cr = 0,04 %
P = 0,011%	

Tuskósúly = 2400 kg

Tuskóméret: 300 · 330 × 790 · 830 × 1200 mm

Lemezek mérete: 20 × 1200 × gyártási hossz, mm.

Közbenső bugaméret: 100 × 1000 × gyártási hossz, mm.

Az acéladagot nem nyugtatott minőségben gyártották, a lefagyasztást kokillában alumínium-

1. táblázat

Az első alakítás jellemző adatai

Tuskó sorszám	Tuskó méret mm	Lemez méret mm	Teljes nyújtás, n	Hossz nyújtás, s_1	Nyújtási arány, S	Heng. hőfok	
						kezdő, °C	befejező, °C
1.	315 × 810	20 × 1200	15	10	6,5	1140	910
2.						1140	840
3.		100 × 1000	3	2,5	2,0	1140	1060
4.						1140	1060

2. táblázat

A második alakítás jellemző adatai

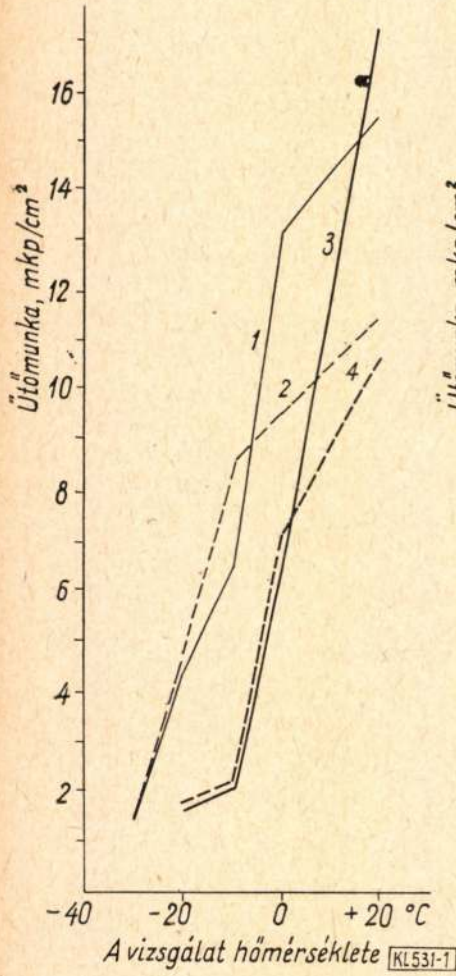
Lemez sorsz.	Buga méret, mm	Lemez méret, mm	Második nyújtás n_2	Teljes nyújtás n	Készre-nyújtási arány, S_2	Teljes nyújtási arány, S	Heng. hőfok	
							kezdő, °C	befejező, °C
31.	100 × 1000	20 × 1200	5	15	4	6,5	1130	980
32.							1130	830
41.							1220	1080
42.							1200	830

3. táblázat

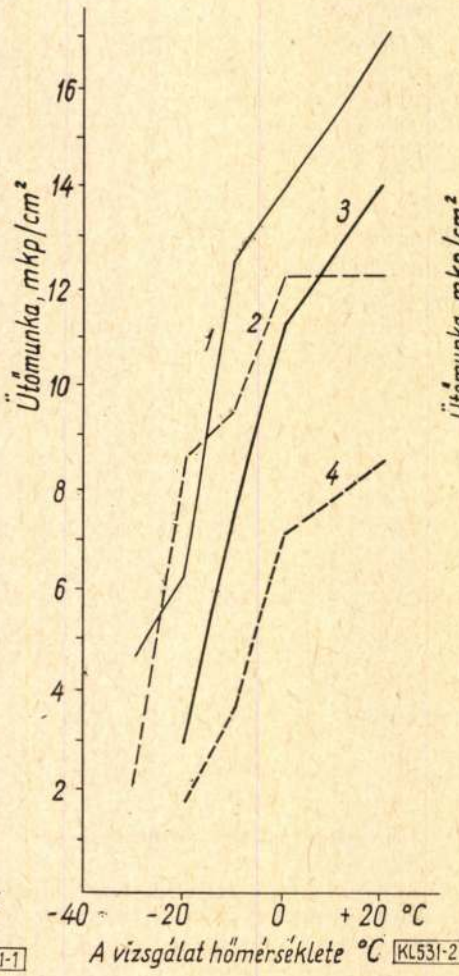
A vizsgált lemezek mechanikai tulajdonságai

Lemez sorszám	Vizsg. iránya	Folyásh. kp/mm²	Szilárdság, kp/mm²	Kontrakció % a	Nyúlás % a	Ütőmunka, mkp/cm² +20°C a	0°C	−10°C	−20°C	−30°C	Átmenet, °C	Szemnagys. MSZ 2657
1	K	20,6	34,5	58,9 92	40,0 103	10,6 10,6 61	6,7 7,7	2,0 2,6	1,7 1,7		−10	5,5
	H	20,6	34,3	63,4	38,6	16,8 17,9	8,6 4,3	2,3 2,0	1,7 1,4		−10	
2	K	22,0	34,6	58,9 92	37,0 91	11,4 11,7 73	10,3 8,6	8,6 8,6	3,4 6,3	1,4 1,4	−20	6
	H	22,0	34,3	63,7	40,7	15,7 15,4	12,0 14,3	2,6 10,7	7,1 2,0	1,4 1.4	−10	
31	K	22,4	34,4	45,0 77	32,6 83	8,6 8,6 61	7,4 6,8	3,1 4,6	2,0 1,7		−10	6
	H	21,6	34,6	58,5	39,2	14,5 13,7	10,6 12,0	8,0 7,1	3,4 2,5		−20	
32	K	25,0	35,4	58,0 87	31,4 80	12,8 12,0 72	12,0 12,9	9,1 10,0	8,6 8,6	2,0 2,0	−30	7,5
	H	22,0	35.6	66.6	39,2	17,1 17,1	13,5 14,6	12,5 12,6	9,7 2,9	2,3 7,1	−20	
41	K	20,2	34,1	43,4 82	36,4 102	8,0 9,4 69	4,3 5,1	3,7 2,3	2,0 3,5		−10	5,5
	H	20,2	34,6	52,9	35,6	12,3 12,9	2,9 2,3	2,8 2,8	1,4 1,4		0	
42	K	23,4	36,0	64,6 93	35,6 86	12,0 12,9 79	11,4 11,0	2,8 3,1	2,0 3,4		−10	7
	H	24,4	35,0	69,3	41,3	15,1 16,6	10,0 12,8	10,0 7,1	1,7 2,3		−20	
3B	K	16,9	33,8	—	35,0	8,0 4,3						5

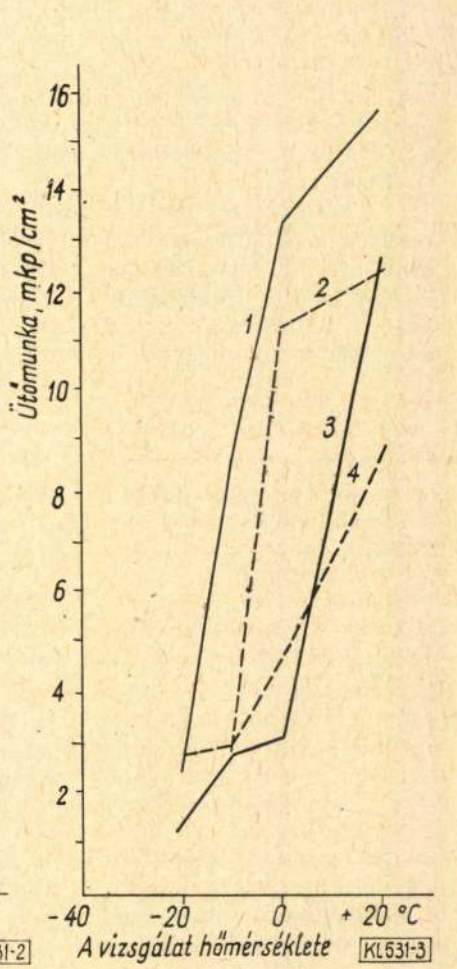
mal végezték. Az első alakítás jellemző adatait az *1. táblázat* tartalmazza. Az 1 számú tuskó készrehengerlése nagyobb, a 2 számúé kisebb befejező hőmérsékleten történt. A hengerlés többi tényezői mindkettőnél azonosak voltak. Ugyancsak megegyeztek a 3 számú és 4 számú tuskók előhengerlésének feltételei is. A második alakítás jellemző adatait a *2. táblázatban* láthatjuk. A 3 számú tuskó



1. ábra. Egy lépcsőben hengerelt A 37.21 minőségű 20 mm vastag durvalemezek ütőmunka-hőmérséklet diagramja. 1 és 2 — kisebb hőmérsékleten hengerelt lemez hossz- és keresztirányú, 3 és 4 — nagyobb hőmérsékleten hengerelt lemez hossz- és keresztirányú ütőmunkája



2. ábra. Két lépcsőben hengerelt A 37.21 minőségű 20 mm vastag durvalemezek ütőmunka-hőmérséklet diagramja. 1 és 2 — kisebb kezdő és kisebb befejező hőmérsékleten hengerelt lemez hossz- és keresztirányú, 3 és 4 — kisebb kezdő és nagyobb befejező hőmérsékleten hengerelt lemez hossz- és keresztirányú ütőmunkája



3. ábra. Két lépcsőben hengerelt A 37.21 minőségű 20 mm vastag durvalemezek ütőmunka-hőmérséklet diagramja. 1 és 2 — nagyobb kezdő és kisebb befejező hőmérsékleten hengerelt lemez hossz- és keresztirányú, 3 és 4 — nagyobb kezdő és nagyobb befejező hőmérsékleten hengerelt lemez hossz- és keresztirányú ütőmunkája

31 és 32 bugáit kisebb kezdő és eltérő befejező hőmérsékleten, a 4 számú tuskó 41 és 42 bugáit nagyobb kezdő és ugyancsak eltérő befejező hőmérsékleten hengereltük készre.

A hengerelt lemezek összehasonlítása

A hengerelt lemezek mechanikai tulajdonságait a *3. táblázatban* állítottuk össze. A szakítóvizsgálat és ütővizsgálat adatain kívül meghatároztuk a lemezek ridegedési görbéit és a ridegedés 3,5 mkp/cm² ütőmunkához tartozó átmeneti hőmérsékletét, ezenkívül ferritszemnagyságát is.

Különös figyelmet érdemel a ferritszemnagyság alakulása. Általános tapasztalat ugyanis, hogy a mechanikai tulajdonságok a szemcseszerkezettel szoros összefüggésben vannak és a szemnagyság finomodása általában javítja a mechanikai tulajdonságokat. A 6 darab hengerelt lemez ferritszemcséje is eltérő. Legfinomabb a ferritje a 32 számú lemeznek, amelyet két lépcsőben, kis kezdő és kis befejező hőmérsékleten hengereltünk. A legdurvább szemcsét viszont az 1 és 41 számú lemezeken találjuk. Ezeknél azonos a nagyobb hengerlési befejező hőmérséklet, az egyéb körülmények és a lépcsőzés azonban eltérők. Így már a szemcseszerkezet vizsgálata is arra utal, hogy a döntő szerepet nem a lépcsőzés, hanem a hengerlés befejező hőmérséklete játssza a mechanikai tulajdonságok kialakításában.

Ha a hat lemez ütőmunka-hőmérséklet diagramját vesszük szemügyre *(1—3. ábrák)*, arról sem lehet a lépcsőzés jelentős hatására következtetni. Inkább a kis befejező hőmérséklet jól ismert minőségjavító hatását figyelhetjük itt is meg, mind az egy, mind a két lépcsőben hengerelt lemezeken. Hogy a lemezek minősítését az összes vizsgált tulajdonság figyelembevételével végezhessük el, tulajdonságonként felállítottuk a hat lemez sorrendjét az értékek nagysága szerint. Az izotróp tulajdonságokról egy, az anizotróp tulajdonságokról (nyúlás, kontrakció, ütőmunka) két sorrend állítható fel, mivel utóbbiakat külön kell vizsgálni hosszirányban és keresztirányban (I—VI. sorrend).

A rangsorolásból élesen kitűnik a befejező hőmérséklet szerepe *(4. táblázat)*. A szemnagyság-sorrendben elöl foglal helyet a három kis hőmérsékleten, s hátul a három nagy hőmérsékleten befejezett lemez. A kis hőmérsékleten befejezettek közül a két lépcsőben hengereltek finomabb ferritszemcsét adnak, mint az egy lépcsőben hengereltek. Ugyanakkor a nagy hőmérsékleten befejezett lemezek közül a kétlépcsős lemez tulajdonságai a leggyengébbek.

A szemnagyság szerinti sorrendet nagyjából a többi mechanikai tulajdonság szerint felállított sorrend is követi, ha teljesen nem is egyezik azzal. Különösen jó az egyezés a szemcseméret, a folyáshatár, a ridegedés, a hosszirányú kontrakció és a keresztirányú ütőmunka szerinti sorrendek között. A szemcsemérettel legkisebb kapcsolata a nyúlásnak van.

Ha a befejező hőmérséklet szabályozása nélkül az üzemi körülményeknek megfelelően hengerelünk

4. táblázat

A lemezek sorrendje a vizsgált tulajdonságok alapján

Vizsgált tulajdonság		Sorrend					
Szemnagyság		VI	IV	II	V	I	III
Folyáshatár		IV	VI	II	V	I	III
Ridegedés		VI	II	V	IV	I	III
Nyúlás	K irányban	I	II	III	IV	V	VI
	H irányban	IV	II	V	VI	I	III
Kontrakció	K irányban	IV	II	I	VI	V	III
	H irányban	IV	VI	II	I	V	III
Ütőmunka	K irányban	VI	IV	II	I	III	V
	H irányban	I	VI	IV	II	V	III

I. Egy lépcsőben nagy befejező hőmérséklettel hengerelt lemez.

II. Egy lépcsőben kis befejező hőmérséklettel hengerelt lemez

III. Két lépcsőben nagy kezdő és nagy befejező hőmérséklettel hengerelt lemez.

IV. Két lépcsőben nagy kezdő és kis befejező hőmérséklettel hengerelt lemez.

V. Két lépcsőben kis kezdő és nagy befejező hőmérséklettel hengerelt lemez.

VI. Két lépcsőben kis kezdő és kis befejező hőmérséklettel hengerelt lemez.

mindkét módszerrel, akkor az 1 és 31 lemez tulajdonságaival számolhatunk. Az utóbbi szemnagysága félfokozattal jobb, s a többi izotróp tulajdonságai is igen kismértékben jobbak, az anizotróp tulajdonságai azonban általában rosszabbak. Ezért, bár a kétlépcsős hengerléssel gyártott lemezek egy árnyalattal jobbnak látszanak, a gyakorlat szempontjából a két eljárás lemezei között minőségkülönbségről nem beszélhetünk.

Összefoglalás

Kísérletünkben félig nyugtatott acélból 20 milliméter vastag lemezeket hengereltünk egy és két lépcsőben, a hengerlés hőmérsékletének egyidejű változtatásával, annak felderítésére, hogy az egylépcsős, vagy a kétlépcsős eljárással gyártott lemezek mechanikai tulajdonságai kedvezőbbek-e? Az eredményekből arra lehet következtetni, hogy a kétféleképpen gyártott lemezek tulajdonságai közel azonosak, a lépcsőzés a lemezek minőségét érdemben nem befolyásolja. Az azonos vastagságú lemezek szövetszerkezete elsősorban a hengerlés befejező hőmérsékletétől függ, s a kristályok szemnagyságával igen szoros összefüggésben változnak a mechanikai tulajdonságok is. Tehát akár egy, akár két lépcsőben hengereljük a lemezeket, azok tulajdonságai nem a lépcsőzéstől, hanem más tényezők hatásától függnek.

A hidegen alakított acélok arányossági határának tranziens állapota

NÉMETH EMIL, okl. kohómérnök
Lenin Kohászati Művek, Miskolc

DK 621.778:621.78:669.14:620.1

A korszerű és gazdaságos méretezés alapelvéből következik, hogy a felhasználandó acél tulajdonságainak legkedvezőbb lehetőségeit kell hasznosítanunk. A méretezés egyik fontos alapja a rugalmassági, vagy az arányossági határ. Ennek nagysága egy adott anyagminőségen belül a hőkezelési állapotnak, ill. a hidegalakítás mértékének és irányának a függvénye.

Sokszor előfordul, hogy egy adott minőségű acél normalizált, ill. nemesített állapotban nem felel meg a felhasználás igényeinek, s ezért hidegalakítással — húzással — az anyag lehető legnagyobb rugalmasságát kell biztosítanunk, egy megkívánt szívósságra jellemző érték megtartása mellett.

Az alábbi tanulmány az MSZ szerinti C55 minőségű szerkezeti acél arányossági határának (σ_p) változását dolgozza fel, a hidegalakítás mértékének és irányának, valamint a hőkezelés hatásának a figyelembevételével.

A tanulmány 3 részből áll:

Először azt vizsgáljuk, hogy egyrészt a hidegalakítás nélkül, különböző hőkezelés esetén a mechanikai értékek hogyan változnak, másrészt ezeket az értékeket összehasonlítjuk az üregen való áthúzás utáni hőkezeletlen és hőkezelt darabok mechanikai eredményeivel.

Továbbiakban a hidegalakítás mértékének és irányának a hatását elemezzük, különös tekintettel a σ_p értékére.

Végül a harmadik részben a *Bauschinger* hatásnak és az alakítási öregedésnek az együttes eredményét vizsgáljuk, rámutatva ezeknek elméleti összefüggéseire.

I. Kísérlet

Vizsgálatunk első részében a kísérletre felhasznált anyag a következő összetételű 40 mm ∅-re hengerelt körszelvényű acélrúd volt:
C = 0,59%, Mn = 0,67%, Si = 0,28%, Cr = 0,06%, Cu = 0,20%, P = 0,018%, S = 0,013%.

Kísérleteink e szakaszában azt vizsgáltuk, hogy normalizált és nemesített állapotban a mechanikai tulajdonságoknak milyen változása várható. E hőkezelések eredményeit összegezi az *1. táblázat.*

A nemesített — 630 °C hőmérsékleten megeresztett — 40 mm ∅-jű körszelvényű acélrudat az arányossági határának növelésére üregen húztuk át, 38 mm ∅-re.

E hidagalakítás után mért mechanikai értékeket a *2. táblázat* tartalmazza.

A fentiekből látható, hogy a húzás után nem tapasztalható az arányossági határ várt növekedése, pedig a hidegalakítás keményedést okozott, e keményedést pedig az arányossági határnak a növekedése kell, hogy kísérje.

E látszólagos ellentmondás okát a rugalmas utóhatásokban, ill. a szennyező atomoknak a diszlokációkkal való kölcsönhatásában véltük megtalálni. Ezért ezt a zavaró körülményt a hidegalakítás okozta arányossági-határ növekedés valóságos értékétől kis hőmérsékletű kezeléssel kívántuk elválasztani.

A teljesség érdekében a hőkezelést 750 °C hőmérsékletig kiterjesztettük. Az így nemesített és húzott acélnak a különböző hőmérsékleten végzett hőkezelése után elért mechanikai értékeit az *1. ábra* szemlélteti.

1. táblázat

Normalizált és edzett, majd különböző hőmérsékleten megeresztett próbák eredményei

Állapot	Próbák	Mechanikai értékek				
		σ_P	σ_F	σ_B	ψ	δ_5
840 °C-on normalizált	1	42,5	52,5	79,5	36	17,5
840 °C/olajedzés, 640 °C-on 2 ó meger.	2	49,0	55,0	81,0	53,0	20,0
840 °C/olajedzés, 600 °C-on 2 ó meger.	3	52,0	58,3	87,0	48,6	17,0
840 °C/olajedzés, 550 °C-on 2 ó meger.	4	58,0	63,0	94,0	39,0	16,0

2. táblázat

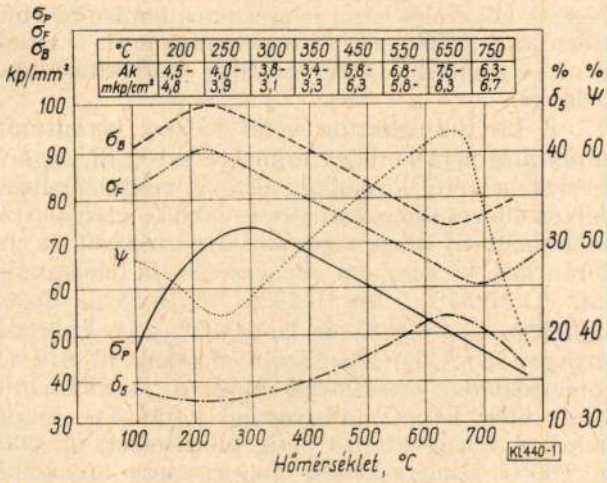
Hidegalakítás utáni eredmények

Állapot	Próbák	σ_P	σ_F	σ_B	ψ	δ_5
40 mm ∅-ről 38 mm ∅-re húzott rúd	1	47,5	—	86,0	51,0	15,0
	2	49,5	84	86,0	44,6	14,5
	3	46,8	—	88,0	48,5	15,0
	4	44,9	—	87,0	49,8	15,0

Az ábrán található eredmények — az ütőpróba értékeit kivéve — 3—3 db hosszirány, próbapálca átlagértékei, amelyek a hengeres darab magrészéből származnak.

Az adatokból látható, hogy σ_p értéke fokozatosan nő mintegy 300°C hőmérsékletig, és azután fokozatosan csökken, tehát egy maximumos görbe mentén változik.

A nemesítés után az üregen áthúzott rúd a hidegalakítás mértékének megfelelően tehát keményedett, anélkül azonban, hogy az arányossági határ értékében ez kifejezésre jutott volna. Ez a jelenség értelemszerűen megmutatkozott az egyéb mechanikai eredményeknél is, csak mérsékeltebb formában.



1. ábra. Az arányossági folyási határ és a szakítószilárdság összefüggése a hőmérséklettel

II. Kísérlet

A jelenség közelebbi meghatározása érdekében kísérleteink második részében azt vizsgáljuk, hogy a hidegalakítás iránya és mértéke hogyan befolyásolja a σ_p értékének a változását. Erre a célra felhasznált 38 mm ∅-jű, C55 minőségű anyagunk összetétele a következő volt: C = 0,57%, Mn = = 0,73%, Si = 0,20%, Cr = 0,32%, Cu = 0,16%.

Kísérleteink során az alakváltozás létesítésére három terhelési módot választottunk: tengelyirányú húzó, ill. nyomó és a tengelyirányra merőleges terhelést. Az első két esetben a 38 mm ∅-jű hengeres darabon, az utóbbi esetben pedig a 38 mm ∅-jű hengeres anyagból maximálisan kivágható, 26 mm ▯-szelvényű darabon végeztük a hidegalakítást (*3. táblázat* 11. és 12. sor).

Ha a 3. táblázat adatait figyelmesen összehasonlítjuk, akkor a következőket állapíthatjuk meg:

1. A σ_p értékét csak a maradó alakváltozás befolyásolja, a rugalmassági határon aluli terhelés a σ_p értékére hatástalan (v.ö. a 4., 5. és 10. sort).

2. Azonos mértékű, de különböző irányú hidegalakítás más-más nagyságú σ_p értékváltozást okoz.

Ezért a σ_p értékének várható változásánál figyelembe kell vennünk a hidegalakítás irányát (v.ö. a 6., 7., 8., 9. és 11. sort). Az arányossági határ mérésénél alkalmazott igénybevétel irányával azonos irányban végzett hidegalakítás — húzás — erősen, a rá merőleges irányú hidegalakítás pedig mérsékletesebben növeli, az ellentétes irányú hidegalakítás — zömítés — pedig erősen csökkenti az arányossági határt.

3. táblázat

Hőkezelt és különböző mértékben alakított anyagból vett próbák arányossági határa

Hőkezelés	Sorszám	σ_p	A hidegalakítás módja	σ_p	Hidegalakítás utáni hőkezelés	σ_p
840°C hőmérsékleten normalizálás, 2 óra hőben való tartózkodással	1	42	10% maradó nyúlás	81	—	—
	2	—	4% maradó zömítés	32	—	—
	3	—	4% maradó zömítés	—	300 °C/2 óra	48
	4	—	0% zömítés (20 t)	44	300 °C/2 óra	44
	5	—	0% zömítés (40 t)	43	300 °C/2 óra	43
Nemesítés: 840°C/olajhűtés; 640°C-on 2 órás megeresztés	6	48	10% maradó nyúlás	81,5	300 °C/2 óra	91,0
	7	—	1% maradó zömítés	39,5	300 °C/2 óra	45
	8	—	4% maradó zömítés	38,0	300 °C/2 óra	48,5
	9	—	9% maradó zömítés	35,5	300 °C/2 óra	61,5
	10	—	0% zömítés (30 t)	48	300 °C/2 óra	48
	11	—	26 ▯ 24,5 ▯-ra kb. 9% marad. zömít.	61,6	300 °C/2 óra	70,5
	12	—	26 ▯ 25 ▯-ra	—	300 °C/2 óra	65

3. Függetlenül az alakítás irányától, a 300 °C hőmérsékleten végzett hőkezelés hatására a σ_p értéke növekszik. A növekedés viszonylagos mértéke a zömítéssel végzett hidegalakításnál a legnagyobb.

4. A hidegalakítást követő 300 °C hőmérsékletű hőkezelés után tisztán érvényesül a hidegalakításból adódó keményedéssel együtt járó σ_p növekedés.

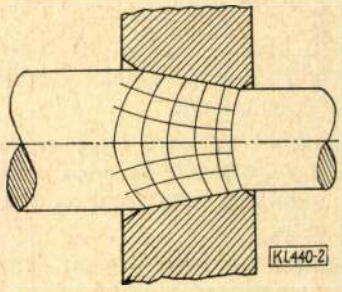
5. Ha összehasonlítjuk az előzőkben említett három különböző irányú igénybevételi módot az üregen való áthúzás igénybevételével, a hasonlóság azonnal felismerhető és ennek alapján érthetővé válik az üregen való áthúzás utáni állapotban mért, csökkent arányossági határnak az eredete.

A húzóüregben elhelyezkedő alakított fémtérfogatban a feszültség-tér eloszlása paraboloid alakú boltozathoz hasonló. Az alakváltozás a húzóüregben fellépő nyomás hatására indul meg. A súrlódás miatt a feszültség-trajektóriák a húzóüreg felületére nem merőlegesek, csak megközelítik azt, amint a *2. ábra* szemlélteti.

A feszültség-trajektóriák csúcsa a húzóüregbe befutó anyagba nyúlik, s a rúd igénybevétele már a húzóüregbe való belépés előtt megkezdődik.

Minél kisebb a húzószög (α) és a húzóüregben fellépő súrlódás, annál laposabb boltozatú a keresztirányú feszültség iránya és annál egyenletesebbé válik az alakítás.

Így lényegében egyidejűleg az előzőkben ismertetett 3 igénybevételi mód együttes hatása jelentkezik a húzóüregen való áthúzáskor és ennek hatására kialakult feszültségviszonyok hozzák létre σ_p értékének a húzás után észlelt csökkenését.



2. ábra. Trajektóriák rúdhúzáskor

III. Kísérlet

Kísérleteink harmadik — s egyben befejező — részében azt kívántuk megállapítani, hogy a hidegalakítást követő hosszabb ideig való pihentetés növeli-e a σ_p értékét, azaz a 300 °C hőmérsékleten végzett hőkezelés ezzel nem azonos hatású-e? Röviden, a σ_p értékének változása átmeneti — tranziens — jelenség-e, ami összefügg az alakítási öregedéssel.

E kísérletsorozaton belül választ kívántunk kapni még arra is, hogy a középrészről, ill. sugárfelének helyéről kimunkált próbák eredményében milyen eltérés tapasztalható, továbbá e vizsgálatra felhasznált új adag vizsgálati eredményeit az 1. ábrán látható diagram ellenőrzésére is felhasználtuk (C=0,55%, Mn=0,62%, Si=0,25%, Cu=0,19%, Cr=0,08% és Ni=0,07%). A kísérleti anyagot 850 °C hőmérsékleten edzettük, ill. 540 °C hőmérsékleten eresztettük meg. Az ezt követő húzás után kapott arányossági határ 44—49kp/mm². A húzás után 3 hétig pihentetett, ill. 300 és 580°C hőmérsékleten megeresztett anyagból vett próbák eredményeit a *4. táblázat* foglalja össze.

4. táblázat

Edzett, húzott, pihentetett és megeresztett anyagból vett próbák eredményei

Állapot	Sorszám	Mechanikai értékek				
		σ_P	σ_F	σ_B	ψ	δ_5
3 hétig pihentetett	1 R/2	69,0	90	100	44,6	9,6
	2 R/2	71,2	90	101	47,2	10,1
	3 K	75,5	89,0	99,0	36,4	9,0
	4 K	69,5	89,0	99,0	37,8	11,5
300 °C 2 *h*	5 R/2	82,0	100	105	44,6	12,8
	6 R/2	83,0	99,0	105	43,3	10,8
	7 K	84,0	98,0	103,5	33,6	11,1
	8 K	85,0	98,0	104,0	36,4	10,5
580 °C 2 *h*	9 R/2	55,0	70,0	84,5	54,7	19,6
	10 R/2	54,0	68,0	83,5	52,3	19,6
	11 K	53,5	69,0	84,5	48,5	19,0
	12 K	56	64	82,5	48,5	19,0

Amint a 4. táblázat adataiból látható, a pihentetés hatására σ_p értéke megnövekedett, de nem érte el a 300 °C hőmérsékleten hőkezelt darabok σ_p értékét.

A 300, ill. 580 °C hőmérsékleten hőkezelt darabok eredményei pedig igazolják az 1. ábrán közölt értékek helyességét.

A 38 mm ∅-jű darab közepéből és sugárfelének helyéről kivett próbák eredményei lényegében azonosak, bár az 580 °C hőmérsékleten hőkezelt próbák kivételével némileg érezhető — az egyébként várható — a mechanikai tulajdonságok kisméretű eltérése.

A fentiekben közölt vizsgálati anyag alapján legfontosabb az, hogy σ_p értéke a hidegalakítás mértékétől és iránytól függően változik és az így kapott σ_p az újrakristályosodás hőmérsékleténél kisebb hőmérsékletű hőkezeléssel növelhető. Mérsékeltebb növekedés részben pihentetéssel is elérhető.

E jelenségek okának feltárására szolgáló eddigi irodalmi hivatkozások nem tekinthetők véglegeseknek és lezártaknak. Talán az a feltevés a legmegalapozottabb, amely a jelenséget a *Bauschinger*-hatás és az alakítási öregedés együttes hatásának véli és ismeri el. Legalább is ezzel a két elmélettel magyarázható a kísérleti eredmények változása.

Az előzőkben láttuk, hogy a maradó alakváltozás az arányossági határt csak az alakváltozást létesítő igénybevétellel azonos irányú újabb terheléssel szemben növeli, ellenkező irányú terhelés esetén σ_p értéke csökken. Ez a jelenség lényegében a *Bauschinger* hatás.

Következtetések

Ennek figyelembevételével az alkalmazott hidegalakítás három különböző módjának egyedi eseteit vizsgálva, az alábbiakat állapíthatjuk meg:

a) Első esetben — a zömítés után — a maradó alakváltozás mellett alakítási feszültség is marad vissza. Ez abból adódik, hogy nem minden krisztállit transzlációja azonos mértékű és így a csúszási síkoknak a kristályhatárokkal való találkozási helyein jelentős kristályrácsot torzító rugalmas feszültség ébred. E feszültség a krisztallitban endogén eredetű húzófeszültségként hat. Ezzel magyarázható az, hogy az ilyen próbán mért arányossági határ kisebbnek adódik, mivel a méréskor létrehozott húzófeszültséghez az anyag belső — endogén jellegű — húzófeszültsége hozzáadódik, s ezzel arányosan kisebb terheléssel kell terhelnünk a méréskor a próbadarabot.

b) Második esetben a jelenség éppen fordított. Mivel a mérést megelőző hidegalakítás húzással történt, a belső endogén jellegű feszültség nyomófeszültség. Így az arányossági határ mérésnél a terhelő erőt meg kell növelnünk, hogy ezt az ellentétes irányú endogén nyomófeszültséget semlegesítsük. Ez esetben a σ_p értéke növekszik.

c) Végül a harmadik esetben — amikor a mérés húzóigénybevételére merőlegesen történt az előzetes hidegalakítás — σ_p értéke értelemszerűen az előző két határeset közé esik.

A *Bauschinger* hatásnak a fentiekben összefoglalt leíró jellegű magyarázata nem lehet egyedüli oka az előzőkben leírt σ_p értékváltozásoknak.

Nem ad magyarázatot pl. a hidegalakítást követő 300°C hőmérsékleten végzett hőkezelés, vagy pihentetés után észlelt σ_p növekedésére pl. a *b)* esetben. Az előzőkben ui. láttuk azt, hogy a húzó-hidegalakítás után megnövekedett σ_p értéke a hőkezelés után tovább növekedett. Összefogó és erre a jelenségre kielégítő magyarázatot jelenlegi ismereteink mellett a diszlokációs elmélet *Cottrell*-mechanizmusa ad.

Eszerint a fémrácsban intersztíciósan oldódó elemek (C, N) atomjai diffuzió útján a rácshibák helyeit, diszlokációit és vakanciáit megszállják, mert itt több férőhely áll rendelkezésükre, mint a szabályos intersztícionális elhelyezkedésükkor. Így a diszlokációkat ezeknek az elemeknek az atomfelhője, ún. *Cottrell*-atmoszférája veszi körül. Ezek az atomfelhők a diszlokációk stabilitását növelik, a diszlokációkat mintegy rögzítik.

A *Cottrell*-atmoszférával stabilizált diszlokációknak kimozdításához lényegesen nagyobb kritikus csúsztató feszültségre van szükség, mint a szabad diszlokációk esetén.

Hidegalakításkor egyrészt a diszlokációk száma megszaporodik, másrészt pedig a diszlokációk mozgásuk következtében megszabadulnak stabilizáló felhőjüktől, s így az újabb igénybevétel esetén a kritikus csúsztatófeszültség nagysága csökken. Ez a csökkenés csak átmeneti jellegű, mivel diffúzió útján az intersztíciósan oldódó elemek atomjai ismét felkeresik a szabad diszlokációkat és így újból kialakul a stabilizáló *Cottrell*-atmoszféra.

Mivel a szabad diszlokációk megszállása diffuziós folyamat, ezért a hidegalakítás utáni *Cottrell*-atmoszféra kialakulásának folyamata a hőmérsékletnek és az időnek — az *Arrhenius* diffúziós egyenletével jól jellemezhető — függvénye. Így a folyamat az előzőkben közölt hőkezeléssel meggyorsítható.

A fentiek alapján a hidegalakítás után észlelt σ_p átmeneti állapotának változata úgy összegezhető, hogy a felkeményedéssel együtt járó σ_p-nek az alakítás irányától és mértékétől függő változását a *Bauschinger*-hatás mellett erősen befolyásolja a *Cottrell*-mechanizmussal jellemezhető alakítási öregedés is. A jelenség összefüggően egyértelmű, exakt magyarázatát azonban valószínűleg csak a diszlokáció elméletének további fejlődése során nyerendő összefüggések ismeretében remélhetjük.

SM-kemencék regenerátor-rácsozatának tartósságnövelési lehetőségei

IVÓCS LÁSZLÓ okl. kohómérnök
Ózdi Kohászati Üzemek

Dk 669.183.21:662.925

Bevezetés

Az Ózdi Kohászati Üzemekben az SM-kemencék tartósságára tett intézkedések 400 adag fölé növelték a kemencék tartósságát, ugyanakkor a regenerátor-rácsozat tartóssága nem tartott lépést a kemence felső részének fejlesztésével.

A 80 tonnás Maerz-tipusú, ócskavas-nyersvas eljárással üzemelő, olajföldgáz tüzelésű kemencék betétsúlyát a regenerátor kapacitásának növelése nélkül 100 tonnára növelték. A teljesítmény növelése céljából oxigént alkalmaznak. Az oxigén alkalmazása a termelés várt kedvező alakulását biztosította, de a túlságos nagy fölfröccsenés és füstképződés miatt lényegesen növekedett a rácsozatra lerakódott szállópor mennyisége. A lerakódott por a rácstéglák egy részét megtámadta és tönkretette, vagy eltömte a rácsozat nyílásait. A kemence huzatviszonyai a kampány vége felé csökkentek, a teljesítmény csökkent, ezért az első kampány után a rácsozatot szét kellett bontani és újra kellett falazni.

Tartóssági eredmények a kísérletek előtt

Az Ózdi Kohászati Üzemek SM-kemencéinek rácsozatai 290×100×80 mm méretű téglákból építve, Maerz-féle rendszerbe rakva 130×160 mm-es szelvényűek. A rácsozat felső 12 sora 3,5 mm krómércszemcsenagysággal készült MgO 64—68%, Cr_2O_3 11—14%, SiO_2 3,5%, Fe_2O_3 8—10%, Al_2O_3 3—6%, CaO 1—2,5% összetételű magnezitkróm, az alsó 40 sora Ti—10 minőségű téglákból épült.

A betétsúly növelésével a rácsozat jellemzői nem változtak.

A szállópor összetétele és vegyi hatása a tűzállóanyagokra

A regenerátor-rácsozatba belépő füstgázokban nagy koncentrációjú szállópor található, ami a rácstéglák vízszintes felületén kisebb mértékben, a függőleges felületeken nagyobb mértékben lerakódik. A szállópor főképpen vasoxidokból áll, de emellett az olvasztási eljárástól és a boltozat falazóanyagától függően meszet, kovasavat, valamint az ócskavasból származó rézoxidport és ólomoxidgőzöket is tartalmaz.

A szállópor koncentrációja az égéstermékekben az adagidő periódusai szerint változik. Az esetek többségében a szállópor-koncentráció a beolvadási időszakban a legnagyobb, kivéve a kikészítés azon időszakát, amikor C-esés miatt nyersvasat kell adagolni. A szállópor képződésének folyamatát mind ez ideig nem vizsgálták és tanulmányozták kielégítően. Ezért most csak arra szorítkozunk, hogy az *1. táblázatban* adatokat közöljünk a por koncentrációjáról és vegyi összetételéről olyan próbák alapján, amelyeket különböző adagidőperiódusokban vettünk, különféle körülmények között.

1. táblázat

A szállópor vegyi összetételének változása adagperiódusonként

Vegyi összetétel		Adagperiódus		
		Berakás	Beolvadás	Kikészítés
SiO_2	%	8,33	6,51	3,33
Fe_2O_3	%	46,18	44,21	58,04
FeO	%	3,47	3,09	3,60
MnO	%	1,03	0,99	1,18
Al_2O_3	%	2,80	6,40	0,34
CaO	%	2,11	3,62	4,57
MgO	%	1,93	7,68	4,55
S	%	5,60	3,31	2,81
P_2O_5	%	0,55	0,44	0,96
Na_2O	%	2,16	1,89	2,56
CuO	%	0,25	0,10	0,29
K_2O	%	1,33	0,84	1,08
Cr_2O_3	%	2,65	7,95	4,44
Koncentráció	g/m³	0,15	0,48	1,8

A próbákat a rácsozat alatti térből vettük. A kikészítés alatti nagyobb koncentráció azzal magyarázható, hogy a próbát közvetlenül a nyersvas ráöntése után vettük, amikor az acélfürdőben *erőteljes gázképződés* megy végbe és a kemence atmoszférájába sok kis salakrészecske kerül. Erről tanúskodik a megnövekedett Fe_2O_3- és CaO tartalom.

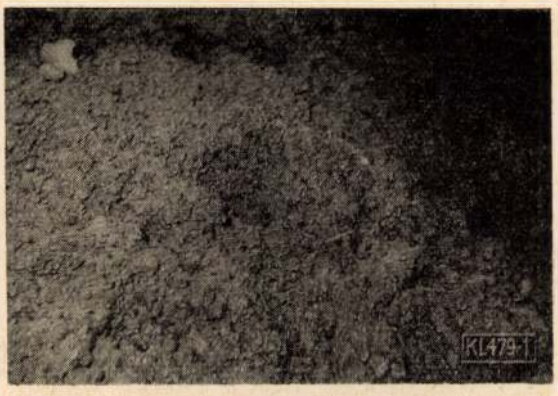
A szállópor tulajdonsága és vegyi összetétele a rácshőmérséklet függvényében a *2. táblázatban* közöltek szerint változik. Az alkáliák magas hőmérsékleten elillannak és a rács alacsonyabb hőmérsékletén a rácstéglákra kicsapódnak, ezért a

2. táblázat

A szállópor vegyi összetételének alakulása a rácssorok magasságának függvényében

Vegyi összetétel	Próbavétel helye					
	Bázikus 1*	Bázikus 7*	Bázikus 12*	Samott Ti 10 1*	Samott Ti 10 19*	Samott Ti 10 36*
SiO_2	2,31	1,70	1,14	10,94	24,69	1,22
Fe_2O_3	68,29	73,15	71,02	49,63	21,25	40,51
FeO	7,46	0,90	—	2,19	0,68	—
MnO	1,41	1,03	0,92	0,88	0,49	1,07
Al_2O_3	2,28	0,92	0,94	4,24	1,76	1,08
CaO	5,12	5,57	4,52	4,62	5,43	2,21
MgO	4,74	5,47	3,74	4,17	2,29	1,96
S	0,02	0,82	3,34	0,02	2,29	7,15
P_2O_5	0,85	1,10	0,44	0,89	0,69	0,34
Na_2O	1,02	2,56	0,10	2,83	4,18	2,16
CuO	0,50	0,64	0,38	0,49	0,32	0,48
N_2O	0,10	0,40	0,96	0,20	2,36	2,41
Cr_2O_3	0,79	1,18	0,95	0,98	1,87	4,78

* jelölés a lefelé számolt sorokat jelenti.



1. ábra. K 6-os téglából épített rács eltömődése 410 adag után (701. kampány)

rács alsó soraiban található szállópor sok alkáliát tartalmaz.

A regenerátor-rács hőmérséklete a szintmagasságtól függően 600—1300°C között változik. A lerakódott por attól függően, hogy a rácsozat melyik szintjén található, vagy eltömi a rácsozat nyílásait, vagy reakcióba lép a rácstéglákkal. E reakciók következtében a téglák elhasználódnak és a rácsozat nyílásai eldugulnak. A szállópor és a rácstégla egymásra hatása a szállópor és a rácstégla vegyi összetételétől és a rácshőmérséklettől függ.

A szállópor hatását vizsgálva arra a következtetésre jutottunk, hogy a rács felső 3—4 során a szállópor még bázikus tégla esetén is *kéreggé ég össze*, mely kéreg a rácsozat nyílásait eltömi és a téglákat *tönkre is teheti*. Az ezt követő 8—10 sorban a bázikus téglákon nem keletkeznek könnyen olvadó szilikátok, az itt fennmaradó 10—30 mm vastag salak nagynyomású levegővel részben eltávolítható. A bázikus rácssorok alatti közepes Al_2O_3-tartalmú téglákat a szállópor vagy híg olvadékok képződésével támadja meg, vagy lerakódik rajtuk. Az olvadékok a téglákról lecsepegnek és *sötétszínű kérget hagynak hátra*. Sok szállópor áramlásakor a sűrűn folyó olvadékfelületekre további porréteg rakódik le és a téglákon mind vastagabb kéreg képződik. Kedvezőtlen viszkozitási viszonyok között a lerakódások olyan vastagok lehetnek, hogy a rácsnyílást eltömik.

Kis Al_2O_3-tartalmú (félsavanyú) téglákra a vasoxidok a legagresszívabb hatásúak, mivel a kovasavval reakcióba lépve *fayalitot* képezhetnek ($2\,FeO.SiO_2$).

A rácsozat eltömődése következtében a kemencék teljesítménye a kampány közepétől fokozatosan csökkent, ezért a rácsozatot az első kampány után tisztítás céljából szét kellett szedni és újra rakni. Az *1. ábra* a rács felső részének állapotát szemlélteti.

A szállópor-lerakódás csökkentésére tett intézkedések hatékonysága

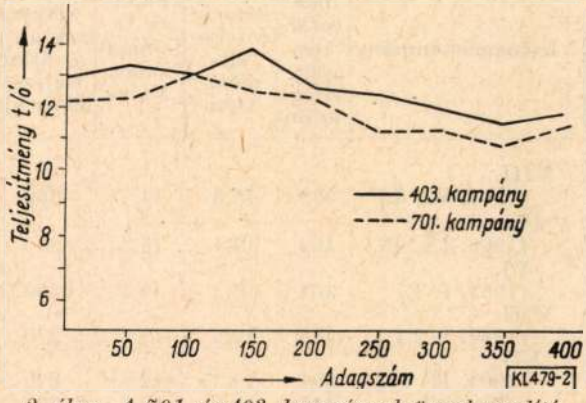
Üzemeltetési és építési módosítások

A szállópor lerakódás jellegére és mértékére lényeges hatással van az oxigén bevitelének módja, a rácsozat térfogata, mérete és az áthaladó füstgázok mennyisége. Ezért az érdeklődés és a műszaki tevékenység a fenti tényezők legmegfelelőbb kialakítására irányult.

Megállapítottuk az oxigén használatával kapcsolatos tényezők összefüggését és felismertük az oxigén 25 fokos szög alatti bevitelének előnyeit. Mindez az oxigén nagy C-tartalmú fürdőhöz való bevezetését tette lehetővé, a felfröccsenés és füstképződés csökkent, a teljesítmény pedig egyidejűleg növekedett.

Bevezettük a darabos frissítőérc használatát, a javítóanyag gépi felszórása közben a kemence túlnyomáson tartását, a rácsmagasság csökkentését 300 mm-rel a beömlő alá. A rácsozat 90°-os elfordításával lehetővé tettük a rácsozat letisztítását üzem közben. A rács felső 7 sorának 250×125×65 mm-es normáltéglákkal való rakásával a rácsszelvényt 130×160 mm-ről 140×160 mm-re növeltük.

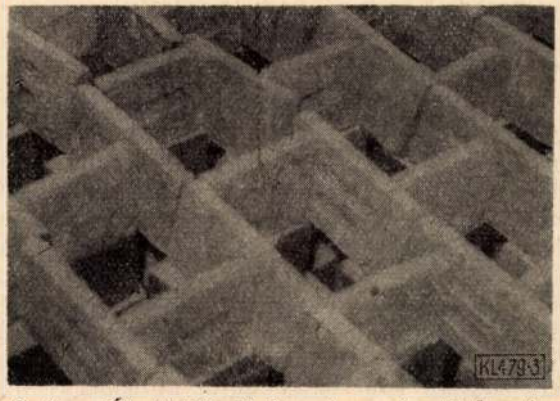
Az intézkedések során javulás mutatkozott ugyan, azonban a javulás mértéke még nem volt



2. ábra. A 701. és 403. kampányok összehasonlító teljesítménygörbéje

kielégítő. Összehasonlításul elkészítettük két-két kemencekampány 50 adagonkénti teljesítménygörbéjét. A *2. ábrán* látható teljesítménygörbéből megállapítható, hogy az intézkedések eredményeként 30—40 adaggal később csökkent a kemence teljesítménye.

Jelentősebb javulást eredményezett a rácsozat rakásának módosítása. A módosítás lényege, hogy a regenerátor-rácsozat felső sora egy irányban futó normál rácstéglák helyett hossz- és keresztirányban ékestéglákkal van kiképezve. Az ékestéglák alkalmazásának hatékonyságát 4—4 kemencekampányban vizsgáltuk. A rács rakási módját a *3. ábra* mutatja.



3. ábra. Ékestéglák alkalmazása a rács felső során

3. táblázat

Normál téglával képzett rácsozatú kemencekampányok jellemző adatai

Sorszám	Kemencekampány	Kemencetartósság, adagszám	Bruttó kemenceteljesítmény, t/óra	Fajlagos O_2-felhasználás, Nm^3/t	Melyik adagnál esik a t/ó az átlag teljesítmény alá
1.	III. (1963. XI. 1.)	406	12,1	19,9	210
2.	II. (1964. II. 6.)	429	12,8	14,8	270
3.	I. (1964. II. 18.)	422	12,9	12,5	270
4.	V. (1964. II. 19.)	427	12,79	10,00	330
	Összesen	421	12,65	14,2	240

4. táblázat

Ékestéglával kiképzett rácsozatú kemencekampányok jellemző adatai

Sorszám	Kemencekampány	Kemencetartósság, adagszám	Bruttó kemenceteljesítmény, t/óra	Fajlagos O_2-felhasználás, Nm^3/t	Melyik adagnál esik a t/ó az átlag teljesítmény alá
1.	VIII. (1963. VI. 3.)	538	15,3	14,7	360
2.	IV. (1963. IX. 18.)	493	12,4	13,3	240
3.	VI. (1964. I. 1.)	364	13,2	9,4	300
4.	VIII. (1964. I. 2.)	445	12,6	12,5	270
5.	VII. (1964. II. 11.)	394	13,37	12,8	270
	Összesen	447	13,0	12,7	300

Az összehasonlító vizsgálat eredményét a *3.* és *4. táblázat* tartalmazza.

A két táblázat adatai alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

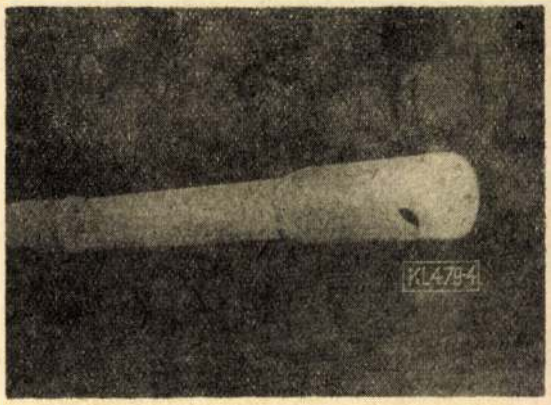
1. Az ékestégla rácsú kemencekampányok kisebb fajlagos oxigénfelhasználás és nagyobb kemencetartósság ellenére nagyobb bruttó teljesítményt adtak.

2. Az ékestégla rácsú kemencekampányok teljesítménye 300 adagtól kezdve esik az átlagos teljesítmény alá, míg a normáltégla rácsú kemencekampányok teljesítménye 240 adagtól kezdve már az átlagos szint alatt van.

A fentiek alapján megállapítható, hogy az ékes rácstéglák késleltetik a rácsozat felső részének eltömődését.

A regenerátor-rácsozat tisztítása üzem közben

Az SM-kemencék rácsainak rendszeres lefúvatása és vizes mosása egyelőre a gyakorlatilag legkönnyebben hozzáférhető eszköz a rácsokba berakódott szállópor eltávolítására. A regenerátor-rácsozat lefúvatását kéthetenként végezzük, 5—7 kp/cm^2 nyomású levegővel. A lefúvatást a regenerátorok melegre járató periódusában a következő módon hajtjuk végre: a felső sorokban elhelyezett téglákról letörjük a tapadványokat, utána a fúvófejjel *(4 ábra)* ellátott csövet sorban bedugjuk a rács falában levő valamennyi nyílásba. Ennek az a célja, hogy a rács minél nagyobb felületét



4. ábra. A fúvatófej

tegyük ki a levegősugár hatásának. Egy sor tisztítási ideje 2 percet vesz igénybe. A felső rácssorok tisztításának befejezése után a nyílásokat befalazzuk és tömítjük.

A rácsozat lemosására több alkalommal végeztünk kísérletet. A lemosásra 32 kp/cm^2 nyomású vizet használtunk. A percenként bevitt víz mennyisége többszörösen meghaladta a szükséges víz mennyiségét. A magnezitkróm téglában levő magnéziumoxid 450°C-on vízgőzzel magnéziumhidroxiddá alakul. A nagy mennyiségű víz hatására a rácsozat lehűl és így a

$$MgO + H_2O = Mg(OH)_2$$

reakció nagymérvű térfogatnövekedés közben megy végbe és a téglák szétporlanak. A rácsozat alsó sorainak tisztítása az alkalmazott nyomással nem megoldott.

A regenerátor rácsozat üzem közbeni tisztításának új módszerei

Irodalmi közlések [1], [2] beszámolnak arról, hogy a fejlettebb ipari államokban a rácsozat mosását az utóbbi időben nagynyomású (100 kp/mm^2 fölötti), kis mennyiségű (83 l/perc), 1%-os oxálsavas oldattal végzik. A vegyszer alkalmazásának előnyét abban látják, hogy a vegyszer felbontja a rácstéglákra rakódott tapadványt, morzsalékonnyá teszi, s így az oldat sugarának utóhatására eltávozik, ill. a rácsa alatti füstcsatornába hull. A mosásnak ez a módja a legjobb eredményeket biztosítja. Először a chicagói Republic Steel kohászati vállalat acélművében alkalmazták. Ezt a tisztítási eljárást a Nyizsnyitagil Kohászati Üzemekben is bevezették.

Mindkét üzemben a vegyszeres tisztításnak több éves tapasztalatai azt bizonyítják, hogy alkalmazásának eredményeként növekszik a rács hőmérséklete, növekszik a rácstartósság, valamint a kemencék teljesítménye.

A vegyszeres oldat hatását a magnezitkróm téglákra többszöri felhevítéssel és vegyszeres oldatba történő bemártással megvizsgáltuk és megállapítottuk, hogy az oxálsavas oldat akadályozza a

$$MgO + H_2O = Mg(OH)_2$$

reakció következményeként létrejövő térfogatnövekedést.

A regenerátor-rácsozat tűzállóanyaga

A bázikus téglák fejlesztése

A rácstéglák kérdésével foglalkozó legújabb ismertetések [3] megállapítják, a gyakorlati tapasztalatok pedig igazolták, hogy a regenerátorrács felső 1/4—1/3 magasságában a bázikus tégla előnyösen alkalmazható. A bázikus tégla alkalmazása kedvezően hat a kemencék teljesítményére és a tüzelőanyag-felhasználásra.

A bázikus rácstégláknak a következő követelményeket kell kielégíteniük:

a) ellentállni a rácsozatban uralkodó hőmérsékletváltozásoknak,

b) ellentállni a rácsozatban váltakozó atmoszférának,

c) szilárdságilag megfelelni a korszerű rácstisztítási eljárások közben jelentkező igénybevételnek.

Bázikus rácstéglaként különleges minőségű magnezittéglákat alkalmaznak, amelyek a hőmérsékletváltozásokkal szemben különösen jó ellenállóképességükkel tűnnek ki.

A Magnezitipari Kutatólaboratórium közreműködésével olyan rácstégla-minőség kialakítását tűztük ki célul, ami a megnövelt boltozattartósság figyelembevételével az ózdi viszonyoknak a legjobban megfelel. Először a magnezitkróm téglák viselkedését vizsgáltuk hőmérsékletváltozásokra és a szállópor hatására.

Ismeretes, hogy a *kromit* váltakozó atmoszférával szemben igen érzékeny. Szövetszerkezete változó atmoszférába kerülve jelentékeny térfogatnövekedés következményeként fellazul. A használatos magnezitkróm téglák alagútkemencében húszszoros áttolás után 3%-os térfogatnövekedést mutattak.

A krómércadalékos tégláknál a vasoxid hatására térfogatnövekedéssel is számolni kell. Ugyanis a magnezit a krómérc *spinelljével* keverék-kristályokat alkot, mely keverékkristályképződés duzzadási repedéseken („bursting"-nek nevezett jelenségben) ismerhető fel. A *bursting* nagysága különböző eredetű krómérceknél nagyon eltérő, ami kétségtelenül a vegyi összetételre vezethető vissza.

Az amerikai szintetikus szinterből készült MgO 94,69%, SiO_2 2,26%, Fe_2O_3 0,82%, CaO 1,70% összetételű, 4—7 hőingadozási számú magnezittéglák a regenerátor-rács felső sorában szétnyíltak, s rajtuk hossz- és keresztirányban több mm széles, de nem mély repedések keletkeztek. A szövetszerkezet fellazult, morzsalékony jellegűvé vált. A regenerátor-rácsból kidobált téglák között nem találtunk visszaépítésre megfelelő téglákat.

A Magnezitipari Kutatólaboratórium vizsgálati eredményei nagyüzemi kísérletek révén is igazolást nyertek. A gyártáshoz felhasznált krómérc szemcseméretének 3,5 mm-ről 1,8 mm-re történő csökkentésével és az égetési hőmérséklet emelésével csökkent a téglák utónövekedése a rácsban.

A krómérc szemcseméretének 1 mm-re történő csökkentése 5—7 hőingadozási szám biztosításával sem mutatott jobb eredményt, mint az 1,8 mm krómérc szemcsenagysággal gyártott magnezitkróm téglák.

Kísérletek a téglák első kampány utáni szilárdságának növelésére

A téglák első kampány utáni szilárdságának megjavítása érdekében vegyi kötésű, csökkentett krómérc-tartalmú és *korundadalékos* téglákkal folytattunk kísérleteket.

A kísérletek folyamán megállapítottuk, hogy a vegyi kötés kedvező hatást fejt ki a nyomószilárdság alakulására.

Kromitban és *pikrokromitban* dús érceknél nagyobb duzzadási értékek állapíthatók meg.

A Magnezitipari Kutatólaboratórium albán krómérccel végzett *bursting*-vizsgálatai igazolták, hogy lényegesen kisebb a téglák utónövekedése és az evvel járó rombolóhatás, ha a krómérc szemcseméretét csökkentjük és a tégla égetési hőmérsékletét emeljük.

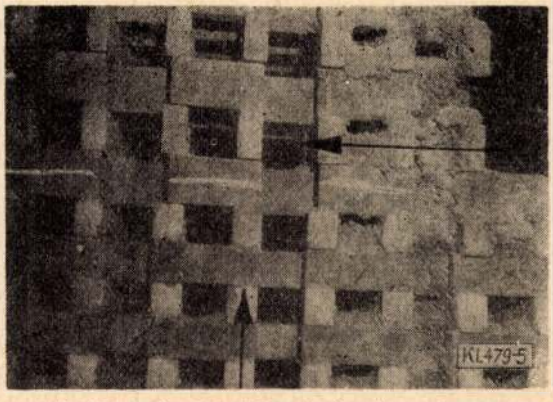
Kísérletek a téglák repedezettségének megszüntetésére

A magnezittéglákkal végzett üzemi kísérletek során megállapítottuk, hogy a bázikus téglák a regenerátor-rácsban végbemenő hőmérsékletváltozásokra nem úgy reagálnak, ahogyan a hőingadozási számuk alapján következtetni lehetne.

A szovjet magnezit-szinterből készült MgO 90,78%, SiO_2, 2,26%, Fe_2O_3 6,83%, CaO 1,73% összetételű, 3—4 hőingadozási számmal rendelkező magnezittéglák lényegesebben ridegebbek, mint a magnezitkróm téglák; egy részük már akkor eltörött, amikor a rácsokból fogóval kiszedték őket. A felső 1—4 sorban levő téglákon hossz- és keresztirányú repedések keletkeztek, a repedések mélysége a 20—30 mm-t is elérte. A téglákon mutatkozó repedések a felső soroktól lefelé fokozatosan csökkentek, törési felületek kagylós, rideg téglára jellemző.

A kísérleti és kutató munka eredményeként a bázikus rács 80%-a visszaépítésre alkalmassá vált. A rácstéglák visszaépíthetőségének határt szab a rácstéglák szétbontásának szükségessége, mivel a rácstéglák zöme szétbontás közben összetörik.

Foglalkoztunk mechanikus tisztítás lehetőségének vizsgálatával is. A kísérleteket 2×3 m² rácsfelületen végeztük és kísérleti eredményeink biztatók *(5. ábra)*. Egy rácsszerelvény tisztítási ideje 9—11 perc közé esik.



5. ábra. Az eltömődött és tisztított rácsozat

Összefoglalás

A szállópor keletkezésére legnagyobb hatása az oxigén alkalmazási módjának van. Kísérletek igazolták, hogy az oxigénlándzsa fürdőszint fölötti tartása esetén a szállópor mennyisége csökken, ha az oxigént több nyíláson keresztül 25—30° alatt irányítjuk a fürdő felületére.

A szállópor lerakódásának csökkentésére irányuló eddigi kísérletek közül a rácsozat felső sorának ékes téglákból történő kiképzése biztosította a legkedvezőbb eredményt, mivel az ékestégla rácsú kemencekampányok kisebb fajlagos oxigénfelhasználással és a nagyobb kemencetartósság ellenére nagyobb kemenceteljesítményt értek el, továbbá mivel az ékestégla rácsú kemence teljesítménye 300 adagtól kezdve esik az átlagos teljesítmény alá.

A regenerátor-rácsozat vegyszeres permetező kezelése látszik a legcélravezetőbb üzemközti tisztítási eljárásnak.

A bázikus rácstéglákkal ezideig folytatott kísérletek eredményei alapján megállapítható, hogy az ózdi üzemi viszonyoknak az 1,8 mm krómérc szemcsenagysággal készített magnezitkróm téglák felelnek meg a legjobban, s a vegyi kötés kedvezően hat a nyomószilárdság kampány utáni értékének alakulására.

A kísérletek igazolták, hogy a rácstégla és építés nagyobb arányú költségmegtakarítása csak úgy válik lehetővé, ha a rácsozat tisztítása megoldódik anélkül, hogy szétbontása szükségessé válna. *Erre ad lehetőséget a rácsozat mechanikus tisztításának megvalósítása.*

IRODALOM

[1] *Baszjasz—Csernogolov:* Regenerátori martinovszkin pecsej. Metallurgizdat, 1961.
[2] Proccedings of the 37-th conference National open hearth comitee AIMME, *37*, New York, 1954. p: 156—166.
[3] *Sosugolj—Kunajev—Dunyec—Babin—Seseglov:* Martin-kemencék regenerátor rácsozatának tartóssága. Ogneuporü 1964. 7. sz.
[4] Csehszlovák Kerámiai Kutató Intézet 2—25204 kutatási zárójelentése 1958. Pozsony.
[5] Ukrán Tűzállóanyagipari Kutató Intézet javaslata a Martin-kemencék tűzállóanyagaira. Ogneuporü 1962. *1.* sz.
[6] *Harders—Kienow:* Tűzállóanyagismeret, 1964.
[7] Magnezitipari Kutatólaboratórium 1962—1963—1964. évi jelentése a rácstéglákról.
[8] *Rónai György:* Korszerű SM-kemencék építési üzemi jellemzői és az oxigén felhasználásával kapcsolatos egyes tapasztalatok. Kohászati Lapok 1962. *10.*
[9] 2251/ZU-20/4. sz. Szabadalmi bejelentés, a rácsozat mechanikus tisztítására.
[10] 2307. sz. Ékestéglák regenerátor rácsokhoz. Újítási javaslat.

A vaskohászat rövid hírei

Egyesületünkben május hó folyamán a nyugatnémet KÖCKS-cég szakemberei filmvetítéssel egybekötött előadást tartottak *KÖCKS-rendszerű háromtárcsás drótredukálósor* címmel.

*

A Szilikátipari Tudományos Egyesületben a nyugatnémet DORSTENER-cég szakembere *Dolomittéglagyár tervezése* címmel tartott előadást, melyben ismertette az általuk gyártott dolomittéglák felhasználási lehetőségeit és tartóssági eredményeit is.

*

A jövőben védjeggyel ellátva szállítja a Salgótarjáni Acélárugyár a belföldi rendelőknek a hideghengerműi edzett és edzetlen, ötvözetlen szalagacélokat, a fémbevont huzalokat, a különféle szegeket, kézi szerszámokat, mezőgazdasági gépalkatrészeket és néhány öntödei terméket.

*

A Gazdasági Bizottság egy korábbi határozata rögzítette az *önálló külkereskedelmi jog* feltételeit. Ezen elvi szabályozás alapján lehetővé vált az önálló export-import jog kiterjesztése. A vaskohászatban ezideig a *Magnezitipari Művek* kapott exportjogot 1968. jan. 1-től samott, szilika, magnezit, krómércadalékos, dolomit, korund és oxidkerámiai termékekre, illetve importjogot égetett magnezit alapanyagra.

*

Az MSZMP IX. Kongresszusa határozatának megfelelően az ipari vállalatok 1970. jan. 1-ig áttérnek a 44 órás munkahétre. A rövidített munkahétre való áttérés előkészületeit a kohászati vállalatok megkezdték.

*

A Salgótarjáni Acélárugyár megbízta a Veszprém Vegyipari Egyetem Kémiai Technológia Tanszékét a páclé hasznosítását célzó kísérletek lefolytatásával. Az eddigi eredmények biztatók, a pácléből elektrolitvasat állítottak elő.

*

A Gazdasági Bizottság határozatot hozott a Kohó- és Gépipari Minisztérium szervezetének módosításáról. A határozat értelmében a Vaskohászati Igazgatóság megszűnik. A Gazdasági Bizottság jóváhagyta a *Kohászati Egyesülés* létrehozásáról szóló javaslatot. Az egyesülés hatósági jogkörrel nem rendelkezik. Fő feladata a kohászati vállalatok gazdálkodásának összehangolása.

*

A színesfémből készült csapágyak műanyaggal történő helyettesítése érdekében metamid-öntödét létesítenek a Lenin Kohászati Művekben.

*

A KGST Vaskohászati Állandó Bizottsága 26. ülését máj. 30—jún. 4. között Katowicében tartotta. Az ülésen részt vettek a tagországok és Jugoszlávia delegációi. A Vaskohászati Állandó Bizottság jóváhagyta az 1966. évi munkáról szóló beszámolót, foglalkozott többek között a vaskohászat fejlesztéséhez szükséges, nagyobb hatásfokú berendezések műszaki követelményeivel, a vasutak részére szükséges kohászati termékek (sínek, sínkötőszerek) műszaki kérdéseivel és megtárgyalta a tűzállóanyagipar nehéz fizikai munkáinak gépesítésére vonatkozó javaslatot. A Vaskohászati Állandó Bizottság ülése a kölcsönös barátság és együttműködés szellemében folyt le. *T. I.*

Elektrolitmangán nagylaboratóriumi előállítása úrkúti karbonátos mangánércből

Dr. FEKETE LÁSZLÓ okl. kohómérnök — BÓDI DEZSŐ okl. kohómérnök
Fémipari Kutató Intézet

DK.: 622.341:66.096.2

Az ország mangánszükségletének túlnyomó részét az acélipar igényli különböző ferroötvözetek alakjában. A ferromangángyártás hazai bázisa a mosással dúsított úrkúti dioxidos érc. Ez az oxidos érckészletünk korlátozott, ezért folytatjuk a nagy mennyiségben előforduló gyengébb minőségű karbonátos mangánércünk hasznosítására irányuló kutatásokat.

A szegény ércek feldolgozására általában a hidrometallurgiai út gazdaságosabb, mint a sok meddő megolvasztásával járó pirometallurgia, ezért a karbonátos mangánércből kiinduló elektrolitmangángyártás elméleti megfontolások alapján gazdaságosnak igérkezik.

Az elektrolitmangángyártás legfontosabb lépései a tiszta $MnSO_4$ oldat előállítása és az elektrolízis.

A tiszta $MnSO_4$ oldat előállítható közvetlenül a nyers ércből, redukáló atmoszférában pörkölt ércből és vegyi dúsítással nyert mangánkarbonátból, aszerint, hogy az elektrolízis savanyú véglúgját melyik anyaggal közömbösítjük.

A nyers érc lúgzása a legegyszerűbb, de nehéz a tiszta oldatot a lúgzási maradványtól elválasztanunk. Pörkölt ércet lúgozva javul a zagy ülepedése és szűrhetősége, továbbá kisebb lesz a szűrőlepény térfogata, viszont terhelő a pörkölés költsége.

A vegyi dúsítással kapott $MnCO_3$ felhasználásának kérdésével korábbi cikkünkben [1] foglalkoztunk.

A nyers érc kénsavas lúgzásával részletesen foglalkozott a Nehézipari Műszaki Egyetem Fémkohászati Tanszéke, és ugyanott kezdték meg laboratóriumi méretben a fém mangán elektrolitos leválasztására irányuló kísérleteket is.

A mangánelektrolízis nagylaboratóriumi kísérletei a Fémipari Kutató Intézetben folytak. A körfolyamatban tartott elektrolitot pörkölt karbonátos érc lúgzásával regeneráltuk. Ebben a cikkben ezekről a kísérleteinkről számolunk be.

Tiszta $MnSO_4$ oldat előállítása

Kétféle úrkúti karbonátos mangánérc-fajtát használtunk fel.

Az első 3 tonnás szállítmány összetétele:

Mn	18,98%
Fe	11,30%
MgO	3,78%
CaO	5,73%
Al_2O_3	3,01%
SiO_2	20,34%
P	0,39%
H_2O	2,43%

A második szállítmány főbb alkotói:

Mn	21,77%
Fe	8,69%
SiO_2	18,98%
H_2O	12,61%

A max 3 mm szemnagyságra őrölt ércet városi világítógáz atmoszférában pörköltük. Optimális hőfok kb. 550°C, tartózkodási idő 1 ó. A pörköt a kénsavas véglúgban (anolit) oldás előtt max 0,3 mm szemnagyságra őröltük.

Az ún. tápoldat, amelyet az elektrolizáló kádba vezetnek be, literenként 34—40 g Mn-t és kb. 130 g $(NH_4)_2SO_4$-ot tartalmaz [2]. Utóbbi növeli az oldat vezetőképességét, megakadályozza a mangánhidroxid keletkezését és pufferhatást fejt ki. Az elektrolizáló kád anódteréből távozó kénsavas véglúg (anolit) 12 g/l Mn-t tartalmaz. A pörk oldásával azt a hiányzó Mn-t pótoljuk, amely az elektrolízisnél leválik.

Lúgzás közben a Mn mellett Fe, Co, Ni, As és Mo is oldódik. Ezek rossz hatással vannak az elektrolízisre. Neutralizáláskor a szennyezők nagy része kiesik az oldatból. A visszamaradó szennyezéseket lúgtisztítással távolítják el.

Lúgzási kísérleteink szerint 5,5 pH-ig közömbösítve vas csak nyomokban maradt az oldatban. Az oldódás exoterm, a zagy kb. 35°C-ra melegedett fel. A Mn kihozatal 60,5% volt 15 percnyi semlegesre lúgzás után. A Mn kihozatalt a bemért pörk, a leszűrt oldat és a mosóvíz Mn-tartalmából számoltuk. A mosóvíz mennyisége megegyezett a lúgzási maradvány nedvességtartalmával (az oldat 10%-a).

Nagylaboratóriumi méretekben (folyamatos elektrolízishez) kb. 300 l-es ólombélésű kádban lúgoztunk. A kénsavas anolitba a veszteségek pótlására szükséges technikai kénsav, ammóniumszulfát és víz beadása után (utóbbiaknak mennyisége egyenértékű a lúgzási maradvánnyal távozó veszteségekkel) folyamatosan adagoltuk a pörköt, állandó keverés közben. A kisméretű laboratóriumi kísérletekhez hasonlóan itt is megfigyelhető volt a Mn gyors oldódása. A neutralizálás kb. 30—40 percet vett igénybe (pH 6,5). Ezután az oldatot centrifugáltuk, majd tisztításra vittük. A másik szállítmányból származó pörk lúgzása után kapott neutrális oldat több vasat tartalmazott, amit MnO_2 beadásával ejtettünk ki.

Lúgtisztításkor a szennyezők kénhidrogénnel vagy ammóniumszulfiddal ejthetők ki és szűréssel távolíthatók el az oldatból. Ammóniumszulfiddal a szennyezők kicsapása pl. a következő reakciók szerint megy végbe:

$$CoSO_4 + (NH_4)_2S = CoS + (NH_4)_2SO_4$$
$$NiSO_4 + (NH_4)_2S = NiS + (NH_4)_2SO_4$$
$$CuSO_4 + (NH_4)_2S = CuS + (NH_4)_2SO_4$$

E reakciók szerint ammóniumszulfid felhasználása gazdaságos, mert az $(NH_4)_2SO_4$-et a veszteségek miatt úgyis pótolni kell.

A továbbiakban közelebbről nem vizsgált kolloidok, kevés Mo és As maradnak az oldatban. Ezek 0,1 g/l Fe-vel egyenértékű $FeSO_4$ hozzáadásá-

val távolíthatók el. Neutrális közegben levegő bevezetése közben ez a Fe(II) oxidálódik és $Fe(OH)_3$-alakban csapódik ki, abszorbeálva az előbbi szennyezőket. A tisztított oldat szennyezőinek megengedett felső határértékeit az *1. táblázat* foglalja össze [2].

1. táblázat

Az oldat szennyezőinek megengedett határértékei irodalmi adatok alapján

Szennyezők	Felső határérték, mg/l
Co	0,5
Ni	1,0
Cu	5,0
As II.	24,0
As III.	X
Fe II.	12—20
Pb	Nincs hatással
Sb	5,0
As	2,0
Zn	20,0

Megjegyzés: X a határértéket nem határozták meg, de jelenléte káros.

Az előbbi szennyezőkön kívül még Mg és Ca is lehet az oldatban. A Mg a fém leválására nincsen hatással, de a diafragmát eltömheti, mert NH_4 — Mn — Mg hármas só alakjában kikristályosodik. Hasonló zavart okoz a kivált $CaSO_4$. A két vegyület káros hatását úgy küszöbölik ki, hogy az anolit egy részéből azokat hűtéssel kikristályosítják.

A *nagylaboratóriumi kísérleteink során kialakított lúgtisztítási technológiánk* a következő volt:

A lúgzás után kapott neutrális oldatot 70 l-es saválló üstben 70°C-ra melegítettük. Ezután annyi kb. 20%-os $(NH_4)_2S$ oldatot adtunk hozzá, hogy az $(NH_4)_2S$ tartalom 0,5—0,8 g/l legyen, majd 20—30 percig keverés közben tovább melegítettük.

Az $(NH_4)_2S$ oldat hatására testszínű MnS keletkezett, ez azonban később — miközben a nehézfém szennyezőket kicsapta — visszaoldódott. Minthogy lúgzás után a neutrális oldat elegendő vasat tartalmazott a kolloidok adszorbeálásához, az $FeSO_4$-adagolást elhagytuk és az oldathoz literenként 1 g dioxidos mangánércet adagoltunk. Ezután ismét 20—30 perces melegítés következett, amikor $Fe(OH)_3$ csapódott ki. A Fe és Co tartalmat kolorimetrikus gyorselemzéssel ellenőriztük. Ha azok értéke a megkívánt határ alá került, vagyis ha a színváltozás gyakorlatilag már elhanyagolható volt, az oldatot 800 mm átmérőjű keramikus anyagból készült vákuumszűrőn leszűrtük.

60 l oldat szűréséhez kb. fél óra volt szükséges. A tisztított oldatot ólombélésű, vízzel hűtött kádba engedtük, ill. abban tároltuk az elektrolízisig.

A lúgtisztítás tehát kb. 1,5—2 órát vett igénybe, így naponta (egy műszakban) 240 l oldatot készítettünk, amely a nagylaboratóriumi elektrolízis igényeit mind mennyiségileg, mind minőségileg kielégítette. A lúgtisztítás Mn-vesztesége literenként 0,5 g volt.

Hidegen is lehet lúgot tisztítani, de a Mn-veszteség így nagyobb (eléri a 10%-ot is).

A meleg technológia szerint tisztított lúgban a főbb szennyezők mennyisége a következő volt:

Fe	0,1 mg/l
Cu	1,77 mg/l
Ni	0,76 mg/l
Zn	4,3 mg/l

Elektrolízis

a) **Irodalmi összefoglalás**

Az üzemi méretű mangánelektrolízist először az Egyesült Államokban valósították meg. Az US Bureau of Mines a nevadai Boulder City-ben létesített kísérleti üzemet [3, 4]. Az Electromanganese Corporation (Knoxville) kísérleteiről *Bennett* [5] írt cikket. Az Egyesült Államokban 1940—1944-ig a mangántermelés évi 2000 t-ra növekedett, 1946-ban átmeneti visszaesés következett be 1000 t/évre, de attól kezdve állandóan növekedett [6, 7]. 1953-ban már elérték a 4000 t/év szintet.

Dean [8] és *Sully* [2] könyvei értékes összefoglalót adnak a mangán előállításával kapcsolatos problémákról.

Az elektrolízis sikere a következő tényezőktől függ: oldat koncentrációja, áramsűrűség, pH, a katód és anód anyaga, a tápoldat adagolásának üteme.

A kád szerkezetére az jellemző, hogy egy-egy kádban több párhuzamosan kapcsolt anód, ill. katód helyezkedik el, az anód- és katódtereket vászon diafragma választja el egymástól. A diafragmákat az anódokat körülvevő szekrényeknek az anóddal párhuzamos oldalára erősítik fel. A kádnak kettős feneke van. A felső ún. hamis fenék nyílásai az anódszekrények alsó nyílásaihoz illeszkednek. Az anódtérben keletkező MnO_2 a kettős fenék közötti iszaptérben gyűlik össze. A különböző anódszekrényekben levő oldatok szintje az iszaptéren át egyenlítődik ki. A hamis fenék egyben alulról elhatárolja az egymással közlekedő katódtereket az iszaptértől. A tápoldatot a katódtérbe adagolják. A fölös katolit a diafragmán keresztül jut át az anódtérbe, ahonnan a savanyú oldat egy túlfolyón keresztül távozik. A savanyú anolitot az érc lúgzásához vezetik. A neutralizált, leszűrt és tisztított oldat tápoldatként kerül vissza az elektrolízishez.

Az anódok anyaga ezüsttel, ónnal, antimonnal, arzénnel ötvözött ólom. Az anóddal szemben azt a követelményt támasztják, hogy egyrészt az erősen kénsavas anolit ne korrodálja, másrészt pedig, hogy minél kevesebb MnO_2 keletkezzék rajta. Tiszta ólomanódot használva a katódon levált fém 25%-ának megfelelő súlyú mangán az anódon MnO_2-vé alakul. Ötvözött anódokon a dioxidképződés mértéke egy nagyságrenddel kisebb lesz. Az anódos áramsűrűség növelése még tovább csökkenti a dioxidképződést.

A katód saválló acél. Fontos követelmény, hogy az elektrolit ne támadja meg, kicsi legyen a villamos ellenállása, a hidrogén nagy túlfeszültséggel váljék le rajta. Legyen rugalmasan hajlítható. A 18% Cr, 8% Ni és 2% Mo ötvözőket tartalmazó

saválló acél vált be legjobban. A katódokat polírozzák, majd NaOH-t és vízüveget tartalmazó oldatba mártják. Leöblítés után helyezik be a kádba.

A diafragma sűrű szövésű vászon (angin), amely azonban az oldat áthaladását nem akadályozza meg. A diafragma anódfelőli oldalán $CaSO_4$ kristályok rakódnak le. Ezek idővel eltömik a diafragma pórusait és így fokozatosan megnehezítik az oldat áthaladását. A diafragmákat ezért általában 6 hetenként cserélni kell.

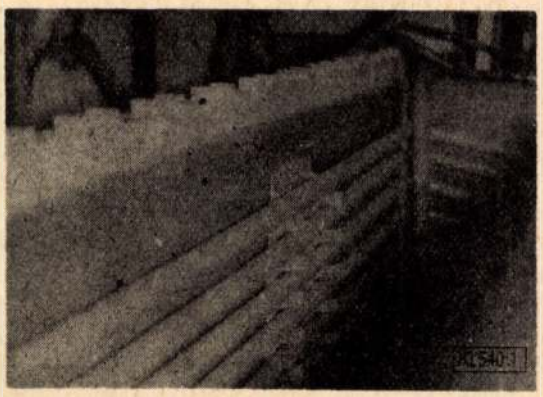
A katolit 10—12 g/l Mn-t, továbbá a tápoldatnak megfelelő mennyiségű ammóniumszulfátot és SO_2-t tartalmaz. Folyamatos üzemben a katolit pH-ja 8—8,4 között, átlagos értékben pH = 8,2 körül 30—34°C hőmérsékleten állandósult.

Az anolit erősen savanyú. Ha az anódtérben csak kevés MnO_2 képződik, akkor az anolit Mn-tartalma a katolitéhoz hasonló marad, ha sok a MnO_2 képződése, akkor kisebb lesz.

A levált fém általában 99,9%-os. Tisztátalan oldatból a fém le sem válik.

b) **Az elektrolizáló kísérleteink leírása**

A nagylaboratóriumi elektrolizáló kád maximális áramfelvétele 400 A volt. Egy-egy katódnak az oldattal érintkező szélessége 100 mm, magassága pedig 200 mm, a nedvesített felület nagysága tehát 4 dm^0.



1. ábra. Az elektrolizáló kád belsejének egy részlete

A kádban 16 katódot és 17 anódot helyeztünk el. Az anódközépvonalak távolságát 100 mm-nek vettük fel és ezzel meg is határoztuk a kád hosszanti irányú méretét. A kád szélességét azon az alapon vettük fel, hogy a behelyezett keretek külső oldala és a kád fala között a körbefutó hűtőcsövek is elférjenek.

Az *1. ábra* a kád belsejének egy részletét mutatja be a PVC csőből készült hűtővel. A kád felső szélén műanyagból készült fogazott léc fut végig. Ez biztosítja a behelyezett keretek szabályos térközét és egyben az elektródfelületek egymás közötti párhuzamosságát.

A képen hátul látható függőleges cső a katolitot cirkuláltató szivattyú szívócsöve.

A kád dupla fenekű kivitelben készült kemény PVC béléssel. A diafragmákat hordozó PVC anódszekrények alsó nyílása gumidugón keresztül illeszkedett a hamis fenék megfelelő nyílásaiba (lásd *2. ábrán*). A vászon diafragmát PVC ragasztóval ragasztottuk fel. Ezt a megoldást csak egyszerűsége kedvéért választottuk, mert olyan aggály is felmerült, hogy a viszonylag szűk nyílást az anódiszap eltömheti. Bár az ötvözött anódok használatakor az eltömődés nem jelentkezett, az üzemi kád tervezésénél figyelemmel kell lenni arra, hogy az anódszekrények lehetőleg teljes szelvényükkel egyező nyílásokhoz csatlakozzanak.

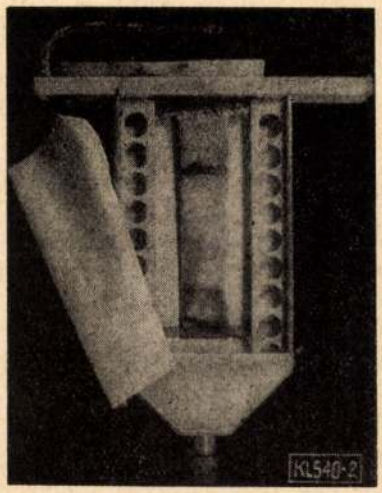
A *3. ábrán* a katód szélességének felét kitevő anódlemezt láthatjuk, amelynek függőleges helyzetét az alul rászegecselt és az anódkeret hornyaiba illeszkedő műanyag lemez biztosította.

Az 1% ezüsttel és 1% antimonnal ötvözött ólomanód vált be legjobban.

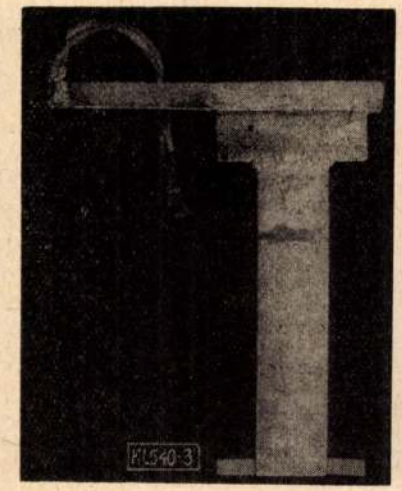
Az oldatok homogenitásának biztosítására az anolitot és a katolitot külön-külön cirkuláltattuk.

A *4. ábra* a katódkeretet mutatja be a belehelyezett katóddal együtt. A katódkeret is kemény PVC-ből készült.

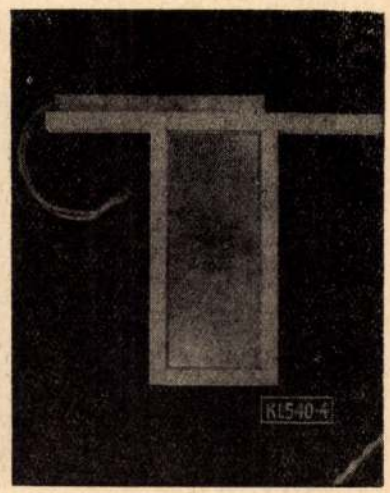
A katód hazai gyártású, rugókeményre hengerelt polírozott felületű KOR 5-ös savalló acél volt. A katódra levált fém rideg és a katód meghajlításakor lepattogzik (lásd *5. ábrán*).



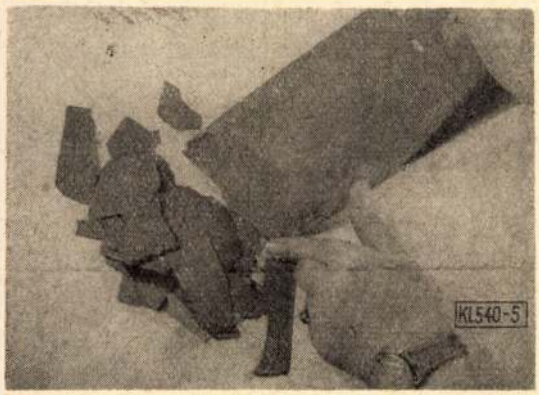
2. ábra. Anódszekrény az anóddal



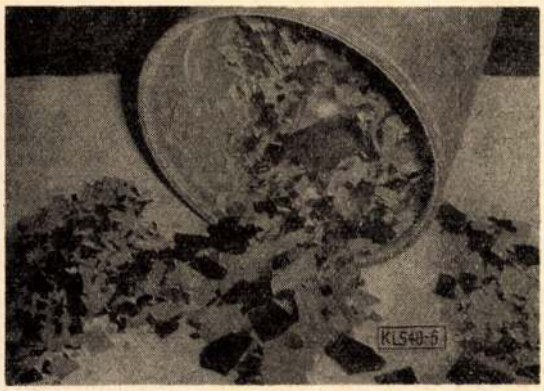
3. ábra. Anód



4. ábra. Katódkeret a katóddal



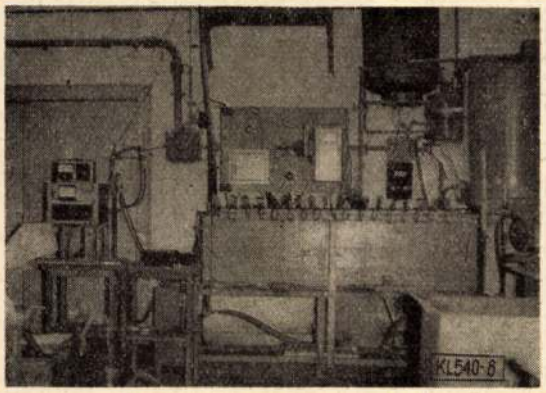
5. ábra. A fém leszedése a katódról



6. ábra. Az előállított fém



7. ábra. Az összeszerelt kád egy részlete



8. ábra. A nagylaboratóriumi elektrolízis üzem

A levált fém felülete a leválasztás időtartamától függően fokozatosan durvult, ezért általában 8 óránként cseréltük a katódokat.

A *6. ábra* bemutatja a termelt fém előkészítését a szállításhoz.

A leválasztott fémet az alaplemezről lepattintottuk. A helyenként feltapadt mangánfoltokat kénsavas anolittal távolítottuk el. A KOR 5-ös acél ezt a kezelést nem birta, mert a kénsav több helyütt bemarta. Ezért üzemben kizárólag KOR 6 minőségű saválló acélt szabad számításba venni.

A *7. ábrán* az összeszerelt kád egy részlete látható.

Az áramvezető sinek a kád két oldalán futnak végig. Az anódsín a belső, fal felőli oldalon, a katódsín a külső oldalon helyezkedik el. Az elektródok a sinekhez flexibilis vezeték végére szerelt sarukkal csatlakoznak. Az anódszekrények nyílását a képen jól látható, sötétebb színű műanyaglapok fedik be.

A *8. ábrán* a nagylaboratóriumi elektrolízis látható.

A kép jobb oldalán van a tápoldat tárolótartálya, egy kb. 200 l-es, ólommal bélelt kád. A kád fölött a háttérben az automatikus pH szabályozó berendezés regisztráló műszere látszik. A tápoldat adagolásának sebességét a kádban levő katolit Mn-tartalmának változása szerint szabályoztuk. A tápoldatot a katolitot cirkuláltató szivattyú szívó csőbe juttattuk.

Összefoglalva a nagylaboratóriumi elektrolízis főbb jellemzőit:

A *kád:* kettős fenekű kivitel, az anódszekrények az alsó térrel állnak kapcsolatban. Műanyag bélés. A hűtőelemek, anód és katódkeretek műanyagból.

Diafragma: vitorlavászon (angin) ráragasztva az anódszekrények falára.

Katód: Kor 5-ös saválló acél, de a továbbiakban okvetlenül Kor 6-os minőséggel kel számolni. 16 katód á 4 dm^2 nedvesített felülettel.

Anód: 1% Ag-t és 1% Sb-t tartalmazó ólom. 17 anód.

Tápoldat: 40 g/l Mn; 130 g/l $(NH_4)_2SO_4$; 0,1 g/l SO_2.

Katolit: 10 g/l Mn; 130 g/l $(NH_4)_2SO_4$; 0,1 g/l SO_2.

Anolit: 10 g/l Mn; 130 g/l $(NH_4)_2SO_4$; 50—100 g/l H_2SO_4.

Cirkuláció: A katolit és anolit egymástól függetlenül cirkuláltatva a koncentrációkülönbségek kiegyenlítése végett.

pH mérés: katolitnál folyamatosan. A legszebb fémet 6,5—7,5 pH között kaptuk. Magasabb pH-nál sötétebb lesz a fém.

Hőmérséklet: 30°C.

Elektrolízis ideje: 120 órás szakaszokban folyamatosan.

Katódcsere: 8 óránként.

Áramsűrűség: katódon 6 A/dm^2, anódon 12 A/dm^2.

Kádfeszültség: 5,5 V.

Áramhatásfok: 47%.
Fajlagos energiafogyasztás: 12 kWó/kg Mn.
A termelt fém súlya: 100 kg.
A fém tisztasága: 99,9% Mn.

A meghatározott szennyezések:

Pb	0,003%
Cu	0,0002%
Co	0,001%
Ni	0,001%
Zn	0,002%
Fe	0,008%
Si	0,030%
Összesen	0,0452%

Tájékoztató jellegű gazdaságossági számításaink azt mutatták, hogy a közvetlen ércből, továbbá a pörkből kiinduló elektrolitmangán-előállítás várható önköltsége gyakorlatilag azonos lesz. Az első esetben elmarad a pörkölés, ami miatt a tüzelőanyag felhasználás csökken, de a lúgzási maradvány kétszer annyi mennyiségű $(NH_4)_2SO_4$ és $MnSO_4$ tartalmú oldatot von ki a körfolyamatból, mintha pörköt oldunk. A pörkölés költsége és a többletvegyszer felhasználás értéke gyakorlatilag megegyezik.

IRODALOM

[1] *Fekete—Bódi:* Mangánkarbonát előállítása úrkúti karbonátos mangánércből. Kohászati Lapok 1966. 99. évf. 10. sz. 429—432. o.
[2] *Sully:* Metallurgy of the Rarer Metals. No. 3. Manganese, 1955. London.
[3] *Jacobs és társai:* First Two Years Operation of the Bureau of Mines Electrolytic Manganese Pilot Plant. Trans AIME 159, 1944, 408—428. o.
[4] *Jacobs és társai:* Operation of Electrolytic Manganese Pilot Plant. U. S. Bur. Mines Bull. 1946. 463. o.
[5] *Bennet:* A decade of Electrolytic Manganese. Eng. Min. J. 1949. No. 10. 15. o.
[6] *Mantell:* Commercial Production of Electrolytic Manganese. J. Electrochem. Soc. 94. 1948. 232—243. o.
[7] *Mantell:* Electrolytic Manganese Acceptance Grows. The Iron Age, 1952. September 18. 168—172. o.
[8] *Dean:* Electrolytic Manganese and its Alloys. 1952. New York.

Műszaki és gazdasági hírek

A Lenin Kohómű Lengyelországban az 1966. évi 3,7 millió t *nyersacéltermelésével* az ország teljes nyersacéltermelésének 40%-át biztosította. A 2000 m³ hasznos térfogatú új nagyolvasztó üzembehelyezése után most teljes erővel ráállnak az 1965 óta épülő durvalemez hengermű szerelésének befejezésére. Itt 18—20 t súlyú öntött lapostuskókat fognak féltermékké hengerelni. Az új sort 1968-ban kívánják üzembehelyezni. (R)

St. u. E. 1967. 8.

*

Japánban bejelentették, hogy a Wakajamai Acélműben begyújtották a *világ legnagyobb nagyolvasztóját.* A kohó hasznos térfogata 2535 m³, kereken 200 m³-rel nagyobb, mint az eddig nyilvántartott legnagyobb kohó (Zsdanov, SZU). Magassága 96 m, üzembehelyezésével a japán kombinát eddigi évi 4 millió t nyersacéltermelése 5,5 millió t-ra fog emelkedni. (R)

St. u. E. 1967. 8.

*

A skóciai Coatbridge-ben április folyamán két régi *acélmű üzemét megszüntették.* Ezzel az érintett környék munkanélkülieinek száma 1300-ra növekedett, s a városka lakóinak községi adóját 1,7%-kal emelni kell. (R)

Steel Times, 1967. 5150.

*

Az angol vasércszükségletet a jövőben 65 000 t-s hajókkal kívánják importálni, s az ezek fogadására alkalmas kikötő építési lehetőségeit az ún. *Benson Közlemény* tárgyalja, mely e célra legalkalmasabbnak Tees vagy Humber kikötők bővítését látja. Most a Tyne kikötő gazdasági érdekeltjeinek nevében a Northumberlandi Herceg jelentette be tiltakozását a Benson-terv ellen, s vizsgálatot követelt, mely a Tyne kikötő bővítésének előnyeit tudná nehézségek nélkül bizonyítani. (R)

*

Steel Times, 1967. 5150.

Az angol acélgyártók fellendülésre számítanak, ha Angliát felveszik az *Európai Közös Piac* tagjai közé, mert ezáltal az acélfogyasztó iparágak piaca felbővül és növekedik az acélszükséglet. Különösen a rozsdaálló acél forgalmában várnak jelentős emelkedésre. (R)

Steel Times, 1967. 5150.

*

Románia 3 *levegőcseppfolyósító* és *oxigénleválasztó* berendezést rendelt egy angol cégtől 250 ezer fontsterling értékben. (R)

Steel Times, 1967. 5150.

*

A Steel Company of Wales Port-Talbot-i acélművébe nyolc 300 t-s *oxigénes acélgyártó konvertert* rendelt 250 ezer fontsterling értékben. Ezek lesznek az Angliában eddig épített legnagyobb oxigénráfúvó konverterek, melyeket 300 t-s üstszállítókocsik, adagolóüstök és salakszállító kocsik fognak kiegészíteni. (R)

Steel Times, 1967. 5150.

*

A New Hungary márciusi számának bejelentése szerint Magyarország ebben az évben *30 ezer t acélárut,* közte bugákat, idomacélokat, durva- és finomlemezeket szállít Szíriának. (R)

Steel Times, 1967. 5150.

*

Az angol Technológiai Minisztérium 100 ezer fontsterlingről 350 ezerre emelte az *angol hegesztéskutatási egyesülésnek juttatott évi támogatását,* hogy gyorsabb ütemben dolgozhassanak ki gazdaságos hegesztési eljárásokat az acél- és fémfelhasználó ipar számára. Az anyagi támogatás emelése bizonyítja, hogy mekkora jelentőséget tulajdonít a minisztérium a hegesztés elterjesztésének. (R)

Steel Times, 1967. 5153.

*

Angliában a múlt évben 1150 km *állványozó acélcső* és 3 millió kapcsolóelem tűnt el és került leltárhiányba. A veszteség legnagyobb hányadát *lopás* okozta. Most külön bizottságot hívtak életre, amelynek az a feladata, hogy megoldást találjon a jövőben a hasonló óriás veszteségek megszüntetésére. (R)

Steel Times, 1967. 5153.

*

Jugoszláv kereskedelmi szakemberek arra számítanak, hogy az év első felében a jugoszláv *ócskavas-export* eléri a 21 ezer t-t. Az acélművek ócskavasigénye visszaesőben van és a belföldi ócskavaskészlet 45 ezer t-ra emelkedett. (R)

Steel Times, 1967. 5153.

A *Demag* cég egy Duisburgból származó hír szerint egy *komplett hengersort szállít Kínának*. Az üzlet megkötésére ez év áprilisában került sor Pekingben. (H)

Revue de Metallurgie, 1967. 3.

*

A *francia* Bureau of Mines egy *kísérleti üzemet létesít*, amelyben hazai, *szegény taconit-ércet szándékoznak pörkölni, majd mágnesesen szeparálni*. Az eljárás érdekessége az, hogy a vasoxid redukálását nem C-tartalmú tüzelőanyaggal, hanem ócsakavassal végzik. Az üzem előreláthatólag 1968-tól kezdi meg működését, és évente mintegy 15 ezer t gépkocsi-ócskavasat dolgoz fel 150 ezer t taconit-érc redukálására. (H)

Revue de Metallurgie, 1967. 3.

*

A *BISRA* egy bizottságot készül létrehozni, amelyik a *folyamatos porlasztásos acélgyártás* (spray steelmaking) nagyüzemi bevezetését lesz hivatott végrehajtani. Az eljárás kísérleti berendezése már több hónapja működik a Millom Hematite Ore and Iron kezelésében. Az új művet a Lancashire Steel Irlam-i üzemében építik fel kb. 1 millió font sterling költséggel. A nagyüzemi berendezésen a nyersvas feldolgozása acéltuskókká 45 perc alatt történik. A mű évi kapacitása 150—250 ezer t acél lesz. (H)

Revue de Metallurgie, 1967. 3.

*

Az Európai Szén- és Acélügyi Közösség Felső Hatósága engedélyezte a Ferroplan elnevezésű tervező, értékesítő, acélműépítő és üzemeltető vállalat *megalapítását*. Az új vállalatot a Gutehoffnungshütte, a Hüttenwerk Oberhausen és a Ferrostahl közösen hívják életre. (R)

Steel Times, 1967. 5153.

*

A Szovjetunió 150 millió rubelt kölcsönöz Algériának az *annabai acélmű megépítéséhez* és kötelezte magát 600 ezer t algériai vasérc megvételére. (R)

Steel Times, 1967. 5153.

Mr. Kenneth Headlam-Morley, aki 34 éve főtitkára volt az angol Iron and Steel Institute-nak, megvált tisztségétől és a Head Wrightson vállalatnál fogadott el igazgatói munkakört. (R)

Steel Times, 1967. 5154.

*

A spanyol iparügyi miniszter bejelentette, hogy a sevillai és badajozi tartományok határán *gazdag vasérctelepeket* találtak. Az érctelep becsült mennyisége 500 millió t magnetit, 75% Fe-tartalommal. A kutatást 2 év alatt fejezték be, eközben 8000 kutatólyukat fúrtak. Az érctelepet külföldi tőkerészesedéssel fogják kiaknázni. (R)

Steel Times, 1967. 5154.

*

A Park Gate vasmű rotherhami (Anglia) üzemében befejezték az English Electric vállalat által szállított automatikus, számítógépes *hengerbeállító szerkezet* szerelését, mely a bugasoron fogja a hengerréseket, a szúrás helyét és a hengerek fordulatszámát szabályozni. Az átállítást a sort tápláló előnyújtósor sebességének változtatása nélkül, menet közben lehet elvégezni, s ez jóval egyenletesebbé teszi a teljes hengermű termelését. (R)

Steel Times, 1967. 5154.

*

Az angol National Engineering Laboratóriumban végzett átfogó vizsgálatok azt mutatják, hogy a vállazott tengelyek, melyek vállához csapágyat vagy egyéb gyűrűt zsugorítanak, *elvesztik kifáradási határukat*, mert ezeken a helyeken a tengely kifáradási határa a más helyein mért érték 1/13-ára csökken. (R)

Steel Times, 1967. 5154.

*

Lengyelország 20 ezer fontsterling értékben két *fémformáló berendezést* rendelt Angliából rádiócsövek anódjainak gyártására. (R)

Steel Times, 1967. 5154.

*

A csehszlovákiai Tatra autóművek 187 ezer fontsterling értékben *automatikus homokformázó berendezéseket* rendelt Angliából. (R)

Steel Times, 1967. 4154.

*

Észak-Svédországban, a sarkköri övezetben most épül Európa legnagyobb *vasércpelletező üzeme*, melynek évi kapacitása 1,8 millió t, beruházási költsége pedig 20 millió US dollár lesz. Üzembehelyezése után az LKAB vállalat pelletező kapacitása 4 millió t/év-re fog emelkedni. (R)

Steel Times, 1967. 5154.

*

Az angol Iron and Steel Institute új főtitkárának *Mr. Anthony John Post*-ot választották meg, aki 1946 óta töltött be az egyesületben titkári funkciót. (R)

Steel Times, 1967. 5155.

*

Az ausztráliai Viktória államban *krómérctelepet* találtak. A leletnek nagy jelentőséget tulajdonítanak, mivel a krómhiány idáig akadályozta az ausztráliai rozsdaálló acélgyártás felfejlődését. 1964-ben pl. 32 ezer t fém krómot importáltak Ausztráliába. Az új lelőhely kiaknázásának legfontosabb alapfeltétele a normál nyomtávú vasúti összeköttetés megteremtése a lelőhelyig. (R)

Steel Times, 1967. 5155.

*

Japánban, Nyugatnémetországban és az USA-ban csaknem egyidőben helyezték üzembe a közelmúltban CONCAST-rendszerű, S-kristályosítós *folyamatos öntőműveket* lemeztuskók folytatólagos öntésére. (R)

Steel Times, 1967. 5156.

*

A nordhauseni VEB Ifa Motorgyár szerződést kötött egy angol vállalattal, melynek alapján évi 100 ezer t fontsterling értékben Angliából Diesel üzemű traktorokhoz *kovácsolt hajtórudakat* szállítanak az NDK-ba. (R)

Steel Times, 1967. 5156.

Felhívás

A Bányászati Szakosztály tervbe vette, hogy Egyesületünk 75 éves jubileuma alkalmából bányász és kohász dalokról hanglemezfelvételt készíttet.

A hanglemezen a következő dalok szerepelnek: Bányász himnusz ; Kohász himnusz ; Imhol a föld alá... ; Tisztelet a bányász szaknak...

Kérjük tisztelt Tagtársainkat, hogy hanglemezünk megjelentetését tekintsék a hagyományaink ápolásának és fejtsenek ki széleskörű propagandát terjesztése érdekében a bányász, kohász munkatársaik körében, mert csak így remélhetjük, hogy kellő számú megrendelés esetén költségeink legalább részben megtérülnek. A hanglemez ára kb. 20,— Ft.

A megrendeléseket kérjük Egyesületünk titkárságához (Budapest, V. Szabadság tér 17. III. emelet 306.) beküldeni. A szept. 1-ig beérkező megrendeléseket árkedvezményben részesítjük.

A hanglemez sikere esetén további bányász-kohászdalok felvételét is tervbe vesszük.

Jó szerencsét !

Beke Imre
szakosztályi
titkár h.

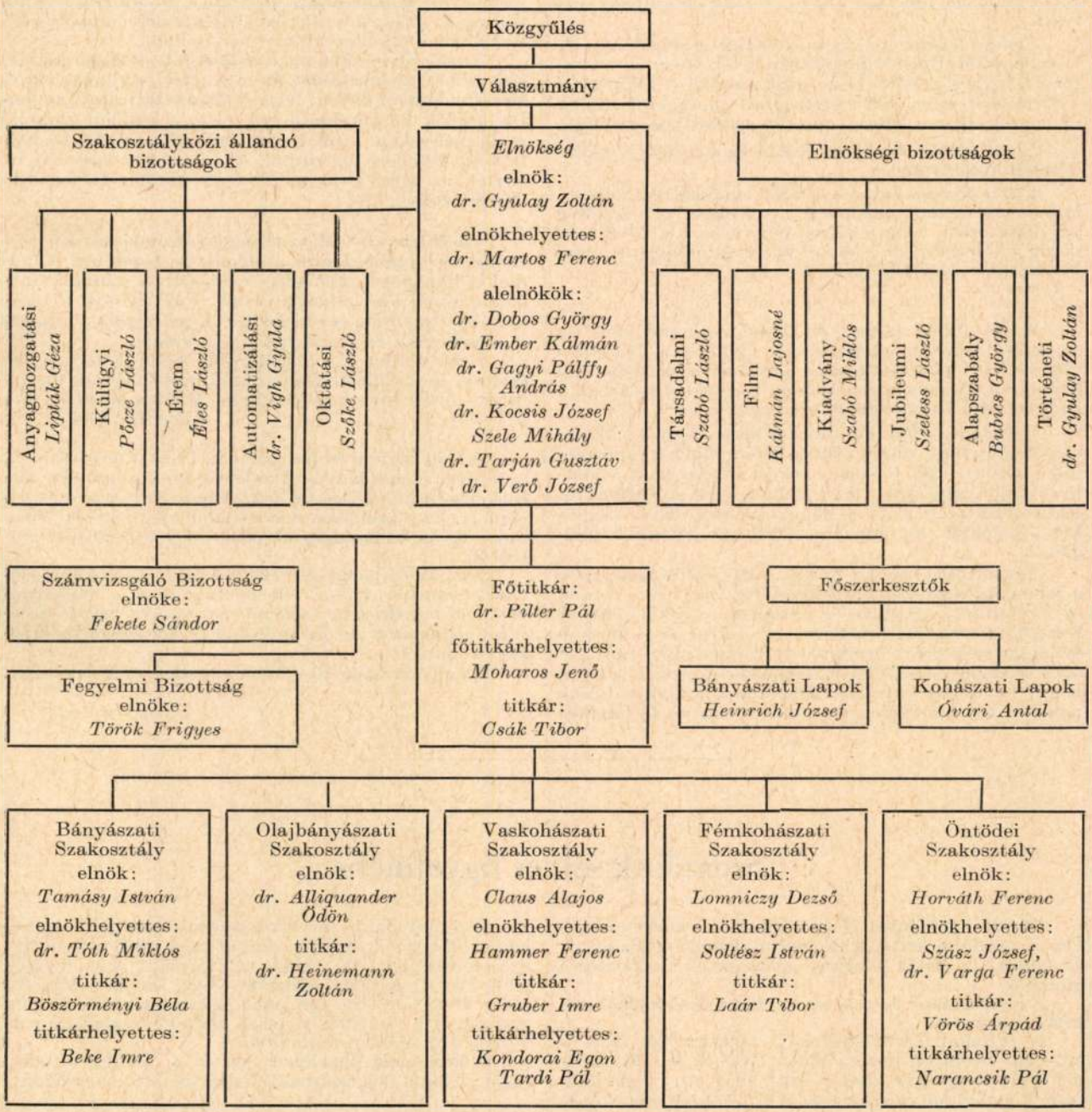
Egyesületünk szervezeti felépítése

Az 1967. április 28—29-én Pécsett megtartott választmányi ülésen dr. Pilter Pál főtitkár beszámolójában részletes ismertetést adott az egyesületi életről, az abban folyó munkáról.

A főtitkári beszámolót érdekes melléklet egészítette ki: az Egyesület szervezeti felépítésének vázlata.

Úgy véljük, hogy ez a szervezeti séma egész tagságunk érdeklődésére számot tarthat s ezért jelen lapszámunkban közöljük.

Hei



Egyesületi hírek

Vaskohászati Szakosztályunk máj. 23-án tartott szakosztályvezetőségi ülésén napirend előtt a résztvevők felállással emlékeztek meg a közelmúltban elhunyt *Árkos Frigyesről*, a Kohászati Lapok volt főszerkesztőjéről.

Ezt követően *Réty Károly* beszámolt az NDK-ban, Untervellenbornban tartott *Nyersvasgyártó konferenciáról*, melyen háromtagú magyar delegáció vett részt.

Majd *Kovács László* javaslatokat terjesztett elő a kohászati szállítási és rakodásgépesítési problémákkal foglalkozó munkabizottság további működésével kapcsolatban. A javaslatokat a vezetőség behatóan megtárgyalta és a téma fontosságát, valamint időszerűségét figyelembe véve úgy határozott, hogy minden helyi csoportnál ebből a tárgykörből ankétot kell tartani, minden helyi csoportból aktív tagokat kell bevonni a munkabizottságba és ezt követően kerüljön sor a munkabizottság részletes programjának összeállítására.

Ezután *dr. Pőcze László* a IV. Anyagvizsgáló Napokról számolt be, amelyen 217 fő, köztük 50 külföldi vett részt.

Szeless László tájékoztatást adott a jubileumi előkészületekről. Ezzel kapcsolatban a vezetőség úgy határozott, hogy a belföldi résztvevők számát — tekintettel a korlátozott részvételi lehetőségre — a csoporttitkárok vállalatok, illetve helyi csoportok szerint koordinálják.

Megtárgyalta ezután a vezetőség a soronkövetkező külföldi kiküldetéseket.

Végül *Kovács Dezső* a BÉM beindulásával kapcsolatban szervezendő ankétra tett javaslatot. A vezetőség úgy határozott, hogy a részletes javaslatot a következő ülésig kell kidolgozni és akkor hoz majd döntést ez ügyben a szakosztály vezetősége. *(ÓA)*

*

A júl. 12-én tartott elnökségi napirend előtt az egyesület egyetemi csoportjának kiküldöttei bemutatták, illetve lejátszották azt a jubileumra készített első hanglemezt, amelyen zenekari és énekkari előadásban a legismertebb bányászdalok szerepelnek.

Ezután *dr. Pilter Pál* főtitkár kérte, hogy a szakosztályok javaslatai alapján két alelnökünknek a jubileumi ünnepségek során tiszteleti taggá választására vonatkozó előterjesztését az elnökség fogadja el. A főtitkár tájékoztatást adott arról is, hogy a szakosztályok még kiket javasoltak. Az elnökség a főtitkár javaslatát elfogadta.

Ezt követően *Szeless László* rövid tájékoztatás adott a jubileumi előkészületek helyzetéről, majd *Éles László*, az Érembizottság vezetője beszámolt a szakosztályok részéről kormánykitüntetésre, egyesületi és miniszteriumi kitüntetésekre beérkezett javaslatokról. *Óvári Antal* és *Heinrich József* főszerkesztők kérték az Elnökséget, hogy tekintettel a kettős jubileumra, a jutalmazások ügyében történő végleges döntéskor vegyék figyelembe a Lapunk szerkesztőbizottságában hosszabb idő óta aktív tagokat és a legkiválóbb szakcikkek szerzőit is. *(OA)*

*

A Vaskohászati Szakosztály júl. 12-i vezetőségi értekezletén első napirendi pontként *Éles László* beszámolt a Jugoszláviában, Portorosban tartott *Nyomelem konferenciáról*, amelyen 7 tagú magyar delegáció vett részt.

Ezt követően a közelmúltban tartott konferenciákról szóló beszámolók hangzottak el. Ennek keretében *Longa Elemér* a Balatonszéplakon június folyamán tartott *III. Kohászati Ipargazdasági és Üzemszervezési Konferenciáról*, *Bódi Dezső* pedig a május hóban Gyenesdiáson tartott *Mangán Konferenciáról* számolt be. Mindkét beszámolót a vezetőség tudomásul vette.

A következő napirendi pontként *Gruber Imre* titkár ismertette az 1968. évi nagyrendezvény-tervet. A vezetőség a rendezvénytervet jóváhagyta és mindegyik tervbe vett konferenciára kijelölte a 3 tagú szervező bizottságot, amely a területileg illetékes helyi csoport képviselőiből és a budapesti szervezőkből áll.

Végül Köves Ferenc, a szakosztály külügyi szervezője adott tájékoztatást az első félévi eredményekről. Beszámolójából kitűnt, hogy a szakosztály aktív tagjaiból kijelölt 25 kiküldött vett részt a külföldi szakmai rendezvényeken, a mi rendezvényeinken pedig 56 külföldi szakembert fogadtunk. Az első félévi eredmények elérték az egész évre tervbe vett kiküldetési fogadási előirányzatot. *(OA)*

*

Vaskohászati Szakosztályunk Salgótarjáni csoportja I. féléves továbbképzési munkaterve keretében 4 műszaki filmnapot és 2 előadást rendezett. A műszaki filmnapok témái a következők voltak: *Villagyártás*, *Hengerműi anyagszállítás és revétlenítés*, *Kapakészítés hagyományos eljárással* és *Huzalszállítás és tárolás*.

Ezek a filmek a Salgótarjáni Acélárugyárban készültek, és a vállalat technológiai problémáinak megoldását voltak hivatva elősegíteni. Minden előadást vita követett. *(Lendvai József)*

*

A Salgótarjáni csoportnál máj. 11-én *Marton Kornél*, a Magyar Tudományos Akadémia kutatómérnöke tartott előadást *Csúszvahúzó dróthúzógépek csúszásviszonyai* címmel. Ez a probléma szakirodalomban még alig ismeretes, így a hallgatóság körében nagy érdeklődést váltott ki.

Jún. 22-én pedig igen élénk érdeklődéssel kísért előadást tartott *dr. Kiss Ervin* egyetemi tanár a *Képlékenyalakítási műveletek technológiai paraméterei megállapításához alkalmazott mérőberendezések és méréstechnikai módszerek* címmel.

Az előadásokon 20—30 főnyi hallgatóság vett részt.

(Lendvai József)

Szerzőink szíves figyelmébe

Kérjük szerzőinket, hogy kéziratait széles margóval és legalább kettes sorközzel, oldalanként 25 sorral és soronként 50—52 leütéssel juttassák el szerkesztőségünkhöz.

A dolgozathoz 5—6 soros tartalmi összefoglaló elkészítését kérjük.

A rajzokat, ábraaláírásokat, táblázatokat nem a szövegbe beépítve, hanem külön lapokon kérjük. Minden rajzot egységes kivitel érdekében átrajzoltatunk, ezért szerzőinktől ceruzarajzot is elfogadunk. Fényképeket felragasztani nem kell.

A szakirodalmi hivatkozásoknál részletes, pontos adatokat kérünk: szerző, könyv, vagy cikk címe (magyar fordításban is), a kiadó, ill. folyóirat neve, megjelenés éve, füzetszám, oldalszám. Végül kérjük a végzettségen kívül (okl. km., gm., vm.) az esetleges tudományos fokozat és a munkahely, lakás adatait (telefonszám) a kézirat első oldalán feltüntetni.

E kéréseink figyelembe vétele a kézirat átfutási idejét, tehát a dolgozat megjelenési időtartamát rövidíti.

Szerkesztő bizottság

Halálhírek

PONGÓ GYULÁNÉ DURNI RÓZSA
okl. kohómérnök
1933—1967



1967. márc. 25-én a diósgyőri vasgyári temetőben kísértük utolsó útjára Egyesületünknek és diósgyőri csoportunknak sajnálatosan fiatal korban elhunyt tagját, Pongó Gyulánét.

1933 nyarán született Budapesten. A törékeny alkatú, de nagy akaraterejű, bátor és céltudatos lány a kohászatot választotta élethivatásul és 1951-ben beiratkozott a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karára, ahol 1956-ban szerezte meg oklevelét. Diákévei alatt ismerte meg élettársát, akivel ugyanebben az évben kötöttek házasságot és férjével együtt mindketten a Lenin Kohászati Művekben vállaltak munkát.

Kezdetben nyersvasgyártási szakterületen tevékenykedett, később az LKM Kísérlet-kutatási Osztályán a turbinaöntvények kúszásának vizsgálatával foglalkozott. Később a tőle megszokott nagy szorgalommal kezdett foglalkozni az egészen új munkaterületet jelentő kohászati kibernetikai számítási módszerekkel és nagy lelkesedéssel vizsgálta az Elektroacélműben gyártott acélok minősége és a termelékenység közti összefüggéseket. Szép eredményt ígért következő nagyobb munkája, a durvahengersori rendelések számítógépes feldolgozása is, amelyet azonban sajnos már nem tudott befejezni. Életének 34. évében, hónapokig tartó türelmes szenvedés után hunyt el.

Családját, férjét, kisgyermekét őszintén szerető munkatársunktól kellett búcsút vennünk. Ritka akaraterő, alapos elméleti és gyakorlati tudás jellemezte. Még sokat alkothatott volna élethivatása, a kohászat fejlesztése terén. De nemcsak a kohászat volt élethivatása, ugyanolyan komolyan vette családanyai szerepét is, hisz életmentés közben érte az a sérülés, mely később halálát okozta. Életpályáját szinte kezdetén törte ketté a tragikus halál. Fájó szívvel búcsúztak ravatalánál munkatársai, barátai, iskolatársai.

Emlékét kegyelettel megőrizzük és mondunk neki utolsó

Jószerencsét!

Kovács Dezső

Szabványosítási hírek

ÚJ SZABVÁNYOK

MSZ 5704—67 (Az MSZ 5704—64 helyett) *Acélok és fémek. Technológiai vizsgálatok. Lemezek és szalagok Erichsen-féle mélyítő vizsgálata.*
Az 1964. évi kiadással szemben kiegészültek a vizsgálatok a 90 mm-nél keskenyebb és 0,2 mm-nél vékonyabb, valamint a 90 mm-nél szélesebb és 2—3 mm vastagságú szalagokra, ill. lemezekre. A nyomófej átmérője 20, 15, 8 és 3, a húzógyűrű belső átmérője 40, 27, 21, 11 és 5 mm.

MSZ 17784—67 (Az MSZ 17784—62 helyett.) *Lágyított acélhuzal csavar, alátét és szegecs gyártásához.*
A szabány az M 6—M 12 méretű mángorolt menetű csavarok, az Sz 10—Sz 14 méretű szegecsek és az M 4—M 20 méretű alátétek gyártásához szükséges különleges méretű, lágyított acélhuzal méret- és anyagminőségi előírásait tárgyalja. A méretválaszték a régi szabványhoz képest hét mérettel bővült, az anyagminőségi választék háromról egyre csökkent.

ÚJ SZABVÁNYTERVEZETEK

MSZ 2594 T (Az MSZ 2594—60 és 2595—51 helyett.) *Ferromangán*
A szabványtervezet egy szüraffiné (min. 80% Mn-t tartalommal), négy affiné (min. 80, 80, 60, ill. 75% Mn-tartalommal) és öt karbüré (min. 80, 70, 60, 50, ill. 40% Mn tartalommal) ferromangán minőség előírásait tartalmazza. A tervezet KGST ajánlás alapján készült.

MSZ 2638 T *Acélok nemfémes zárványainak makroszkópiai meghatározása*
A szabványtervezet acélok szabad szemmel látható zárványosságának „lépcsős" és töretpróbán történő meghatározását tárgyalja.

MSZ 2636 T *Acélok dekarbonizált rétegvastagságának metallográfiai meghatározása*
A szabványtervezet legalább 0,30% C-tartalmú ötvözetlen, valamint ötvözött acélok — beleértve gyors- és az austenites mangánacélokat is — dekarbonizálódott rétegvastagságának metallográfiai meghatározási módszereit tárgyalja.

MSZ 2637 T *Acélok austenit szemcsenagyságának makroszkópiai meghatározása*
A szabványtervezet az átalakuló acélok austenit szemcsenagyságának makroszkópiai meghatározási módszereire vonatkozik. A szemcsenagyság meghatározása az edzett próbatest töretének etalonokkal való összehasonlításával történik. Az etalonskálát az MSZ 2657 *Acélok szemcsenagyságának meghatározása. Mikroszkopikus vizsgálat* szerinti 10 fokozat szerint kell összeállítani és szemcsenagyságra behitelesíteni.
A vizsgálat célja az acél szokásos hőkezelése során az austenit szemnagysága esetleges eldurvulássnak és durvulási hajlamának meghatározása.

MSZ 17718 T *Hengerelt harangszelvény bányabiztosításhoz.*
A szabványtervezet a bányák vágatbiztosító acélgyűrű szerkezeteihez felhasznált 21 és 25 kg/m súlyú melegen hengerelt egyenes szálú harangszelvényű idomacélokra vonatkozik. A termékek két anyagminőségi csoport szerint (MSZ 500 szerinti A 50 és A 60, ill. A 60 és A 70) készülnek.

Az alábbi szabványok hatályukat vesztették:

MSZ 5637—57 *Lunkerpor kohászati célra.*

MSZ 11102—54 *Varratnélküli acélcső ammónia-csővezetékhez.*

K. E.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: Lomniczy Dezső

Gazdaságos sajtolt alumínium idomrudak teherviselő alumínium szerkezetekhez

BENEDEK PÁL okl. mérnök
Alumínium Alkalmazástechnikai Központ

DK.: 669.717—13:69.023.93

Bevezetés

A korszerű teherviselő szerkezetek fejlődésének egyik jellemző vonása az alkalmazott tartóelemek anyagtakarékos kialakítása. Ez az elv érvényesül az alumínium mérnöki szerkezeteknél, a járműépítésben, a gépgyártásban stb. egyaránt.

Nagy sorozatban készülő alumínium szerkezetekhez — kihasználva az alumínium sajtolhatóságából származó előnyöket — rendszerint az adott igénybevételhez, az olcsó és gazdaságos kapcsolat kialakításához legjobban idomuló, különleges sajtolt szelvényeket, ún. „célprofilokat" alkalmaznak.

Egyedi alumínium szerkezetek kialakításánál — gazdasági megfontolások alapján, — még nem nélkülözhetők a szabványosított, sajtolt „L" „I", „U", „T" idomok. Fejlett alumínium iparral rendelkező országok alumínium szabványai között is megtaláljuk ezeket, éppen úgy, mint a hazaiakban.

A szállítandó terhek és a járművek önsúlyának fokozatos növekedése a tartóelemek méreteinek növekedését vonja maga után. A magyar szabványokból viszont a 60 mm-nél nagyobb szelvények méretsora még hiányzik, ezért az Alumínium Alkalmazástechnikai Központ kidolgozta a nagyméretű sajtolt „I", „U", „T" és „L" idomok új méretsorát, melyek közül az „I" és „U" tartókat az alábbiakban ismertetjük.

A legkedvezőbb méretsor megválasztásának elvei

A nagyméretű „I" és „U" tartók választható méretsoraként rendelkezésünkre állott az Országos Alumínium Bizottság (OAB) 1951-ben kidolgozott „Mérnöki tartószerkezetekhez ajánlott sajtolt alumínium szelvények" c. munkája, valamint egykét külföldi szabvány. A méretsorok közelebbi vizsgálata azonban azt mutatta, hogy az ajánlott szelvények sem választékukban, sem méreteikben már nem korszerűek, mert részint a szükségesnél több szelvényt tartalmaznak — ez feleslegesen növeli a szerszámok számát, — részint az egyes szelvények mérete között nincs matematikai kapcsolat, amelyből kifolyólag a másodrendű nyomatékok és egyéb keresztmetszeti jellemzők között nincs összefüggés.

Az új méretsorok megválasztásánál tehát arra törekedtünk, hogy a legkevesebb szerszámszükséglet mellett, a választék a várható statikai igényeket még kielégítse, azonfelül, hogy a tartók súlygazdaságossági és gyárthatósági feltétele is teljesüljön.

Ezeket a követelményeket legkedvezőbben egy mértani sorozat szerint változó tartómagassággal és keresztmetszeti méretekkel tudtuk kielégíteni. Ennek megfelelően a választott szelvényméretek szabványos számsorozatot képeznek. A tartóméretek meghatározásához a négy alapsorozatból a 25%-os növekedést eredményező $R10 = \sqrt[10]{10}$-es *Renard*-sort választottuk, kiindulási alapként a már meglevő szabványokban megadott legmagasabb 60 mm-es szelvényt véve. Tekintettel a hazai sajtolási és hőkezelési lehetőségekre, az új sorozat legnagyobb szelvényét 250 mm-ben határoztuk meg.

A szelvények gazdaságossági mutatóinak számítása

Valamely szelvény gazdaságos voltát a

$$\frac{K_x}{G} \text{ és } \frac{K_x}{F}$$

viszonyszámmal szokták vizsgálni,
ahol K_x a szelvény keresztmetszeti tényezője (cm³);
G a szelvény folyómétersúlya (kg/m);
F a szelvény keresztmetszeti területe (cm²).

A viszony lényegében azt mondja meg, hogy az adott folyómétersúlyhoz, illetve keresztmetszet területhez mekkora keresztmetszeti tényező tartozik.

Mechanikai értelmezés szerint a $\frac{K_x}{G}$ hányados az egységnyi feszültséghez tartozó határnyomaték és a tartó folyómétersúlyának viszonyát adja meg.

A $\frac{K_x}{F}$ viszony a kifordulási határfeszültség számszerű értékét befolyásolja.

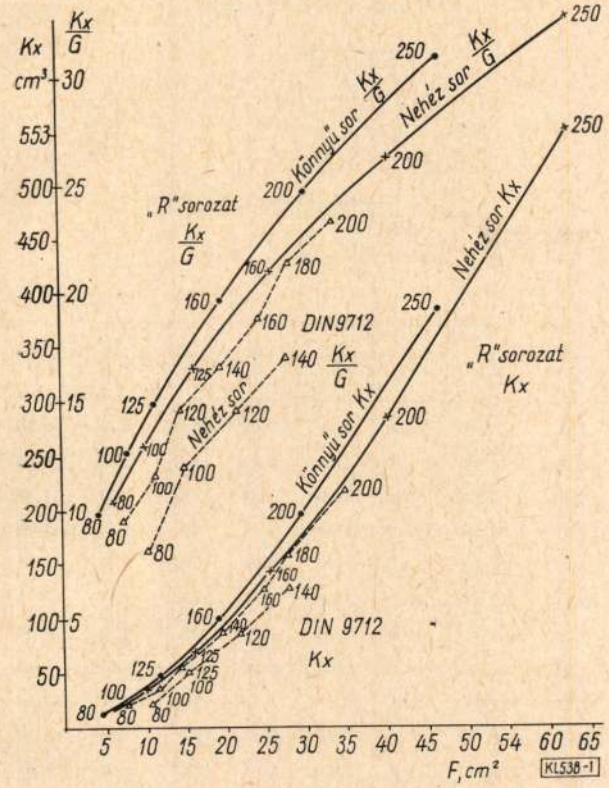
A feladat tehát az, hogy a tartó geometriai méreteinek helyes megválasztásával lehető legnagyobb keresztmetszeti tényezőt kapjunk.

A következőkben a *Renard*-sor szerint kialakított sajtolt „I" és „U" tartókat a német szabvány szerinti tartókkal hasonlítjuk össze, mert a 2. pontban említett OAB szelvények gyakorlati felhasználásra nem kerültek.

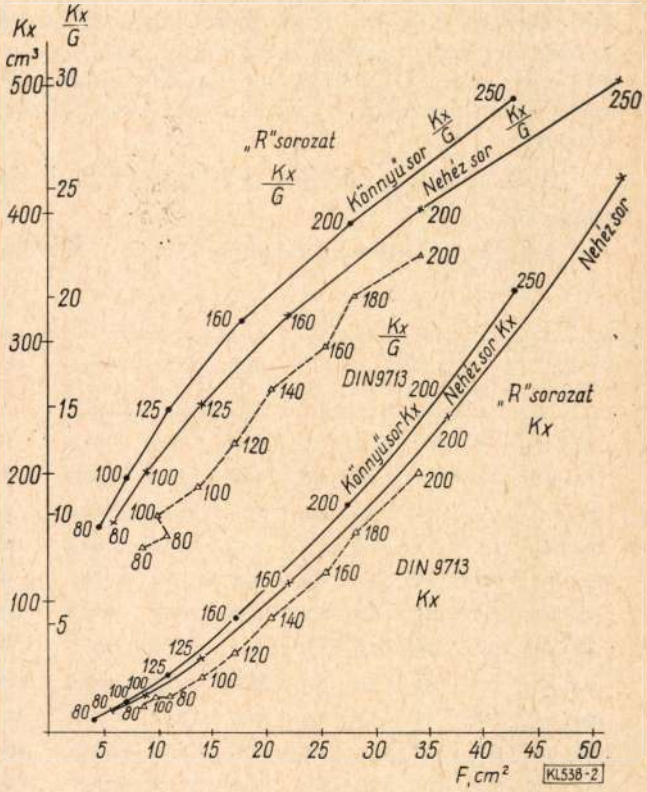
Sajtolt „I"-szelvények vizsgálata

Az „R" sorozat alapján kidolgozott „I"-szelvények méretsorát az *1. táblázatban* mutatjuk be.

Az „R" sorozatból egy „könnyű" és egy „nehéz" sort képeztünk 6—6, összesen 12 méretben



1. ábra. Sajtolt I-szelvények összehasonlítása



2. ábra. Sajtolt U-szelvények összehasonlítása

úgy, hogy minden követő szelvény 25%-kal magasabb, illetve 25%-kal nagyobb keresztmetszeti értékkel rendelkezik.

A 12 méret $K_x = 13$ cm³ és $K_x = 553$ cm³ tartományt ölel fel. A DIN 9712 szabvány szerint 11 mérettel csak 20,4 és 217,5 cm³ között változó keresztmetszeti tényező választható.

Még inkább szembetűnő a különbség, ha a keresztmetszet függvényében a K_x és $\frac{K_x}{G}$ értékeket grafikusan ábrázoljuk *(1. ábra)*.

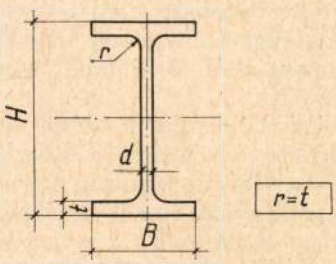
A javasolt új „*R*" sorozatú szelvényekkel a fajlagos súlymegtakarítás 8,9%.

Sajtolt „U" szelvények vizsgálata

Az „*R*" sorozatú „U" szelvények méretsora a *2. táblázatból* kivehető.

1. táblázat

I szelvények „R" sorozat



Szám jelzés	mm				cm^2	kg/fm	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	$\frac{H}{t}$	$\frac{B}{t}$	$\frac{J_x}{F^2}$	$\frac{K_x}{G}$
	H	B	t	d	F	G	J_x	K_x	i_x	J_y	K_y	i_y				
80 ×45	80	45	3,2	2,5	4,85	1,32	50,79	12,69	3,23	3,58	1,59	0,86	25	14,05	2,16	9,82
80 ×56	80	56	4.0	2,5	6,42	1,73	72,52	18,13	3,36	11,71	4,18	1,35	20	14	1,75	10,48
100 ×56	100	56	4,0	3	7,38	1,99	122,74	24,54	4,08	11,73	4,18	1,26	25	14	2,25	12,33
100 ×70	100	70	5,0	3,2	10,09	2,72	177,52	35,50	4,20	22,89	6,54	1,51	20	14	1,74	13,05
125 ×70	125	70	5,0	4	11,81	3,19	302,84	48,45	5,06	28,64	8,18	1,56	25	14	2,17	15,19
125 ×87	125	87	6,3	4	15,79	4,28	433,76	69,40	5,24	69,20	15,90	2,09	19,85	13,85	1,73	16,22
160 ×88	160	88	6,5	5	19,16	5,17	806,63	100,82	6,49	73,89	16,79	1,96	24,60	13,55	2,19	19,50
160 ×110	160	110	8,0	5	25,35	6,85	1141,93	142,74	6,71	177,61	32,29	2,65	20	13.75	1,77	20,84
200 ×112	200	112	8,0	6	29,50	7,96	1963,93	196,30	8,16	187,65	33,70	2,52	25	14	2,25	24,66
200 ×140	200	140	10,0	6,2	40,02	10,80	2830,65	283,06	8,41	457,69	65,38	3,38	20	14	1,77	26,21
250 ×140	250	140	10,0	7,6	46,36	12,50	4804,91	384,90	10,41	458,74	65,45	3,14	25	14	2,23	30,79
250 ×175	250	175	12,5	7,8	62,68	16,94	6915,52	553,24	10,51	1117,42	127,76	4,22	20	14	1,75	32,66

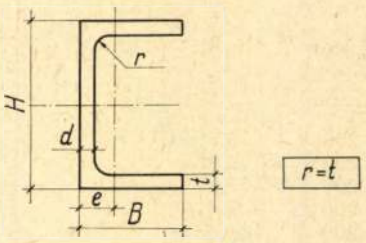
A sajtolt „I" szelvényekhez hasonlóan itt is két méretsor készült: 6+6 méretválasztékkal. A keresztmetszeti tényező tartomány 11,5 cm^3—430 cm^3; míg a DIN 9713-ban foglalt sajtolt „U" szelvények tartománya 20,6 cm^3—201 cm^3 között marad.

A K_x és a $\frac{K_x}{G}$ értéket grafikusan a *2. ábrán* tüntettük fel.

A fajlagos súlymegtakarítás 7%.

2. táblázat

U szelvények „R" sorozat



Számjelzés	mm				cm^2	kg/m	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm			
	H	B	t	d	F	G	I_x	K_x	i_x	I_y	K_y	i_y	e	$\frac{H}{t}$	$\frac{I_x}{F^2}$	$\frac{K_x}{G}$
80 ×36	80	36	3,6	2,5	4,46	1,20	45,9	11,47	3,21	3,80	3,6	0,93	1,04	22,2	2,31	9,56
80+42	80	42	4,0	3,0	5,58	1,50	57,9	14,47	3,22	6,53	5,3	1,08	1,24	20	1,86	9,64
100 ×45	100	45	4,5	3,2	7,05	1,90	112,5	22,50	3,99	9,24	7,3	1,15	1,27	22,2	2,26	11,85
100 ×52	100	52	5,0	3,8	8,72	2,35	140,5	28,18	4,01	15,65	10,2	1,34	1,54	20	1,85	12,00
125 ×56	125	56	5,6	4,0	10,96	2,96	272,8	43,64	4,99	23,54	14,7	1,50	1,60	22,3	2,28	14,78
125 ×65	125	65	6,5	4,7	13,86	3,74	351,9	56,31	5,04	39,05	20,2	1,68	1,94	19,2	1,84	15,05
160 ×70	160	70	7,0	5,0	17,31	4,67	703,5	87,94	6,37	55,07	27,8	1,78	1,98	22,8	2,34	18,85
160 ×82	160	82	8,0	6,0	22,04	5,95	907,8	113,47	6,42	98,07	40,6	2,11	2,42	20	1,85	19,10
200 ×88	200	88	8,8	6,5	27,69	7,47	1744,9	174,50	7,94	137,93	56,1	2,23	2,46	22,7	2,28	23,40
200 ×105	200	105	10,0	7,3	34,57	9,34	2251,8	225,17	8,07	256,15	81,2	2,75	3,16	20	1,88	24,10
250 ×110	250	110	11,0	8,0	42,96	11,60	4248,4	339,87	9,95	343,00	110,6	2,83	3,10	22,7	2,30	29,30
250 ×128	250	128	12,5	9,0	52,93	14,29	5370,9	429,67	10,05	581,30	152,1	3,32	3,83	20	1,92	30,00

Stabilitási vizsgálatok

Az „R" sor alapján megadott szelvények keresztmetszeti méretviszonyainak ellenőrzésére az ÉKME Mérnökkari Mechanikai Tanszéke 11 db 300 cm hosszú, 100×55 mm névleges méretű „I" szelvényű AlMgSi 1 nemesített gerendán végzett kifordulási vizsgálatokat, azzal a végső célkitűzéssel, hogy összefüggést keressen a hajlítás és kifordulás szempontjából optimális keresztmetszeti méretviszonyokra.

Az elvégzett kísérletek száma természetesen nem teszi lehetővé végleges állásfoglalás kialakítását, de néhány fontos tanulság már is leszűrhető.

A gerendák gyártástechnológiájából egyértelmű magyarázatot kapunk a geometriai és szilárdsági adatok szórásának mértékére.

A 11 gerendán összesen 440 méretadatot értékelve, kedvező eredmény volt rögzíthető. Ezt a főbb méretadatokra a *3. táblázat* szerint lehet összefoglalni:

Sajtolt „I"-szelvények vizsgálata
Sajtolt „U" szelvények vizsgálata

3. táblázat

Méretadatok

Jellemző	H mm magasság	B mm talpszélesség	v mm talpvastagság	d mm gerincvastagság
Névleges	100	55	4,5	3,5
Átlag	99,74	54,77	4,61	3,26
Max.	99,98	54,85	4,64	3,31
Min.	99,29	54,68	4,58	3,22

A geometriai adatok kis szórása közvetlenül a préselési technológiából következik.

Ugyanakkor meg kell állapítani, hogy a gyártástechnológia közvetlen hatásaként lényegesen nagyobb a szilárdsági jellemzőkben mutatkozó szórás.

Könnyen belátható, hogy a szakító szilárdságban viszonylag kisebb különbség mutatkozik a maximális és minimális értékek között — a vizsgált próbapálca sorozatnál az eltérés 5% volt. A préselés utáni nyújtással történő egyengetés következtében a keresztmetszet egyes részeiben előbb következik be a folyás és ezért a kivágott pálcákon mért $\sigma_{0,2}$ értékek közötti legnagyobb különbség a 23%-ot, a δ_{10} nyúlások mért értékei közötti maximális különbség pedig a 40%-ot is elérte. A pálcákról felvett adatok világosan szemléltették, hogy a gerendakeresztmetszetek átellenes oldalain a folyási határ értékében, sőt a $\sigma - \varepsilon$ görbék alakjában is lényeges különbség van. Az ok a gerendák hideg megmunkálásában keresendő. Ezek a különbségek arra is magyarázatot adnak, hogy a kifordulás létrejötte előtt — gyakran alacsony hajlítási feszültségeknél is — miért jön létre jelentős oldalirányú elfordulás. Ugyanis a szelvény azon részei, amelyek eredetileg nem lettek a $\sigma_{0,02}$ (arányossági) határ fölé meghúzva, azonos feszítő erő mellett nagyobb nyúlást, illetőleg összenyomódást szenvednek, mint az eredeti $\sigma_{0,02}$ határ fölé húzott szelvény-elemek. A lokális deformációkülönbség feltétlenül oka a horizontális kimozdulás megindulásának.

Az elvégzett kísérletek egyik közvetlen célja volt azt tisztázni, hogy a szilárdsági jellemzőknek a gyártási technológiából származó és gerendánként, gerenda hossz mentén, sőt egy-egy keresztmetszetben mutatkozó számottevő szórása milyen

4. táblázat

Gerendák vertikális eltolódásából visszaszámított értékek

Gerenda jele	l, cm	ΔP, kp	Δy, cm	$\frac{\Delta P\, l^3}{48 \Delta y} = (EJ)$ 10^6kp cm²
1	200	413,38	0,73	94,38
2	200	392,98	0,66	99,24
3	200	353,33	0,63	93,47
4	200	555,74	0,90	102,91
5	200	434,03	0,77	93,94
6	290	176,48	0,92	97,47
7	290	137,28	0,70	99,65
8	290	117,47	0,62	96,27
9	290	117,47	0,59	101,16
10	290	157,16	0,79	101,08

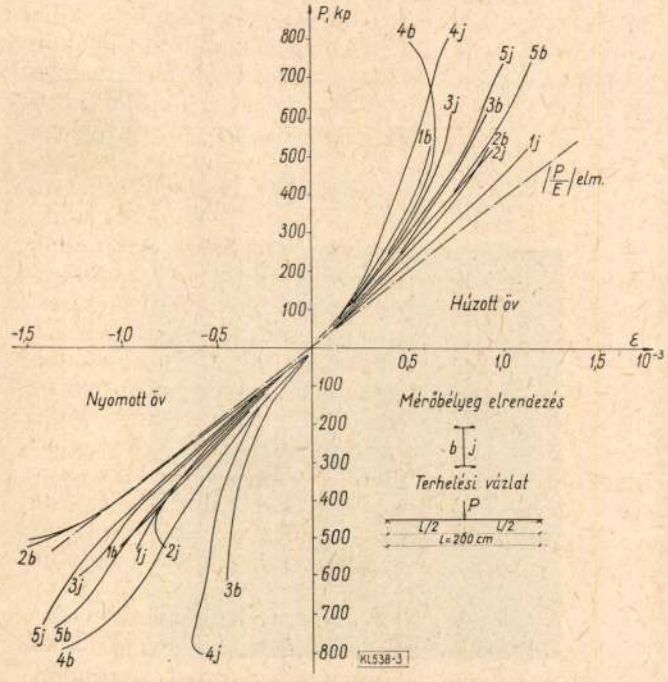
Átlag: 97,96. 10^6 kp. cm²

mértékben befolyásolja egy-egy gerenda merevségi jellemzőjének (EJ) értékét és kifordulással szembeni biztonságát. A kísérletek ebben a vonatkozásban megnyugtató eredményt adtak.

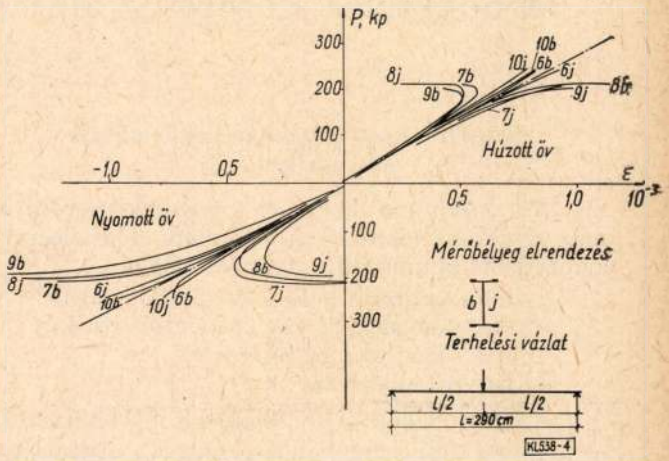
A gerenda keresztmetszetén belüli eltérő szilárdsági tulajdonságok csekély mértékben befolyásolják a gerenda egészének hajlító merevségét, mint ezt a gerendáknál mért vertikális eltolódásokból visszaszámított értékek bizonyítják (l. *4. táblázat*).

A fenti táblázatból kitűnik, hogy a teher és lehajlások alapján visszaszámított (EJ) érték az átlagtól csupán $\pm 4\%$-kal tér el.

Az $l = 200$ cm, illetőleg $l = 290$ cm támaszközű gerendák szélső szálaiban keletkező nyúlások terheléstől függő értékeinek görbéit a *3.* és *4. ábrán* foglaltuk össze. Az összefoglalható ábrák jól szemléltetik, hogy a kisebb ($l = 200$ cm) támaszköznél az anyag nem-lineáris tulajdonságai már erősen



3. ábra. P—ε ábra a 200 cm fesztávolságú gerendákhoz



4. ábra. P—ε ábra a 290 cm fesztávolságú gerendákhoz

befolyásolják a gerenda középkeresztmetszetében keletkező nyúlásokat, míg az $l = 290$ cm támaszköznél az ideálisan rugalmas alapon számítható nyúlásoktól lényegében véve csak a kifordulás létrejöttekor következik be eltérés. Az eltérés kiértékelése végett a lehajlásokból visszaszámított (EJ) értékkel meghatároztuk az elméleti $\left(\frac{P}{\varepsilon}\right)_{elm.}$ egyenest, melyet a 3. és 4. ábrán eredményvonallal rajzoltunk meg. A $\frac{P}{\varepsilon}$ egyenes hajlása ugyanis (ideálisan rugalmas anyagot feltételezve):

$$\varepsilon = \frac{M}{EJ}\, y;$$

$$M = \frac{Pl}{4}; \qquad y = 5 \text{ cm}$$

$$(EJ) = 97{,}96 \cdot 10^6 \text{ kpcm}^2$$

tehát $l = 290$ cm-nél

$$\frac{P}{\varepsilon} = \frac{4EJ}{y}\, l^{-1} = 78{,}368\, \frac{1}{290} 10^6 \text{ kp} = 270{,}23 \cdot 10^3 \text{ kp}$$

$l = 200$ cm-nél

$$\frac{P}{\varepsilon} = 78{,}368\, \frac{1}{200} 10^6 \text{ kp} = 391{,}84 \cdot 10^3 \text{ kp}$$

A fenti következtetések világosan igazolják, hogy a gerenda középső keresztmetszetének lehajlása a gerenda egészének tulajdonságait magában foglaló integrálérték, mely a lokális tulajdonságoktól csak kis mértékben függ.

A kísérleti eredmények azt is igazolják, hogy a kifordulást létrehozó kritikus teher értéke a rugalmas elmélet alapján elfogadhatóan számítható.

Az egyes gerendák kritikus terhében mutatkozó eltérés a szilárdsági tulajdonságok lokális szórásával nincs lényeges összefüggésben, az eltérés döntően a kísérleti berendezés tökéletlenségéből származik.

IRODALOM

[1] Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Mérnökkari Mechanikai Tanszék. 2. számú Előrehaladási jelentés. 1965.

A hőkezelés szerepe az alumínium kábelipari feldolgozásakor

Dr. HOFFMANN PÁL okl. vegyész
Magyar Kábel Művek

A hőkezelések folyamán bekövetkező meghibásodások

Az alumínium meleg- és hidegalakítása folyamán az alábbi hőkezelések fordulnak elő (beleértve az ötvözött alumínium hőkezeléseit is):

a) homogenizáló hőkezelés (tuskó, huzal)
b) alakítást megelőző előmelegítés (tuskó)
c) feszültségtelenítő hőkezelés
d) lágyító hőkezelés.

A felsorolt hőkezelési eljárások mechanizmusa — hőmérsékleti, és időbeli lefolyása is —, általában különböző, ezért célszerű áttekinteni azokat a fizikai folyamatokat, amelyek e hőkezelések alatt végbemennek.

A *homogenizáló hőkezelés* célja, hogy az alapfémben jelenlevő idegen anyagok oldott állapotba kerüljenek, vagyis az alapfémmel azonos fázist képezzenek. Erre azért van szükség, hogy az alakításra kerülő fémben — az attól eltérő keménységű és rendszerint sokkal ridegebb — szegregátumok ne „nyírják" a huzalalakítás közben megnyúló szövetet.

Az E-Al 99,5, és az Al 99,7 típusokban a Si és a Fe, az E-AlMgSi ötvözetekben pedig a Mg és Si (lényegében Mg_2Si), valamint a Fe van jelen a legnagyobb mennyiségben, oldódásuk hőmérsékleti és időbeli viszonyai határozzák meg tehát a homogenizáló hőkezelés körülményeit.

A fázisdiagramok, valamint a homogenizálási viszonyokra vonatkozó egyéb kísérleti adatok értékelése alapján megállapítható, hogy a jelzett összetételek tökéletes oldódása 500°C felett következik be, a hőkezelés hőmérsékletét tehát célszerűen 530 ±10°C-ban határozták meg. Az időszükségletet viszont, amelyben benne foglaltatik a tuskók (huzalok) berakásától a kivételéig tartó minden részidő, esetenként, a használt kemencetípustól, a felfűtés sebességétől, valamint a berakott fém mennyiségétől függően kell megállapítani.

A homogenizáló hőkezelés az alapfémben, mint oldószerben (közegben) lefolyó oldás folyamatát jelenti, amely lényegében az idegen anyagok diffúziójának mechanizmusa szerint megy végbe az alapfémben.

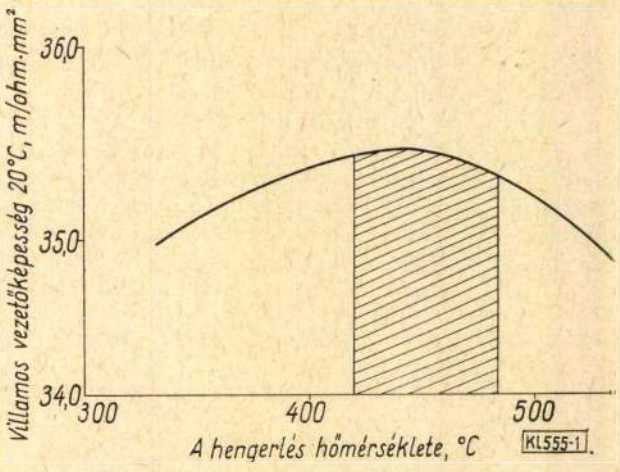
A vizsgálatok bebizonyították, hogy az alapfém szemcsehatárain felszaporodó, rendszerint oxidos szennyezéseket is tartalmazó ötvözők lényegesen lassúbban oldódnak fel, mint a szemcsehatárokon belül sokkal finomabb eloszlásban levő ötvözők. A gyakorlatban a homogenizáló hőkezelés alatt legtöbbször csak az utóbbi, gyorsabb lefutású folyamat megy végbe, amiből az következik, hogy éppen a durvább inhomogenitások maradnak vissza. Nyilvánvaló azonban az is, hogy a tuskó viszonylagos oxidmentességét még öntés előtt biztosítani kell, különben a homogenizáló hőkezelés energiaszükséglete gazdaságtalanul megnő.

Az *alakítást megelőző hőkezelés* célja az alakítás erőszükségletének csökkentése. Amennyiben nem ötvözetről van szó, a kijelölendő előmelegítési hőmérsékletet két, egymással ellentétes irányú effektus optimuma határozza meg.

Ezen hatások, valamint az *1. ábra* értelmében a hengerlést megelőző, homogenizálással nem kombinált, előmelegítés hőmérsékletét 400—450°C-ban állapították meg. Általában ezt a hőmérsékletet írják elő a sajtoláshoz is, bár ott a belső súrlódásból eredő hő keletkezése miatt a felfűtési hőmérséklet némileg csökkenthető.

Az erőszükséglet csökkentése a hőmérséklet növelését kívánná meg. Ezzel az effektussal áll szemben az a másik hatás, amely a hőmérséklet növelésével arányosan a fém szemcsézetének növekedésére, majd eldurvulására vezet. Ez utóbbi effektusról már kifejtettük [1], hogy a nemkívánatos szemcsedurvulás az alakított hossz egyes szakaszai tulajdonságának ingadozására vezet, durvaszemcsés szerkezetű tuskó pedig a hengerlés első szúrásaiban fel is hasadozhat *(2. ábra)*.

Az 1. ábrában szemléltetett összefüggést érdemes behatóbban is tanulmányozni. Lényegében arról van szó, hogy az azonos körülmények között,



1. ábra. A hengerlés hőmérséklete és a villamos vezetőképesség közti összefüggés



2. ábra. A hengerlés során felhasadt durvaszemcsés tuskó

azonos végméretre hengerelt durvahuzal fajlagos vezetőképessége 20°C-on mérve kezdetben nő, majd maximumon halad át, ha a hengerlendő fém hőmérsékletét növeljük. A hengerlendő anyag hőmérsékletét tovább növelve azonban a szövet eldurvulása is bekövetkezhet.

A szemcsézet növekedésének elkerülése érdekében — amely nyilvánvalóan időben lejátszódó folyamat — az előmelegítés idejét a lehető legrövidebbre kell szabni.

Ez a körülmény is világosan szemlélteti a homogenizálás és az előmelegítés körülményeinek alapvető különbségét.

Ugyancsak az 1. ábra szerinti összefüggés hívja fel a figyelmet arra is, hogy milyen rendkívül fontos a gyártási tétel egyenletes hőmérsékletének biztosítása. Már ismertettük [1] *Feldmann* okfejtését a hengerelt anyag eleje és vége közötti — adott esetekben nem is csekély — tulajdonság-eltérések értelmezésére. Ezt az okfejtést kiterjesztettük a nem egységes szemcsézetű fém hengerelt állapotának egy teljes hosszon belül ingadozó tulajdonság indokolására is.

Üzemi tapasztalatok

A Magyar Kábel Művek hengerművében a tuskókat pakuraolaj fűtésű kétirányú tüzelési rendszerrel működtethető, jól szabályozható áttolókemence melegíti elő. Ebben a kemencében a hőkezelési kritériumok minden vonatkozásban teljesíthetők.

Régebben a tuskók előmelegítésére és homogenizálására pakura tüzelésű berakó kemencéket használtunk.

Ebben a kemence típusban a tuskóhőmérséklet viszonylagos egyenletessége nagy nehézségek árán volt biztosítható. A hőntartás minimális időszükséglete azonban egyáltalában nem volt betartható, mert a berakott tuskók soron következő darabjait csak az előzőek hengerlése után lehetett eltávolítani.

Ez utóbbi kemencetípus zavaró körülménye volt az is, hogy az egymásra rakott tuskók egyenlőtlenül melegedtek. Ezért a hengerlésre kerülő tuskók is különböző hőmérsékletűek lehettek. Ezen az sem segített, hogy a felület hőmérsékletének mérése alapján valamennyi tuskót — hengerlés előtt — előírt hőmérsékletre hűtötték le.

A berakókemencében hőkezelt egyes tuskók eleje és vége között gyakran 60°C-nál nagyobb hőmérsékletkülönbség alakult ki. Ezen körülmény hatásának ellenőrzése érdekében szándékosan kísérleteztünk olyan előmelegítéssel, hogy a tuskók hosszában 340—400°C határok közötti egyenlőtlenséget állítottunk elő.

A hengerlés befejeztével a huzalok azonos körülmények között, levegőn hűltek le a szobahőmérsékletre, majd 24 óra elteltével a huzalok két végén levő daraboknak megmértük a villamos ellenállását. Mérési eredményeket a *1. táblázat* ismerteti.

A táblázatból kitűnik, hogy az egyenlőtlen hőmérsékletek következtében a huzalvégek ellenállásában átlagosan 1,1%, az egyes esetekben azonban 3,4% eltérés is volt.

1. táblázat

Egyenlőtlen hőmérsékletű tuskókból hengerelt huzalok végein mért ellenállások

Sorszám	Fajlagos villamos ellenállás		Ohm mm²/m különbség
	eleje	vége	
1.	0,027 65	0,027 75	0,000 10
2.	0,027 70	0,027 80	0,000 10
3.	0,027 80	0,027 85	0,000 05
4.	0,027 80	0,027 98	0,000 18
5.	0,027 95	0,028 00	0,000 05
6.	0,027 95	0,028 20	0,000 25
7.	0,027 60	0,027 80	0,000 20
8.	0,027 52	0,028 20	0,000 68
9.	0,028 00	0,028 95	0,000 95
10.	0,027 50	0,028 18	0,000 68
11.	0,027 95	0,027 96	0,000 01
12.	0,027 95	0,028 20	0,000 25
Átlag:	0,027 78	0,028 07	0,000 30

Ezek a látszólag kicsiny számok a valóságban jelentős ellenállás-változásokat jelentenek. Az IEC előírások a lágy és a keményre húzott alumíniumhuzalok ellenállásában ui. csupán 0,94% eltérést engednek meg. A tuskó egyenlőtlen hőmérsékletéből eredő differencia tehát máris sokkal nagyobb volt, mint a teljes keményedési folyamatra fordítható növekmény.

A melegalakítás befejeztével elkészült féltermék lehűlése folyamán bekövetkező egyenlőtlen kilágyulás okairól már megemlékeztünk [1].

Kézenfekvő lehetőség adódik e meghibásodás kiküszöbölésére is, ha a melegen alakított féltermékeket (hengerelt, illetve sajtolt alaphuzalt) végmérete elérése után azonnal, hirtelen lehűtjük, vagyis az alakítás utolsó lépcsőjében elért állapotát rögzítjük.

Ezzel a megoldással a tuskó egyenlőtlen felmelegedéséből, illetve a szövetének egyenlőtlenségeiből adódó tulajdonság-különbségeket annyiban vagyunk képesek csökkenteni, amennyiben elveszszük az egyenlőtlen mértékű kilágyulásból az előző hibákra szuperponálódó további eltolódások lehetőségét.

A melegalakításból kikerülő féltermék hirtelen lehűtése azonban még egy másik érdekes körülményre is képes megoldást adni.

Megfigyeltük ugyanis, hogy mind a hengerlésből, mind a sajtolásból kikerülő, szabad levegőn lehűlő, különböző átmérőjű alaphuzalok mechanikai tulajdonságaiban eltérések vannak. Többszáz próbapálca vizsgálatának átlagolt eredményét a *2. táblázat* ismerteti.

2. táblázat

Különböző átmérőjű, szabadon lehűlő hengerelt és sajtolt 99,5-os Al alaphuzalok mechanikai tulajdonságai

Huzaltípus	Átmérő, mm	Szakítószilárdság, kp/mm
Sajtolt	18	7,5
	10,5	8,3
Hengerelt	12	9,2
	10,5	10,5

Az alaphuzalok redukciójának mértéke (a tuskó keresztmetszetéhez képest) mindkét típus esetén igen nagy, az tehát, hogy a sajtolt alaphuzal átmérője 10,5 és 18 mm ∅ volt, nem indokolhatja a szilárdságukban észlelhető különbséget (a sajtolás egyéb fizikai körülményei egyébként azonosak voltak).

A sajtolt huzalon észlelt jelenség okait keresve megállapítottuk, hogy a szilárdság változása a különböző méretű alaphuzalok eltérő lehűlési viszonyaival értelmezhető. A vastagabb méretek ugyanis, kisebb fajlagos felületükből kifolyóan lassabban hűlnek le, kilágyulásukra tehát több idő áll rendelkezésre.

Ha azonban a melegalakítást követően a huzalokat azonnal, hirtelen lehűtjük — vízbe mártjuk —, akkor a kilágyulás nem következik be, a sajtolt huzalok szilárdsága gyakorlatilag függetlenné válik méreteiktől és egyben kismértékben meg is nő.

A megakadályozott kilágyulás eredményeképpen a tuskóhibákból átöröklött egyenlőtlen mechanikai, és villamos tulajdonságok kialakulását is sikerült meggátolni. Ezáltal a sajtolt, sőt elsősorban a hengerelt alaphuzalok teljes hosszára kiterjedő inhomogenitások mértéke is csökkent.

Hűtéssel a sajtolt alaphuzalok szakító szilárdsága 8—18 mm ∅ tartományban egységesen kb. 9,5 kp/mm² a hengerelteké pedig 10—12 mm ∅ között kb. 10,5 kp/mm² 8—10 mm ∅ között kb. 11,5 kp/mm².

Az új áttoló kemencében az egyenletesebb és rövidebb ideig tartó előmelegítés következményeként a szilárdság-értékek kedvezően alakulnak.

Következtetések

Az ún. feszültségtelenítő és lágyító hőkezeléseket lehetséges együttesen tárgyalnunk, mert lényegében egyazon folyamat különböző, egymástól az időben is elkülöníthető, fázisról van szó.

Lágyítás után a fémben sem ún. keményedés, sem alakváltozási feszültség nem marad vissza, sőt tökéletes kilágyuláskor a deformált kristályok is eltűnnek.

A hidegen alakított kemény fém lágyító hőkezelésének mechanizmusa rendre a következő részfolyamatokra tagozódik:

a) alakítási feszültségek feloldása,
b) a deformálódott kristályok megújulása,
c) a megújult kristályok növekedése.

Az alakítási feszültségek megszüntetése csak kevéssé csökkenti a fém szilárdságát. Ugyancsak jelentéktelen a szemnagyság változása is.

A szilárdsági mutatók ugrásszerű csökkenésére és a szemnagyság növekedésére — a mechanizmus második és a harmadik szakaszában — kerülhet sor az ún. tulajdonképpeni lágyítási folyamatban. Ezek a folyamatok az alakított fém eltorzult kristályait felépítő rácselemek helyváltozásával, elmozdulásával, vagyis a fématomok öndiffúziójával kapcsolatosak. A hőmérséklet növelése növeli a lágyítás sebességét, mert ilyenkor nő a fématomok öndiffúziójának sebessége is.

A diffúzió sebességi egyenlete:

$$\frac{dn}{dt} = -D\frac{dc}{dx} \qquad (1)$$

amelyben dn a dt idő alatt elmozduló részecskék száma, D a diffúzióállandó, dc a koncentrációesés a dx rétegvastagságon.

A diffuzióállandó a

$$D = D_0 e^{-\frac{E}{RT}} \qquad (2)$$

összefüggés szerint változik az abszolút hőmérséklettel, amelyben D_0 diffúzióállandó $T = \infty$ hőmérséklet esetén, vagyis amikor a fém az ideális gáz állapotában van. A (2) egyenletben szereplő E a diffúzió ún. aktiválási energiája, R pedig az egyetemes gázállandó.

Az (1) és (2) egyenletekből kiolvasható, hogy a hőmérséklet növelése exponenciálisan növeli a lágyítási folyamat sebességét. Nagy lágyítási sebesség következtében azonban a lágyulási mechanizmus három szakasza olyannyira egymásba olvadhat, hogy közöttük gyakorlatilag nem tehető időbeli különbség, vagyis pl. a feszültségmentesítéssel egyidejűen az újrakristályosodás is bekövetkezhet.

Amennyiben tehát a lágyítási folyamat egyes szakaszait szét kívánjuk választani, úgy a lágyítás hőmérsékletét viszonylag alacsony hőfokon kell tartanunk, tehát a D—T diagram azon szakaszában amelynél a ΔD változást közel azonos ΔT változás idézi elő.

E helyen ismételten kitérünk arra a már ismertetett [1] jelenségre, ami a hőkezelési idő és az alakítási redukció összefüggésével volt kapcsolatos.

A szilárdság és a belső feszültségek együttesen a fém belső energiájához csatlakozó jellemzők, ezért az alakítás mértékének növelése tehát a fém belső energiájának növekedését eredményezi.

Az alakított fém, a belső energiájának megnövelése következtében ún. instabil állapotba kerül. Egyre nagyobb törekvés indul meg tehát a fémben stabilis állapotának visszanyerése érdekében. Az a hőenergia, amelyet a fém felvesz a hőközlés alkalmával, adja meg a „lökést" ahhoz, hogy a számára instabil állapotból az alacsonyabb energiatartalmú stabil állapotba juthasson.

A lágyulás sebessége tehát a stabil és az instabil állapotok energiakülönbségével arányosan változik Ezek a viszonyok elméletileg is számíthatók.

A fentiekből arra a következtetésre jutunk, hogy egyidejűen csak azonos mértékben alakított huzalokat célszerű feszültségtelenítő, valamint lágyító hőkezelésnek alávetni. A hőkezelések gazdaságossága szempontjából is célszerű azonban a különböző mértékben alakított huzalok együttes lágyítását elkerülni, mert a nagyobb mértékben alakítottak lágyítási idejét és költségeit indokolatlanul növeli a kisebb mértékben alakítottak egyidejű jelenléte.

A feszültségtelenítő és lágyító hőkezelések időbeli és hőmérsékleti viszonyait kísérletileg határozzák meg.

Az E-AlMgSi anyagra e vizsgálatok eredményeit *Balázs* és *Kiss* munkája [2] ismerteti. Kísérletek tanúsága szerint az E-AlMgSi ötvözetből készült huzalok feszültségtelenítése 140°C-on 5—6, 165°C-on 1,5—2 óra alatt megy végbe. Ez utóbbi hőmérsékletet, illetve időtartamot használjuk, figyelembe véve a kemencetípus adottságait.

Az E-Al 99,5 típusú alumíniumból készült huzalok lágyítására általában csak akkor van szükség, ha kifejezetten a lágy, valamint lágy és a kemény állapot közötti* szilárdságú huzal előállítása a feladat.

A lágy és a kemény állapot között előírt szilárdságokat közbenső lágyítással, majd azt követő továbbhúzással érik el. A teljesen lágy állapot a végméretre húzott huzal kilágyításával biztosítható. Ezt a műveletet ún. „ellenállás-állandóságig" kell végrehajtani.

A lágyító hőkezelés 350—500°C közötti hőmérsékleten, 7—1 óráig tart, attól függően, hogy milyen volt a huzal előzetes alakításának mértéke (ez különösen 50% alatti, vagy e feletti alakításnál igen döntő). Függ a lágyítási idő és hőfok attól is, hogy a huzal Fe, illetve Si tartalma milyen alak ban volt az e hőkezelést megelőzően.

Amennyiben ugyanis a melegalakítás befejeztével az alaphuzal levegőn hűlt le (régebbi eljárás), akkor a Si gyakorlatilag teljes mértékben kivált a szilárd oldatból [3]. Ha viszont az előzőekben ismertetett „befagyasztásos" eljárással a melegalakítás után azonnal hirtelen lehűtjük az alaphuzalt, úgy a Si szegregációja nem, vagy csak részben következik be. Ilyenkor a lágyítás alatt biztosítanunk kell a szegregációt is, ami vagy a lágyítási hőmérséklet, de inkább az időszükséglet növelése által valósítható meg.

Pusztán a még nagyobb mértékű alakítás érdekében az alumíniumot (E-Al 99,5 és az ennél tisztább típusokat) nem szükséges úgy lágyítani, mint a rezet. Az általában használatos 90—95%-os redukciók korántsem merítik ki az E-Al 99,5 alumínium húzhatóságát.

* A hazai szabványelőírások lágy, félkemény és kemény alumíniumhuzalokat különböztetnek meg. Az angolszász előírásokban lágy, félkemény, háromnegyedkemény és kemény huzalok szerepelnek.

IRODALOM

[1] *Dr. Hoffmann:* Az alumíniumtuskók kábelipari feldolgozásának minőségi feltételei. Koh. Lapok 1967 185. p.

[2] *Balázs—Kiss:* Vezeték célokra szolgáló nemesített ötvözött alumíniumhuzalok. Koh. Lapok 1957. 488. p.

[3] *Feldmann:* Alumínium, 1958. 530. p. és 1959. 13. p.

Hazai alumíniumipari hírek

Timföldgyártás

Az Ajkai Timföldgyár sóleválasztási rendszerének tökéletesítésére a korábbi években centrifugák beszerzését irányozták elő. A közelmúltban egy sócentrifuga megfelelő tartozékokkal az Ajkai Timföldgyárba érkezett. A közeljövőben felszerelésre és beindításra kerül.

*

Sikeresen haladnak előre a Magyaróvári Timföld- és Műkorundgyárban az új erőmű beruházási munkái. A beruházási munkák kedvező állása lehetővé teszi, hogy még a IV. negyedévben kipróbálásra kerüljön nagyobb hőmérsékletű és nyomású feltárás.

*

Alumíniumkohászat

A Magyaróvári Timföld- és Műkorundgyárban sikerült az üvegipari célra alkalmas öntött tűzálló kádkövek minőségét jelentősen javítani. Az idomtestek gyártási ridegségét, törékenységét sikerült gyakorlatilag teljesen megszüntetni. Jelentősen csökkent továbbá az idomok porozitása és növekedett a kövek térfogatsúlya. A fejlesztések eredményeképpen az eddigi hagyományos Korvisit mellett újtípusú tűzálló köveket fejlesztettek ki Novokor és Zirkosit elnevezéssel.

*

Félgyártmány-gyártás

Új termékek gyártása indult meg a Székesfehérvári Könnyűfémműben: a mezőgazdasági öntözött területek növelése és növénytermesztési kultúránk fejlesztése érdekében széles körű öntöző berendezés gyártási program került kidolgozásra, melynek keretében a Székesfehérvári Könnyűfémmű kooperációban a berendezések nyomóoldali szerelvényeihez a csővezetékeket, műtrágyaoldó tartályokat gyárt és a kapcsolófejek felhegesztését végzi. Ez évben 20 garnitúra komplett berendezés kerül legyártásra.

A Magyar Kábel Művek speciális kábelköpeny sajtójának rendeltetésszerű kihasználása és az össz kábelköpenynek a közvetlen rásajtolással történő gyártása érdekében a Székesfehérvári Könnyűfémmű a jövőben nem fog kábelcsövet gyártani. A leadott kábelcső-gyártás helyett az MKM-től átveszi a folyamatos sajtolási eljárással gyártott alakos szektorhuzalok gyártását. A kísérleti gyártások kedvező eredménnyel folytak le, melyeknek alapján a Könnyűfémműben 1967-ben mintegy 300 t alakos szektorhuzal kerül legyártásra. (ROJ)

*

Az Inotai Alumíniumkohóban 1967. első negyedévében kezdődött meg egy keskenyszalag öntvehengerlő berendezés próbaüzemeltetése. A berendezés fő részei: öntőgép, duó-hengersor, hidraulikus repülőolló és ikercsévélő. Az öntési-, a hengerlési- és a csévélési sebesség fokozatmentesen változtatható és szinkronizálásuk automatikus. A hazai tervezésű és gyártású berendezés alkalmas 80—240 × 20 mm szelvényű szalagok folyamatos öntésére és hengerlésére, 1,5—3,5 t/óra teljesítménnyel. Az öntvehengerelt keskenyszalagból a felhasználók tubustárcsát gyártanak.

*

Az Inotai Alumíniumkohóban jún. 15-én kezdődött meg egy *Properzi 7* típusú huzalöntvehengerlő berendezés próbaüzemeltetése.

Az öntőgépet és a hengersort az olasz Continuus cég, a csévélőgépet a francia Office Technique de Trefiles cég szállította. A folyékony fémet két 16 t befogadóképességű, ellenállás fűtésű, buktatható kemence biztosítja. A Properzi 7 típusú berendezés alkalmas: ∅ 7,60, 9,53, 11,95 és 15,01 méretű ötvözetlen és ötvözött vezetékhuzalok gyártására 3,5—4,5 t/óra teljesítménnyel. A szerződéskötéstől az üzembehelyezésig 1,5 év telt el.

Jánosi Miklós

Kismennyiségű Ti és V spektofotometriás meghatározása alumíniumban

POSGAY GYÖRGYNÉ
okl. vegyészmérnök

Dr. SAJÓ ISTVÁNNÉ
okl. vegyészmérnök

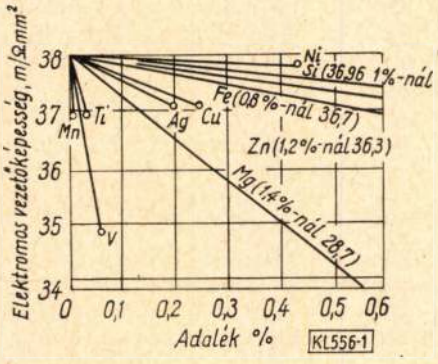
HORVÁTH MARGIT
okl. vegyészmérnök

Fémipari Kutató Intézet

DK.: 546.821.881:535.243:669.71

Az alumínium elektromos vezetőképességét mind az ötvöző adalékok, mind a megmunkálás egyaránt jelentősen megváltoztatja.

Különböző elemeknek az alumínium vezetőképességét módosító hatásait *Gauthier* diagramja tünteti fel [1] *(1. ábra)*.



1. ábra. Összefüggés az elektromos vezetőképesség és az ötvözetben levő adalékmennyiség között

A vezetőképességet a titán, vanádium és mangán szennyezések nagymértékben csökkentik, a króm kis mennyisége azonban már akkora mértékben csökkenti, hogy az adalék százalékos tengelyén nem tüntethető fel. Ezért követeli meg a villamosvezeték alumínium-minőségére készített szabvány, hogy a titán, mangán, vanádium és króm megengedhető szennyeződésének összmennyisége legfeljebb 0,030% lehet [2] és ezen belül az egyes szennyező elemek mennyisége nem haladhatja meg a 0,01%-ot.

Előző munkánkban a fémalumínium króm-tartalmának meghatározásával foglalkoztunk [3]. Ebben a dolgozatunkban a vezetékhuzal titán- és vanádium-tartalmának meghatározására használható érzékeny módszereket értékeljük és saját módszerünket írjuk le.

Korábban a titánt és vanádiumot csaknem kizárólag hidrogénperoxiddal határozták meg [4]. A kohóalumíniumnál tisztább fémminták és ötvözeteik vizsgálatára egyre inkább egyéb érzékenyebb módszerekkel kellett dolgoznunk. Így a titán meghatározására kromotrópsavas [5] és szulfoszalicilsavas [6] módszereket, a vanádium meghatározására a nátriumwolframátos módszert [7], valamint a difenilaminos indikálást használtunk [8] és eközben megismertük viszonylagos előnyeiket és hátrányukat. Egyidőben az egyre érzékenyebb módszereket sürgető alumíniumipar számára még újabb reagenseket is kipróbáltunk. Éspedig titánra tiront, diantipirilmetánt, vanádiumra a n-benzoil-n-fenil-hidroxilamint. Az *1. táblázatban* összeállítottuk e reagensek érzékenységét [13].

A reagensek érzékenysége

1. táblázat

Meghatározandó elem	Kémszer	Oldószer	Érzékenység, μg/ml
Titán	Hidrogénperoxid	Víz	0,200
	Kromotrópsav	Víz	0,020
	Szulfoszalicilsav	Víz	0,014
	Tiron	Víz	0,010
	Diantipirilmetán	Víz	0,010
Vanádium	Hidrogénperoxid	Víz	0,400
	Nátriumwolframát	Víz	0,200
		n-hexanol	0,027
	n-benzoil-n-fenil-hidroxilamin	Kloroform	0,012
	Difenilamin	Víz	0,06

Titán-tartalom meghatározása

Az 1. táblázatból látható, hogy a szulfoszalicilsavas módszer a hidrogénperoxidosnál tizenötszörte. érzékenyebb. Hátránya azonban, hogy az alumínium a szulfoszalicilsavval színtelen komplexet képezve csökkenti a titán-szulfoszalicilsav-komplex színének intenzitását. Ezért a mérőgörbét lehetőleg titánmentes alumínium törzsoldathoz hozzámért titán segítségével kell megrajzolni. Ezen alumínium titán-tartalmának ismertnek és a mérendő alumínium mintáénál kisebbnek kell lennie, ami a 99,99% és tisztább alumínium elemzésekor nem elhanyagolható hátrány. Ugyanez a hátránya a hidrogénperoxidos módszernél tízszerte érzékenyebb kromotrópsavas meghatározásnak is.

Tekintettel ezekre a hátrányokra, a hidrogénperoxidos módszernél hússzorta érzékenyebb *A)* alatt [9] [12] leírt tironos és a *B)* alatt [10] ismertetett diantipirilmetános reakciókat használtuk a vezetőképes alumínium titántartalmának meghatározására.

Jobin-Yvon Maroc II. típusú spektrofotométerrel mértünk. Wolfram lámpával és 2000—6600 Å tartományú mérésekre alkalmas Sb fotocellával dolgoztunk. A galvanométert a tápegységről szabályozható negyedik fokozaton használtuk, azaz a 100 részre osztott skála végkitérése 2,5 μA-nak felelt meg, tehát az érzékenység $2{,}5 \cdot 10^{-9}$ A nagyságrendű volt. A galvanométerünk skálája extinkció, ill. transzmisszió mérésére alkalmas beosztású.

A) A tironos módszer

A mérés elve: A tiron (dinátrium-1-2-dihidroxi-benzol-3-5-diszulfonát) a Ti^{4+} ionokkal intenzív sárga színű komplexet hoz létre.

Előkísérletek alapján a szín erősségét állandónak és arányosnak találtuk a titán koncentrációval, ha a tiront előírásunk szerinti feleslegben használtuk. Zavar a Fe^{3+}, mert a tironnal színes komplexet képező. A 0,06% Fe^{3+} zavaró hatását —

aszkorbinsavas redukcióval — még ki tudtuk küszöbölni. Ha az Fe^{3+} és Fe^{2+} összege a 0,06%-ot meghaladta, akkor a minta előzetesen meghatározott vastartalma szerint — a vas-tiron komplex színének kompenzálása céljából — a vakpróbához $FeCl_3$ oldatot adtunk.

Zavar a vanádium is. Az irodalom [9a] 0,008% V_2O_5-re számított értéken alulit tart megengedhetőnek. Ellenőrző méréseink szerint azonban 0,02% V_2O_5 még nem zavar. Az alumínium zavaró hatását a pH megválasztásával küszöbölhetjük ki.

Hullámhossz és az optimális pH kiválasztása: A mérőgörbék felvételénél meggyőződtünk a szükséges hullámhosszról, megrajzolva az extinkció—hullámhossz függvényét. A maximumot 380 nm hullámhossznál találtuk. Megvizsgáltuk a reakció pH érzékenységét. Tapasztalataink szerint az alumínium-tiron komplex zavarását kiküszöbölhetjük EDTA hozzáadásával. Azt észleltük hogy a pH 4,0-től 5,7 pH-ig alkalmas a mérésekhez. Az 5,7 feletti pH már változtatja az extinkciót. Teljesen kiküszöböltük az alumínium ion zavaró hatását, több tironnal és kisebb pH-val. Ekkor nem kell az EDTA sem. A pH-t Na-acetát oldattal állítjuk be pH 3,8-ra ±0,1 érzékenységgel. A beállított pH-t ellenőriznünk kell.

A szükséges vegyszerek:

Tiron: 8 g vízben oldunk 100 ml-re töltjük fel.

Nátriumacetát oldat: 54,4 g nátriumacetátot ($CH_3COONa \cdot 3\,H_2O$) 50 ml vízben oldunk és 100 ml-re töltjük fel.

Nátriumhidroxid oldat: 25%-os NaOH oldat.

Kénsav: H_2SO_4, fs 1,84.

Salétromsav: HNO_3 fs 1,40.

Aszkorbinsav oldat: 2 g aszkorbinsavat vízben oldunk és 100 ml-re töltjük fel.

a)-jelű titán oldat: Előzetesen 50°C-on egy órán át szárított K_2TiF_6-ból 2,520 g-ot platinatégelybe mérünk. Néhány csepp vízzel megnedvesítjük, majd 10 ml tömény kénsavval — a fluor eltávolítása céljából — óvatosan lefüstöljük. A lefüstölést 5 ml tömény kénsavval megismételjük. A maradékot 3 ml tömény kénsavval oldódásig melegítjük. Lehűlés után a platinatégely tartalmát 100 ml víz és 20 ml tömény kénsav elegyében 200—300 ml-es pohárban oldjuk. Az anyag teljes feloldódása után a tégelyt bemossuk és az oldatot az esetleges zavarosság teljes megszűnéséig melegítjük. Lehűlés után 500 ml-re töltjük. 1 ml oldat 1,0 mg Ti-nek felel meg.

b) és *c)*-jelű hígított titán oldat az *a)*-jelűből 10-, illetve 100-szoros hígítással 100 μg/ml Ti, illetve 10 μg/ml Ti-tartalmú oldatot készítünk. Hígítanunk mindig a méréssorozat előtt frissen kell 100 ml-ként 2 ml 1+1 kénsav hozzáadásával.

pH-mérő, vagy indikátor papír: 3,0—4,5 pH közötti mérésre.

Az *1.)*-jelű vasoldathoz 0,200 g tiszta vasat, vagy 0,286 g *Brandt*-féle vasoxidot 50 ml 1+1 sósavban melegítve oldunk, majd mérőlombikban 1 literre töltjük fel. Az oldat 0,2 mg/ml vasat tartalmaz.

A *2)*-jelű hígított vasoldat: 25 ml *1.)*-jelű vasoldathoz hozzá adunk 10 ml 1+1 HCl-t és 100 ml-re töltjük fel. Az oldat 0,05 mg/ml, azaz 50 μg/ml vasat tartalmaz.

Vakpróba oldat: 30 ml cc HNO_3-t kevés vízzel felhígítunk és óvatosan hozzáadunk 20 ml 25%-os NaOH oldatot. 200 ml-es mérőlombikban jelre töltjük.

Vizsgálati eljárásunk

Mint fentebb említettük, a pH beállítása igen fontos. Előzetesen vakpróbán be kell állítani oly módon, hogy 25 ml vakpróba oldathoz 3 ml *c)*-jelű titán oldatot, kb. 5 ml vizet és 10 ml tiron oldatot adunk. Mi a pH-t mikrobürettából adagolt nátriumacetát oldattal 3,8-ra állítottuk be. A pH-t vagy liphan, vagy stuphan lépcsős pH papírral, vagy *Radelkis* pH-mérővel ellenőriztük. Az ekkor fogyott ml-eket feljegyeztük és ezt az adatot a kiértékelő görbe felvételekor hasznosítottuk.

A kiértékelő görbe felvételéhez 6 db 100 ml-es mérőlombikba 25—25 ml vakpróba oldathoz 0,0, 0,5, 1,0, 2,0, 3,0, 6,0 ml (azaz 0, 5, 10, 20, 30 és 60 μg titán tartalmú) *c)*-jelű hígított titán oldatot adtunk bürettából. Vízzel kb. 40 ml-re hígítottuk 10 ml tiron oldatot és annyi nátriumacetát oldatot adtunk hozzá, mint amennyit az előzetes pH beállításkor feljegyeztünk.

A *0* ml *c)*-jelű titánoldatot tartalmazó oldathoz az alumíniumminta előzetesen meghatározott vastartalma szerint a *2.*-jelű hígított vasoldatból a minta 0,25 g-jában levő vastartalmával egyenértékű mennyiségű vasat adtunk hozzá. 2 ml aszkorbinsav oldat és 30 ml kiegyenlítő (puffer) oldat hozzátétele után az oldatokat elegyítettük, majd 100 ml-re feltöltöttük és összeráztuk. 20 perc várakozás után 380 nm hullámhosszon a *0* jelű vastartalmú oldattal összehasonlítva fotometráltuk. A kapott extinkciókból a hozzájuk tartozó titántartalmak ismeretében megszerkesztettük a mérőgörbét.

A vezeték gyártásra használt minták elemzése

1 g mintát 10 ml 25%-os NaOH-ban oldottunk. Oldás után 15 ml cc HNO_3-at adtunk hozzá és addig forraltuk, míg az oldat tiszta lett. Ezután 100 ml-es mérőlombikban desztillált vízzel jelig töltöttük. Az optimális pH-t 25 ml törzsoldatból a kiértékelő görbénél leírt módon állítottuk be. 25 ml törzsoldathoz (ami egyenértékű 0,250 g bemért fémalumíniummal) 100 ml-es mérőlombikban kb. 10 ml vizet, 2 ml aszkorbinsav oldatot, 10 ml tiron oldatot, az előzőkben megállapított — a 3,8 pH beállításához szükséges — nátriumacetát oldatot, végül 30 ml kiegyenlítő (puffer) oldatot adtunk Az oldatokat elegyítettük és jelig töltöttük. 380 nm hullámhosszon, szükség esetén vastartalmú oldattal fotometráltunk. A kiértékelő görbéből a mért extinkció alapján, leolvassuk a Ti-tartalmat μg-ban. Eredményeinket a *2. táblázatban* foglaltuk össze.

A módszer pontossága ±6%

2. táblázat

Minta	Extinkció	Ti μg/50 ml	Ti%
10 μg Ti	0,069		
15 μg Ti	0,113		
20 μg Ti	0,140		
30 μg Ti	0,200		
I.	0,100	14,0	0,0056
II.	0,097	13,8	0,0055
III.	0,115	15,5	0,0062
I. A	0,097	13,8	0,0055
II. A	0,097	13,8	0,0055
III. A	0,120	16,0	0,0064
997	0,137	19,5	0,0078
811	0,188	28,0	0,0112
811	0,200	30,0	0,0120

B) **A diantipirilmetános módszer**

A mérés elve: A diantipirilmetán (pirazolon származék) savanyú oldatokban titánnal sárga színű vegyületet képez [10]. A szín erőssége egyenesen arányos a titán koncentrációval, ezért mennyiségi meghatározásokra alkalmas.

A reakciót a háromértékű vas befolyásolja; a Fe^{3+}-ion zavaró hatását rézszulfát katalizátor jelenlétében aszkorbinsavas redukcióval küszöböljük ki [10].

Hullámhossz és pH vizsgálata: Erősen savas (25%-os H_2SO_4) közegben mértünk. A reakció nem pH érzékeny, jól reprodukálható. Az optimális hullámhossz megválasztása végett mértük a különböző hullámhosszakhoz tartozó extinkciókat. Az abszorpció maximumát a 400 nm hullámhosszon találtuk.

A felhasznált vegyszerek:

Sósav: 1,19-es fs és 1 + 1 hígítású HCl.
Kénsav: 1,84-es fs és 1 + 1 hígítású H_2SO_4.
Nátriumpiroszulfát.
Aszkorbinsav.
Rézszulfát oldat: $CuSO_4 . 5 H_2O$ 5%-os vizes oldata.
Diantipirilmetán: 5%-os oldata 1 n sósavban. Ha állás közben kristályos csapadék válik ki, 40—50°C-on melegítjük a csapadék feloldódásáig.
Titán standard oldat: lásd a tironos módszer szükséges vegyszereinél.

Vizsgálati eljárásunk

A kiértékelő görbe felvételéhez 7 db 50 ml-es mérőlombikban bürettából 0, (mint vakpróba) továbbá 5, 10, 20, 40, 60 és 80 μg titán tartalmú standard oldatot készítettünk elő. Az oldatokat 25%-os kénsavval 25—30 ml-re felhígítottuk, hozzáadtunk 0,03 g aszkorbinsavat és 2 csepp rézszulfát oldatot, majd 10 ml diantipirilmetán oldatot. Ezután 25%-os kénsavval az 50 ml-es mérőlombikot jelig töltve összeráztuk. Megmértük az oldatok extinkcióját és az ismert titán koncentrációk alapján megszerkeztettük a kiértékelő görbét. Összehasonlításra a vakpróba szolgált, azaz a 0 μg-os — tehát titánt nem tartalmazó — kémszerek oldata.

Vezeték gyártására használt minták elemzése:

0,5—1 g Al-t főzőpohárba mértünk és óraüveggel lefedve 20 ml 1 + 1 HCl-ben oldottuk. Szükség esetén melegítettük. Feloldódás után az óraüveget és a pohár falát forró vízzel bemostuk. Az oldatot csupán annyira pároltuk be aszbeszt alátéten, hogy a kivált sók még nedvesek maradtak. A maradékot lehűlés nélkül minimális mennyiségű forró vízben oldottuk. Ha szükséges volt, 9 cm ∅ -jű hamumentes szűrőpapíron gyorsan leszűrtük és forró 2%-os sósavval a szűrőpapírt kimostuk.

A szüredékhez azonnal 4 ml 1 : 1 hígítású kénsavat öntöttünk és 20 ml-re bepároltuk. Az oldatot áttöltöttük 50 ml-es mérőlombikba, a poharat 25%-os kénsavval mostuk ki. A csapadékot szűrőpapírral platina tégelyben kb. 500°C-on elhamvasztottuk. A maradékot 4—5 csepp kénsavval, 3—4 csepp salétromsavval nedvesítettük és 2 ml HF-t öntöttünk rá. Bepároltuk, majd kiizzítottuk a tégelyt. A maradéktól függően 0,5—1 g piroszulfáttal feltártuk. Az ömledéket a tégelyből 5 ml 25%-os kénsavval kioldottuk, az olvadékot egyesítettük az 50 ml-es mérőlombikban levő főszürlettel és a tégelyt kevés 25%-os kénsavval átöblítettük.

A lombikban levő oldatba kb. 0,03 g aszkorbinsavat és 2 csepp $CuSO_4$ oldatot adtunk. Ha a minta vastartalma 0,3%-nál több volt, 0,5—1,0 g alumíniumforgács bemérése után az aszkorbinsav mennyiségét olyannyira növeltük, hogy az oldatban a vasnál tízszeresen nagyobb mennyiségben legyen jelen. A vas redukcióját az oldat elszíntelenedése jelezte. Ezután 10 ml diantipirilmetán oldatot töltöttünk hozzá és 25%-os kénsavval jelig töltöttük.

A sárga színű oldatok extinkcióját 30 perc elteltével 400 nm hullámhosszon mértük.

Eredményeinket a *3. táblázatban* foglaltuk össze. A módszer pontossága ±4%.

3. táblázat

Minta	Extinkció	Bemérés g-ban	Ti μg/50 ml	Ti %
Víz	0,000			
Vak	0,017			
6 μg Ti	0,060			
15 μg Ti	0,114			
24 μg Ti	0,175			
36 μg Ti	0,242			
48 μg Ti	0,325			
60 μg Ti	0,402			
Angol	0,033	1,00	2	0,0002
Etalon	0,032	1,00	2	0,0002
811	0,200	0,25	28	0,0112
811	0,370	0,50	55	0,0110
997	0,124	0,25	16,5	0,0066
997	0,126	0,25	17	0,0068
997	0,226	0,50	32	0,0064
I.	0,175	0,50	24	0,0048
II.	0,183	0,50	25	0,0050
III.	0,205	0,50	29	0,0058

Vanádiumtartalom meghatározása n-benzol-n-fenil-hidroxilaminnal

A fém alumínium vanádiumtartalmának meghatározására kipróbáltuk az n-benzoil-n-fenilhidroxilamint, melyről az irodalom mint igen szelektív vanádiumreagensről emlékezik meg [11].

A módszer elve: Az ötértékű vé oxidált vanádium 4,5 n kénsavas közegben az n-benzoil-n-fenilhidroxilaminnal ibolyaszínű komplexet ad. A színes komplexet átráztuk kloroformba; ehhez a 3,5 n sósavas közeg az optimális. A szín kifejlődése után a *Lambert—Beer* törvény érvényes lesz, így spektrofotometriás mérésekre alkalmas. A titán és króm zavar, hatásukra a későbbiekben kitérünk.

A hullámhossz megkeresésekor a legnagyobb extinkcióhoz tartozó hullámhosszúságot 525 nm-nek találtuk.

A szükséges vegyszerek:

Nátriumhidroxid oldat: 10%-os és 25%-os NaOH oldat.
Kénsavoldat: 1 : 1 H_2SO_4
Ferroammonszulfát oldat: 25 g $Fe(NH_4)SO_4$-t oldunk 25 ml 1 : 1 kénsavban és 1 l-re hígítjuk.
Vanádium oldat: 200 mg V_2O_5-t 10%-os NaOH-ban és 1 ml 30%-os hidrogénperoxidban oldunk. Az oldatot elszíntelenedésig forraljuk. Lehűtjük és 100 ml-re töltjük fel, polyetilén palackban tartjuk.

Az oldatot következőképpen ellenőrizzük: 5 ml standard vanádium oldatot felhígítunk 50 ml-re, 5 ml 1 : 1 kénsavat adunk hozzá, majd kis feleslegben a (vanádium redukálása céljából) ferroammonszulfátot. $K_3[Fe(CN)_6]$-dal vizsgálunk ferrovas jelenlétére. Ha a kék szín nem jelentkezik, még adunk hozzá ferroammonszulfátot. Majd 5 ml frissen készített 30%-os ammonperszulfátot adunk az oldathoz és 0,01 n $KMnO_5$ oldattal halványrózsaszínig titrálunk (1 percig maradjon meg a permanganát színe). A vanádium törzsoldatból mindig

frissen, a felhasználás előtt kell a nagyobb hígításút elkészíteni. A fenti standard vanádiumoldat töménysége 2 mg V_2O_5/ml.

Kloroform: (etilalkohol mentes). A kereskedelmi kloroformot térfogatának fele mennyiségű vízzel 5—6-szor mossuk. $CaCl_2$ felett szárítjuk, desztilláljuk. Hűvös helyen barna palackban tartjuk.

N-benzoil-n-fenilhidroxilamin: 0,1 %-os kloroformos oldat.

Higanyklorid oldat: 1 %-os $HgCl_2$ oldat.

Vizsgálati eljárásunk

Az optimális hullámhossz megállapítása után elkészítettük a kiértékelő egyenest. Felvételhez 125 ml-es választó tölcsérekbe 20 ml 1 :1 kénsavhoz és 15 ml vízhez mint vakpróbát 0, továbbá 2, 4, 6, ml hígított vanádium alapoldatot (azaz 0, 16, 32 és 48 μg V_2O_5-t) adagoltunk. Ezután desztillált vízzel 70 ml-re egészítettük ki, majd lehűtöttük. Lehülés után 3 csepp 0,02 n KMn_4O oldatot adtunk hozzá a vanádium tökéletes oxidációja céljából 5 percig vártunk, majd hozzátöltöttünk 10 ml reagens oldatot és 32 ml cc HCl-t — így oldatunk sósavra nézve kb. 3,5 n töménységű volt, — majd extraháltuk a vanádiumot. Kirázás után a szétvált oldatrészt leeresztettük, majd 10 ml kloroformos oldattal megismételtük a kirázást. Egyszeri rázás időtartama 5 perc. Az extraktumokat 25 ml-es mérőlombikba gyűjtöttük és kloroformmal jelig töltöttük. Az ibolyaszínű vanádium-komplex extinkcióját 525 nm hullámhosszon mértük. Ezután a vanádiumtartalmak ismeretében a vakpróbához hasonlítva a mért extinkció értékekkel megszerkesztettük a kiértékelő görbét.

Vezeték gyártására használt minta vizsgálata

250 ml-es pohárba 0,5—1 g alumíniumforgácsot mértünk be és 20 ml 25 %-os kénsavval (kb. 6 n) feloldottuk. Az oldás meggyorsítására hozzáadtunk 1 m-$HgCl_2$ oldatot. Oldás után kb. 125 ml-es választótölcsérbe szűrtük oldatunkat (a szűrőpapíron maradt a higany cseppecske), 3 csepp 0,02 n $KMnO_4$-t adtunk hozzá és 5 percig állni hagytuk. Ezután 10 ml reagens oldatot, majd 30 ml cc HCl-t adtunk hozzá. A vanádium extrahálását a kiértékelő görbe szerkesztéséhez leírtak szerint végeztük. Az extraktumokat mérőlombikba gyűjtöttük össze és a színes komplex fényelnyelését 525 nm hullámhosszon mértük. Eredményeinket a *4. táblázatban* foglaltuk össze.

A módszer pontossága ±10—12 %.

Ha a vanádiumtartalom 0,002 %-nál kisebb, akkor pipettával bemért 5 ml n-benzoil-n-fenil-hidroxilamin reagens oldattal extraháltunk és az extraktumot közvetlenül a küvettába leengedve fotometrálunk. Tehát ilyenkor nem hígítjuk fel kloroformmal 25 ml-es mérőlombikban az oldatunkat. A 0,002 %-nál kisebb V-tartalmú minta mérőgörbéjét is ugyanígy kell felvennünk. Ilyenkor azt találtuk, hogy a vizsgálati eljárásban leírt mód szerint mérésünk alsó határa 0,2 μgV/ml, szemben az irodalomban említett 0,012 μgV/ml érzékenységgel.

A titán és króm hatását is kutattuk. Azt találtuk, hogy 250 μg titán, vagy 50 μg króm 100 μg V_2O_5 mellett még nem zavart. Nagyobb titán- és krómtartalmak jelenlétében a módszert úgy módosítottuk, hogy a fémforgácsot nátronlúgban oldottuk és $FeCl_3$ oldat adagolásával elválasztottuk a vanádiumot a titántól és a krómtól. A hidroxid csapadékot leszűrtük, 1%-os NaOH-os vízzel, végül langyos desztillált vízzel kimostuk. A lúgos oldatot átsavazva az előzőkben leírt vizsgálati mód szerint folytattuk a vanádium-meghatározást.

Az eredmények értékelése

1. A titán elemzésére a tironos módszer érzékenysége 0,01 μg/ml. Hátránya szerintünk a vas zavaró hatása és az, hogy a pH-t 3,8±0,1 pontosságra kell beállítani.

2. A titán meghatározására a diantipirilmetán a tironos módszerrel egyezően 0,01 μg/ml érzékenységű. Előnye a tironnal szemben, hogy nem zavarják a kohóalumínium szennyezői és nem pH érzékeny. Véleményünk szerint valamennyi eddig kipróbált reagens közül a legjobb.

3. Félalumíniumban a vanádiumtartalom meghatározására használatos foszforwolframátos módszer érzékenysége vizes közegben 0,20 μg V/ml, hexanolos közegben 0,027 μg V/ml. E munkánkban, kipróbált n-benzoil-n-fenil-hidroxilaminos módszerrel kloroformos kirázás után 0,2 μg/ml V-t határoztunk meg. Tehát a foszforwolframátos módszernél nem sokkal előnyösebb.

4. táblázat

Minta	Bemérés g-ban	n-benzoil-n-fenil-hidroxilamin			Na-Wolframáttal		
		E_1	V_2O_5 μg/25 ml	V%	E_2	V_2O_5 μg/50 ml	V%
Kloroform	—	0,00					
Vak		0,002			0,010		
25 μg V_2O_5		0,028			0,038		
50 μg V_2O_5		0,055			0,060		
75 μg V_2O_5		0,077			0,084		
100 μg (56 μg V)		0,110			0,110		
125 μg		0,142					
178 μg (100 μg V)		0,185					
811 μg	0,50	0,036	36	0,0041			
811 μg	1,00	0,090	83	0,0046			
811 μg	1,00				0,103	93	0,0052
811 μg	1,00				0,093	83	0,0046
997 μg	0,50	0,016	14	0,0016			
997 μg	1,00	0,032	30	0,0017			
997 μg	1,00				Az érzékenység alsó határa alatt van; nem értékelhető ki		
997 μg	1,00						
997+25 μg V_2O_5	1,00	0,062	58—(25)	0,0018			
997+50 μg V_2O_5	1,00	0,087	81—(50)	0,0017			

IRODALOM

[1] Aluminium Taschenbuch. 1963 Düsseldorf 143 old. Journ. Inst. of Met. *59*. 1936 129 old.
[2] Alumínium fémszabvány MSZ 3747—59.
[3] *Posgayné—Horváth—Klug:* Kohászati Lapok *98* 522—525 1965.
[4] *Ginsberg:* Leichmetallanalyse Berlin 1955.
[5] *Bodor:* Kohászati Lapok *88* 319 1955.
[6] *Lange:* Kolorimetrische Analyse. Verlag Chemie GMBH 1964.
[7] *Zombory—Major:* Timföld és alumíniumipari elemzések. Műszaki Könyvkiadó Bp. 1965.
[8] *Bogárdi:* Kohászati Lapok *87* 517 1954.
[9] *Yoe—Armstrong:* Anal. Chem. *19* 100 1947.
[9a] ISO TC 47/GT 8. 420.
[10] Uszpehi Himiji N3. 565—575 1965.
[11] *Fritz Will:* III. Alcoa Research Laboratories, Aluminium Co. of America. ISO TC 47/GT 8. USA.
[12] *P. N. R. Nichols:* Analyst, *85*. 452—453 1960.
[13] *Babko—Pilipenko:* Kolorimetriás Analízis. Akadémiai Kiadó 1953.

Szabványosítási hírek

MSZ 3757—52 K (1967) *Alumínium félgyártmányok. Húzott, ötvözött alumíniumcső.*

MSZ 9320—52 K (1967) *Általános rendeltetésű húzott körszelvényű, ötvözött alumíniumhuzal.*
Mindkét szabványkiegészítés kiadását az tette szükségesség, hogy az MSZ 3714 *Alumíniumötvözet alakítás céljára* szabvány anyagminőségi választéka módosult. A kiegészítések a módosult alumíniumötvözetek szilárdsági értékeit tartalmazzák.

MSZ 7270—67 (Az MSZ 7270—61 helyett.) *Szilikomangán.*
A KGST ajánlás alapján készült szabvány négyféle szilikomangán minőséget tartalmaz: 14—16,9; 17—19,9; 20≤ és 12≤ % Si, min. 64; 65, 65, ill. 55% Mn-tartalommal.

MSZ 8630—67 (Az MSZ 8630—58 helyett.) *Ferrobór.*
A KGST ajánlás alapján készült szabvány a régi szabvány négy minőségével szemben csak hármat tartalmaz 2—6; 6,1—10,0 és 10% feletti B-tartalommal.

MSZ 8631—67 (Az MSZ 8631—58 helyett.) *Szilikokalcium.*
A szabvány KGST ajánlás alapján készült, a régi szabvány négy anyagminősége lényegében megmaradt, csupán a Ca+Si, valamint az Al tartalom változott kisebb mértékben. Az általános szállítási előírások bővültek és jobban részletezettek.

MSZ 710/1. lap T (Az MSZ 710—63 helyett.) *Ónbronz alakítás céljára. Anyagminőségek.*
A tervezet négy, átlagosan 2; 4; 6; ill. 8% óntartalmú bronzminőség vegyi összetételi előírásait tartalmazza.

MSZ 721 T *Réz és rézötvözetek. Lemezek és csíkok. Méretek.*
A szabványtervezet a rézből, sárgarézből, különleges sárgarézből, ón- és alumíniumbronzból, alpakkából és réznikkel ötvözetekből készült hidegen és melegen hengerelt lemezek és lemezcsíkok méretválasztékára vonatkozik.

MSZ 722 T (Az MSZ 721—53, MSZ 722—59, MSZ 741—58, MSZ 742—58, MSZ 751—52, MSZ 762—52, MSZ 764—52, MSZ 765—52, MSZ 2680—59, MSZ 3763—53, MSZ 3764—53, MSZ 9342—52, MSZ 9343—52, MSZ 12381—52, MSZ 12382—52, MSZ 12383—52, MSZ 12384—52, MSZ 12385—52, MSZ 12386—52, MSZ 12387—52 helyett.) *Réz és rézötvözetek. Lemezek, csíkok, tárcsák és szalagok. Általános műszaki előírások.*
A szabványtervezet a rézből, különleges rézötvözetekből, ón- és alumíniumbronzokból, sárgarézből, alpakkából, valamint réz- nikkelötvözetekből készült lemezek, csíkok, tárcsák és szalagok felületi, alaki, szállítási, csomagolási és vizsgálati előírásait tartalmazza.

MSZ 3761 T (Az MSZ 3761—53, MSZ 3762—53, MSZ 93121—51, MSZ 9322—51, MSZ 9323—51 és MSZ 9324—51 helyett) *Alumínium és ötvözött alumínium lemezek, csíkok, tárcsák és szalagok. Általános műszaki előírások.*
A szabványtervezet szín- és ötvözött alumíniumból készült melegen és hidegen hengerelt lemezek, csíkok, szalagok és tárcsák felületi, alaki (hullámosság, kardosság, vágási egyenesség), szállítási, csomagolási és vizsgálati előírásaira vonatkozik.

MSZ 9335 T (Az MSZ 727—61, MSZ 756—52, MSZ 9335—52, MSZ 9339—51, MSZ 19610—58 és MSZ 19630—54 helyett) *Réz és rézötvözetek. Sajtolt körszelvényű rúd. Méretek.*
A szabványtervezet a rézből, sárgarézből, ónbronzból, alumíniumbronzból és alpakkából sajtolt körszelvényű rudak méretelőírásaira vonatkozik. A mérettartomány 20-tól 150 mm átmérőig terjed és 20 méretet ölel fel.

MSZ 9336 T (Az MSZ 726—51, MSZ 757—52, MSZ 9336—52, MSZ 9340—52, MSZ 19608—53 és MSZ 19631—54 helyett.) *Réz és rézötvözetek. Sajtolt négyzetes rúd. Méretek.*
A szabványtervezet rézből, sárgarézből, ónbronzból, alumíniumból és alpakkából készült általános rendeltetésű sajtolt négyzetes rudak méretválasztékára és türéseire vonatkozik. A méretválaszték 40-től 150 mm laptávig terjed.

MSZ 12415 T (Az MSZ 12415—53 és MSZ 12416—53 helyett.) *Ólom — antimon ötvözetek (Keményólom).*
A szabványtervezet az ólom-antimon ötvözetekből készült akkumulátor, vegyipari és egyéb ipari keményólom tömbök vegyi összetételi előírásaira és műszaki követelményeire vonatkozik. A vegyi összetétel előírásai érvényesek a belőlük készült termékekre is.

MSZ 9328 T (Az MSZ 746—51, 729—51, 752—52, 9328—52, 9333—52, és 19635—54 helyett) *Réz és rézötvözetek. Húzott négyzetes rúd. Méretek*
A szabványtervezet rézből, sárgarézből, különleges sárgarézből, ónbronzból, alumíniumbronzból és alpakkából készült általános rendeltetésű húzott négyzetes rudak méretelőírásaira vonatkozik. A méretválaszték a 3 és 60 mm oldalméret közötti rudakra terjed ki.

MSZ 9329 T (Az MSZ 730—58, 747—51, 753—52, 9329—52, 9334—52 és 19636—54 helyett) *Réz és rézötvözetek. Húzott hatszögletes rúd. Méretek*
A szabványtervezet rézből, sárgarézből, különleges sárgarézből, ónbronzból, alumíniumbronzból és alpakkából készült húzott hatszögletes rudak méretválasztékát tárgyalja. A méretválaszték a 3 és 60 mm laptáv közötti méretű rudakra terjed ki.

(K. E.)

Egyesületi hírek

A Fémkohászati Szakosztály vezetősége jún. 7-i ülésén:

Lomniczi Dezső elnök az ülés megnyitása után tájékoztatta a vezetőséget a pécsi Választmányi Ülés határozatairól, valamint a szakosztálynak a jubileumi közgyűléssel kapcsolatos feladatairól.

A napirend második pontja keretében a vidéki üzemi csoportok titkárai számoltak be az első félévben végzett egyesületi munkáról.

Geiszbühl Mihály, a magyaróvári csoport új elnöke elmondta, hogy mintegy kétévi szünet után újra alakult a csoport, új programot is készítettek. Ennek keretében fejleszteni kívánják kapcsolataikat a többi vidéki csoporttal részben előadók meghívásával, részben pedig az előadásokon való kölcsönös részvétellel.

Vörös Csaba, a tatabányai csoport titkára arról számolt be, hogy az első félév során megvalósították a célkitűzéseket. A TIT-tel és az Alukohó vezetőségével közösen az új gazdasági mechanizmussal kapcsolatos előadás-sorozatot rendeznek. Ezen program keretében máj. 10—dec. 6-ig 12 előadást rendeznek. Máj. 31-én megtartották a múlt évről elmaradt anyagmozgatási ankétot.

A székesfehérvári csoport első félévi munkájáról *Zachár László* elnökhelyettes számolt be. Az előadások közül kiemelkedett *Timár Vilmos* vezérigazgatóhelyettesnek az alumíniumipar fejlesztéséről tartott előadása, továbbá az elektronmikroszkóp szerkezetének ismertetése. A BNV-t 20 fős csoportban látogatták meg. A csoport közreműködik a Székesfehérvári Könnyűfémmű 25. éves jubileumának megrendezésében.

Jánosi Miklós, az Inotai Alukohó helyi csoportjának titkára elmondta, hogy a műszakiak részére a TIT-tel közösen Műszaki Tudományos Napok keretében gazdasági problémákat ismertető előadássorozatot rendeznek. Ez évben egésznapos ankétot kívánnak rendezni a Properzi-huzalgyártás témakörben, amelynek előkészítésén dolgoznak.

Nagy János, az Ajkai Timföldgyár és Alukohó helyi csoportjának gazdasági felelőse ismertette az első félévben megtartott előadásokat.

A tervezett előadások közül a *Korszerű tuskógyártási követelmények*, a *Nagyteljesítményű mechanikus öntőgép műszaki mutatói* és az *Öntési paraméterek hatása az öntött tuskók minőségére* című előadásokat megtartották, egy előadás elmaradt, ehelyett *Martos István* tartott beszámolót Szovjetunióban töltött tanulmányútjáról. A csoport közösen megtekintette az ajkai Ármin-aknát és a bányamúzeumot.

Mészáros József, az Almásfüzitői Timföldgyár helyi csoportjának titkára beszámolt arról, hogy a klubélet rendszeresen jól folyik, ehhez jók a feltételek és ezt ki is használják. Az első félév folyamán négy előadást rendeztek és ezenkívül a BNV megtekintésére tervezett tanulmányútjukat is megtartották.

A vidéki csoportok beszámolójának megvitatása során a vezetőség határozatot fogadott el arra vonatkozóan, hogy a jobb tájékoztatás céljából a vidéki üzemi csoportok előadásairól és rendezvényeiről szóló ismertetéseket a jövőben közvetlenül *Laár Tibor* szakosztályi titkárnak küldjék meg.

A harmadik napirendi pont keretében *dr. Buray Zoltán* tájékoztatta a vezetőséget az *Alumínium alkalmazástechnikai kiállítás és konferencia* szervezéséről. A konferencián — amelynek szervezésében a Félgyártmánygyártási szakcsoport is részt vesz — túlnyomórészt külföldi előadások szerepelnek. *(L. T.)*

*

A Fémkohászati Szakosztály tatabányai helyi csoportja az új gazdasági mechanizmus 1968. évi bevezetésére való tekintettel, a vállalat vezetőségének kezdeményezésére a TIT-tel közösen *Műszaki Tudományos Napok* címen 12 előadásból álló sorozatot rendezett, máj. 10-i kezdettel. A megnyitó előadást nagy érdeklődés mellett *dr. Szabó László* tartotta *Gyakorlati szervezés* címmel.

A soronkövetkező előadások máj. 24-én *Vállalati szervezet kiépítése, kialakítása* címen *dr. Boros Zoltán* és jún. 7-én *Vezetés, informálás, adatszolgáltatás* címen *Stern Jenő* előadásában hangzottak el. Az elhangzott előadásokon számos kívülálló érdeklődő is részt vett.

Vörös Csaba

*

A tatabányai helyi csoport jún. 6-án a tatabányai Technika Házában *Az új beruházási rendszer ismertetése* címmel előadást rendezett. A meghívott előadó *Szepesvári Iván*, a NIM Vegyipari Beruházási Főosztály vezetője volt. Az előadást a II. ötéves terv és az 1966. év vegyipari beruházásairól készült színes film bemutatása követte. *(VCS)*

*

A tatabányai helyi csoport máj. 31-én anyagmozgatási ankétot rendezett a Tatabányai Technika Házában.

Az ankét létrejötte a hazai alumíniumkohók azon egyre növekvő igényét tükrözte, hogy a kohóban folyó nagy volumenű anyagmozgatást korszerűbb alapokra helyezzék és ezáltal olcsóbbá tegyék.

Az ankéton a rendező csoport tagjain kívül az Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó, Inotai Alumíniumkohó, Magyar Alumíniumipari Tröszt, Fémipari Kutató Intézet, MTESZ Központi Anyagmozgatási Bizottság, Nehézipari Minisztérium, Alumíniumipari Tervező Intézet, Bányászati Tervező Intézet és egyesületünk Fémkohászati Szakosztálya képviseltették magukat.

Az ankét *Vörös Csaba* okl. kohómérnök, *Anyagmozgatás szervezésének módszerei és alkalmazásuk alumíniumkohók vonatkozásában* c. előadásával kezdődött.

Az előadó bevezetőjében az *Anyagmozatás-szervezés helye az üzemszervezésben* és *Összefüggés az anyagmozgatás és gyártástechnológia között* témakörrel foglalkozott, majd ismertette a jelenlegi helyzet felmérésének és a kapott adatok elemzési módszerét. Konkrét példák és adatok birtokában ismertette az e téren szerzett gyakorlati tapasztalatait.

Az előadást nagyon jól kiegészítették az utána levetített témával kapcsolatos szakfilmek.

A vitára a délután folyamán került sor. A hozzászólások során ismertették a Központi Anyagmozgatási Bizottság munkáját és felépítését, az anyagmozgatás racionalizálásának akadályait, a magyar anyagmozgató gépipar jelenlegi helyzetét és jövőjét. A jelenlevő tagtársak elhatározták, hogy szorgalmazni fogják egy anyagmozgatási bizottság megalakítását a Fémkohászati Szakosztályon belül. *Galauner Béla*

*

A Fémkohászati szakosztály jún. 14-én délután az Egyesület helyiségében klubnapot rendezett, amelynek keretében megvitatásra került a fémkohászati anyagvizsgálat helyzete. A vitát *Laár Tibor* szakosztályi titkár vezette be. A klubnapon jelen volt *dr. Pőcze László*, a Vaskohászati szakosztály anyagvizsgáló szakcsoportjának vezetője, aki arról tájékoztatta a megjelenteket, hogy a Kohászati Anyagvizsgáló Napokat kétévenként kívánják megrendezni. Így a következő konferenciára 1969-ben kerülne sor, amelynek megrendezésébe be kívánják vonni a fémkohászati szakosztályt is. A vitában részt vett *dr. Buray Zoltán, Belán István, Miskei Mihály, Juhász Péter* és *Klug Ottó*. A vita során egybehangzó helyeslésre talált az a javaslat, hogy a szakosztály vezetősége alakítsa meg a Fémkohászati anyagvizsgáló munkacsoportot. A munkacsoport tagjaként javaslatba került *Klug Ottó, Limpár István, Mucsy Endre* és *Horváth Csaba*. A nevezetteket a szakosztály vezetősége megbízza azzal, hogy lehetőleg az őszi program keretében szervezzenek egy előadást, amelynek témaköre a fémkohászati anyagvizsgálat iránt érdeklődők széles körében visszhangra talál. *(LT)*

MŰSZAKI KÖNYVNAPOK 1967.

DR. SZILAS A. PÁL és társai
A földgáz termelése, előkészítése és szállítása

DR. DOMONY ANDRÁS főszerk.
Alumínium kézikönyv

BÁRANY JÁNOS
Fogaskerékszámítás a TMK-ban
Szakmunkás zsebkönyvek

SCHRÖCK, J.
Szerelés, illesztés, mérés

SUROWIAK, N.
Új gépelemek és számításuk módja

KARABIN, A. I.
Légkompresszorok

HÖFLER, W.
Fogaskerékellenőrzés új módszerei
Új Technika

TÓTH ISTVÁN
Kötések a műszeriparban
Ipari szakkönyvtár

VERMES MIKLÓS
A poláros fény
Új Technika

PRUSZENKO, V. Sz.
Pneumatikus távadók és jeláta akítók
Automatizálás

ZEMLIN, E.
A frekvenciafüggvény-módszer
Automatizálás

KETTINGER ISTVÁN
Modern építkezés — korszerű villanyszerelés
Technológia

SZÜCS ERVIN
A hasonlóságelmélet alapjai
Új Technika

FISCHER, H. J.
Tranzisztorkapcsolások

SVECKIJ, B. I.
Elektronikus digitális mérőműszerek

Telefunken
Tranzisztor II.

VISTRICKA, Z.
Elektronikai kapcsolások
Ipari szakkönyvtár

FEJES GÁBOR
Centrifugálás

DR. VARGA PÁLNÉ
Tabletta- és drazsékészítés
Technológia

VÁMOSNÉ, VIGYÁZÓ LILLY DR.
Papirelektroforézis
Kémiai Analitika

BALLAY JÁNOS—DÖTSCH KÁROLY szerk.
Épületgépészeti berendezések üzeme és karbantartása

BODÓ LÁSZLÓ
Betonacélok és feszítőhuzalok feldolgozása

DR. SEBESTYÉN GYULA
Nagypanelos építés (2. kiadás)

RAMASZEDER KÁROLY
Az írezés technológiája

PROHÁSZKA LÁSZLÓ—DARU JÓZSEF
Autószerelő
Szakmunkás zsebkönyvek

LÓCS GYULA
Az Algol 60 programozási nyelv
Új Technika

NÁRAY—SZABÓ ISTVÁN DR.
Kémia
t 67. 2. szám

KNOLL IMRE DR.
Anyagmozgatás a gépiparban
Ipari szakkönyvtár

PREZENSZKY JÓZSEF szerk.
Targoncák üzemeltetése és karbantartása
Ipari szakkönyvtár

KÓSA ZOLTÁN
A világítás művészete

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

KOHÁSZATI lapok

100. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

10. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 100. ÉVFOLYAM • 437—484. OLD. • BUDAPEST, 1967. 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, 318-928
Венгерский Журнал Металлургии
Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen · Hungarian Journal of Metallurgy
Revue Hongroise de Metallurgie · Rivista Ungherese de Metallurgia

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztő:
DR. PILISSY LAJOS
RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
BALÁZS FÜLÖP
CHAPÓ ELEK
CSEH MIKLÓS
DR. HAJTÓ NÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
DR. LÁNYI BÉLA
MARCZIS LÁSZLÓ
NAGY ZOLTÁN
PINTÉR ANDRÁS
DR. PŐCZE LÁSZLÓ
RÉFI-OSZKÓ ISTVÁN
ROMWALTER ALFRÉD
SELMECI BÉLA
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÁRHELYI REZSŐ

Felelős kiadó:
SALA SÁNDOR
igazgató

MEGJELENIK HAVONKÉNT

Index: 25,445

TARTALOM

Óvári Antal: Az ózdi vasmű alapításának és első üzeméveinek vázlatos története I. .. 437
Altnéder János: Léghevítők hatásfokának meghatározása és növelése .. 443
Dr. Kiss Ervin: Acélok melegfolyatása .. 450
Dr. Horváth Zoltán: A reakciókinetika alapfogalmai és legújabb eredményei II. .. 455
Tapolcai László: Az elektronsugaras olvasztás .. 463

FÉMKOHÁSZAT

Dr. Hoffmann Pál: Az alakítás szempontjai az alumínium kábelipari feldolgozás során .. 470
Dr. Pozsgay Vilmos—Dr. Balázs Endre: Tiszta és vízmentes AlF_3 előállítása .. 475
Korolkov, N. M.: A telítetlen rétegmagasság és az áttörési idő meghatározása a germánium szorpciójánál, anioncserélő gyanta használatakor .. 480
Egyesületi hírek .. 449, 474
Műszaki és gazdasági hírek .. 462, 469
Hírek a KGST-országokból .. 467
Egyetemi hírek .. 467
Könyvismertetés .. 483
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek .. 484

ÖNTÖDE

Dr. Mocsy Árpád: Ismétlődő izzítás hatása az ötvözött öntöttvas szövetstabilitására és hőtágulására .. 217
Kárpáti Judit és Máthé György: Acélöntödei homokelőkészítő portalanításával szerzett tapasztalatok .. 226
Kovács László: Kupolókemencében olvasztott lemezes grafitos öntöttvasak találati biztonsága .. 232
P. Nagy Gusztáv: Miért hívják kupolónak az öntödei aknás kemencét? 236
Szakosztályi hír .. 225
Egyetemi hírek .. 231
Könyvismertetés .. 231, 235

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft.

KOHÁSZATI LAPOK
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.
67. 10., 5311 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.
Csekkszámla-szám: egyéni 61.254, közületi 61.066 (vagy átutalás a MNB 8. sz. folyószámlájára)
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62.

KONÁSZATI LAPOK 1967. 10. sz.

СОДЕРЖАНИЕ

А. Овари: **Краткая история построения и первых лет работы Оздовского Металлургического Комбината I.** ..... **С 437**

Оздовский Металлургический Комбинат, самый старый металлургический завод Венгрии 120 лет тому назад пущен в эксплуатацию. Краткий экономический и общественный обзор времен построения завода и тогдашнего технического уровня металлургии. Краткая история постройки завода и деятельность специалистов, руководящих стройкой.

Я. Алтнедер: **Определение и увеличение коэффициента полезного действия воздухонагревателей** ..... **С 443**

Тепловой баланс воздухонагревателей. Определение к. п. д. прямым и косвенным путём. Возможность увеличения к. п. д.; уменьшение потерь через стенки и с дымовыми газами; уменьшение избытка воздуха; сокращение периода перекидки и сжигание оптимального количества газа. Количественное значение и измерение холодного воздуха, примешанного к горячему дутью. Определение и регулирование количества газа. Технические показатели доменных печей и воздухонагревателей на заводе Дунаи Вашмю.

Д-р Э. Киш: **Течение сталей в горячем состоянии** ..... **С 450**

Течение сталей в горячем состоянии получает все больше значение в современных методах штамповочной ковки. Его преимущества дают возможность увеличивать производительность и экономию производства, а также повышать точность размеров. Статья после анализа факторов, влияющих на силовую потребность течения в горячем состоянии дает краткое обозрение методов расчета некоторых авторов.

Д-р З. Хорват: **Основные понятия реакционной кинетики II.** ..... **С 455**

В теории металлургии все больше получает применение реакционная кинетика. Статья поясняет значения скорости реакции, степенности реакции, энергии активации и описывает методы их расчета. Показываются закономерности скорости диффузии в прямоугольной, цилиндрической и шаровидной системах координат и устанавливается связь между диффузиями в листе, цилиндре и шаре. Определяется, что хотя связанные со скоростью реакции степенность и энергия активации во многих случаях могут быть рассчитаны, изменения концентрации, регулируемые диффузией можно учесть только в простейших случаях и очень сложным способом.

Л. Таполцаи: **Электронно-лучевая плавка** .... **С 463**

Описание установок электронно-лучевой переплавки различных типов. Рафинировочное влияние электронно-лучевой переплавки. Описание чепельской установки электронно-лучевой плавки и опытов переплавок металла.

Д-р П. Гофманн: **Качественные условия проработки алюминия в кабельной промышленности. Пластическая деформация слитков и проволок** **С 470**

Результаты опытов, принимая во внимание которых можно обеспечить более равномерную деформацию металла. Применение результатов опытов не только к улучшению более равномерных свойств проволоки приводит, но и к более экономическому расходу энергии деформации и термообработки, далее повышают срок службы инструментов деформации. Они могут служить основной для опытов увеличения скорости деформации.

Д-р В. Пожгаи—Д-р Э. Балаж: **Получение чистого и безводного AlF_3** ..... **С 475**

Описание некоторых характерных свойств AlF*i*. Получение безокисного и безводного AlF*i* а помощью сублимации исходя из сырья технического качества. Установка, применяемая для чистки, условия процесса и характеристика чистоты полученного продукта.

Н. М. Корольков: **Определение высоты рабочего слоя и времени защитного действия при сорбции германия на аниоците** ..... **С 480**

Была изучена сорбция германия из водных растворов на аниоците ЭДЭ-10 П, в форме Cl». Определялись некоторые параметры массопередачи: коэффициент массопередачи, высота рабочего слоя и время защитного действия. Экспериментальные и расчитанные результаты хорошо совпадали. Ошибка опытов была около 10—20%. Разработанный метод мог бы применен для определения времени работы ионообменной колонки и при аналитических также при технологических исследованиях.

На журнал „KONÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, акили зазать отдельные номера для заграничных читателей у организации: KULTURA Budapest 62, P. B. 149, Венгрпя.

INHALT

Óvári, A.: **Eine abgekürzte Übersicht der Gründung und ersten Betriebsjahren von den Eisenwerken Ózd I.** ..... S 437

Die Eisenwerke Ózd, Ungarns ältester Eisenhüttenbetrieb wurde vor 120 Jahren in Betrieb gesetzt. Eine kurze Übersicht der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Verhältnisse der Gründungsperiode und des damaligen technischen Grades des Eisenhüttenwesens. Eine grosszügige Geschichte der Gründung und des Errichtens der Werke, sowie über die Tätigkeit der den Bau leitenden Fachleuten.

Altnéder, J.: **Bestimmung und Erhöhung des Wirkungsgrades von Winderhitzern** ..... S 443

Wärmebilanz des Winderhitzers. Bestimmung des Wirkungsgrades auf direktem und indirektem Wege. Die Möglichkeiten der Erhöhung des Wirkungsgrades sind: die Verminderung der Wandverluste und Abgasverluste, Verminderung des Luftüberschusses, Verkürzung der Umschaltperiode und die Verbrennung der optimalen Gasmenge. Die Bedeutung des Messens der zur Heissluft zugegebenen Kaltluftmenge. Die technischen Kennziffer der Hochöfen und der Winderhitzer im Donau-Eisenwerk.

Kiss, E. Dr.: **Das Warmfliesspressen von Stählen** . S 450

Das Warmfliesspressen von Stählen gelangt zu einer immer grösseren Bedeutung im Rahmen des Gesenkschmiedeverfahrens. Mit ihm kann die Produktivität, die Wirtschaftlichkeit und die Massgenauigkeit erhöht werden. Analyse der Einflussgrössen auf den Kraftbedarf des Warmfliesspressens. Die messtechnischen Methoden und die praktischen Berechnungsverfahren verschiedener Autoren zur Bestimmung des Kraftbedarfes vom Warmfliesspressen.

Horváth, Z. Dr.: **Reaktionskinetische Grundbegriffe II.** ..... S 455

In der theoretischen Metallurgie verbreitet sich immermehr die Reaktionskinetik. Es werden geschildert die Reaktionsgeschwindigkeit, die Reaktionsrangordnung und die Aktivierungsenergie, sotionsrangordnung und die Aktivierungsenergie,sowie auch ihre Berechnungsmethoden. Die Gesetzmässigkeiten der Diffusionsgeschwindigkeit werden in den verschiedenen Koordinaten-Systeme (rechtwinkelig, rundzilindrisch, kugelig) vorgezeigt, weiter werden die Zusammenhänge der Diffusion in einem Prisma, Zilinder und Kugel dargestellt. Die Reaktionsrangordnung und die Aktivierungsenergie können in vielen Fällen berechnet werden, dagegen sind die durch die Diffusion geregelten Konzentrationsänderungen nur in den einfachen Fällen berechenbar, dann auch nur recht umständlich.

Tapolcai, L.: **Das Schmelzen mit Elektronenstrahl** S 463

Die verschiedenen Elektronenstrahl-Schmelzeinrichtungen. Die Raffinier-Wirkung des Elektronenschmelzverfahrens. Die Elektronen-Schmelz einrichtung im Werk Csepel und die mit ihr durch geführten Schmelzversuche.

Dr. Hoffmann, P.: **Verformungs-Anhaltspunkte von Aluminium für die Kabelindustrie** ..... S 470

Beschreibung von Versuchsergebnissen, die eine gleichmässigere Formung des Metalls gewährleisten. Bei Anwendung dieser Ergebnisse lassen sich gleicmässigere und bessere Drahteigenschaften, eine wirtschaftlichere Energienutzung bei dem Formen und Glühen sowie eine erhöhte Lebensdauer der Formwerkzeuge erzielen und es ergeben sich auch einige Grundlagen für Versuche zur Erhöhung der Formgeschwindigkeit.

Dr. Pozsgay, V.—Dr. Balázs, E.: **Herstellung von reinem und wasserfreiem AlF_3** ..... S 475

Einige charakteristische Eigenschaften des AlF_3. Herstellung von Oxid und wasserfreiem AlF_3 aus technisch reinen Ausgangsmaterialien durch Sublimation. Beschreibung des zur Reinigung benützten Apparates, der Verfahrensbedingungen und der Reinheit des erhaltenen Produktes.

Korol'kow, N. M.: **Bestimmung der ungesättigten Schichtdicke und der Durchbruchszeit bei der Sorption des Germaniums unter Anwendung von Anionenaustauscher** ..... S 480

Es wurde die Sorption des Germaniums aus wässrigen Lösungen an dem auf [Cl]-Form gebrachten sowietischen Anionenaustauscher EDE-10 P untersucht. Einige Parameter des Materialtransportes, so der Massentransportkoeffizient, die ungesättigte Schichtdicke und die Durchbruchszeit wurden bestimmt. Die berechneten Resultate stimmten mit den experimentellen Ergebnissen gut überein, der Untersuchungsfehler betrug etwa 10—20%. Die Methode kann zur Bestimmung der Wirkungszeit von Ionenaustauschersäulen sowohl bei analytischen, wie auch bei technologischen Untersuchungen angewendet werden.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummern nach Ausland an der Adresse KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

CONTENTS

Óvári, A.: **An abbreiviated history of establishment and first operation years of the Ironworks Ózd I. S 437**

The oldest ironworks in Hungary, the Ironworks Ózd was established 120 years ago. Short review of economical and social conditions in the time of establishment and that of technical degree of iron and steel industry in the same period. Undetailed history of establishment and civil construction work and short description of the activity of constructing experts.

Altnéder, J.: **Determining and increasing the efficiency of blast furnace stoves ..... P 443**

Heat balance of the blast furnace stove. Direct and indirect determination of efficiency. Possibilities of increasing efficiency: reducing wall loss and waste gas loss, decreasing the addition of excess air, shortening the changeover period and firing the optimal amount of gas. Importance of the amount of cold blast mixed with the hot blast and its measurement. Determination and control of the gas rate. Technical indices of blast furnaces and stoves in the Duna Ironworks.

Dr. Kiss, E.: **The hot extrusion of steels ..... P 450**

Hot extrusion of steel is gaining increasing importance among the modern methods of hot forming. The favourable properties of this process lead to higher productivity, more economical production and higher dimensional precision. The paper analyzes the factors influencing the power requirements of hot extrusion and sketches the measuring methods and the practical calculation methods of various authors.

Dr. Horváth, Z.: **Reaction kinetical principes II... S 455**

Reaction kinetics occupy an increasing space in the theory of metallurgy. The paper discusses the significance of reaction velocity, order of reaction and activation energy and the methods of calculating these values. The laws of diffusion velocity are shown in orthogonal resp. circulat cylindrical and spherical coordinate systems and relationships are presented for the cases of diffusion in aplate, a cylinder and a sphere. It is often possible to calculate the order of reaction velocity and activation energy but the concentration variations controlled by diffusion may be observed only in simpler cases and then only in a rahter complicated way.

Tapolcai, L.: **Electron beam melting ..... P 463**

Description of various types of electron beam-re-melting equipment. Refining effect of electron beam remelting. Description of the electron beam melting equipment at Csepel and of metal-remelting experiments.

Dr. Hoffmann, P.: **Deformation considerations during processing of aluminium for the conductor cable industry ..... P 470**

Description of experimental data which permit more uniform metal forming. By applying these data wire of more consistent and higher quality is obtained, more economical power utilization is possible in forming and heat treatment, the life of forming dies is increased and some basic conditions are realized for experiments to raise forming velocity.

Dr. Pozsgay, V.—Dr. Balázs, E.: **Preparation of pure and anhydrous AlF_3 ..... P 475**

Some characteristic properties of AlF_3. Preparation of oxide and anhydrous AlF_3 from technically pure base material by sublimation. The apparatus used in purification, conditions of the process, purity of the obtained product.

Korol'kov, N. M.: **Determination of the height of the working layer and the time of protective effect at sorption of germanium on anionites ..... P 480**

The sorption of germanium from aqueous solutions on the sovietic anion-exchanger EDE-10 P (in form [Cl]) has been investigated. Any parameters of the mass transfer process, so thus the mass transfer coefficient, the height of the working layer and the time of the protective effect has been determined. It was found a good agreement of calculated and experimental results, the experimental error does not exceed 10—20 p.c. With the proposed methode can be determined the time of the work of ion-exchange columns both by analytical and by technological invastigations.

Subscriptions for the journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers from abroad should be sent to the following address: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149. Hungary.

The periodical „Kohászati Lapok" (Technical Review of the Metallurgical Industry) can be ordered at the adresses given below:

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20. Denmark
Akateeminen Kirjakauppa Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bataliere, France
Swets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergracht 477—487 Holland
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. Indien
Lepac Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanada Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovenska Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo, Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweitz
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET
FOLYÓIRATA

100. évfolyam **10. szám** 1967. október

Az ózdi vasmű alapításának és első üzeméveinek vázlatos története I.

ÓVÁRI ANTAL okl. kohómérnök

DK 669.013:65.016:038.93.011

Bevezetés

120 évvel ezelőtt, 1847 végén kezdte meg üzemét Ózdon hazánk legrégibb vaskohászati üzeme, akkori nevén az Ózdi Hengergyár [1].

A szakemberek körében érdeklődésre tarthat számot, ha röviden, szinte vázlatszerűen, összefoglaljuk mindazt, amit az utóbbi években végzett kutatómunkával a vasmű alapítására és az első üzeméveire vonatkozóan dokumentumokból és forrásmunkákból összegyűjteni sikerült.

Az ózdi vasművet még az 1848-as jobbágyfelszabadítás előtt a mai társadalmi, gazdasági és műszaki viszonyoktól jelentős mértékben eltérő adottságok közt, a reformkorban alapították. Az 1840-es években *Széchenyi* és *Kossuth* kezdeményezésére létesültek Magyarországon az első gyáripari üzemek, ezek között néhány vaskohászati üzem is. *Az ózdi vasmű alapításának jelentősége elsősorban abban rejlik, hogy az egyidejűleg alapított vasgyárak mindegyikét — Ózd kivételével — sorra elsöpörték a nagy történelmi események, a gazdasági válságok, nem utolsó sorban az a körülmény, hogy a vaskohászat műszaki fejlődése során adódó létfontosságú feladatokkal nem tudtak vezetőik, szakembereik megbírkozni és a vaskohászat világfejlődésével sem műszaki, sem gazdasági tekintetben lépést tartani.*

Fokozottan érdemes tehát feltárni azokat a döntő okokat, amelyeknek köszönhető, hogy az ózdi gyár 120 évvel ezelőtt nemcsak sikeresen üzembe került, állta az osztrák tőke kíméletlen versenyét, sőt fokról fokra izmosodott és fokozatosan közép-európai színvonalú nagyüzemmé fejlődött, *jóllehet mai szemmel nézve, a helykiválasztás nem volt a legszerencsésebb.*

Az alapítás előzményei

Gazdasági viszonyok

A magyar gazdasági viszonyok az 1820—1830-as években — Európa nyugati országaihoz képest kissé elkésve — oly mértékben fejlődtek, hogy az akkori céhes ipar a szükséges ipari termékeket előállítani nem tudta. Különösen a reformkorvek tengelyében álló közlekedési-vasútépítési program kapcsán mutatkozott ez meg. Korszerű ipari üzemek, gyárak létesítése Magyarországon is halaszthatatlanná vált. A vasiparban így alakult meg 1835-ben pl. az Óbudai Hajógyár, majd 1845-ben *Ganz Ábrahám* budai öntödéje.

Az 1836-os országgyűlés által jóváhagyott 12 vasútvonal kiépítéséhez elsősorban jelentős mennyiségű vasúti sín, a mozdonyokhoz, vasúti kocsikhoz és más vasúti létesítményekhez pedig nagy mennyiségű vaslemez és hengerelt profilacél kellett. Az akkori magyarországi vasgyárak ezek tömeges előállítására nem voltak alkalmasak. Hiszen ezek az ország északi megyéiben, a vasérc bányák közelében települt, vízierőre berendezett olvasztók, és a vízierőkkel hajtott hámorok túlnyomórészt csak gazdasági szerárukat tudtak készíteni. Vasúti sínt, lemezt, profilacélt a hámorokban tömegméretben és elfogadható áron előállítani nem lehetett.

A Monarchia iparilag fejlettebb, vezérszerepet vivő országa Ausztria, csak néhány évvel járt előbbre, mert hiszen vasúti sínt 1840 körül csak két ausztriai vasgyárban, az 1828-ban alapított Witkovitzon és az 1835-körül alapított Prävaliban [2] hengereltek. Így aztán elsősorban az akkoriban iparilag legfejlettebb angol, (esetleg francia belga és német behozatal) jöhetett szóba a magyar vasútvonalak kiépítéséhez.

A gömörmegyei hámortulajdonosok mindezt jól látták, tisztában voltak a küszöbön álló, busás nyereséggel kecsegtető konjuktúrával és azzal is, hogy a meglevő üzemeik síngyártásra alkalmatlanok, de *akkora tőkével egyikük sem rendelkezett*, hogy az akkori műszaki fejlődésnek megfelelő kavarókemencékkel és gőzgéppel hajtott hengersorokkal felszerelt, *korszerű vasgyárat egyedül felépíthettek volna.* A legvagyonosabb nagybirtokosok pedig, akik közül néhányan az ország északi megyéiben és Erdélyben vasolvasztókat, hámorokat is üzemben tartottak és a többezer holdas mezőgazdasági és erdőbirtokaik jövedelméből megtehették volna, nem kockáztattak meg ilyen nagy befektetést. (Egyetlen kivétel akadt csak ez alól, *gr. Nádasdy Tamás*, aki — amint még érinteni fogjuk — Rozsnyó közelében *Betléren* 1845-ben angol szakértők közreműködésével egy korszerű kavaróüzemet és hengerművet építtetett, nagyrészt bankkölcsönből. Ez a vasgyár azonban berendezéseinek hiányossága miatt csak néhány évig vegetált, *Nádasdy* teljesen csődbe ment és egész birtokát el kellett adnia.)

A kincstári vasgyárak hasonlóan elmaradt kisüzemek voltak. A szükséges sínanyag legyártására már 1838-ban elhatározta a Kamara, hogy *Zólyombrézón* egy korszerű vasművet létesít, de az építkezés a rendelkezésre bocsátott kis összegek, továbbá az akkori kincstári adminisztrációra jellemző bürokrácia miatt rendkívül lassú ütemben haladt. Az üzem végül is csak 1853-ban indulhatott meg [3].

Ily körülmények között egyetlen lehetséges kivezető út maradt: *a sok kistőkés hámortulajdonos társulása korszerű vasmű közös létesítésére.* Gömör megyében, ahol az akkori magyar vasgyáraknak 50%-a működött, ez a gazdasági viszonyok és a külföldi verseny következtében elodázhatatlanná vált koncentráció már 1808-ban indult meg a *Murányi Unió* alapításával [4] 1810-ben a *Rimai Coalicióval* [5] és 1833-ban a Csetnek-völgyi *Concordia* [6] megalakulásával folytatódott.

Ezeknek az volt a legjellegzetesebb vonásuk, hogy az olvasztókban — hámorokban bővelkedő folyóvölgyek (Murány, Csetnek, Rima) kistőkés tulajdonosai, a *stellárok* [9] és a *helyi földbirtokosok* álltak össze és alapítottak közös bányatársulatot, később amikor ezt az 1840-es törvény lehetővé tette, gyáripari üzemet. Belátták, hogy elsősorban anyagi okokból a műszaki fejlődéssel egyedül lépést tartani nem tudnak és szakképzettségük sem elegendő a világszerte terjedő új vaskohászati technológiák bevezetéséhez. Ez világosan kitűnik az új társulatok alapítóleveleiből [4] amelyek az üzemek racionalizálását, rekonstruálását, megfelelő műszaki szakismeretekkel rendelkező vezetők alkalmazását tűzik ki célul.

Az akkori viszonyokra legjellemzőbb volt — a kereskedelmet kétségkívül szinte megbénító —, sokszor *hónapig használhatatlan úthálózat,* valamint az alacsony életszínvonalból adódó *kis vaskereslet.* Így érthető, hogy a fellendülést a vastermelők csak a vasútépítéstől várták. A vasútépítés pedig *Léderer* szerint [8], minden országban a kapitalizmus kibontakozásának legjellemzőbb kísérő jelensége.

Társadalmi viszonyok

A gazdasági élet rohamos fejlődése következtében az 1840-es években nyilvánvalóvá vált, hogy az évszázados feudális társadalmi rendszer Magyarországon sem maradhat fenn tovább és rövidesen át kell, hogy adja a helyét a haladottabb, feudális előjogoktól, kötöttségektől mentes új társadalmi rendszernek. A reformnemzedék célkitűzései közt, mint közismert, főszerepet játszott a jobbágyfelszabadítás, valamint a korszerű nagyipar kifejlődését leginkább akadályozó céhes és földesúri kiváltságok eltörlése. A földbirtok már nem tudta eltartani az ország növekvő népességét. Az agrárproletárok száma rohamosan szaporodott és a céhes ipar elegendő munkaalkalmat nem tudott biztosítani. Az ország északi megyéiben, így Gömör megyében is, súlyosbította a társadalmi viszonyok feszültségét az, hogy a mezőgazdaság még kevesebb családot tudott — a hegyvidéki sovány földek terméséből — eltartani. Ily körülmények közt az ország északi hegyvidéki megyéiben csak az erdőgazdaság, bányászat és vaskohászat adhatott — a műszaki színvonala miatt azonban eléggé korlátozott számú — munkaalkalmat.

Az említett új vaskohászati társulatok az 1810—1840-es években még a nemesi előjogok alapján mint földbirtoktulajdonosok a jobbágyok robotmunkáját is igénybe vették. A Rimai Coalició közgyűlése pl. az úriszék jogait is gyakorolta (gyárimunka elhanyagolásáért botbüntetést szabtak ki stb.) *Munkásaik zöme azonban már nem jobbágy volt, hanem a környező falvak agrárproletárjai közül került ki.* Az alacsony mezőgazdasági napszámbér alapján alakult ki ipari üzemekben dolgozók keresete is. Ennek alacsony volta újabb vonzóerőt jelentett az új üzemek létesítését tervező stellárok, földbirtokosok részére: az alacsony munkabérköltségre alapozták a vaskohászati termékek eladási árainak versenyképességét.

Műszaki viszonyok

Az iparilag fejlettebb nyugati országok vaskohászatában ebben az időben jelentős ipari forradalom zajlott le, a régi vízikerekes olvasztók és hámorok rohamosan tértek át az új gyártási technológiára. A kistermelékenységű frisstűzi acélgyártás helyébe a *Cort* által 1783-ban szabadalmaztatott *kavarás* lépett, a vízikerekes hámorokban végzett kovácsolást pedig a *hengerlés* váltotta fel. Egymásután épültek a kavaróüzemek és a gőzgéppel hajtott nagyteljesítményű hengersorok. A kőszén és gőzgép világszerte döntő szerepet kapott a vaskohászatban.

Mindkét eljárás termelékenysége messze felülmúlta az előző évszázadok vaskohászati eljárásainak termelékenységét. Ennek következtében az eladási árak is csökkentek, úgy hogy a régi technológiával drágán dolgozó kisüzemeket egymásután állították le.

Az új technológia elterjedését külföldön, főleg Angliában nagymértékben segítette az is, hogy a vasgyárak közelében levő erdőket az egyre fokozódó mennyiségő faszénégetés érdekében kiirtották, a *kavaráshoz,* valamint a *gőzgépek üzembentartásához* viszont faszén helyett a több helyen felfedezett és addig alig használt *kőszénre volt szüksége a vaskohászatnak.*

Szénelőfordulások az 1840-es években már Magyarországon is az ország több helyén ismertek voltak, így Brennbergen, Esztergom-környékén, Pécs-környékén, Borsod-megyében a Sajó és a Hangony völgyében stb.

Az akkori adatok szerint egy bécsi mázsa (bm) [10] nyersvas feldolgozásához 5—10 bm szénre volt szükség. Ebből következett, hogy az új technológiával dolgozó üzemeket a szénelőfordulás közelében kellett gazdasági okokból telepíteni (tehát a kisebb tömegű nyersvasat fuvarozták a barnaszéntelepekhez és nem fordítva). Amint a későbbiekből kitűnik *ezt az alapelvet egyedül az ózdi vasmű alapításakor vették figyelembe* és a többi magyarországi kísérlet kudarcának ez volt egyik döntő oka.

Így aztán érthető, hogy az új technológiára való áttérési tervekben a Gömör megyéhez legközelebb fekvő Borsod-megyei barnaszénelőfordulások

kat vették elsősorban figyelembe. Már várkonyi barnaszenet használt 1845-ben *Andrássy György* a *Dernőn* létesített kavarókemencék fűtéséhez és ugyanezen évben, a már említett *Nádasdy Tamás* is, *Betléren* a kavarókemencék és gőzgépek üzembentartását odafuvaroztatott várkonyi szénnel kísérelte meg [2, 11].

Rövid idő alatt kitűnt, hogy ezek az első kísérletek a várt sikert nem hozták meg és így a vasgyárosok körében az a vélemény alakult ki, hogy az északborsodi (várkonyi) barnaszén kavaráshoz, forrasztáshoz és gőzgépek üzembentartásához nem alkalmas [2]. Ezek után a kudarcok után határozta el a Csetneki Concordia azt a rendkívül merész, az akkori vasút, sőt útnélküli viszonyok közt méginkább fantasztikusnak tűnő tervet, hogy közel 400 km-es távolságra, *Pécsre* fuvarozza el a Gömör megyében gyártott nyersvasat. Ott létesít vasúti sínek gyártására egy korszerű vasgyárat és a kavarókemencéket, a hengersorok hajtására szolgáló gőzgépeket pécsi szénnel üzemeltetik [7]. Ez a vasgyár — hasonlóan a betlérihez — külföldi szakértők tervei és irányítása szerint szintén felépült, de néhány évi sikertelen próbálkozás után ugyanúgy csődbe jutott, mint a betléri.

Érthető, hogy ily körülmények közt, mekkora energia és milyen nagy bátorság kellett ahhoz, hogy az Ózd-környéki barnaszenekre alapított nagyteljesítményű vasmű építéséhez szükséges tőkét a műszakilag képzetlen, nagyobb anyagi kockázatot eleve vállalni nem akaró Gömör-megyei stellároktól, földbirtokosoktól *Rombauer Tivadar* [12, 13] vezetésével néhány lelkes magyar szakember előteremtse és az új vasművet felépítse. Hittek abban, hogy az új vasműben — hozzáértő, szívós vezetés esetén, a várt eredményt — vasúti sínek hazai üzemben való előállítását — biztosan elérik.

A kulcskérdés tehát az volt: alkalmas-e az Ózd-környéki barnaszén az új vaskohászati technológia szerinti többcélú felhasználásra: kavarásra, forrasztásra és gőzgépek üzembentartására.

Először ezt kellett hitelt érdemlően bizonyítani a műszakilag képzetlen, bizalmatlan stellárok, földbirtokosok előtt, akiktől várt nem jelentéktelen anyagi hozzájárulás nélkül az új vasművet felépíteni nem lehetett. Amint a későbbiekből kitűnik, ezt a bizonyítást *Rombauer* ragyogóan szervezte meg: Ausztriába fuvarozott várkonyi szénnel két ottani vasgyárban *(Mauternban* és *Prävaliban)* [14] kavaró és forrasztó próbákat végeztetett, majd ezek pozitív eredménye után idehaza szintén két üzemben *(Bartován* és *Nyustyán)* felépített kísérleti kavarókemencékben a hitetlenkedők ellenőrzése mellett, a kísérletet sikeresen megismételte [15]. Csak ezek után sikerült maga mellé állítani és az ügynek megnyerni azoknak a stellároknak, földbirtokosoknak túlnyomó többségét, akiktől az új vasmű építéséhez szükséges alaptőkét várni lehetett.

Az alapítás és gyárépítés vázlatos története

Jóllehet az alapítással kapcsolatban *Rombauer* kimagasló tevékenységére vonatkozóan egyre több részlet került elő, hasonlóan minden jelentős létesítmény alapításához, a hagyomány és egyes források sokszor egymásnak ellentmondóan az ózdi vasmű alapításával kapcsolatos érdemeket gyakran másoknak tulajdonítják. Elsősorban *Sturmann Márton, Benkár József, Czibur János, Andrássy György, Andrássy Károly, Szatmáry-Király Pál* és a *Coburg Frigyes* herceg döntő szerepét említik [6, 9, 16].

Kétségtelen, hogy a felsoroltaknak is volt kisebb-nagyobb szerepük, Sturmann Márton kivételével, aki az alapítás idején már nem élt, csupán örökösei, kiskorú unokái laktak Ózd közelében Csernelyen. A döntő szervező munkát, a legnehezebb műszaki feladatok megoldását, továbbá az alapító tőkések összetoborzását kétségkívül elsősorban *Rombauer* végezte. Tevékenységét és az alapítás körül végzett munkáját azonban az 1867-es kiegyezésig, sőt 1918-ig a társulat vezetői is tervszerűen elhallgatták, mert *Rombauer* 1849-ben a szabadságharc bukása után, mint a *Kossuth* kormányzat kiemelkedő vezető egyénisége, emigrációba kényszerült és így nevét, érdemeit emlegetni politikai okokból az akkori Magyarországon nem volt célszerű.

Az ózdi vasmű alapításához vezető legdöntőbb lépéseknek az *Andrássy György* által 1843 szeptemberében összehívott *hosszúréti értekezletet* [4], valamint a *Gömöri Vasművelő Egyesület* (GVE) megalakulását kimondó 1845. május 15-i *rimaszombati gyűlést* lehet tekinteni. Ezek egyikén sem történt határozott döntés Ózdon létesítendő vasművel kapcsolatban, sőt még javaslat sem hangzott el arra vonatkozóan, hogy a tervezett hengermű Ózdon épüljön fel. Ennek ellenére a határozatok ezeken az értekezleteken születtek meg egy korszerű vasúti síneket gyártó hengerműnek ezen a vidéken történő felépítésére.

A hosszúréti értekezleten *Andrássy György Sajópüspökit*, mások a *„Sajóvölgyét"* javasolták. A rimaszombati gyűlésen pedig a *Mátra északi oldalán* közelebbről meg nem határozott területre tervezték az új gyárat. Ennek a javaslatnak elvetése után a Rimai Coalició *„Várkony völgyébe"* javasolta a gyárépítést. *A döntés csak 1846 elején történt meg,* és az erre utaló egyetlen hiteles adat szerint: *„Hosszú tanácskozások után gyárhelyül a Borsod megyében fekvő Ózd helysége állapíttatott meg"* [17].

Az 1843. évi hosszúréti értekezletre a pozsonyi országgyűlésnek ebben az évben a „kereskedelem és műipar előmozdítására" alakult és *Pejacsevics János* vezetésével működő bizottságának felhívására került sor.

Ez a bizottság nyilatkozatra szólította fel az összes jelentősebb vastermelőket az alábbi pontokra vonatkozóan:

„1. Mi a gyáripar azon nemének, mellyel a társaság foglalkozik a hazában, jelen állapotja, melyek sikeresebb működésének akadályai?

2. A törvényhozás köréhez tartozó minemű intézkedésekkel lehetne ezen akadályokat jövőre megszüntetni, s a gyáripar e nemét a hazában virágzóbbá tenni?"

A gömöri és szepesi vastermelők szinte kivétel nélkül nagy lelkesedéssel jelentek meg *Andrássy György* meghívására 1843. szept. 6-án a hosszúréti Andrássy-kastélyban, hogy az országgyűlés részére

adandó részletes választ megtárgyalják. A memorandum teljes szövegét hely hiányában nem közölhetjük, csupán megemlítjük, hogy elsősorban a rossz közlekedési viszonyokat, az általános szegénységből eredő bizonytalan és alacsony vaskeresletet, valamint a kiviteli vámokat domborították ki [18]. Sokkal fontosabb azonban témánk szempontjából az, ami az értekezlet befejezése előtt történt, ekkor ugyanis *Czibur János* a Murányi Unió nevében, felhasználva a ritka alkalmat, hogy az összes Gömör-megyei vastermelők jelen voltak, *egy vasúti-sín hengermű alapítására tett javaslatot, Andrássy György* pedig ezt követően szintén sietve jelentette be, hogy *„ezt más alakban neki is szándékában volt előhozni"* [18].

Határozat ugyan nem született, de ettől kezdve a hengermű alapításának gondolata nem került le a napirendről. Különösen a Rimai Coalició vette át a kezdeményezést és egymásután tett határozott lépéseket az alapítás érdekében. Ezek közül legfontosabbak voltak a *Rombauer* által irányított, már említett, várkonyi barnaszénnel végzett külföldi és hazai sikeres kavarási próbák és *Rombauer* külföldi tanulmányútjai.

Az ózdi vasművet végülis felépítő *Gömöri Vasművelő Egyesület* sorozatos előkészítő tanácskozások után a Rimai Coalició kezdeményezésére, *1845. május 15-én alakult meg Rimaszombatban* 250 000 forint alapító tőkével. (Az alapítókat a későbbiekben ismertetjük.) A társulat elnökéül *Szatmáry-Király Pált*, a Rimai Coalició elnökét választották, aki Jánosiban volt földbirtokos. Az öttagú igazgató választmány vezetője és műszaki irányítója *Rombauer Tivadar*, szintén a Rimai Coalició tisztfőnöke lett. A legagilisabb igazgatósági tagok *Czibur János* és *Benkár József* voltak. Mindez magában is igazolja a Rimai Coalició vezérszerepét az új társulatban.

Az építendő hengermű első terveit és költségvetését *Hernkohl Vilmos* „gépelyész" készítette még 1844 szeptemberében a Rimai Coalició felkérésére (a GVE megalakulása előtt), akkor amikor *Szatmáry-Király* és *Rombauer* külföldi tanulmányútjukról hazatértek és *Rombauer* a közgyűlésen először javasolta, hogy egy új vasmű létesítésére szólítsák fel az összes gömöri vasgyártókat [19].

Eszerint 100 000 bm vasúti sínt, lemezt és profilacélt szándékoztak évenként az új üzemben hengerelni. Miután a GVE részvényesei közgyűlésen a tervet véglegesen jóváhagyták, az alábbi igen jól megfontolt intézkedéseket tette az új társulat műszaki vezetősége *Rombauer* irányítása alatt:

1. *Befejezték és kiértékelték a végzett kavarási kísérleteket.*

2. *Szénkitermelési jogot szereztek:* Ózd, Csépány, Nagybolyok, Disznósd, Csernely és Nádasd községekben. Külön megállapodást létesítettek az 1841 óta működő Várkonyi Kőszénbánya Társulattal is [17].

3. Több évre szóló szerződésekkel a Rimai Coaliciótól, a Murányi Uniótól és *Andrássy Károly* olvasztóitól *biztosították a vasmű üzeméhez szükséges nyersvasat* [20].

4. Megállapodást igyekeztek kötni a Központi Vasút Társasággal, melynek keretén belül három év alatt 80 000 bm vasúti sín szállítására vállalkoztak és ezen a címen 100 000 Ft előlegre számítottak, amit az alaptőke kiegészítéseként a gyárépítésre kívántak felhasználni [21].

5. Ausztriából *gyárigazgatónak szerződtették* a kavaróüzemi és hengerműi gyakorlattal rendelkező *Fohn Kajetánt* [17, 21].

6. Szerződtettek továbbá három üzemi gyakorlattal rendelkező kavaró- és hengerész mestert Ausztriából, ill. Sziléziából.

7. A nyersvas szállítás biztosítása érdekében megkezdték a Sajópüspöki melletti Sajó-híd, valamint a Bánréve—Ózd közötti út építését.

8. Ózd község mellett a három völgy találkozó pontján *20 holdas területet vásároltak a gyárépítés céljára a Sturmann örökösöktől* és egyidejűleg bérbevették az egész ózdi birtokot [17, 21].

9. Szerződést kötöttek *Lutz* és *Dobbs*, brüni gépgyárosokkal *kazánok, gőzgépek* szállítására. Külön megállapodtak az angol *Dobbs* „erőművésszel" (mechanikussal) a hengerműi tervek elkészítésére, a szükséges *öntvények legyártásának irányítására.* Az öntvények zömét tehát saját kezelésben a Murányi-Unióhoz tartozó Kieskovai öntödében és gépműhelyben öntötték és munkálták meg. Később pedig a kieskovai öntöde és gépműhely nagyrészét Ózdra telepítették és így a gépalkatrészeket a helyszínen készítették [17].

10. Szerződtettek az építkezéshez és a gépek szereléséhez további, főleg *angol szakembereket. Takker György* [21], *Holmes Richárd, Pennings* és *Danzenberg* [14] személyében.

11. Szerződtették hosszabb időre a gyárépítéshez a környékbeli legjobb kőműves, ács, asztalos, lakatos, bádogos, üvegező stb. mestereket [14].

12. A gyárépületekkel egyidőben megkezdték 5 munkás lakóház és az igazgatói lakás építését is a külföldi szakmunkások elhelyezése érdekében [21].

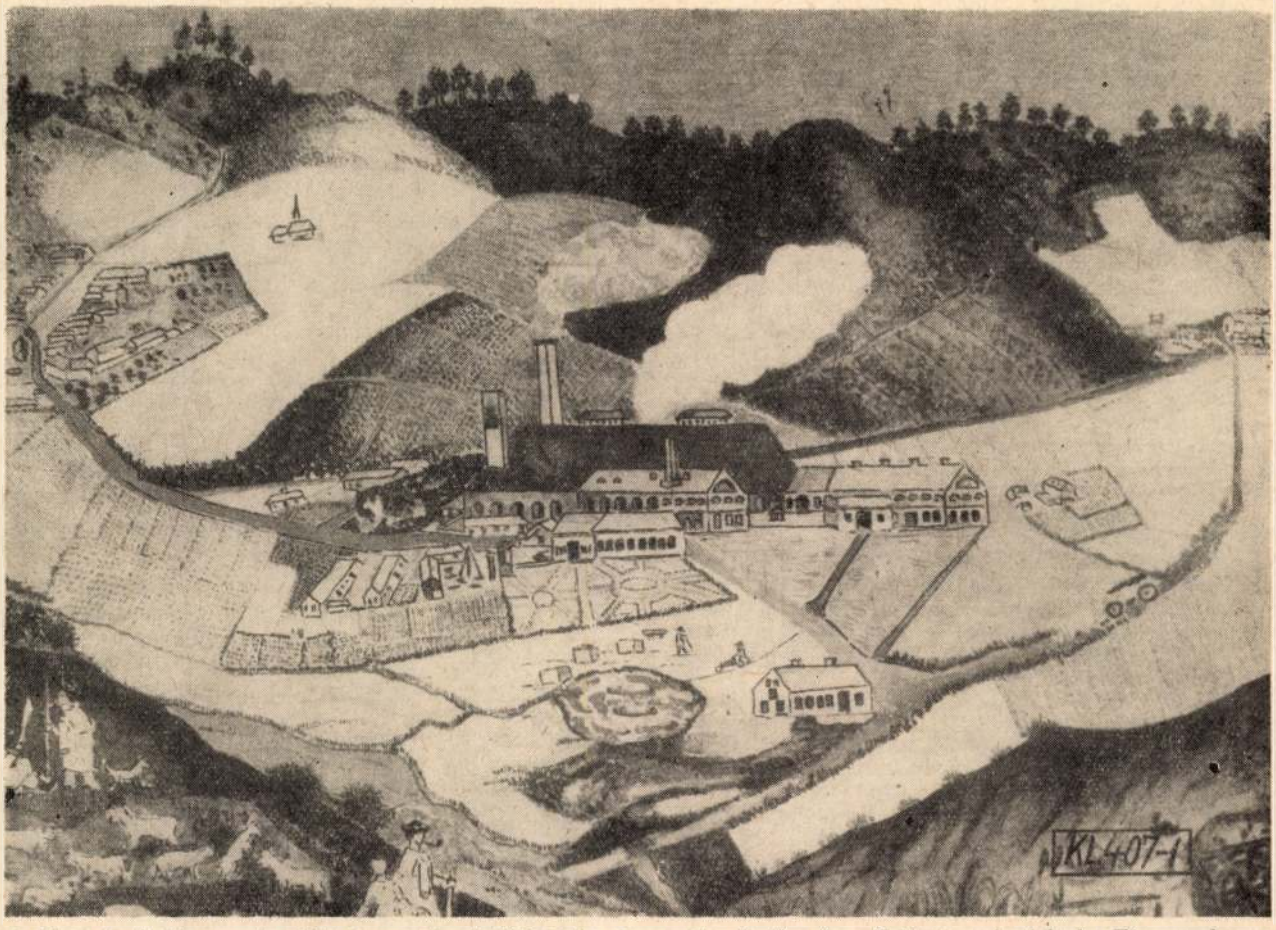
Az építkezés kezdeti időpontját pontosan ismerjük a GVE pénztárkönyvében [14] talált alábbi két tételből: *1846. márc. 28.* „Áldomás az alapok kijelölésekor 40 Kr", majd *1846. ápr. 20.* „Áldomás az első kövek fundamentomba betételekor 5 Ft."

A külföldről megrendelt gőzgépek hajón érkeztek Vácig és onnan társzekereken szállították Ózdra.

Az építkezés nagy ütemben folyt. *Fényes* [21] szerint 20—25 szakmunkást, 80—100 napszámost foglalkoztattak rendszeresen. *1846 szeptemberében* a kisebbik, 14 LE-s gőzgép már Ózdon volt és jelentik [17], hogy „a gyárépület két szárnya fedelestől, a középső főrész falai már készek", ... „a kőszénbányászatra egy bányaigazgató és bányaőr ügyel és 60 bányászok foglalatoskodnak".

A Rimai Coalició központja Rimabrézón volt és így *Rombauer* hivatala is itt volt elhelyezve, de az építés irányítása érdekében ezekben a hónapokban az adatok szerint nagyon sokat tartózkodott Ózdon.

A helyszíni öntési, megmunkálási és gépszerelési munkát *Dobbs* irányította a már említett angol szakemberekkel, *Fohn Kajetán*, a szerződtetett igazgató pedig elsősorban a gőzkazánok és gőzgépek szerelésére ügyelt fel, mert főleg gőzkazán szakembernek ismerték [22].



1. kép. Az ózdi vasgyár eddig ismert legrégibb látképe. Ismeretlen festő műve. Felirata: Ansicht des Eisenwerkes zu Ozd von Nordseite. Eredetije a rozsnyói bányamúzeumban van. Az ózdi gyártörténeti gyűjteményben tussal készített másolatát őrzik. A képet Faller Jenő ismertette a BKL. 1943. 16. számában

Az építkezés előrehaladására vonatkozó további hiteles adatot *1847. szeptemberből* ismerjük. Eszerint: *„az ózdi gyár épületei már állnak, a gőzgépek elérkeztek és a kőszénneli pudlirozás és forrasztás jó sikerrel halad előre"* [23].

Miután a gyár építése és felszerelése ekkor még korántsem nyert befejezést, csupán az első próbákról lehetett szó, mindenesetre azonban ez az első határozott adat arra, hogy a gyártás, ha kísérleti stádiumban is, de sikeresen megkezdődött.

További adatunk *1848. februárból* való [21]. Ekkor a gyárépületek, sőt a munkáslakások is már teljesen készen voltak, felszerelték a kazánokat és mindkét gőzgépet, a 10 kavaró kemencéből néhány már készen, a többi építése pedig folyamatban volt. Hasonlóan befejezés alatt állt a gőzkalapács szerelése is. Ekkor kezdte meg próbaüzemét a hengermű. Először a 4 hengersor körül a lemezsor („vastag és kispléh") kezdte meg a próbaüzemet. Ebből az időből való a gyár első ismert képe *(1. kép)*.

Az év elejétől csoportosan érkeztek a szerződtetett külföldi tűzi munkások és így a kavarás, forrasztás és hengerlés fokozatosan megindulhatott.

Az 1848 márciusi események, főleg pedig a szabadságharc kitörése, a termelő munka erőteljesebb kibontakozását akadályozta, sőt rövidesen a külföldi szakmunkások és szakemberek távozása miatt reménytelenné tette. Az adatok szerint *csoportosan hagyták el Ózdot és egymásután hazatértek* [24]. Ugyanekkor *1848 májusában Rombauer is kivált a társulat kötelékéből és Kossuth személyes meghívásának eleget téve Pestre költözött.* Az 1848-as kormányban iparügyi osztályfőnöknek nevezték ki, így az egész magyar gyáripar és kézműipar irányítása, a szabadságharc kitörése után ezenfelül a hadiipar megszervezése, képezte feladatát, igen széles — a mai megjelöléssel szinte miniszterhelyettesi — hatáskörrel [25].

Rombauer új beosztásában 1849 folyamán — mint később érintjük — az ózdi vasmű további sorsának alakulására még egy alkalommal, a szabadságharc alatti fegyvergyártás megszervezése kapcsán, jelentős befolyást gyakorolt.

(A következő számaink egyikében folytatjuk. A tanulmány második része az első 10 üzemév vázlatos történetét, a technológiára, az első gyártmányokra és az értékesítésre, az alapítókra, valamint a kiemelkedő vezetőkre vonatkozó adatokat tartalmazza.)

IRODALOM ÉS JEGYZETEK

[1] Az egyes források az ózdi vasművet *„hergergyárnak"*, mások *„síngyárnak"*, *„vaspályasín gyárnak"* vagy *„vaspályasín és pléhgyárnak"* nevezik.
Az ózdi vasmű az ország legrégebben alapított és *ugyanazon a helyen* megszakítás nélkül jelenleg is működő üzeme. A jelenlegi diósgyőri vasművet később, 1870-ben létesítették. Kétségtelen azonban, hogy a tőle 20—25 km-re fekvő Hámor—Ómassa-i 1770-ben alapított olvasztók, hámorok jogutódja és ezek folytatásaként keletkezett.

Az ózdi gyárnál korábban alapított hengerművek (pécsi, szilvásváradi, tapolcsányi), beleértve az 1918 előtti országterületen levőket is (Rhónicz, Nándorvölgy, Pohorella, Prakfalva) már mind megszűntek.

[2] *Szterényi:* Vas- és Fémipar 1901. 83. old.
A *witkovitzi* üzemet a *Rotschild* család létesítette. Csehszlovákia északi részén fekszik, ma Ostrava egyik kerülete. A gyár ma is Csehszlovákia egyik legnagyobb vasműve. *Prävali* Klagenfurt közelében Karintiában fekszik, Jugoszláviához tartozik, mai neve Prevalje. Az üzem régen megszűnt.

[3] *Edvi—Illés:* A magyar vaskőbányászat és vaskohászat 1900. 188. old.

[4] *Marton—Tetmajer:* Az RMST fejlődésének története 1906. 7. old.
A Murány völgyében Nagyrőcze—Bartova székhellyel alakult ki. Vasércbányákkal, friss tüzekkel, hámorokkal, 3 olvasztóval és faszéntermeléshez nagy erdőbirtokkal rendelkezett. *Sturmann Márton* alapította, tagjai a környékbeli vasgyártó „stellárok" voltak. Már 1830-ban javasolták a Rimai Coaliciónak az egyesülést.

[5] *Marton—Tetmajer* i. m. 12. old.
A szomszédos Rima völgyében alakult Rimabrézó székhellyel, mint bányatársulat. Hasonlóan vasércbányákkal, frisstüzekkel, hámorokkal, 1 olvasztóval és erdőbirtokkal rendelkezett. Szintén *Sturmann* alapította, tagjai azonban főleg nagybirtokosok, nagyrészt arisztokraták voltak.

[6] *Eisele:* Gömör és Borsod megyék bányászati és kohászati monográfiája 1903. 370. old.
Három kisebb társulatból alakult Csetneken. Vasércbányái, olvasztói, hámorai Csetnek völgyében voltak. Tagjai stellárok, vezetőjük *Sárkány Károly* rozsnyói kereskedő. A pécsi vasgyár alapítása idején *Madarász András* volt az igazgató.

[7] *Mérei:* Magyar iparfejlődés 1790—1848-ig. 1951. 330. old.

[8] *Léderer Emma:* Az ipari kapitalizmus kezdetei Magyarországon 1952.
A vasútépítés közös érdeke volt a nagybirtokosoknak, a terménykereskedőknek, valamint az akkor alakulóban levő gyárak tulajdonosainak. Döntő lépés volt a kapitalizmus kibontakozása felé vivő úton. 1845-ben Angliában már 4087 km, Németországban 2143 km vasút volt, Magyarországon 1846-ban épült az első vasútvonal Pest—Vác közt 33 km hosszúságban.

[9] *Borovszky:* Gömör-Kishont megye 1898. 160. old.
A *stellároknak* (Besteller szóból) az északi megyék akkori vasgyártó üzemeknek tulajdonosait, bérlőit hívták. Szerepük és jogállásuk legjobban a céhes mesterekhez hasonlítható. 1585-ben *br. Herberstein* murányi várkapitány vasipari szabályzata, régi szokásokra hivatkozva, már részletesen felsorolja teendőiket és jogaikat. Egyes német, magyar és szlovák származású családokban évszázadok óta öröklődött a vasiparral való foglalkozás. *Eisele* i. m.-ban 30—40 családról tesz említést.

[10] *Bécsi mázsa (bm)* = 56 kg. 1870-es évekig, a méterrendszer bevezetéséig a vasiparban leggyakrabban ezt a mértékegységet használták. Miután sok esetben csak egyszerűen mázsának írták, egyes későbbi munkákban az adatok értékelésekor tévedések gyakran fordulnak elő.

[11] *Mérei* i. m. 327. old.

[12] Rimai régi irattár (RRIt.) Anyagát 1948-ban a Központi Gazdasági Levéltár vette át. 60. sz. közgy. jkv. kötet 158. old.

[13] *Forgáts:* Rombauer Tivadar BKL 1940. 177. old.

[14] RRIt. 36. sz. kötet.

[15] RRIt. 60. sz. kötet 219. old.

[16] *Halmay—Leszih:* Miskolc és Borsod megye 1929.

[17] RRIt. 60. sz. kötet. 251. old.

[18] *Marton—Tetmajer* i. m. 24—27. old.

[19] RRIt. 60. sz. kötet 199. old.
A „*gépelyész*" alatt a gépekhez, gőzgépekhez értő szakemberekre utaltak. Használatos volt még ugyanebben az értelemben az „*erőművész*" megjelölés is. *Fényes* i. m.-ban *Takker Györgyöt* nevezi angol erőművésznek.

[20] RRIt. 8/8. sz. szerződés.

[21] *Fényes:* Magyarország geográfiai szótára 1851. 175. old. Már *Fényes* említi, hogy a szerződés végül is nem jött létre. Az irattári adatok szerint „annak nehéz feltételei" miatt. Az építkezésre szánt és így hiányzó 100 000 Ft-ot a részvények árának 40%-os emelésével kényszerültek előteremteni. *Ennek a fordulatnak döntő kihatása volt a hengermű profiljára. A fő célkitűzés, a sínhengerlés háttérbe szorult.* Inkább a többi hengersort igyekeztek üzembe helyezni. Ez az oka annak, hogy először a lemez- és profilgyártásra rendezkedtek be. A síngyártásra végül is csak az 1860-as években tértek át.

[22] *Biedermann:* Das Eisenhütten Gewärbe in Ungarn 1857.

[23] RRIt 60. sz. kötet 271. old.

[24] *Marton—Tetmajer* i. m. 42. old.
Pudlirozás = kavarás.

[25] RRIt. 60. sz. kötet 287. és 329. old.

Egyesületünk jubileumi ünnepsége

Egyesületünk 75 éves és lapjaink 100 éves jubileumi ünnepségeinek első napján, *szept. 12-én* az Építők Székházában tartott ünnepi díszközgyűlésen egyesületünknek több mint ezer tagja, ezenkívül közel száz belföldi és több mint száz külföldi vendég vett részt. A díszközgyűlésről, valamint a másnap tartott szakosztályülésekről lapunk jubileumi számában — amely a Bányászati Lapokkal közös ünnepi szám lesz — részletesen beszámolunk és közöljük a díszközgyűlésen, valamint a szakosztályüléseken elhangzott előadásokat. A jubileumi ünnepségek során a három kohászati szakosztályunk aktív tagjai között 7-en kormánykitüntetést, 14-en egyesületi érmet kaptak, és 29-en pedig a „Kohászat kiváló dolgozója" minisztériumi kitüntetésben részesültek. A kormánykitüntetéseket *Kisházi Ödön*, az Elnöki Tanács helyettes elnöke adta át. (O)

Léghevítők hatásfokának meghatározása és növelése

ALTNÉDER JÁNOS okl. kohómérnök
Dunai Vasmű

DK 669.162.26 : 662.76 : 662.614

Bevezetés

A tüzelőberendezések gazdaságosságának összehasonlítására az egységnyi betét vagy termékre eső hőenergiát használják. A nagyolvasztók léghevítőiben a fúvószelet melegítjük elő, ezért a felhasznált hőenergiát a nyersvas helyett 1 Nm^3 fúvószélre kellene vonatkoztatni. Ez azonban nem ad lehetőséget a különböző léghevítők összehasonlítására, mivel egyrészt a léghevítőkben felmelegített levegő mennyiségét a vezeték és szerelvény veszteségek, valamint a hidegszél szelepen átengedett levegő miatt nem tudjuk pontosan mérni, másrészt a nagyolvasztóknál eltérő forrószél hőmérséklettel dolgoznak.

Fentiek miatt a nagyolvasztó léghevítők energiafogyasztásának összehasonlítására legalkalmasabb mutatószámként a hatásfokot célszerű alkalmazni. A léghevítők hatásfoka alatt értjük a léghevítőkben a hideg szélnek átadott hőmennyiség és a tüzelőanyaggal bevitt hő viszonyát.

A léghevítők hőmérlege

A hatásfok meghatározás elemzése előtt vizsgáljuk meg a léghevítők hőmérlegét. A képletekben használt jelöléseket az *1. táblázatban* tüntetjük fel.

1. táblázat

Megnevezés	Jelölés	Egység
Hőbevétel	Q_{be}	kcal/ó
Hőkiadás	Q_{ki}	kcal/ó
A fűtőgáz kémiailag kötött hője	Q_g	kcal/ó
A fűtőgáz érzékelhető hője	$Q_{ég}$	kcal/ó
Az égési levegő érzékelhető hője	Q_1	kcal/ó
A hidegszél hőtartalma	Q_{hsz}	kcal/ó
A forrószél hőtartalma	Q_{fsz}	kcal/ó
Falveszteség	Q_{fal}	kcal/ó
Füstgázveszteség	$Q_{füst}$	kcal/ó
Hasznos hő	Q_h	kcal/ó
A léghevítő hatásfoka		%
Hasznos hő	q_h	%
Falveszteség	q_{fal}	%
Füstgázveszteség	$q_{füst}$	%
Szélmennyiség	V_{sz}	Nm^3/ó
Gázmennyiség	V_g	Nm^3/ó
Forrószél fajhője	c_{p_1}	kcal/Nm^3 °C
Hidegszél fajhője	c_{p_2}	kcal/Nm^3/°C
Forrószél hőmérséklete	t_1	°C
Hidegszél hőmérséklete	t_2	°C
A gáz fűtőértéke	H_f	kcal/Nm^3
Léghevító kupolák felülete	F_1	m^2
Léghevító köpenyből a tűzaknára eső rész felülete	F_2	m^2
Léghevító köpenyből a tűzaknán kívüli rész felülete	F_3	m^2
Kupolák fajlagos falvesztesége	q_1	kcal/m^2ó
Köpenyből a tűzaknára eső rész fajl. falvesztesége	q_2	kcal/m^2ó
Köpenyből a tűzaknán kívüli rész fajl. falvesztesége	q_3	kcal/m^2ó
Hőátadási tényező a köpeny külső felülete és a levegő között	α	kcal/m^2, ó, °C
Köpeny felületi hőmérséklet kívül	t_k	°C
Külső levegő hőmérséklete	t_1	°C
Köpeny falvastagsága	s_1	m
Szigetelőréteg falvastagsága	s_2	m
Tűzálló tégla falvastagsága	s_3	m
Köpeny hővezető száma	λ_1	kcal/m, ó, °C
Szigetelő réteg hővezető száma	λ_2	kcal/m, ó, °C
Tűzálló tégla hővezető száma	λ_3	kcal/m, ó, °C
Tűzálló tégla falazat belső hőmérséklete	t_b	°C
Nedves füstgázmennyiség	$F_{gyak\,n}$	$Nm^3/10^3$kcal
Nedves füstgáz fajhője	$c_{p\,füst}$	kcal/Nm^3 °C
Füstgázhőmérséklet	$t_{füst}$	°C

Az energia megmaradásának törvénye értelmében a léghevítőbe bevitt hő (Q_{be}) egyenlő a léghevítőből kiadott hővel (Q_{ki}).

$$Q_{be} = Q_{ki} \text{ kcal/ó} \qquad (1)$$

A léghevítőbe hőt viszünk be a gáz kémiailag kötött hőjével (Q_g), a gáz érzékelhető hőjével ($Q_{ég}$), az égési levegővel (Q_1) és a hideg fúvószéllel (Q_{hsz}),

$$Q_{be} = Q_g + Q_{ég} + Q_1 + Q_{hsz} \text{ kcal/ó} \qquad (2)$$

Hőkiadási tételek a forrószél hőtartalma (Q_{fsz}), a falveszteség (Q_{fal}) és a füstgázveszteség ($Q_{füst}$).

$$Q_{ki} = Q_{fsz} + Q_{fal} + Q_{füst} \text{ kcal/ó} \qquad (3)$$

Az (1), (2) és és (3) egyenletből:

$$Q_g + Q_{ég} + Q_1 + Q_{hsz} = Q_{fsz} + Q_{fal} + Q_{füst} \text{ kcal/ó} \qquad (4)$$

A hőmérleget általában a (4) egyenlet alapján szokták meghatározni. Az egyenletet azonban célszerű átalakítani úgy, hogy a gáz kémiailag kötött hőtartalmát Q_g-t kiemeljük.

$$Q_g = (Q_{fsz} - Q_{hsz}) + Q_{fal} + Q_{füst} - (Q_{ég} + Q_1) \qquad (5)$$

Az (5) egyenletben $Q_{ég} + Q_1 \sim 0$: hideg előmelegítetlen gáz és égési levegő mellett elhanyagolható. (a számítások szerint 10°C hőmérsékletű levegőnél és gáznál ezek érzékelhető hőtartalma a bevitt hőnek csak 0,66%-a).

Legyen $$Q_h = Q_{fsz} - Q_{hsz} \text{ kcal/ó} \qquad (6)$$

ahol Q_h a hasznos hő: a forrószél és hidegszél hőtartalmának különbsége. Így az (5) egyenlet:

$$Q_g = Q_h + Q_{fal} + Q_{füst} \text{ kcal/ó} \qquad (7)$$

A (7) egyenlet a hőmérleg célszerű alakja, mely szerint a tüzelőanyaggal bevitt kémiailag kötött hő egyenlő a hasznos hő, a falveszteség és füstgázveszteség összegével.

A (7) egyenletet Q_g-val osztva és 100-zal szorozva:

$$\frac{Q_g}{Q_g}100 = \frac{Q_h}{Q_g}100 + \frac{Q_{fal}}{Q_g}100 + \frac{Q_{füst}}{Q_g}100 \qquad (8)$$

Vezessük be a következő jelöléseket:

$$\eta = q_h = \frac{Q_h}{Q_g}100\% \qquad (9)$$

$$q_{fal} = \frac{Q_{fal}}{Q_g} 100\% \quad (10)$$

$$q_{füst} = \frac{Q_{füst}}{Q_g} 100\% \quad (11)$$

ahol η a léghevítő hatásfoka, q_{fal} a falveszteség százalékban (az óránkénti falveszteség és a tüzelőanyag kémiailag kötött hőtartalmának viszonya) és $q_{füst}$ a füstgázveszteség és a tüzelőanyag kémiailag kötött hőtartalmának viszonya százalékban. (8), (9), (10) és (11)-ből:

$$100 = \eta + q_{fal} + q_{füst} \quad (12)$$

η-t kifejezve:

$$\eta = 100 - q_{fal} - q_{füst} \% \quad (13)$$

Mint később látni fogjuk, a (13) egyenlet segítségével tudjuk a léghevítők hatásfokát legcélszerűbben meghatározni.

Megjegyezzük, hogy a megfelelő levegőfeleslegge tüzelt léghevítőknél a füstgázban éghető alkatrész nincs (CO és H_2) és ezért a tökéletlen égés miatt előálló füstgázveszteséggel nem számolunk.

A különböző léghevítőket a léghevítő hatásfokkal tudjuk összehasonlítani.

A léghevítő hatásfokot direkt és indirekt úton lehet meghatározni.

Hatásfokmeghatározás direkt úton

A hatásfokot direkt úton a (6) és (9) egyenletből a következőképpen határozhatjuk meg:

$$\eta = \frac{Q_h}{Q_g} 100 = \frac{Q_{fsz} - Q_{hsz}}{Q_g} 100\% \quad (14)$$

A forrószél hőtartalma:

$$Q_{fsz} = V_{sz} c_{p1} t_1 \text{ kcal/ó} \quad (15)$$

ahol V_{sz} a léghevítőbe menő szél mennyisége, t_1 a forrószél hőmérséklete és c_{p1} a fajhője.
A hidegszél hőtartalma:

$$Q_{hsz} = V_{sz} c_{p2} t_2 \text{ kcal/ó} \quad (16)$$

ahol t_2 a hidegszél hőmérséklete és c_{p2} a fajhője.
A tüzelőanyaggal bevitt hő:

$$Q_g = V_g H_f \text{ kcal/ó} \quad (17)$$

ahol V_g a fűtőgáz mennyisége és H_f a fűtőértéke.
A (14)—(17) egyenletből a direkt hatásfok:

$$\eta = \frac{V_{sz} c_{p1} t_1 - V_{sz} c_{p2} t_2}{V_g \cdot H_f} 100$$

$$\eta = \frac{V_{sz}(c_{p1} t_1 - c_{p2} t_2)}{V_g H_f} 100\% \quad (18)$$

A direkt hatásfok meghatározásánál tehát mérni kell a léghevítőbe menő szél mennyiségét, a fűtőgáz mennyiségét és fűtőértékét, a forrószél és a hidegszél hőmérsékletét.

A hatásfokot direkt úton meghatározva azonban hibát követhetünk el (mivel a gáz és fúvószél mennyiségmérésnél $\pm 5\%$ pontatlanság is előfordulhat). Tegyük fel, hogy a (18) egyenletben a forrószél és hidegszél hőmérséklet mérése, valamint a fűtőérték meghatározása pontos és a valódi hatásfok, amelyet meg akarunk határozni, 80%. Amennyiben a fúvószél mennyiségmérésnél +3% és a gázmennyiség mérésnél —3% a mérési hiba, a számított hatásfok:

$$\eta = \frac{80(1+0{,}03)}{100(1-0{,}03)} 100 = 85\%$$

Ha a fúvószél mennyiségmérésnél —3% és a gázmennyiségmérésnél +3% a hiba, úgy a számított hatásfok:

$$\eta = \frac{80(1-0{,}03)}{100(1+0{,}03)} 100 = 75{,}3\%$$

Tehát a mennyiségmérő műszerek hibájának irányától és nagyságától függően 75,3—85% közötti hatásfok adódik, a tényleges 80%-kal szemben. Növeli a nehézséget még az is, hogy a hidegszél mennyiségmérés pontatlanságán kívül a fúvólevegő egy nem mérhető része a fűtés alatt álló léghevítők hidegszél és forrószél szelepein és a fővezeték tömítetlenségén keresztül elszökik és nem megy be a fúvatás alatt álló léghevítőbe.

Egyébként a hatásfokból nem lehet megítélni, hogy az a nagy falveszteség, vagy füstgázveszteség miatt rossz-e. Ezért a hőveszteségek meghatározására is szükség van.

Amennyiben a léghevítő hatásfokát kísérlet során határoznánk meg, úgy figyelembe kellene venni a léghevítők rácsozatának hőtartalmában előálló változást (növekedést vagy csökkenést), különben a hatásfok meghatározásnál még nagyobb hibát követhetünk el. (Ez a hiba hosszabb méréssel csökkenthető).

Hatásfok meghatározás indirekt úton

A léghevítők hatásfokát indirekt úton pontosabban tudjuk számítani. Ennek előnye még az is, hogy a veszteségekből a léghevítők konstrukciós hibáira és a tüzelés hiányosságaira is lehet következtetni. Az indirekt hatásfokot a (13) egyenlet alapján úgy lehet kiszámítani, hogy 100-ból kivonjuk a tüzelőanyagra vonatkozó falveszteséget és a füstgázveszteséget:

$$\eta = 100 - q_{fal} - q_{füst} \%$$

Amennyiben az egyes veszteségek meghatározásánál +10% hibát követnénk el (ami igen nagy), úgy a számított hatásfok 20% veszteséggel számítva (80% tényleges hatásfoknál):

$$\eta = 100 - 20(1+0{,}1) = 78\%$$

—10% hiba esetén a számított hatásfok:

$$\eta = 100 - 20(1-0{,}1) = 82\%$$

Indirekt úton tehát 78—82% közötti hatásfokot számítottunk. Vagyis az indirekt úton mért és a tényleges hatásfok között maximum $\pm 2\%$ eltérés van, a direkt hatásfok meghatározás ± 5 százalékos hibájával szemben.

Az indirekt hatásfok meghatározásához ki kell mérni, ill. számítani a falveszteséget és füstgázveszteséget.

Falveszteség meghatározása

A falveszteség a bevitt hőre vonatkozólag a (10) és (17) egyenletből:

$$q_{fal} = \frac{Q_{fal}}{Q_g} 100\%$$

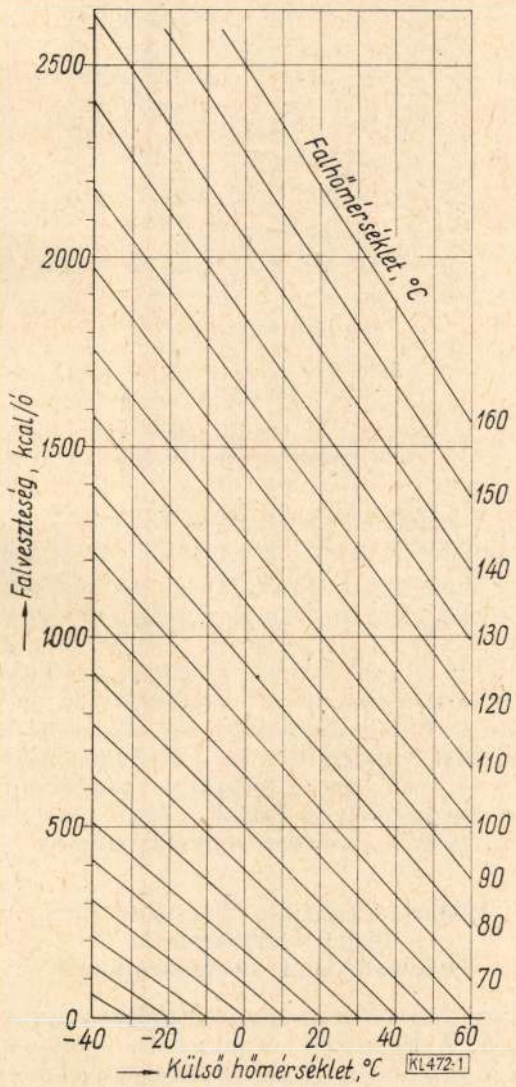
$$Q_g = V_g H_f$$

Az egy órára vonatkozó falveszteség:

$$Q_{fal} = F_1 q_1 + F_2 q_2 + F_3 q_3 \text{ kcal/ó} \qquad (19)$$

A léghevítők felületét több részre bontjuk fel; a kupolára, a köpenynek a tűzakna fallal érintkező végig egyenletes nagyobb hőmérsékletű részére és a köpenynek a tűzakna faltól távol eső, felülről lefelé csökkenő hőmérsékletű részére.

A (19) egyenletben F_1 az összes léghevítő kupolájának felülete, F_2 az összes léghevítő köpenyből a tűzaknára eső rész felülete és F_3 a köpenyből a tűzaknán kívül eső rész felülete, q_1 a kupola falvesztesége kcal/m² ó, q_2 az F_2 felület 1 m²-ének falvesztesége és q_3 az F_3 felület 1 m²-ének falvesztesége.



1. ábra. Falveszteség a fal és levegő hőmérséklet függvényében

Fenti egyenletekből következik:

$$q_{fal} = \frac{F_1 q_1 + F_2 q_2 + F_3 q_3}{V_g H_f} \cdot 100\% \qquad (20)$$

Az 1 m² falfelület 1 órára eső falvesztesége Heiligenstaedt szerint (1)

$$q = \alpha(t_k - t_1) \text{ kcal/m²ó} \qquad (21)$$

a hőátadási szám a léghevítő külső köpeny és a levegő között:

$$\alpha = 7{,}52 + 0{,}0508 t_k \text{ kcal/m²ó°C} \qquad (22)$$

A (21) és (22) egyenletből:

$$q = (7{,}52 + 0{,}0508 t_k) \cdot (t_k - t_1) \qquad (23)$$

A számítást grafikusan elvégezve különböző fal és levegőhőmérséklet mellett a falveszteséget az *1. ábrából* vehetjük ki.

A falveszteség meghatározása céljából az alábbi méréseket kell elvégezni: A léghevítők kupoláinak hőmérsékletét több pontban, a köpenyből a tűzaknára eső rész hőmérsékletét felül és alul (esetleg középen), valamint a köpenynek a tűzaknán kívül eső részének hőmérsékletét felül és alul (esetleg középen) több pontban tapintó pirométerrel vagy színes krétával kell mérni. Mérni kell még a külső levegő hőmérsékletét is. Ezenfelül léghevítőnként ki kell számítani a kupolák felületét, a köpenyekből a tűzaknára eső és a tűzaknán kívül eső rész felületét.

Az 1 m² falfelület veszteségét még a következő képlettel is lehetne számítani:

$$q = \frac{t_b - t_k}{\frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2} + \frac{s_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha}} \text{ kcal/m²ó} \qquad (24)$$

ahol s_1, s_2 és s_3 a köpenylemez, a hőszigetelő-réteg és a tűzálló tégla réteg vastagsága, λ_1, λ_2 és λ_3 a hővezető száma.

Minthogy a fal belső részének hőmérsékletét nem ismerjük (ezenfelül időben és a köpeny magasságától függően is változik), a (24) egyenletet gyakorlati számításokhoz nehéz használni. A hőszigetelő rétegek minőségének és vastagságának hatását azonban ezen egyenletből könnyen ki lehet számítani.

Fentiek miatt könnyebb a fajlagos falveszteséget a (23) egyenlet segítségével meghatározni, majd a (2) egyenlettel a százalékos falveszteséget.

A falveszteséget egy léghevítő üzemnél csak egy alkalommal kell meghatározni, mivel az csak akkor változik, amikor a forrószél hőmérséklet (és ezzel a felületi hőmérséklet) erősen nő vagy csökken.

Kessels szerint [2] a falveszteség a bevitt hőnek 4,8—9,3%-a, a köpeny külső hőmérséklete 40—60°C, míg a kupola hőmérséklete 60—100°C és az egész léghevítőre vonatkozó falveszteség jól szigetelt léghevítőknél 475—800 kcal/m²ó.

A füstgázveszteség számítása

Az érzékelhető füstgázveszteség az alábbi képletből számítható ki:

$$q_{füst} = V_{füst} c_{pfüst} t_{füst}$$

ill. $$q_{füst} = 0{,}1 \cdot F_{gyak\,n} c_{pfüst} (t_{füst} - t_{lev})\% \qquad (25)$$

ahol $F_{gyak\,n}$ a tüzelőanyagra eső nedves füstgáz mennyisége $Nm^3/10^3$ kcal, $c_{pfüst}$ a füstgáz fajhője, $t_{füst}$ a füstgáz hőmérséklete és t_{lev} a levegő hőmérséklete (t_{lev}-vel a (5) egyenlet alapján az égési levegőnek és gáznak kb. 0,66%-ot kitevő érzékelhető hőtartalmát is figyelembe vesszük.) A nedves füstgáz mennyiségét a füstgáz összetételéből lehet meghatározni.

Pl. a Dunai Vasműben a kohógáz és kamragáz átlagos összetétele a következő:

Alkotó	Egység	Kohógáz	Kamragáz
CO_2	%	11,7	2,7
CO	%	26,7	8,7
CH_4	%	—	25,6
C_nH_m	%	—	2,2
H_2	%	3,6	56,7
N_2	%	58,0	3,8
O_2	%	0,0	0,3
Fűtőérték, H_f	kcal/Nm³	897	4220
Fajsúly	kg/Nm³	1,293	0,479

A gázok összetételéből az égési egyenletek felhasználásával kiszámítható az elméleti és gyakorlati levegőszükséglet, valamint füstgázmennyiség, melyet az alábbi táblázatban tüntetünk fel:

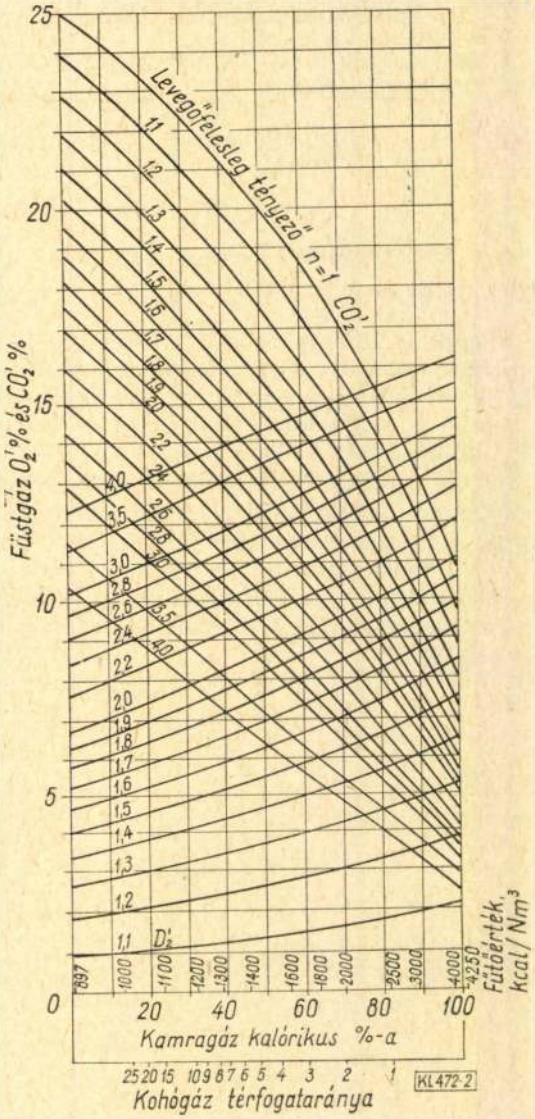
Megnevezés	Egység	Kohógáz	Kamragáz
O_{min}	$Nm^3/10^3$kcal	0,1688	0,217
L_{min}	$Nm^3/10^3$kcal	0,803	1,033
$F_{min\,sz}$	$Nm^3/10^3$kcal	1,71	0,927
$F_{min\,n}$	$Nm^3/10^3$kcal	1,785	1,202
CO_2	$Nm^3/10^3$kcal	0,428	0,1005
Nedves füstgáz CO_2 max.	%	25	10,8
Száraz füstgáz CO_2 max.	%	24	8,4
Nedves füstgáz fajhője 200°C-on	kcal/Nm³°C	0,3426	0,3342
Levegő fajhője 200°C-on	kcal/Nm³°C	0,315	

A gázok levegőszükségletéből, a füstgáz mennyiségéből és összetételéből a kalorikus részesedés függvényében került meghatározásra a füstgázmennyiség, valamint a kalorikus részesedés és a füstgáz összetétel (O_2, CO_2) függvényében a levegőfelesleg, amely a *2. ábrából* vehető ki.

A füstgázveszteséget a gáz kalorikus részesedés, a levegőfelesleg (ill. a füstgázösszetétel), és a füstgázhőmérséklet függvényében a (25) egyenlet segítségével lehet kiszámítani. Az értékek az üzemi számítások során grafikusan kerültek meghatározásra.

A füstgázveszteség megállapítása céljából meg kell határozni a léghevítőt elhagyó füstgázok átlagos összetételét (O_2', CO_2') és hőmérsékletét. A füstgáz összetétele alapján a 2. ábrából kivehető a levegőfelesleg. A levegőfelesleg, a gáz kalorikus részesedés és az átlagos füstgázhőmérséklet ismeretében a (25) egyenlet alapján határozható meg a bevitt hőre vonatkozó füstgázveszteség. A 2. ábra tiszta kohógáztüzelésre és kohógáz—kamragáz tüzelésre is érvényes és a megadott összetételtől eltérő kohógázra és kamragázra is lehet használni.

A (25) egyenletből látható, hogy a füstgázveszteség annál nagyobb, minél nagyobb a levegőfelesleg és a füstgázhőmérséklet. (A számításokat nomogrammokkal lehet legegyszerűbben elvégezni.)



2. ábra. Kohógáz—kamragáz keverék füstgázösszetétele a levegőfelesleg függvényében

A hatásfoknak indirekt úton történő meghatározása egyben a hőmérleg meghatározását is jelenti.

Bármely egyszerűnek is látszik a hatásfok és hőmérleg, valamint a veszteségek (a fal- és füstgáz veszteség) meghatározása, szükséges volna a számítást egységesíteni és a megadott módszer szerint elvégezni, mert enélkül a különböző módszerrel meghatározott hatásfok és hőmérleg közvetlenül nem hasonlítható össze egymással.

Példa egy léghevítő falveszteségének, füstgázveszteségének és hatásfokának meghatározására

Egy 760 m³-es nagyolvasztóhoz 3 léghevítő tartozik. A léghevítők átmérője 8000 mm, teljes magassága $h = 31$ m. Tapintó pirométerrel mért átlagos kupolahőmérséklet $t_1 = 112$°C, a köpeny tűzakna fal melletti részének hőmérséklete $t_2 = 98$°C,

míg a köpeny egyéb részének átlagos hőmérséklete $t_3 = 74°C$. Átlagos füstgázösszetétel:

$$CO_2' = 22{,}8\%, \qquad O_2' = 1{,}8\%$$

Az átlagos füstgázhőmérséklet $t_{füst} = 240°C$. A forrószél hőmérséklet $t_{fsz} = 930°C$. A gáz fűtőértéke $H_f = 897$ kcal/Nm³, mennyisége $V_g = 32\,300$ Nm³/ó.

A 3 db léghevítőnél a kupola felülete a rács tetejéig (félgömb + hengeres rész):

$$F_1 = 3\left(\frac{D^2\pi}{2} + D\pi h\right) = 3\left(\frac{8^2\pi}{2} + 8\pi 1{,}313\right) =$$
$$= 3(100{,}5 + 33) = 400{,}5 \text{ m}^2$$

A köpenyből a tűzakna fal melletti rész felülete

$$F_2 = 3bh = 3 \cdot 5 \cdot 147 = 220{,}5 \text{ m}^2$$

A köpenyből a tűzakna faltól távolabbi rész felülete

$$F_3 = 3(D\pi h_1 - bh) = 3(645 - 73{,}5) = 1714{,}5 \text{ m}^2$$

A kupola fajlagos falvesztesége 112°C falhőmérsékletnél az 1. ábrából $q_1 = 1248$ kcal/m²/ó.

A köpeny tűzakna fal melletti részének fajlagos falvesztesége 98°C hőmérsékletnél $q_2 = 1016$ kcal/m²ó.

A köpeny tűzakna faltól távolabbi részének fajlagos falvesztesége 74°C hőmérsékleten $q_3 = 624$ kcal/m²/ó.

A léghevítők összes falvesztesége a (19) egyenletből:

$$Q_{fal} = F_1q_1 + F_2q_2 + F_3q_3 = 400{,}5 \cdot 1248 +$$
$$+ 220{,}5 \cdot 1016 + 1714{,}5 \cdot 624 = 1\,794\,000 \text{ kcal/ó.}$$

A százalékos falveszteség a (10) egyenletből:

$$q_{fal} = \frac{1\,794\,000}{32\,300 \cdot 897} 100 = 6{,}18 \quad 6\%$$

A füstgáz összetételéből ($O_2 = 1{,}8\%$) a 2. ábra szerint a levegőfelesleg $n = 1{,}2$. A füstgázveszteség $n = 1{,}2$ és $t = 240°C$ átlagos füstgázhőmérsékleten (tiszta kohógáztüzelésnél) $q_{füst} = 16\%$.

A léghevítők hatásfoka:

$$\eta = 100 - (q_{fal} + q_{füst}) = 100 - (6 + 16) = 78\%$$

A léghevítő hatásfok növelésének lehetősége

A (13) egyenlet értelmében a hatásfokot a falveszteség és füstgázveszteség csökkentésével tudjuk növelni.

A falveszteség ezáltal csökkenthető, ha a léghevítőket vastagabb, vagy kisebb hővezető számú, porózusabb téglával szigeteljük, vagy kettős kupolát alkalmazunk. A falveszteség kimérésével lehet megállapítani, hogy az adott üzem léghevítőjének hőszigetelése megfelelő-e, vagy javításra szorul.

A falveszteség csökkentése, ill. a hőszigetelés megjavítása csak a léghevítők átépítése alkalmával lehetséges. A falveszteség 1 órára vonatkozó értéke a szélhőmérséklet növelésével nő, a százalékos falveszteség azonban gyakorlatilag nem változik.

A léghevítők hatásfokát egy adott üzemben átépítés nélkül csak a füstgázveszteség csökkentésével lehet növelni. A füstgázveszteség egy adott léghevítőnél — anélkül, hogy a léghevítőket átépítenénk — a levegőfelesleg csökkentésével, a periódus idő rövidítésével és a fűtőgáz mennyiségének helyes beállításával csökkenthető.

A levegőfelesleg hatása a hatásfokra

A levegőfelesleget a gáz és a levegő arányának beállításával addig lehet csökkenteni, amíg a kupolánál vett füstgázban éghető nem jelenik meg. A Dunai Vasműben $n = 1{,}05$, ill. $O_2 = 0{,}5\%$. Nagyobb levegőfeleslegnél nő a füstgáz mennyisége és a füstgázveszteség, csökken a füstgáz hőmérséklete a kupolánál és ezzel a kupola hőmérséklete.

A levegő mennyiségénél figyelembe kell venni azt is, hogy a forrószél tolattyúk átengedése esetén is megy be levegő a léghevítőkbe. Ezért a gáz és levegő mennyiségének arányát a kupolánál mért füstgáz oxigéntartalma alapján korrigálni kell.

A gáz és levegő mennyiségének arányát, ill. a lev. felesleget csak a fűtési periódus elején lehet állandó értéken tartani. A fűtési periódus elején ugyanis a kupola hőmérséklete nő. A léghevítő tűzálló falazatának védelme céljából a kupola hőmérséklete egy bizonyos értéken túl nem emelkedhet (1200—1250°C). Amikor a kupola eléri a megengedett hőmérsékletet, a gáz—levegő arányszabályozás automatikusan megszűnik. A kupola túlzott felmelegedése azáltal akadályozható meg, ha a gázhoz beadott égési levegő mennyiségét növeljük (levegőfelesleg növelése).

Bár a levegőfelesleggel történő szabályozás a füstgázveszteség növekedését eredményezi és ezért a hatásfok csökken, a léghevítő tűzálló falazat védelme céljából kényszerűségből ezt kell alkalmazni.

Ha a léghevítő felső részébe nagyobb tűzállóságú téglából épülne, ezen szabályozási rendszertől el lehetne tekinteni, ill. a kupola hőmérsékletszabályozót nagyobb hőmérsékletre lehetne átállítani. Ehhez azonban ngyobb beruházás és átépítés szükséges.

A számítás szerint a levegőfelesleget 0,1-del növelve kb. 1% hatásfok csökkenés áll elő.

A periódus idő csökkentése

A periódus idő 3 léghevítős üzemnél általában 3 óra (ebből két óra a fűtés és egy óra a fúvás). Amennyiben a periódus időt 1,5 órára csökkentenénk (1 óra fűtés és 0,5 óra fúvás) — amit külföldön igen sok helyen alkalmaznak —, úgy ezáltal a forrószél hőmérsékletét kb. 50°C-kal lehetne növelni, ill. a léghevítők hatásfoka (900°C-on) 1,5%-kal volna javítható. Nagyobb forrószél hőmérsékletnél még nagyobb mérvű javulás érhető el. A periódus idő csökkentésének igen nagy jelentősége van az olyan üzemekben, ahol a forrószél hőmérsékletének növelésére minden egyéb lehetőséget kimerítettek és további hőmérsékletnövelést csak a léghevítők átépítésével lehet elérni. A periódus időnek 3 óra alá történő csökkentése félautomatikus, vagy teljesen automatikus váltással lehetséges. Enélkül a léghevítők hasznos fűtési és fúvatási ideje csök-

ken és nő a váltások miatt előálló kieső idő. A félautomatikus váltást hazai léghevítőinknél nem alkalmazzák, azonban a Szovjetunióban és a fejlett kapitalista országokban elterjedt. A Dunai Vasműben is előkészültek a félautomatikus váltás bevezetésére.

A gázmennyiség hatása

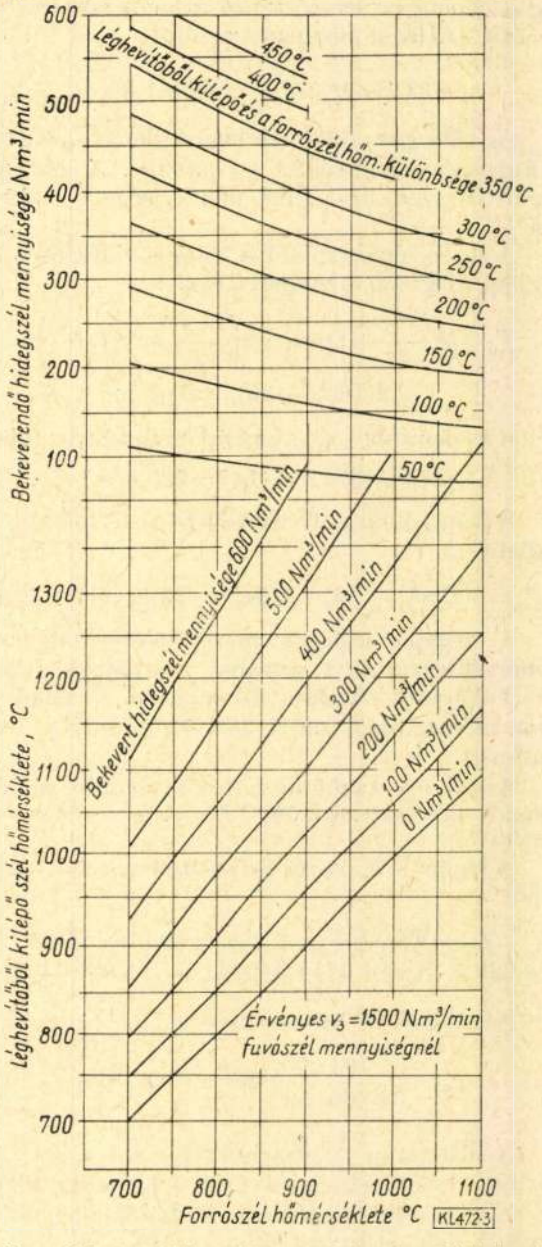
A léghevítők hatásfoka legjobban a gáz mennyiségének helyes beállításával javítható. Ha a gáz mennyisége a forrószél mennyiségének és hőmérsékletének megfelelő értéknél nagyobb, a távozó füstgáz átlagos hőmérséklete és a forrószélhez kevert hidegszél mennyisége megnő. Tüzéstechnikai szempontból nézve helyes tüzelésnél a fűtési periódus végén a bekevert hideg szél mennyisége nullára csökken.

Ha viszont a szükségesnél kevesebb az eltüzelt gáz mennyisége, a forrószél hőmérséklete a beállított érték alá csökken, ami a kohó szempontjából hátrányos.

Amennyiben a levegőfelesleget, a periódus időt és gáz mennyiségét az üzem adottságainak megfelelő optimális értéken tartjuk, a léghevítők hatásfokát erősen befolyásolja még a forrószél hőmérséklete. A forrószél hőmérséklet növelésével csökken a léghevítők hatásfoka.

A forrószél hőmérséklet szabályozása. A bekevert hidegszél mennyiségmérés jelentősége

A forrószél hőmérséklet szabályozáshoz az impulzust a forrószél körvezeték előtti hőmérsékletmérés szolgáltatja. Amennyiben a forrószél hőmérséklet a beállított érték alá csökken, a szabályozó a léghevítőt megkerülő hidegszél mennyiségét csökkenti, így több forrószelet enged keresztül a léghevítőn. Ha a forrószél hőmérséklete a beállított érték fölé emelkedik, a szabályozó a léghevítőt megkerülő hidegszél mennyiségét növeli, és kevesebb forrószelet enged át a léghevítőn. Állandó fúvószél hőmérsékletnél legnagyobb a bekevert hidegszél mennyisége a fúvatás elején, és az a léghevítő lehűlése miatt fokozatosan csökken. Ezért a léghevítőkben tárolt hőmennyiség megállapítása céljából igen fontos a bekevert hidegszél mennyiségének mérése. A hidegszél mennyiségének méréséből lehet következtetni arra, hogy a léghevítőt még mennyi ideig lehet fúvatni anélkül, hogy a forrószél hőmérséklete a beállított érték alá csökkenne. Tüzéstechnikai szempontból az volna ideális, ha a fúvatási periódus végén a bekevert hidegszél mennyiség nulla volna, Üzembiztonsági szempontból azonban biztosítani kell azt, hogy a forrószél hőmérsékletét a nagyolvasztó váratlan lehűlése esetén legalább 50—100°C-kal lehessen növelni, még a fúvási periódus végén is. Ezért a fűtőgáz mennyiségét ennek megfelelően kell beállítani. A fúvószél mennyiségéből és a kívánt hőmérséklet tartalékból ki lehet számítani, hogy a fúvatás végén milyen mennyiségű hidegszél bekeverésre van szükség. A Dunai Vasmű léghevítőinél a bekevert hidegszél mennyiség vagy a rendelkezésre álló hőmérséklet tartalék a *3. ábrából* vehető ki.



3. ábra. Bekevert hidegszél mennyisége és a kilépő szél hőmérséklete a forrószél hőmérséklet függvényében

A gázmennyiség szabályozása

A fűtőgáz mennyiségét a legtöbb üzemben nem szabályozzák, csupán állandó értéken tartják a gáznyomás szabályozásával. A gáz mennyiségének beállítása a gázkezelőktől függ, akik érzésük alapján állítják be azt, holott a gáz mennyiségét a forrószél hőmérséklete és mennyisége kell megszabja. A Dunai Vasmű léghevítőinél az alábbi gázmennyiség szabályozási rendszert tervezték meg:

A gáz mennyiségét végálláskapcsolóval maximális értékre állítják be. Ha a fűtési periódus végén a távozó füstgáz hőmérséklete a beállított értéket eléri, az automatika a gáz mennyiségét csökkenti, majd lezárja.

Ennek a rendszernek a hátrányai a következők voltak:

a) Az eltüzelt gáz mennyisége a fűtési periódus végén automatikusan csökken. Az így felsza-

baduló kohógáz rövid idő alatt nem tüzelhető el az Erőmű kazánjaiban, ezért a fáklyán keresztül a levegőbe kellett azt engedni. Így a kohógázveszteség megnőtt. Ezzel kell számolni egyébként más kohóüzemeknél is, ahol gáztartó nem áll rendelkezésre.

b) A gázmennyiség csökkenése esetén csökken a kupolahőmérséklet és ezért a fűtés után következő fúvási periódusban elérhető forrószél hőmérséklet is csökken.

Fentiek miatt a Dunai Vasműben ki kellett kapcsolni a tervezett gázmennyiség szabályozó automatikát és a gáz mennyiségét ettől kezdve a forrószél hőmérsékletétől és mennyiségétől függően a léghevítő hatásfokok számítása útján nyert táblázat segítségével, kézzel állították be. Az új tüzelési rendszer bevezetése után a léghevítő hatásfok 77%-ról kb. 80%-ra nőtt. A tüzelési rendszer betartása azonban nagy figyelmet követel a személyzettől.

A tüzelés tökéletesebbé tétele céljából tervbevették a gázmennyiség automatikus szabályozását olyan módon, hogy a forrószél hőmérsékletétől és mennyiségétől függően a gáz mennyiségét programszabályozóval automatikusan állítják be. Ezen szabályozási rendszer mellett még figyelembe kellene venni a léghevítőből távozó füstgáz hőmérsékletét is. Amennyiben a léghevítőből távozó füstgáz hőmérséklete a forrószél hőmérséklete szerinti meghatározott értéket eléri, úgy a tüzelést kikapcsolva a léghevítőt pihentetni kellene. Gáztartó hiányában azonban az így felszabaduló kohógázt a levegőbe kellene engedni. Ezért ebben a helyzetben helyesebb a léghevítőt fűteni. A gázkezelő az átváltás előtti füstgázhőmérséklet alapján, ill. a fúvási periódus végén a léghevítőt megkerülő hidegszél mennyiség alapján a fűtőgáz mennyiségét szükség esetén korrigálhatja.

A nagyolvasztók és léghevítők műszaki mutatóinak alakulása

A Dunai Vasmű nagyolvasztóinak forrószél hőmérséklete az üzem megindulásától kezdve fokozatosan növekedett. Az acél-nyersvasra vonatkozó kokszfogyasztás az 1958. évi 1017 kg/t-ról 1965-ben 724 kg/t-ra csökkent. A csökkenést különböző tényezők okozták, mint pl. az elegyviszonyok javulása, a darabosított érc részesedésének és bázikusságának növekedése, az olajbefúvás bevezetése és a forrószél hőmérséklet növelése stb. A nagyolvasztókban felhasznált hőenergia (koksz + olaj) csökkenése (1958-ban 7,6 Mkcal/t, 1965: 6,3 Mkcal/t) ellenére a léghevítők fűtésére felhasznált gáz mennyisége (kcal/t nyersvas) is csökkent; az 1959. évi 0,840 Mkcal/t nyv-ról 1965-ben 0,799 Mkcal/t nyv-ra.

A léghevítőkben kohógáztüzelés mellett 1020—1040°C hőmérsékletet lehetett elérni, 1200—1240°C kupola hőmérséklet mellett. A szélhőmérséklet további növelését célozta a kohógáztüzelésről kohógáz-kamragáz keverttüzelésre történt áttérés. Ezáltal a kohógáz 900 kcal/Nm³ fűtőértéke sokszor 1000—1050 kcal/Nm³-re nőtt. A forrószél hőmérséklete így 1080°C-ra volt növelhető 1250°C kupola hőmérséklet mellett.

A forrószél hőmérsékletet a Dunai Vasmű léghevítőinél csak nagyobb tűzállóságú és füstfelületű beépítésével lehet tovább növelni. Ehhez azonban a léghevítőket át kell építeni. Erre egy léghevítőnél kísérletképpen 1967-ben kerül sor.

IRODALOM

[1] *Heiligenstaedt:* Wärmetechnische Rechnungen für Industrieöfen. Düsseldorf, 1965.
[2] *Kessels:* A nagyolvasztó léghevítők vizsgálatának eredményei. Stahl Eisen 1955. 958. old.

Egyesületi hírek

Testvéregyesületünk a *Szilikátipari Tudományos Egyesület* nov. hó 21—25. között rendezi meg a *IX. Szilikátipari Konferenciát.* A Konferencia kétévenként kerül megrendezésre és ismerteti az újabb kutatási eredményeket, tapasztalatokat, a bevezetett új eljárásokat neves bel- és külföldi szakemberek tolmácsolásában. A most megrendezésre kerülő konferencián 75 előadás ad számot az iparág fejlődésének új eredményeiről. Ezekhez kapcsolódnak 5 perces korreferátumok, amelyeket az előadások elnökénél előzetesen kell bejelenteni.

A „Monolit-tűzállóanyagok" témakörben bejelentett előadások a következők:

Hinchliffe (Anglia): Hőszigetelő tűzálló téglák kerámiai és széntermékeket égető kemencében való alkalmazása.

Dr. Savioli—Dr. Aliprandi (Olaszország): Öntött monolit-tűzállóanyagok hidraulikus kötése és a tűzálló szemcsék közötti kölcsönhatás.

Dr. Lach (CSSK): Kerámiai stabilizátorok hatása a szabad mésznek tűzálló pc. betonban való kötésére.

Földi—Terényi: Monolitikus tűzállóanyagok hővezetőképessége.

Dr. Lőcsei: Zirkonbázisú döngölőmassza égetése közben végbemehető folyamatok kinetikája.

Dr. Berens (NSZK): Indukciós kemencék különféle tűzálló anyaggal való belső burkolására vonatkozó újabb vizsgálatok.

Teppler (NDK): Előregyártott tűzálló elemek gyártása és alkalmazása.

Dr. Lehmann (NSZK): Tűzállóanyagok foszfátkötésének vizsgálata.

Szymborski—Fiszer (LNK): Savanyúmasszák a forró szeles kupoló kemencék béléséhez.

Jelentkezni a konferenciára a Szilikátipari Tudományos Egyesület Titkárságánál, Technika Háza (Budapest V., Szabadság tér 17.) alatt lehet. Részvételi díj nem egyesületi tagoknak 200,— Ft. Ezen összeg befizetésére a jelentkezés után csekket küld az Egyesület. *Jelentkezési határidő: 1967. október hó 20.* (O)

Acélok melegfolyatása*

Dr. KISS ERVIN egyetemi tanár
Nehézipari Műszaki Egyetem

DK 669.14 : 621.984 : 621.73.043

A korszerű süllyesztékes kovácsolási technológiákban fokozódó jelentőségre tesznek szert a melegfolyató eljárások különböző változatai, amelyek a termelékenység növelését, a termékek méretgontosságának fokozását és a gyártás gazdaságosságát viszonylag egyszerű eszközökkel teszik lehetővé. A melegfolyatás előnyei közül — a teljesség igénye nélkül — az alábbiakat kell kiemelnünk:

a) A melegfolyatás lehetővé teszi olyan nagyméretű és bonyolult alkatrészek gyártását is, amelyek hidegen gazdaságosan már nem folyathatók. A melegfolyatással gyártható darabok legnagyobb átmérője 250—300 mm, míg a hidegfolyatással készíthető legnagyobb átmérőjű darab kb. 100 mm átmérőjű.

b) Minthogy melegfolyatáskor a darab — alakváltozása közben — a zárt felvevőben minden oldalról nyomás alatt áll, az alakíthatósági feltételek kedvezőbbek mint akármelyik más alakító eljárás közben. Ezzel magyarázható az, hogy a kovácsolható fémeken és ötvözeteken kívül melegen olyan anyagok is sikeresen folyathatók, amelyek egyéb alakító eljárással nem volnának alakíthatók (pl. a gömbgrafitos öntöttvas).

c) A melegfolyató eljárások az elérhető nagy méretpontosságukkal tűnnek ki. Az így gyártott üreges testek falvastagságának tűrése pl. $\pm 0{,}1$—$\pm 0{,}25$ mm.

d) A melegfolyató eljárásokkal viszonylag nagymértékű alakváltozás érhető el. Ötvözetlen acélok maximálisan 95%-os alakváltozással is folyathatók.

e) A melegfolyató eljárások jól kombinálhatók az ismert süllyesztékes kovácsolási műveletekkel vagy a megfelelő előalak folyatásos előállításán, vagy a süllyesztékes alakítás helyett részben folyatás alkalmazásán keresztül.

A melegfolyatás jellegzetes tömeggyártó eljárás. A rúd- és csősajtolástól az különbözteti meg, hogy a kisajtolt anyagrész hossza jóval kisebb és a felvevőbe helyezett előterméknek csak egy részét sajtolják ki. A folyatás mint önálló alakítási művelet — különösen színes- és könnyűfém rudak, ill. csövek gyártására — régóta ismert eljárás. Fémhüvelyeket, fémtubusokat már több, mint 80 éve állítanak elő hidegfröccsentéssel. Az acélok hidegfolyatásának ipari alkalmazására a 30-as évek elején végezték az első kísérleteket. Az acélok melegfolyatásának bevezetését a kenési probléma és a rövid szerszámélettartam akadályozta. Miután *Séjournet* francia mérnök az üvegkenéssel a kenési problémákat megoldotta, a korszerű keményfém bevonatok lehetővé tették a szerszámkopás elfogadható mértékre való csökkentését és kialakultak a revementes izzítás korszerű berendezései, valamint a nagyteljesítményű mechanikus sajtók, az acélok melegfolyatási eljárásai rohamos fejlődésnek indultak.

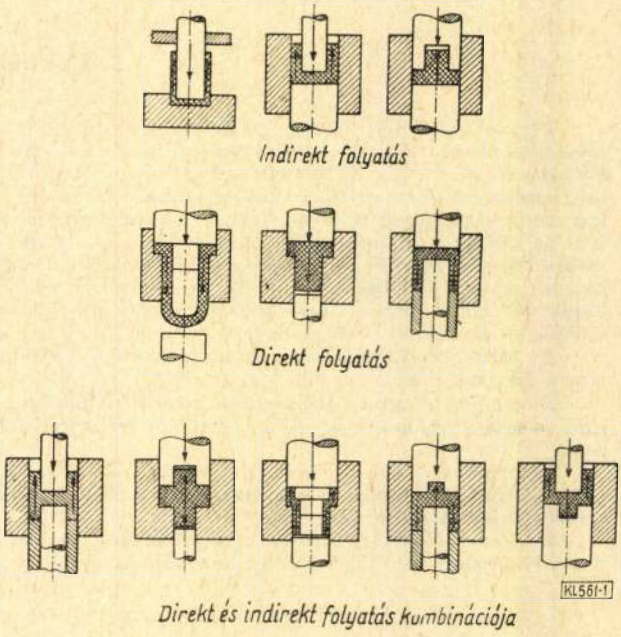
A folyatás alapvető gyártási műveleteit *Feldmann* [3] nyomán az *1. ábrán* tekinthetjük át. Eszerint megkülönböztetünk

1. *indirekt*, vagy *hátrafolyatást*, amikor a folyatóbélyeg és a kifolyó anyag mozgásiránya ellentétes. Ebbe a csoportba soroljuk a dagadó lyukasztást és a kitöltő lyukasztást is;
2. *direkt* vagy *előrefolyatást*, amikor a kifolyó anyag és a bélyeg mozgásiránya megegyező; végül
3. *kombinált eljárást* a direkt és indirekt folyatás megfelelő kombinációjaként.

A folyatással gyártható darab méreteit, illetve súlyát a rendelkezésre álló alakítógép erő- és munkaszükséglete korlátozza. A gyártható legnagyobb átmérő kb. 300 mm, a legkisebb falvastagság kb. 0,12 D, de a fokozott lehűlés miatt mindig nagyobb 2 mm-nél. A legkisebb lekerekítési sugár belül 4 mm, kívül 1,6 mm. A legnagyobb üregmélység — a bélyeg átmérőjétől függően — 2,5—3,5 $D_{külső}$.

A melegfolyatás első ipari alkalmazásának tekinthetjük az *Ehrhardt* által 1891-ben kidolgozott eljárást üreges testek előállítására négyzetes bugából. Ezt a módszert varratnélküli csövek, palackok gyártásához ma is használják. A dagadó lyukasztás elvét használja fel a *Kienzle* által javasolt megoldás süllyesztékekben kovácsolt tárcsák agyrészének kialakítására *(2. ábra)*.

Melegfolyatással természetesen nemcsak a süllyesztékben előalakított termék további formaadása oldható meg nagyon gazdaságos módon, hanem a süllyesztékes kovácsolás előalakításához is



1. ábra. A folyatás alapvető műveletei (Feldmann [3])

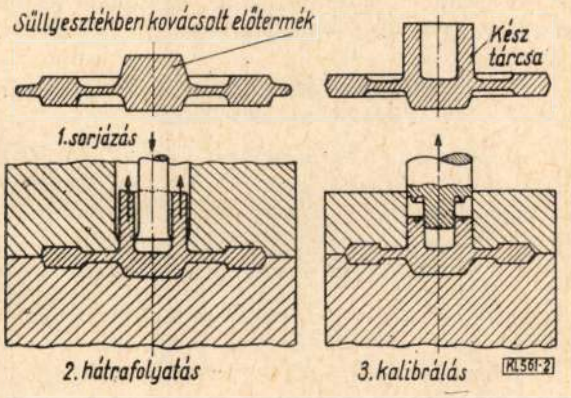
* A debreceni Képlékeny Alakítási Kongresszuson 1967. március 2-án elhangzott előadás.

felhasználható. Bizonyos esetekben a melegfolyatás jól helyettesítheti a meleg duzzasztást. A folyatás előnye a duzzasztással szemben az, hogy a szárrész és a duzzasztott fej magassága, valamint átmérője nincsen úgy megkötve, mint akár a szabad, akár a zárt üregben végzett duzzasztáskor.

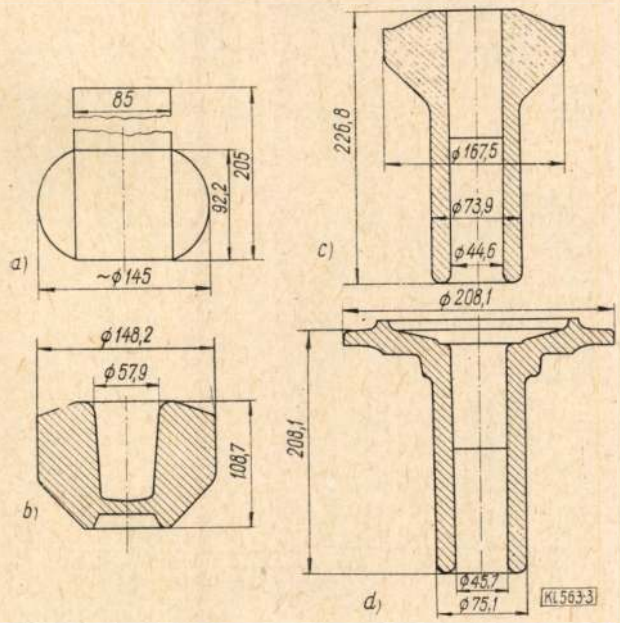
A *3. ábra Gutkin* szerint egy hosszú üreges kerékagy gyártását szemlélteti. Az előalakot egy indirekt és egy direkt folyatással állítják elő. A tárcsarészt süllyesztékes kovácsolással alakítják készre. Az *a*, *b*, *c* technológiai fázisok közvetlenül egymás után elvégezhetők egy háromfokozatú kombinált szerszámban, 2500 Mp nyomóerejű sajtón.

A melegfolyatás erőszükséglete

A melegfolyatás műveletтervezéséhez, a szerszámok méretezéséhez és a szükséges sajtó megválasztásához nem nélkülözhető az alakított darabban keletkező feszültségek nagyságának, irányának, eloszlásának és időbeli változásának ismerete.



2. ábra. Keréktárcsa agyrészének kialakítása folyatással (Kienzle után)



3. ábra. Kerékagy gyártásmenete Gutkin nyomán

a szabadduzzasztás, *b* előalak előállítása dagadó lyukasztással, *c* direktfolyatás, *d* tárcsarész süllyesztékes kovácsolása

A feszültségek ismeretében az erők és a munkaszükséglet meghatározhatók.

A melegfolyatáskor keletkező feszültségek, az ezekkel arányos erők és a folyatás munkaszükséglete a következő tényezők függvénye.

Anyagminőség

Melegfolyatással minden kovácsolható fém és ötvözet alakítható. Az anyagminőség alapvetően meghatározza a fém alakítási szilárdságát.

Az alakítás hőmérséklete

A melegen alakított fémek alakítási szilárdsága a hőmérséklet függvénye. A melegalakítás feltétele, hogy az alakítás hőmérséklete a fémre, illetve ötvözetre jellemző újrakristályosodási hőmérsékletnél nagyobb legyen. Az acélok melegfolyatásának szokásos hőmérséklettartománya 850—1150°C, az alakított darab hőmérséklete azonban nem állandó. A felvevő, a szerszám és a bélyeg hőelvonó hatására a darab hőmérséklete csökken, az alakváltozási munka viszont meleggé alakul és a darab hőmérsékletét növeli. E két hatás eredőjeként változik a darab hőmérséklete az idő függvényében. A hűtőhatást a szerszám felmelegítésével lehet csökkenteni, de a szerszámban keletkező *hőfeszültségek* nem engedik meg a szerszám hőmérsékletének jelentősebb emelését, arról nem is szólva, hogy a szerszám szilárdsága a hőmérséklet növekedésével csökken. Mindezen alapokok miatt a szerszámokat 300°C-nál jobban nem engedik felmelegedni, tehát megfelelő hűtéssel a szerszámok túlmelegedését feltétlenül meg kell akadályozni.

Ha a helyi alakváltozás sebessége nagy, akkor a darabban helyileg olyan nagy hőmennyiség képződhet, amelynek hatására a darabban melegrepedések keletkeznek. A hűtőhatás és a felmelegedés a darab keresztmetszetében nem egyenletes, aminek az a következménye, hogy a keresztmetszetben különböző hőmérsékletű — és ennek megfelelően különböző képlékenységű — anyagrészek találhatók. Ez is hozzájárul ahhoz, hogy az alakváltozás bizonyos inhomogenitást mutat.

A darabban kialakuló hőmérsékletkülönbségek csökkenthetők a kiinduló darab teljesen egyenletes átmelegítésével és azzal, hogy az alakítási műveletet olyan gyorsan végezzük, hogy számottevő hőmérsékletkülönbség kialakulására ne jusson idő.

Az alakváltozás mértéke

Erre jellemző a kiinduló darab keresztmetszete (F_0) és a folyatott alkatrész keresztmetszete (F_1). A két keresztmetszetet kétféle vonatkozásban használjuk, mégpedig

a) relatív vagy fajlagos keresztmetszetcsökkenés (fogyás):

$$\varphi = \frac{F_0 - F_1}{F_0}$$

illetve

b) logaritmikus keresztmetszetváltozás:

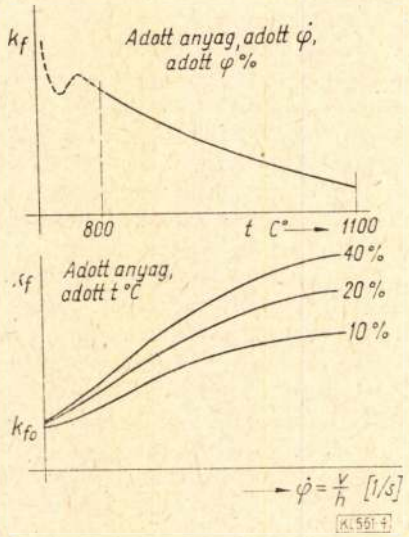
$$\ln \frac{F_0}{F_1}$$

Burkhardt szerint acélokra a fajlagos keresztmetszetcsökkenésnek — a jó felületi minőség érdeké-

ben — 0,3 fölött kell lennie. Az alakváltozás lehetséges mértékét a darab és a szerszám alakja (pl. a sajtolószerszám szöge) is meghatározza.

Az alakváltozási sebesség

Ez alatt az időegységben végbemenő fajlagos alakváltozást értjük. Valamennyi melegalakító eljárásra jellemző, hogy az alakítási szilárdság nemcsak a hőmérséklettől, de az alakváltozás mértékétől (φ) és sebességétől ($\dot{\varphi}$) is függ *(4. ábra)*. Az alakításkor érvényes alakítási szilárdságot tehát a következő tényezők figyelembevételével állapítják meg kísérleti úton meghatározott adatokból szerkesztett diagramokból: anyagminőség, hőmérséklet, az alakváltozás mértéke, az alakváltozás sebessége.



4. ábra. Elvi diagram az alakítási szilárdságot meghatározó tényezők szemléltetésére

Az alakítási szilárdság és az alakváltozási sebesség közötti összefüggést sok kutató vizsgálta. *Alder*, *Philips*, *Fink*, *Lueg* és *Bürger* az alakítási szilárdság változására a következő egyenletet állították fel

$$k_f = k_{f0}\dot{\varphi}^n$$

ahol k_{f0} az alakítási szilárdság egységnyi alakváltozási sebességnél, n kitevő a hőmérséklettől és az alakváltozás mértékétől függően 0,08 és 0,25 között változik.

Súrlódás, kenés

A melegfolyatás alapvető feltétele a teljesen revementes felületű kiinduló darab, valamint a jó és hatékony kenés. A kenés elsőrendű feladata az, hogy a szerszám felülete és a meleg darab között a helyi összeforradást, hegedést a nagy felületi nyomások ellenére is feltétlenül megakadályozza. A kenőanyag további szerepe az, hogy védje a darab felületét a szekunder revésedéstől. A reve ugyanis a szerszámkopást erősen növeli.

Kenésre még ma is leggyakrabban az olajos grafitot használják, de sokféle különleges kenőanyagról is olvashatunk különböző cégek ajánlásaiban. Ezeket a kenőanyagokat rendszerint paszta, vagy folyadék formájában szállítják. Alapanyaguk rendszerint olajban szuszpendált fémszilikát, amely a folyatás hőmérsékletén megolvadva viszkózus „üvegkenést" biztosít. Újabban a kenőanyagokba műanyagokat (pl. polietilén) adalékolnak. Jó eredménnyel használhatók a lágy fémes bevonatok is, amennyiben ezek a darab további felhasználását nem akadályozzák.

A súrlódási erő a súrlódási tényezőtől, a fajlagos felületi nyomástól és a súrlódó felületek nagyságától függ. A súrlódási tényezőt kenéssel, a súrlódó felületek nagyságát a szerszámok megfelelő kiképzésével lehet csökkenteni.

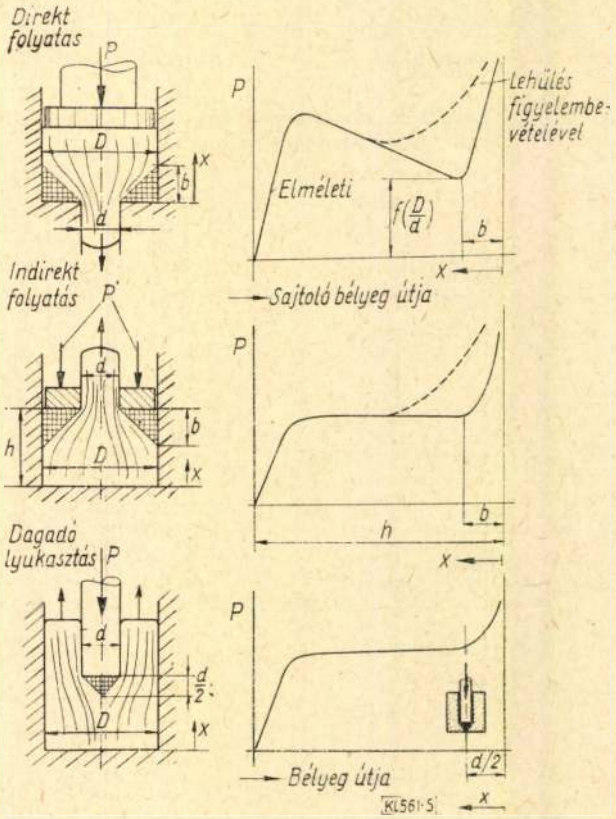
A szerszámok geometriája

Ez elsősorban a darabban kialakuló anyagfolyást határozza meg. Az optimális szerszámszög és a bélyeg optimális alakja a legmegbízhatóbban kísérleti vizsgálatokkal határozható meg.

Az acélok melegfolyatására vonatkozó elméleti összefüggéseket többnyire a direkt és indirekt rúdsajtolás esetéből vezetik le [1]. A melegfolyatás jellegzetes alapeseteire vonatkozó jellemző erődiagramokat és a számításhoz szükséges jellemző adatokat az *5. ábra* foglalja össze.

A folyatás erőszükségletének kísérleti meghatározása

A folyatás erőszükségletét legpontosabban az adott műveletre vonatkozó kísérleti mérésekkel lehet megállapítani. A mérési eredmények alapján az elméleti összefüggések pontossága ellenőrizhető, illetve a kísérleti adatokból meghatározott korrek-



5. ábra. A melegfolyatás jellegzetes alaptípusaira jellemző elvi erődiagramok

ciós tényezőkkel finomítható. A kísérleti mérések lehetővé teszik olyan tényezők hatásának viszonylag egyszerű elemzését is, amelyek elméleti úton egyáltalán nem, vagy csak nagyon bonyolult módszerekkel tisztázhatók, így pl. a szerszám lekerekítési sugarának, a szerszámkopásnak, az inhomogén alakváltozásnak hatása, vagy a súrlódási tényező konkrét értéke.

A kísérleti mérések különböző változatainak és lehetséges méréstechnikai megoldásainak részletes tárgyalása messzire vezetne. Ezért csak egy-két kiragadott példával kívánom szemléltetni az erőszükséglet kísérleti meghatározásának módszerét.

A brünni műszaki főiskolán végzett kísérletek [10] berendezésével mért adatokból szerkesztett út—erő diagramokra példaként a *6. ábrán* közöljük egy 0,38% C-tartalmú ötvözetlen acél melegfolyatási görbéit. A teljes vonallal kihúzott görbék $D = 50$ mm átmérőjű, $H = 30$ mm magas, a szaggatott vonallal kihúzott görbék ugyanolyan átmérőjű, de $H = 20$ mm magas hengeres kiinduló darabok folyatására vonatkoznak. A folyatás hőmérséklete 950 ± 25°C volt. A folyatott rész d átmérője a teljes vonallal kihúzott esetekben 30 mm, a szaggatott görbék esetében 20 mm volt. A folyatás különböző bélyegelmozdulással, maximálisan $s = 22$ milliméter útvonalon (4-es görbe) történt.

A teljes kísérletsorozat mérési adatainak feldolgozásával szerkesztette meg *Husek* a *7. ábrán* bemutatott diagramokat, amely a folyatóbélyegre ható fajlagos erőt (p) adja meg az alakváltozás mértékének függvényében.

A kísérleti görbék kiértékelése alapján a fajlagos sajtolóerő:

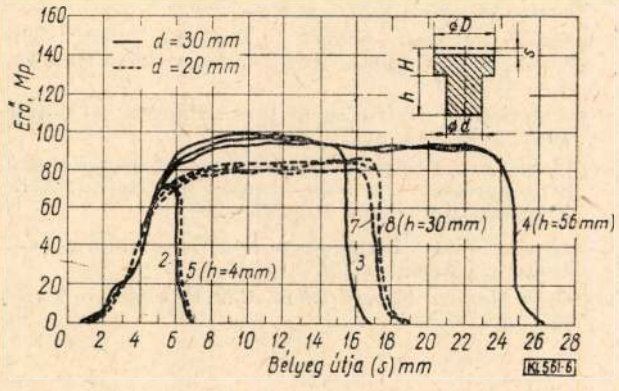
$$p = k_f + C\, f(D) \ln D^2/d^2$$

ahol k_f a sajtolt anyag tényleges alakítási szilárdsága,

C konstans, amely a darab és a felvevő érintkező felületétől függ. A felvevő növekvő átmérőjével a külső súrlódás a fal mentén és a felvevő falának hűtőhatása a folyatóerőre csökkenő hatással van.

A vizsgált ötvözetlen acélminőségre ($C = 0{,}38\%$) és 950°C sajtolási hőmérsékletre az összefüggés a következő egyszerű alakot veszi fel [10]:

$$p = 20 + \left(\frac{365}{\ln D^2} - 14\right) \ln \frac{D^2}{d^2} \text{ kp/mm}^2$$



6. ábra. Különböző H magasságú darabok direktfolyatásakor mért erők [10]

Grüning [6] h magasságú, D_0 átmérőjű hengeres testek direkt folyatására vonatkozóan az axiális és radiális irányú feszültségre a következő félempirikus összefüggéseket állapította meg:

$$p_a = C \frac{F_0 - F_1}{F_0} \ln \frac{F_0}{F_1} + \Psi_1 \left(\frac{h}{D_0} - \frac{1}{2}\right)$$

$$p_r = C \frac{F_0 - F_1}{F_0} \ln \frac{F_0}{F_1} + \Psi_2 \left(\frac{h}{D_0} - \frac{1}{2}\right)$$

ahol C az anyagminőségtől, hőmérséklettől és a folyatott profil keresztmetszetének alakjától függő tényező,

Ψ_1 és Ψ_2 a felvevő fala mentén keletkezett súrlódási ellenállást kifejező tényezők. A tényezők meghatározása kísérleti úton történik.

A fenti összefüggések első tagja a fajlagos sajtolóerő függését mutatja az alakváltozás mértékétől, míg a második tag a súrlódás hatását tükrözi, amely a próbatest csökkenő magasságával (h) csökken.

A melegfolyatás elemi eseteire vonatkozó erőszükséglet-számítások ismertebb gyakorlati összefüggéseit a *8—10. ábrák* foglalják össze.

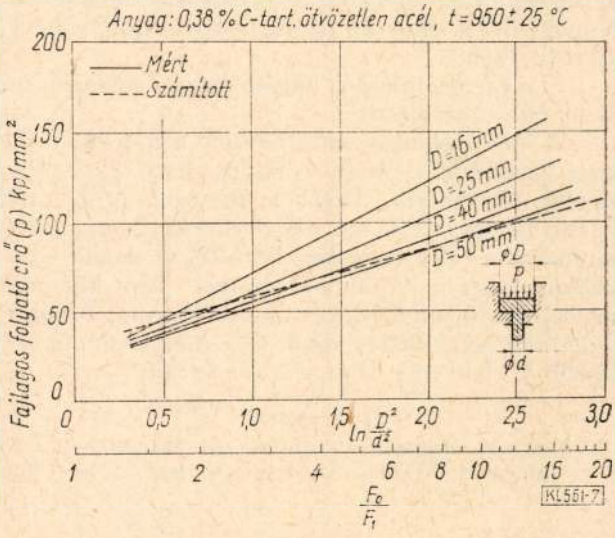
A melegfolyatás problémáinak szabatos vizsgálatakor elméleti és kísérleti módszerekkel az alábbi tényezők hatását kell részletesen elemezni:

1. az anyagáramlás jellege, irányai, mértéke. Az anyagáramlási sebességek eloszlása és időbeli változása. A tényleges alakváltozási sebességek nagysága és eloszlása;

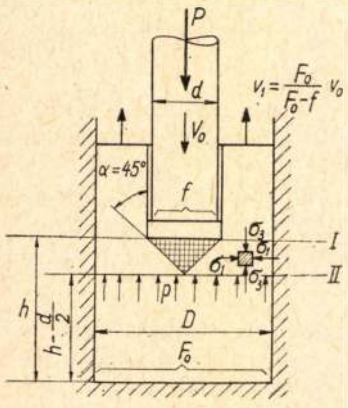
2. különösen a bonyolult alakú, összetett formájú termékek folyatásakor az alakváltozások egyenlőtlensége nagyfokú. Az inhomogén alakváltozás hatására az alakítási szilárdság és az anyagáramlási viszonyok is inhomogének lesznek;

3. a szerszám geometriájának hatása az anyagáramlásra, a feszültségi állapotra és ezen keresztül az alakítás erőszükségletére;

4. a darab hőmérsékletének változása a hely és az idő függvényében;



7. ábra. Fajlagos folyatóerő változása az alakváltozás mértékének függvényében [10]



Geleji szerint:

$$P = p \cdot F_0$$

$$p = 2\,k_k - k_f$$

$$k_k = \frac{k_f}{1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{f}{F_0}\left(1 + \frac{\mu}{\alpha}\right)}$$

Siebel szerint:

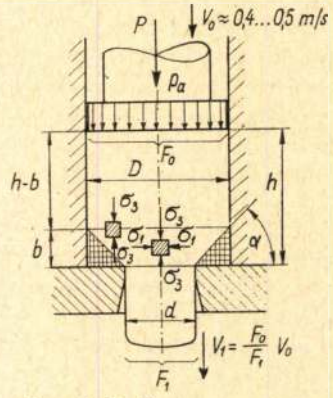
$$P = \frac{1}{\eta} F_0 \cdot k_f \left(\ln \frac{D}{D-d} - 0{,}16\right)$$

$$A = \frac{1}{\eta} F_0 \cdot h_0 \cdot k_f \left(\ln \frac{D}{D-d} - 0{,}16\right)$$

η = alakváltozási hatásfok

KL 561-8

8. ábra. A dagadó lyukasztás erőszükséglete



Geleji szerint: $P = P_{al} + P_{surl}$

$$P_{al} = p_a \cdot F$$

$$p_a = 2\,k_k - k_f$$

$$k_k = \frac{k_f}{1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{F_0 - F_1}{F_0}\left(1 + \frac{\mu}{\alpha}\right)}$$

$$P_{surl} = p_a \cdot F_0 \cdot \Psi\,(h-b)$$

$$\Psi = c \sqrt[4]{\frac{v_0}{h-b}}$$

Johnson szerint: $\boxed{P = p_a \cdot F_0}$

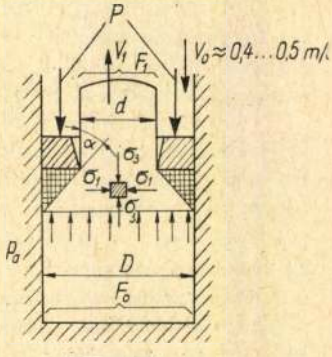
$$p_a = k_f\left(0{,}8 + 1{,}5 \ln \frac{D^2}{d^2}\right)$$

Hušek szerint: $p_a = k_f + C \cdot f(D) \cdot \ln \frac{D^2}{d^2}$

Grüning szerint: $p_a = C \frac{F_0 - F_1}{F_0} \ln \frac{F_0}{F_1} + \varphi\left(\frac{h}{D_0} - \frac{1}{2}\right)$

KL 561-9

9. ábra. A direktfolyatás erőszükséglete



Geleji szerint: $\boxed{P = p_a \cdot F_0}$

$$p_a = 2\,k_k - k_f$$

$$k_k = \frac{k_f}{1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{F_0 - F_1}{F_0}\left(1 + \frac{\mu}{\alpha}\right)}$$

Johnson szerint:

$$p_a = k_f\left(0{,}8 + 1{,}5 \cdot \ln \frac{D^2}{d^2}\right)$$

Hušek szerint:

$$p_a = k_f + C_2 f(D) \ln \frac{D^2}{d^2}$$

$C = f$(hőmérséklet, surlódás)

KL 561-10

10. ábra. Az indirekt folyatás erőszükséglete

5. a kenőanyag hatása a súrlódó erőkre és ezeken keresztül az anyagáramlásra, valamint az erőszükségletre;

6. a melegfolyatás hatása a folyatott termék szövetszerkezetére. Az inhomogén hőmérséklet és az egyenlőtlen mértékű alakváltozás milyen inhomogenitást okoz az újrakristályosodott szövetszerkezetben;

7. a szerszámkopás hatása az anyagáramlásra és az erőszükségletre.

A melegfolyatás szakirodalma a hidegfolyatás igen gazdag irodalmához viszonyítva lényegesen kisebb terjedelmű. Ezért a felsorolt problémák tisztázása keretében sok elméleti és kísérleti kutató munka elvégzése vár még a kutatókra annak érdekében, hogy a számos előnnyel járó korszerű melegfolyató műveleteket kovácsiparunk továbbfejlesztésében minél eredményesebben és minél szélesebb körben meg lehessen honosítani.

IRODALOM

[1] *Geleji S.:* Bildsame Formung der Metalle in Rechnung und Versuch. Akademie Verlag, Berlin 1960.

[2] *Geleji—Dévényi—Kiss—Széki:* Az acél képlékeny alakítása I. Vaskohászati Enciklopédia XII/1. kötet. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1964.

[3] *Feldmann:* Fliesspressen von Stahl, Springer Verlag, Berlin 1959.

[4] *Meyer—Nolkemper, H.:* Stand und Aussichten des Warmfliesspressens von Stahl. Schmiedetechnische Mitteilungen. 2. 1962.

[5] *Grüning:* Über die Beanspruchungsverhältnisse von Blockaufnehmern in Strangpressen (doktori disszertáció, Műszaki Főiskola Hannover, 1961.).

[6] *Pearson—Parkins:* The extrusion of metals, Chapmann and Hall Ltd. London, 1960.

[7] *Geleji—Dévényi—Gulyás:* Versuche über den Strangpressvorgang. Acta Technica 1963. Tom 44. 437—445. old.

[8] *Edgecombe:* Extrusion of Steel. Journal of Metals 1961. 211—214. old.

[9] *Geleji S.:* Kraftbedarf und Fliessvorgänge beim Strangpressen und beim Pressen im Gesenk, Acta Technica 1955. Tom 10. 187—220. p.

[10] *Husek:* Warmfliesspressen und Gesenkschmieden. Industrie Anzeiger 1967. II. 13—19.

[11] *Olav Svahn:* Fliesspressen. CIRP Annalen 1961/62. 3.

A reakciókinetika alapfogalmai és legújabb eredményei II.

Dr. HORVÁTH ZOLTÁN okl. kohómérnök, egyetemi tanár
NME, Miskolc

DK 541.127.001.247.669

A diffúziósebesség által meghatározott folyamatok

Ezekben az esetekben a koncentrációnak az idővel való változását legáltalánosabb formában a *Fick-féle 2. törvény* fejezi ki. Eszerint a tér adott helyén a koncentrációnak az idővel való változása a diffúziós állandónak és a koncentráció Laplace-operátorának a szorzatával egyenlő, azaz

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D\Delta c \qquad (23)$$

Ebben az egyenletben

c a pillanatnyi koncentráció [mol cm^{-3}]
t az idő [s]
D a diffúzió állandója [cm^2 s^{-1}]

Valóban állandó diffúziós állandó esetén az előző összefüggés a következő formában is írható:

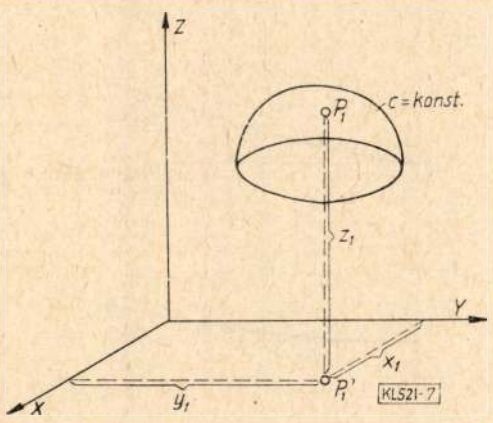
$$\frac{\partial c}{\partial t} = D\Delta c = D \operatorname{div} \operatorname{grad} c \qquad (24)$$

Az előzőleg ismertetett törvényszerűséget a gyakorlatban vagy derékszögű- vagy körhenger- vagy gömbkoordináta-rendszerben szokás használni, ugyanis a tér egy pontjában a koncentrációt többféleképpen lehet megadni.

Derékszögű koordinátarendszerben a tér P_1 pontjának x_1, y_1, z_1 koordinátái, valamint a ponton áthaladó szintfelülethez tartozó koncentrációérték a meghatározó *(7. ábra)*. Körhenger- és gömbkoordinátarendszerben a koncentrációkat szintén nívófelületek határozzák meg, azonban a pont helyzete a rajta áthaladó henger-, illetőleg gömbfelület sugarának (r), valamint a sugár vetülete és az x-tengely által bezárt szög (α), továbbá a z tengellyel bezárt szög (β) segítségével a következőképpen adható meg.

A körhenger kordináták esetén *(8. ábra)* ([3] 10. o., 63. á., [4] I. kötet, 284. o.)

$$\left.\begin{aligned} x &= r \cdot \cos \alpha, \\ y &= r \cdot \sin \alpha, \\ z &= z; \end{aligned}\right\} \qquad (25)$$



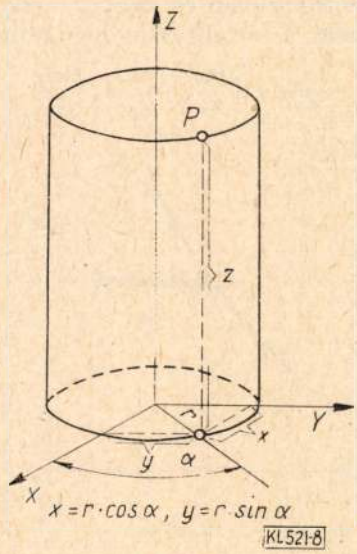
7. ábra

gömbkoordinátáknál *(9. ábra)* ([3] 104. o., 64. á., 4 I. kötet 280. o.)

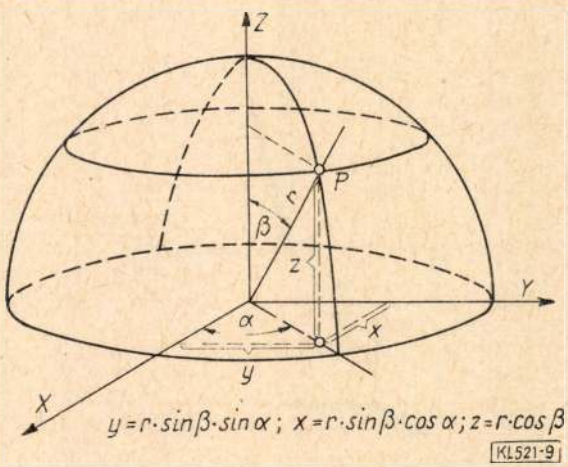
$$\left.\begin{aligned} x &= r \cdot \sin \beta \cdot \cos \alpha \\ y &= r \cdot \sin \beta \cdot \sin \alpha \text{ és} \\ z &= r \cdot \cos \beta \cdot \end{aligned}\right\} \qquad (26)$$

Az előzőleg említett skaláris mennyiségeken kívül a térben a pont helyzetét valamilyen vektorral is meg lehet határozni. Mivel a diffúzió sebességének vizsgálatánál a tér koordinátái mellett a koncentrációértéket is meg kell adni, azért a legcélszerűbb a vizsgált pontot olyan vektornak a segítségével meghatározni, amelyik a szóban forgó pontból indul ki, és a koncentráció legnagyobb mértékű növekedésének irányába mutat. A vektor nagyságával a koncentrációnak az úttal való változását célszerű jellemezni.

A tér P pontját és a hozzátartozó koncentrációváltozást meghatározó vektor a *gradiens c-vektor*. Ez derékszögű kordinátarendszerben az x-, y-



8. ábra



9. ábra

és z-tengely irányába eső egység-vektoroknak és a koncentráció x, y, z szerinti parciális deriváltjainak a szorzatából képzett összeggel azonos.

Rövidebben úgy is szokták mondani, hogy *grad c* a koncentráció irányderiváltjainak az összegével egyenlő. Ezt az egységnyi távolságra eső koncentrációváltozást mutató irányderiváltat l.p

$$y = \text{konst.}$$
$$z = \text{konst.}$$

esetben, amint a *10. ábra* is mutatja, úgy szerkeszthetjük meg, hogy a

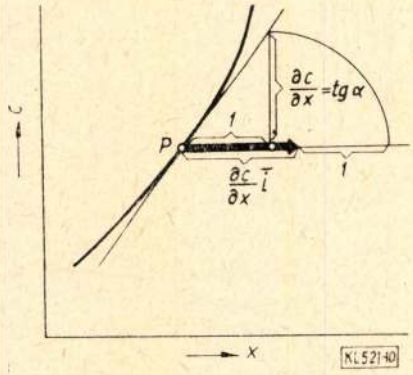
$$c = f(x)$$

görbéhez a P-pontban érintőt húzunk, meghatározzuk ennek az iránytangensét, és ezt az iránytangenst a P-pontból kiindulólag az x-tengely irányába rajzoljuk. Hasonlóképpen határozhatjuk meg az y- és z-tengely irányába eső irányderiváltat is.

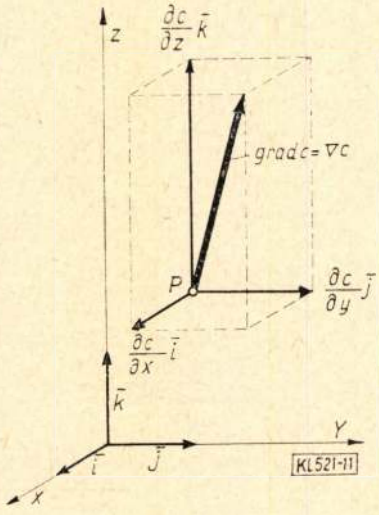
A három irányderivált összege adja a skaláris térfüggvény irányderiváltját, grad c-t *(11. ábra)*, ez a szintfelületre merőleges és a koncentráció legnagyobb mértékű növekedésének az irányába mutat, nagysága pedig az x-, y- és z-tengely irányába eső, egységnyi távolságra jutó koncentrációváltozások vektorikus összegével egyenlő.

Az előzőleg szóban és rajzban elmondottakat matematikailag a következőképpen adhatjuk meg

$$\text{grad } c = \frac{\partial c}{\partial x}\bar{i} + \frac{\partial c}{\partial y}\bar{j} + \frac{\partial c}{\partial z}\bar{k} \qquad (27)$$



10. ábra



11. ábra

Mivel a grad-vektor a legkülönfélébb állapothatározókkal együtt szerepelhet, azért a jelképes vektornak, a *nábla-vektornak* (∇) fogalmát vezették be. Ez matematikailag a következőt jelenti:

$$\nabla = \frac{\partial}{\partial x}\bar{i} + \frac{\partial}{\partial y}\bar{j} + \frac{\partial}{\partial z}\bar{k} \qquad (28)$$

Ennek segítségével a grad c-vektor a következőképpen írható fel:

$$\boxed{\text{grad } c = \nabla c.} \qquad (29)$$

A nábla-vektor természetszerűleg a különféle kordinátarendszerben más és más skaláris mennyiségekkel fejezhető ki. Ennek megfelelően derékszögű koordinátarendszerben

$$\nabla c = \frac{\partial c}{\partial x}\bar{i} + \frac{\partial c}{\partial y}\bar{j} + \frac{\partial c}{\partial z}\bar{k} \qquad (30)$$

körhenger koordinátarendszerben

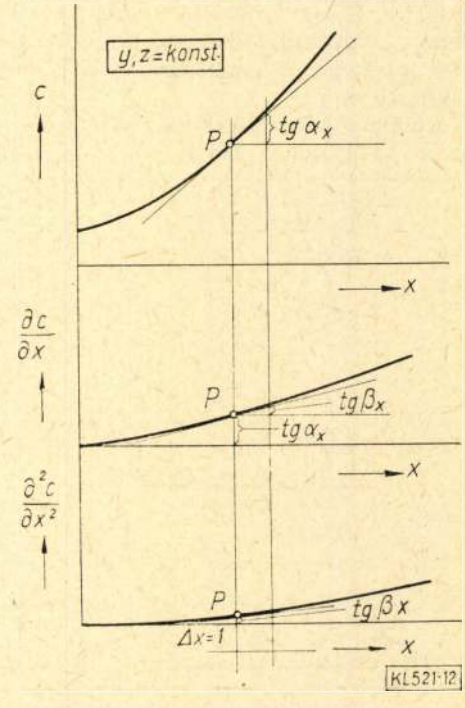
$$\nabla c = \frac{\partial c}{\partial r}\bar{e}_r + \frac{1}{r}\cdot\frac{\partial c}{\partial \alpha}\bar{e}_a + \frac{\partial c}{\partial z}\bar{e}_z \qquad (31)$$

gömb-koordinátarendszerben pedig

$$\nabla c = \frac{\partial c}{\partial r}\bar{e}_r + \frac{1}{r}\cdot\frac{\partial c}{\partial \alpha}\bar{e}_a + \frac{1}{r\sin\alpha}\cdot\frac{\partial c}{\partial \beta}\bar{e}_\beta \qquad (32)$$

(31)-ben és (32)-ben $\bar{e}_r$, $\bar{e}_z$, $\bar{e}_a$ és $\bar{e}_\beta$ az indexben szereplő értékek állandósága esetén adódó felületekre merőleges egységvektort jelenti.

A (grad c)-vektornak a náblavektorral való skaláris szorzata, amint az $y = \text{konst.}$ és $z = \text{konst.}$ esetre érvényes *12. ábra* is mutatja, az érintősíkhoz a tengelyek irányában húzott érintők iránytangenseinek az összegével egyenlő, és ezt a *skaláris* kifejezést a (grad c)-vektor *divergenciájának* nevezzük. Erre az jellemző, hogy a térben a koncentrációváltozás jellegéről tájékoztat. Ugyanis, ha az érintőgörbék egyenesek, azaz a térben a koncent-



12. ábra

ráció egyenletesen változik, akkor div c nullával egyenlő. Ilyenkor a teret *forrásmentesnek* nevezzük. Ebben az állapotban $\frac{\partial c}{\partial t}=0$, azaz a tér adott pontjában a koncentráció nem változik az idővel, mert az időegység alatt az adott ponthoz érkező anyag mennyisége egyenlő a pontból távozó anyagmennyiséggel. Ilyenkor pl. c-nek $\frac{\partial c}{\partial x}$-nek és $\frac{\partial^2 c}{\partial x^2}$-nek x-szel való változását a *13. ábra* mutatja.

A (grad c)-vektor divergenciáját röviden a koncentráció *Laplace-operátorának* hívjuk, és az előzők alapján a következő módokon fejezhető ki:

$$\boxed{\Delta c=\operatorname{div}\operatorname{grad} c=\nabla\,\operatorname{grad} c=\nabla\nabla c=\nabla^2 c} \tag{33}$$

Mivel ∇c a különféle koordinátarendszerekben más- és másféleképpen adható meg, azért Δc egyenlete is a koordinátarendszer függvénye ([4] 280., 284. és 282. o.).

Derékszögű koordinátarendszerben

$$\Delta c=\frac{\partial^2 c}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 c}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 c}{\partial z^2}, \tag{34}$$

körhenger-koordinátákkal kifejezve

$$\Delta c=\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial c}{\partial r}\right)+\frac{1}{r^2}\cdot\frac{\partial^2 c}{\partial \alpha^2}+\frac{\partial^2 c}{\partial z^2}, \tag{35}$$

Végül gömbkoordinátarendszerben

$$\Delta c=\frac{1}{r^2}\cdot\frac{\partial}{\partial r}\left(r^2\frac{\partial c}{\partial r}\right)+\frac{1}{r^2\sin\beta}\cdot\frac{\partial}{\partial\beta}\left(\sin\beta\frac{\partial c}{\partial\beta}\right)+$$
$$+\frac{1}{r^2\sin^2\beta}\cdot\frac{\partial^2 c}{\partial\alpha^2} \tag{36}$$

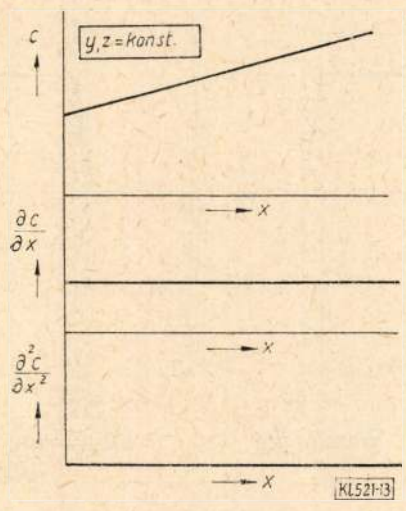
(34), (35) és (36) (23)-ba való helyettesítésével olyan parciális differenciálegyenleteket kapunk, amelyek lemez-, henger- és gömbalakú testben a térbeli diffúzió törvényszerűségeit írják le.

A továbbiakban az így adódó egyenletek megoldási lehetőségeit szeretném ismertetni.

Diffúzió lemezben

A folyamat sebességét leíró egyenlet:

$$\boxed{\frac{\partial c}{\partial t}=D\left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 c}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 c}{\partial z^2}\right)} \tag{37}$$



13. ábra

Forrásmentes tér esetén

$$\Delta c=0$$

A diffúzió csak x-irányú

Ebben az esetben a koncentráció csak az x-távolság függvénye, azaz

$$c=c(x).$$

A 13. ábrából kiolvasható, de a *14. ábra* ([2] 195. o., 166. á.) külön is mutatja, hogy ilyenkor a részben redukálódott lemezben a redukáló gáz koncentrációja a távolsággal egyenes szerint változik, mert

$$\frac{\partial^2 c}{\partial x^2}=0 \tag{34a}$$

$$\frac{\partial c}{\partial x}=A$$

és

$$\boxed{c(x)=Ax+B} \tag{38}$$

A 14. ábrán látható jelöléseket figyelembe véve, ahol

c_0 a kiinduló koncentráció mol cm^{-3},
c_i a koncentráció a határfelületen a kémiai reakció lejátszódása előtt mol cm^{-3},
c_e a kémiai reakció egyensúlyának megfelelő koncentráció mol cm^{-3},
x_0 a lemez félvastagsága cm és
x_i a még nem redukálódott rész félvastagsága cm,

az A és B állandók számíthatók, ugyanis

$$c_0=Ax_0+B,$$
$$c_i=Ax_i+B \text{ és}$$

$$A=\frac{c_0-c_i}{x_0-x_i}, \tag{39}$$

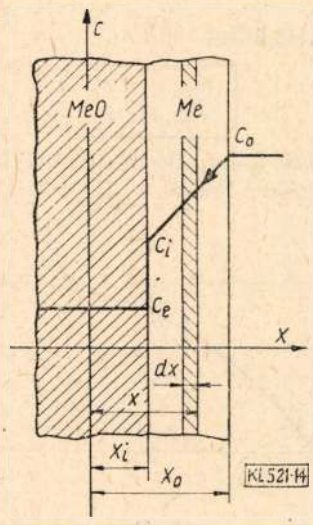
illetőleg

$$B=\frac{c_i x_0-c_0 x_i}{x_0-x_i} \tag{40}$$

A diffúzió az anyagot az x, y síkban szállítja

$$c=c(x,y)$$

$$\frac{\partial^2 c}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 c}{\partial y^2}=0$$



14. ábra

és

$$c(x,y)=\sum_k (A_k\, sh\, kx + B_k\, ch\, kx)(C_k \sin ky + D_k \cos ky), \tag{41}$$

illetőleg

$$c(x,y)=\sum_{n=0}^{\infty} A_n(x)y^{2n} \cong$$

$$=c(x_0,0)+(x-x_0)\frac{\partial c}{\partial x}x_0,0+$$

$$+\frac{1}{2}(x-x_0)^2\frac{\partial^2 c}{\partial x^2}x_0,0+\frac{1}{2}y^2\frac{\partial^2 c}{\partial x^2}x_0,0 \tag{42}$$

(41)-ben és (42)-ben ([3] 120. o.)

k szeparációs állandó.

A_k, B_k, C_k és D_k állandók értékét a határfeltételek segítségével állapíthatjuk meg, és (42) második része az $x=x_0$ és $y=0$ pont közelében mutatja a koncentráció a síkban való változását.

$A_n(x)$ az x-től függő függvényt jelöl.

A diffúzió az anyagot a térben szállítja

Ebben az esetben a $c=c(x, y, z)$-függvénynek (37)-be való helyettesítésével adódik, hogy forrásmentes térben

$$\frac{\partial^2 c}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 c}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 c}{\partial z^2}=0$$

Ennek a differenciálegyenletnek a partikuláris megoldása ([4] II. kötet. 354. o.)

$$c_{k,l,m}=\exp(kx+ly+mz), \tag{43}$$

ahol

$$k^2+l^2+m^2=0.$$

$$\Delta c \neq 0$$

Ilyenkor a tér nem forrásmentes és x-irányú diffúzió esetén (37) a következő egyszerűbb alakban írható:

$$\frac{\partial c}{\partial t}=D\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \tag{44}$$

Az így adódó (44)-es összefüggés csak határozott kiinduló és határfeltételek mellett oldható meg.

Ha pl. ([6] III. kötet, 365. o.)

$$\boxed{\begin{array}{l} c(x,o)=c_0 \\ c(o,t)=o \end{array}}$$

ami azt jelenti, hogy a koncentráció O időpontban minden vizsgált x-helyen c_0-lal, $x=O$ helyen pedig minden időpontban O-val egyenlő, akkor

$$\boxed{c(x,t)=c_0\,\mathrm{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)} \tag{45}$$

(45)-ben

$$\mathrm{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)=$$

$$=\boxed{\mathrm{erf}\,z=\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^z e^{-y^2}\,dy}=$$

$$=\frac{2}{\sqrt{\pi}}\left(z-\frac{z^3}{1!\,3}+\frac{z^5}{2!\,5}-\cdots\right) \tag{46}$$

z ismeretében a *Gauss-féle hibaintegrál* (erf z) értéke kézikönyvekben található táblázatokból ([5] I. kötet, 28. o., [4] I. köt. 183. o.) olvasható ki. (46)-ban y kisegítő változót jelent. A *15. ábra* erf z-nek z-vel való változását mutatja ([4] I. kötet, 183. o.).

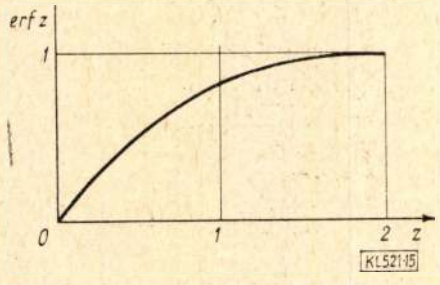
A vizsgált eset, amint a *16. ábra* is mutatja, akkor fordul elő, ha pl. a lemez belsejében uralkodó koncentrációváltozását vizsgáljuk, és a c-tengelyt a lemez felületén, az x-tengelyt pedig a felületre merőlegesen vesszük fel. Ilyenkor az anyag a lemez belsejéből kifelé diffundál.

Azonos összefüggés használható a lúgzásnál, kristályosításnál és elektrolízisnél az oldatban lejátszódó koncentrációváltozás leírására is, csak ezekben az esetekben $x > x_0$, c pedig a lúgzószer, kristályosítandó anyag, ill. a leválasztandó elem koncentrációját jelenti.

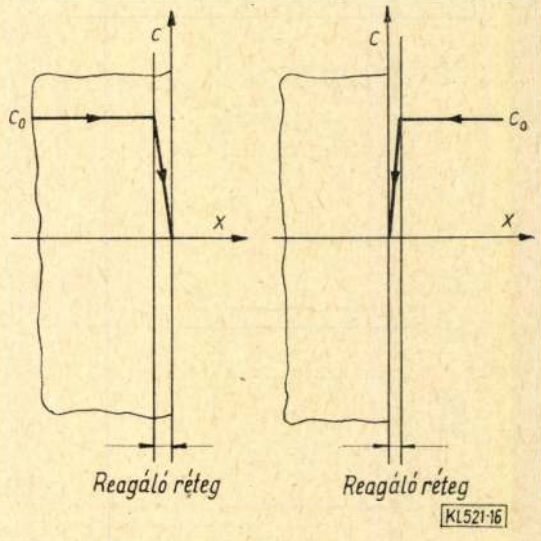
(46)-ból a diffúziós állandó (D) és az idő (t) ismeretében az x helyen uralkodó koncentráció, vagy x és D segítségével adott c eléréséhez szükséges idő számítható.

Ha a koncentráció a vizsgált időszak elején x minden értékénél nulla, és a későbbiekben $x=0$ helyen minden időpontban c_0, azaz ha az anyag a lemez belsejébe diffundál:

$$\boxed{\begin{array}{l} c(x,0)=0 \\ c(0,t)=c_0 \end{array}}$$ és *(17. ábra)*,



15. ábra



16. ábra

(44) megoldása ([7] 366. o., [5] I. kötet, 182. o.)

$$\boxed{c(x,t)=c_0\left[1-\operatorname{erf}\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right]} \qquad (47)$$

Diffúzió hengerben

A koncentrációnak az idővel való változását a következő összefüggés mutatja:

$$\frac{\partial c}{\partial t}=D\left[\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial c}{\partial r}\right)+\frac{1}{r^2}\cdot\frac{\partial^2 c}{\partial \alpha^2}+\frac{\partial^2 c}{\partial z^2}\right] \qquad (48)$$

Forrásmentes tér esetén ($\Delta c=0$)

A diffúzió csak sugárirányú

Ebben az esetben

$$c=c(r) \text{ és}$$

$$\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial c}{\partial r}\right)=\frac{\partial^2 c}{r^2}+\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial c}{\partial r}=0 \qquad (35a)$$

Ilyenkor a koncentráció a sugárral logaritmikus görbe szerint változik, mert

$$\frac{\partial^2 c}{\partial r^2}=-\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial c}{\partial r}$$

$$r\frac{\partial c}{\partial r}=A$$

és

$$\boxed{c=A\ln r+B} \qquad (49)$$

A lemez esetében elmondottak szerint

$$c_0=A\ln r_0+B$$

$$c_i=A\ln r_i+B$$

$$A=\frac{c_0-c_i}{\ln r_0-\ln r_i}, \qquad (50)$$

illetőleg

$$B=\frac{c_i\ln r_0-c_0\ln r_i}{\ln r_0-\ln r_i} \qquad (51)$$

Ha $c=c(r,\alpha)$

$$\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial c}{\partial r}\right)+\frac{1}{r^2}\cdot\frac{\partial^2 c}{\partial \alpha^2}=0 \quad \text{és} \qquad ([3]\ 122.\ o.)$$

$$\boxed{c(r,\alpha)=\sum_k (A_k r^k+B_k r^{-k})[(C_k\sin k\alpha+D_k\cos k\alpha)]} \qquad (52)$$

Ha $c=c(r,z)$

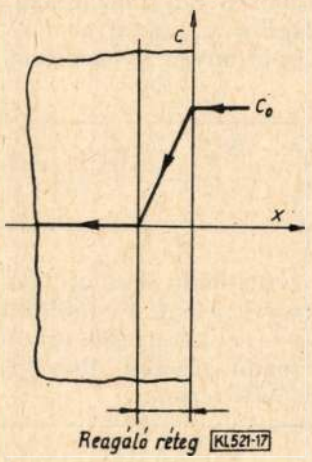
$$\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial c}{\partial r}\right)+\frac{\partial^2 c}{\partial z^2}=0 \quad \text{és} \qquad ([3]\ 148.\ o.)$$

$$\boxed{c(r,z)=(A\operatorname{ch}kz+B\operatorname{sh}kz)[CJ_0(kr)+DN_0(kr)]} \qquad (53)$$

Ebben az összefüggésben $J_0(kr)$ a nulladrendű, elsőfajú *Bessel-függvény* (kr)-argumentummal (független változóval), $N_0(kr)$ pedig a nulladrendű, másodfajú Bessel-függvény vagy *Neumann-függvény* (kr) argumentummal. k értéke a határfeltételekből állapítható meg.

Az n-ed rendű, elsőfajú Bessel-függvény

$$\boxed{J_n(x)=\frac{x^n}{2^n\Gamma(n+1)}\left[1-\frac{x^2}{2(2n+2)}+\frac{x^4}{2\cdot4(2n+2)(2n+4)}-\cdots\right]=\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(-1)^k\left(\frac{x}{2}\right)^{n+2k}}{k!\,\Gamma(n+k+1)}} \qquad (54)$$



17. ábra

egyenletéből ([4] I. kötet, 222. o.), ahol a gamma-függvény ([4] I. kötet, 185. o. és [5] I. kötet, 180. o.)

$$\Gamma(x)=\int_0^{\infty} e^{-y}y^{x-1}\,dy=\frac{1}{x}\prod_{k=1}^{\infty}\frac{\left(1+\frac{1}{k}\right)^x}{1+\frac{x}{k}} \qquad (55)$$

a *18. ábrából* ([4] I. kötet, 185. o.), ill. táblázatokból ([4] I. kötet, 188. o.) olvasható ki, a nulladrendű, elsőfajú Bessel-függvény egyenlete.

$$\boxed{J_0(x)=}$$

$$=1-\frac{1}{(1!)^2}\left(\frac{x}{2}\right)^2+\frac{1}{(2!)^2}\left(\frac{x}{2}\right)^4-\frac{1}{(3!)^2}\left(\frac{x}{2}\right)^6+\cdots=$$

$$\boxed{=\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(-1)^k}{(k!)^2}\left(\frac{x}{2}\right)^{2k}} \qquad (56)$$

(56) a gamma-függvény helyett a *Gauss-féle pi-függvénnyel* is felírható, ugyanis ([3] 152. o.)

$$\Gamma(n+k+l)=\Pi(n+k)=(n+k)! \qquad (57)$$

(57) utolsó egyenlősége pozitív egész számú értékek esetén érvényes.

Az n-ed rendű, másodfajú Bessel- vagy Neuman-függvény ([4] I. kötet, 222. o.):

$$N_n(x)=\frac{2}{\pi}\left(C+\ln\frac{x}{2}\right)J_n(x)-\frac{1}{\pi}\sum_{k=0}^{n-1}\frac{(n-k-1)!}{k!}\left(\frac{x}{2}\right)^{2k-n}-$$
$$-\frac{1}{\pi}\sum_{k=0}\frac{(-1)^k}{k!(n+k)!}\left(\frac{x}{2}\right)^{2k+n}\left(1+\frac{1}{2}+\cdots+\frac{1}{k}+1+\frac{1}{2}+\cdots+\frac{1}{k+n}\right) \qquad (58)$$

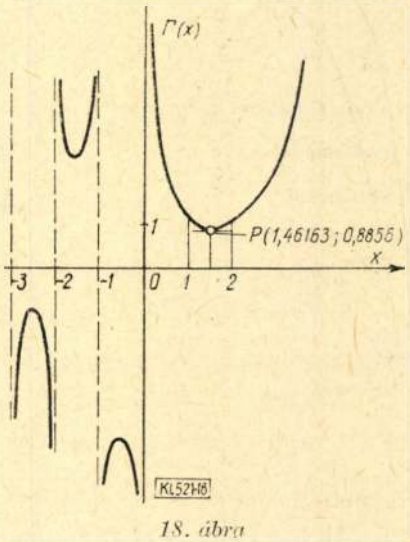
Ennek alapján a nullad-rendű Neumann-függvény:

$$N_0(x)=\frac{2}{\pi}\left(C+\ln\frac{x}{2}\right)J_0(x)-$$
$$-\frac{2}{\pi}\cdot\frac{(-1)^k}{(k!)^2}\left(\frac{x}{2}\right)^{2k}\left(1+\frac{1}{2}+\cdots\frac{1}{k}\right)=$$
$$=\frac{2}{\pi}\left(C+\ln\frac{x}{2}\right)J_0(x)+\left(\frac{x}{2}\right)^2-\frac{1+\frac{1}{2}}{(2!)^2}\left(\frac{x}{2}\right)^4+$$
$$+\frac{1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}}{(3!)^2}\left(\frac{x}{2}\right)^6-\cdots \qquad (59)$$

(58)-ban és (59)-ben az *Euler-állandó*

$$C=0{,}5772.$$

$N_0(x)$-nek x-szel való változását a *20. ábra* ([4] I. kötet, 22. o. és [3] 155. o.) mutatja, és értékét táblázatokból ([4] I. kötet, 235. o.) olvashatjuk ki.



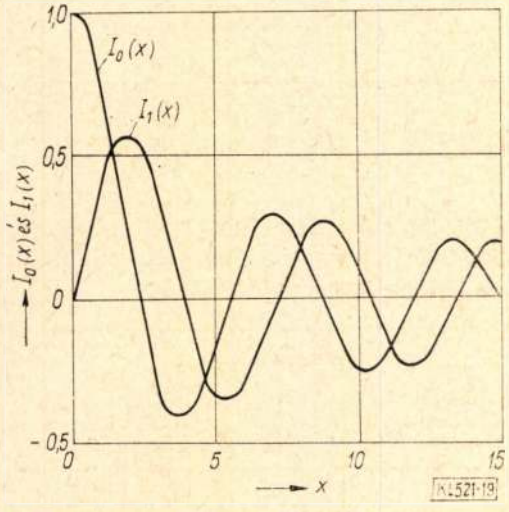
18. ábra

$c=c(r,\ \alpha,\ z)$

Ebben az esetben

$$c(r,\ \alpha,\ z)=(A_1\operatorname{ch}mz+A_2\operatorname{sh}mz)(B_1\sin n\alpha+B_2\cos n\alpha)[C_1J_n(mr)+C_2N_n(mr)] \qquad (60)$$

$\Delta c=0$



19. ábra

Ilyenkor a forrásmentes térben, ha a diffúzió sugárirányú:

$$\frac{\partial c}{\partial t}=D\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial c}{\partial r}\right) \qquad (61)$$

(61) megoldása ([5] I. kötet, 184. o.), ha

$$c(r,\ o)=c_0$$
$$c(r_0,\ t)=0,$$

és

azaz, ha a vizsgált anyag a hengerből kifelé diffundál, ill. ha a lúgzószer, kristályosodó v. elektrolitosan leválasztandó anyag koncentrációváltozásáról van szó:

$$c(r,t)=\sum_{k=1}^{\infty}\frac{2c_0}{c_kJ_1(c_k)}J_0\left(c_k\frac{r}{r_0}\right)\exp\left(-D\frac{c_k^2}{r_0^2}\right) \qquad (62)$$

(62)-ben c_k a zérusrendű, elsőfajú Bessel-függvény k-adik zérushelyét jelenti és táblázatokból ([5] I. kötet, 38. o. és [4] I. kötet, 234, o.) olvasható ki. $J_1(c_k)$ az elsőrendű, elsőfajú Bessel-függvényt jelenti és értéke (54) szerint:

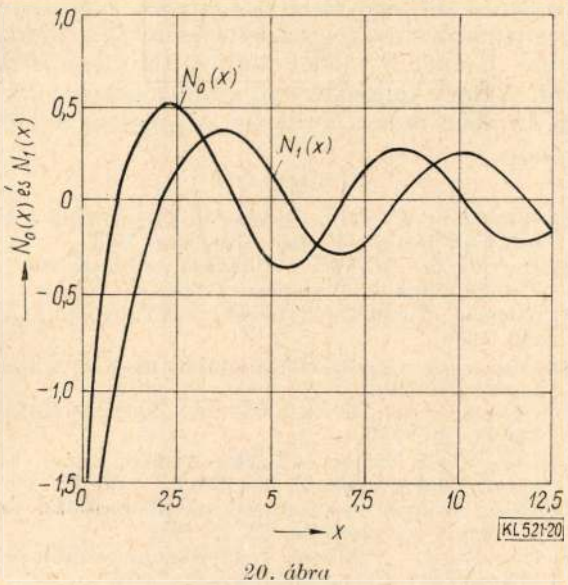
$$J_1(x)=\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(-1)^k}{k!\,(k+1)!}\left(\frac{x}{2}\right)^{2k+1} \qquad (63)$$

$J_1(x)$-nek x-szel való változását a már bemutatott 19. ábra szemlélteti, pontos értékét pedig táblázatból ([4] I. kötet, 231. o. és [5] I. kötet, 34. o.) olvashatjuk ki.

Diffúzió gömbben

A diffúzió általános egyenlete gömbkoordinátarendszerben:

$$\frac{\partial c}{\partial t}=D\left[\frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}\left(r^2\frac{\partial c}{\partial r}\right)+\frac{1}{r^2\sin\beta}\frac{\partial}{\partial\beta}\left(\sin\beta\frac{\partial c}{\partial\beta}\right)+\frac{1}{r^2\sin^2\beta}\frac{\partial^2 c}{\partial\alpha^2}\right] \tag{64}$$



20. ábra

Forrásmentes tér esetén ($c=0$)

Ha $c=c(r)$

Ilyenkor a koncentráció a sugárral hiperbola szerint változik, ugyanis

$$\frac{1}{r^2}\cdot\frac{\partial}{\partial r}\left(r^2\frac{\partial c}{\partial r}\right)=\frac{\partial^2 c}{\partial r^2}+\frac{2}{r}\cdot\frac{\partial c}{\partial r}=0 \tag{36a}$$

$$r^2\frac{\partial c}{\partial r}=-A$$

és

$$\boxed{c(r)=\frac{A}{r}+B} \tag{65}$$

(34/a), (35/a) és (36/a) egységesen a következőképpen foglalható össze:

$$\boxed{\frac{1}{v^n}\frac{\partial}{\partial v}\left(v^n\frac{\partial c}{\partial v}\right)=\frac{\partial^2 c}{\partial v^2}+\frac{n}{v}\cdot\frac{\partial c}{\partial v}=0}$$

Itt

	v	n
lemeznél	x	0
hengernél	r	1
gömbnél	r	2

A lemeznél és a körhengernél elmondottak alapján:

$$c_0=\frac{A}{r_0}+B$$

$$c_i=\frac{A}{r_i}+B$$

és

$$A=\frac{c_0-c_i}{\frac{1}{r_0}-\frac{1}{r_i}}, \tag{66}$$

illetőleg

$$B=\frac{\frac{c_i}{r_0}-\frac{c_0}{r_i}}{\frac{1}{r_0}-\frac{1}{r_i}} \tag{67}$$

Ha $c=c(r,\alpha)$

A megoldandó egyenlet:

$$\frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}\left(r^2\frac{\partial c}{\partial r}\right)+\frac{1}{r^2\sin^2\beta}\cdot\frac{\partial^2 c}{\partial\alpha^2}=0$$

Ennek megoldása

a gömbön belül ($r<r_0$) ([3] 184. o.)

$$\boxed{c(r,\alpha)=\sum_{m=0}^{\infty}A_m r^m P_m(\cos\alpha)} \tag{68}$$

a gömbön kívül ($r>r_0$) ([3] 184. o.)

$$\boxed{c(r,\alpha)=\sum_{m=0}^{\infty}B_m r^{-(m+1)}P_m(\cos\alpha)} \tag{69}$$

(68)-ban és (69)-ben $P_m(\cos\alpha)$ a *Legendre-féle polinomot* (gömbfüggvényt) jelöli. Ennek egyenlete ([3] 187. o. és [4] I. kötet, 217. o.)

$$\boxed{P_m(\cos\alpha)=\sum_r(-1)^r\frac{(2m-2r)!}{2^m r!\,(m-r)!\,(m-2r)!}\cos\alpha^{m-2r}} \tag{70}$$

Pontos értéke táblázatokból ([4] I. kötet, 218. o. és [5] I. köt. 39. o.) olvasható ki. A függvény alakját a *21. ábra* ([4] I. kötet, 216. o.) mutatja.

Ha $c=c(r,\beta,\alpha)$

Ilyenkor (64) nulla értéke esetén a megoldás ([3] 192. o. és [4] II. kötet, 354. o.)

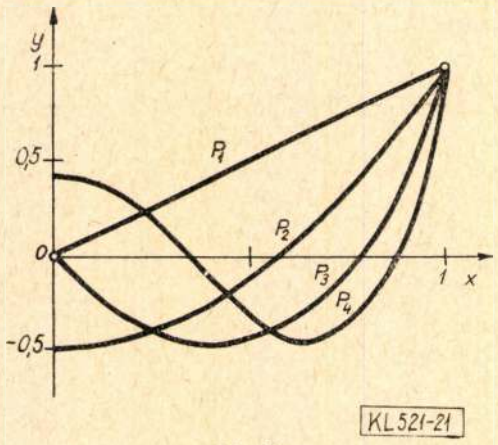
$$\boxed{c(r,\alpha,\beta)=\left[Ar^n+\frac{B}{r^{n+1}}\right]\sum_{k=0}^{n}(C_k\cos k\beta+D_k\sin k\beta)P_n^k(\cos\alpha)} \tag{71}$$

Itt $P_n^k(\cos\alpha)$ az *elsőfajú kapcsolt Legendre-függvény* jelenti ([4] II. kötet, 291. o. és [15] 107. o.)

$$P_n^k(\cos\alpha)=1(-\cos^2\alpha)^{\frac{k}{2}}\frac{d^k P_n(\cos\alpha)}{d\cos\alpha^k}=\frac{(n+k)!}{2^k k!(n-k)!}(1-\cos^2\alpha)^{\frac{k}{2}}\left\{1-\frac{(n-k)(n+k+1)}{(1(k+1)}\cdot\frac{1-\cos\alpha}{2}-\right.$$

$$\left.-\frac{(n-k)(n-k-1)(n+k+1)(n+k+2)}{1\cdot 2(k+1)(k+2)}\cdot\frac{1-\cos\alpha)^2}{2}-\cdots\right\}$$

$\Delta c \neq 0$.



21. ábra

Ebben az esetben sugárirányú diffúzió esetén a

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r}\left(r^2 \frac{\partial c}{\partial r}\right) \qquad (72)$$

egyenlet megoldása ([6] III. kötet, 367. o.), ha

$$\boxed{\begin{aligned} c(r, o) &= c_0 \\ c(r_0, t) &= 0 \end{aligned}} \quad \text{és}$$

azaz ha az anyag a gömb belsejéből kifelé diffundál, ill. oldódásról, kristályosodásról vagy gömbalakú elektródon való elektrolitos leválasztásról van szó,

$$\boxed{c(r,t) = \frac{c_0 r_0}{r} \operatorname{erf}\left(\frac{r - r_0}{2\sqrt{Dt}}\right) + c_0\left(1 - \frac{r_0}{r}\right)} \qquad (73)$$

Összefoglalás

Az eddig elmondottak szerint valamely folyamat sebességét mindig a leglassúbb részfolyamat sebessége szabja meg. Ennek megfelelően általában kisebb hőmérsékleteken a reakció, nagyobb hőmérsékleteken pedig a diffúzió sebessége a meghatározó. Az ismertetésből kitűnik, hogy a reakciók sebességével kapcsolatban a rendűséget és az aktiválási energiát sokszor tudjuk számítani. Ezzel szemben a diffúzió által szabályozott koncentrációváltozásokat csak egyszerűbb esetekben és akkor is csak bonyolult módon tudjuk figyelemmel kísérni. A nagy teljesítményű számológépek világában azonban ezen a területen is rohamos fejlődés várható.

IRODALOM

[1] *Winacker—Küchler:* Chemische Technológia I. kötet. Carl Hanser Verlag, München, 1958.
[2] *Horváth Z.—Mihalik:* Elméleti kohászattan I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1966.
[3] *Simonyi:* Elméleti villamosságtan. Tankönyvkiadó, Bp. 1958.
[4] *Pattantyús:* Gépészeti kézikönyv, Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1961.
[5] *Boldizsár:* Bányászati Kézikönyv, Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1956.
[6] *Erdey-Grúz—Schay:* Elméleti fizikai kémia. III. kötet. Tankönyvkiadó, Bp. 1962.
[7] *Verő:* Az ipari vasötvözetek metallográfiája. Vaskohászati enciklopédia. IX./2. köt.
[8] *Horváth A.:* Kohászati fizikai-kémiai számítások. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964.
[9] *Sályi:* Műszaki mechanika, I. köt. Tankönyvkiadó, Budapest, 1964.
[10] *Berecz:* Alkalmazott fizikai kémia. Tankönyvkiadó, Budapest, 1964.
[11] *Benedek—László:* A vegyészmérnöki tudomány alapjai. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964.
[12] *Gáspár—Raisz:* Matematika III. Tankönyvkiadó, Budapest, 1965.
[13] *Gáspár—Raisz:* Matematika IV. Tankönyvkiadó, Budapest, 1965. és Akadémiai Kiadó, Bp. 1964.
[14] *Ryshik—Gradstein:* Tafeln $\Sigma \pi S$ Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1957.
[15] *Jahnke—Emde:* Tafeln höherer Funktionen. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1960.

Műszaki és gazdasági hírek

Az *angol Samuel Osborn* cég 5,75 millió font sterling költséggel egy *nemesacélművet épít Indiában* Calcutta mellett. A gyár építését ebben az évben kezdi meg és 1970-re tervezik üzembehelyezését. Az acélmű évi kapacitása 19 ezer t szerszám- és egyéb nemesacél lesz. (H)

J. Iron and Steel Inst. 1967. június.

*

Japánban márciusban helyezték üzembe az ország eddigi legnagyobb folyamatos öntőművét. A berendezéssel 1600 mm széles és 200 mm vastag lemezbugákat állítanak elő. 100 t-s adag-kapacitás mellett a havi termelés 20 000 t-ra van előirányozva. Az öntőmű különleges tervezésű, kiterjedése a talaj szintje alatt 6 m és felette csak 4 m. Az acélt oxigénes konverterben állítják elő. Ez a kombináció az acélelőállítás két legkorszerűbb technológiáját egyesíti, és a tervezők szerint forradalmat jelent az acélgyártásban. A folyamatos öntőmű termelése a hagyományos bugasorénál 10%-kal nagyobb, emellett jobb minőséget biztosít és csökkenti az üzemi költségeket. (H)

J. Iron and Steel Inst. 1967. június.

*

Az Ajax cég hírül adta, hogy tervezés és építés alatt áll a *világ legnagyobb indukciós hevítőberendezése* (260 MVA). A beruházás költsége meghaladja a 7 millió dollárt. A berendezésen a folyamatos öntéssel előállított bugák hevítését fogják végezni hengerlés céljából. A hevítő egység hat vonalból áll, mindegyik három, függőlegesen felállított induktorban végzi a melegítést szakaszosan. A kemencék hevítése a hengersorról irányítva automatikusan történik. A bugák vastagsága 300 mm, szélessége 900—1000 mm, hosszúsága 8000 mm. A hevítési teljesítmény 612 t/óra. A berendezésen végezhető az öntőműről melegen érkező anyag továbbhevítése vagy hideg buga felhevítése is. (H)

J. Iron and Steel Inst. 1967. július.

*

Az NSZK *nyersvastermelése* 1963—1966 között 1000 t-ban: (R)

Termék	1963	1964	1965	1966
Thomas-nyersvas	14 080	15 527	14 916	13 709
Acélnyersvas	6 705	9 372	9 768	9 698
Tükörnyersvas és FeMn	290	287	280	296
Hematit és tempernyersvas	974	1 254	1 291	1 138
Öntödei nyersvas ...	603	501	453	304
Egyéb nyersvas	257	241	281	268
Összesen ...	22 909	27 182	26 990	25 413

St. u. E. 1967. 9.

Az elektronsugaras olvasztás

TAPOLCAI LÁSZLÓ okl. kohómérnök
Csepeli Fémmű

DK 621.365 : 669.046.55.001.42

Az elmúlt két évtized technikai forradalma a kohászat fejlődésére is ösztönzően hatott. Többféle új és kiváló tulajdonságú ötvözettel és fémmel lepték meg a kohászok a felhasználó ipart. Napjainkban nem ritkaság a hafnium, titán, tantál, molibdén, wolfram féltermékek és ötvözeteik használata különleges célokra.

E fémek előállítását a vákuumkohászat gyors fejlődése biztosította. A vákuumtérben történő olvasztást már a második világháború előtt és alatt alkalmazták, de elterjedése, ipari méretű bevezetése csak a háború utáni években indult meg.

Már kezdetben felismerték a kohászok a vákuum-eljárás azon hátrányát, hogy a fémek, ötvözetek tisztításának határt szab az olvasztótégely. A magas olvadáspontú fémek, ötvözetek kisebb mértékben minden tégelyanyaggal reakcióba lépnek. Mindezek ellenére a levegő jelenlétében végzett olvasztásokkal szemben a vákuum-eljárás előnyös, mivel az olvadék huzamosabb ideig vákuumban tartható és így a könnyen párolgó szennyezők, valamint a gáztartalom csökkenthető.

Szükségszerűen felmerült ezt követően a tégely nélküli olvasztási eljárás kidolgozása. Ilyen megoldás a vákuum-ívkemence vízhűtéses réztégellyel. Ezen eljárás során a vákuumérték 10^{-2}—10^{-3} torr határok között van, s így a gáztalanítás mértéke korlátozott [1].

Ilyen előzmények után került sor az első elektronsugaras olvasztási szabadalom megvalósítására (*Piriáni* 1907) [2].

A kisebb méretű laboratóriumi olvasztóberendezések kivitelezésével már régebben foglalkoztak, de a megfelelő teljesítményű vákuumszivattyú konstrukciós megoldásának hiánya közel ötven évig akadályozta az eljárás és berendezések ipari méretű elterjedését. Mindössze 6—7 éve jelentek meg a nagyteljesítményű elektronsugaras olvasztóberendezések.

Az elektronsugár előállítása és a különböző típusú átolvasztó berendezések

Mint ismeretes nagy vákuumban (minimum 10^{-4} torr) az izzó katód által kibocsátott elektronok egyenes vonalú egyenletes mozgást végeznek, ha más közeg molekuláival vagy szilárd testtel nem ütköznek. Ütközés vagy lefékeződés következtében kinetikus energiájuk jelentős része hővé alakul.

Az elektronsugárzó feladata, hogy elektronokat termeljen és a katód anód közötti villamostérben felgyorsítsa, majd elektronoptikai úton koncentrálva, irányítva juttassa el a hevítendő anyagra a sugárköteget.

Mielőtt az elektronsugaras kemencék különböző típusait, szerkezeti megoldásait ismertetnénk, a jobb megértés érdekében az *1. ábrán* egy elektronsugaras olvasztó berendezés általános elvi megoldását mutatjuk be [1].

Az elterjedt berendezések osztályozását általában a teljesítmény alapján, de elsődlegesen a sugárgerjesztők típusa szerint végzik.

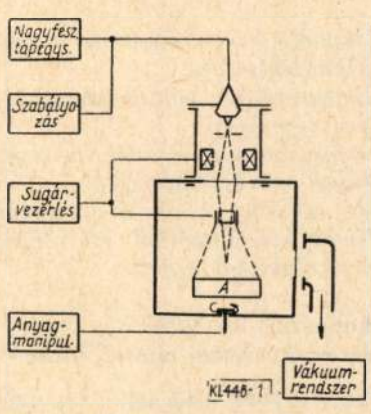
Ez idő szerint általában négy típusú gerjesztő rendszerrel működő berendezéseket alkalmaznak. E rendszerek a következők:

I. Elterjedtebben a távolkatódos rendszert alkalmazták, melyet a *2. ábra* szemléltet.

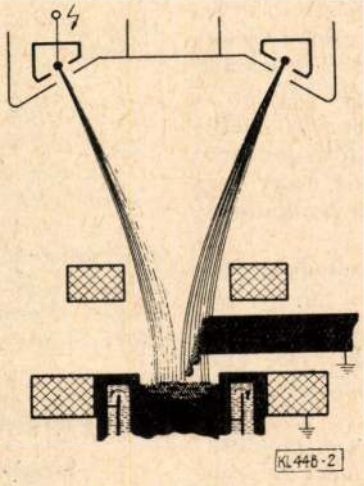
E megoldásnál csak a vízszintes helyzetű elektródra leolvasztását tudták alkalmazni és a gyűrűkatód az állandó nyomásingadozás, valamint a fémgőzbevonatok miatt igen rövid élettartamú volt.

II. A közelkatódos (Temescal) megoldás függőlegesen leolvadó elektródák olvasztására is alkalmas, melyet a *3. ábra* szemléltet.

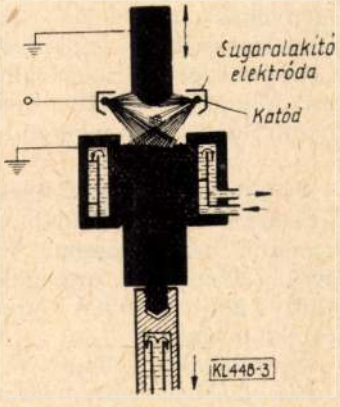
Nagy előnyt jelentett az említett két típus alkalmazását követően a *Stauffer—Temescal* által közösen kidolgozott tégelyszint alatti katódos elrendezés, melyet a *4. ábra* szemléltet.



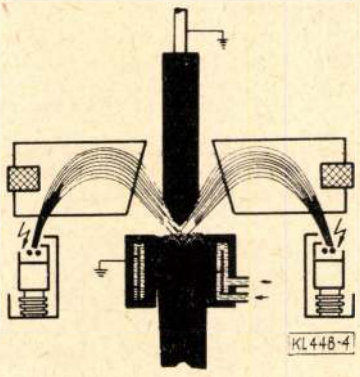
1. ábra. Elektronsugaras olvasztó berendezés általános elvi rajza



2. ábra. Távolkatódos rendszer elvi rajza



3. ábra. Közelkatódos rendszer elvi rajza



4. ábra. Tégelyszintalatti katódelrendezés

Ez az elrendezés biztosította a függőleges leolvasztás mellett a granulátumok és hulladék olvasztását is. Feltétlen előnye e kivitelnek, hogy védve van a katód a felfreccsenő fémcsepektől, továbbá kivitele egyszerű és viszonylag távol van az olvasztandó anyagtól, nem igényel külön vákuumteret. Az elektronágyús kivitelt az *5. ábra* szemlélteti kétágyús megoldással. Az elektronágyús megoldás előnyeit az alábbiakban foglalhatjuk össze:

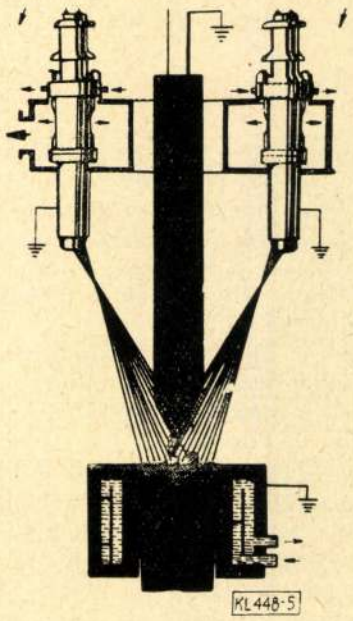
1. az ágyúk kivitele kissé komplikált, de üzeműk biztonságos,
2. a katód külön vákuumtérben 40—100 cm-re van az olvadéktól,
3. a fémgőzök, fémcseppek nehezen jutnak a katódhoz,
4. a gerjesztő rendszer változtatása nélkül számos hevítési és olvasztási mód lehetséges,
5. a hőközlés bármely adott területen alkalmazható,
6. az energia-sűrűség és az olvasztás folyamata könnyen szabályozható, ellenőrizhető.

Új megoldással kísérleteznek az NDK-ban az ún. többkamrás elektronsugaras kemencével. E kemence teljesítménye 200 kW, gyorsító feszültsége 27 kV. A berendezés lényege, hogy az izzó katódot az olvasztott tértől két közbeeső kamrával elválasszák.

Mágneslencsékkel az elektronsugarat az olvasztandó anyagra irányítják. A felhasználási terület bővülésével, valamint a berendezések teljesítményének növekedésével az elektronágyúk számát az igényeknek megfelelően alkalmazzák [3]. Az *1. táblázat* szemlélteti a különböző cégek által készített berendezések összehasonlítását a főbb jellemző adatok alapján. Ma már 2 megawattos, vagy még nagyobb teljesítményű berendezéseket is alkalmaznak.

A különleges ötvözetek nagytömegben történő gyártására nyugaton általában a 250—750 kW teljesítményű berendezéseket fejlesztették ki, míg keleten a szocialista országokban az NDK által előállított 200—1700 kW teljesítményű berendezéseket alkamazzák.

Összefoglalva a fémek és ötvözetek előállításakor az *alábbi előnyöket* biztosítja az elektronsugaras olvasztás a vákuumkohászatban eddig ismert eljárásokkal szemben:



5. ábra. Két elektronágyus elrendezés

1. táblázat

Különböző cégek által gyártott berendezések főbb jellemzői

Gyártó cég	Olvasztás max. teljesítménye, kW	Gyorsító feszültség, V	Diffúziós szivattyú szívási sebessége, l/s	Önthető max. tuskó méret (átmérő hossz), mm
Degussa	480	12 000	400 000	300/1000
NSZK	240	12 000	16 000	200/700
	30	12 000	4 000	30/300
Temescal Metallurgical USA	1040	18 000	175 000	500/850
Lew NDK	60	20 000	8 000	130/800
	200	27 000	30 000	230/1500
	1700	30 000	4 × 80 000	800/2300
Heraeus	250	20 000	36 000	200/1800
NSZK	60	20 000	8 000	100/500

1. *Nagy olvadáspontú fémek olvasztása a szennyeződés veszélye nélkül lehetséges.*

2. *Fémek tisztítása minden más kohászati eljárásnál hatékonyabban végezhető.*

3. *Az olvasztás folyamán az olvadék szennyeződését külső körülmények nem befolyásolják.*

4. *A periódusos rendszer 4—5—6 csoportjába tartozó átmeneti fémek szennyezőinek eltávolítása, csökkentése révén javul alakíthatóságuk.*

Fémkohászati feladatok az elektronsugaras olvasztási eljárás során

A hazai igények nagyban eltérnek a fejlettebb ipari országokéitól. Hazánkban nagyobb érdeklődés a nagytisztaságú réz és nikkel félgyártmányok,

továbbá a különböző mágneses alapanyagok, valamint vas- és rézötvözetek tekintetében mutatkozik.

Az elektronsugaras kemencében történő *átolvasztás* folyamatának egyik *lényeges kérdése a gáztalanítás.*

A hidrogén és oxigén a fémekben az oldott mennyiségeken túl hidrid, nitrid, és különböző oxid vegyületeként lehet jelen. Ha a fémfürdőt nagymértékben túlhevítjük és hosszú ideig vákuumban olvadt állapotban tartjuk, akkor jelentős gáztalanítás érhető el. Az elektronsugaras olvasztási eljárás során a fémben oldott és különböző oxid fázisban jelenlevő *oxigén eltávolításának két módja van.* Az egyik mód a *hagyományos dezoxidálás*, a másik az *alapfém szuboxidjainak szublimálása.* Külön dezoxidáció elektronsugaras olvasztás esetén a molibdén, niob, wolfram, cirkon, cerium, hafnium, tantál, indium, bór fémeknél nem szükséges, mivel a magas hőmérsékleten történő olvasztáskor ezen fémek oxidjainak, különösen monooxidjainak gőznyomása nagyobb, mint a fémé [4]. A szennyező elemek nagy része a túlhevítés és nagyvákuum következtében jelentős mértékben eltávolítható. Tapasztalatok azt bizonyítják, hogy magas olvadáspontú fémeket kétszeri átolvasztással lehet a leghatásosabban tisztítani.

Az első átolvasztás alkalmával az olvasztást lassan kell végezni, hogy az előforduló szennyeződések eltávolításához elegendő idő álljon rendelkezésre. A másodszori olvasztás gyorsabban történhet. Az egyszeri átolvasztás előzőleg vákuumban előállított nagytisztaságú fémeknél, illetve vas-nikkel ötvözetek esetén jöhet csak szóba [5]. Az elektronsugaras olvasztás során a tisztulási mechanizmus röviden úgy foglalható össze, hogy az olvadék felületéről elpárolgott szennyező miatt állandó koncentráció kiegyenlítődés indul meg, ami gyakorlatilag azt jelenti, hogy a felületeken a kiegyenlítődés és dermedés következtében a szennyezettség fokozott.

A csepeli elektronsugaras olvasztóberendezés

A Csepeli Fémmű Kísérleti és Kutató Osztályán 1965 decemberében állították fel a hazai első elektronsugaras olvasztóberendezést.

A berendezés főbb műszaki adatai a következők:

— olvasztóteljesítménye: 60 kW
— maximális gyorsítófeszültsége: 20 kV
— elektronágyúk száma: 3
— maximális elektronáram: 3 A
— üzemi vákuum: $1 \cdot 10^{-5}$ torr
— a diffúziós szivattyú teljesítménye: 8000 l/s.

A berendezéssel függőleges, valamint vízszintes elektróda leolvasztása, granulátum olvasztás, vízszintes, illetve függőleges zónaolvasztás, gomb próbaolvasztás végezhető, továbbá ívfényes kemenceként is alkalmazható. A csepeli kísérletek célja az elektronsugaras olvasztás hatásának vizsgálata, a fémek, ötvözetek tisztulása, gáztalanítása és a fizikai tulajdonságok változása volt. E főbb célkitűzésekkel egyidejűleg különös gondot fordítottunk a teljesítmény és leolvasztási sebesség változásának együttes hatásának vizsgálatára.

A végzett kísérleteket anyagminőség szerint három csoportra lehet osztani.

Permalloy típusú ötvözetek elektronsugaras olvasztása, Permalloy C függőleges helyzetű elektróda leolvasztása

Vákuumindukciós kemencében 10^{-3} torr vákuumban átolvasztott tuskóból készült elektródát használtak fel.

A leolvasztáshoz 100 mm ∅ süllyedő fenékkel ellátott vízhűtéses rézkokillát használtak. Az olvasztás sebessége 20 kg/óra volt, 40—50 kW teljesítmény mellett. Az ily módon leolvasztott tuskóból mintákat vettek, majd ismételten átolvasztották. Az olvasztási teljesítmény azonos, a sebesség 28 kg/óra, míg a vákuumérték $9{,}5 \cdot 10^{-6}$ torr volt. Megvizsgálták a kiindulóanyag és elektronsugárral egyszer leolvasztott tuskó gáztartalmát. A kapott értékeket a *2. táblázat* szemlélteti. Az elektronsugaras kemencében a gáztalanítás folyamata igen összetett. A diffúziós gáztalanítás még a cseppképződés előtt megindul a felmelegedés következtében. Jelentős továbbá a fémcseppel kapcsolatban, a keletkezési ponttól a fürdőbe való lecseppenés pillanatáig és az olvadt tócsában is.

2. táblázat

Permalloy C öntecs gáztartalmának változása elektronsugaras átolvasztáskor

Anyagjelzés	Gáztartalom (ppm)			
	H_2	O_2	N_2	Össz.
Kiinduló alapanyag	4,59	130	3,24	137,77
Elektronsugárral 1 × leolvasztott	0,85	20,1	0,65	21,6

A táblázatból megállapítható, hogy már az egyszeri leolvasztás is jelentős mértékben csökkentette a tuskó gáztartalmát.

Fontos kérdés volt az ötvözetek alkotóinak változása. Ha a tiszta fémek gőznyomásának nagysága szerint soroljuk ötvözetünk alkotóit, akkor azok mangán, vas, nikkel, molibdén sorrendben követik egymást. Megvizsgáltuk a fő alkotók változását, az egyszeri és kétszer leolvasztott tuskóknál. Ezt szemlélteti a *3. táblázat.* A viszonylag gyors 20—28 kg/óra leolvasztási sebesség mellett a nikkel, molibdén alkotóknál változást nem tapasztaltunk, viszont a mangán tartalom a kiinduló alapanyag 0,49%-ával szemben az egyszer leolvasz-

3. táblázat

Alkotók változása Permalloy C ötvözet elektronsugaras átolvasztásakor

Anyagjelzés	Ni	Mo	Mn
Kiinduló	78,9	4,2	0,49
Egyszer leolvasztott tuskó	78,8	4,3	0,28
Kétszer leolvasztott tuskó	78,5	4,35	0,18

tottban 0,28%-ra, a kétszer leolvasztottban 0,18 százalékra, azaz 63%-kal csökkent.

Megvizsgáltuk a kezdeti és maximális permeabilitását az így gyártott anyagnak. Eredményül a vákuumindukciós kemencében gyártott anyagokra mintegy 50—70%-os növekedést kaptunk.

PCu típusú ötvözetek vizsgálata

A következő kísérlet a PCu 50 000 jelű rézötvözet függőleges leolvasztása volt. Hasonlóan az előző olvasztásnál használt elektródákhoz, ezen

4. táblázat

PCu tuskók gáztartalmának változása az elektronsugárral történt olvasztás hatására

Alapanyag, átolvasztási fokozat	Gázalkotók (ppm)			
	N_2	O_2	H_2	Összes gáztart.
Kiinduló alapanyag PCu 11	1,59	86,3	2,43	90,32
EPCu 11/C 1×leolv.	0,571	17,8	0,75	18,121
EPCu 11/1 2×leolv.	0,501	7,29	0,18	7,971
Kiinduló alapanyag PCu 12	2,23	78,0	4,35	85,58
EPCu 12/H1 1×leolv.	0,834	32,5	2,17	35,769
EPCu 12/H2 2×leolv.	0,778	14,5	0,86	16,138

elektródákat is vákuumindukciós kemencékben olvasztottuk át. A kísérletek célja az ötvözet alkotóinak, szennyezőinek és gáztartalmának, valamint a fizikai tulajdonságok változásának megállapítása.

A teljesítmény és a leolvadási sebesség változása a párolgás mértékének változását eredményezi. Azonos leolvadási sebesség nagyobb teljesítmény esetén a hőmérséklet növekedés következtében a párolgás mértéke is növekszik. A gáztartalom vizsgálatát is elvégeztük a különböző tuskóknál és eredményeink a *4. táblázatban* láthatók.

Megállapították, hogy azokat az anyagokat, ahol elsőrendű követelmény az alacsony gáztartalom, lassú leolvadási sebességgel kell olvasztani. A tárgyalt ötvözetben a mangán- és réztartalom jelentősen változtak, különösen a fejrészben.

Nagyobb tisztító hatást a 10 kg/óra sebesség és 40—50 kW teljesítmény esetén várható. A molibdén és nikkel csak a réztartalom változásának mértékében módosul. A tuskó közepe és alja között az alkotók minimális eltérést mutatnak.

Nagytisztaságú nikkel előállításának kísérletei

Első kísérlet során vízszintes helyzetű elektródával egy vákuumindukciós kemencében gyártott rudat olvasztottak. Az olvasztást 2 kg/óra sebességgel 38—40 kW teljesítménnyel végezték. A kapott eredményeket az *5. táblázat* tünteti fel. Amint a táblázat adataiból is látható az előírásnak megfelelően alakultak a szennyezők.

A kísérleti eredmények a különböző olvasztási körülményeknek megfelelően alakultak. A lassú leolvasztási sebesség és nagy teljesítmény esetén a tisztulás jelentős volt.

A kísérletek lehetővé tették az új eljárás alapos megismerését, a jobb minőségű félgyártmányok, nagytisztaságú és alakítható ritkafémek előállítását. Kísérleti tervek közt szerepel még rézkróm ötvözet, továbbá nikkel, cirkon, wolfram ötvözet és nagy hőállóságú szerszámacélok előállítása.

5. táblázat

Különböző eljárással átolvasztott azonos adagból vett minták néhány szennyezőjének alakulása

Anyag és szabvány	Szennyezők (ppm)						
	Si	Al	Sb	As	Zn	Bi	Cu
Kiinduló alapanyag (N1-es nikkelkatód)	31	45	2,1	0,4	2		13
Vákuum ind. kem. tört. átolv. után	300	120	41	1,2	2,8		42
Elektr. sugaras leolv. után	33	16	5,6	1,2	2	2	5,6
99,99 Ni szabv. (KGST)	10—30	20	10	1	3	2	10

IRODALOM

[1] *Fóti:* Elektron technológiák. Műszaki Könyvkiadó 1966.

[2] *Gruber—Dietrich—Erben—Heimerl—Stephan:* Trans actions of the vacuum Metallurgy Conference 1962. 68—94. p. Heraeus GmbH. Hanau.

[3] *Von M. Von Ardenne—Jäger—Schiller:* Ein 200-kW-elektronenstrahl-Mehrkammerofen. Heue Hütte Heft 1. Jahrg. Január 1963, 5. p.

[4] *Verő:* Általános metallográfia II. Fémek és ötvözetek tulajdonságai. Akadémia Kiadó 1965.

[5] *Sperner—Erben:* Das Schmelzen von Metallen mit Elektronenstrahlen. Zeitschrift für Metallkunde Köln-Marienburg 674—685. p. 1964. nov.

Hírek a KGST országokból

Az LNK vaskohászatának fejlesztése az 1966—1970-es tervidőszakban

A lengyel vaskohászat fejlesztési irányelveit a Lengyel Egyesült Munkáspárt IV. Kongresszusán határozták meg [1]. A kongresszus előtt elvégzett vizsgálatok megállapították, hogy 1970-ben a gépipar egy ml. Zlt termelési értékére viszonyítva a felhasznált acél a bázis évi 15,3 t-ról 12 t-ra csökkenthető. E feladat, valamint a vaskohászat termelésnövelésének nagy beruházásigényessége egyértelműen a vaskohászati termelés szerkezeti változását, a minőség növelését állítja előtérbe. Indokolt ez azért is mivel a lengyel vaskohászat a kokszon kívül lényeges nyersanyagbázissal nem rendelkezik. Megállapították azt is, hogy a vaskohászati termékek minőségének javítása, a választék bővítése, az átlagszilárdság növelése népgazdasági szinten gazdaságosabb mint új nagyolvasztók és acélgyártó berendezések építése a tömegacélgyártás fokozására.

Az anyagtakarékosság, amely az új ötéves tervben döntő szerepet játszik, alapvetően csak a fenti fejlesztési koncepciók megvalósításával érhető el.

A lengyel népgazdaság új ötéves tervének fő iránya: az ország iparosításának további folytatása, de már jelentkezik az iparosítás intenzív jellege is.

Az iparosítás további növelése megköveteli a vaskohászat további fejlesztését, amelyet a következők jellemeznek [2]:

A vaskohászat teljes termelési értékének 1970-ben el kell érnie a 76 md. Zlt.-t, ami azt jelenti, hogy a növekedés 1965-höz viszonyítva 28,5 %-ot tesz ki.

A teljes termelési érték növekedését arra alapozzák, hogy a vaskohászat főbb termékeinek termelése 1970-ben minimálisan a következő lesz mil. t-ban (csőtermék ezer km-ben):

Megnevezés	1970. év	1970 %-ban 1965-höz viszonyítva
Nyersvas	6,5	120,2
Nyersacél	11,2	123,2
Hengerelt készáru	7,65	124,8
Ezen belül:		
Nemesacél	1,14	152,1
Kész csőtermék kész acélból és nemesacélból	173,9	154,9

A fentiekből kitűnik, hogy a nemsacél és a cső termelése jelentősen megelőzi a többi hengerelt termék termelésének növekedését. Ez arra mutat, hogy a lengyel vaskohászat hengerelt készáru termelésében jelentős szerkezeti változások következnek be, hiszen a hengerelt nemesacél az összesen gyártott hengereltárunak jelenleg kb. 15 %-át teszi ki.

Az új ötéves tervben a következő fő feladatok megoldására koncentrálják az erőket:

1. 1970-ben el kell érni 7,65 millió t-ás hengereltáru termelést, sőt ezt lehetőleg túl kell teljesíteni, mivel a lengyel népgazdaság hengereltáru ellátásában hiány mutatkozik. A fenti cél elérése érdekében az ötéves terv végrehajtásához a központi tartalékból 550 millió Zl. többletberuházást irányoznak elő hengersorok fejlesztésére, melynek eredményeként 1968—1970-ben 220 et többlet hengereltáru termeléssel számolnak, melyből 100 et 1969-ben, 100 et pedig 1970-ben jelentkezik.

2. A kohászati termékek minőségét elsősorban hidegalakítással, hőkezeléssel és megfelelő kikészítéssel növelik. A kohászati szabványok felülvizsgálását, valamint az elfogadott szabványok legszigorúbb betartását szintén a minőség javítás egyik lehetőségének tartják.

3. Jelentősen növelik a kohászati termékek választékát a felhasználók igényeinek megfelelően. Többek között a méretskála bővítésével, az új gazdaságos szelvények bevezetésével, a hidegen alakított termékek részarányának növelésével.

4. Biztosítják, hogy az új ötéves tervben az oxigénes konverteracél és az elektroacél termelése gyorsabban növekedjen mint a martinacél termelése.

5. Gyorsabban fejlesztik a deficites kohászati termékek termelését, különösen gyorsan szándékozzák felszámolni a csőgyári termékekben mutatkozó hiányt. Azt tervezik, hogy a hidegen hengerelt szalag termelése 1970-ben eléri a 160 et-t, ami 1965-höz viszonyítva 87 %-os növekedésnek felel meg. Az ónozott lemeztermelés a tervidőszakban több mint kétszeresére növekszik és 1970-ben eléri a 130 et-t.

A vázolt fejlesztési feladatok megoldására az 1966—1970 tervidőszakban a lengyel vaskohászat fejlesztésére kb. 25,1 millió Zl-t fordítanak, amely 19 %-kal több, mint az 1961—1965-ös tervidőszakban felhasznált összeg.

A fenti fejlesztési alapot a többiek között a következő főbb fejlesztések megvalósítására fogják fordítani:

a) A Sztaljova Volja kohászati üzemben elketrokemencéket helyeznek üzembe 1967-ben;

b) A Varsói Kohászati Üzemben középhengerművet helyeznek üzembe 1968-ban nemesacélok gyártására;

c) A Lenin Kohászati Kombinátban 1968-ban üzembehelyezik — lapos tuskók hengerlésére — az előnyújtósort, valamint a melegszalagsort;

d) A Kosztyusko Kohászati Üzemben elvégzik 1968 végéig a blokksor és gerendasor rekonstrukcióját, és rátérnek a Nemzetközi Vasúti Szövetség sín-szabányai szerinti síngyártásra;

g) A meglevő kohászati üzemekben a hengersorokat korszerűsítik;

h) Elkészítik egy új hengermű teljes műszaki dokumentációját.

IRODALOM

[1] A Lengyel Egyesült Munkáspárt IV. Kongresszusa Varsawa 1964. Szdatyelsztvo politicseszkáj lityeraturi, Moszkva 1966.

[2] Ekonomicseszkája Információja SZEV Obsaja szerija N° 13 1967. ápr. 4.

Pókos István

Egyetemi hírek

1967. ápr. 10—22. között öttagú egyetemi és üzemi szakemberekből álló delegáció tartózkodott a *Szovjetunióban. Dnyeprodzserzinszkban* és *Zsdanovban* a kohók és ércelőkészítők automatizálását és műszerezését tanulmányozták. A delegáció vezetője *dr. Sulcz Ferenc* tanszékvezető egyetemi tanár tudományos rektorhelyettes, tagjai: *Gábor Béla* (LKM), *Prukner László* (DV), *Rigó Ferenc* (VKV), *Hegedűs Imre* (LKM) voltak.

*

Dr. Kiss Ervin egyetemi tanár résztvett *Aachenben*, a Műszaki Főiskolán megtartott Képlékenyalakítási Kongresszuson és a Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszék legújabb kutatási eredményeiről előadást tartott.

*

Az *Aacheni Technikai Főiskola* Hőtechnikai és Kemenceépítő Intézetének 10 éves jubileuma alkalmából rendezett nemzetközi konferencián résztvett *dr. Diószeghy Dániel* tanszékvezető egyetemi tanár, és A kemencefal szerepe nagy hőmérsékleteknél címmel előadást tartott.

*

A *Freibergi Bányászati Akadémián* máj. 16—20. között megrendezett XVIII. Bányász—Kohász tudományos ülésszakon részvevő egyetemi delegáció vezetője *dr. Sulcz Ferenc* tanszékvezető egyetemi tanár, tudományos rektorhelyettes volt, tagjai pedig *dr. Berecz Endre* tanszékvezető egyetemi tanár, a Kohómérnöki Kar Dékánja; *dr. Tarján Gusztáv* tanszékvezető egyetemi tanár, *dr. Hoványi Lehel* egyetemi tanár, *dr. Bodon Pál* adjunk-

tus és *Tóth Kálmán* adjunktus voltak. A tudományos ülésszakon az MTA kiküldetésében részt vett *dr. Kiss Ervin* egyetemi tanár is, és Többszörösen csúszva húzó finom húzógép technológiai jellemzőinek kísérleti vizsgálata növelt húzási sebességek mellett címmel előadást tartott.

*

A *Kassai Műszaki Főiskolával* kötött barátsági és együttműködési szerződés alapján *Csutor Tivadar* tudományos munkatárs vezetésével májusban tíz IV. éves vas- és fémkohász-szakos kohómérnökhallgató három hetes cseretermelési gyakorlaton vett részt a Csehszlovák Szocialista Köztársaságban, ahol a nagyolvasztóművek és az acélművek munkáját tanulmányozták.

*

Horváth János okl. kohómérnök máj. 13-án „Summa cum laude" minősítéssel doktori szigorlatot tett.

Az értekezésének címe: A nyersvasgyártás metallurgiai, hőtechnikai és műszaki-gazdasági jellemzőinek egységes számítási rendszere volt.

Bírálók: *dr. Diószeghy Dániel* egyetemi tanár, a műszaki tudományok kandidátusa és *dr. Simon Sándor* egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora voltak.

Szigorlati bizottság elnöke: *dr. Berecz Endre* egyetemi tanár, a Kohómérnöki Kar Dékánja, a kémiai tudományok kandidátusa, tagjai: *dr. Diószeghy Dániel* egyetemi tanár, a műszaki tudományok kandidátusa, *dr. Simon Sándor* egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora és *dr. Farkas Ottó* egyetemi docens voltak.

*

Szarka Gyula okl. kohómérnök máj. 13-án „Summa cum laude" minősítéssel doktori szigorlatot tett.

Az értekezésének címe: Különböző krómtartalmú acélok krómoxidációs és redukciós folyamatainak vizsgálata aktivációs analízissel, volt.

Bírálók: *dr. Berecz Endre* egyetemi tanár, a Kohómérnöki Kar Dékánja, a kémiai tudományok kandidátusa, és *dr. Simon Sándor* egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora voltak.

Szigorlati bizottság elnöke: *dr. Berecz Endre* egyetemi tanár, a Kohómérnöki Kar Dékánja, a kémiai Tudományok kandidátusa, tagjai: *dr. Diószeghy Dániel* egyetemi tanár, a műszaki tudományok kandidátusa, *dr. Simon Sándor* egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora, és *dr. Farkas Ottó* egyetemi docens voltak.

*

Kisfaludy Antal okl. kohómérnök máj. 24-én doktori szigorlatot tett. Az értekezésének címe: Nikkelötvözetek öntött szövetének újrakristályosodása volt.

Bírálók: *dr. Káldor Mihály* egyetemi tanár, a műszaki tudományok kandidátusa és *dr. Nándori Gyula* egyetemi docens, a műszaki tudományok kandidátusa voltak.

Szigorlati bizottság elnöke: *dr. Káldor Mihály* egyetemi tanár, a műszaki tudományok kandidátusa, tagjai: *dr. Kiss Ervin* egyetemi tanár, a műszaki tudományok kandidátusa, *dr. Verő József* egyetemi tanár, akadémikus, *dr. Nándori Gyula* egyetemi docens, a műszaki tudományok kandidátusa és *Novák József* egyetemi docens voltak.

*

Takács Tibor okl. kohómérnök máj. 13-án doktori szigorlatot tett. Az értekezésének címe: Hőcsereszámítás léghevítőkben volt.

Bírálók: *dr. Diószeghy Dániel* egyetemi tanár, a műszaki tudományok kandidátusa, és *dr. Farkas Ottó* egyetemi docens.

Szigorlati bizottság elnöke: *dr. Káldor Mihály* egyetemi tanár, a műszaki tudományok kandidátusa, tagjai: *dr. Diószeghy Dániel* egyetemi tanár, a műszaki tudományok kandidátusa, *dr. Farkas Ottó* egyetemi docens és *dr. Fáy Gyula* egyetemi docens, a fizikai tudományok kandidátusa voltak.

*

Schummel Rezső okl. kohómérnök jún. 1-én doktori szigorlatot tett. Az értekezésének címe: Hengerek nyomott felületei vetületének meghatározása szerkesztéssel, és a közepes alakítási ellenállás pontosabb számítása alakos acélok hengerlésekor, volt.

Bírálók: *dr. Káldor Mihály* egyetemi tanár, a műszaki tudományok kandidátusa és *Dévényi György* KGM főosztályvezető helyettese.

Szigorlati bizottság elnöke: *dr. Berecz Endre* egyetemi tanár, a Kohómérnöki Kar Dékánja, a kémiai tudományok kandidátusa, tagjai: *dr. Káldor Mihály* egyetemi tanár, a műszaki tudományok kandidátusa, *dr. Kiss Ervin* egyetemi tanár, a műszaki tudományok kandidátusa és *dr. Gulyás József* tudományos munkatárs, műszaki doktor voltak.

*

A Nehézipari Műszaki Egyetem Tanácsa jún. 3-án *rendkívüli egyetemi tanácsülést* tartott. Ez alkalommal *Horváth János* okl. kohómérnök, a KGM Vaskohászati Igazgatóság vezetője, *Kisfaludy Antal* okl. kohómérnök, a Vasipari Kutató Intézet kutatómérnöke, *Schummel Rezső* a Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszék adjunktusa, *Szarka Gyula* a Vaskohászattani Tanszék adjunktusa és *Takács Tibor* a KGM Tüzeléstechnikai Kutató Intézet tudományos munkatársa kapott ünnepélyes keretek között műszaki doktori címet.

*

A *harkovi* Lenin renddel kitüntetett *Műszaki Főiskolával* kötött barátsági szerződés alapján 2 hetet töltött *dr. Nagy Lajos* a Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszék adjunktusa a Szovjetunióban. Ott tartózkodása alatt tanulmányozta a társtanszéken folyó oktatási és kutatási munkát.

*

Az *1966/67-es tanévben a szigorló kohómérnökhallgatók* jún. 19-én és 20-án védték meg diplomatervüket és *35-en vas- és fémkohómérnöki, 28-an a technológus kohómérnöki oklevelet szereztek.* Jún. 26-án az esti órákban impozáns ballagással búcsúztak az ifjú kohómérnökök Miskolc városától.

1967. jún. 27-én zajlott le a végzett bánya- és kohó- és gépészmérnökök diplomakiosztó, búcsúztató és búcsúzó ünnepsége. A diplomákat nyilvános egyetemi tanácsülésen *dr. Zambó János* Egyetemünk rektora nyújtotta át az ifjú mérnököknek.

Az 1966/67-es tanévben a Kohómérnöki Kar nappali tagozatán vas- és fémkohómérnöki oklevelet kaptak: *Birtha Marianna, Bodolai József, Bodrogi Csaba, Fancsalszky Edit, Hegymegi Kiss György, Kállai Gábor, Kevei Sándor, Kiss Réka Mária, Kreka László, Kuttor Barnabás, Makray Estilla, Matesz Imre, Mokrai Ödön, Mura Ilona, Nikodémusz János, Nyitrai Dániel, Plachy György, Simon Gyula, Sipos István, S. Szabó István, Téglássy Mária, Tomisa Béla, Tóth Lajos Attila, Tóth Levente, Vala Irén, Zámborszky Éva.*

Nappali tagozaton technológus kohómérnöki oklevelet kaptak: *Bak János, Boros György, Clement Andor, Cseh István, Csőrés Ferenc, Diósi János, Erdei Ferenc, Fehér András, Gábor László, Germuska Imre, Gorondi István, Győri Imre, Horváth Ákos, Horváth György, Jurinyi Béla, Kreszl Miklós, Kriston Sándor, Liptay Péter, Mervó András, Meskó Gyula, Némethi Ferenc, Semsey István, Szabó Éva, Tímár Béla, Tóth Bertalan, Verő Balázs.*

Levelező tagozaton vas- és fémkohómérnöki oklevelet kaptak: *Berecz István, Hajdú Miklós, Horváth János, Mérész András, Mühl Nándor, Pallagi Sándor, Rónaszéki Lászlóné, Rozgonyi András, Sándor György, Sárvári István.*

Levelező tagozaton technológus kohómérnöki oklevelet kaptak: *Kiss László, Kurtán Miklós, Szalay Zoltán, Lipták József.*

*

Az 1966/67-es tanévben Kohóipari Gazdasági Mérnök oklevelet kaptak: *Enyingi Kálmán: Csirmaz István, Csöngei György, Csuhai Sándor.*

*

Dr. Káldor Mihály egyetemi tanár máj. 25—29. között részt vett az Osztrák Vaskohászati Egyesület *Leobenben* megrendezett ülésszakán.

*

Dr. Berecz Endre egyetemi tanár, a Kohómérnöki Kar Dékánja részt vett a Comité International de Elektrodynamiques (CITCE) *Párizsban* rendezett konferenciáján. (JP).

Műszaki és gazdasági hírek

A japán Fuji acélmű teljesen átvette a Tokai acélmű tulajdonjogát. A *két vállalat nyersacéltermelése* 1966-ban 8,3 millió t volt, az átvétel után kapacitásukat évi 10 millió t fölé emelik. (R)

Steel Times, 1967. 5151.

*

A *csőkereslet csökkenése* miatt az angol Weldless Steel Tube vállalat múlt év szeptembere óta a normális heti 15 műszak helyett csak 12 műszakban dolgozott, s ezt a műszakszámot idén áprilisban tovább csökkentették 9-re. (R)

Steel Times, 1967. 5151.

*

A British Iron and Steel Institute évi közgyűlését május elején tartották meg Londonban. Az elhangzott előadások tárgyköre az *Acéltermelés kihozataljavításának optimálása* volt. (R)

Steel Times, 1967. 5151.

*

Az ukrajnai Jenakijevo-ban levő acélműben megkezdték az *oxigénes konverterüzem* építését. A mű tervezett évi kapacitása 2,25 millió t lesz. (R)

Steel Times, 1967. 5151.

*

A bulgáriai Kremikovesi kohómű *négy nagyolvasztója* 1968-ban éri el tervezett termelését, amikor kezdetét fogja venni a gyártott ferromangán exportálása. 1967-ben a mű tervezett termelése 20 ezer t, az évi kapacitás a teljes felfejlődés után 52 ezer t lesz. Bulgária belföldi Fe—Mn igénye 20 ezer t/év, a fölösleget kívánják külföldi piacokon elhelyezni. (R)

Steel Times, 1967. 5151.

*

Lengyelországban az 1966. évi *nyersacéltermelés* meghaladta a 9,8 millió t-át. A hengerelt acélárukból elért termelés csaknem 6,6 millió t volt. (R)

Steel Times, 1967. 5151.

*

A brazil kormány bejelentette, hogy évi 20 millió t-ára kívánja növelni a *vasércexportot*, míg egy újonnan építésre kerülő acélműből évi 2 millió t félkészárut, egy új ércelőkészítőműből pedig évi 11 millió t vasércpelletet kívánnak külföldi piacokon elhelyezni. (R)

Steel Times, 1967. 5151.

*

Calcutta közelében egy angol és egy indiai cég közösen fog 5,75 mill. fontsterling értékben egy *új acélművet* építeni. A nemesacélmű évi kapacitása 19 ezer t lesz, amit a tervek szerint 1970-re kell elérni, de az első egységek már idén nyáron dolgozni fognak. Az acélmű irányításában 25%-kal az angol, 25%-kal az indiai magáncég, 50%-kal pedig az indiai kormányzat fog részesedni. (R)

Steel Times, 1967. 5151.

*

Az Európai Szén- és Acélügyi Közösség Felső Hatósága jóváhagyta az NSZK acélműveinek azt a felterjesztését, hogy közösen négy szindikátust létesítsenek *termékeik piaci értékesítésére*. Az alapítólevél tiltó szankciókat tartalmaz a szindikátus későbbi kartellesedésére. A német acélgyártók a szindikátustól azt remélik, hogy kizökkenti őket az utóbbi években tapasztalt gazdasági hanyatlásból. (R)

Steel Times, 1967. 5151.

*

A japán Csurumi vasműben üzembehelyezték a Mannesmann-rendszerű, BOGEN-típusú *folyamatos lapostuskó-öntőművet*. Az öntött tuskó mérete 1600×200 mm, az adagsúly 100 t, a berendezés havi kapacitása 200 ezer t. Először közönséges szerkezeti acélokat öntenek, később azonban 50 kp/mm²-nél nagyobb szilárdságú hajólemezacélok és nemesacél csőtermékek öntését tervezik. (R)

Steel Times, 1967. 5151.

*

A Samuel Osborn sheffieldi acélműben augusztusban helyezik üzembe a háromfázisú *elektrosalakos átolvasztó berendezést*, melynek fázisonkénti teljesítménye 360 kVA, s ezért Európában a legnagyobb és legtökéletesebben kivitelezett hasonló berendezésnek számít. Az építést kétéves kísérletezés előzte meg, s most azt remélik, hogy évi 2000 t különleges minőségű acél gyártására lesz alkalmas. (R)

Steel Times, 1967. 5151.

*

A Nyugat-Ausztráliában, Kalgoorlie közelében levő *ércmezők* jelenlegi tulajdonosa 10 ezer A/fontsterling készpénzlefizetés ellenében koncessziót adott az International Nickel vállalatnak 3 évig a területen kizárólagos joggal *újabb lelőhelyek felkutatására*. Ha a kutatás eredményesnek bizonyul és a bányászat megindul, a tulajdonos vagy haszonrészesedést köthet ki magának, vagy a beruházásokban részesedve közös tulajdonban művelik a bányát.(R)

Steel Times, 1967. 5152.

*

A Hitachi Shipbuilding and Engineering japán cég szerződést kötött *Kínával* egy *érczsugorítómű* szállítására. A szerződés keretösszege 1,2 billió yen. (H)

Transactions of the Iron and Steel Institute of Japan, 1966. 6.

*

A *japán* közlekedésügyi minisztérium jelentése szerint az ország *hajógyártása* 1966 első felében újabb rekordot ért el. A japán hajóépítő gyárak 215, összesen 4673 ezer t terhelési kapacitású hajóra kaptak megrendelést, amely 2935 billió yen értéket tesz ki. Ez a mennyiség t terhelésben 37%-os, értékben 42%-os növekedést jelent az előző év hasonló időszakához képest. *A japán hajóépítés jelenleg a világ kapacitásában 42%-kal vesz részt*, szemben a 11%-os részesedésű második Svédországgal. (H)

Transactions of the Iron and Steel Institute of Japan, 1966. 6.

*

Románia ebben az évben 500 ezer t *vasércet importál Algériából*. A szerződést márc.-ban írták alá, amely szerint a vasérc ellenében Románia négy olajfúró berendezést szállít Algéria részére. (H)

Revue de Metallurgie, 1967. 4.

*

Lengyelország acélgyártása 1967-ben meghaladja a 10 millió t-át, azaz 460 ezer t-ával többet fog gyártani, mint az előző évben. Ennek a növekedésnek a 75%-át a Nowa Huta-i Lenin-kombinát biztosítja. A tervezett új beruházások a kombinát acéltermelésének 5,5 millió t-ára való emelését teszik lehetővé 1976-ig. (H)

Revue de Metallurgie, 1967. 4.

*

Dnepropetrovszkban egy gépgyár építését kezdték meg, amelyet *folyamatos öntőművek* gyártására szakosítanak. A gyár az 1966—70 közötti ötéves terv során kerül üzembe és évente 20 komplett 100 ezer t nagyságrendű termelésű berendezés gyártására lesz képes. (H)

Iron and Steel, 1967. 6.

*

India vasérctermelése 1966-ban elérte a 26,5 millió t-át, ami az előző évihez képest 12%-os növekedést jelent. A termelés felét az Orissa-i és Goa-i terület biztosítja. (H)

Revue de Metallurgie, 1967. 3.

*

Japán az április elsején kezdődő pénzügyi év folyamán *52 580 ezer t vasércet importál*. A külkereskedelmi miniszter nyilatkozata szerint ennyi ércre van szükség, hogy az előirányzott 56 280 ezer t acél legyártható legyen. (H)

Revue de Metallurgie, 1967. 3.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: Lomniczy Dezső

Az alakítás szempontjai az alumínium kábelipari feldolgozása során

Dr. HOFFMANN PÁL okl. vegyész
Magyar Kábel Művek

DK 669.71+621.315.5 : 621.778

Bevezető

A kábelipari vezetékhuzal-gyártásban meleg- és hidegalakítási műveletekkel állítják elő a különböző profilú (kör, vagy szektor keresztmetszetű) áramvezetőket.

A tömör vezetőket egy műveletben — sajtolással — a közismert körkeresztmetszetű huzalokat pedig két műveletben — sajtolással és húzással, vagy hengerléssel és húzással — alakítjuk a kívánt végméretre.

A fém kábelköpenyt ugyancsak egy műveletben sajtoljuk rá az előzetesen már elkészített ún. „kábellélek"-re.

Mindhárom képlékeny alakítási művelet, vagyis a sajtolás, a hengerlés és a huzalhúzás, az alakított fém nagyméretű maradó alakváltozását idézi elő, keresztmetszetcsökkentés által.

A fémtömb, illetve rúd keresztmetszetváltozása az alakítószerszámban következik be, amelyen a fémet vagy átnyomják (sajtolás), vagy áthúzzák (huzalhúzás), vagy forgómozgást végző hengerek között nyújtják (hengerlés). A három különböző típusú képlékeny alakító művelet folyamán bekövetkező áramlási viszonyok különböznek egymástól. Ezen különbözőségek következményei jutnak kifejezésre az alakított termék tulajdonságainak kisebb-nagyobb mértékű eltérésében is.

A meleg- és hidegalakítási eljárások és az alakítás folyamán bekövetkező hibák főbb típusai

A bevezetőben vázolt alakítási eljárások elméletének részletes kifejtését *Geleji* [1], *Pearson* [2], *Sachs* [3], *Bernhoeft* [4] és mások tanulmányaiban találhatjuk meg. E helyen mindössze annak megállapítására szorítkozunk, hogy a sajtolás az alakított fém polikrisztallin szerkezetét átgyúrja és összezúzza. Az egymást követő több lépcsőben, kisebb mértékű redukciókból összegeződő hengerlés és huzalhúzás a kristallitokat az alakítás irányába rendezi. Az anyagáramlási viszonyok eltéréséből adódik leginkább az alakított fém szilárdságára és villamos tulajdonságára jellemző minőségingadozás. Így pl. az azonos körülmények között hőkezelt, azonos összredukcióval hengerléssel előállított alaphuzal fajlagos villamos ellenállása kb. 0,6—1%-kal kisebb, szakítószilárdsága viszont 8—10%-kal nagyobb a sajtoltakénál.

Az utóbbi években kidolgozott és igen szigorú követelményeket támasztó szabványelőírások teljesítése érdekében éppen ez a körülmény teszi szükségessé a hengerelt alaphuzalok alkalmazását, noha a sajtolt alaphuzalokon nem jelentkező felületi hibák miatt ez utóbbi típust a huzalhúzó ipar szívesebben használta fel.

Az anyagáramlás körülményei és következményei egyazon alakítási eljáráson belül is különbözők lehetnek. Ismeretes pl., hogy a sajtolásnak kétféle, direkt, illetve indirekt változata van.

Az indirekt sajtolási eljárást elsősorban a viszonylag nagy alakítási ellenállású fémek alakítására célszerű alkalmazni, míg a viszonylag kis alakítási ellenállású alumíniumot és ötvözeteit direkt sajtolással kell feldolgozni alaphuzallá, vagy kábelköpennyé. Valóban így is dolgozik a MKM Hydraulik gyártmányú, 2×4000 t-ás, keresztfejes, függőleges elrendezésű prése is, amelyet kábelek köpenyezésére és szektorszelvényű áramvezetők sajtolására használunk.

A direkt sajtolási eljárással dolgozó présekhez azonban zárványmentes, tiszta felületű (hántolt felületű) tuskókra van szükség. A tuskókat nem is teljes egészükben sajtolják ki, mivel az anyagáramlási viszonyok olyanok, hogy a tuskó oxidos, zárványos szennyezéseit — amelyek kezdetben a recipiens zárófalán támaszkodnak meg — a sajtolt rúd középvonala irányába terelik. A hántolásból és a sajtolási maradékból képződő veszteség e módszerrel elérheti a 10—15%-ot is !

A szennyezések kiáramlása ugyan az indirekt sajtolási eljárással is bekövetkezik, ekkor azonban az anyagáramlás a szennyezéseket a kisajtolt rúd elejére és felületére tereli, ahonnan a rúd elejének levágásával és — szükség esetén — a felület pácolásával eltávolíthatók. A veszteségek ekkor kb. 6—10%-ot tesznek ki. A továbbhúzásra szánt préshuzalokat ez utóbbi eljárással készítjük, 1000 tonnás, vízszintes elrendezésű, ugyancsak Hydraulik gyártmányú présünkön.

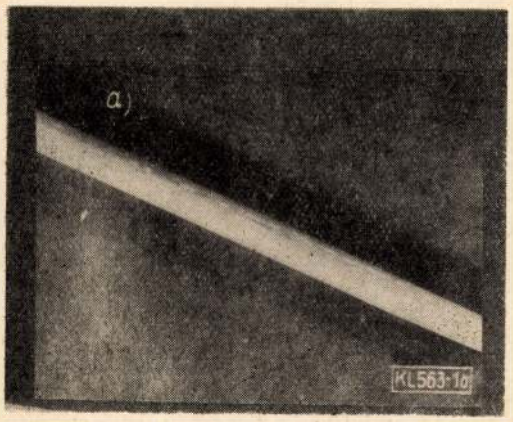
A *hengerléssel* előállított alaphuzalokon kezdetben számos — elsősorban felületi — hibát találtunk. Ezen hibák következtében a hengerhuzalok használata bizonyos mértékben előnytelenebbnek bizonyult a továbbhúzás számára, kedvezőbb mechanikai, és villamos tulajdonságuk ellenére is.

A hengerlési folyamatban bekövetkező meghibásodások főbb típusai: az ún. ráhengerlés; a feltapadás (az ellapított sorja lepattogzása és a henger alakító felületére való feltapadása, amely összeragadhat a még meleg rúddal); és az elcsavarodás.

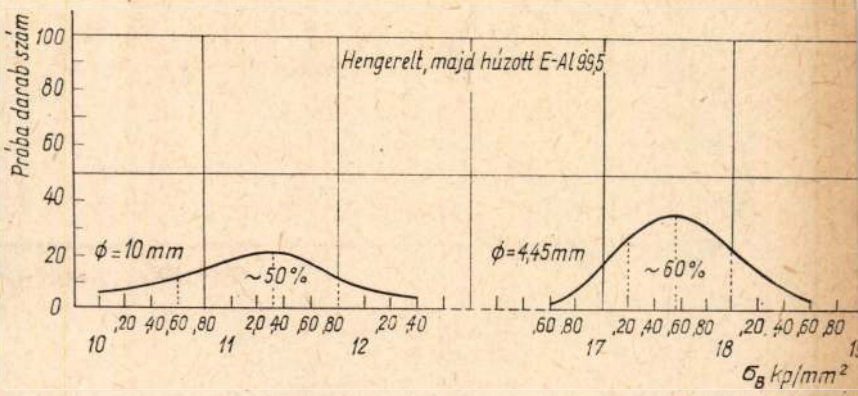
A sorjaképződés és a ráhengerlés a hengerelt alaphuzal csavarópróbájával jól kimutatható (*Ia* és *Ib ábra*).

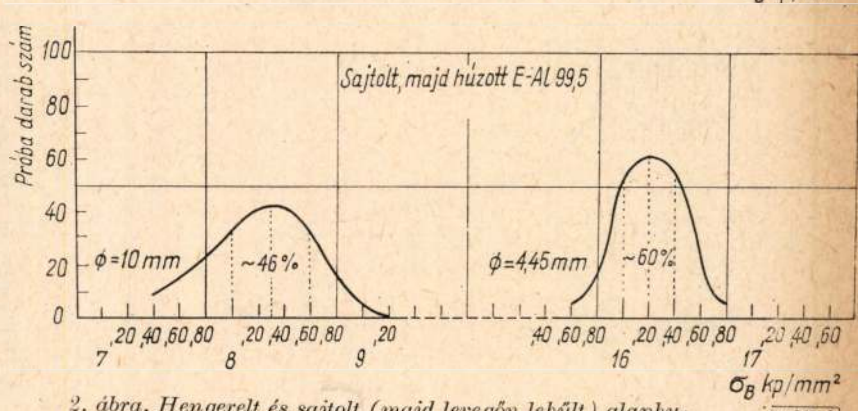


1a ábra. Sorja képződés és ráhengerlés hengerelt huzalon



1b ábra. A hengerhuzal csavaró próbája





2. ábra. Hengerelt és sajtolt (majd levegőn lehűlt) alaphuzalok és az ezekből lehúzott huzalok szilárdságingadozása

A ráhengerlési hibák megmutatkoznak a hengerhuzalok durvahúzásának első húzási fokozataiban is, amikor a felpattogzó ráhengerlődések pikkelyes, pelyhes lemezkék alakjában hullanak le a hidegalakításnak alávetett huzal felületéről.

Az ún. feltapadás — a már említett eseten kívül — létrejöhet akkor is, ha a hengerlésre kerülő tuskó felületén ráfolyások voltak. Ekkor a feltapadás a hengerlés első szúrási fokozataiban is bekövetkezhet. Elősegíti a feltapadást a kopott üregű hengerekkel végzett hengerlés is.

Az elcsavarodás rendszerint az olyan négyzetoválüregezési rendszerben következik be, amelyben a beszúrandó keresztmetszet hegyesebb csúcsai kicsúszhatnak az üreg tompább csúcsaiból, vagyis ha viszonylag nagy különbség van a (lekerekített) csúcsok szögei között. Ha pl. az ovál-üregbe futó kvadrátkeresztmetszet fordul el, akkor az elcsavarodáson kívül még sorjaképződés is előállhat, mivel így lapos oválba lapos kvadrát kerül.

A hengerelt huzalok említett felületi hibáin kívül igen gyakori jelenség a mechanikai és a villamos tulajdonságok ingadozása, főképpen az egymást követően előállított huzalszálak között, de nem elhanyagolható módon még egy szálon belül is.

Közismert az, hogy a hengerlés során fokozatosan csökken az alakított fém hőmérséklete. Ennek megfelelően egyre csökken az alakítást követő kilágyulás lehetősége is, vagyis az anyag kisebb-nagyobb mértékben „felkeményedik".

A *2. ábra* azonos végméretre (10 mm ∅) hengerelt, illetve sajtolt alaphuzalok szakítószilárdságának statisztikus megoszlási görbéit szemlélteti, 1963. évben felvett adatok alapján. Szembeötlő a hengerelt alaphuzalok — bár magasabb szilárdsági tartományban elhelyezkedő — rendkívül elnyúló diagramja, szemben a sajtolt alaphuzalok szűkebb eloszlási tartományú, meredekebb megoszlási görbéjével.

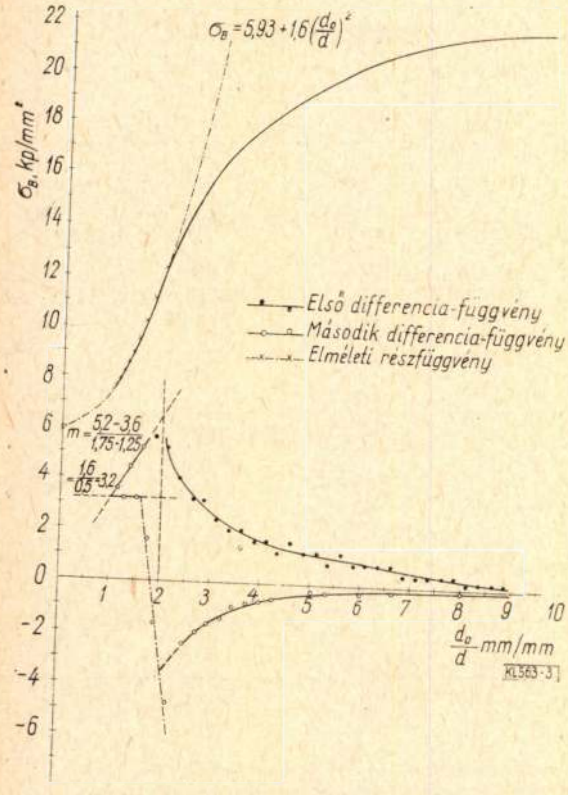
Ha az alaphuzalokból kb. 74%-os összredukcióval 4,45 mm ∅-jű mérethuzalokat készítünk, akkor szilárdság-ingadozásuk már lényegesen kisebb lesz ugyan, a hengerelt alaphuzalból készített mérethuzalok tulajdonságainak ingadozása azonban még mindig jóval nagyobb a sajtolt alaphuzalokból készítettekhez képest. Ez a körülmény azt jelenti, hogy erősen ingadozó tulajdonságokkal rendelkező alaphuzalokból csak igen nagy (90%, vagy nagyobb) összredukcióval lehet szűk méretűrésű követelményeket teljesíteni, ami viszont nyilvánvalóan nagy húzókapacitást igényel.

Ha az alaphuzalok tulajdonságai kevéssé ingadozók, akkor már kb. 70%-os összredukcióval is biztosíthatók ezek a követelmények.

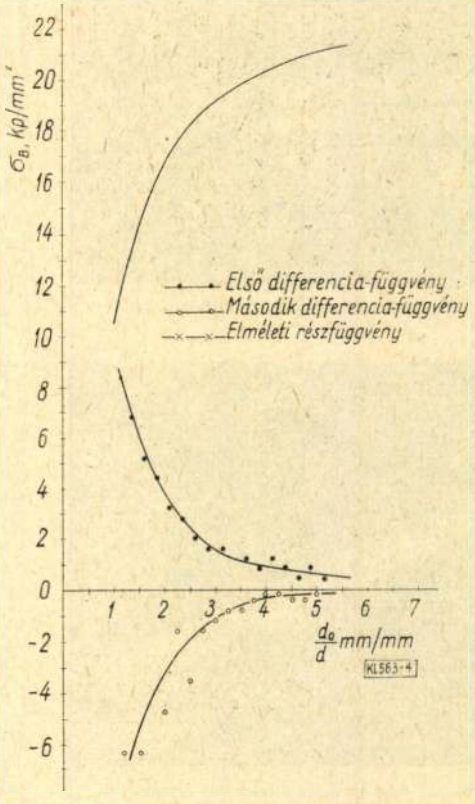
A 2. ábra szerinti megoszlási diagramokban végső soron a hidegalakítást megelőző összes hibák következményei jutnak kifejezésre. Számos hiba forrása lehet azonban a mérethuzalok tulajdonképpeni *felkeményedését* eredményező hidegalakítás, a huzalhúzás önmagában is.

Az alaphuzalok húzása, vagyis a hidegalakítás folyamán bekövetkező felkeményedést az ún. *felkeményedési diagramok* szemléltetik, amelyeket általában az egyes húzási fokozatokban nyert egyre csökkenő átmérőjű huzalok szakítószilárdságának, és az e méret eléréséig végzett keresztmetszetcsökkenés függvényében szoktak ábrázolni.*

* Az irodalom közöl olyan felkeményedési diagramokat is, amelyekben a keménység-redukció, illetve adott nyúláshoz tartozó feszültség és a redukció összefüggése van feltüntetve.



3. ábra



4. ábra. 10,5 mm ∅-jű hengerelt alaphuzal felkeményedésének függvényanalízise

A fajlagos nyúlás

$$\lambda = \frac{L - L}{L_0} \tag{1}$$

és a fajlagos keresztmetszet-változás

$$q = \frac{F_0 - F}{F_0} \tag{2}$$

A térfogatállandóság alapján

$$V = F_0 \cdot L_0 = F \cdot L \tag{3}$$

Az (1) és (2) egyenletet behelyettesítve:

$$\lambda = \frac{q}{1-q} \tag{4}$$

Az (1)—(4) egyenletekben L_0, és L, továbbá F_0, és F jelentik a huzal eredeti, ill. megnyúlt hosszát, valamint keresztmetszetét.

Körkeresztmetszet esetén

$$F = \frac{d^2\pi}{4}, \quad \text{ill.} \quad F_0 = \frac{d_0^2\pi}{4} \tag{5}$$

A (3) és (5) egyenletek alapján

$$\frac{F_0}{F} = \frac{d_0^2}{d^2} \tag{6}$$

ahol d_0 a huzal húzás előtti, d a húzás utáni átmérő.

A (3), és (6) alatti viszonyokból a d_0/d hányadost választottuk a hidegalakítás egymást követő redukcióinak mérőszámaként és ennek függvényében ábrázoltuk a sajtolt *(3. ábra)*, valamint a hengerelt *(4. ábra)* alaphuzalokból előállított huzalok szilárdság-növekedését. Az ábrázolás e módszerének előnye, hogy az adott alapanyagból elérhető maximális szilárdság felé konvergál a felkeményedési diagram.

A felkeményedési görbék viszonylag lágy ($\sigma_B = 7{,}5$ kp/mm²) 18 mm ∅-jű sajtolt, valamint viszonylag kemény ($\sigma_B = 10{,}5$ kp/mm²) 10,5 mm átmérőjű hengerelt alaphuzalok $q_s = 98{,}8\%$, továbbá $q_h = 96{,}4\%$ összredukcióval történt húzás közben adódott felkeményedését szemléltetik. A húzások előtt és közben természetszerűen lágyítás nem volt.

A felkeményedést ábrázoló görbék első és második differencia-függvényét képezve megkaptuk azokat a tapasztalati kifejezéseket, amelyek matematikailag írják le a felkeményedési görbéket. Így pl. a sajtolt alaphuzalok felkeményedésére $d_0/d = 2$ redukcióig bezáróan a szilárdságnövekedést a

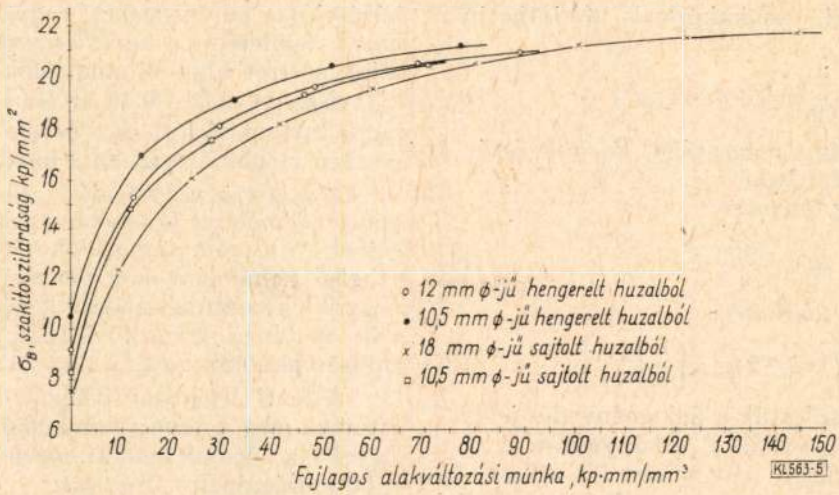
$$\sigma_B = \sigma_0 + k\frac{d_0^2}{d^2} \tag{7}$$

kifejezés írja le, míg $d_0/d = 2$-nél nagyobb redukciókra

$$\sigma_B = \left(\sigma_0 - \frac{1}{a} \cdot \frac{d_0^2}{d^2}\right) + \left(\sigma_0 + b \cdot \ln\frac{d_0}{d}\right) - c\frac{d_0}{d} \tag{8}$$

összefüggés ad számításokra alkalmas formulát. A (8) alatti kifejezés írja le a hengerelt alaphuzalok felkeményedését is. Az a körülmény, hogy a hengerelt alaphuzalok kezdeti felkeményedésének jellemzéséhez nincs szükség a (7) kifejezésre, arra vall, hogy az ilyen jellegű felkeményedés a hengerlés utolsó fázisaiban már végbement.

A (7) és (8) kifejezésekben szereplő a, b, c és k állandókat a függvény analízis módszereivel szá-



5. ábra. E-Al 99,5 felkeményedésének belső munkája

míthatjuk ki, a σ_0 pedig azonos a hidegalakításra kerülő anyag folyáshatárával.

A felkeményedési görbék alatti terület nagysága az adott redukcióig végzett belső fajlagos alakváltozási munkát határozza meg, ami kifejezésre jut a függvény változóinak

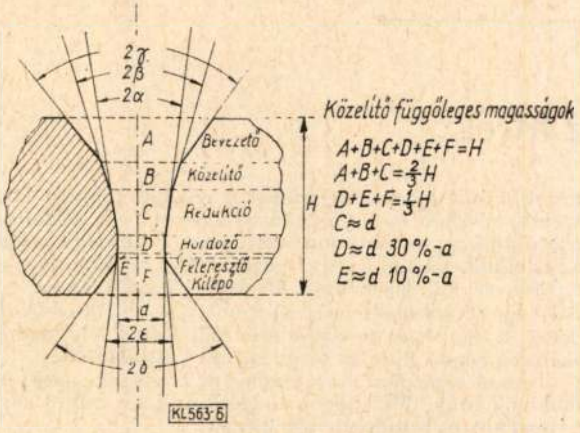
$$\frac{\text{kp}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{\text{mm}}{\text{mm}} = \frac{\text{kp} \cdot \text{mm}}{\text{mm}^3} \qquad (9)$$

dimenziójában is. Ha tehát — pl. planimetrálással — rendre meghatározzuk az egyes redukciókig végzett fajlagos alakváltozási munkák nagyságát és ábrázoljuk az elért szilárdság függvényében, az *5. ábra* szerinti összefüggést kapjuk. Az ábra értelmében a felkeményedés kezdeti szakaszán kisebb belső munka viszonylag nagyobb szilárdságnövekedést idéz elő. A további redukciókhoz azonban már fokozatosan növekvő belső munka tartozik, viszonylag csekély szilárdságnövekedéssel.

Az 5. ábra alapján is megállapítható, hogy az E—Al 99,5 típusú anyagból maximálisan 22 kp mm² szilárdság érhető el, amelynél nagyobb szilárdságú mérethuzalt csak nagyobb ötvöző-anyag-tartalmú fémből lehetne biztonságosan előállítani.

Az ábrákból kiviláglik továbbá az is, hogy meghatározott szilárdságú mérethuzalt sajtolt alaphuzalból csak lényegesen nagyobb belső alakváltozási munka árán lehet készíteni, vagyis nagyobb kiinduló-méretet kell alkalmaznunk, mint hengerhuzal felhasználásakor.

A hidegalakításnak alávetett anyag felkeményedésének leírására szolgáló tapasztalati formulák természetszerűen csak a huzalhúzással előidézett felkeményedésre jellemzők. Indokolt tehát megvizsgálni, hogy az alakítószerszám — húzókő — milyen hatással van az anyag felkeményedésére, illetve az alakítási viszonyok speciális körülményeire.



6. ábra. Az E-Al 99,5 típusú Al-huzalok húzására alkalmas húzókövek profiljának kiképzése

A húzókövek kialakításának és a húzási tervnek hatásai az anyag felkeményedésére és igénybevételére

Az alumíniumhuzalok húzásához használt húzókövek anyaga keményfém, az 1 mm ∅ alatti méretek húzására gyémánt. A húzókövek kiképzését a *6. ábra* szemlélteti.

Jóllehet a valóságban a húzóüreg kiképzése sima és folytonos trombita-alak, elvileg meg szokták különböztetni annak következő szakaszait:

bevezető: e helyen érintkezik a húzóüreg fala a hűtő-kenő folyadékkal;

közelítő: e szakaszban van az átmenet a bevezető és az alakító zónák között. Itt alakul ki az a hidrosztatikai nyomás, amely a hűtő-kenő folyadékot benyomja az alakító zónába;

alakító: itt megy végbe a fém tulajdonképpeni alakváltozása;

kalibráló: a huzal-alakításban e szakasznak már nincsen szerepe, a húzókő mechanikai igénybevétele szempontjából azonban még lényeges feladatot tölt be.

kilépő: e szakaszban a kő anyaga szintén érintkezhet a hűtő-kenő folyadékkal, bár a felületének csekély méretei folytán, valamint az alakított fém kifutása miatt ez az érintkezés lényegesen korlátozottabb, a hőátadás tehát jelentéktelenebb, mint a bevezetőnél.

A huzalhúzás mechanizmusában geometriailag leglényegesebb szerepet játszó alakító szakaszt

jó megközelítéssel csonkakúpnak tekinthetjük, melynek térfogata:

$$V=\frac{\pi}{12}h(d_0^2+d_0\cdot d+d^2) \qquad (10)$$

ahol h a csonkakúp magassága, d_0 a befutó, d pedig a kifutó huzal átmérője.

A fél-kúpszög tangense:

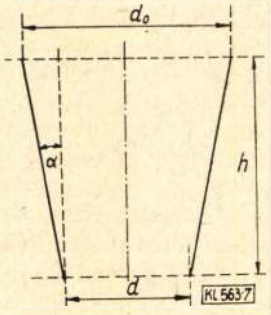
$$\operatorname{tg}\alpha=\frac{d_0-d}{2h} \qquad (11)$$

amelynek alapján felírható a

$$\frac{d_0}{d}=1+2\operatorname{tg}\alpha\left(\frac{h}{d}\right) \qquad (12)$$

kifejezés. Ezzel kifejeztük a felkeményedés jellemzésére általunk felhasznált d_0/d hányadost.

A d_0/d-től függő felkeményedés, illetve a belső munka alakulására a húzókő geometriai méretezését jellemző α szög nagysága, továbbá a d_0/d és a h/d viszony lényeges és sajátos hatással vannak.



7. ábra. A húzókő alakító (redukáló) szakaszának méretezése

A húzókőre jellemző d_0/d viszony arányos az egy húzással elérhető redukcióval. A h/d viszonyt kitöltési hányadosnak nevezhetjük, amelynek növelése nem kívánatos, mivel növekedne az áthúzott anyag és a szerszám érintkező felülete és így a közöttük fellépő súrlódás is. Igen kis értéken való tartása ugyancsak nem kívánatos, mivel ekkor az alakítás lényegében csak az áthúzott huzal külső rétegére hat keményítően, miközben az áthúzott keresztmetszet középrésze lágyabb marad. Az ily módon alakított huzal felülete a soronkövetkező húzásokban felrepedezhet, vagyis bekövetkezhet a huzal felületének *szarkalábasodása*. Tapasztalataink szerint alumíniumhuzalok húzása esetén a h/d viszonyt 0,38—0,40 értékhatárok között célszerű tartani. Adott d_0/d és h/d viszony értelemszerűen meghatározza az α húzószöget.

A d_0/d viszony növelése elősegíti azt, hogy az adott végméretet kevesebb számú húzással érhessük el. Az alumíniumhuzalok húzási programjában az első redukcióra sem tervezünk $d_0/d=1{,}17$-nél nagyobb keresztmetszetcsökkenést, amelynek mértéke azután a soron következő húzásokban fokozatosan lecsökken $d_0/d=1{,}12$—$1{,}11$ értékre.

A fenti értékeket áthúzási kísérletekkel állapítottuk meg, mérve a mindenkori áthúzóerőket és figyelve a huzalok felületi, mechanikai, és villamos tulajdonságainak változását.

Kétségtelen, hogy a huzal alkotó-menti felhasadozása — a szarkaláb képződés — létrejöhet akkor is, ha a huzalfelület rendszeresen súrlódik, ütődik a húzógép valamilyen alkatrészéhez, amikor ugyancsak bekövetkezik a huzalfelület helyi felkeményedése a kevéssé igénybevett belső zónákhoz képest.

Alumíniumhuzalok gyártásakor a húzási program gondos összeállításán túlmenően arra is tekintettel kell lenni, hogy a huzal bevezetési helyein, átvezetéseinél, vagy bármely terelő zónában ne fordulhasson elő alkotómenti felkeményedést előidéző mechanikai igénybevétel. Ilyen értelemben a lehetőségig kerülendő az ún. *csúszva-húzás technológiája* is az alumínium hidegalakításánál. Alapelvvé kell tennünk, hogy az alakítandó fém sajátosságai szabják meg a húzógép konstrukcióját, ne pedig a gépi adottságokhoz kelljen igazodni az alakítás folyamán, esetleg egyenlőtlen redukciókhoz folyamodva.

IRODALOM

[1] *Geleji:* Walzwerks- und Schmiedemaschinen. VEB Verlag Technik, Berlin, 1954.
[2] *Pearson:* The Extrusion of Metals. Chapman & Hall, London, 1953.
[3] *Sachs:* Praktische Metallkunde. Springer Verlang, Berlin, 1935.
[4] *Bernhoeft:* The Fundamentals of Wire-Drawing. Wire Ind. 1960 (27), 693, 781, 899, 1007, 1103, 1197. old.

Egyesületi hírek

A Fémkohászati Szakosztályunk Ipargazdasági Szakcsoportja a lyukkártyarendszerű és az elektronikus számítógépes adatfeldolgozással kapcsolatosan üzemlátogatással egybekötött tapasztalatcsere utat szervezett a Dunai Vasműbe a szakcsoport tagjai részére. A látogatáson 57 fő vett részt. *Baranyai György*, a szakosztály vezetőségi tagja üdvözölte a megjelenteket, majd *Lados Balázs*, a szakcsoport titkára megnyitotta a megbeszélést.

A DV részéről rövid tájékoztató előadást tartott *Kocsa László* a hideghengerművi rendelésállomány feldolgozásáról. A rendeléseket lyukszalagos könyvelőautomatákon dolgozzák fel elsődlegesen, majd Budapesten Elliot 803-as elektronikus számítógépen történik meg a további feldolgozás. Az adatokat részben telexen továbbítják, részben pedig a lyukszalagokat és a számítógép protokolljait autóbuszon szállítják. A hideghengermű adatfeldolgozásának egy részét helyi lyukkártya gépparkon végzik. Ezek után *Miskolczi László* ismertette a helyi operációkutató csoport munkáját, az elkövetkezendő évek terveit és az egyes acél minőségek elektronikus számító gépen kidolgozásra kerülő kalkulációit.

Az előadásokat hozzászólások követték, majd a jelenlevők működés közben megtekintették a lyukkártya gépparkot és a hideghengerművet.

Az egynapos tapasztalatcsere látogatás jól sikerült. A jelenlevők értékes tapasztalatokat gyűjtöttek. (LB)

Tiszta és vízmentes AlF_3 előállítása

Dr. POZSGAY VILMOS okl. vegyészmérnök
Dr. BALÁZS ENDRE okl. kohómérnök
Fémipari Kutató Intézet

DK 669.71 : 66.049.6.002.2

Bevezetés

A tiszta és vízmentes AlF_3 általában nem kereskedelmi forgalomban levő termék. Önköltsége korlátozott felhasználását tekintve nagy. Az olvadék-elektrolízis kutatásban a kriolittartalmú elektrolit, vagy más AlF_3-tartalmú sóolvadékok (rendszerek) fiziko-kémiai vizsgálataiban fázisdiagramok meghatározásához használják. Nálunk a tiszta AlF_3 előállításának szükségessége a tiszta Al-nak szubfluoridos desztillációval történő előállításakor jelentkezett [1].

A kapható AlF_3-at az általában használt, ismert kémiai módszerekkel készítik és az így előállított terméket tovább tisztítják. Az Al-kohászat számára szükséges AlF_3 előállításakor $AlF_3 \cdot 3\,H_2O$-t nyernek. Ilyen három kristályvizet tartalmazó AlF_3-ot tisztább *(pro anal)*, minőségben is árusítanak. Ez azonban a fenti célra nem használható, mert még mindig meg nem engedhető mennyiségű szennyezést és vizet tartalmaz. A víztelenítés (kalcinálás) külön műveletében szükséges hőmérséklet-tartományban (800—1000°C), ahol a harmadik vízmolekula is távozik, már jelentékeny szublimáció is végbemegy. A jelentkező nedvesség hatására hidrolízis indul meg, és a

$$2/3\ AlF_3 + H_2O \rightarrow 1/3\ Al_2O_3 + 2\ HF$$

reakciónak megfelelően Al_2O_3 és HF képződik. Ezért az iparban használt vízmentes AlF_3 mindig tartalmaz jelentékeny mennyiségű (5—10%) Al_2O_3-at és kevés (0,5—1,0%) kötött vizet is. Ezek eltávozása újabb műveletet igényel.

Azon nem elpárologtatásos eljárások, melyekkel vízmentes, tiszta AlF_3 nyerhető, elemi fluór, nagytisztaságú kiinduló anyagok szükségessége és a különleges apparatív igények miatt hátrányosak [2].

A desztilláció és szublimáció az illékony fémek, elemek és különböző vegyületetek tisztításának egyik legismertebb és széles körben eredményesen használt módszere. Az AlF_3 vízmentes állapotban, szublimációval aránylag könnyen tisztítható. Gőznyomását atmoszferikus nyomáson, különböző hőmérsékleten az *1. táblázat* és az *1. ábra* tartalmazza.

1. táblázat

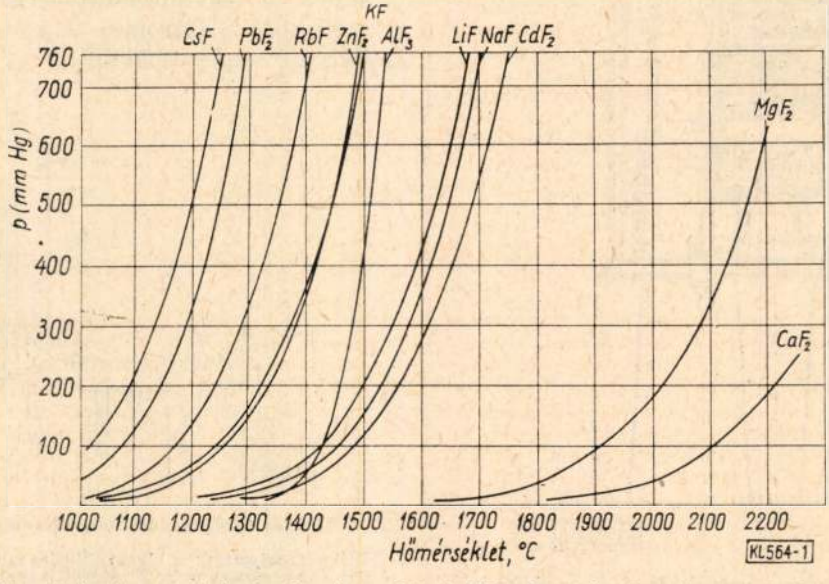
Az AlF_3 gőznyomása különböző hőmérsékleten (atmoszferikus nyomáson)

Hőmérséklet, °C	Gőznyomás, Hgmm	Hőmérséklet, °C	Gőznyomás, Hgmm
961,5	3,78	1136	81,0
1001,5	7,26	1144	115,0
1028,6	12,6	1174	160,0
1058,7	21,5	1187	200,0
1064	31,0	1199	298,0
1118	49,5	1251	614

Az 1. ábrából látható, hogy az alumíniumfluorid gőznyomás-görbéje — a hőmérséklet függvényében — szokatlanul meredek, azaz a gőz nyomása viszonylag kis hőfokhatárok között hirtelen emelkedik. Ezért az illékonyságban utána következő fluoridok gőznyomása viszonylag még akkor is kis érték, amikor az alumíniumfluoridé már eléri az atmoszferikus nyomást.

Atmoszferikus nyomáson szublimálni egyszerűbbnek látszik. Ennek hátrányai azonban a következők:

a) az elfogadható szublimálási sebesség eléréséhez elég magas (kb. 1400°C) hőmérséklet szükséges;

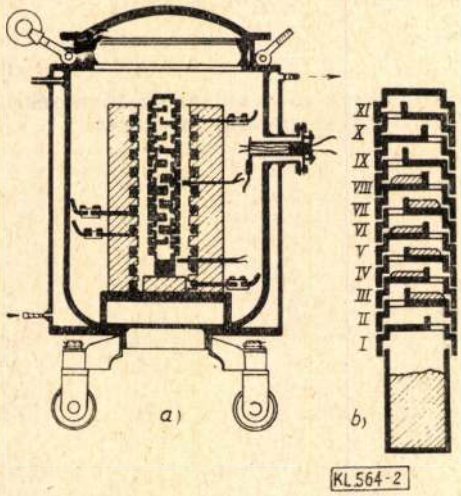


1. ábra. Fluoridok gőznyomásának változása a hőmérséklet függvényében (atmoszferikus nyomáson)

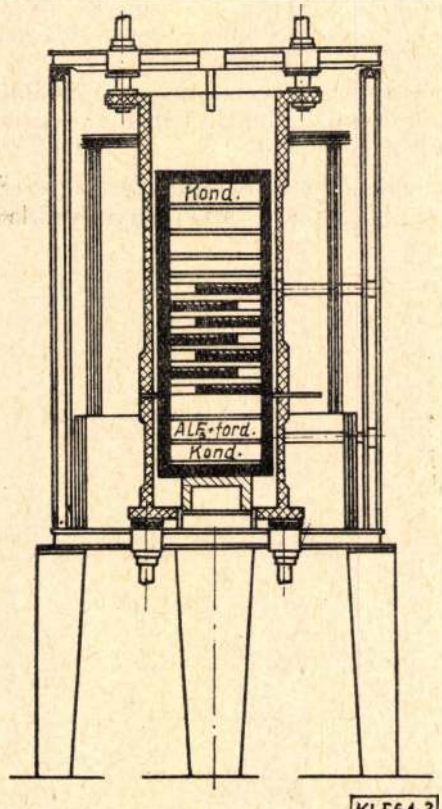
b) az AlF_3-gőzből levegő és nedvesség jelenlétében Al_2O_3 és AlOF képződik, ami szennyezi a terméket;

c) problémát jelent a szublimáló tér kialakításához és elkészítéséhez megfelelő szerkezeti anyag kiválasztása. Az e célra leginkább megfelelő anyag a grafit lehetne, de a szükséges hőfokon jelentős az égése és porlódása. Ezért nagy a felhasználódás és a termék szennyeződése.

A vákuumos szublimációval — bár igényesebb berendezéseket kíván — a kielégítő szublimálási sebesség eléréséhez alacsonyabb hőmérséklet elégséges és a fenti hátrányok nem jelentkeznek.



2. ábra. AlF_3 szublimálására alkalmazott laboratóriumi berendezés
a) *összeállított állapotban*; b) *kolonna*



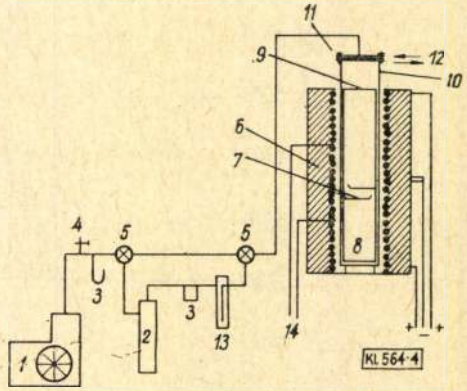
3. ábra. Nagylaboratóriumi berendezés AlF_3 szublimációs tisztítására

Az irodalomban ismertetett laboratóriumi kísérletekhez fűtőelemként platinát, Cr-Ni huzalt, szilitpálcákat, grafitot ajánlanak. Ugyancsak laboratóriumi kísérletekhez a nagyfrekvenciás hevítéssel is dolgoztak [2], [5]. A kísérleti tapasztalatok szerint a platinának és a szilitnek rövid az élettartama, a nagyfrekvenciás fűtés pedig a szublimáló berendezés bonyolultságán kívül jelentékeny beruházást igényel.

A szovjet kutatók — *Beljajev* és munkatársai — által kialakított Cr-Ni ellenállásfűtésű laboratóriumi berendezés vázlatos rajza a *2. ábrán* látható [4], [5]. Lényegében vízhűtésű köpennyel ellátott, légmentesen lezárható vákuumüst, a működéshez szükséges csatlakozásokkal (fűtés, termoelemek, vákuum). Ebben van az összerakható tányéros, nagytisztaságú grafitból készített szublimáló kolonna melegítésére szolgáló két fűtőzónás kemence. A kemencetér vákuumszivattyúhoz csatlakozik. Ezzel a laboratóriumi berendezéssel nyert tapasztalatok alapján alakították ki a *3. ábrán* látható konstrukciót. Ebben a berendezésben a szublimáló kolonnát (vákuumban) két grafit félhenger-ellenállás segítségével fűtik. Ezek magasságuk mentén különböző falvastagságúak, a különböző hőmérsékletű zónák megvalósítására. (A fenti berendezéseket használták az alumíniumszulfluoridos desztillálásához is. A 2. és 3. ábrákon a grafitkolonna elrendezése erre az esetre vonatkozik.)

Kísérleteinkben célul tűztük ki azt, hogy az irodalomban leírtaknál egyszerűbb konstrukciót alakítsunk ki.

Szublimáló berendezésünk vázlatos rajza a *4. ábrán* látható. Ez lényegében függőleges, henger alakú, magasságában két fűtőzónára osztott, ellenállásfűtésű kemencéből, grafitból kimunkált szublimáló kolonna befogadására szolgáló ugyancsak henger alakú, a felső végén gumitömítésű zárófedéllel ellátott, hőálló acélból készült retortából, továbbá a berendezéshez csatlakozó vákuumszivattyúból, elektromos teljesítményt tápláló és szabályozó rendszerből áll.



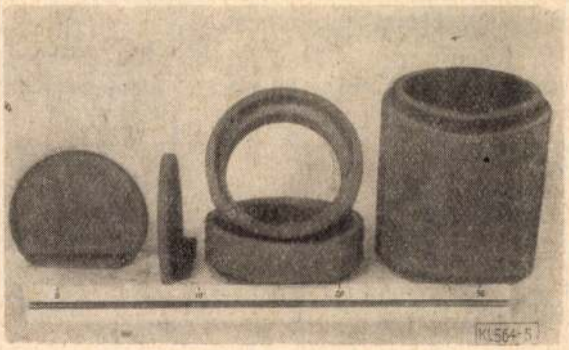
4. ábra. Szublimáló berendezés vázlatos rajza

1 elővákuum-szivattyú; *2* higanydiffúziós szivattyú; *3* vákuum-mérő műszer; *4* levegőztető csap; *5* leágazó csapok; *6* ellenállásfűtésű kemence; *7* grafit-kolonna; *8* párologtató; *9* kondenzátor; *10* retorta; *11* tömítés; *12* vízhűtés; *13* kifagyasztó edény; *14* termoelemek

A kemence keramikus szigetelésű. A két hőzónát (az alsó elpárologtató zóna, a felső a kondenzáló zóna) külön-külön spirálalakba hajlított 6 mm ∅-jű Ni-Cr ellenálláshuzallal fűtjük. Áramviszonyok: elpárologtató zóna fűtése 42 V, 110 A; kondenzáló zóna fűtése 34 V, 110 A. A két hőzóna hőmérsékletét — a 4. ábrán megjelölt helyeken — EDC1 típusú ejtőkengyeles (Pt-PtRh) hőmérsékletszabályozó vezérli.

A szublimáló kolonna befogadására szolgáló csőretorta hőálló (H9Ni) vagy közönséges acélból készült. Belső átmérője 140—145 mm, falvastagsága 4,5—5,0 mm, hosszúsága 110—130 mm. Az egyik vége zárt, a másik végét (felső) pedig hőálló acél esetén gumitömítéssel záródó, vízhűtéses fedéllel, lágyacél cső esetén hegesztéssel zártuk le. A szublimáció eredményessége szempontjából mindkét csőanyag megfelelő. A hőálló acélból készült retorta előnye, hogy tartós, 1000—1150°C hőmérsékletű és 10^{-2}—10^{-3} Hgmm vákuumos 500 órás üzem után sem deformálódás, sem más elváltozás nem látszik rajta és használata kényelmesebb. A lágyacél retorta olcsó, de csak kétszer 15—16 órás üzemhez használható (egyszer az egyik, majd a másik felét hevítve), mert a fenti hőmérsékleten a külső felület erősen revésedik. Lezárása és felnyitása (hegesztéssel) kényelmetlen.

A retortában helyezkedik el a kolonna, melyben az AlF_3 szublimál, illetve kondenzál. Anyagának megválasztása a szublimációs folyamat alatt jelenlevő gőzök nagy agresszivitása és a tisztaságra való törekvés miatt alapvető fontosságú. E célból eddig platinát, korundot és grafitot használtak. Irodalmi adatok és célszerűségi meggondolások alapján mi grafitot használtunk. Tiszta grafitból (hamutartalom 0,03—0,06%) kimunkált szublimáló kolonna a szublimálandó AlF_3 befogadására szolgáló elpárologtató tégelyből, csatlakozó peremmel ellátott — a tégelyre és egymásra jól záródó — gyűrűs elemekből, összerakáskor tányérok kialakítására alkalmas — körszelet alakú — lapokból és lezáró fedélből áll. Ezek a kolonna-elemek az *5. ábrán* láthatók. Az így kialakított elemekből — az elpárologtató tégelyre építve — 130 mm külső és 98 mm belső ∅-jű, szükséges magasságú (minálunk 58—60 cm), a tetején lezárható szublimáló kolonna rakható össze. Ez ürítés céljából könnyen szétszedhető. Szükség esetén az elpárologtató tégely űrtartalma körgyűrűkkel növelhető. Törés vagy meg-



5. ábra. Grafit szublimáló kolonna elemei

hibásodás egyrészt csak gyors felhevítéskor, másrészt lehűtéskor lép fel, ha túl szoros az idomok egymáshoz illeszkedése, záródása.

A grafit szublimáló kolonnát első használat előtt 10^{-2}—10^{-3} Hgmm-es vákuumban 1150°C-on egy órán keresztül izzítottuk, majd kisebb mennyiségű AlF_3-al előszublimáltunk a felületi rétegének tisztítása céljából. Az egyszer már használt grafit idomok szabad levegőn tartva nedvességet vesznek fel, és a környezet porától felületük szennyeződhet. A nedvesség a szublimáció körülményei között mind magára a grafitra (roncsolódás), mind a szublimált termék tisztaságára hátrányos. Ezért az idomokat használaton kívül vagy vákuumban, a retortában, vagy izzított $CaCl_2$-al töltött exszikkátorokban tároltuk.

A szükséges vákuum biztosítására a retortához elővákuum-, és higanydiffúziós szivattyúból álló rendszer csatlakozik. A vákuumszivattyúkat a retortából távozó gőzök ellen folyékony nitrogénes csapdával védtük.

A szublimáló berendezéshez tartozik még az elektromos tápegység (a két fűtőzónának megfelelően 2 db 15 kVA-es transzformátor) és a vezérlő rendszer.

Az ismertetett szublimáló berendezés előnye — az irodalomban ismertetettekhez viszonyítva —, hogy szerkezete egyszerűbb és olcsóbb, üzemi szempontból kényelmes és a kemence munkaideje jól kihasználható.

Az alumíniumfluorid szublimálása vákuumban

Kísérleteinkhez háromféle (*1, 2, 3* jelzésű) technikai (kalcinált) alumíniumfluoridot használ-

2. táblázat

Különböző minőségű techn. AlF_3 elemzési adatai

Szennyező	Minőségi jelzés		
	1	*2*	*3*
	Szennyezés %-ban		
Vas	0,05—0,11	0,02—0,04	0,014—0,015
Szilícium	0,025—0,15	0,02—0,09	0,04—0,05
Magnézium	0,3—1,5	0,02—0,09	0,01—0,08
Réz	0,0003—0,001	0,0002—0,0004	0,0009—0,0010
Cink	0,0013—0,0025	0,003—0,004	0,006—0,008
Ólom	0,001—0,10	0,0001—0,0005	0,0002—0,0003
Nátrium	1,0—1,5	0,1—0,3	0,11—0,25
Al_2O_3	6,0—7,0	7,73—10,48	8,0—11,5

tunk. Minőségi adataikat a *2.*, szemcseeloszlásukat pedig a *3. táblázat* tartalmazza.

3. táblázat

Különböző minőségű technikai AlF_3 szemcseeloszlása

Szemcsenagyság, mm	Minőségi jelzés		
	1	*2*	*3*
	%-os szemcse-eloszlás		
—0,032	26,79	5,97	13,00
—0,07	64,14	39,30	37,60
—0,125	8,77	41,77	38,00
+0,125	0,30	12,96	11,40

A *2* és *3* jelzésű AlF_3 térfogatsúlya kb. kétszerese az *1* jelzésűnek.

A technikai fluoridot a szublimációs tisztítás előtt — a tapadó nedvesség eltávolítása céljából — 15—20 órán keresztül korundtálakban levegőn 600°C-on izzítottuk. Eközben a hosszú időn át tárolt *1* jelzésű AlF_3 súlyvesztesége 10%, míg a *2* és *3* jelzésű AlF_3 súlyvesztesége csak 0,5—1,5% volt. Az így előizzított anyagot a szublimálásig légmentesen záródó edényben tároltuk.

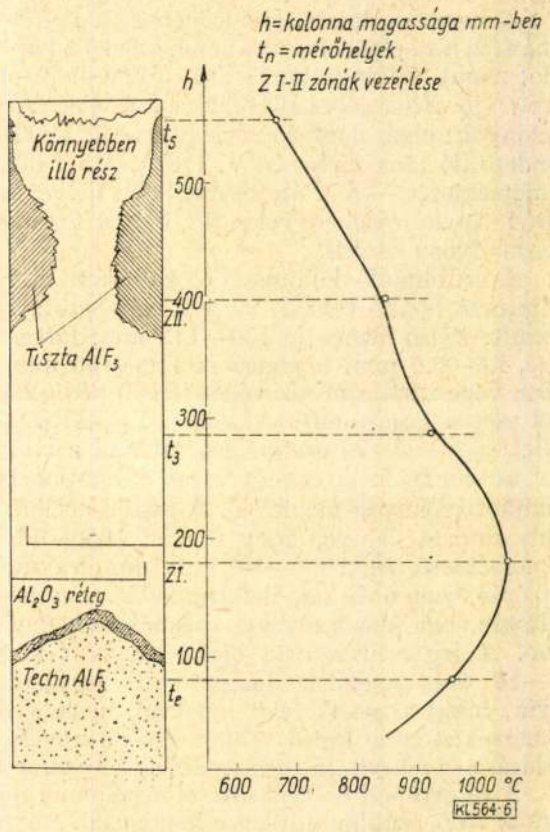
A szublimációhoz előkészülve a grafitkolonna belső felületét a grafitportól mindig kefével és porszívóval tisztítottuk meg. Az elpárologtató tégelybe 1200—1500 g kiinduló anyagot mértünk be.

A elpárologtató tégely felett elhelyezett fenéklapok megakadályozzák egyrészt azt, hogy a 900—1000°C-on eltávozó maradék nedvesség a finom eloszlású Al_2O_3-at magával ragadja és az a szublimált és kondenzált AlF_3-ba jusson, másrészt a kondenzált termék sem hullhat így vissza az elpárologtató tégelybe. A kolonna összeállítása ismételt szublimációkhoz is ugyanilyen. Az összeállított kolonna a vákuumbiztosan lezárható és a szivattyúrendszerhez csatlakozó retortába, majd ezzel együtt a hevítő kemencébe kerül. A vákuumszivattyúk indítása és a fűtés bekapcsolása után a szublimálótér 5—6 perc alatt eléri az $1 \cdot 10^{-2}$—$8 \cdot 10^{-3}$ Hgmm-es vákuumot, két óra múlva pedig az 1100—1120°C hőmérsékletet. A rendszer hőmérsékletének növelésekor először 300—600°C, majd 800—900°C hőmérséklettartományban a (tapadó és kötött) víznyomok eltávozása következtében a vákuum 0,5—1,0 Hgmm-re romlik. A szublimálási hőmérséklet beállása után ilyen ingadozás már nem észlelhető.

Szublimálás közben — a vákuumszivattyúk folyamatos működése közben — a kolonna magasságában kialakult hőelosztást és viszonyokat a *6. ábra* szemlélteti.

Egy-egy szublimáció időtartama 12—14 óra. Megegyező körülmények között a techn. AlF_3 szublimálási sebessége függ a kiinduló anyag Al_2O_3-tartalmától, így az *1* minőségé 80—85 g/ó., a *2* és *3* minőségé 55—60 g/ó. Mint ahogy a 6. ábrán megjelöltük, szublimáláskor a párologtató tégelyben levő techn. AlF_3 felületén mind vastagabb Al_2O_3 réteg alakul ki, ami csökkenti a szublimálás sebességét. Másodszori szublimáláskor ez a körülmény már nem jelentkezik, a szublimálási sebesség nagyobb (110—140 g/ó).

A szublimálási időt úgy szabtuk meg, hogy a kiinduló AlF_3 mennyiségének 10—15%-a visszamaradjon az elpárologtató tégelyben. Leálláskor a vákuum fenntartása közben is a kemencéből kiemelt retorta hamar lehűl, ezután felnyitható és üríthető. Folyamatos üzemhez az előkészített másik retorta elhelyezése után az üzemi körülmények a kemencébe ismételten rövid idő alatt beállnak.



6. ábra. A kolonna magasságában kialakult hőmérsékleti viszonyok, szublimálás alatt

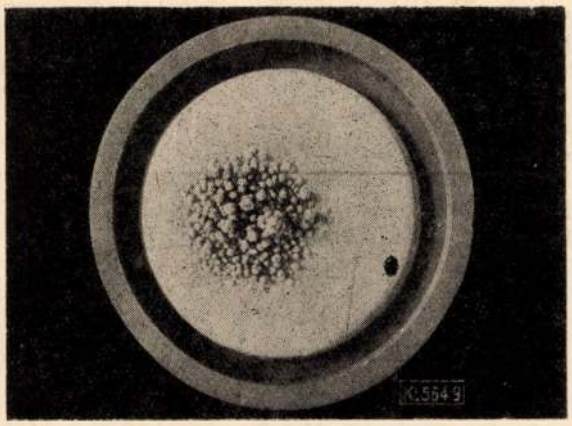
A *7.*, *8.* és *9. ábrákon* techn. AlF_3 szublimációja után szétszedett grafit kolonna három részéről készült felvétel látható. A 7. ábrán látható, hogy az elpárologtató tégelyben visszamaradt techn. AlF_3 a szublimálási körülmények között gyengén összetapad. A 8. ábrán a szublimáló kolonnának az a része látható, ahol az AlF_3 fő tömege kondenzál. A 9. ábra a kolonna zárófedelének belső felületére kondenzált, a könnyebben illó komponensekben feldúsult részt mutatja. A kemence hőzónái méreteinek és a kialakult hőeloszlásnak megfelelően



7. ábra. Szublimálás után visszamaradt techn. AlF_3



8. ábra. Szublimált AlF_3, a kolonna kondenzáló zónájában



9. ábra. Könnyebben illó komponensekben feldúsult kondenzátum

58—60 cm magas kolonnában ez a két rész jól elkülönül. Ha a kolonna alacsonyabb, a tömítetlenségeken keresztül az AlF_3 gőzök a retorta belső felületére jutnak és ott kondenzálódnak, így csökken a könnyebben illó komponensek különválásának lehetősége is. Az optimálisnál magasabb kolonna nem módosítja a szublimálás eredményességét, de többlet anyag- és energiafelhasználást eredményez.

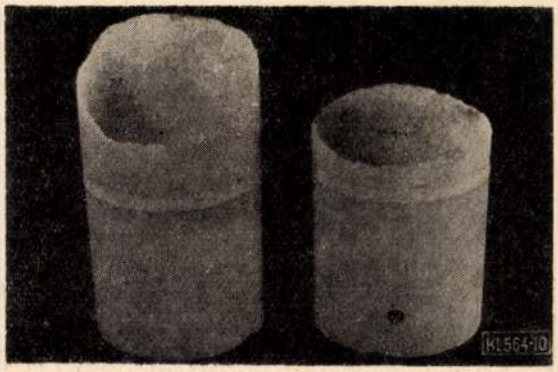
Hátrányos, ha túl sok a kiinduló anyag, mert a kondenzálódott AlF_3 réteg a kolonna belső munkaátmérőjét állandóan csökkenti, majd eltömi, nem hagyva utat a könnyebben illó komponensek távozásának.

Ha megfelelő a kolonnamagasság, a veszteség nem haladja meg a 0,5—1,5%-ot. A termék-kihozatal az első szublimáció közben 85—90%, a másodiknál 95—98%.

A tömör, üveges kristályokban kondenzált AlF_3 a grafittól könnyen elválik. 1,5—2,0 kg-os tömbökről készült felvétel látható a *10. ábrán.*

Az egyszeri szublimációval tisztított AlF_3 vegyelemzési eredményeit a *4. táblázatban* foglaltuk össze. (A Fémipari Kutató Intézet vegyészeti laboratóriumának elemzése.)

Megállapítható, hogy az egyszeri szublimáció során kapott termék gyakorlatilag nem tartalmaz sem oxidot, sem nedvességet. Vasra, cinkre, ólomra



10. ábra. Szublimálással nyert kristályos AlF_3 tömbök

4. táblázat

Különböző kiinduló technikai minőségű, egyszeri szublimációval tisztított AlF_3 elemzési adatai

Szennyezés	Minőségi jelzés		
	1	*2*	*3*
	Szennyezés %-ban		
Vas	0,005	0,005	0,003
Szilícium	0,022	0,04	0,02
Magnézium	0,34	0,03	0,01
Réz	0,0001	0,0002	0,0001
Cink	0,0003	0,0002	0,0004
Ólom	0,0001	0,0001	0,0001
Nátrium	—	—	nyomokban

és nátriumra a tisztulás jelentős, szilíciumra és magnéziumra a tisztulás azonban csak kisebb mértékű. Ismételt szublimáláskor a szennyezők csökkenése már nagyon kis mértékű és inkább csak a szilíciumnál és magnéziumnál észlelhető.

A tiszta és vízmentes AlF_3 gyengén higroszkopikus. Egy-két napig szabad levegőn tartva már vizet vesz fel, az üveges kristályok elvesztik fényüket. Légmentesen záródó, tiszta edényzetben tároljuk.

Összefoglalás

Irodalmi adatokból kiindulva megvalósítottuk az AlF_3 szublimációs tisztítását. Az eljárás gyakorlati megvalósítására az irodalomban ismertektől eltérő berendezést alakítottunk ki, melynek segítségével olyan tisztaságú AlF_3-at állítottunk elő, amely eredményesen használható a szubfluoridos desztillációval történő 99,999—99,9999%-os tisztaságú Al előállításához és különböző, AlF_3-tartalmú sóolvadékok vizsgálatával kapcsolatos kutató munkákhoz [6].

IRODALOM

[1] *Pozsgay—Balázs:* Kohászati Lapok. A szubhalogenides desztillálás tiszta alumínium előállítására. 1964. 179. old.
[2] Chem Zvesti XIV. Nr. 7. 1960.
[3] *Robin M.:* Bulletin de la Société chimique de France, 1960. Nr. 2. 267—270.
[4] *Beljajev—Firszanova:* Odnovalentnüj aljuminij v metallurgicseszkih processzah. Moszkva, 1959.
[5] Metallurgija i technológia cvetnih metallov. Moszkva 1963.
[6] Fémipari Kutató Intézet közleményei, Bpest, VII. kötet. 1964. 275—288.

A telítetlen rétegmagasság és az áttörési idő meghatározása a germánium szorpciójánál, anioncserélő gyanta használatakor*

KOROL'KOV, NIKOLAJ MIHAJLOVICS
a kémiai tudományok doktora
(Rigai Politechnikai Intézet, Vegyészmérnöki Kar, Riga, Lett SzSzK; Szovjetunió)

DK 546.289 : 541.183.12

Ha a germánium híg oldatokból való elválasztására ioncserélő gyantát használunk, meg kell határoznunk a szorpciós folyamatra, ill. az ennek sebességére jellemző paramétereket, köztük a telítetlen rétegmagasságot és az áttörési időt [1], [2], [3]. Az ioncserélőkkel sokan foglalkoztak [4]—[9], azonban az oszlop telítetlen rétegmagasságára és az áttörési időre vonatkozó kutatás csak most lép az érdeklődés középpontjába [3], [8], [10], [12]. Ezek ismerete az ioncsere analitikai és technológiai alkalmazásakor (dúsítás) is nagy segítséget jelent a folyamat tervezése, ill. az oszlop használhatósága szempontjából.

Kísérleti rész

Munkánk során megvizsgáltuk az átfolyási sebesség, a gyantaréteg magassága és a kiindulási oldatkoncentráció hatását a germánium szorpciójára, a szovjet EDE-10 P közepesen bázisos anioncserélő gyantát használva. Az oszlopot átlagosan 0,1 cm-es (kb. 18 mesh) szemcseméretű gyantából, szabványos módon [6], [13] készítettük.

Modell-oldatokat vizsgáltunk p. a. minőségű GeO_2 különböző koncentrációival. A szorpció tanulmányozására 4 db, egyenként 1,65 cm átmérőjű oszlopból álló készülékünk vázlatát az *1. ábrán* mutatjuk be. A gyantaoszlopokat 9,5 n sósavval regeneráltuk.

Az elválasztandó germániumoldat az első oszlop alján lépett be, majd felső végén távozott és ismét alul lépett be a második oszlopba. Mindegyik oszlopról külön-külön vehettünk mintát.

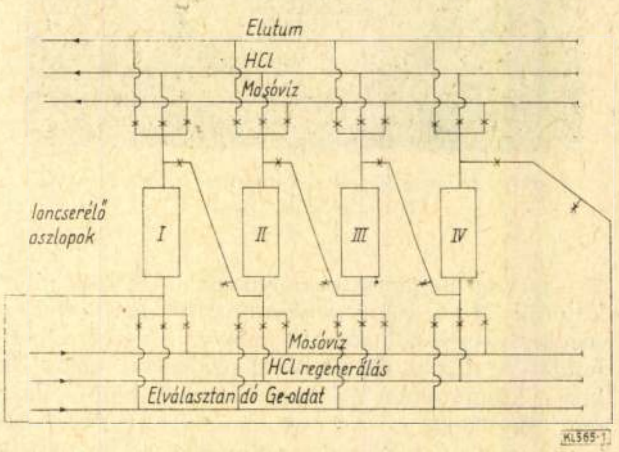
Az effluensek germánium-koncentrációját extrakciós-fotometriás módszerrel határoztuk meg [14]—[16]. Ugyanis a dioxithiazonnak [2—(3', 4'-dioxilfenil)-azo-4-fenil-5-benzoiltaizol] a germániummal málnavörös vegyülete napokon át színállandó és 540 nm-nél abszorpciós maximumot mutat. A módszerrel 0,1—15 μg Ge határozható meg 10 ml n-butanolos extraktumban, max. 3%-os hibával.

A telítetlen rétegmagasság és az anyagátadási együttható meghatározása

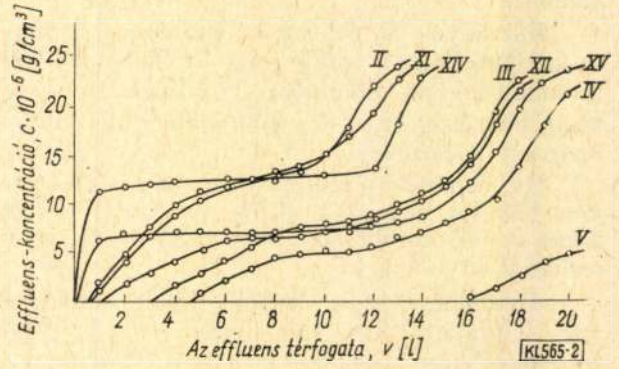
Az átfolyási sebesség, az oszlopmagasság és a kiindulási oldatkoncentráció hatását a szorpciós folyamat sebességére az anyagátadási együtthatóban foglalhatjuk egybe. Az egyes komponensek hatását az anyagátadási együtthatóra az áttörési (izoplán) görbék felvételével tanulmányoztuk. Állandó oszlopmagasság mellett, meghatározott időtartamig mértük a $c=f(v)$ függvény értékeit (ahol c a Ge-koncentráció és v az effluens térfogata). Az áttörési görbéket 7, 17, 35, 70, 105, 175, 210 cm gyantatöltet-magasság (H), 0,083, 0,121, 0,166, 0,233 cm/sec áramlási sebesség (w) és 7, 9, 10, 25, 50, 63, ill. $120 \cdot 10^{-6}$ g/cm³ kiindulási koncentrációnál (c_0) vettük fel 20 ± 3°C hőmérsékleten. A *2. ábrán* néhány ilyen áttörési görbét mutatunk be.

A telítési görbék alapján szerkesztettük meg az izokron görbéket. A $c=f(H)$ függvény mutatja adott v oldattérfogat átfolyása után a koncentráció eloszlását az oszlophossz mentén. A *3. ábrán* ezeket az izokron görbéket mutatjuk be. Az ábrán bemutatott görbéket használtuk fel a gyanta telítetlen rétegmagasságának (H_w) kiszámítására. A telítetlen rétegmagasság és az áramlási sebesség között lineáris összefüggést találtunk *(4. ábra)*.

Az áramlás sebességének, valamint az oldat kiindulási koncentrációjának hatását a szorpció sebességére az anyagátadási együttható (β) fejezi



1. ábra. A szorpciós-deszorpciós folyamat vizsgálatára használt készülék működési vázlata



2. ábra. Germánium telítési, ill. áttörési görbéi $c_0 = 25 \cdot 10^{-6}$ g/cm³ kiindulási koncentrációnál. Oszlopmagasság és átfolyási sebesség a következő:

II. $H=$ 35 cm	$w=$0,083 cm/s
III. $H=$ 70 cm	$w=$0,083 cm/s
IV. $H=$105 cm	$w=$0,083 cm/s
V. $H=$175 cm	$w=$0,083 cm/s
XI. $H=$ 35 cm	$w=$0,166 cm/s
XII. $H=$ 70 cm	$w=$0,166 cm/s
XIV. $H=$ 35 cm	$w=$0,332 cm/s
XV. $H=$ 70 cm	$w=$0,332 cm/s

* Előadás a IV. Kohászati Anyagvizsgáló Napokon, Balatonszéplakon, 1967. május 15—17-én. Fordította: Dr. Klug Ottó.

ki. Ezt az együtthatót a dinamikus kísérletek eredményeiből a következő egyenlet segítségével számoltuk:

$$M_{sec} = \beta \cdot \Delta C_m \cdot v_w = \beta \cdot \Delta C_m \cdot f \cdot H_w (1 - \varepsilon_0) \quad (1)$$

ahol M_s az anyag adszorpciója 1 s alatt [g/s],
v_w a munkatérfogat [cm³],
C_m a szorpciós folyamat átlagos hajtóereje [g/cm³],
H_w a telítetlen rétegmagasság [cm],
f az oszlop keresztmetszete [cm²],
ε_0 az oszlop oldatténye zője és
β az anyagátadási együttható [s⁻¹].

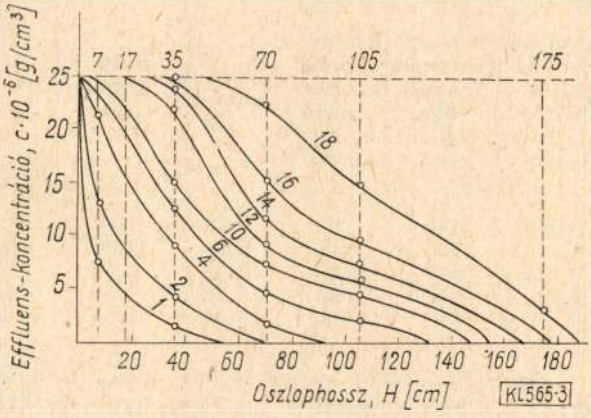
Az anyagátadási folyamatok hatóerejét általában úgy definiálják, mint a kiindulási koncentráció (c_0) és az adszorbeált anyagmennyiséggel egyensúlyban levő koncentráció (c_e) különbségét:

$$\Delta c = c_0 - c_e \quad (2)$$

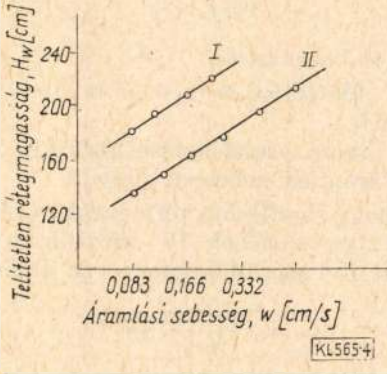
Az átlagos hajtóerő (ΔC_m) tehát a különböző munkatérfogatok mellett kapott Δc értékek középértéke.

Az (1) egyenlet β-ra rendezve a következő összefüggést adja:

$$\beta = \frac{M_s}{\Delta C_m \cdot f \cdot H_w \ (1 - \varepsilon_0)} \quad (3)$$



3. ábra. Germánium izokron-görbéi, állandó oldattérfogat esetén. A görbéket $c_0 = 25 \cdot 10^{-6}$ g/cm³ koncentrációnál, $w = 0{,}083$ cm/s áramlási sebesség mellett vettük fel. A görbéken feltüntetett számok az effluens térfogatát jelentik literekben



4. ábra. Összefüggés az áramlási sebesség és a telítetlen rétegmagasság között, különböző kiindulási germánium koncentrációnál (v = konst.)

I. $c_0 = 65 \cdot 10^{-6}$ g/cm³

II. $c_0 = 25 \cdot 10^{-6}$ g/cm³

Az anyagátadási együttható azonban az áramlási sebességtől és az oldatkoncentrációtól is függő egyenlettel fejezhető ki:

$$\beta = 0{,}0145 \cdot w^{0{,}65} \left(\frac{c}{c_0}\right)^{0{,}25} \ [s^{-1}] \quad (4)$$

ahol w az áramlási sebesség [m/s],
c_0 a kiindulási oldatkoncentráció [g/cm³],
c a megengedhető koncentráció az effluensben [g/cm³].

A (3) és (4) egyenletek felhasználásával a telítetlen rétegmagasság kifejezhető az áramlási sebesség, az oldatkoncentráció és az oszlop paramétereinek függvényében. A germániumra érvényes összefüggés tehát a következő alakban írható fel:

$$H_w = \frac{M_s}{0{,}0145 \cdot w^{0{,}65} \left(\frac{c}{c_0}\right)^{0{,}25} \cdot \Delta C_m \cdot f \ (1 - \varepsilon_0)} \quad (5)$$

Az áttörési idő meghatározása

Az áttörési idő alatt azt az időtartamot értjük, amely alatt a H rétegmagasságú oszlop alján, az effluensben a vizsgált ion kimutatható koncentrációban jelenik meg. Az irodalom több aszimptotikus egyenletet ajánl az áttörési idő kiszámítására [8], [17], azonban ezekhez számos állandóra, ill. nehezen meghatározható kísérleti adatra van szükségünk (pl. *iontört, tényleges átfolyási sebesség* stb.).

A germánium vizes vagy sósavas, ill. NaOH-os oldatból történő szorpciójánál a Ge(IV)-ionok a folyadékfázisban különböző, nem elég pontosan definiált formában vannak jelen [18], és ennek eredményeképpen a más ionokra kidolgozott közelítő egyenletek gyakorlatilag használhatatlanok.

Kísérleti adatainkra támaszkodva az áttörési idő meghatározására a következő közelítő módszert javasoljuk.

Megvizsgálva az ioncserélő oszlopban a *koncentráció-mezőt* az elmozdulás pillanatában (*5. ábra*), a H magasságú szorbens teljes rétegét két zónára bonthatjuk:

1. a kimerült gyanta zónája (telített réteg), amely H_1 magasságú, és
2. a szorpció-front zónája (telítetlen réteg), amely H_w magasságú.

Így tehát a teljes magasság

$$H = H_1 + H_w \quad (6)$$

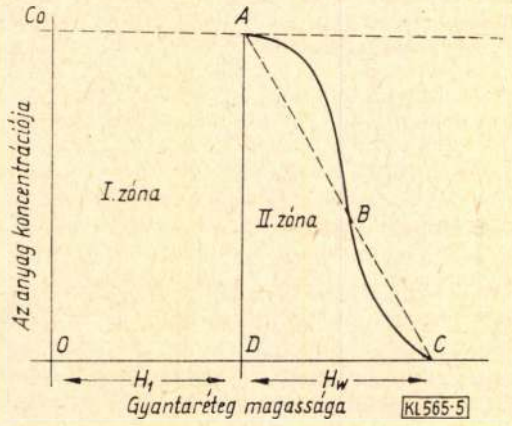
lesz. A szorpciós front mozgása (stacionér frontot feltételezve) a réteg hosszában függ a kinetikus és egyéb tényezőktől [19].

Első közelítésben feltételeztük, hogy a front vonalán szorbeálódó anyag koncentrációja a réteg magasságával egyenes arányban, vagyis az 5. ábra ABC egyenese mentén csökken. Ezáltal az áttörési idő meghatározása egyszerűsödött. A megkötött germánium mennyisége (M) egy adott pillanatban

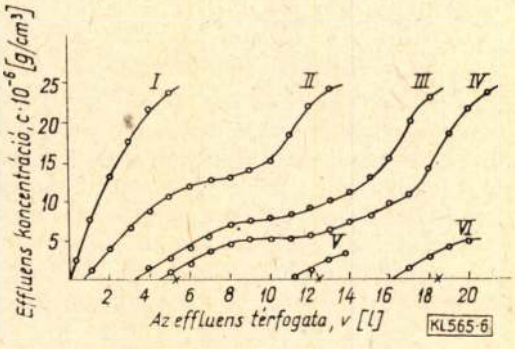
$$M = M_1 + M_w \quad (7)$$

vel lesz egyenlő,

ahol M_1 a telítettségi zónában megkötött anyag mennyisége [g],



5. ábra. A koncentráció eloszlása egy adott pillanatban



6. ábra. Az áttörési idő kísérleti meghatározása

Áramlási sebesség w=0,083 cm/s, kiindulási koncentráció $c_0=25\cdot10^{-6}$ g/cm³, az oszlopmagasság, H cm-ben: I.: 7, II.: 35, III.: 70, IV.: 105 V.: 140, VI.: 175

M_w a telítetlen rétegben megkötött anyag mennyisége [g].

A megkötött (adszorbeált) anyag mennyisége a telítettségi zónában viszont a következőképpen határozható meg:

$$M_1 = H_1 \cdot f \cdot A_0 \tag{8}$$

ahol A_0 a réteg térfogategységének teljes dinamikus kapacitása [g/cm³].

A gyanta kapacitása a telítetlen rétegben A_0-tól (az 5. ábra A pontjában) nulláig (a C pontban) változik. A telítetlen réteg átlagos kapacitása feltehetően $\frac{A_0}{2}$ lesz, és ennek segítségével a megkötött anyag mennyisége (M_w):

$$M_w = H_w \cdot f \cdot \frac{A_0}{2} \tag{9}$$

Behelyettesítve a (8) és (9) egyenleteket a kiindulási (7) összefüggésbe, majd az oszlop H magasságával számolva a (6) egyenlet alapján, az alábbi egyenlethez jutunk:

$$M = H_1 \cdot f \cdot A_0 + H_w \cdot f \cdot \frac{A_0}{2} = A_0 \cdot f \left(H - \frac{H_w}{2}\right) \tag{10}$$

Ez utóbbi összefüggésre van szükség az áttörési idő számításakor, amelyhez azonban még ismerni kell az oszlopba belépő oldat térfogati sebességét (v_s) [cm³/s], és c_0-t, a kiindulási germánium-oldat koncentrációját [g/cm³]. Ezek segítségével felírható:

$$M = M_s \cdot \tau = v_s \cdot c_0 \cdot \tau \tag{11}$$

ahol τ az oszlop áttörési ideje [s]. A (11), valamint a (10) egyenletek összevonásával τ kifejezhető a következőképpen:

$$\tau = \frac{M}{v_s \cdot c_0} = \frac{A_0 \cdot f}{v_s \cdot c_0}\left(H - \frac{H_w}{2}\right) \tag{12}$$

Az egyenletben szereplő A_0 értéke a szorpciós izotermák segítségével határozható meg [20], [21]. A telítetlen rétegmagasság (H_w) meghatározására pedig — a germánium híg vizes oldatokból történő szorpciójánál — az (1) és (4) egyenletek szolgálnak.

A bemutatott közelítő módszert, ill. az anyagátadási együttható meghatározását kísérleteink során is felhasználtuk. Az *1. táblázatban* bemutatjuk az anyagátadási együtthatóra kapott eredményeket: a kísérleti adatokból a (3) egyenlet alapján kapott, ill. a (4) egyenletből számított β értékeket. A hiba számításánál a kísérleti β értékeket tekintettük 100%-nak.

1. táblázat

Az anyagátadási együttható értékei különböző átfolyási sebességnél

A számított és mért adatok összehasonlítása

Átfolyási (betáplálási) sebesség w cm/s	A szorpciós front magassága H_w cm	Kiindulási oldatkoncentráció $c_0 \cdot 10^{-6}$ g/cm³	$\beta \cdot 10^{-3}$ kísérleti adatokból s⁻¹	$\beta \cdot 10^{-3}$ számított s⁻¹	Hiba %
0,083	140	25	1,19	1,19	0
0,166	160	25	2,08	1,90	—8,8
0,332	215	25	3,08	3,05	—1,0
0,083	180	63	0,92	0,95	+3,3
0,166	210	63	1,58	1,52	—3,8

Az áttörési idő számításának közelítő módszere a *6. ábrán* bemutatott kísérleti eredményektől 10—19%-os mérési hibát mutatott. Az ábra abszcisszáján x-szel jelöltük meg az áttörési időre kapott értékeket, ill. az ebből számított effluens térfogatokat. Az áttörési időt az effluens térfogatából számolva a

$$v = f \cdot w \cdot \tau \tag{13}$$

összefüggést használtuk,

ahol v az oldattérfogat (a 6. ábra abszcisszáján), [cm³],
f az oszlopkeresztmetszet [cm²] és
w az áramlási sebesség [cm/s].

Minthogy az effluens térfogatát (v_1) literekben mértük, az egyenletben 10^3 szorzófaktor jelenik meg, tehát ily módon kifejezve az áttörési időt:

$$\tau = \frac{10^3 \cdot v_1}{f \cdot w} \text{ [s]} \tag{14}$$

A görbék kezdete, azaz a germánium „áttörése", megjelenése az effluensben szolgáltatta a kísérleti eredményeket. A pontok közötti jó közeledés különösen a III. és V. görbénél figyelhető meg.

A folyamatos és gyors analitikai módszerek hiányában a bemutatott eljárás szolgálhat az ioncserélő oszlopok használhatósági idejének meghatározására.

IRODALOM

[1] *Sosztak—Vittih—Sarova—Csufarova:* Izv. Szibirszkogo Otdel. A. N. SzSzSzR, 1960. No. 8. p. 69.
[2] *Csernjak—Eszmont:* Izv. Szibirszkogo Otdel. A. N. SzSzSzR, 1964 No. 11 p 3. és 85.
[3] *Korol'kov—Oszipov—Vitolsz:* Izv. A. N. Latvijszkoj SzSzR, Szer. him., 1964 No. 3. p. 309.
[4] *Jentzsch—Pawlik:* Z. anal. Chem., 146. *88.* 1955.
[5] *Jentzsch—Frotscher:* Z. anal. Chem., 144. *17.* 1955.
[6] *Inczédy:* Ioncserélők analitikai alkalmazása. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1962.
[7] *Schwedow—Klug:* Chem. Anal. (Warszawa), 11. *831.* 1966.
[8] *Helfferich:* Ionitü. Osznovü ionnogo obmena. Izdat. Inosztr. Literaturü, Moszkva, 1962.
[9] *Samuelson:* Ionoobmennüe razdelenija v analiticseszkoj himii. Izdat. Himija, Moszkva, 1966.
[10] *Narebska—Kotecka:* Roczniki Chem., *39.* 1075. 1965.
[11] *Narebska—Kotecka:* Roczniki Chem., *39.* 1305. 1965.
[12] *Schoenfeld:* Monatsh. Chem., *93.* 971. 1962.
[13] *Szaldadze—Poljakov—Titov:* Ionoobmennüe vüszokomolekuljarnüe szoedinenija, Goszhimizdat, Moszkva, 1960.
[14] *Korol'kova—Putnin—Zaharova—Ziemelisz—Gudriniece:* Rigas Politehnikais Instituts Zinatniskie Raksti, Kim. Fak., *16.* 61. 1965.
[15] *Korol'kova—Putnin'—Gudriniece:* USSR Pat. No. 187. 383. 1966.
[16] *Korol'kova—Putnin'—Gudriniece:* Izv. Akad. Nauk Latvijszkoj SzSzR, Szer. him., 1966. 508.
[17] *Racsinszkij:* Iszszledovanija v oblaszti ionoobmennoj, raszpredelitel'noj i oszadocsnoj hromatografii. (Szbornik.) Izdat. A. N. SzSzSzR, Moszkva, 1959 p 24.
[18] *Nazarenko:* Uszpehi himii, *34.* 1313. 1965.
[19] *Raduskevics:* Dokladü Akad. Nauk SzSzSzR, 67. 471. 1947.
[20] *Peremüszlova—Szaldadze—Bruckusz—Fedotova—Gorjunova:* Iszszledovanija v oblaszti promüslennogo primenenije szorbentov. Izdat. A. N. SzSzSzR, Moszkva 1961. p. 98.
[21] *Kaszatkin—Szerpionova — Rizaev:* Trudü Moszkovszk. him.-tehnol. insztituta im. D. I. Mendeleeva, 1955 No. 23. 175.

Könyvismertetés

Dr., Dr. h. c. Geleji Sándor: **A fémek képlékeny alakításának elmélete.** Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967. 422. old.

A hazai képlékenyalakító szakemberek már régóta várták *Geleji* professzornak ezt a munkáját. Különösen azok, akik az idegen nyelvekben kevésbé járatosak s így a neves szerzőnek eddig jobbára csak német, orosz, cseh, japán nyelven megjelent alapvető műveit nemigen tanulmányozhatták.

Az új *Geleji*-kötet összefoglalása egy negyedszázad elmélyült kutató és oktató munkájából leszűrt tudományos eredményeknek. Az összefoglalás azonban nem jelenti korábbi publikációknak egyszerű ismétlését. *Geleji* professzor minden újabb könyve egyben fejlődést, megállapításainak, számítási módszereinek mélyreható gondossággal végrehajtott finomítását, az elméletileg levezetett törvényszerűségek egyre meggyőzőbb gyakorlati igazolását is jelenti.

Bár ez az új könyv a szerző megállapítása szerint tudományos munkáinak alapvető *elméleti* fejtegetéseit tartalmazza, mégis a képlékenyalakítási jelenségek tárgyalási módszere, a kapott eredmények gyakorlatilag is hasznosítható megjelenési formája az üzemi praxis számára is igen értékes és tanulságos.

Utalok itt csak a hengerléskor fellépő szélesedésre és előresietésre, amely jelenségeket *Geleji*-nél mélyrehatóbban és érthetőbben aligha vizsgálta és magyarázta valaha is egy kutató.

A könyv I. fejezete a képlékeny alakítás általános elveit, a kis és nagy képlékeny alakváltozásokat, az alakváltozást létrehozó külső munkát, az alakváltozás sebességét, az alakítási szilárdságot és ellenállást tárgyalja. Az itt ismertetett elméleti törvényszerűségekre építi fel azután a szerző a következő fejezetekben a különféle alakítási műveletek erőszükségletének meghatározását, a műveletekben végbemenő anyagáramlás törvényeit, az alakítás folyamán fellépő feszültségelosztásokat, s. i. t.

A II—X. fejezetekben az egyszerű összenyomás, a hajlítás, a csavarás, a rúdhúzás, a csőhúzás, a sajtolás, a hengerlés, a lemezhajlítás és a mélyhúzás műveleteit tárgyalja a szerző. Ezekben a fejezetekben *Gelejinek* korábbi munkáiból is ismert, mondhatni patinás és időálló megállapításai, képletei mind megtalálhatók a hozzájuk fűzött magyarázatok gondos finomításával, a levezetések áttekinthetőségének fokozásával. Növeli ezeknek a fejezeteknek értékét az is, hogy a nagy elméleti felkészültségű tudóst és a gyakorlat igényeit soha szem elől nem tévesztő szakembert magában egyesítő *Geleji* professzor a folyamatok egzakt, de nemritkán bonyolult matematikai megfogalmazása mellett rendszerint megadja a még elviselhető számítási munkát és problémát jelentő, a praxis számára azonban kielégítő pontosságot biztosító, egyszerűsített számítási módszereket is.

Geleji professzor évtizedek óta nemcsak oktat, de tudományának továbbművelőit is neveli s könyvében itt-ott már a nyomdokaiban járó kutatók megállapításai is helyet kapnak. A meleghengerlés erőszükségletének számításakor mindig gondot okozott az alakítási szilárdság felvétele. Most erre is találunk a könyvben egy egyszerű s a gyakorlat igényeit kielégítő képletet, mely egyik fiatal munkatársától ered. Így él és plántálódik tovább a nagy tudós úttörő munkája a következő generációban is.

A képlékeny alakítás elméleti és gyakorlati kutatásának világszerte elismert szaktekintélye ezzel az új könyvével a magyar nyelvű szakirodalomban régóta mutatkozó hézagot töltött ki.

A könyv mintaszerű kiállítása az Akadémiai Kiadó kiváló minőségi munkáját dicséri.

Szeless László

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Az *NSZK-beli Offleben* rövidesen üzembekerülő 2-szer 100 MW-os erőmű mindkét kazánházának homlokzatát AlMg 1 ötvözettel burkolták. Érdekesség, hogy belülről is alumíniumburkolatot használtak. Szigetelésül a két alumíniumfal között ásványi rost anyagot használtak. Az épület burkoláshoz kereken 100 t alumíniumlemezt és profilt használtak fel.

Alumínium, 1967. 5. 330. o.

*

A *francia kohóalumínium termelés* a f. év I. negyedévében 1,3%-kal emelkedett a tavalyi hasonló időszakhoz képest, vagyis a termelés a múlt I. negyedévi 88 989 t-ról az ez év I. negyedévében 90 107 t-ra nőtt.

Alumínium, 1967. 5. 341. o.

*

Olaszországban az év első két hónapjában 20 852 t kohóalumíniumot termeltek, 8%-kal többet, mint 1966 hasonló időszakában.

Alumínium, 1967. 5. 341. o.

*

Spanyolországban 1966-ban 50 441 t alumínium félgyártmányt gyártottak, ebből 22 064 t lemez és szalag és 14 676 t huzal.

Alumínium, 1967. 5. 343. o.

*

Dél-Afrikában 50 000 t kapacitású alumíniumkohó építését tervezik. A beruházási költségeket kereken 200 millió svájci frankra becsülik. A kohó tervezését és építését a Schweizerische Alumínium fogja végezni.

Alumínium, 1967. 5. 343. o.

*

Az Alumino Portugues cég rövidesen egy évi 50 000 tonna kapacitású alumíniumkohó építését kezdi meg *Angolában*.

Alumínium, 1967. 5. 348. o.

*

Japán 1966-ban 533 000 t bauxitot vásárolt Ausztráliából és együttműködést keres az ausztrál bauxit kutatásban mind műszaki, mind pénzügyi vonatkozásban. A cél az egyre növekvő alumínium felhasználásához nyersanyag bázist keresni. Az alumínium felhasználást Japánban az 1966. évi 423 000 t-val szemben 1971-re 650 000 t-ra becsülik.

Alumínium, 1967. 5. 348. o.

*

A *Szovjetunió* 1967-ben 15 000 t kohófémet szállít Japánnak a múlt évben kötött kereskedelmi megállapodás szerint.

Alumínium, 1967. 5. 348. o.

*

A *bolgár* és a *görög* kormányok közötti megállapodás szerint 1965 és 1968 között Görögország 1 millió dollár értékű kohóalumíniumot és félgyártmányt szállít Bulgáriának.

Alumínium, 1967. 5. 348. o.

*

A *Pechiney* cég közölte az illetékes görög minisztériummal, hogy érdekli a *második görög timföldgyár* létesítése, melynek évi kapacitását 250 000 t-ra tervezik kereken 38 millió dolláros beruházási előirányzattal.

Alumínium, 1967. 5. 348. o.

*

A *Szovjetunió* és *Törökország* közötti megállapodás szerint a Szovjetunió műszaki segítséget nyújt Törökországnak és vállalja egy évi 60 000 t-ás alumíniumkohó és 25 000 t-ás félgyártmány gyár berendezéseinek szállítását és szerelését.

Alumínium, 1967. 5. 348. o.

*

Az *USA-ban* az év első négy hónapjában 954 028 t kohóalumíniumot termeltek, 9,5%-kal többet, mint az előző év hasonló időszakában.

Alumínium, 1967. 6. 408. o.

*

Japánban a Nippon Light Metal tervbe vette, hogy amerikai műszaki segítséggel egy alumínium meleghengersort állít fel, amely a lemezeket közvetlenül folyékony fémből gyártja. Az üzembehelyezést a jövő évben tervezik. A kapacitás 10 000 t, a lemezszélesség 4,9 láb.

Alumínium, 1967. 6. 408. o.

*

A *Rio Tinto Zink* annak a lehetőségét vizsgálja, hogy Angliában atomerővel működtessen alumínium kohót. A kohó kapacitását évi 120 000 t-ra irányoznák elő.

Alumínium, 1967. 6. 415. o.

*

Guineaban a Fria-i timföldgyárban 1966-ban 523 310 t timföldet gyártottak. A kapacitást eredetileg lépcsőzetesen 1 200 000 t-ra tervezték növelni. Jelenleg egy 700 000 t-ra való kapacitás bővítésről tárgyalnak.

Alumínium, 1967. 6. 416. o.

*

Lengyelország az olasz Innocenti cégtől alumíniumfólia hengersort és hozzátartozó kasírozó berendezést vásárolt 2 500 millió líra értékben.

Alumínium, 1967. 6. 416. o.

*

Az *US-Bureau of Mines vizsgálatot végzett az alumíniumfelhasználás 1980-ig várható fejlődéséről* és az alábbiakat közli:

Bauxittermelés millió t-ban	Alumínium felhasználás		
	USA	Egyéb országok	Világ összesen
1960	27,6	1,54	2,63	4,17
1965	37,1	2,54	4,26	6,80
1980	146,0	5,80	20,23	26,04

Alumínium, 1967. 6. 416. o.

Lomniczy Dezső

Szerzőink szíves figyelmébe

Kérjük szerzőinket, hogy kézirataikat széles margóval és legalább kettes sorközzel, oldalanként 25 sorral és soronként 50—52 leütéssel juttassák el szerkesztőségünkhöz.

A dolgozathoz 5—6 soros tartalmi összefoglaló elkészítését kérjük.

A rajzokat, ábraaláírásokat, táblázatokat nem a szövegbe beépítve, hanem külön lapokon kérjük. Minden rajzot egységes kivitel érdekében átrajzoltatunk, ezért szerzőinktől ceruzarajzot is elfogadunk. Fényképeket felragasztani nem kell.

A szakirodalmi hivatkozásoknál részletes, pontos adatokat kérünk: szerző, könyv, vagy cikk címe (magyar fordításban is), a kiadó, ill. folyóirat neve, megjelenés éve, füzetszám, oldalszám. Végül kérjük a végzettségen kívül (okl. km., gm., vm.) az esetleges tudományos fokozat és a munkahely, lakás adatait (telefonszám) a kézirat első oldalán feltüntetni.

E kéréseink figyelembe vétele a kézirat átfutási idejét, tehát a dolgozat megjelenési időtartamát rövidíti.

Szerkesztő bizottság

KOHÁSZATI lapok

100. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

11. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 100. ÉVFOLYAM • 485—532. OLD. BUDAPEST, 1967. 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, 318-928
Венгерский Журнал Металлургии
Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen · Hungarian Journal of Metallurgy
Revue Hongroise de Metallurgie · Rivista Ungherese de Metallurgia

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztő:
DR. PILISSY LAJOS
RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
BALÁZS FÜLÖP
CHAPÓ ELEK
CSEH MIKLÓS
DR. HAJTÓ NÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
DR. LÁNYI BÉLA
MARCZIS LÁSZLÓ
NAGY ZOLTÁN
PINTÉR ANDRÁS
DR. PÖCZE LÁSZLÓ
RÉFI-OSZKÓ ISTVÁN
ROMWALTER ALFRÉD
SELMECI BÉLA
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÁRHELYI REZSŐ

Felelős kiadó:
SALA SÁNDOR
igazgató

MEGJELENIK HAVONKÉNT

Index: 25,445

TARTALOM

Óvári Antal: Az ózdi vasmű alapításának és első üzemeveinek vázlatos története II. .. 485
Dr. Pilter Pál: A mangánércek redukciója szénmonoxiddal és hidrogénnel szilárd halmazállapotban .. 492
Kincses István: Automatán pontosan kovácsolt félgyártmányok minőségi előnyei a vízszintes kovácsológépeken gyártottakkal szemben 501
Dr. Gondár Jenő: Hengerelt szelvények fajlagos keresztmetszeti modulusza .. 505
Gegus Ernő—Paksy László: Acélok oldatos spektrometriás elemzése 511

FÉMKOHÁSZAT

Pásztor Gedeon: A réz dezoxidálása indukciós vákuumkemencében .. 519
Örkényi József—Pőcze József—dr. Balázs Endre: Alumínium elektrolizáló-kádak katódsínbeágyazásának vizsgálata .. 525
Lovasi József: Kísérletek alumínium és egyéb anyagok fluortartalmának gyors meghatározására .. 530
Műszaki és gazdasági hírek .. 500, 504, 517
Könyvismertetés .. 515
Szabványosítási hírek .. 516
A vaskohászat rövid hírei .. 518
Egyesületi hírek .. 524
Egyetemi hírek .. 524
Hazai alumíniumipari hírek .. 532

ÖNTÖDE

Pető Márton: A gazdaságos formázási mód kiválasztása, különös tekintettel a formázás gépesítésére .. 241
Vörösné Faragó Elza: Hengerművi hengergyártáshoz használt különleges nyersvasak kérgesedési tulajdonságainak vizsgálata .. 248
Dr. Karlik Nándorné—Csontos István: Kéreghengergyártáshoz használt néhány ferroötvözet oldódásának vizsgálata lángkemencében radioaktív izotópok segítségével .. 253
Kálmán István: Az öntvénytisztító préslégszerszámok portalanítási kísérletei .. 258
Külföldi hírek .. 247
Szabványosítási hírek .. 252
Könyvismertetés .. 264

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft.

KOHÁSZATI LAPOK
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.
67. 11., 5558 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.
Csekkszámla-szám: egyéni 61.254, közületi 61.066 (vagy átutalás a MNB 8. sz. folyószámlájára)
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62.

KOHÁSZATI LAPOK 1967. 11. sz.

СОДЕРЖАНИЕ

А. Овари: **Краткая история создания и первых лет работы Оздовского Металлургического Комбината** ..... С 485
Краткая история первых 10 лет работы завода. Описание существующей в то время технологии и характеристика первых продуктов. Система сбыта. Основоположники. Выдающиеся руководители. Формирование гвардии коренных работников. Условия жизни и работы трудящихся.

Д-р П. Пилтер: **Восстановление марганцовых руд в твердом состоянии с помощью окиси углерода и водорода** ..... С 492
Восстановление окислов марганца (MnO_2, Mn_3O_4, Mn_2O_3 и MnO) в твердом состоянии с помощью водорода или окиси углерода возможно только до MnO на основании расчетов равновесия. Это подтверждается исследованиями реакционно-кинетических процессов. Восстановление перечисленных окислов марганца до MnO с помощью водорода и окиси углерода происходит при низких температурах.

И. Кинчеш: **Качественные преимущества полуфабрикатов, кованных на автомате, по сравнению с полуфабрикатами, изготовленными на горизонтально-ковочной машине** ..... С 501
Преимущества автоматических ковочных машин в производстве подшипников. Взаимосвязь между качеством стали и долговечностью подшипника. Роль включений. Влияние вакуумного переплава. Описание исследований, направленных на выявление взаимосвязи между способом производства и распределением включений.

Д-р Й. Гондар: **Удельный модуль сечения катаных профилей** ..... С 505
Изменение модуля сечения стандартных двутавров и швеллеров в зависимости от высоты профиля. Экономическое сопоставление применения трубных профилей и двутавров при изгибающей нагрузке. Возможности производства сварных и нормальных профилей, а также двутавров с параллельными полками.

Э. Гегуш—Л. Пакши: **Растворно-спектрометрический анализ сталей** ..... С 511
Преимущества метода. Спектрометрическое применение электроднораспылительного метода Эрдеи—Гегуш—Кочиша; разработка малогабаритного пневматического распылительного аппарата и держателя. Ход анализа. Сопоставление спектрометрических и спектрографических условий. Опыты с воздушным и аргоновым распылителями; влияние атмосферы аргона на увеличение чувствительности. Аналитические результаты. Проверка эталонами стальной пробы.

Г. Пастор: **Раскисление меди в индукционной вакуумной печи** ..... С 519
Статья занимается в общем раскислением и в частности раскислением меди. Раскисление рассматривается термодинамическими и реакционнокинетическими расчетами и расчети подтверждаются исследованиями. В соответствии с расчетами создана своеобразная кинетическая модель раскисления и разработана формула для определения количества остаточного кислорода.

Й. Оркени—Л. Пеце—д-р Э. Балаж: **Исследование посадки катодных шин электролитических ванн алюминия** ..... С 525
Чугунная посадка катодных шин электролитических ванн алюминия приводит к склонности растрескивания блоков катодного угля. Поэтому при ее применении с целью избежения увеличения катодного сопротивления и увеличения срока службы катода целесообразно применять катодные угли с большей прочностью сжатия, особые формы шлица, а также тщательно разработанную и строго выдержанную технологию посадки. Соответствующим выбором размеров щелей при посадке с трамбовкой массы катодное сопротивление при одинаковом сечении шлица угля может быть снижено на уровень чугунной посадки или даже ниже.

Й. Ловаши: **Опыты для скоростного определения содержания фтора в алюминии и прочих материалах** ..... С 530
Пирогидролизное титрометрическое определение фтора может быть пригодно для скоростного определения фтора в различных его солях. Пирогидролизное калориметрическое определение применимо для определения фтора в боксите, глиноземе и даже в металлическом алюминии. Для определения требуется 10—30 минут по сравнению с дистилляционносилико-фтористому методу, который длится 4—5 часов.

На журнал „KOHÁSZATI LAPOK" можно подписаться на весь год, или заказать отдельные номера для заграничных читателей у организации: KULTURA Budapest 62, P. B. 149, Венгрия.

INHALT

Óvári, A.: **Die Gründung und die ersten Betriebsjahre des Eisenwerkes zu Ózd** ..... S 485
Die Geschichte der ersten zehn Jahre, die damalige Technologie und die ersten Erzeugnisse. Das System des Verkaufes. Die Gründer der Fabrik und die hervorragenden Betriebsleiter. Die sich ausbildende Stammarbeiterschaft, die Arbeits- und Lebensverhältnisse der geschilderten Periode.

Pilter, P. dr.: **Reduktion von Manganerzen in festem Zustand mit Kohlenoxyd und Wasserstoff** .... S 492
Die Reduktion der Manganoxyde (MnO_2, Mn_3O_4, Mn_2O_3 und MnO) kann in festem Zustand mit Kohlenoxyd und Wasserstoff auf Grund der Gleichgewichtsrechnungen nur bis MnO durchgeführt werden. Dasselbe wird auch durch die reaktionskinetische Untersuchungen bestätigt. Die Reduktion bis MnO der erwähnten Manganoxyde mit Kohlenstoff und Wasserstoff erfolgt auf niedriger Temperatur.

Kincses, I.: **Die qualitativen Vorteile der auf Automaten genau geschmiedeten Halbfabrikate im Vergleich mit den auf horizontalen Schmiedemaschinen erzeugten** ..... S 501
Die Vorteile der automatischen Schmiedemaschinen bei der Rollenlagerherstellung. Zusammenhang der Grundstoffqualität und der Lebensdauer der Lager. Die Rolle der Einschlüsse im Stahl. Die Wirkung der Vakuum-Schmelzung auf die Qualität. Versuche zur Klärung des Zusammenhanges zwischen Herstellungsverfahren und Verteilung der Einschlüsse.

Gondár, J. dr.: **Spezifische Widerstandsmomente von gewalzten Trägern** ..... S 505
Die Änderung der Widerstandsmomente von genormten I- und U-Trägern in Abhängigkeit von ihrer Profilhöhe. Der wirtschaftliche Vergleich von Rohrquerschnitten und Trägern im Falle einer Biegebeanspruchung. Aus Steg- und Flanschteilen zusammengeschweisste Träger mit geneigten inneren und mit parallelen Flanschflächen.

Gegus, E.—Paksy, L.: **Die spektrometrische Lösungsanalyse von Stählen** ..... S 511
Vorteile der Lösungs-Spektralanalyse. Anwendung eines spektrometrischen Zerstäubungsverfahrens mit Bohrelektrode nach dem System von Erdey—Gegus—Kocsis. Die Entwicklung eines kleinen pneumatischen Zerstäubers und einer Einspannvorrichtung. Die Arbeitsgänge des spektrometrischen Zerstäubungsverfahrens. Vergleich der spektrometrischen und spektrographischen Verhältnisse. Versuche mit Luft und Argon als Zerstäubungsgase. Die Empfindlichkeit steigernde Wirkung der Argonatmosphäre. Analytische Ergebnisse. Kontrolle mit Stahletalonen.

Pásztor, G.: **Die Desoxidation von Kupfer im Vakuum-Induktionsofen** ..... S 519
Die Arbeit behandelt die Desoxidation im allgemeinen und die Desoxidation von Kupfer im besonderen. Die Desoxidation wird mit thermodynamischen und reaktionskinetischen Berechnungen verfolgt und diese werden durch Versuche unterstützt. Im Einklang mit den Berechnungen wird ein kinetisches Modell der Desoxidation entwickelt und die Gleichung zur Bestimmung des remanenten Sauerstoffes wird angegeben.

Örkényi, J.—Pőcze, J.—Dr. Balázs, E.: **Untersuchung der Kathodenschieneneinbettung an Aluminium-Elektrolysierwannen** ..... S 525
Die Gusseiseneinbettung der Kathodenschienen an Aluminium-Elektrolysierwannen verursacht eine Rissneigung der Kathoden-Kohlenblöcke. Es sollten also zweckmässigerweise — um einen Anstieg des Kathodenwiderstandes und eine Senkung der Kathodenlebensdauer zu vermeiden — Kathodenkohlen mit grösserer Druckfestigkeit, spezielle Nutformen, sowie eine in allen Einzelheiten sorgfältig ausgearbeitete und befolgte Einbettungstechnologie angewandt werden. Durch geeignete Auswahl der Fugenabmessungen bei der Einbettung mit einer Stampfmasse kann man bei gleichem Kohlennutquerschnitt dieselben oder noch geringere Kathodenwiderstände erzielen, als bei der Einbettung in Gusseisen.

Lovasi, J.: **Versuche zur Schnellbestimmung des Fluorgehaltes von Aluminium und anderen Substanzen** ..... S 530
Die pyrolytisch-titrimetrische Fluorbestimmung kann zur Schnellbestimmung des Fluors in verschiedenen Fluorsalzen dienen. Die pyrolitisch-kolorimetrische Methode ist zum Nachweis von Fluor in Bauxit, Tonerde und metallischem Aluminium geeignet. Die Bestimmungsdauer beträgt 10 bis 30 Minuten, wogegen die bisher übliche Destillations-Silikofluoridmethode 4 bis 5 Stunden in Anspruch nahm.

Abonnement der Zeitschrift „KOHÁSZATI LAPOK" für ein ganzes Jahr, oder Bestellung einzelner Nummern nach Ausland an der Adresse KULTURA, Budapest 62, P. O. B. 149. Ungarn.

CONTENTS

Óvári, A.: **A short history of the foundation and the first operating years of the Ózd Ironworks** ... P 485
A short history of the first ten years of the Works. The contemporary technology and the first products. The system of marketing. Persons involved in the activity of foundation. Outstanding leaders. Formation of a nucleus of oldest employees. Living and working conditions of the contemporary workers.

Dr. Pilter, P.: **Reduction of manganese ores with carbon monoxide and hydrogen in the solid state** P 492
According to the calculations based on the equilibria the reduction of manganese oxides (MnO_2, Mn_3O_4, Mn_2O_3) in the solid state with carbon monoxide or hydrogen proceeds only to the oxide MnO. This is also proved by reaction kinetical calculations. The reduction of the above manganese oxides to MnO with hydrogen and carbon monoxide takes place at low temperatures.

Kincses, I.: **Qualitative advantages of automatic precision forged semi-products as compared to the products obtained on a horizontal forging machine** ..... P 501
Advantages of automatic forging machines in bearing production. Relationship between material quality and bearing life. The role of inclusions. Influence of vacuum remelting. Description of experiments made to determine the relationship between the production process and the inclusion distribution.

Dr. Gondár, J.: **The specific section module of rolled shapes** ..... P 505
Variation of the section module value of standard beams and channels with their height. An economic comparison of the use of tube profiles and beams in the case of bending stresses. Possibilities of producing standard beams and beams with parallel flanges by welding the web and flange components.

Gegus, E.—Paksy, L.: **The spectrometric solution analysis of steels** ..... P 511
Advantages of solution spectrometric analysis. Spectrometric application of the Erdey—Gegus——Kocsis bored electrode atomization method; development of a suitable small pneumatic atomizer and holder. Working conditions of the atomizing spectrometric method, the analytical procedure. Comparing the spectrometric and spectrographic conditions. Experiments with air and argon atomizing; effect of the argon atmosphere in increasing sensitivity. Analytical results. Control with standard steel samples.

Pásztor, G.: **Deoxidation of copper in a vacuum induction furnace** ..... P 519
The paper discusses deoxidation in general and the deoxidation of copper in particular. Thermodynamic and reaction kinetical calculations are compared with the experimental results. A kinetic deoxidation model has been established in accordance with the calculations and the equation for the remanent oxygen content is given.

Örkényi, J.—Pőcze, J.—Dr. Balázs, E.: **Examination of the electrode holder bedding on aluminium electrolyzing baths** ..... P 525
The cast iron bedding of the cathode holders on aluminium electrolyzing baths renders the cathode carbon blocks liable to cracking. In order to avoid an increase of cathodic resistance and a reduction of cathode life cathode carbon types with an increased compressive strength, specially formed groove and a carefully developed and rigorously followed bedding method should be employed. By choosing suitably dimensioned joints for the rammed bedding an equal or lower cathodic resistance may be obtained with an unchanged carbon groove section than in the case of cast iron bedding.

Lovasi, J.: **Experiments for the rapid determination of the fluorine content of aluminium and other substances** ..... P 530
The pyrohydrolytic-titrimetric fluorine determination may be used for the rapid measurement of the fluorine content of various fluorine salts. The pyrohydrolytic-colorimetric method is suitable for determining the fluorine in bauxite, alumina and metallic aluminium. The determinations take 10 to 30 minutes as compared to the usually employed silicofluoride distillation method which takes 4 to 5 hours.

Subscriptions of the journal „KOHÁSZATI LAPOK" for a full year, or orders for single numbers from abroad at the following address: KULTURA Budapest 62, P. O. B. 149. Hungary.

Die Zeitschrift Kohászati Lapok (Zeitschrift für Hüttenwesen) ist bei unten angegebenen Adressen in Ausland bestellbar:

Globus Buchvertrieb Wien, I. Salzgries 16. Österreich
A. Keesing Sydney GPO Box 4886. Australia
Agence Messagerie de Presse Bruxelles, Rue du Persil 14—22. Belgique
Livraria Brody Ltda Sao Paulo Caixa Postal, Brasil
Nordisk Boghandel Copenhagen K. 16 Ostergade 20. Denmark
Akateeminen Kirjakauppa Keskuskatu 2. Helsinki
Société Balaton, Paris 9. 12 Rue de la Grange Bataliere, France
Swets A. Zeitlinger, Amsterdam C. Keizergracht 477—487 Holland
National Book Agency Privat Ltd. 12 Bankim Chatteryce St. Calcutta 12. India
Lepac Ltd. 20 Brenner St. POB 1136 Tel-Aviv Israel
Nauka Ltd. Tokyo, 2. Kanada Zinbochr 2. Chome chyoda-Ku Japan
Jugoslovenska Kniga, Beograd. Terazije 27. Jugoslavia
Pannonia Books Toronto 4, 2 Spadina Ave, Canada
A/S Narvesens Litteratur, Oslo, Postboks 115. Norway
Kubon und Sagner München 34. Schliessfach 68. DBR
Libreria Rinascita, Roma. Via della Botteghe Oscure 2. Italy
Duna Verlag-Buchhandlung Clausiusstr. 60. Zürich 6. Schweiz
Nordiska Boghandeln Stockholm, Drottinggatan 7—9. Schweden
Joseph Brownfield New-York 38. 15 Park Row USA

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

100. évfolyam **11. szám** 1967. november

Az ózdi vasmű alapításának és első üzeméveinek vázlatos története II.

ÓVÁRI ANTAL okl. kohómérnök

DK 669.013 : 65.016.338.93.011

Az első üzemévek vázlatos története

A szabadságharc kitörése következtében az indulófélben levő ózdi vasmű új helyzetbe került. Az eredeti tervektől eltérően a lakosság, a lassan felfejlődő gyáripar és a tervezett vasútépítések hengereltáru szükségletének kielégítése helyett, *Kossuth* felhívására át kellett állni a honvédség fegyver és lőszer szükségletének gyártására. Erre az új feladatra az üzem berendezése nem volt alkalmas, de a kiinduló hengerelt áru, elsősorban a hengerelt lemez Ózdon rendelkezésre állt. A gépi berendezés kiegészítésére, a fegyverek gyártásához szükséges gépek, elsősorban szerszámgépek beszerzésére több intézkedés történt. Miután saját szakértővel nem rendelkeztek, 1848 júliusában *Knutzen Henriket* [26, 27] megbízták, hogy Belgiumban, Angliában vagy Franciaországban a fegyvergyártást tanulmányozza és szerezze be a szükséges csőfúrógépeket.

Az osztrák haderő támadása után fokozódott a honvédség fegyverszükséglete, ezért a Kossuth-kormány Pénzügyminisztériuma 1848 novemberében szerződést kötött a GVE-vel, amely a teljes ózdi hengereltáru termelésre elővételi jogot biztosított az „álladalom" részére és előírta a gyár egy részének puskacsövek gyártására való berendezését. Erre a célra a GVE 60000 Ft kölcsönt kapott [28].

A hengermű átalakítása a Pesti Állami Fegyvergyár igazgatójával (aki akkor már *Rombauer* volt) kötött megállapodás szerint megkezdődött. A szükséges fúrógépek, esztergapadok elkészítésére és szakmunkások biztosítására *Knutzennel* szerződést kötöttek, aki *Dobbsal* együtt vállalta a fegyvercső üzemrész felállítását 3 hónapon belül [29].

A hadieseményekről, főleg Pest kiürítése következtében a pesti fegyvergyárat *Rombauer* Nagyvárdra telepítette át, a *fegyvergyári gépek egy részét onban Ózdra irányította.*

Ezek a gépek a pesti szakmunkásokat szállító csikaravánnal 1849. jan. 1-én érkeztek meg *Karfiáth Tivadar* [30] vezetése alatt Ózdra. Így tehát ár az új gépek elkészülése előtt meg lehetett kezdeni a puskacsőgyártást. A rövidesen megindított gyvergyártás — igen sok üzemi nehézség közette — egészen 1849 júniusig, a főváros visszafoglalásáig, *közel fél éven át folyt Ózdon.* Ezután a gépeket visszavitték Pestre. Az időközben kötött szerződés szerint havonként kb. 500—600 bm-át kitevő puskacsőlemez hengerlésére kívánták az üzemet felfejleszteni a többi üzemrész szünetelése mellett.

Júniusig azonban mindössze 350 bm lemezt dolgoztak fel puskacsővé [31]. A gyártást, mint szakértő, *Karafiáth* vezette.

A puskacsőgyártás beszüntetése után a gyár termelése közel 2 évig szünetelt. A külföldi szakmunkások hazaszállingóztak, a magyarok zöme katonának állt be. 1849 októberben leköszönt és eltávozott Ózdról *Fohn Kajetán*, az osztrák származású igazgató is.

A világosi fegyverletétel idején *Haynau* parancsára, *dr. Lévartowszky* vezetésével nem osztrák sorkatonaság, hanem egy szlovák önkéntesekből álló csapat szállta meg Ózdot. A források szerint [30] a gyárat a fegyvergyári gépek után kutatva teljesen kirabolták, a mozdítható gépeket, felszerelést és az 520 bm-t kitevő — főleg hengerelt lemezből álló árukészletet — elszállították.

Az osztrák önkényuralom a gyár üzembeállítását, a félbemaradt építkezések folytatását hosszú ideig lehetetlenné tette. A GVE a Kossuth-bankók elrendelt beszolgáltatása következtében anyagilag csődbe került és pénzzé tehető árukészlettel sem rendelkezett.

Kivezető utat a GVE vezetői csak egy jelentősebb kölcsöntől vagy külföldi tőke bekapcsolódásától várhattak [27]. Ez bizonyítja legjobban a változott gazdasági és politikai viszonyokat, hiszen az alapításkor kizárólag belföldi részvényesekre támaszkodtak és féltékenyen vigyáztak arra, nehogy külföldi érdekeltség irányítása alá kerüljön a vállalkozás.

1850 elején tartott közgyűlési határozat alapján *Draskóczy Gyula* és *Czibur János* Pesten, Bécsben majd folytatólag Steyerországban és Karinthiában megkísérelték a gyár újraindulásához jelentősebb kölcsön, vagy előleg szerzését, továbbá új igazgató és szakmunkások szerződtetését. Részletes jelentésükből [32] kitűnik, hogy útjuk minden vonatkozásban sikertelen volt, az osztrák kormány-

tól és az osztrák vasgyáraktól nem sikerült a 60 000 Ft-nyi forgótőkét megszerezni, és a társulási felhívásokat is sorra elhárították.

A további tárgyalások során végül is a bécsi *Lachner* és *Heinrich* vasnagykereskedő cégtől, akik az értékesítést is vállalták, sikerült 21 000 Ft kölcsönt szerezni [33]. Ebből és a részvényesek befizetéseiből a hengermű üzembeállításának munkálatait folytatni tudták és a *munka 1851 elején ismét megindulhatott. Gotthard Bálint*, az osztrák származású eddigi bányaigazgató *vette át a gyár vezetését.* Külföldi szakmunkások helyett a környékbeli és a betléri gyár leállása miatt Ózdra áttelepült munkásokkal igen lassan fokozódó ütemben megindulhatott a termelés. A jelentések szerint eredményesen, mert „A vas sikerült és kellő keletnek örvend" [27].

A forgótőke hiánya a folyamatos termelést napról napra akadályozta. Mivel a külföldi tőke bekapcsolódásához fűzött remények sem hoztak tartós eredményt és a részvényesek sem járultak hozzá újabb felülfizetésekhez, a saját erőből való talpraállás érdekében előtérbe került a GVE-ben amúgy is vezetőszerepet vivő Rimai Coalicióval és Murányi Unióval való összeolvadás. Az egyesülés már többször, így 1848-ban (később 1850-ben is) felvetődött, azt a RC elfogadta, de elodázták „a csend és rend helyreálltáig [27]. Hosszabb előkészítés után végül is *1852 februárjában a Rimai Coalició közgyűlése elhatározta a Murányi Unió felhívására az egyesülést*, amit *véglegesen Rimabrézón 1852 júl. 6-án mondottak ki* és alapították meg az új társulatot, *Rimamurányvölgyi Vasművelő Egyesület* (RVE) néven [34]. Elnöke *Fáy Gusztáv*, műszaki vezetője pedig főfelügyelői címmel *Benkár József* lett.

Az ózdi vasmű jövőjére az egyesülés döntő befolyást gyakorolt, mert kimondták, hogy kis üzemek életképtelensége miatt a gyártást Ózdon összpontosítják és a hámorok csak azokat a termékeket fogják a jövőben gyártani, amelyeket Ózd hengerelni nem tud.

Rövidesen sor került néhány kisebb beruházásra is, újabb gőzpöröly, 3 új gőzkazán, munkáslakóházak épültek, de jelentősebb fejlesztéshez, amit évi 30 000 bm-ás termelési szintre való felfejlődés érdekében a műszaki vezetők javasoltak, az új társulat közgyűlése nem járult hozzá, hanem úgy határozott, hogy *„Ózd csak az eddigi körében maradjon, a termesztés szélesebbre ne terjesztessék. Ózdnak ilymódon a maga erejéveli emelkedésre alkalom nyújtassék."* [35].

Ebben az időben a berendezések részleges befejezésén túl a nyersvas szállítás nehézségei miatt főleg a Sajópüspöki—Bánréve útszakasz kiépítését szorgalmazták.

1854-ben az osztrák bányatörvény életbelépésével a társulat bányátarsulattá alakult át.

Benkár lemondása után 1856-ban *Volny József* [27], [36] került főfelügyelőként a RVE élére. Működése alatt az ózdi vasmű évről évre jelentősen fokozta a termelését és így *Volny* a szükséges bővítéseket és a berendezés korszerűsítését is ki tudta harcolni a részvényesektől. *Volny* érdeme, hogy az osztrák elnyomás ellenére az ózdi vasgyár fennmaradt, sőt új hengersormeghajtó gőzgép, 2 új forrasztókemence, 2 kazán, újabb ollók kerültek üzembe és végül 1858-ban sikerült megvalósítani — az alapításkor kitűzött fő célkitűzést — a vasúti sínek hengerlését. Évégből átalakították a legnagyobb profilsort és sínszerelő műhely létesült [27].

Volny elévülhetetlen érdeme volt továbbá az is, hogy a Bach-korszakban egyedülálló kivételként 1862-ben Nádasdon új vasgyárat sikerült létesítenie akkor, amikor a politikai célkitűzéseknek megfelelően az osztrák tőke nyomására minden eszközt megragadtak a magyarországi gyárak megfojtására.

A legnagyobb gondot a RVE vezetői részére az osztrák hatóságok által 1848-ban a Kossuth-kormánytól felvett 60 000 Ft-os kölcsön visszakövetelése okozta. Ez volt az ún. *„magyar-pénz per"* [30], amely 1850-től 1863-ig húzódott el és az amúgy is állandóan súlyos anyagi gondokkal küszködő társulatot, tehát *az ózdi vasművet teljes csőddel fenyegette.* Az osztrák kincstár azt a pénzt követelte vissza, amit a Kossuth-kormány nyújtott azután, hogy a Kossuth-bankókban levő készpénzt 1849-ben elkoboztatta. Hosszas pereskedés után a társulat kénytelen volt a kincstárnak 1863-ban 38 000 Ft-ot visszafizetni.

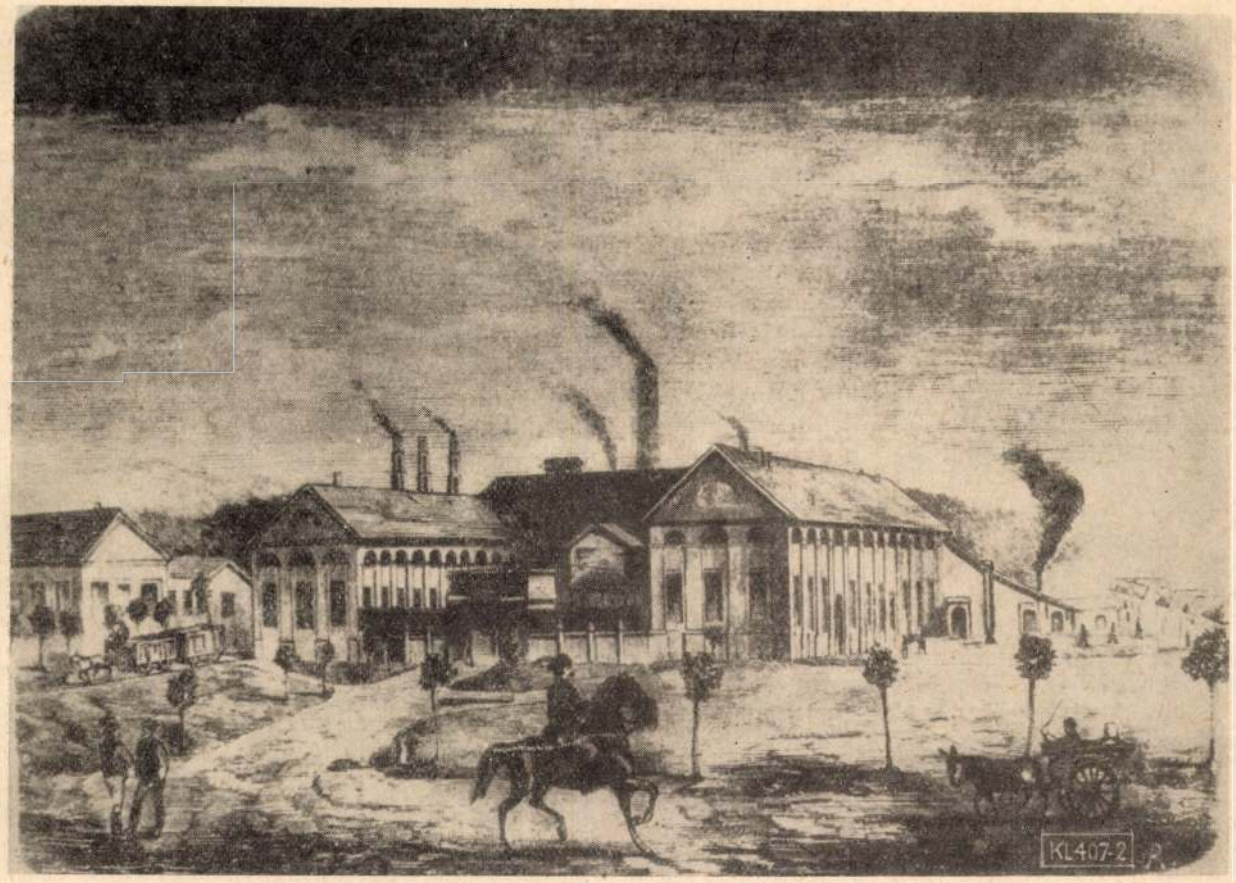
Ez az időszak gazdasági válságokkal volt terhes, főleg a vasiparban. Az RVE-t 1858-ban *Volny* képviselte azon az értekezleten, amelyet Bécsben tartottak az összes osztrák és magyar vasgyárak képviselői, amikor az osztrák kormány 600 000 bm angol sín vámmentes behozatalát engedélyezte. Az angol sínnel versenyezni ugyanis az osztrák vasgyárak sem tudtak. Emiatt sorra leállították a síngyártást és áttértek rúdvas hengerlésre, ami viszont a rúdvas kínálatot növelte annyira, hogy a vasiparban rövidesen túltermelési válság állt elő. *Volny* jelentése szerint az angol sínbehozatal az osztrák—magyar vasipart tönkreteszi: „... Veszedelmes élet-halál harc alakult ki, amelynek áldozatul esni fog a birodalom vasiparának nagyobb része, tömérdek befektetett tőkéivel és szorgalmas munkásnépével együtt..." [37].

Az ózdi vasmű az első 10 üzemévet végeredményben átvészelte, sőt fokozatosan izmosodott, jóllehet többször fenyegette a teljes kudarc. Ez a siker elsősorban tehetséges vezetőinek és szorgalmas szakmunkásainak érdeme és talán nem utolsó sorban annak köszönhető, hogy az idegen vezetők és szakmunkások távozása után egyedül csak saját erejükre támaszkodhattak.

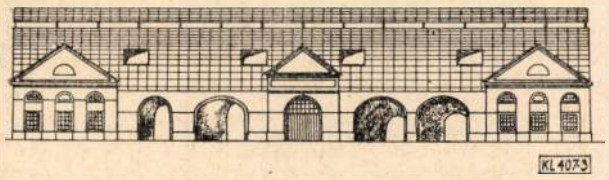
A műszaki berendezés, termelés és értékesítés

A gépi berendezést, az 1883-ban végrehajto nagyobbszabású átépítésig egyetlen U-alakú ép letben helyezték el. Ezt a csarnokot hívták *kava gyárnak.* A gyártelep külső képéről készült első teles rajz az 1850-es évek végéről származik *kép).* Homlokzati képét a *3. ábra* szemlélteti.

Az U-alakú épület középső csarnokában ny elhelyezést 3 oldalon a fokozatosan felépített kavarókemence, középütt volt a gőz- és pacska mor, valamint a lupasorozat. A 4 forrasztókeme és a hengersorok a két szárnyépületrészbe kerülte



2. kép. Az ózdi vasmű képe az 1850-es évek végén észak felől

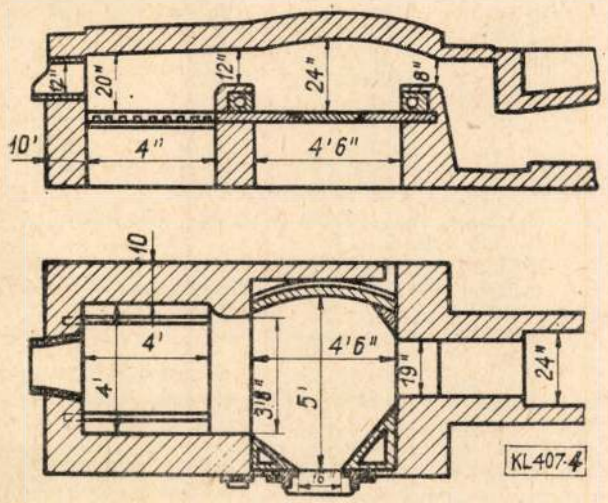


3. ábra. A kavarógyár főépületének homlokzata dél felől

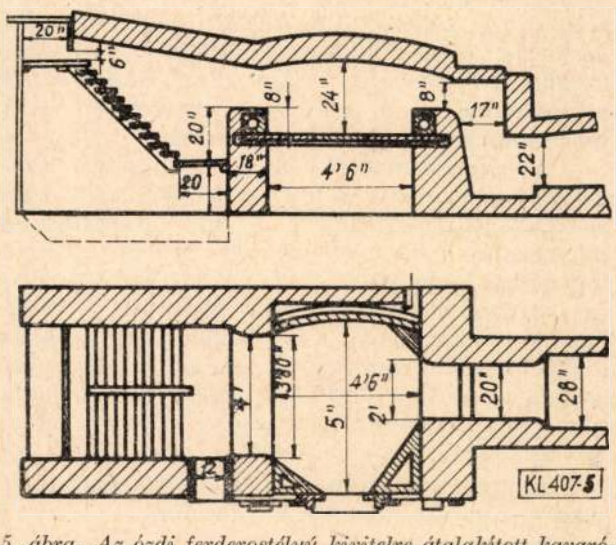
Később ezeket különálló, a kavarógyár mögött épített csarnokba helyezték át és mindegyiket különálló meghajtással látták el.

Az első gőzgépek közül a nagyobbik 90 LE-s volt, ez hajtotta meg transzmissziók segítségével az összes hengersort. A függőleges elrendezésű 14 LE-s kisebb gőzgép az esztergapadok, ollók és szivattyúk meghajtására szolgált.

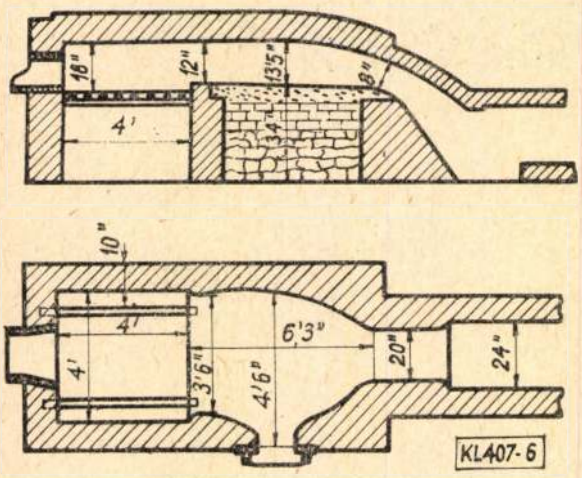
A gőzpöröly 60 bm-ás volt. 1858-ban állították fel a harmadik, 60 LE-s gőzgépet a sok üzem-



4. ábra. Az ózdi kavarókemencék az első kivitel szerint (Kerpely i. m.-ból)



5. ábra. Az ózdi ferderostélyú kivitelre átalakított kavarókemencék, amelyekben az ózdvidéki porlódásra hajlamos szenet is fel lehetett már használni (Kerpely i. m.-ból)



6. ábra. Az ózdi forrasztókemencék (Kerpely i. m.-ból)

zavar miatt, amit az egyetlen gőzgépre kapcsolt több hengersor lökésszerű igénybevételei okoztak.

Lemezlágyító kemence, ollók és fűrészek egészítették ki a berendezést. Gőzüzemű iparvasút az első évtizedekben a gyárban nem volt [4, 21].

Az akkori technológiára legjellemzőbb kavarókemencék pontos adatait *Kerpely* leírásából ismerjük [38]. Mivel valószínűleg 1881-ben, a műszaki vezérigazgatóságnak Salgótarjánba való költözködése kapcsán az ózdi vasmű alapításának idejéből való összes rajzok elkallódtak, az ózdi kavarókemencék *(4. és 5. ábrák)* és a forrasztókemencék *(6. ábra)* rajzát *Kerpely* munkájából vettük. *Kerpely* részletesen leírja az ózdi vasmű berendezését és külön felhívja a figyelmet a kavarókemencék különleges szerkezetére. Ózdon ugyanis a boltívre rakodó szállóporból összesülő rögök kiküszöbölése érdekében a lehúzó csatornát törve vezették lefelé, ami amellett, hogy zavarmentes üzemet tett lehetővé, az erősen porosodó Ózd vidéki szenek használata mellett, még hatásfok növekedést is eredményezett, mert a láng hosszabb ideig tartózkodott a munkatérben. A kavarókemence betétje 350 font szürke és 100 font fehér nyersvasból állt. A nyersvasat Ózd részére a Nagyrőcze környékén levő *Kieskova*-i, *Srankova*-i és *Rudna*-i, valamint a *Rimabrézó*-i olvasztókból szállították. Vásároltak ezenkívül nyersvasat a Sajó-völgyi Andrássy-féle olvasztókból is. A szállítás természetesen vasút hiányában szekérfuvarokkal történt.

A kavarókemencékben egy adagtartam 2 ó—2 ó 10 percet tett ki és így egy 12 órás műszakban 5—6 adagot gyártottak le. A káló 9,5—10,5%-ot, a nyerssínre (a kavarókemencék terméke) eső szénfogyasztás pedig 210—220%-ot tett ki. A szükséges barnaszenet a GVE saját *Karu*-i és *Nádasd*-i bányái szolgáltatták. A bányákban már a legelső időktől kezdve szemnagyság szerint osztályozták a szenet, a nagyobb darabokat a forrasztókemencékhez, a kisebb darabokat és később a daraszenet is a kavarókemencékhez használták.

A lupákat kezdetben a gőzpöröly alatt, később inkább a pacskahámorral kovácsolták.

A forrasztókemencék lehúzó csatornáiban a nagyobb lánghőmérséklet miatt nem halmozódott fel a szállópor, így ezek szerkezete az akkoriban szokásostól Ózdon sem tért el. A lupákból hengersoronként eltérő súlyú, 4—16 bm-ás, *csomagokat* készítettek. A forrasztókemencében végzett hevítés után ezek a csomagok kerültek hengerlésre. Egy 12 órás műszak alatt 5—8 adagot hengereltek ki. A forrasztásnál a káló 16%, a tüzelőanyagfogyasztás 200% volt. A készárura számított tüzelőanyag fogyasztás, amely a gőzfejlesztésre felhasznált szénmennyiséget is tartalmazta, 600—900%-ot tett ki. Az első években azonban a feljegyzések szerint a tüzelőanyag fogyasztás 1100%-ra is felemelkedett.

A hengersorokra vonatkozóan sem rajzzal, sem részletes adatokkal nem rendelkezünk. Csupán annyit tudunk, hogy a finomsor 8, a középsor 10, a durvasor pedig 16 hüvelykes hengerekkel dolgozott. A lemezsorra vonatkozóan egyáltalán nem kerültek elő adatok. Az eredeti tervektől eltérően először csak 3 hengersor épült fel. A legkorábban a lemezsort, legkésőbben pedig csak 1858 után a vasúti sínek gyártására is szolgáló durvasort helyezték üzembe.

A hengerelt *készáru gyártmányok* a *rúdvasfajták* közül: *ráfvas*, *laposvas*, *anyavas*, *gömbvas* és *négyzetvas*, a *profilok* közül pedig kizárólag a *szögvasak* voltak. 1858 után *bányasíneket* és *kisebb* kb. 14 kg/m-es *vasúti sineket* is gyártottak. Ezenkívül az akkoriban *mustravasnak* hívott *abroncsvasat* és a különféle vastagságú *lemezféleségeket* is gyártották. Az első minőségi gyártmányféleség Ózdon a *kazánlemez* volt. A lemezgyártás 1864-ben, a nádasdi üzem megindulása után Ózdon megszűnt.

A készáru termelésre vonatkozó adatok az első évekből rendkívül hiányosak. A felkutatható, illetve az első évekre becslés alapján összeállított adatokat az *1. táblázat* tartalmazza.

1. táblázat

Az ózdi vasmű termelési adatai az első üzemévekben tonnában

Üzemév	Féltermék	Hengerelt készáru	Lemez
1847/48	20	—	10
1848/49	40	5	20
1849/50	—	—	—
1850/51	180	100	50
1851/52	1100	800	100
1852/53	1145,6	812,8	106,5
1853/54	1869,6	1360,1	113,7
1854/55	2052,4	1479,2	62,2
1855/56	2905,8	2374,8	157,3
1856/57	3717,3	2709,6	107,6
1857/58	3799,0	2562,8	113,2

Források: 1847—1851. RRIt 36. és 60. kötet (nagyrészt becsült adatok).

1851/52. Marton-Tetmajer i. m.

1852/53—1857/58. Az RMST üzemágainak . . . stat. kim. 1852—1881.

A bm-ban megadott adatokat kerekítve t-ra számoltuk át.

A társulati év júl. 1-én kezdődött és a következő év jún. 30-ával végződött. Bevezetésének több oka volt. Elsősorban az, hogy a részvényesek az elszámoló közgyűléseiket rendszeresen szeptember—október hónapokban tartották és addig le kellett zárni a termelési, értékesítési elszámolásokat. Másrészt a minden év végén tartott leltározásra, amely során minden anyagot, terméket lemérlegeltek, a téli hónapok nem alkalmasak.

A *termékek értékesítése* a ma szokásos rendszertől eltérően akkoriban *vásárokon történt*. A leghíresebbek a pesti vásárok voltak. Ezeket márciusban, júniusban, augusztusban és novemberben, pontosan meghatározott napokon, *József*, *Medárd*, *Mihály* és *János-fővétel* napján tartották. A pesti, valamint a hasonló debreceni vásárok nem egy napig, hanem 8—10 napig is eltartottak. *Horváth* szerint akkoriban ezeken bonyolódott le az ország szinte teljes árucseréje [39].

A vasgyárak *kocsikaravánnal szállították fel az eladásra szánt készárut*. A menet élén a főfelügyelő lóháton vezette a karaván és rajta kívül a társulat által megbízott *vásári biztosok* irányították az eladást. Az árakat a kínálatnak és keresletnek megfelelően esetenként szabták meg. A hengerelt rúdvas eladási ára 1852-ben 17,6 Ft/bm, a lemezé 25,1 Ft/bm, ami 12, ill. 20%-os hasznot biztosított.

Lassanként szokássá vált, hogy a vásárokon megmaradt készárut Pesten *bizományi raktárakban* helyezték el. A vásárok közötti időben később egyes megbízott pesti vaskereskedők, akik közül abban az időben ismertek a *Sártory*, *Romeiser*, *Schopper*, *Heinrich* és *Brüll* családok voltak, eladásokat is eszközöltek. Ezek a vaskereskedők előlegezéseik, kölcsöneik révén lassanként bekapcsolódtak a GVE, később a RVE késztermékeinek rendszeres értékesítésébe. Így jutott kapcsolatba a RVE-vel a *Brüll-Bíró* család is és ezeknek a kapcsolatoknak révén vették át a későbbi évek során a társulat gazdasági irányítását.

Az alapítók

A GVE megalakulását kimondó 1845. máj. 15-i rimaszombati gyűlés után kezdődött meg a részvényesek toborzása. Ez kezdetben elég mérsékelt sikerrel haladt. Először a kezdeményező és a részvénytőke 20%-át jegyző *Rimai Coalición* kívül mindössze csak szintén 20%-kal a *Murányi Unió* és 8%-kal *Andrássy Károly* [6,40] csatlakozott. Így tehát csak a részvénytőke 48%-át sikerült előteremteni. Később, 1846 közepéig azonban a felszólított vasgyárosok és Gömör-megyei vasércbányászatban és a kohászatban érdekelt földbirtokosok jelentős számú részvényt jegyeztek. A várakozás ellenére sem csatlakozott a *Concordia* (feltehetően a már folyamatban levő pécsi vasgyár építése miatt). Távolmaradtak a *Heinzelmann*, *Hámos* és *Czékus* családok is, akiknek Jolsva és Pelsőcz körül voltak kisebb vasgyáraik.

Az érdekelt földbirtokos arisztokraták közül legérthetetlenebb *gr. Andrássy György* távolmaradása. Hosszú ideig minden egyesülési kezdeményezést *Andrássy György* irányított és 1843-ban, mint már említettük, Hosszúréten elnöklete alatt vetődött fel először a közös erővel létesítendő hengermű terve. Magatartásának okát pontosan nem ismerjük, legvalószínűbb feltevés, hogy politikai okokból maradt távol. *Andrássy György* ugyanis *Széchenyi* egyik legközelebbi munkatársa volt, hisz Angliában is együtt volt *Széchenyivel* a Lánchíd építését megelőző közismert utasa során. Ebben az időben azonban már egyr einkább *Kossuth* befolyása érvényesült a gyárépítésekben. *Rombauer* pl., aki a GVE alapításában döntő szerepet vitt, *Kossuth* személyes baráti köréhez tartozott. *Széchenyivel* egyetértésben feltehetően ezért, vagy esetleg emellett még a vezetésben történt mellőzéséért maradt távol. Magatartását leginkább az valószínűsíti, hogy a szabadságharc kitörése után Bécsbe költözött, *Kossuth* és „elvbarátai" elgondolásaival annyira nem értett egyet, hogy ezt így akarta dokumentálni [6, 9]

Igen figyelemre méltó és az akkori gyáralapítások történetében egyedülálló jelenség volt a részvénytőke 4—4%-át jegyző *két Gömör-megyei város*, *Rimaszombat* és *Nagyrőcze* részvétele. Ugyanakkor feltűnő a vasipar terén sokkal nagyobb tradíciókkal és anyagi érdekeltséggel rendelkező többi Gömör-megyei város, Dobsina, Csetnek, Jolsva, Pelsőcz, Ratkó és Rozsnyó távolmaradása.

Jelentős tény és a kapitalizálódás fokozódását jelenti a *kereskedelmi tőke* jelentkezése is. Ez annál is inkább figyelmet érdemel, mert abban az időben alapított gyáripari üzemekben a pesti kereskedők még nem nagyon vállaltak anyagi érdekeltséget. Az ózdi vasmű alapításában viszont már két jelentős vagyonnal rendelkező nagytőkés, *Ulmann Mór* [40] gabonakereskedő és *Jurenák Pál* vasnagykereskedő is jelentős, 10%-nyi, anyagi részesedést vállalt. Külföldi tőkések azonban az alapításban nem vettek részt.

Az említetteken kívül *Szatmáry-Király Pál*, *Draskóczy Sámuel* és *Ragályi Ferenc* földbirtokosok voltak még 4—4%-os részesedéssel a jelentősebb részvényesek.

A részvények túlnyomó többsége, kereken 80%-a az említettek kezébe került. Így ők lettek a közgyűléseken keresztül a társulat irányítói.

A hátralevő kb. 20% zömét a Gömör-megyei *stellár-családok* jegyezték.

Érdekes, — ezideig másutt nem ismert — tipikusan tőkés módszereknek kell minősíteni végül azt, hogy az új társulat vezetőit is kisebb részesedés erejéig részvényjegyzésre kötelezték, hogy ezzel is érdekeltté tegyék őket a kiosztásra kerülő profitban. Ilyen alapon kerültek a részvényesek közé a társulat műszaki vezetői *Rombauer*, *Fohn* és *Gotthard* igazgatók is 1/6—1/2 részvénnyel.

Kezdetben összesen 250 000 Ft-ot tett ki az alapítótőke, amit 25 db 10 000 Ft-os részvényre osztottak. Az építkezési költségek alakulása, ill. a Központi Vasúttársaságtól várt 100 000 Ft-nyi előleg elmaradása miatt 1847-ben a részvények árát 40%-kal megemelni kényszerültek.

Ez a 350 000 Ft-ot kitevő összeg is eléggé kicsinek tűnik főleg akkor, ha figyelembe vesszük, hogy a már említett csődbe jutott betléri gyárra *Nádasdy* közel 1 000 000 Ft-ot költött. Ez a magyarázata annak, hogy végül is újabb jelentős összegeket kellett előteremteni ahhoz, hogy az eredeti tervekhez képest jóval szerényebb kivitelben az ózdi vasmű felépülhessen. Kb. 500 000 Ft-ra becsülhető a teljes költség, amibe 1851-ig a nagyobb ütemű gyártás megindulásáig, végül is az építkezés került.

A részvényesek személyi összetételében lényegében az 1852. évi egyesüléskor változás nem történt. Csupán az, hogy a RC és MU eddigi részvényesei egyé-

nenként is kézhez kapták a korábban kollektíve birtokolt és 40%-ot kitevő GVE-i részvényekből a rájuk eső hányadot. 1852-ben a részvények száma így 576-ra emelkedett, azonban 1854-től, amikor a RVE bányatársulattá alakult át, ismét 116-ra esett vissza. A GVE vagyona azonban ekkor már 1,2 mill. Ft-ra nőtt.

A részvények sokáig tőzsdei forgalomban nem voltak, az egyes források [4,21] szerint azért, nehogy tőzsdei manővereknek tegyék ki a társulatot. A részvények eladási szándékát be kellett jelenteni, a társulat elővételi jogot gyakorolt és féltékenyen vigyázott arra, hogy konkurrens, vagy részükre nem kívánatos kezekbe ne kerüljenek részvények.

A részvények után a garantált 6% helyett gyakran 10—12%-os osztalék került a jó eredménnyel zárult években kiosztásra. A részvények tényleges értéke ezekben az években tőzsdei jegyzés hiányában nem volt megállapítható. Csupán egy adattal is könnyen lehet bizonyítani, hogy milyen tekintélyes értékemelkedést értek el az eredményes évek során a busás nyereséget biztosító RVE-i részvények. Nagyrőcze városa az eredetileg 50 000 Ft-os Murányi Unió-i részesedését és az 1846-ban 10 000 Ft-ért vásárolt GVE részesedését 1881-ben 372 000 Ft-ért adta el. Így tehát, jóllehet 35 éven keresztül amúgy is minden évben jelentős összegű osztalékot kapott, a befizetett tőke értéke több mint hatszorosára emelkedett.

Az összeolvadás után a részvénytulajdonosok társadalmi megoszlása az alábbiak szerint alakult:

földbirtokosok	55%
kistőkés stellárok	25%
Nagyrőcze és Rimaszombat város	15%
kereskedelmi tőkések	5%

A részvénytöbbség tehát a földbirtokosok kezében volt, így a magyar-pénz per során, hogy az osztrák bíróság jóindulatát megnyerjék, dicsekedve hivatkozott a RVE vezetősége arra, hogy részvényesei közt vannak a legvagyonosabb földbirtokos családok, így pl. a *Coburg* herceg, 9 grófi, 3 bárói család és Gömör megyei jelentősebb nagybirtokosok szinte kivétel nélkül.

A jelentősebb műszaki vezetők

Az alapítás története során már többször említett kiemelkedő műszaki vezetőkről is sikerült néhány adatot összegyűjteni, jóllehet a személyi vonatkozású adatok sokkal kisebb számban maradtak fenn [6, 9, 13, 27].

Rombauer Tivadar (7. kép) Lőcsén 1803-ban született. 1825-ben végezte el a selmeczi Bányászati Akadémiát. Kezdetben Rhonitzon működött, később a munkácsi vasgyár igazgatója lett, majd a sziléziai nagyobb vasgyárakban vállalt állást. 1843-ban választották meg a Rimai Coalició tisztfőnökévé (műszaki igazgatójává). Kora egyik legtehetségesebb kohómérnöke volt. Az ózdi vasgyár alapításában kétségkívül neki vannak legnagyobb érdemei. 1848 májusában *Kossuth* bizalmából *Klauzál Gábor* földművelésügyi és iparügyi minisztériumában az iparügyek vezetője lett. Később az állami fegyvergyár igazgatójává is kinevezték. A



7. kép. Rombauer Tivadar

szabadságharc alatt, egészen a világosi fegyverletételig a fegyvergyártás irányítója volt. A szabadságharc bukása után Amerikába emigrált. 1855-ben halt meg Davenportban.

Fohn Kajetán az ózdi vasmű osztrák származású első igazgatója, a kavarókísérletek során 1845-ben Steyer-országban, Mauternben került kapcsolatba GVE-vel. Meghívták, mint ismert gőzgép-szakértőt a gyár vezetésére. Működéséről kevés adat maradt fenn. 1848 végén leköszönt és végleg eltávozott Ózdról.

Gotthard Bálint a szintén osztrák származású első bányaigazgató *Fohnnal* egyidőben került Ózdra. A GVE vezetői a bányászat vezetésével bízták meg. *Fohnnal* ellentétben beilleszkedett a magyar viszonyok közé, a szabadságharc után is itt maradt. 1850-től rábízták a vasmű igazgatását is. A vasmű befejező építkezéseit már ő irányította. Műszaki tekintetben kiemelkedőbb munkát végzett, mint *Fohn*. 1858-ban halt meg Ózdon.

Benkár József Jolsván született 1802-ben. A selmeci Bányászati Akadémiát 1822-ben végezte el. Először Iglón működött kohóvezetőként, majd 1827-ben a Murányi Unió főfelügyelőjévé választották. Az ózdi gyáralapítást, valamint a 3 társulat egyesülését messzemenően segítette, a Murányi Unió részvétele, ill. csatlakozása nagyrészt az ő érdeme volt. Az egyesülés után a RVE első főfelügyelője lett. 1858-ban vonult nyugalomba.

Volny József (8. kép) 1819-ben született az Eperjes melletti Olasziban. A selmeci Bányászati Akadémiát 1844-ben végezte el, majd a Kincstár üzemeiben vállalt állást. A szabadságharcot a halálfejes légió kötelékében harcolta végig. A világosi fegyverletétel után Rimabrézón és Szirken, a



8. kép. Volny József

Rimai Coalició telepein bujdosott, és talált menedéket. 1850-ben a betléri gyár vezetését vette át és megkísérelte az anyagilag és műszaki tekintetben is csődbe jutott vasgyár megmentését. A kavaró és hengerművet üzembehelyezni ő sem tudta, de az olvasztókat sikerült úgy átépítenie, hogy a rendszeres termelés lehetővé vált. 1856-ban választották meg a RVE főfelügyelőjének. Nemcsak műszaki, hanem kereskedelmi tekintetben is igen tehetséges kohómérnöknek bizonyult. A GVE megszilárdítása, különösen Ózd felfejlesztése és a Nádasd-i gyár alapítása terén szerzett kimagasló érdemeket. Elsőnek szervezte meg a hazai értékesítés mellett az ózdi hengereltáruk exportját a Balkán, sőt Bécs felé. Fáradhatatlanul személyesen járta be újabb értékesítési lehetőségek felkutatása érdekében az akkor még a Török Birodalomhoz tartozó Balkán-országokat és úttörő volt a magyar vastermék-export megszervezésében. A tőkés törekvésekkel szemben szilárdan képviselte az üzemek fejlesztési érdekeit, sőt a munkások méltányos bérezése érdekében is harcolt. Ha a tőkések javaslatait nem fogadták el, nem habozott lemondani. (Három ilyen okból eredő lemondásáról tudunk. Rövid idő alatt a részvényesek mindegyik esetben — mivel nélkülözni nem tudták — visszahívták és szabad kezet biztosítottak részére a beruházásokhoz.)

Az ózdi gyár korszerűsítése mellett a Bánréve—Ózd—Nádasd-i vasút felépítését is kiharcolta. 1869-ben főfelügyelői hivatalától visszavonulva Pestre költözött és itt megszervezte az RVE kereskedelmi igazgatóságát. 1871-ben pedig átvette a Salgótarjáni Vasfinomítógyár igazgatását. A két nagyvállalat egyesítése volt ezután a fő célkitűzése, de ebben 1878-ben bekövetkezett halála megakadályozta. Szakmaszeretetére legjellemzőbb, hogy a selmeczi Bányászati Akadémián a tehetséges hallgatók részére nagyobb összegű ösztöndíjat alapított.

IRODALOM ÉS JEGYZETEK

[26] *Mérei* i. m. 193. old.
Knutzen Henrik „erőművész" Aachenből telepedett az 1830-as években Pestre. A legjobb gépészszakértőnek tartották. Ő szerelte fel az első gyárüzemben felállított gőzgépet Magyarországon, a Losonc melletti gácsi posztógyárban.
[27] RRIt 60. köt.
[28] RRIt A12. sz. szerződés.
[29] RRIt B53. sz. szerződés.
[30] RRIt Magyar-pénz per iratok 1862.
Karafiáth Selmecen végzett kohómérnök volt. Szakmai kérdésekben a fegyvergyártás alatt főleg *Fohn Kajetánnal*, az osztrák származású igazgatóval voltak nézeteltérései. *Karafiáth* a fegyvergyártás idején az üzem irányítását saját kezében tartotta. A szabadságharc után emigrált, Kaliforniában halt meg.
[31] RRIt A16. okm.
[32] RRIt 209. okm.
[33] RRIt 51. okm.
[34] *Marton—Tetmajer* i. m.
[35] RRIt 41. köt. 80. old.
[36] *Eisele* i. m. és RRIt. 41. köt.
[37] RRIt 41. köt. 236. old.
[38] *Kerpely:* Das Eisenhüttenwesen in Ungarn 1872.
[39] *Horváth Mihály:* Az ipar és kereskedés története Magyarországon 1840.
[40] *Andrássy Károly* a két *Andrássy* család betléri ágából származott. Vagyona, vasgyárai a Sajó felső részén a krasznahorkai ágból származó *Andrássy György* birtokaitól különállóak voltak. Jóllehet az országos közügyekben kevesebbet szerepelt a reformkorban mint *György*, a gömöri vasipar fejlesztésében viszont határozottabban vett részt. 1846-ban Belgiumban halt meg egy tanulmányút során, amelyen az ózdi gyáralapítási tervekkel kapcsolatban az ottani vasműveket tekintette meg.
[41] *Mérei* i. m.
Ullmann Mór terménykereskedő, a Pesti Magyar Kereskedelmi Bank alapítója, egyike volt az akkori legvagyonosabb pesti nagykereskedőknek. Vagyonára jellemző, a mai Roosevelt téren a Gresham palota mellett állt hatalmas épület, amely később a budapesti Rendőrkapitányság székháza lett és a II. világháborúban megsemmisült.

A mangánércek redukciója szénmonoxiddal és hidrogénnel szilárd halmazállapotban

Dr. PILTER PÁL okl. kohómérnök

DK 622.341 : 66.094.1 : 66.015

Redukció szénmonoxiddal

A redukálhatóság megállapítására a mangánércek ásványait, amelyek jellemző adatait korábbi közleményünkben ([1] 1. tábl.) részletesen ismertettük, CO vagy H_2 jelenlétében hevítik az olvadáspont alatt levő hőmérsékleten.

A fémoxidokat a CO az alábbi folyamatok szerint redukálhatja:

$$MeO \rightleftarrows Me + \frac{1}{2} O_2 \qquad (1a)$$

$$CO_2 \rightleftarrows CO + \frac{1}{2} O_2 \qquad (1b)$$

$$(1a-1b) \qquad MeO + CO \rightarrow Me + CO_2 \qquad (1)$$

Az (1)-gyel jelzett bruttóreakció adott hőmérsékleten azonban csak akkor következik be, ha a fémoxid disszociációjából keletkező oxigén parciális nyomása nagyobb, mint a széndioxid disszociációja során keletkező oxigéné. Az oxigén parciális nyomását az egyensúlyi állandókból számíthatjuk:

$$K_{1a} = \frac{a_{Me}}{a_{MeO}} \sqrt{p_{O_2}^{MeO}} \qquad K_{1b} = \frac{p_{CO} \sqrt{p_{O_2}^{CO_2}}}{p_{CO_2}}$$

Ha feltételezzük, hogy az Me és MeO egymásban nem oldódik akkor

$$a_{Me} = 1$$

$$a_{MeO} = 1$$

és

$$\frac{p_{CO}}{p_{CO_2}} = 1$$

kapjuk

$$K_{1a} = \sqrt{p_{O_2}^{MeO}}$$

$$K_{1b} = \sqrt{p_{O_2}^{CO_2}}$$

Az (1)-redukció akkor játszódik le balról jobbra, ha

$$p_{O_2}^{MeO} > p_{O_2}^{CO_2}$$

$$\Delta\mu_{O_2}^{MeO} = RT \ln p_{O_2}^{MeO} > \Delta\mu_{O_2}^{CO_2} = RT \ln p_{O_2}^{CO_2}$$

A termodinamikai normálpotenciálból számított oxigénpotenciál ($\Delta\mu_{O_2}$) értékekből a $p_{O_2}^{Me}$ és $p_{O_2}^{CO_2}$ megkapható. Ha a fémoxidból és széndioxidból keletkező oxigén parciális nyomásának a hőmérséklettel való változását feltüntető görbéket megrajzoljuk, a metszéspont feletti hőmérsékleten redukálható a fémoxid szénmonoxiddal, mert csak ezen hőmérséklet felett lesz a fémoxidból keletkező oxigén parciális nyomása nagyobb, mint a széndioxidból lehasadóé.

Itt meg kell jegyeznünk, hogy a redukció kezdő hőmérséklete jóval kisebb, mint a fémoxid tisztán termikus disszociációjának hőmérséklete. Az *1. ábrából* ugyanis leolvasható az oxigénpotenciál és hőmérséklet közötti összefüggés, amely szerint az oxigénpotenciál csökkenése a fémes fázis képződésének kedvez, viszont a redukáló pótlékok az oxigénpotenciál csökkentése irányában hatnak, s ezzel a fém aktivitását növelik.

A mangánoxidok termikus disszociációjának vizsgálatánál [1] láttuk, hogy a MnO_2 és Mn_2O_3 igen könnyen bomlanak alacsonyabb rendű oxidokká levegő jelenlétében tisztán hevítés hatására, mégpedig a MnO_2 460, a Mn_2O_3 pedig 930°C körül bomlik hevesen. Ezeken a hőmérsékleteken lesz ugyanis a belőlük lehasadó oxigén parciális nyomása egyenlő a levegőben levő oxigén parciális nyomásával, azaz 0,21-at-val. Szénmonoxid jelenlétében ez a hőmérséklet még kisebb lesz, mert a CO csökkenti a gázfázisban levő oxigén parciális nyomását. Ez utóbbi nagyságát ugyanis a CO és CO_2 parciális nyomása szabja meg.

Az egyes mangánoxidok szénmonoxid gázzal való reakciójának egyenletei és ezek termodinamikai összefüggései az alábbiak [2]

$$2\,MnO_2 + CO = Mn_2O_3 + CO_2 + 47{,}9 \text{ kcal/mol}$$

$$\Delta^\circ G = -48\,060 - 4{,}49T \qquad (2)$$

$$\frac{3}{2} MnO_2 + CO = \frac{1}{2} Mn_3O_4 + CO_2$$

$$\Delta^\circ G = -46\,740 - 2{,}14T \qquad (3)$$

$$3\,Mn_2O_3 + CO = 2\,Mn_3O_4 + CO_2 + 42{,}8 \text{ kcal/mól}$$

$$\Delta^\circ G = -42\,780 + 4{,}91T \qquad (4)$$

$$MnO_2 + CO = MnO + CO_2$$

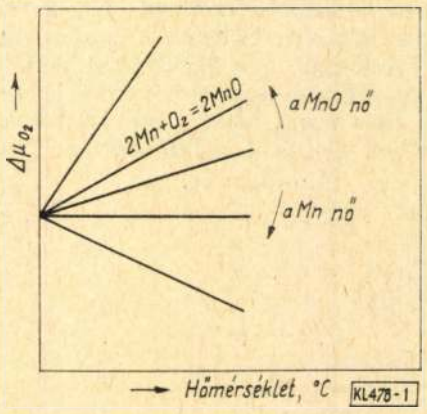
$$\Delta^\circ G = -35\,340 - 4{,}95T \qquad (5)$$

$$Mn_2O_3 + CO = 2\,MnO + CO_2$$

$$\Delta^\circ G = -22\,620 - 5{,}41T \qquad (6)$$

$$Mn_3O_4 + CO = 3\,MnO + CO_2 + 12{,}4 \text{ kcal/mól}$$

$$\Delta^\circ G = -12\,540 - 10{,}57T \qquad (7)$$



1. ábra. Az oxigénpotenciál és hőmérséklet, valamint a fém és oxidjának aktivitása közti összefüggés. Vas- és Acélgyártás fizikai kémiája. 1964. Düsseldorf, 26. ábra

$$\frac{1}{2}MnO_2 + CO = \frac{1}{2}Mn + CO_2$$

$$\Delta^\circ G = -5430 - 0{,}86T \quad (8)$$

$$\frac{1}{3}Mn_2O_3 + CO = \frac{2}{3}Mn + CO_2$$

$$\Delta^\circ G = 8780 + 0{,}35T \quad (9)$$

$$\frac{1}{4}Mn_3O_4 + CO = \frac{3}{4}Mn + CO_2$$

$$\Delta^\circ G = 15\,225 - 0{,}22T \quad (10)$$

$$MnO + CO = Mn + CO_2 - 14\,400 \text{ kcal/mól}$$

$$\Delta^\circ G = 24\,480 + 3{,}23T \quad (11)$$

A szóban forgó összefüggésekkel a különböző hőmérsékleti értékeknek megfelelő termodinamikai normálpotenciálokból az egyensúlyi

$\frac{p_{CO_2}}{p_{CO}}$ értékeket az alábbi ismert módon számítottuk

$$\Delta^\circ G = -RT \ln K = -RT \ln \frac{p_{CO_2}}{p_{CO}}$$

Pl. $\Delta^\circ G$ értéke a (7) összefüggés alapján 1000°C-on, azaz 1273°K-on —26 000 kcal/mól, ebből

$$\lg \frac{p_{CO_2}}{p_{CO}} = \frac{-26\,000}{-4{,}575 \cdot 1273} = 4{,}66$$

és

$$\frac{p_{CO_2}}{p_{CO}} = 2{,}88 \cdot 10^4$$

Ha a gázban csak CO és CO_2 van,

$$p_{CO} + p_{CO_2} = 1$$

$$2{,}88 \cdot 10^4 p_{CO} + p_{CO} = 1$$

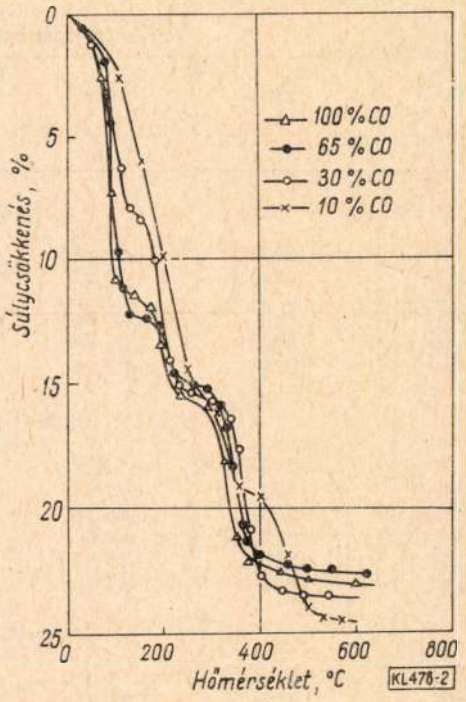
$$p_{CO} = \frac{1}{28\,801} = 0$$

A Mn_3O_4 tehát 1000°C-on elméletileg igen kis CO-tartalmú gázzal MnO-vá redukálható. Hasonló számítások elvégzésével megállapítható *(1. tábl.)*, hogy a (2)—(7) reakciók aránylag kis hőmérsékleten és kis CO-tartalmú gázban könnyen végbemennek. A vegytiszta mangánoxidok tehát CO-val könnyen redukálhatók MnO-ig. Ezzel szemben a (8)—(11) reakciókra elvégzett hasonló számítások azt bizonyítják, hogy a mangánoxidok még 100% CO-tartalmú gázzal sem színíthetők gyakorlatilag.

A tiszta MnO_2-nek különböző CO-koncentrációkkal való redukciós kísérletei a termodinamikai számításokat alátámasztják. A *2. ábra* világosan szemlélteti, hogy 100, ill. 10% CO-tartalmú gáz a γ MnO_2-t azonos eredménnyel redukálja MnO-ig.

A mangánércekben levő mangánásványok CO-dal való redukciós vizsgálataiban a TG-görbe lefutása a kezdeti szakaszban a 2. ábrával közel megegyezik, 400°C hőmérséklet felett viszont súlygyarapodás észlelhető *(3. ábra)*, amelynek oka a C-kiválás.

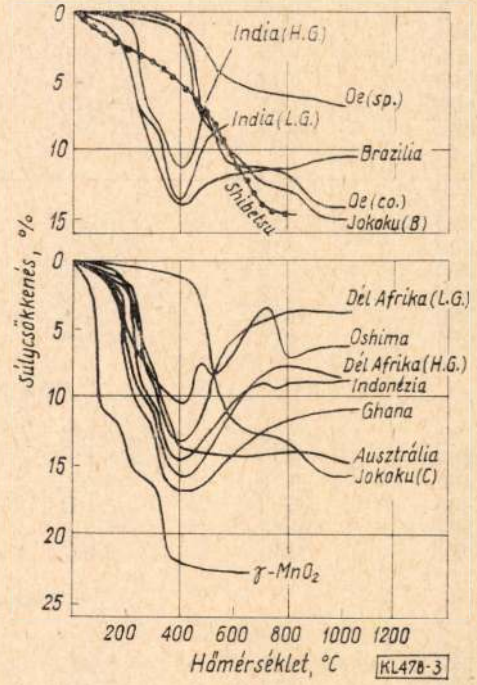
A *3.* és *4. ábra* összehasonlításakor gázösszetételből adódó változás nem figyelhető meg.



2. ábra. MnO_2 különböző CO—CO_2 gázkeverékekkel végzett redukciójának termogravimetrikus görbéi. Jagihashi és Tsai. Tetsu-To-Hagane (Overseas): 1964. 1. 8. ábra

A 3. és 4. ábráról leolvasható, hogy a *MnO_2 típusú mangánérceknél jelentős a súlyvesztesség* 150—200°C között (Mn_2O_3 képződés), majd 270 és 300°C között (Mn_3O_4 képződés), továbbá 400—500°C között (MnO képződés) [indonéz, brazil stb.].

A mangánkarbonátok *pörköléséből származó termékek* redukciójánál hirtelen súlyveszteség észlelhető 400°C körül, majd 600°C-nál lassan kezdődő



3. ábra. Néhány mangánérc tiszta CO-gáz jelenlétében meghatározott termogravimetrikus görbéje. Tetsu-To-Hagane: i. m. 6. ábra

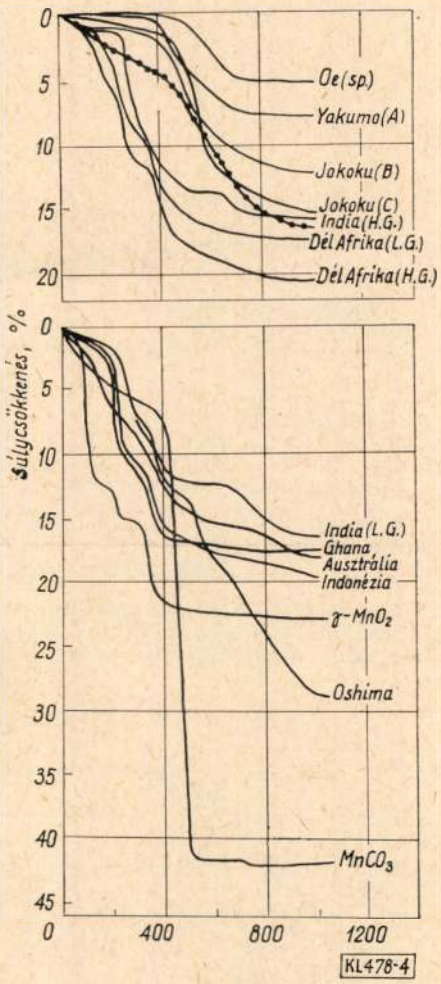
1. táblázat

Egyes mangánoxidok CO-val való redukálhatósága

°C	°K	Δ°G	lg K	$\frac{p_{CO_2}}{p_{CO}}$	CO %	CO_2 %
1	2	3	4	5	6	7
			$2\,MnO_2 + CO = Mn_2O_3 + CO_2$			
0	273	—49 285	39,5	$3{,}16 \cdot 10^{39}$	—	100
200	473	—50 270	23,3	$2 \cdot 10^{23}$	—	100
400	673	—51 160	16,67	$8{,}26 \cdot 10^{16}$	—	100
600	873	—51 980	13,01	$1{,}02 \cdot 10^{13}$	—	100
800	1073	—52 890	10,75	$5{,}63 \cdot 10^{10}$	—	100
1000	1273	—53 780	9,24	$1{,}74 \cdot 10^{9}$	—	100
			$3/2\,MnO_2 + CO = 1/2\,Mn_3O_4 + CO_2$			
0	273	—47 324	37,9	$7{,}9 \cdot 10^{37}$	—	100
200	473	—47 751	22,05	$1{,}12 \cdot 10^{22}$	—	100
400	673	—48 180	15,65	$4{,}46 \cdot 10^{15}$	—	100
600	873	—48 608	12,19	$1{,}55 \cdot 10^{12}$	—	100
800	1073	—49 040	10,0	$1 \cdot 10^{10}$	—	100
1000	1273	—49 462	8,50	$3{,}16 \cdot 10^{8}$	—	100
			$3\,Mn_2O_3 + CO = 2\,Mn_3O_4 + CO_2$			
0	273	—41 439	33,2	$1{,}58 \cdot 10^{33}$	—	100
200	473	—40 459	18,71	$5{,}12 \cdot 10^{18}$	—	100
400	673	—39 479	12,82	$6{,}6 \cdot 10^{12}$	—	100
600	873	—38 492	9,65	$4{,}46 \cdot 10^{9}$	—	100
800	1073	—37 510	7,64	$4{,}35 \cdot 10^{7}$	—	100
1000	1273	—36 530	6,26	$1{,}82 \cdot 10^{6}$	—	100
			$MnO_2 + CO = MnO + CO_2$			
0	273	—36 690	29,4	$2{,}55 \cdot 10^{29}$	—	100
200	473	—37 680	17,31	$2{,}05 \cdot 10^{17}$	—	100
400	673	—38 065	12,55	$3{,}55 \cdot 10^{12}$	—	100
600	873	—39 660	9,93	$8{,}5 \cdot 10^{9}$	—	100
800	1073	—40 655	8,25	$1{,}78 \cdot 10^{8}$	—	100
1000	1273	—41 650	7,15	$1{,}41 \cdot 10^{7}$	—	100
			$MnO_2O_3 + CO = 2\,MnO + CO_2$			
0	273	—24 098	19,3	$2 \cdot 10^{19}$	—	100
200	473	—25 180	11,63	$4{,}26 \cdot 10^{11}$	—	100
400	673	—26 260	8,53	$3{,}39 \cdot 10^{8}$	—	100
600	873	—27 340	6,95	$8{,}92 \cdot 10^{6}$	—	100
800	1073	—28 425	5,79	$6{,}18 \cdot 10^{5}$	—	100
1000	1273	—29 510	5,06	$1{,}15 \cdot 10^{5}$	—	100
			$Mn_3O_4 + CO = 3\,MnO + CO_2$			
0	273	—15 430	12,35	$2{,}24 \cdot 10^{12}$	—	100
200	473	—17 550	8,11	$1{,}29 \cdot 10^{8}$	—	100
400	673	—19 670	6,39	$2{,}46 \cdot 10^{6}$	—	100
600	873	—21 780	5,44	$2{,}76 \cdot 10^{5}$	—	100
800	1073	—23 890	4,87	$7{,}41 \cdot 10^{4}$	—	100
1000	1273	—26 000	4,46	$2{,}88 \cdot 10^{4}$	—	100
			$1/2\,MnO_2 + CO = 1/2\,Mn + CO_2$			
0	273	—5 665	4,54	$3{,}47 \cdot 10^{4}$	0,03	99,97
200	473	—5 837	2,69	$4{,}9 \cdot 10^{2}$	0,2	99,80
400	673	—6 008	1,95	89,2	1,1	98,90
600	873	—6 181	1,565	36,7	2,6	97,40
800	1073	—6 354	1,295	19,7	5,5	95,00
1000	1273	—6 525	1,121	13,2	7,0	93,00
			$1/3\,Mn_2O_3 + CO = 2/3\,Mn + CO_2$			
0	273	8 875	—7,11	$7{,}76 \cdot 10^{-8}$	100	$7{,}7 \cdot 10^{-6}$
200	473	8 945	—4,13	$7{,}43 \cdot 10^{-5}$	100	$7{,}4 \cdot 10^{-3}$
400	673	9 016	—2,93	$1{,}17 \cdot 10^{-3}$	99,88	0,12
600	873	9 086	—2,275	$5{,}31 \cdot 10^{-3}$	99,47	0,53
800	1073	9 156	—1,865	$1{,}36 \cdot 10^{-2}$	98,7	1,3
1000	1273	9 226	—1,585	$2{,}6 \cdot 10^{-2}$	97,5	2,5

1. táblázat folytatása

°C	°K	Δ°G	lg K	$\frac{p_{CO_2}}{p_{CO}}$	CO %	CO_2 %
1	2	3	4	5	6	7
			$1/4\ Mn_3O_4 + CO = 3/4\ Mn + CO_2$			
0	273	15 165	—12,07	$8{,}5 \cdot 10^{-13}$	100	—
200	473	15 121	—6,97	$1{,}07 \cdot 10^{-7}$	100	—
400	673	15 077	—4,89	$1{,}29 \cdot 10^{-5}$	100	—
600	873	15 023	—3,76	$1{,}74 \cdot 10^{-4}$	99,983	0,017
800	1073	14 989	—3,05	$8{,}91 \cdot 10^{-4}$	99,911	0,089
1000	1273	14 934	—2,57	$3{,}72 \cdot 10^{-3}$	99,63	0,37
			$MnO + CO = Mn + CO_2$			
0	273	25 361	—20,3	$5 \cdot 10^{-21}$	100	—
200	473	26 010	—12,05	$8{,}9 \cdot 10^{-13}$	100	—
400	673	26 658	—8,68	$2{,}1 \cdot 10^{-9}$	100	—
600	873	27 300	—6,84	$1{,}45 \cdot 10^{-7}$	100	—
800	1073	27 942	—5,69	$2{,}05 \cdot 10^{-6}$	100	—
1000	1273	28 595	—4,91	$1{,}23 \cdot 10^{-5}$	100	$1{,}2 \cdot 10^{-3}$



4. ábra. Néhány mangánérc CO—CO_2 gázkeverékben meghatározott termogravimetrikus görbéje (CO = 65 %) Tetsu-To-Hagane i. m. 7. ábra

manganozit (MnO) képződés 800°C-on fejeződik be, pl. Jokoku B és C. stb.

A braunit típusú érceknél a súlyveszteség 120°C-tól fokozatos, a MnO-képződés 800°C-on való befejeződéséig (Shibetsu).

Az Oshima érc esetében leolvasható a mangánkarbonát bomlása 450°C körül, majd 500—600°C között az oxidok redukciója, 800°C körül pedig a $CaCO_3$ bomlása.

A vizsgált magánércek ásványi összetételét a *2. táblázat* tartalmazza.

A CO-gázzal való redukciónál különösebb eltérés az α- β- γ- és δ-MnO_2-módosulatokra nem volt megállapítható. Említésre méltó viszont, hogy a kis hőmérsékletű redukció termékeként kapott manganozit (MnO) a szabad levegőn nem volt stabil CO-gázáramban való lehűtés után, mert szűrőpapírra való helyezéskor olyan heves oxidáció lépett fel, hogy a MnO alatt levő szűrőpapír meggyulladt.

A visszaoxidálódás mértékének megállapítására γ-MnO_2 500, 600 és 700°C-on való redukciójának terméke szolgált, amelyet CO áramban hűtöttek. A lehűtött anyag a levegőn oxidálódott, mégpedik annál nagyobb mértékben, minél kisebb hőmérsékleten történt a redukció *(5. ábra)*. Az újra oxidált manganozitok röntgendiffrakciós vizsgálatáról *(6. ábra)* leolvasható, hogy csak 700°C feletti redukciónál nyerhető tökéletesen kristályos és levegőn megközelítőleg stabil MnO.

Az egyes mangánércek 400°C feletti CO-val való redukciójánál C-kiválás miatti súlygyarapodás volt észlelhető, mégpedig az indiai érc kivételével a lerakódott C mennyisége a vastartalom szerint nőtt vagy csökkent *(3. táblázat)*. Ez is igazolja *Baukloh* [3] ama megállapítását, hogy a Boudoard reakcióra a vasnak katalitikus szerepe van. Viszont azt is meg kell jegyezni, hogy egyes nyers mangánércfajtáknál, pl. ausztráliai, valamint a pörkölt mangánérceknél C-lerakódást egyáltalán nem észleltek, bár jelentős volt a vastartalmuk.

A vasoxidok és mangánoxidok CO-val való redukciója közti különbséget a *7.* és *8. ábrák* szemléltetik. Ezekből megállapítható, hogy a vegytiszta mangánoxidok a nagyolvasztóban uralkodó körülmények között könnyen redukálódnak MnO-ig, a Mn színítése már lényegesen szélesebb.

A mangánércek CO-val végzett redukciós vizsgálataiból az alábbi következtetések vonhatók le:

2. táblázat

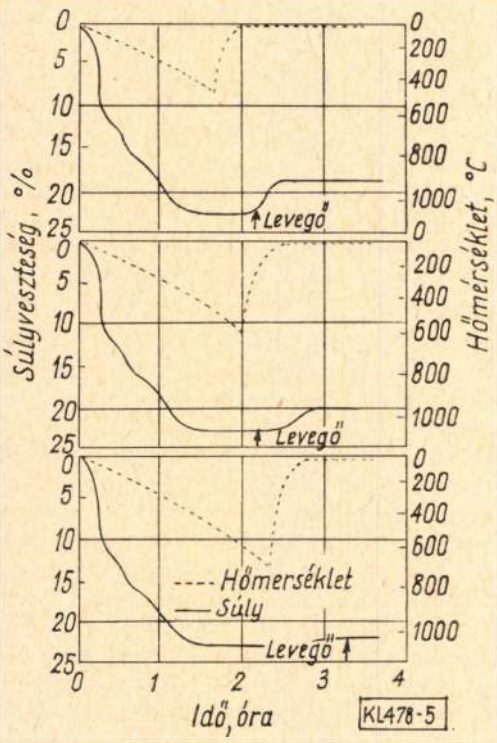
Mangánércek ásványi összetétele

Ércfajta	αMnO_2	βMnO_2	γMnO_2	δMnO_2	MnO·OH	Mangán hidroxid	$3\,Mn_2O_3 MnSiO_3$	αMn_2O_3	βMn_3O_4	γMnO	$\delta MnCO_3$	SiO_2	$CaCO_3$
Indiai kiváló minőségű érc	+ +	+ +		ny	+ +		?					+	
Indiai gyenge minőségű érc	+	+ +	+	+	+ +	ny	+ +						
Délafrikai kiváló minőségű érc	+ +					+	+						
Délafrikai gyenge minőségű érc	+			+			+					+	
Brazíliai	+	+ + +	+	+	+								
Ghanai		?	+ + +	?								+	
Indonéziai	+	+ + +		+	+ +							+	
Ausztráliai	+	+	+				?						
Yakumo (A) érc								ny	+ +	+		+ +	
Oe (különleges)									+ +	+			
Oe (közönséges)								+ +			+	+ +	
Jokoku (B)								+ + +	+ +			+	
Jokoku (C)								+ +				+ +	
Jokoku (pörköletlen)											+ + +	+ +	
Kokko	+			+		ny							
Oshima				+ +		+	ny				+ +	+	+
Shibetsu				ny			+ + +						
Tiszta, összehasonlító MnO_2													

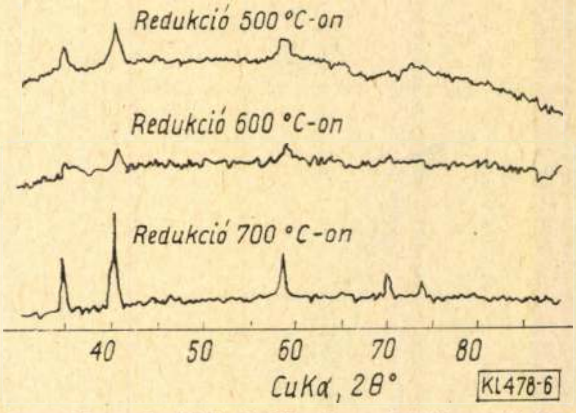
+, + +, + + + = az ásványokban az adott alkotók mennyiségét jelölik

1. Az α-, β-, γ- és δ-MnO_2-módosulatok redukálhatósága között lényeges különbség nem figyelhető meg.

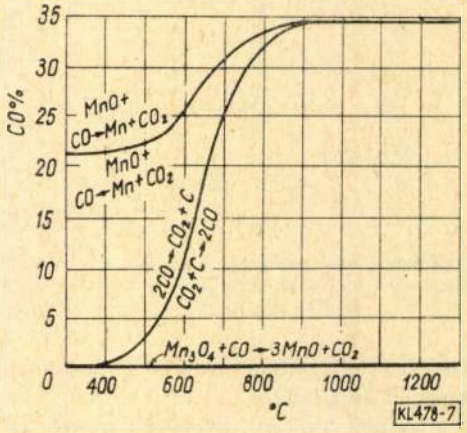
2. CO-gázzal valamennyi mangánoxidféleség kis hőmérsékleten és igen kis CO koncentrációnál MnO-vá redukálható, viszont CO-gázzal a MnO gyakorlatilag nem színíthető.



5. ábra. A MnO_2 TG görbéinek alakulása CO-val való redukció és levegőn való újraoxidálódás hatására különböző hőmérsékletekről CO áramban való visszahűtés esetén. Tetsu-To-Hagane: i. m. 9. ábra



6. ábra. A különböző hőmérsékleteken redukált, majd visszahűtés után újraoxidált manganozit (MnO) röntgendiffrakciós vizsgálata. Tetsu-To-Hagane i. m. 9. ábra

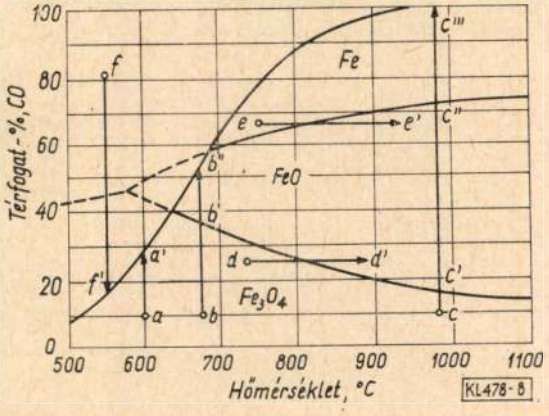


7. ábra. Mangánoxidok redukciója CO-dal. Gumz: Gáztermelő és nagyolvasztó. London, 1950. 199. old. 43. ábra

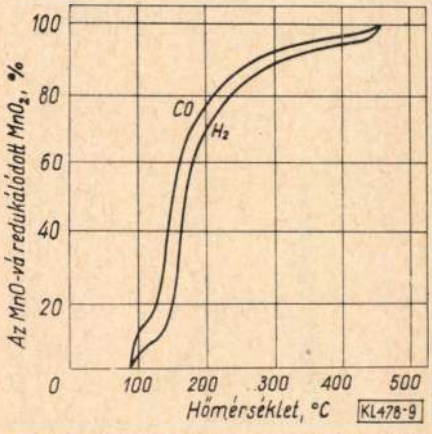
3. táblázat

Összefüggés a kivált C mennyisége, a hőmérséklet és a Fe-tartalom között különböző mangánércfajtáknál

Mangánérc megnevezése	Kivált C, mg/500 mg érc — Hőmérséklet, °C							Fe, %
	~400	~450	~500	~550	~600	~650	~700	
Oshima	6	13	17	21	13	12	—	10,08
Indiai kiváló minőségű	—	10	18	6	—	—	—	5,07
Délafrikai gyenge minőségű	—	10	15	17	9	6	—	10,19
Indiai gyenge minőségű	10	19	10	—	—	—	—	10,49
Délafrikai kiváló minőségű	—	10	11	10	10	10	8	8,87
Indonéziai	—	5	6	9	8	8	7	3,81
Ghanai	—	5	7	6	5	4	—	3,17



8. ábra. Fe—O—C rendszer reakcióiban szereplő gázfázis összetételének a hőmérséklettel való változása. Széki—Horváth: Általános Kohászattan. 297. old. 135. ábra



9. ábra. A MnO_2 redukciója CO-val és H_2-vel. Vaskohászati Enciklopédia. Nyersvasgyártás 191. old. 83. ábra

3. A kis hőmérsékleten való redukciótermékként kapott MnO szabad levegőn nem marad stabil. A 700°C feletti hőmérsékleten kapott MnO viszont meglehetősen stabil marad szabad levegőn is.

4. Egyes mangánércek CO-val való redukciója során karbon-lerakódás figyelhető meg, s általában annál nagyobb mértékben, minél nagyobb a Mn-érc Fe-tartalma.

Redukció hidrogénnel

A Mn-O-C rendszerhez teljesen hasonló folyamatok mennek végbe a Mn-O-H_2-rendszerben is [4]. Vagyis a MnO_2, Mn_2O_3 és Mn_3O_4 aránylag kevés H_2-t tartalmazó gázzal MnO-vá redukálható *(9. ábra)*.

Az egyes mangánoxid-féleségek hidrogénnel való redukciójánál az alábbi folyamatok játszódhatnak le [5]:

$$2\,MnO_2 + H_2 = Mn_2O_3 + H_2O + 40\,400 \text{ cal/mól} \quad (12)$$

$$\lg K = \lg \frac{p_{H_2O}}{p_{H_2}} = \frac{18\,310}{T} - 1{,}956 \lg T + 9{,}094$$

$$3\,Mn_2O_3 + H_2 = 2\,Mn_3O_4 + H_2O + 24\,000 \text{ cal/mól} \quad (13)$$

$$\lg K = \frac{14\,110}{T} - 1{,}956 \lg T + 9{,}591$$

$$Mn_3O_4 + H_2 = 3\,MnO + H_2O + 1800 \text{ cal/mól} \quad (14)$$

$$\lg K = \frac{1270}{T} - 1{,}054 \lg T - 0{,}503 \cdot 10^{-3} T + 12{,}398$$

$$MnO + H_2 = Mn + H_2O - 34\,200 \text{ cal/mól} \quad (15)$$

$$\lg K = -\frac{15\,780}{T} - 1{,}956 \lg T + 8{,}986$$

A MnO_2-nek hidrogénnel való redukciójánál az egyensúlyi állandó logaritmusának értéke a hőmérséklettel az alábbi értékek szerint változik:

Hőmérséklet K°	lg K
500	40,7
600	33,9
700	29,45
800	26,09
900	23,36
1 000	21,35

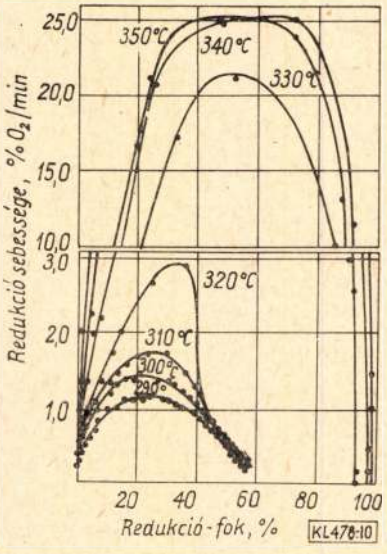
Az egyensúlyi állandó igen nagy értékéből megállapítható, hogy egyensúlyi állapotban csak H_2O van, tehát a redukáló hidrogéngázt 100%-ban kihasználhatjuk. Közel azonos eredményeket kapunk a Mn_2O_3 és Mn_3O_4 esetében is, ami azt jelenti, hogy MnO-ig való redukció esetében a H_2 gáz 100 %-ban kihasználható.

A MnO-nak H_2-vel való redukciójánál lg K értéke a szóban forgó hőmérsékleteken erősen negatív. Ennélfogva a mangánoxid H_2-vel jelentős mértékben csak úgy redukálható, ha a p_{H_2O} értékét nulla körül tartjuk, azaz a redukció termékeként keletkező vízgőzt azonnal elvonjuk a rendszerből.

A szóban forgó mangánoxidok hidrogénáramban való reakciókinetikáját *Asin* és *társai* vizsgálták [6]. A vizsgálatokhoz $Mn(NO_3)_2\ 6H_2O$-nak 200°C-on való izzításával nyert MnO_2 szolgált. Az

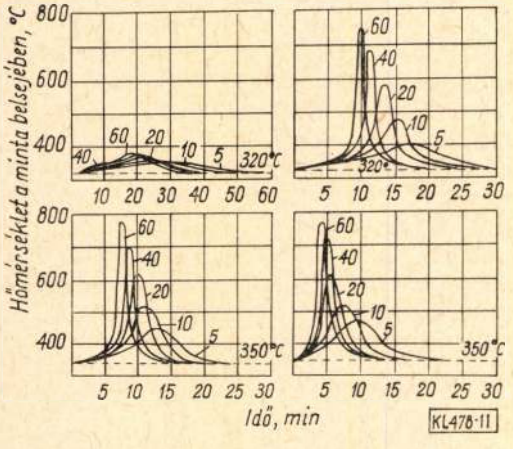
Mn_2O_3-at a MnO_2-nek 650°C-on, az Mn_3O_4-et pedig a Mn_2O_3-nak 1050°C-on való izzításakor kapják.

A *10. ábrából* megállapítható, hogy a MnO_2-nek H_2-vel való redukcióját a hőmérséklet növelése gyorsította, még pedig 320 °C-ig egyenletesen, 330°C-on és afelett pedig ugrásszerűen (mintegy öngyulladás), bár 320°C-ig is megfigyelhető az autokatalízis. A szóban forgó kísérletsorozatnál a gázáram sebessége 20 l/ó.

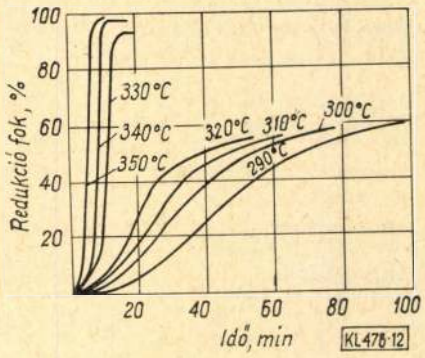


10. ábra. A MnO_2 hidrogénnel való redukciójának sebessége a hőmérsékletnek és a redukció fokának függvényében. Asin Izv. VUZ. Cser. Met. 1964. 1. 5—12. old. 2. ábra

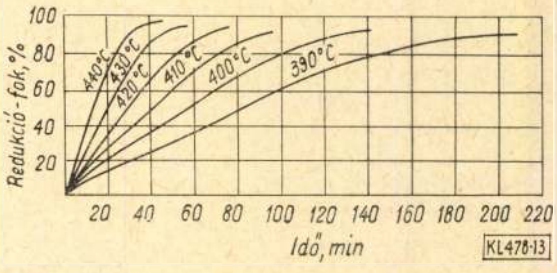
A *11. ábráról* leolvasható, hogy a gázáram sebességének növelése ugyanazt a hatást fejti ki, mint a nagyobb hőmérséklet. Ennek oka, hogy kis gázáramlási sebességnél a redukció termékeként keletkező H_2O pillanatnyi parciális nyomása megnő, s emiatt a reakció lelassul. Leolvasható még, hogy a minta belsejében mért hőmérséklet csúcsértéke függ a kiinduló hőmérséklettől is. Míg a minta belsejében mért hőmérséklet 320°C kezdő hőmérsékletnél 60 l/ó hidrogén áramlási sebesség mellett



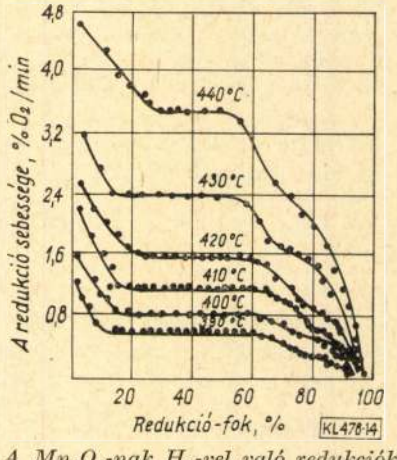
11. ábra. A hőmérséklet változása a MnO_2 minta belsejében az idő, a kiinduló hőmérséklet és a H_2 áramlási sebesség függvényében. (A görbék melletti számok a H_2 áramlási sebességét mutatják l/ó-ban.) Asin i. m. 3. ábra



12. ábra. A MnO_2-nek H_2-vel való redukciója az idő és a hőmérséklet függvényében. Asin i. m. 1. ábra



13. ábra. A Mn_2O_3-nak H_2-vel való redukciója az idő és a hőmérséklet függvényében. Asin i. m. 4. ábra



14. ábra. A Mn_2O_3-nak H_2-vel való redukcióképessége a redukciófok és a hőmérséklet függvényében. A H_2-áram sebessége 20 l/ó. Asin i. m. 5. ábra

388°C csúcsértékre nőtt, addig ugyanazon érték 340°C kiinduló hőmérsékletnél és az előbbivel azonos hidrogén áramlási sebesség mellett 780°C volt. Látható továbbá a *12. ábrán*, hogy a MnO_2-nek H_2-vel való redukciója maximális sebességgel egyideig folytatódik, majd a reakció sebesség csökken. A 330—350° C hőmérsékleten elkezdett kísérletnél a redukciós folyamat az önmelegedés folytán elérte a 93,5—99,0%-os redukció fokot, amely a kezdő hőmérséklettel törvényszerűen nőtt egészen a tiszta MnO-ig.

A Mn_2O_3-nak H_2-vel való redukciós kísérleteit 390—440°C hőmérsékleti tartományban a *13.* és *14. ábrák* szemléltetik. Leolvasható, hogy a legnagyobb reakció-sebesség a kísérlet kezdetén mutatkozik, majd csökken a 15—20% redukciófokig. Ezután állandó szint következik. Az 55—65% redukciófok elérése után a redukció sebessége újból csökkenni

kezd. A 100% redukciófok megközelítésével a folyamat majdnem teljesen megszűnik. A hőmérséklet növekedésével ez a közelítés sokkal teljesebbé válik.

A 14. ábrán ismertetett görbék egyes szakaszait megvizsgálva tájékoztató jelleggel az a következtetés vonható le, hogy a Mn_2O_3 mennyiség állandóan kisebb lesz, hiszen Mn_3O_4 keletkezik a

$$Mn_2O_3 \xrightarrow{H_2} Mn_3O_{4+0,2}$$ összefüggés szerint.

Az állandó sebességű szakasz feltételezhetően megfelel a Mn_3O_4-ben oldott oxigén-elvonásnak, illetve a Mn_3O_4-nek O_2-vel telített MnO-vá való átalakulásának. A feltételezett reakció egyenletek

$$Mn_3O_{4+0,2} \xrightarrow{H_2} Mn_3O_4$$

$$Mn_3O_4 \xrightarrow{H_2} MnO_{1+0,15}$$

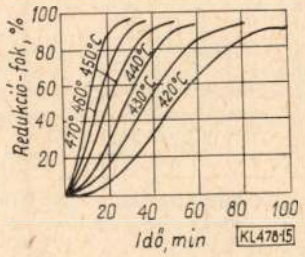
(Az egész számokhoz hozzáadott tizedestört oxigénatomok feltételesen jelzik a sztöchiometriai összetételtől való ama eltérést, amely az oxigénnek a mangánoxidokban való oldódásából származik.)

Az utolsó szakasz a MnO-ban oldott oxigén redukciójánál fellépő reakció sebességének nagymérvű csökkenésével jellemezhető

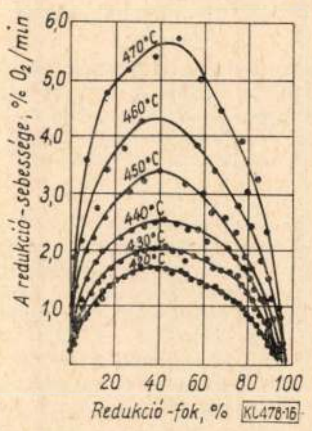
$$MnO_{1+0,15} \longrightarrow MnO$$

A Mn_2O_3-nak H_2-vel való redukciójánál a minta belsejében hőmérsékletnövekedés alig volt.

A *15.* és *16. ábrákról*, amelyek a Mn_3O_4-nek H_2-vel való redukciójának reakciókinetikai vizsgálatát szemléltetik, a minta belsejében való hőmérséklet növekedést nem lehet leolvasni. A nagyobb hőmérsékleten a végtermékben több MnO található.



15. ábra. A Mn_3O_4-nek H_2-vel való redukciójának sebessége a redukciófok és a hőmérséklet függvényében. (H_2-áram sebessége 20 l/ó.) Asin i. m. 6. ábra



16. ábra. A Mn_3O_4-nek H_2-vel való redukciósebessége a redukciófok és a hőmérséklet függvényében. (A H_2-áramlás sebessége 30 l/ó.) Asin i. m. 2. ábra

A *4. táblázatból* leolvasható, hogy minél nagyobb a H_2-vel elvonandó O-atomok mennyisége, annál kisebb hőmérsékleten és annál nagyobb sebességgel folyik le a H_2-vel való redukció. Így 350°C kezdő hőmérsékletnél a MnO_2-vel való redukciója MnO-ig 9 perc alatt végbemegy. Ennek oka, hogy a reakció erősen exotermás, s a mintában önhevülés áll elő, azaz a szóban forgó kezdő hőmérséklet mellett a belső hőmérséklet 800°C-ot is elérhet. Nagyobb kiinduló hőmérséklet mellett a H_2-vel redukáló MnO_2 önhevülése is nagyobb lehet.

4. táblázat

A különböző mangánoxidoknak (MnO_2, Mn_2O_3 és Mn_3O_4) hidrogénnel MnO-ig való redukciója során elvonandó oxigénatomok száma, a redukció hőmérséklete és a reakció lefolyásának időtartama

Kiinduló anyag	Elvonandó oxigén atom	Hőmérséklet, °C	A redukció lefolytatásához szükséges idő, perc
MnO_2	1	350	9
Mn_2O_3	$\frac{1}{2}$	440	43
Mn_3O_4	$\frac{1}{3}$	470	30

Általában a ferromangánnak nagyolvasztóban való gyártásánál még erős vízbefecskendezés és nagy elegyszint mellett is a torokhőmérséklet 400—500°C között van, de az elegyszint alatt közvetlenül már a 800—1000°C-os zóna megtalálható. Elkerülhetetlen, hogy a hűtésre beadagolt víz egy hányadából izzó koksszal kerülve érintkezésbe CO és H_2 ne keletkezzék, amely főképp az elegy MnO_2-tartalmát nagy hőfejlődés közben MnO-vá redukálja, a H_2 egy része pedig a kohógázzal együtt távozik. A kohógázzal együtt eltávozó H_2-mennyiséggel arányosan nő a kokszfogyasztás is.

Erősen intenzív kohójárat, alacsony elegyszint, vagy akadozó kohójárat miatti zuhanás eredményeképpen 1000°C körüli hőmérséklettartományba kerülhet a nyers mangánérc és a víz, amikor is az izzó kokszon redukálódott H_2 és MnO_2 termikus disszociációjából származó oxigén hevesen reagálhat egymással, aminek szélső esetben heves gázlökések stb. lehetnek a következményei.

Az *5. táblázat dr. Horváth Z.* számításai szerint azt mutatja, hogy a nagyolvasztóban a hidrogénképződés lehetősége mindenütt megvan, mert $\frac{p_{H_2}}{p_{H_2O}}$ maximális értéke minden hőmérsékleten nagyobb, mint 1. A nagyolvasztói viszonyok között a hidrogén 600°C közelében keletkezhet a legkisebb mennyiségben, ezalatti hőmérsékleten pedig a reakció sebessége kicsi. 600°C felett azonban a hidrogénképződés lehetősége igen nagy.

Levonható következtetések

1. A MnO_2, Mn_2O_3 és Mn_3O_4-et a hidrogén igen kis hőmérsékleten MnO-vá redukálja, viszont MnO nem színíthető gyakorlatilag H_2-vel.

5. táblázat

$\frac{p_{H_2}}{p_{H_2O}}$ értéke különböző hőmérsékleten és különböző $\frac{p_{CO}}{p_{CO_2}}$ viszonynál a nagyolvasztóban uralkodó körülmények között

Hőmérséklet		$\frac{p_{CO}}{p_{CO_2}}$	$\frac{p_{H_2}}{p_{H_2O}}$
°C	°K		
200	473	2,42	
400	673	2,22	22
600	873	2,54	5,4
800	1073	9,63	10,5
1000	1273	70,5	43,5
1200	1473	175,5	73,5
1400	1673	391,00	124,00
1600	1873		

2. A MnO_2-nek H_2-vel való redukciója erősen exotermás, ennek következtében a kohótorokban igen tetemes hőfejlődéssel kell számolni. A hőelvonásra beadagolt vízmennyiség pedig a torokgáz H_2-tartalmát, s ezáltal a kokszfogyasztást növeli.

Akadozó kohójárat esetén a kohógázban a H_2 és a MnO_2 termikus disszociációjából származó O_2 koncentráció olyan értéket is elérhet, hogy komolyabb zavarokkal is lehet számolni.

A Mn_2O_3 és Mn_3O_4-nek H_2-vel való redukciója már kevésbé exotermás, s éppen ezért adagolása már nem okoz számottevő nehézséget. Viszont a MnO_2-nek a klasszikus adagolásától lehetőleg el kell tekinteni, s a kohóba ott bejuttatni, ahol a fejlődő, s a kohósítást nehezbítő hő nem ártalmas, hanem hasznos, pl. kohó fúvósíkja, ahol a MnO_2 termikus disszociációja révén lehasadó oxigén úgy hasznosulhat, mintha a befújt levegőt oxigénben dúsítottuk volna.

IRODALOM

[1] *Pilter:* Mangánércek termikus disszociációja. Kohászati Lapok, 1967. 151. old.
[2] *Jagihashi* és *tsai:* A mangánércek tulajdonságainak és redukálhatóságának tanulmányozása. Tetsu-To-Hanage (Overseas) 1964. 1. 11—19. old.
[3] *Baukloh:* Metallwirtschaft, 1940. 463. old.
[4] Vaskohászati Enciklopédia: Nyersvasgyártás, 1955. 191. old.
[5] *Geld—Jeszin:* Nagyhőmérsékletű redukciós folyamatok. 1947. Mangán, II. fej.
[6] *Asin—Rosztovcev:* A mangánoxidok H_2-vel való redukciójának kinetikája. Izv. VUZ. Cser. Met. 1964. 1. 5—12. old.

Műszaki és gazdasági hírek

Hosszúra nyúlt viták után 1967. július 28-án Angliában *államosították a vas- és acélkohászatot.* Az állami tulajdonba került tizennégy vállalat a belföldi vas- és acéltermelésnek több, mint 90%-át szolgáltatja, évi termelési értékük nem esik messze az egy milliárd fontsterlingtől. A nálunk is ismertebb államosított vállalatok között megemlíthetjük a Colvilles, Consett, English Steel, Lancashire Steel, Richard Thomas and Baldwins, Steel Company of Wales, Stewart and Lloyds és United Steel vállalatokat. (R)
Steel Times, 1967. 5167.

*

A nyugatnémet Schloemann cég által gyártott *durvalemez-hengersort* üzembehelyezték a japán Kawasaki Acélmű Mizushima üzemegységében. Az új mű berendezéseinek teljes súlya több mint 6000 tonna, egyik fő érdekessége a max. 40 mm vastag durvalemezek szélezésére alkalmas ikervágósor. (R)
Steel Times, 1967. 5167.

*

A Mannesmann-művek huckingeni acélművében július első napjaiban helyezték üzembe a vállalat által épített *folyamatos lapostuskó-öntőművet*, mely 2100 mm széles és 250 mm vastag tuskók öntésére alkalmas, évi teljesítménye pedig kb. 1,2 millió t. A berendezés az LD acélműhöz kapcsolódik. (R)
Steel Times, 1967. 5167.

*

A portugál Siderurgia Nacional acélgyár 15 millió US dollár értékben *hidegszalag-hengerművet* rendelt egy angol gépgyártól. A hengermű két reverzáló hideghengerállványból és egy dresszirozó állványból fog állni, mindhárom berendezést ugyanaz a cég tervezte és gyártja. (R)
Steel Times, 1967. 5168.

*

A magántulajdonban maradt angol acélműveknek az *energiaügyi miniszter előzetes jóváhagyását* kell kérniük minden olyan beruházáshoz, melynek célja ötvözetlen acélból az évi termelési kapacitásnak 100 ezer t-nál nagyobb, ötvözött acélból pedig 20 ezer t-nál nagyobb fejlesztése. Korábban az ilyen engedély kiadására a Vas- és Acélügyi Főbizottság volt hivatott, ennek szerepe azonban az államosítás napján átszállt az energiaügyi miniszterre. (R)
Steel Times, 1967. 5168.

*

Az angol Skinnigrove kohómű egyik nagyolvasztója 1966 júliusa óta *olajbefecskendezéssel dolgozik.* A most közzétett adatok szerint a nagyolvasztó kokszfelhasználása 457 kg/t nyersvas alá csökkent, az olajfelhasználás átlagosan 62 kg/t. (R)
St. u. E. 1967. 12.

*

Az Egyesült Államokban a McLouth acélmű négy Concast S típusú *körives folyamatos tuskóöntőgépet* rendelt. Az öntőgépekben 1520, 1320, 1120, ill. 915 mm széles és egységesen 305 mm vastag lapostuskókat fognak karosszérialemez gyártásához önteni. A folyékony acélt 100 t-s adagokban kapják. A svájci Concast cég tervei alapján a berendezéseket a Schloemann és DEMAG cégek szállítják. (R)
St. u. E. 1967. 12.

*

A japán Kobe acélmű Nadahama üzemegységében üzembehelyezték a *harmadik oxigénes konvertert*, melynek befogadóképessége 80 t. A vállalat évi acélgyártási kapacitása az új létesítménnyel az eddigi 1,9 millió t-ról kereken 3 millió t-ra fog emelkedni. (R)
St. u. E. 1967. 12.

*

A novolipeczki vegyes kohóműben befúvatták a 2000 köbméter *hasznos térfogatú* 4. sz. *nagyolvasztót.* Az új kohónak két vascsapoló és két salakcsapoló nyílása van. A Nyugatszibériai Kohóműben szerelik a második *nagyolvasztót*, két új *ércdarabosító szalagot* és a harmadik *kokszoló kemencecsoportot.* Az irkuczki Kujbisev gépgyárban 10 t-s *ívkemencét* helyeztek üzembe erősen ötvözött acélok gyártására. A magnitogorszki kohómű új 2500 mm-es *lemezhengerművet* kap, ennek termékeivel látják el a Togliatti-ban dolgozó járműgyárat. A krivojrogi kohóműben épül a 8-ik *nagyolvasztó* 2700 m³ hasznos térfogattal. (R)
St. u. E. 1967. 13.

Automatán pontosan kovácsolt félgyártmányok minőségi előnyei a vízszintes kovácsológépeken gyártottakkal szemben*

KINCSES ISTVÁN okl. gépész- és kohómérnök,
Magyar Gördülőcsapágy Művek

DK 621.73.047+62—52 : 621.822

Bevezetés

A csapágyiparban a gyűrűalkatrészek, félgyártmányok kialakítását általában *vízszintes* kovácsológépeken végzik.

A vízszintes kovácsológépekbe a hengerelt vagy kovácsolt kiinduló anyagot rúdalakban adagolják, melyben a munkadarab két vagy három lépcsőben, viszonylag hulladékmentesen gyűrűalakot kap. A felhevített rúd oldalmegfogása után az első lépésben zömítés, illetve előlyukasztás, a második lépésben pedig kalibrálás, készrelyukasztás történik.

A csapágyipar újabban a termelékeny és *pontosan kovácsoló automatát* használja és az evvel készült gyártmány pontossága megköveteli, hogy a kiinduló húzott vagy hántolt alapanyag pontos méretű legyen. E pontos kovácsoló eljárásokkal a gyűrűs félgyártmány általában négy művelettel alakul ki, nevezetesen darabolással, zömítéssel, előlyukasztásos folyatással és kalibrálással egyidejű kilyukasztással.

A pontosan kovácsoló automata gyártmányainak minőségi előnyei minden szakembert érdekelnek, azonban valamennyi tényezőre nem lehet kitérni, hanem csak azokra, amelyek döntő jellegűek a kész gyártmányokra, vagyis a csapágyaknak jó, vagy rossz viselkedésére.

A helyes szemlélet kialakításához hozzátartozik az a tény is, hogy egy gyártmánynak a jóságát nemcsak a gyártási feltételek, hanem az üzemeltetési viszonyok is megszabják. Manapság igen sok kívánnivalót hagy maga után a készgyártmányok *helytelen felhasználása*. Elmondható ez a csapágyakra is, mert tapasztalatunk szerint a legtöbb panasz a csapágyakkal szemben az üzemeltetésükben mutatkozó szakértelem hiányosságnak tulajdonítható.

A minőség és a csapágy élettartamának összefüggése

A csapágy élettartamát a hibák gyakorisági eloszlásával szokás jellemezni. Ez lényegében olyan szám, amely %-osan megadja, hogy elég nagy kísérleti sorozatból hány csapágy ér el valamilyen meghatározott élettartamot, melynek valószínűségét *Weibull* és *Palmgreen* állapították meg; szerintük a csapágyak élettartamát növekvő terhelésen az

$$L=\left(\frac{C}{P}\right)^3$$

képlet adja meg, ahol

L a kifáradási határ, 10^6 fordulat/perc
C az előirányzott alapterhelés, melyet 10^6 fordulatig a vizsgált csapágyak 90%-a elvisel, kp
P a csapágyra alkalmazott terhelés, kp.

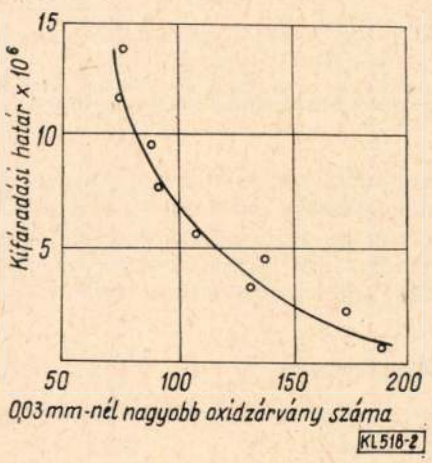
A szórások következtében nagyszámú csapágyat, de legalább 30 db-ot szórásvizsgálat alá kell vetni, hogy a szokványos két jellemzőt megkapjuk, éspedig

L_{10}-et, vagyis a vizsgált csapágyak 90%-ának elviselt élettartamát, amit még repedés nélkül feltüntetnek és

L_{50}-et, vagyis azt a fordulatszámot, amelyet a vizsgált csapágyak 50%-a repedés nélkül elviselt.

Laboratóriumi csapágy-élettartam vizsgálataink alkalmával azt tapasztaltuk, hogy a pontos kovácsoló automatán gyártott külső gyűrűkkel szerelt csapágyak élettartama a vízszintes kovácsológépen gyártottal szemben 20—70%-kal jobbnak bizonyult, illetve a számított élettartamhoz képest átlagosan 22% javulás adódott. Az értékeléshez a csapágy egyéb alkatrészeit és a szerelést változatlan tényezőként vettük számításba. Kísérletünk azt igazolta, hogy a csapágy élettartam-különbségét a rúdacél alapanyag melegalakításának különbségében kell keresni.

Más kutatók is megállapították, hogy a csapágyak élettartamát az acél gyártási eljárása, nyomelemei és nemfémes zárványtartalma, illetve különféle kiválásai alapvetően megváltoztatják. Több kutató a képlékeny alakításra kerülő acélrudak zárványtartalmát döntő jelentőségűnek tekintette. Az *1. ábra* mutatja az összefüggéseket az acél kifá-



1. ábra. Összefüggés az acél zárványtartalma és a belőle készült csapágyak kifáradása között

* 1967. március 2-án a debreceni Képlékenyalakítási Konferencián elhangzott előadás.

radási határa és a benne levő nagyméretű zárványok száma között.

Az acél zárványtípusai, a különféle oxidok, szilikátok, szulfidok és heterogén zárványok képlékeny melegalakítás közben a következő módon viselkednek.

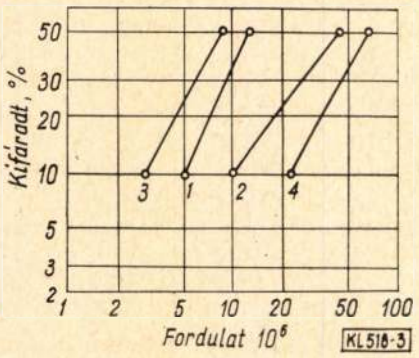
Az *oxidzárványok* gömbalakjuk miatt nem alakíthatók, az alakítás folyamán elcsúsznak és az anyag szálas elrendeződésében elhelyezkedve feszültségi állapotba kerülnek.

A *szilikátok* az oxidhoz hasonlóan viselkednek. Előfordulásuk nem gömbös, hanem sarkos, méretükben kisebb soros elrendezéssel ugyancsak feszültséghalmozó helyeket képeznek.

A *szulfidok* képlékeny zárványok, az acél melegalakítása közben alakjukat változtatják, megnyúlnak, sőt sok esetben aprózódnak is az intenzív alakítással. Az eddigi vizsgálatok azt igazolták, hogy e vékony és képlékeny szulfidzárványok kisebb hatással vannak a kifáradási repedések kiinduló helyeire, mint az oxid-, szilikát-, vagy egyéb zárványok.

A *heterogén* zárványok olyan speciális komplex zárványok, amelyek részben oxid-, részben szilikát- és szulfidzárványok. Ezek rendszerint úgy helyezkednek el, hogy középen az oxid-, vagy szilikátzárvány, körülötte pedig szulfid-ágyazat van.

A legtöbb kutató az oxidzárvány hatását vizsgálta az élettartamra. A *2. ábra* azt mutatja, hogy az acél oxidos zárványtartalma, ill. gyártási eljárása milyen összefüggésben volt 50 különféle csapágy laboratóriumi kifáradására.



2. ábra. Az acél gyártási eljárásának hatása a belőle készült csapágyak kifáradására

1. nagy oxidtartalom, 2. normális oxidtartalom savas SM-acél, 3. bázisos elektroacél, 4. bázisos elektroacél vákuum-ívfényben átolvasztva

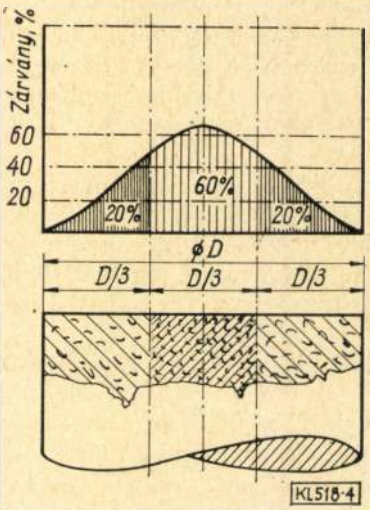
A különféle zárványok mennyisége utólagos átolvasztás hatására csökken, s a legrosszabb esetben a zárványok finomodnak. Egy 6309-es típusú csapágybelsőgyűrű fárasztóvizsgálata például az élettartam alábbi változásait mutatta:

Olvasztási mód	L_{10} $\times 10^6$	L_{50} $\times 10^6$
Levegőn átolvasztva	22	128
Egyszer átolvasztva	38	208
Kétszer átolvasztva	60	230
Ötször átolvasztva	77	310

Mint látható, az L_{10} határ minden átolvasztással nő és az ötödik átolvasztás után a levegőn olvasztott értéknek mintegy háromszorosára emelkedett. A levegőn végzett olvasztáshoz tartozó érték 22×10^6, ami önmagában is szokatlanul nagy érték, különösen ha összehasonlítjuk a katalógusban közölt $L_{10} = 10 \times 10^6$ értékkel. Az L_{50} érték is növekszik minden átolvasztás után, de növekedésének értéke kisebb, mint az L_{10}-nél tapasztalható.

Nyilvánvaló, hogy a *többszörös vákuum-ívfényes átolvasztás* adja a legnagyobb élettartam-javító hatást. Ezt igazolja a 2. ábrán bemutatott *Weibull*-féle diagram is, amely tényleges mérések alapján készült.

Külföldi és saját tapasztalataink is igazolták, hogy a rúdhengersorokon hengerelt csapágyalapanyagok keresztmetszetében a zárványok eloszlása inhomogén. A Magyar Gördülőcsapágy Művek laboratóriumában 1961—1963 között végzett ezirányú vizsgálataink eredményét a *3. ábra* mutatja. A vizsgálattal megállapítottuk, hogy a zárványok fő jellege oxidos és hogy nagy többségük, mintegy 60% a rúd belső 1/3 részében foglal helyet, míg a külső 1/3—1/3 — kéregnek tekinthető — részben a maradék 40% zárvány mutatható ki.



3. ábra. Zárványok megoszlása GO3 minőségű, 30—50 mm átmérőjű hengerelt rúdacélok keresztmetszetében

A talált eredmények annyira ismertté váltak, hogy ma már az NDK és Magyarország szállításközi műszaki feltételeibe, a zárványeloszlás mutatóihoz a rúd külső 1/3 rétegében egy fokozattal szigorúbb értéket fogadunk el az általános szabványelőíráshoz viszonyítva.

A vizsgálatok során azt találtuk, hogy a vízszintes kovácsológép gyártmányaiban az összes belső zárványtartalom megmarad, míg a pontos kovácsoló automatán a zárványok száma lényegesen csökken.

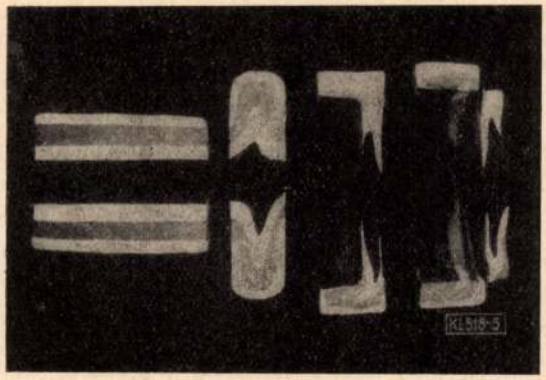
A gyártási eljárás és a zárványok eloszlásának összefüggése

Kísérletet végeztünk a képlékenyalakítás követésére olyan gyurmából, amelynek többbrendbeli rétegeződése lehetővé tette a száliránynak és a már

elmondott dúsabb zárványréteg alakulásának megfigyelését.

A belső, veszélyes 1/3 részből az alakítószerszám irányításának megfelelően a zárványok a csapágy-gyűrűbe kerülnek, tehát bennemaradnak a gyűrű keresztmetszetében és ez káros az élettartamra.

A gyurmás alakváltozási kísérleteket nemcsak a vízszintes kovácsológépekkel, hanem az *AMP-30* és *GH-50* típusú kovácsoló automatákon is elvégeztük. A *4. ábra* folyási vonalai bizonyítják, hogy a sikeres technológia következtében a kiinduló rúd belső magja (fekete gyurma) nem jut a gyűrűs részbe, hanem lyukasztáskor a fenékhulladékkal távozik, s így nem zavar a továbbiakban. A metallográfiai—mechanikai módszerek is kimutatják a pontos kovácsológép gyártmányaiban ezt a minőségjavulást, nevezetesen azt, hogy azonos tömegre vonatkoztatott vizsgálattal az egységnyi tömegű gyűrű zárványtartalma kb. 10%-kal kisebb, mint az egységnyi tömegű rúdé.



4. ábra. Anyagfolyási vonalak csapágy-gyűrű AMP-30 típusú automata géppel végzett kovácsolása után

Olyan vizsgálatsorozatot is végeztünk, melylyel az *AMP-30*, valamint a *GH-50* típusú pontos kovácsológép hasznosítható termékeit, gyűrűit és fenékhulladékait hasonlítottuk össze. Vizsgálatainkat kiegészítettük a GKM típusú vízszintes kovácsológépről lekerült gyűrűk vizsgálataival, a reális kiértékelés céljából. A vizsgálat terjedelmét az *1. táblázat* tartalmazza.

1. táblázat

Vizsgált munkadarab	Géptípus	Darabszám
6204 típus		
külsőgyűrű	AMP-30	200
fenékhulladék	AMP-30	200
6309 típus		
belsőgyűrű	GH-50	200
fenékhulladék	GH-50	200
1309 típus		
külsőgyűrű	GKM	50

A megvizsgált keresztmetszet a gyűrűk teljes szelvénye, a fenékhulladékok 2,5 mm és 15 mm mély szelvénye volt. A zárványokat az MSZ 2668 szerinti Jernkontoret-skála alapján vizsgáltuk és az értékelést az MSZ 17789 alapján végeztük. Főként 8—1 és 12—1 skálájú oxidzárványokat, valamint 4—1 skálájú szulfidzárványokat találtunk, ami a szabványos előírásoknak megfelel, de tapasztaltunk olyan egyedi oxidokat is, amelyek nagysága a szabvány szerint nem megengedett. Az eredményeket számszerűen a *2. táblázat* foglalja össze.

2. táblázat

Vizsgált munkadarab és munkagép típusa	Előfordulási %	
	Oxid zárvány ∅ μm	
	10—20	20—60
GKM		
1309 külsőgyűrű	12	8
AMP		
6204 külsőgyűrű	4	0
fenékhulladék	12	14 (15 mm mélységben)
GH		
6309 belsőgyűrű	2	10
fenékhulladék	8	12 (15 mm mélységben)

A táblázat eredményei is azt igazolják, hogy a két gyártási mód között a minőségi előnyt elsősorban a kisebb zárványtartalommal lehet magyarázni.

Az eddigiek azt igazolták, hogy az oxid-, ill. szilikát-zárványok és nagyságuk döntő mértékben szabja meg a csapágyak élettartamát olyan módon, hogy a szemnagyságuk szerint következnek be a károsodás előjelei. Sajnos, az alapanyagok vizsgálatával nem lehet e zárványok előfordulási helyét, alakját és nagyságát egyértelműen meghatározni, mivel csak egy-egy hosszirányú síkmetszet lehet az elemzésnek az alapja, mint elfogadott vizsgálati módszer. A szakemberek részére többet jelentene, ha a zárványmeghatározást nem a jelenleg ismeretes síkmetszetes eljárással, hanem az acéltérfogat egységére vonatkoztatott zárványtartalommal tudnánk jellemezni és mérni. Lényegében az itt megállapított tényeket is csak igen nagyszámú kísérlettel lehetett megmagyarázni, tehát érthető, ha a csapágy-élettartam összefüggéseit csak összetetten és a csapágygyártás, valamint felhasználás közben jelentkező tulajdonságok vizsgálatával lehet jól meghatározni.

Hulladék hasznosítás

A pontos kovácsológép nagy hulladékveszteségének csökkentése érdekében célszerű a hulladékot megvizsgálni és értékelése után dönteni a további felhasználásról. Van lehetőség arra, hogy a pontosan kovácsolt gyártmány hulladékát még mindig felhasználjuk gyűrűs gyártmánynak, ha felzömült belső harmada nem futott ki a kerülethez. Ezt ter-

mészetesen csak rendszeres vizsgálattal lehet minden rúd- és belőle készült gyűrű-átmérőre eldönteni. A gyakorlatban leginkább mégis az a legcélszerűbb eljárás, ha a pontosan kovácsolt darabok fenékhulladékait az acélmű többszöri átolvasztással, vagy esetleg vákuumos kezeléssel megjavítja, és csapágygyártásra újból alkalmassá teszi.

Összefoglalás

Összegezve a két gyártási eljárást, megállapíthatjuk, hogy a csapágyacél belső zárványtartalma kedvezőbben alakul a pontos kovácsolással, mint a hagyományos kovácsoló gépekkel végzett melegalakítással.

Műszaki és gazdasági hírek

A Nyugat-szibériai Mélymedence szélén szovjet geológusok *gazdag földgáztelepet* találtak. Az első fúrólyuk napi termelése 1 millió m³, a teljes készletet 70 milliárd m³-re becsülik. A gázkészlet a norilszki kohókombinát energiaszükségletét hosszú évekre fedezni tudja. (R)

St. u. E. 1967. 12.

*

Franciaországban két új 160 t-s *Kaldo-konvertert* építenek, a svédországi Oxelösund-ban pedig a meglevő 130 t-s Kaldo-berendezéseket *cserélhető konverteresekre* átépítik. Ezzel a két utóbbi berendezés teljesítménye 70%-kal fog nagyobbodni. (R)

St. u. E. 1967. 13.

*

Az olaszországi Odolo-ban levő acélmű szerződést kötött a német DEMAG vállalattal két *négyszálas, körös folyamatos öntőgép* szállítására. A berendezések 75—130 mm élhosszúságú négyzetbugák öntésére lesznek alkalmasak. 22 t súlyú ötvözetlen és ötvözött acéladagok felvételére készülnek, üzembehelyezésük várható időpontja 1968. (R)

St. u. E. 1967. 13.

*

Az NSZK *nagyolvasztóinak számbeli megoszlása* 1964—1966 között (R):

1964		1965		1966	
Összesen	Üzemben	Összesen	Üzemben	Összesen	Üzemben
147	113	145	104	141	86

St. u. E. 1967. 9.

*

Az NSZK *nyersacéltermelése* 1963—1966 között 1000 t-ban (R):

Termék	1963	1964	1965	1966
Thomas-acél	12 440	12 239	10 811	9 795
SM-acél	14 017	16 836	15 805	13 762
Oxigénes acél	2 453	5 226	7 035	8 653
Elektroacél	2 647	2 998	3 137	3 090
Egyéb acélfajta	41	40	33	15
Összesen ...	31 597	37 339	36 821	35 316

St. u. E. 1967. 9.

*

Az NSZK *acélgyártó kemencéinek számszerinti megoszlása* 1964—1966 között (R):

Kemencetípus	1964		1965		1966	
	Összesen	Üzemben	Összesen	Üzemben	Összesen	Üzemben
Thomas konverter	65	51	58	50	58	49
Oxigénes konverter	18	13	18	14	22	18
SM kemence	189	131	182	119	173	93
Elektrokemence .	185	163	185	164	190	165
Egyéb kemence ..	4		2		2	

St. u. E. 1967. 9.

*

Franciaországban, Gandrange-ban üzembehelyezték az 1964-ben alapított üzem *első rúdhengersorát*. Úgy számítják, hogy 1969-ben tudják üzembehelyezni az évi 1,6 millió t kapacitású oxigénes konverterüzemet, az előnyújtósort és a bugasort. 1971-ig az acélgyártási kapacitást évi 2,6 millió t-ra akarják felfejleszteni. (R)

St. u. E. 1967. 9.

*

Pakisztán *első vegyes acélművét* a japán Kobe vállalat építette, évi acéltermelésének végleges kifejlődésében 250 ezer t-t kell elérnie. Most az első SM-kemencét helyezték üzembe, az első hengersor beindítása már nem sokáig várat magára. (R)

St. u. E. 1967. 9.

*

Szovjet segítséggel *új acélmű épül* az indiai Arkonam közelében. A mű elektroacélműből, folytonos bugaöntő berendezésből és rúdhengersorból fog állni. Első kiépítési fokozatában évi 50 ezer t bugagyártási kapacitása lesz, melyet később évi 200 ezer t-ra lehet majd fejleszteni. (R)

St. u. E. 1967. 9.

*

A japán Sumitimi cég azt tervezi, hogy 450—1170 mm átmérőjű *acélcsövek gyártására* évi 180 ezer t kapacitású csőhegesztő üzemet épít. (R)

St. u. E. 1967. 9.

*

A *nyugatnémet Mannesmann* vállalat 25 ezer t *acélcső szállítására* kapott megrendelést a transziráni olajvezeték-építő vállalattól. A csövek átmérője 1000 és 1050 mm lesz. (R)

St. u. E. 1967. 9.

Hengerelt szerelvények fajlagos keresztmetszeti modulusza

Dr. GONDÁR JENŐ egyetemi tanár, Budapesti Műszaki Egyetem

DK 621.771.26 : 620.174 : 658.5

Alapösszefüggések

Az acélszerkezetekhez jelentős mennyiségben felhasznált I- és U-tartókkal ma már egyre sűrűbben foglalkozik a szakirodalom. Előtérbe került az a probléma, hogy a szóbanlevő tartókkal milyen messzemenő anyagtakarékosságot lehet elérni.

Legutóbb *Pókos István* vékonygerincű I- és U-tartókra vonatkozó cikkében [1] vizsgálja a hajlításnak kitett tartók $\frac{K}{G}$ és $\frac{K}{F}$ viszony-számait.

A fenti összefüggésekben

K a hengerelt szelvény keresztmetszeti tényezője, cm^3

G a szelvény fm-súlya, kg/m és

F a szelvény keresztmetszete, cm^2.

Ezeket a viszonyszámokat *Pókos* gazdasági mutatónak, illetve racionális jósági foknak nevezi.

A $\frac{K}{G}$ gazdasági mutató azonban semmiképpen sem mutat abszolút gazdaságosságot. Értékét feltétlen befolyásolja a hengerelt szelvény anyagának fajsúlya, de ezen túlmenően a hengerelt anyag folyáshatára is. Ezeknek változásakor a viszonyszám akkor is csökkenő lehet, amikor a szelvény „úgynevezett" jósági foka a valóságban növekszik.

A $\frac{K}{F}$ tényező mint jósági fok ugyancsak nem egészen helytálló. Célszerűbb ezt a viszonyszámot a szelvény keresztmetszet-egységére eső keresztmetszeti modulusznak, más szóval *fajlagos keresztmetszeti modulusznak* nevezni.

Ha mindkét tényező dimenziójának viszonyából kapott cm dimenziót — a villamos kapacitás analógiája alapján — a kapacitás fogalmával hozzuk kapcsolatba, akkor azt is mondhatjuk, hogy ez a viszonyszám nem más, mint a hengerelt szelvény keresztmetszeti modulusz-kapacitása.

Látható tehát, hogy ez utóbbi összefüggés független a hengerelt szelvény fajsúlyától, folyási határától, sőt egyéb anyagi tulajdonságától is, ui. kizárólag matematikai, illetve geometriai tényezők viszonya. Ezért a fajlagos keresztmetszeti moduluszt vagy a szelvény keresztmetszeti modulusz-kapacitását a következőképpen is jelölhetjük:

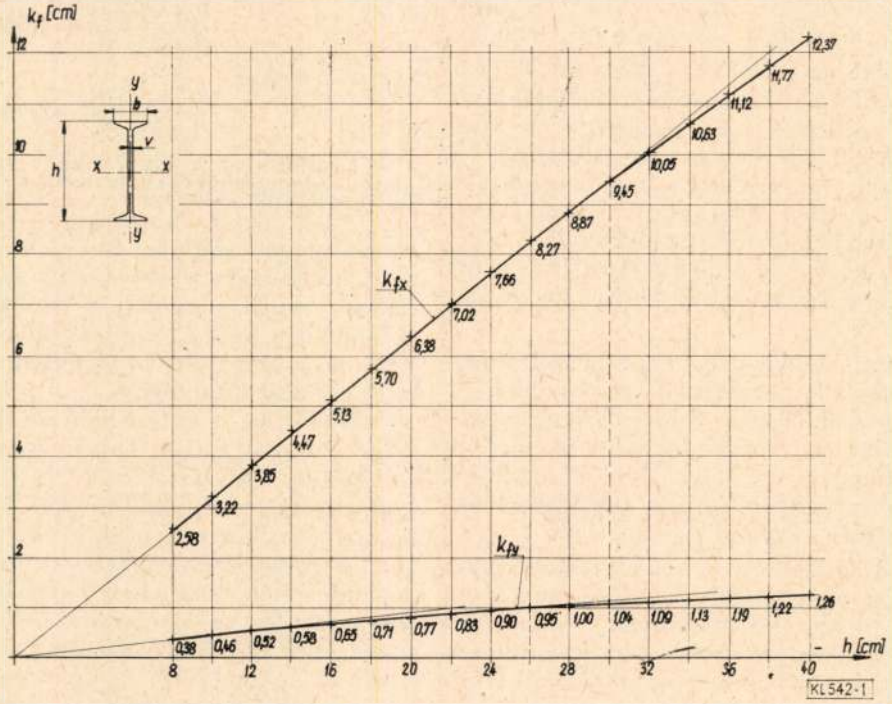
$$k_f = \frac{K}{F}$$

A fajlagos keresztmetszeti modulusz fogalmával (k_f) és ennek a különböző hengerelt szelvényekre történő redukálásával szerző már 1947 óta foglalkozik. A hengerelt szelvényeknek a hivatkozott mérőszámban kifejezett anyagtakarékossági lehetőségére a Találmányi Hivatal figyelmét már 1949-ben felhívta [2].

Minthogy a felvetett gondolatok és a gazdasági lehetőségek még ma sem jutottak el a gyakorlati felhasználásig, szükségesnek látszik *Pókos István* cikkét kiegészíteni és az I- és U-tartók gazdaságos felhasználásának további lehetőségeire rámutatni.

I- és U-tartók analízise

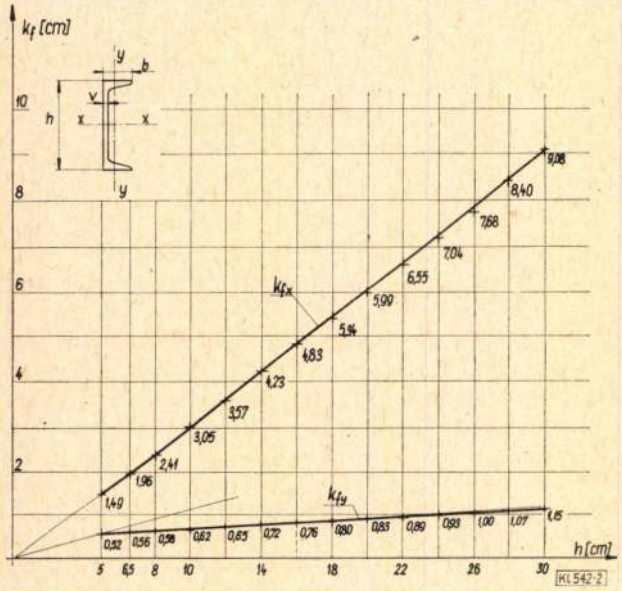
Az MSZ 325 szerinti I-szelvények keresztmetszeti modulusz-kapacitásának változását az *1. ábra*, míg az MSZ 326 szerinti U-szelvények eseté-



1. ábra. I-tartók fajlagos keresztmetszeti moduluszának (k_f) változása a tartó-magasság (h) függvényében

ben ugyanezt a *2. ábra* tünteti fel. Mindkét ábrán a fajlagos keresztmetszeti modulusz a tartók magassága h függvényében van megszerkesztve és a magyártott méretekhez tartozó x és y tengely menti értékek is fel vannak tüntetve a diagramokban.

A két diagramból mindenekelőtt az látható, hogy az ugyanolyan magasságú I-tartók — x tengely menti — keresztmetszeti modulusz-kapacitása átlagban kb. 5—7%-kal nagyobb, mint az U-tartóké.



2. ábra. U-tartók fajlagos keresztmetszeti moduluszának (k_f) változása a tartó-magasság (h) függvényében

Az y tengely menti keresztmetszeti modulusz-kapacitás szempontjából az ugyanolyan h magasságú U-tartók kedvezőbbek és a kezdeti mintegy 50%-kal nagyobb keresztmetszeti modulusz-kapacitásuk — a szelvénysor végéig — 10% fajlagos keresztmetszeti modulusz növekedésig csökken.

Az 1. ábrából az is látható, hogy $h=30$ cm magasságig az I-tartók keresztmetszeti modulusz-kapacitásának változása a h magasság növekedésével lineárisan nő, $h=30$ cm magasság után a linearitás tovább tart, azonban kisebb iránytangensű egyenes mentén folytatódik egészen $h=40$ cm magasságig. Ebből az következik tehát, hogy a $h=30$ cm-nél magasabb I-tartók keresztmetszeti modulusz-kapacitásának növekedése kedvezőtlenebbé válik.

Hasonló az I-tartók y tengely menti keresztmetszeti modulusz-kapacitásának növekedése is, azzal a különbséggel, hogy itt a lineáris emelkedésben két töréspont van, mégpedig a $h=12$ cm és a $h=26$ cm tartómagasságoknál. Mindkét említett pont után az y tengely menti keresztmetszeti modulusz-kapacitás csökkenő növekedésű.

Az U-tartók fajlagos keresztmetszeti moduluszának változása az x tengely mentén a tartómagasság függvényében teljesen lineáris.

Az y tengely menti keresztmetszeti modulusz-kapacitás változása a $h=16$ cm magasságnál megtörik és innen kezdve kisebb iránytangensű egyenessel folytatódik, egészen a $h=30$ cm méretig.

A 2. ábrán — szemben az 1. ábrával — megállapítható, hogy az y tengely menti keresztmetszeti modulusz-kapacitás változását feltüntető egyenes nem tart a görbe 0 pontja felé, hanem az onnan kijövő és a kezdeti ponton átmenő sugárral tekintélyes iránytangens változást mutat.

Ebből arra lehet következtetni — különösen a kis h magasságú U-tartók esetében —, hogy azoknak az y tengely menti igénybevétele a gazdaságos anyagfelhasználás szempontjából kedvező. Ez különben az előbb említett y tengely menti keresztmetszeti modulusz-kapacitás százalékos növekedésében is jelentkezik az U-tartók esetében.

Ha az 1. és 2. ábrákban — a közös területet képező $h=30$ cm magasságig — megvizsgáljuk az I-tartók x és y tengely menti keresztmetszeti modulusz-kapacitási viszonyát, akkor azt látjuk, hogy ez

$$\frac{k_{fx}}{k_{fy}} = 6{,}8 - 9{,}05$$

értékek között változik. Ugyanezek az értékek az U-tartók esetében

$$\frac{k_{fx}}{k_{fy}} = 4{,}15 - 7{,}85$$

értékek között változnak.

Mindkét összehasonlító viszonyszámból látható, hogy sem az I-, sem az U-tartók nem használhatók fel gazdaságosan az y tengely menti igénybevételre. Mégis, ha az ilyen megoldások valamilyen okból a vasszerkezetben kikerülhetetlenek, akkor erre az U-tartók mindig alkalmasabbak, mint az I-tartók.

A továbbiakban azt vizsgáljuk, hogy milyen fajlagos keresztmetszeti moduluszok vannak az I- és U-tartók azonos méret-tartományában, a szélső értékek között.

I-tartók esetében

$$\frac{k_{fx}[h=30]}{k_{fx}[h=8]} = 3{,}65$$

U-tartókra

$$\frac{k_{fx}[h=30]}{k_{fx}[h=8]} = 3{,}75$$

Látható tehát, hogy a két értékviszony között nincs lényeges különbség.

Az 1. és 2. ábrákból — különösen az x tengely menti igénybevétel esetében — az látszik, hogy annál kedvezőbb a tartók gazdaságos kihasználása, minél nagyobb a szelvényméretük. Az előbbiekben összehasonlított szélső értékeknél látható, hogy ez a keresztmetszeti modulusz-kapacitás változás elég tekintélyes.

Ebből az összehasonlításból az következik tehát, hogy a tartók hajlító igénybevételekor — gazdaságos kihasználásuk céljából — semmiképpen sem előnyösek a kis fesztávok, illetve az ezek esetében szükséges kis h magasságú tartók.

A gyakorlatban tehát — éppen a gazdaságosság érdekében — arra kell törekedni, hogy nagyobb fesztávolságot és az ezekhez szükséges nagyobb h magasságú tartókat használjuk. Ebben az esetben nemcsak nagyobb — oszlopokkal nem zavart — szabad területhez jutunk, hanem a beépített I- vagy U-tartókat is jobban kihasználjuk.

Csövek vizsgálata

Nem érdektelen megvizsgálni itt azt sem, hogy a fajlagos keresztmetszeti modulusz szempontjából miként értékelhetők a csövek, mint hajlításra igénybevett tartók.

Az alábbi *1. táblázatban* csupán a százas értékhatárú csövek (D) keresztmetszeti modulusz-kapacitásának (k_f) változása van feltüntetve a szokásos gyártási falvastagság mellett (Mannesmann-csövek).

1. táblázat

Csövek keresztmetszeti modulusz-kapacitása

D mm	v mm	$k_f = \frac{K}{F}$ cm
	14	3,070
100	16	3,045
	18	3,020
	16	6,50
200	22	6,35
	28	6,20
	25	9,80
300	30	9,60
	35	9,40
	30	13,10
400	35	12,95
	40	12,80

Az 1. táblázatból látható, hogy a csőfalvastagítás csökkenti a keresztmetszeti modulusz-kapacitást, tehát gazdaságtalanabb kihasználást eredményez.

Ha a táblázat csőátmérőihez (D) tartozó fajlagos keresztmetszeti moduluszokat (k_f) összehasonlítjuk az I- és U-tartók azonos h magasságaival kapott értékekkel, akkor igen érdekes következtetésre juthatunk, különösen ha a méreteken belül nagy nyomatékokat, illetve terheléseket kell átvinni.

Látható, hogy kb. $h = 200$ mm tartómagasságig a legnagyobb fajlagos keresztmetszeti modulusza az I-tartóknak van, ezt követik a csövek, majd az U-tartók következnek.

$h > 200$ mm-nél, egészen $h = 400$ mm-ig legnagyobb a csövek keresztmetszeti modulusz-kapacitása, amit az I-tartók követnek és a sort ez esetben is az U-tartók zárják.

A csövek — szélső esetben fekvő tartályok — tehát már aránylag igen kis átmérő fölött is sokkal előnyösebbek, illetve gazdaságosabbak a hajlítási igénybevétel szempontjából, mint a hengerelt szelvények, mert jelentősen növekszik a keresztmetszeti modulusz-kapacitásuk.

Különösen előnyös a csöveknek ilyenfajta igénybevétele akkor, amidőn belső terüket anyagszállításra is felhasználják (gáz, folyadék stb).

Keresztmetszeti modulusz-kapacitás növelése

Ezek után felvetődik az a gondolat, mi módon volna lehetséges a különböző szelvények anyagtakarékosságát fokozni. Ebben a tekintetben természetesen figyelemmel kell lenni a tartók szerkezeti anyagának szilárdságára (σ) is, mert a szélső szálban a megengedhető feszültséget nem léphetjük túl. E szempontból az alábbi ellenőrző képlet az irányadó:

$$\sigma = \frac{M}{K}$$

ahol M a hajlítónyomaték kpcm-ben,

K a hajlításra igénybevett keresztmetszet modulusza, cm³.

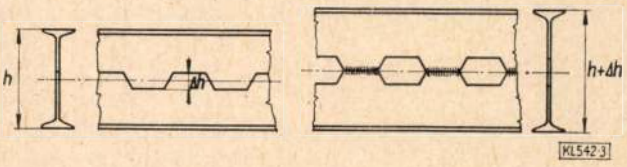
Mivel ma általános törekvés az, hogy a tartók acélanyagának — esetleg más anyagnak — a folyáshatárát növeljük, így lehetővé is válik a σ növelése. A σ minden esetben a folyáshatárra vonatkoztatott biztonsági tényezőből (β) számítható. Általánosan tehát

$$\sigma = \frac{\sigma_F}{\beta}$$

A fenti összefüggésben σ_F a folyáshatár, β pedig a biztonsági tényező. Tehát, ha σ_F növekszik — ugyanazon biztonság mellett — σ is növelhető.

A fajlagos keresztmetszeti modulusz vagy keresztmetszeti modulusz-kapacitás kétségtelenül növelhető azáltal, hogy a tartók gerinclemezét vékonyítjuk. Ez esetben azonban elkerülhetetlenül hengerlési többletmunka szükséges és maga a gyártás is körülményesebb.

Ehelyett sokkal egyszerűbb módszert jelent a tartók gerinclemezének cikkcakkban történő szétvágása és utána egy, félosztással való eltolás után a neutrális szálban való összehegesztése. Ezáltal a hegesztés olyan helyre kerül, ahol hajlításkor az igénybevétel gyakorlatilag nulla. Ilyen megoldást tüntet fel a *3. ábra*.



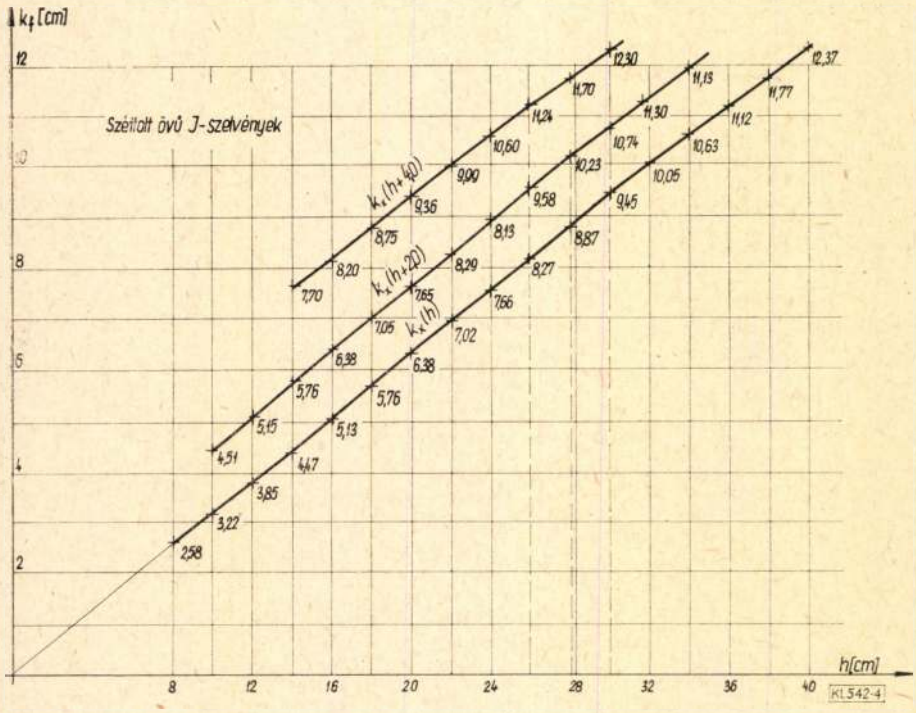
3. ábra. Gerinc-lemez felvágásával készített, széttolt övű I-tartó

Amint az ábrából látható, a keresztmetszeti moduluszt (K) ezáltal növeljük, megmaradó keresztmetszeti átlagfelület mellett (F) azáltal, hogy a tartó öveit széttoljuk.

Ilyen módon tehát a keresztmetszeti moduluszkapacitás fokozódó növekedését hozhatjuk létre aszerint, hogy milyen mértékű övlemez-széttolást, vagyis h magasság-növelést végzünk. A fajlagos keresztmetszeti modulusz növekedést — 20—20 mm h magasságnövekedés mellett — elvileg a *4. ábra* tünteti fel.

A másik megoldás az, hogy az alaptartó öveit fekvő — ezáltal zárt teret képező — U-tartók ráhegesztésével úgy erősítjük meg, amint azt az *5. ábra* mutatja.

Ez esetben kétségtelenül növekszik a keresztmetszeti terület (F), de ugyanakkor a keresztmetszeti modulusz (K), a keresztmetszet-növekedésnél magasabb fokú hatvány szerint nő, mert részben a h magasság is változik és ugyanakkor a

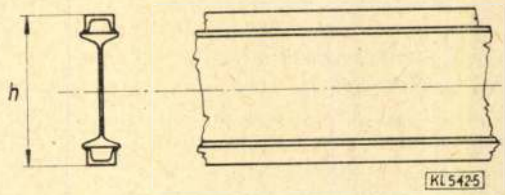


4. ábra. Széttolt övű I-tartók fajlagos keresztmetszeti moduluszának (k_f) változása a tartó-magasság (h) függvényében

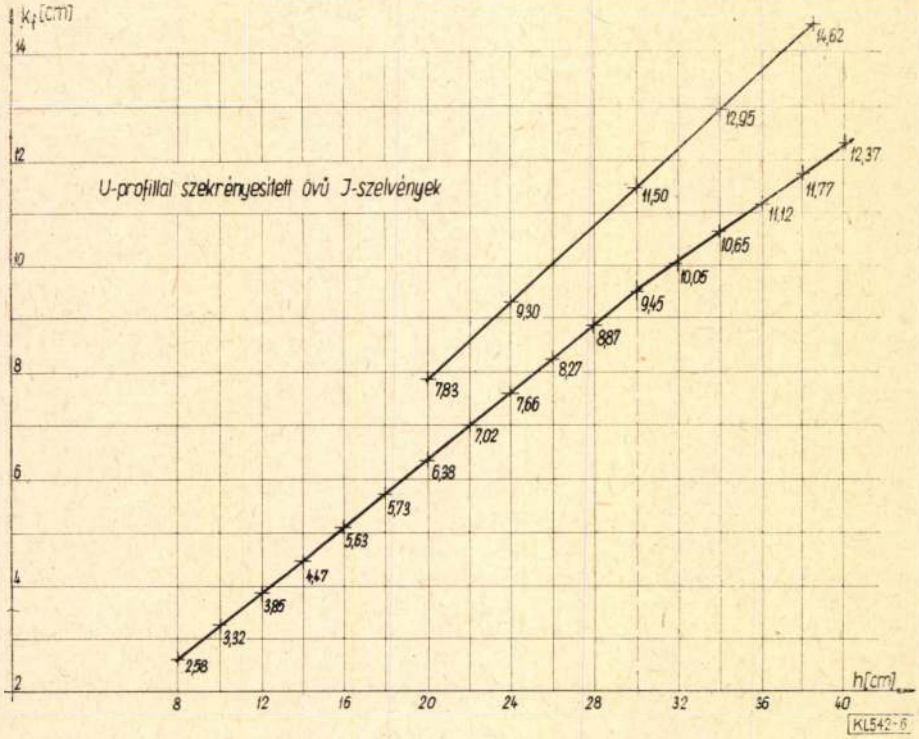
keresztmetszeti modulusz (K) harmadfokú hatvány szerint fokozódik.

I-tartók keresztmetszeti kapacitásváltozását — megfelelő talpméretű U-tartóval végzett szekrényesítés esetében — a *6. ábra* diagramja szemlélteti. Az ábrán az alapszelvény keresztmetszeti kapacitása is fel van tüntetve.

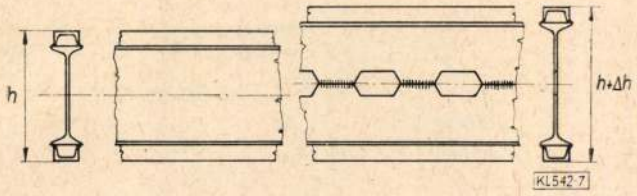
Ezt a megoldást kombinálni lehet — további keresztmetszeti modulusz-kapacitás növelése ér-



5. ábra. U-tartóval szekrényesített övű I-tartó



6. ábra. U-tartóval szekrényesített övű I-tartók fajlagos keresztmetszeti moduluszának (k_f) változása a tartó-magasság (h) függvényében



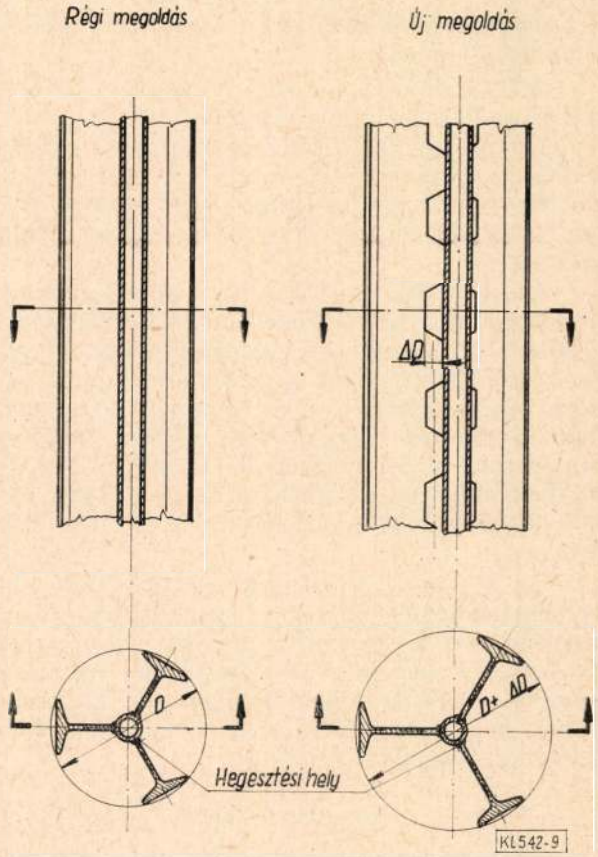
7. ábra. U-tartóval szekrényesített övű és egyben felvágott gerincű I-tartó

dekében — a gerinclemez cikkcakkban végzett felvágásával és összehegesztésével is. Ilyen megoldást mutat be a *7. ábra*.

Ha az azonos alapmagasságú (h) tartó öveit — a cikkcakkosítás révén — mind szélesebbre bővítjük, vagyis a tartó végső magasságát növeljük, akkor a fajlagos keresztmetszeti moduluszt exponenciálisan is változtatni lehet. Ennek növelését egy meghatározott h alapméretű tartónál h függvényében a *8. ábra* szemlélteti.

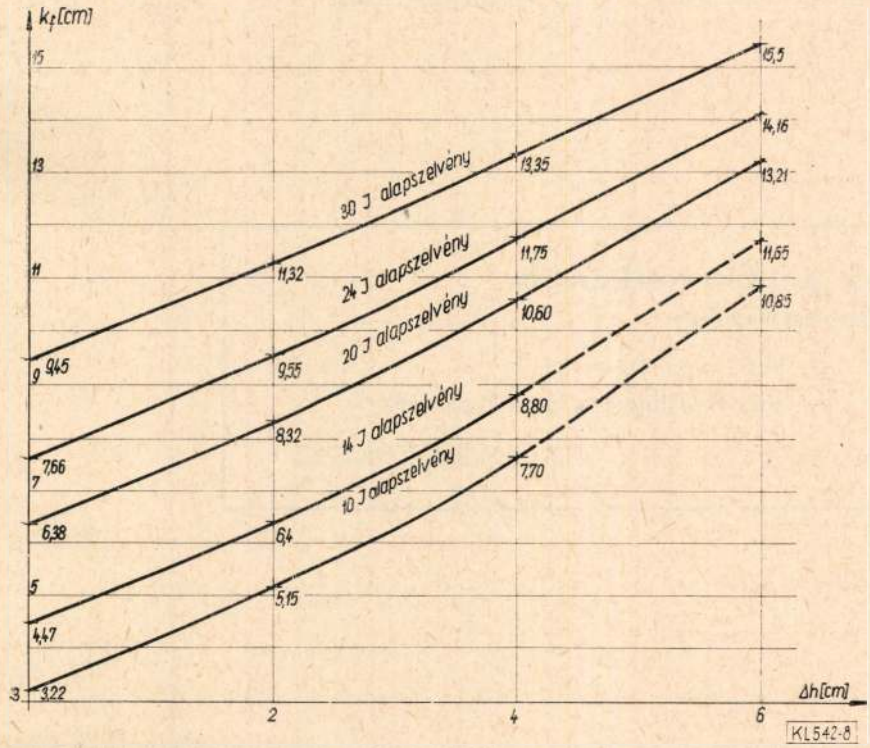
Mindezek a megoldások, vagyis a módosított övtávolságok révén létrehozott keresztmetszeti modulusz-kapacitás növekedések nemcsak alátámasztott tartókra, hanem hajlításra igénybevett oszlopokra is alkalmazhatók. Erre nézve csupán egy megoldást mutat be a *9. ábra*.

A különböző és az előbbiekben példákkal bemutatott szelvények anyagtakarékossági vagy keresztmetszeti modulusz-kapacitást növelő megoldásainak folyományaképpen a műszaki szemlélet eljut ahhoz a gondolathoz, hogy nem volna-e érdemesebb a különböző méretű I-, U- és T-tartókat nem hengerelve, hanem megfelelő öv- és gerinclemez csíkokból összeállítva hegesztéssel előállítani. Ezt a javaslatot csak alátámasztják a vékonygerincű és párhuzamos talpú tartók gyártásának nehézségei.

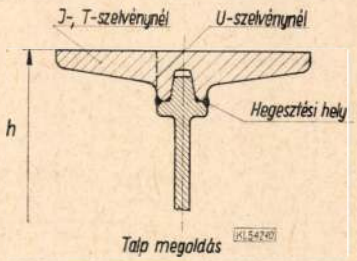


9. ábra. Hajlításra igénybevett és tartóelemekből hegesztett oszlopok fajlagos keresztmetszeti moduluszának (k_f) növelése az elemek gerinclemezének cikkcakkosítása révén

Az 1. és 2. ábrák mutatták, hogy a kis h magasságú tartók keresztmetszeti modulusz-kapacitásai nem a legkedvezőbbek és ezért nem kívánatos tartóként való alkalmazásuk. Ha pedig a h méretet



8. ábra. Azonos h méretű tartók fajlagos keresztmetszeti moduluszának (k_f) változása növekvő méretű h gerinclemez cikkcakkosítás révén



10. ábra. Öv- és gerinc-részekből összeállítható különböző szelvények talp-megoldása

növeljük, mind nagyobb nehézségek állnak elő a hengerléskor és ezeknek a tartóknak gyártási önköltsége is növekszik.

A *10. ábrán* az I-,U- vagy T-tartó összehegesztett részekből való kialakítása látható.

Különböző vastagságú és szélességű övlemezekből, valamint közel azonos vastagságú gerinclemezekből olyan tartót lehet összeállítani, amilyenre éppen az adott igénybevételi helyen szükség van.

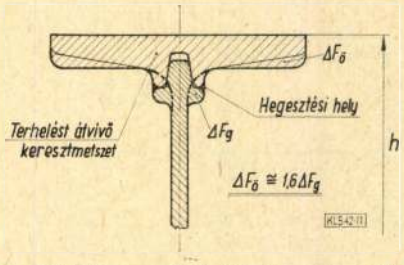
Mivel az ilyen tartók gerinc- és övlemezeinek összehegesztése egy megfelelően erősített átmeneti zónában történik, így a hegesztésből keletkező esetleges belső feszültségek a tartó terheléséből származó igénybevételre nem fejtenek ki hatást, mert kívül esnek rajta. A hegesztésnek, illetve az átmenetnek térbeli helyzete a *11. ábrában* látható. Egyértelműen megállapítható, hogy a szélső szál felé növekvő feszültségek felvételére a tartó alkalmas.

Az öv- és a gerinclemez együttműködésének biztosítására még arra sincs szükség, hogy a gerinclemez-orrok az övvályú mindkét oldalán végig be legyenek hegesztve. Elégséges, ha egymással szemben kötővarratokat alkalmaznak. Ez annyit jelent, hogy a hegesztési hossz a tartó hosszának felét vagy harmadát teheti ki.

Következtetések

Ha a javasolt övlemezek vastagsági és szélességi méretét — jól átgondoltan — szabványosítják, sokkal kevesebb övprofil kialakítására van szükség, mint amennyit az eddig egyben hengerelt, különböző tartókban előállítanak. A gerinclemezek magasságában továbbra is meg lehet tartani a 20 mm-es növekedési lépcsőzetet.

Az I-, U- és T-tartók ilyen kialakításakor a lehető legegyszerűbben meg lehet oldani a párhuzamos talpú tartók előállítását, s ezáltal — azonos h magasság mellett — a tartók keresztmetszeti moduluszát (K) is növelni lehet. Ez a megoldás szintén növeli a tartók keresztmetszeti modulusz-kapacitását.



11. ábra. Párhuzamos övű, öv- és gerinc-részekből előállítható szelvények talp-megoldása

A hegesztett tartók gerinclemezeit is szét lehet vágni cikkcakkos megosztással és így a tartó övei széthúzhatók. Ez esetben a 4. ábrán látható keresztmetszeti modulusz-kapacitás növelés áll elő.

Semmi akadálya nincs természetesen az övekre ráhelyezett fekvő U-tartók segítségével végzett szekrényesítésnek sem, ami szintén a keresztmetszeti modulusz-kapacitás növekedéséhez vezet (5. ábra).

Ezekkel a gondolatokkal és példákkal egészíthető ki *Pókos István* idézett cikke.

Az új gazdasági mechanizmusra való áttéréskor talán nem hiábavaló azokra a lehetőségekre rámutatni, amelyek a hengerelt szelvények anyagtakarékos felhasználását segíthetik.

IRODALOM

[1] *Pókos István:* A vékony-gerincű I- és U-tartókkal elérhető anyagtakarékosság meghatározásának módja. Kohászati Lapok 1966. 113. old.

[2] *Dr. Gondár Jenő:* Fajlagos keresztmetszeti modulusz. Az Országos Találmányi Hivatalnak benyújtott tanulmány. 1949.

Lapunk példányonként is megvásárolható:

V., Váci utca 10. és az
V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. sz. alatti

HÍRLAP-BOLTOKBAN

Acélok oldatos spektrometriás elemzése

GEGUS ERNŐ
Vasipari Kutató Intézet

PAKSY LÁSZLÓ
Lenin Kohászati Művek

DK 669.14.018 : 543.42 : 535.243

Az oldatos színképelemzés előnyei

Az emissziós színképelemzés „közvetlen-mérő" automatái, a spektrométerek, ma még elsősorban szilárd fémminták üzemi gyors sorozatelemzésére használatosak. Csak ritkábban alkalmazzák nemfémes anyagok (elsősorban salakok) vizsgálatára poralakban, vagy — kivételesen — oldatban. Az oldatos színképelemzésnek vannak azonban a szilárd próbás eljárásokhoz viszonyítva olyan előnyei, amelyek a spektrometriás sorozatelemzésekben is hasznosíthatók: a feloldott minta ideálisan egyenletes eloszlásban tartalmazza valamennyi alkotóját, tehát az elemzés eredményét nem befolyásolja az eredeti próba szövetszerkezete, hőkezelési, megmunkálási állapota, inhomogenitásai, mérete és alakja, az anyaglebontás folyamatai; azonkívül könnyen megoldható a hitelesítő minták (etalonok) kérdése, megfelelő törzsoldatokból készített összehasonlító próbák segítségével. Ha az oldatkészítés műveletei viszonylag egyszerűek és az oldat betáplálása a fényforrásba egyszerűen és megbízhatóan (reprodukálhatóan) megoldható, akkor üzemi spektrometriás vizsgálatokhoz is használható, kellően gyors és pontos oldatos eljáráshoz jutunk. Megfelelő etalonok hiányában ez az eljárás az üzemi sorozatelemzésekben is fontos szerepet kaphat, de különösen jelentős lehet a szerkezeti, elemek közötti és más hatások tisztázásában, etalonok hitelesítésében stb.

A spektrometriás oldatos módszer megválasztása

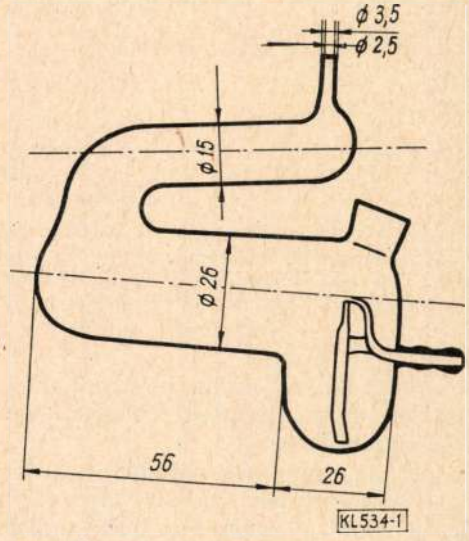
Az irodalomban közölt kisszámú spektrometriás oldatos vizsgálatokban eddig szinte kizárólag a forgókorongos oldatos eljárást alkalmazták, főként nemvezető anyagok oldatainak az elemzésére. Különféle nemvezető anyagok oldatos színképelemzésével kapcsolatosan kimutattuk [1], hogy az ugyancsak folyamatos oldatbetáplálást biztosító porlasztásos eljárás azonos reprodukálhatósági viszonyok között lényegesen egyszerűbb és gyorsabb a forgókorongos módszernél, ugyanakkor kevésbé függ az elektródok sajátságaitól. Nyersvasak, öntöttvasak és ötvözetlen acélok szennyezőinek oldatos spektrográfiás elemzésére is jól bevált a sósavas oldatok furt-elektródos (csőelektródos) porlasztásos vizsgálata [2, 3]. Ezt a módszert alacsonyötvözésű acélok elemzésére is alkalmasnak találtuk, különösen nagyobb felbontású rácsspektrográf (PGS 2) használatával.

A porlasztásos oldatos eljárás spektrometriás alkalmazásának elvi lehetőségét igazolták *Kocsis* és *Erdey* fényelektromos adapteres vizsgálatai [4]. Acélok vanádiumtartalmának spektrometriás meghatározására *Sass* és *Németh* használt porlasztásos oldatos módszert [5].

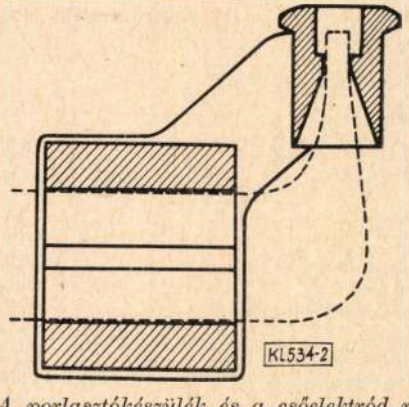
A fentiek alapján az alacsonyötvözésű acélok oldatos spektrometriás elemzésére porlasztásos csőelektródos eljárás kidolgozását választottuk. A spektrometriás meghatározási viszonyokat és eredményeket az alábbiakban a megfelelő spektrográfiás adatokkal is összehasonlítjuk, a tapasztalatok egyeztetése céljából.

A porlasztásos spektrometriás eljárás munkakörülményei

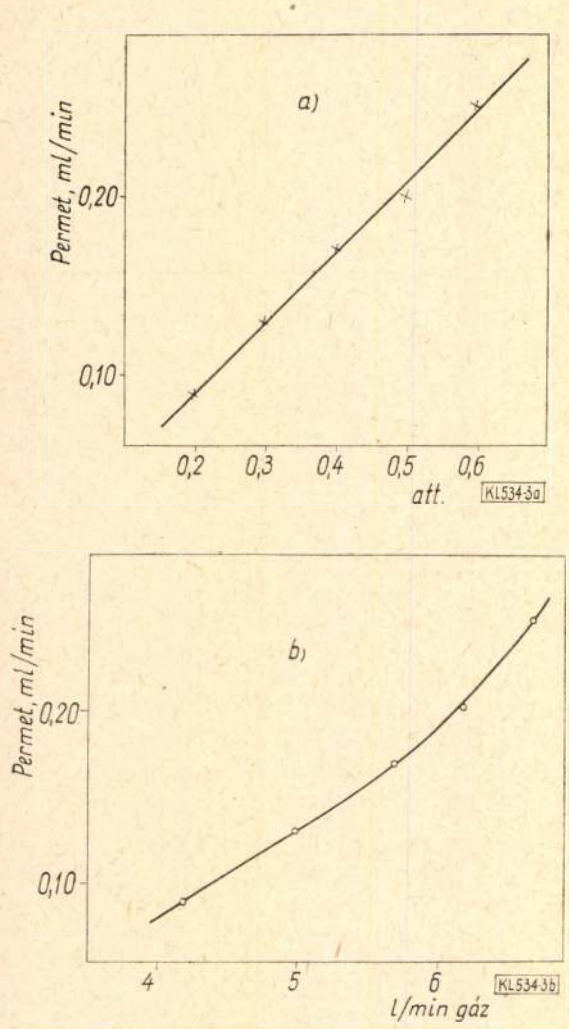
Kísérleteinket *ARL* gyártmányú *PCQ-200* típusú spektrométerrel végeztük. A fényforrásba betáplált aeroszól előállítására előző tapasztalataink alapján kialakított [6] egyszerű, üvegből készült kisméretű pneumatikus porlasztókészüléket használtunk *(1. ábra)*, amelyet rugós csiptetővel, vagy egyszerű tartóval *(2. ábra)* erősítettünk az elektródállványra. A spektrométer elektródállványán csak kismérvű átalakításra volt szükség ahhoz, hogy a porlasztókészüléket a csőelektróddal együtt megfelelően elhelyezzük. A zárt építésű, belső tartályos indirekt porlasztóval a fényforrásba juttatott kis mennyiségű savas permet az elektródtartók tisztántartása esetén még elszívás nélkül



1. ábra. Üvegből készült belső-tartályos, indirekt pneumatikus porlasztókészülék vázlata



2. ábra. A porlasztókészülék és a csőelektród rögzítésére alkalmas egyszerű tartószerkezet vázlata (fém és műanyag)



3. ábra. Az indirekt pneumatikus porlasztókészülék jelleggörbéi: a) *a porlasztási sebesség (permetmennyiség) és a szállítógáz nyomása közötti összefüggés;* b) *a porlasztási sebesség és a szállítógáz áramlási sebessége között mért összefüggés*

sem okozott korróziót az elektródkamrában. A porlasztókészülék működését leíró jelleggörbéket a *3. ábrán* mutatjuk be.

A permet-utánpótlás ütemét a porlasztógáz áramlási sebességének szabályozásával úgy állítottuk be, hogy jól reprodukálható, optimális intenzitásviszonyokat mérjünk. Permetszegény fényforrás a vizsgált színkép emissziójának rovására megy, az oldat túladagolása viszont fröcskölést, túlzott intenzitás-ingadozásokat, sőt érzékenységcsökkenést idéz elő.

A spektrométerhez használt *„Multisource 5750 S"* típusú gerjesztőberendezéssel egyenirányított kis-, közép- és nagyfeszültségű szikrát lehet előállítani. Spektrográfiás tapasztalataink szerint a porlasztásos eljárásnál reprodukálhatóság és érzékenység szempontjából legelőnyösebb a nagyfeszültségű szikragerjesztés. A Multisource-szal végzett vizsgálataink szerint is nagyfeszültségű szikrában megbízhatóbb, szabályosabb az elektródköz átütése, az elektródok kevésbé melegszenek fel és az eredmények szórása kisebb, mint a hosszabb időállandójú kisfeszültségű kisülésben. Ez a megállapításunk egyébként összhangban van más szerzők forgókorongos eljárással szerzett tapasztalataival is: *Kopp* és *Kroner* [7] természetes vizek nyomelemeinek vizsgálatára, *Eardley* és *Clarke* [8] pedig kovasav szennyezőinek meghatározására kidolgozott oldatos módszerében ugyancsak a nagyfeszültségű szikragerjesztést találta a legmegfelelőbbnek; *Jusko* és *Guyer* [9] acélokból izolált zárványokat elemezett forgókorongos módszerrel, szintén nagyfeszültségű szikrában.

A kísérleteinkben összehasonlított gerjesztési körülmények jellemző adatait az *1. táblázatban* állítottuk össze. A spektrometriás és spektrográfiás munkakörülmények egyéb jellemző adatait a *2. táblázatban* tüntettük fel. (A spektrográfiás elemzési viszonyok részben eltérnek az idézett munkáinkban *Q 24* kvarcspektrográfra megadott adatoktól.)

Porlasztógázként a spektrokémiai munkánkban eddig használt sűrített levegő helyett — *Paksy*

1. táblázat

A spektrometriás (és spektrográfiás) vizsgálatok során használt gerjesztési viszonyok

Jellemző adat	Multisource		Feussner
	középfeszültségű	nagyfeszültségű	nagyfeszültségű (HFO)
Szekundér fesz., U_{eff} ...	950 V	10,0 kV	12,0 kV
Kapacitás, C	10 μF	7 nF	12 nF
Önindukció, L	50 μH	maradék	0,3 mH
Csillap. ellenáll., R_s	5 ohm	maradék	(optim.)
Csőelektród polarit.	negatív	negatív	±

A spektrometriás (és spektrográfiás) jellemző munkakörülmények *2. táblázat*

Megnevezés	Spektrometriás adat	Spektrográfiás adat	
Berendezés	PCQ-200, Multisource 5750 S közép- és nagyfeszültségű gerjesztővel	PGS-2 rácsspektr. (közbenső lekép.), Feussner (HFO) nagyfesz. szikragerjesztővel	
Felső elektród	120° kúpos, RW 303	Félgömb-végű, RW 403	
Alsó elektród	3,5 ⌀ furattal, RW 303	3,5 ⌀ furattal, RW 403	
Elektródtávolság	3 mm	3 mm	
Előszikrázási idő	10 s	30 s	
Integrálás (megvilágítás)	20 s	30 s	60 s
Porlasztógáz	argon	argon	levegő
Gázáramlási sebesség	5 liter/perc	5 liter/perc	
Porlasztási sebesség	0,13 ml/perc	0,13 ml/perc	
Színkép-érzékelés	elektronsokszorozó; vonalíró regisztráló	emulzió, Gaevert 34 B 50 típusú	

3. táblázat

Összehasonlító oldatminták (Fe—M) és acél-etalonok (S. S.) összetétele

Minta jele	Alkotó koncentrációja, % (vastartalomra vonatkoztatva)							
	Cr	Ni	Mn	V	Mo	Cu	Ti	Al
Fe—M/1	0,11	0,11	0,11	0,11	2,17	1,20	1,20	2,29
2	0,33	0,44	0,32	0,22	1,87	1,09	1,09	2,07
3	0,69	1,11	0,56	0,33	1,62	0,98	0,98	1,64
4	1,40	2,23	0,99	0,57	1,24	0,78	0,78	1,23
5	2,11	3,32	1,40	0,79	0,78	0,55	0,56	0,78
6	2,87	4,56	1,94	1,01	0,34	0,34	0,34	0,57
7	3,16	5,12	2,19	1,12	0,11	0,22	0,23	0,34
8	3,59	5,80	2,52	1,27	0,06	0,11	0,11	0,11
S. S.—1/1	0,55	1,33	1,66	0,70	1,62	0,59	—	—
2/1	0,44	2,35	0,36	0,24	1,10	0,21	—	—
3/1	1,05	1,06	0,89	0,54	0,71	0,41	—	—
4/1	0,28	3,43	0,27	0,16	0,24	0,36	—	—
5/1	0,20	5,36	0,17	0,23	0,32	0,27	—	—
6/1	2,45	0,20	1,07	0,19	0,56	0,17	—	—
7/1	3,13	0,28	0,59	0,13	0,18	0,14	—	—
8/1	1,36	0,58	0,42	0,37	0,87	0,16	—	—

megfigyelései szerint [10] nagy érzékenységnövekedést okozó — argont alkalmaztunk; ennek jelentőségével alább részletesebben foglalkozunk.

A vizsgált acélmintákból a spektrográfiás gyakorlatban bevált módon 2—20 mg/ml töménységű sósavas (1+4 hígítású) oldatokat készítünk: a próba fúrásával kapott forgácsból bemérünk 0,5 g-ot 2—3 cg pontossággal, 1+1 sósavban oldjuk, salétromsavval oxidáljuk, bepároljuk, 25 ml 1+4 sósavval felvesszük és az oldatból néhány ml-t kiszűrünk a porlasztáshoz.

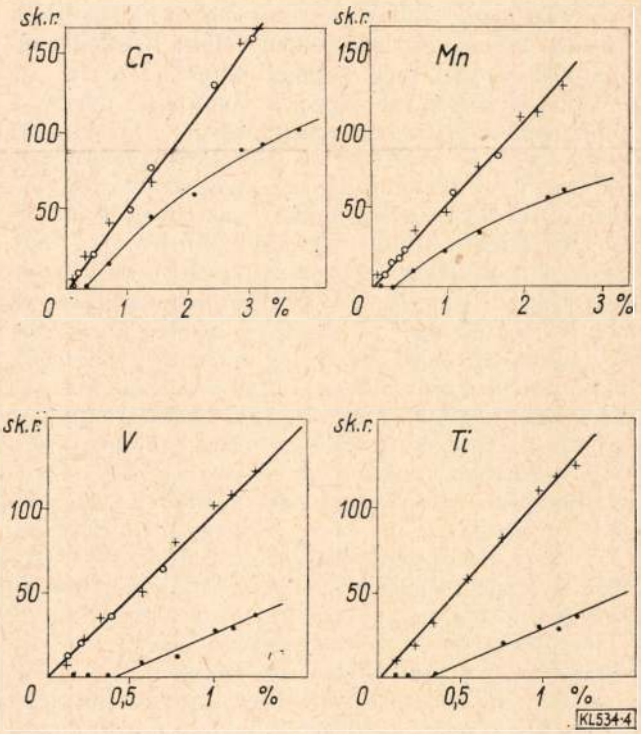
A spektrométer elemzőcsatornáinak a beállításához (kalibrálásához) tiszta fémek törzsoldataiból a megfelelő koncentrációviszonyokban szintetikus összehasonlító oldatmintákat (Fe—M) állítottunk össze. A módszer ellenőrzésére gyengén ötvözött acéletalonokból (Bureau of Analysed Samples Ltd., Middlesbrough, England, Spectr. Standards) is készítettünk oldatokat. A minták összetételét az egyes alkotók vasra vonatkoztatott százalékában a *3. táblázatban* közöljük.

A módszer analitikai eredményei

A vizsgált oldatokkal az optimális porlasztási és gerjesztési viszonyok között regisztrált értékek alapján elemenként kiértékelő görbéket szerkesztettünk. Megállapítottuk, hogy ha a porlasztógáz levegő helyett argon, a színkép intenzitása és a kiértékelő görbék meredeksége, ezzel együtt az érzékenység jelentősen növekszik. A *4. ábrán* néhány elem példáján látható, hogy a levegőben mért adatokkal szerkesztett kiértékelő görbék gyakran hajlottak, ezzel szemben argon-atmoszférában mindig lineárisak és a koordinátarendszer kezdőpontjából indulnak ki. Az ábráról megállapítható az is, hogy az acél-etalonok oldataival mért kiértékelési pontok a szintetikus összehasonlító oldatok pontjaival azonos görbékre esnek, az adott koncentráció-tartományokban tehát számottevő elemek közötti hatások nem érvényesülnek.

Az oldatos spektrográfiás vizsgálatok is azt mutatják, hogy argon-atmoszférában a színkép össz-intenzitása több mint kétszeresére növekszik; levegőben kétszeres megvilágítási idő alatt integrálódik az emulzióban olyan erősségű színkép, mint ha argonnal porlasztunk. Érdekes ugyanakkor megemlíteni, hogy a *Feussner*-féle gerjesztővel váltóáramú nagyfeszültségű szikrában kapott színképeken a vasra vonatkoztatott intenzitásviszonyok között argonban és levegőben általában nem észleltünk jelentős eltérést.

A spektrometriás oldatos elemzéssel kb. ugyanaz a pontosság (±2...4 rel. % reprodukálhatóság) érhető el, mint a szilárd próbás spektrometriás elemzéssel, de kiküszöbölődnek a vizsgált próbafelület sajátságaiból adódó, bevezetőben vázolt hibák. Az oldatos vizsgálat időszükséglete a



4. ábra. Néhány elem oldatos porlasztásos spektrometriás módszerrel kapott kiértékelő görbéi:

● levegő szállítógázzal, Fe—M oldatsorozattal; + argon szállítógázzal, Fe—M oldatsorozattal; o argon szállítógázzal, S. S. etalonok oldataival mért adatok

próba beérkeztétől számítva 5—10 perc, ha az előkészítés műveletei a laboratóriumban kellően szervezettek. A módszer érzékenysége argon-atmoszférában szintén kb. megegyezik a spektrográfiás oldatos eljárásával [6], vagyis a meghatározás alsó határa átlagosan kb. 0,01%, amint erről megfelelő nyomelemeket tartalmazó vasoldatok segítségével meggyőződtünk. A módszer abszolút érzékenysége tehát — 20 s integrációs idővel és 0,13 ml/perc porlasztási sebességgel számolva — 0,1 μg-nál kisebb érték.

A kis ötvözésű acélok fémalkotói között — spektrográfiás elővizsgálataink szerint — a szilícium is meghatározható a többi komponenssel együtt, ha az oldás után kivált kovasav csapadékot szódás feltárással oldhatóvá tesszük és a kiindulási sósavas oldathoz hozzáadjuk. Ezzel természetesen az elemzési idő jelentősen hosszabbodik.

Erősen ötvözött acélok spektrometriás vizsgálatára szintén kiterjeszthető az oldatos eljárás, ha a próba feloldása nem túlságosan körülményes. Egyes típusok elemzési körülményeivel a továbbiakban részletesen kívánunk foglalkozni, különösen a várható elemek közötti hatások tisztázása szempontjából.

Az eredmények értékelése

Az analitikai eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a porlasztásos oldatos spektrometriás eljárás az ismertetett munkakörülmények között kis ötvözésű acélok elemzésére előnyösen alkalmazható, természetesen elsősorban az említett különleges problémák megoldására (etalonhiányok pótlására, ellenőrző homogenitás-vizsgálatokhoz stb.).

Figyelemre méltó az argon porlasztógáz (szállítógáz) hatása. Az argon-atmoszféra hatásmechanizmusa ugyan még kellően nincs tisztázva, de számos kísérleti megfigyelés ismeretes, amely a fenti tapasztalatainkat alátámasztja. Zárt kisülési cellában [11], valamint a szikraköz plazmájába befúvatással létrehozott argongáz-atmoszférában [10] egyaránt észlelhető volt — az emisszió általános erősödésén kívül — számos elem jelentős érzékenységnövekedése. Argon-atmoszférában végzett mérésekből kitűnik, hogy argonban csökken az átütési feszültség, növekszik a kisülés áramerőssége (ezzel növekszik az anyag párolgási sebessége), valamint hosszabbodik a kisugárzott színképvonalak utánvilágítási ideje is [12]. Hozzájárulhat a vonalintenzitások növekedéséhez az is, hogy argon-atmoszférában csökken az egyes atomok diffúziósebessége, ezzel növekszik a tartózkodási idejük a plazmában, így javul a gerjesztés hatásfoka. Az argon-atmoszféra hatására vonatkozó, ívkisülésben végzett méréseivel kapcsolatosan *Benkő* [13] is felhívta a figyelmet arra, hogy argonban az ívfeszültség rendkívüli mértékben csökken és az emissziós folyamatok stabilizálódnak.

Az emisszió növekedésében szerepet játszhat az is, hogy argon-atmoszférában az önabszorpció mértéke csökken, mégpedig a vonal gerjesztési potenciáljától függően, amint ezt *Paksy* említett munkájában [10] már közölte. A vonalintenzitás és koncentráció közötti *Lomakin—Scheibe* összefüggés *Kerekesné—Ág*-féle módosítása értelmében [14]:

$$I = Ac^n e^{-\beta c}$$

ahol c a koncentráció, β az önabszorpciótól függő tényező, A és n pedig a koncentrációtól is függő együttható, ill. kitevő. Minél jobban csökken az adott kísérleti viszonyok között az alkalmazott vonalra β értéke, annál nagyobb az önabszorpciótól függő $e^{-\beta c}$ tényező és így a vonalintenzitás értéke. Célszerű lenne a β értékének argon-atmoszférában észlelhető pontos változását kísérleti alapon végzett számításokkal ellenőrizni.

Az önabszorpció csökkenésével magyarázható az is, hogy a kiértékelő görbék argonban lineárisabbak, mint levegőben. A spektrometriás kiértékelésben a hajlott kiértékelő görbe nehézkessé teszi, lassítja a koncentráció-meghatározást, mivel csak megfelelő típusú nagyobb számú összehasonlító próbával (etalonnal) hitelesített, jól definiált görbéről lehet megbízható koncentráció-adatokra következtetni. Korszerű elektronikus függvénygenerátorral (Computer) a pontosan meghatározott kiértékelő görbe alapján közvetlen százalékos eredmények nyerhetők ugyan, de ennek szerkesztése csak nagyszámú kísérleti adat alapján, elég körülményesen oldható meg és így beszerzése költséges. Az argon-atmoszférában kapott lineáris kiértékelő görbék alapján egyszerű úton, függvénygenerátor nélkül lehet regisztráló műszeren (Recorder), vagy digitális voltmérőn közvetlenül százalékos eredményeket leolvasni.

A spektrometriás oldatos elemzés szempontjából hangsúlyozottan fontos követelmény az optimális sebességű, egyenletes aeroszól-betáplálás, viszonylag kis szállítógáz-áram alkalmazásával. Gondot kell fordítani ezért a porlasztókészülék jellemzőinek megválasztására, valamint a készülék szabályos működtetésére. Megfelelő ellenőrzés és szabályozás biztosításával (rotaméró, tűszelep, vezérlőszerkezet, porlasztó- és elektród-befogó stb.) kellően pontos, érzékeny, jól használható elemző módszert nyújt az ismertetett oldatos spektrometriás eljárás.

IRODALOM

[1] *Gegus E.:* MTA Kém. Tud. Oszt. Közl. **20,** 315 (1963).
[2] *Gegus E.:* Koh. Lapok **95,** 509 (1962).
[3] *Gegus E.:* Koh. Lapok **98,** 33 (1965).
[4] *Kocsis—Erdey:* Acta Chim. Acad. Sci. Hung. 39, 301 (1963).
[5] *Sass—Németh:* Kísérleti lab. 2130/236-int. (1964) NZs. sz. üzemi jelentés. (M. Vagon- és Gépgyár, Győr, 1964.)
[6] *Gegus—Kocsis—Erdey:* A IX. Magyar Emissziós Színképelemző Vándorgyűlés előadásai, Sopron, 1966. GTE kiadvány, VVE Jegyzetsokszorosítója, 1966. 309. old. — ill.: Period. Polytechn. (megjelenés alatt).
[7] *Kopp—Kroner:* Appl. Spectr. **19,** 155 (1965).
[8] *Eardley—Clarke:* Appl. Spectr. **19,** 186 (1965).
[9] *Jusko—Guyer:* Metallurgia ital. **55,** 412 (1963).
[10] *Paksy:* Kémiai Közlem. **27,** 23 (1967).
[11] *Türkán:* Z. F. Anal. Chem. **207,** 328 (1965).
[12] *Fisher:* J. Opt. Soc. Amer. **55,** 1275 (1965).
[13] *Benkő:* Az egyenáramú ív stabilitási kérdései. A GTE Színképelemző Szakbizottságának előadássorozata. 1967. II. 3.
[14] *Kerekes—Cséti—Ág:* Acta Chim. Acad. Sci. Hung. 41, 281 (1964).

Könyvismertetés

Acél szabványok gyűjteménye, 4. átdolgozott kiadás. Összeállította *Kondoray Egon* és *Proksa Ferenc*. Két kötet, 1082 oldal. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, ára kötve 173,— Ft.

Bizonyos, hogy a vaskohászati termékekkel foglalkozó szakemberek örömmel fogják fogadni a szabványgyűjtemény új kiadását, hisz a nemzetközi szabványosítás aktivitásának felfokozódása elsősorban az alapanyagok előállításával kapcsolatos iparágak termékeinek belföldi szabványaiban érezteti hatását. Fokozottan érvényes ez a vaskohászati MSZ-ekre, mert mind az *International Organization for Standardization*, mind a *KGST Szabványügyi Állandó Bizottsága* elsősorban az acélminőségekre és acéltermékekre dolgozott ki nemzetközi ajánlásokat, s ezek megjelenése arra vezetett, hogy a megfelelő magyar szabványok a 3. kiadás megjelenése óta tömegesen jelentős változásokon mentek keresztül. Sok helyen, különösen a vidéki üzemekben és tervező irodákban gondot okoz az új és módosított szabványok figyelemmel kísérése, a házi szabványgyűjtemény naprakész állapotban való tartása; az ebből fakadó gondok könnyítését hivatott e gyűjteményes kiadás megoldani. E szempontból jelentős érdeme a gyűjteménynek, hogy kéziratát 1967. szeptember 1-én zárták le, s a kész kiadvány már 6 héttel később a közönség rendelkezésére állt.

Az első kötet a szabványokat a következő csoportosításban tárgyalja: *Általános előírások, Ötvözetlen acélok, Gyengén és közepesen ötvözött acélok, Erősen ötvözött acélok, Szerszámacélok, Acélfélgyártmányok, Melegen hengerelt rúd- és idomacélok, Hidegen hajlított idomacélok, Acélszalag és abroncs.*

A második kötet csoportosítása: *Kovácsolás, Sínek, Acélcsövek, Hántolt, csiszolt és fényezett acélok, Kis karbontartalmú húzott acélok, Közepes és nagy karbontartalmú húzott acélok, Egyéb tájékoztató adatok, Fontosabb nemzetközi szabványajánlások és külföldi acélszabványok címjegyzéke.*

A gyűjtemény nem tartalmazza a tárgykörhöz tartozó valamennyi szabványt, egyrészt azért, mert az érintett termékek felhasználási területe nagyon körülhatárolt, másrészt mert a szabványok a közeljövőben vagy módosulnak, vagy hatályukat vesztik. Néhány fontos szabványnak azonban tervezete szerepel a gyűjteményben, s ezzel tájékoztatást ad a szabvány várható új alakjáról.

Igen hasznos az első kötet elején a számrendi mutató, mert könnyíti a hatalmas anyag kezelését és az anyagminőségi jelek számrendi, ill. alfabetikus jegyzéke, továbbá a második kötet végén található tájékoztató adatok.

A szép, olvasható szedés és a tiszta klisémunka a Franklin nyomda gondosságát dicséri. Az új szabványgyűjtemény az acéltermékekkel foglalkozó szakemberek hasznos segédkönyvének tekinthető. *RJ*

Vorträge „Metallurgie" der Montanwissenschaftlichen Festtage vom 9. bis 14. November 1965 in Freiberg. Freiberger Forschungsheft B 120. (Az 1965. nov. 9—14. között megtartott Freibergi Ünnepi Napokon elhangzott kohászati előadások.) VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Lipcse, 1967. 221 oldal, fűzve 43,50 MDN.

A Freibergi Bányászati Akadémia 200 éves fennállásának évfordulóján elhangzott kohászati tárgyú előadások választéka. A gyűjtemény a következő című előadások szöveges és szemléltető részét tartalmazza: *Reaktorok alapanyagaival kapcsolatban felmerült problémák, A Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémia kapcsolatai az új technikával, A hidrogén és oxigén szerepe a bázikus SM-acélgyártásban, Oxigénes konverterek mechanikai folyamatai, Metallurgiai reakciók tudományos indokolása, Elektronsugaras mikroszonda alkalmazása, Magnézium előállítására szolgáló redukáló eljárás, A gázfelhasználás jövő lehetőségei, A lángkutatás fejlődése stb.*

A 141 ábrával és 14 táblázattal kiegészített anyag jó minőségű papíron, gondos szedéssel jelent meg, kiváló rajzú vonalas és fényképezett klisékkel. Bár az előadások két évvel ezelőtt hangzottak el, tartalmuk semmit sem vesztett az aktualitásából, s ezért az acélgyártó, öntő, anyagismereti és laboratóriumi szakemberek számára értékes anyagot szolgáltat mindennapi problémáik megoldásához.

RJ

Grundlagen, Technik und Ergebnisse des Umschmelzens von Edelstählen nach Sonderverfahren. Freiberger Forschungsheft B 126. (Nemesacélok különleges eljárásokkal végzett átolvasztásának alapjai, végrehajtása és eredményei.) VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Lipcse 1967. 230 oldal, fűzve 45,10 MDN.

A gyűjtemény a Freibergi XVII. Akadémiai Napokon 1966. jún. 28—júl. 2. között elhangzott előadásokat tartalmazza. Az acélok átolvasztása a minőségjavítás, illetve a tulajdonságok megkívánt irányú megváltoztatása érdekében bevált módszernek bizonyult. Az előnyök értékesítése azonban messzeterjedő tudományos előmunkálatokat igényel, mivel az acélban végbemenő folyamatok legfinomabb részletei még ismeretlenek. A könyv a tárgyra vonatkozó 22 előadást tartalmaz vezető német és külföldi szaktekintélyek tollából. Az önálló fejezetek különféle kutatásokról számolnak be, így többek között a *különleges acélok mechanikai tulajdonságainak változását, folyamatosan öntött tuskók peremzónájának kérdéseit, dezoxidációs kísérleteket, az ötvözőelemek következményeit, az öntött szövet homogenitásának biztosítását, a képlékeny alakítás mértékének hatását* tárgyalják. A gyűjtemény végén az előadások után elhangzott *hozzászólások kivonatát* találhatjuk.

A 158 ábrát és 47 táblázatot tartalmazó kiadvány külalakja és rendszerezése nem kíván külön említenivalót, mert a kiadótól megszokott alaposságot tükrözi. Az acélgyártás szakemberei és tudományos dolgozók bizonyára haszonnal fogják lapozgatni a könyv oldalait, akik pedig személyesen is részt vehettek az előadásokon, azok a hallottak jobb rögzítésére, emléleik felújítására értékesíthetik a kiadványt.

RJ

Lapzárta után vettük a szomorú hírt, hogy

GELEJI SÁNDOR

akadémikus, kétszeres Kossuth-díjas egyetemi tanár, okl. kohómérnök november 3-án 70 éves korában elhunyt

Szabványosítási hírek

ÚJ SZABVÁNYOK:

MSZ 5758—67 (Az MSZ 5758—57 helyett) 4 *mm-nél kisebb falvastagságú lemezgrafitos vasöntvények. Műszaki előírások*

A szabvány a 4 mm-nél vékonyabb lemezgrafitos vasöntvények felületével, méreteivel, súlyával, töretével és forgácsolhatóságával szemben előírt követelményeket tárgyalja. Mechanikai és vegyi összetételi előírások nincsenek, a keménység és szövetvizsgálat külön megállapodás tárgya.

MSZ 17742—67 (Az MSZ 17742—57 helyett) *Nagy mangántartalmú acélöntvények. Anyagminőségek és műszaki előírások*

A szabvány az ún. *Hadfield*-acélokból készült öntvényekre vonatkozik. Két anyagminőség (AöMn 12 és AöMn 10) előírásait tartalmazza. A minősítés —eltérően a régi szabványtól — nem a mechanikai és technológiai tulajdonságok, hanem a vegyi összetétel és a szövet alapján történik. A szövet vizsgálata mikroszkóppal, vagy mágneses szondával végzendő.

Az alábbi szabvány hatályát vesztette:

MSZ 19731—56 *Öntőszerszámok anyaga nyomásos öntőgéphez.*

ÚJ SZABVÁNYTERVEZETEK

MSZ 3762 T *Alumínium és ötvözött alumínium. Tárcsák. Méretek.*

A szabványtervezet a hidegen hengerelt alumínium és ötvözött alumínium lemezekből és szalagokból zárt, vagy nyitott kivágással készült tárcsák méretválasztékát tárgyalja. A vastagsági méretek 0,3-tól 10 mm-ig terjednek és 29 méretet ölelnek fel. A tárcsaátmérők 50-től 125 mm-ig terjednek.

A tervezet az MSZ 3761—53 és 3762—53 szabványokban a tárcsák méreteire előírtakat fogja helyettesíteni.

MSZ 4339 T [(Az MSZ 4339—57 és az MSZ 4339 T (63. V.)] helyett. *Automataacél. Minőségek és műszaki előírások.*

A szabványtervezet az 1957-es kiadású szabvány három minőségén kívül tartalmaz még egy csillapítatlan kénes és egy csillapított kén- ólmos minőséget is. Új még, hogy a mechanikai tulajdonságokat nemcsak a melegen hengerelt, hanem a hidegen húzott állapotra is hozza a tervezet.

MSZ 9322 T *Alumínium és ötvözött alumínium lemezek és csíkok. Méretek*

A szabványtervezet az MSZ 3761—53 és MSZ 9321—51 szabványokban a lemezek és csíkok méreteire előírtakat kívánja helyettesíteni.

A hidegen hengerelt lemezek vastagsága 0,20—10,0 mm, szélessége 500—1500 mm, hosszúsága 500—3000 mm közötti. A melegen hengerelt lemezek vastagsága 6—30 mm, szélessége 500—1500 mm, hosszúsága 500—5000 mm közötti. A hidegen hengerelt csíkok 0,4—8,0 mm vastagsággal 200—500 mm szélességgel és 500—3000 mm hosszúsággal készülhetnek.

MSZ 9323 T *Alumínium és ötvözött alumínium szalagok. Méretek.*

A szabványtervezet az MSZ 9323—51 és 9324—51 szabványokban a hidegen hengerelt ötvözetlen és ötvözött alumínium szalagok méreteire vonatkozó előírásokat kívánja helyettesíteni.

A szalagok szélessége 10-től 1500 mm-ig, vastagsága 0,10-től 3,0 mm-ig terjed.

A következő szabványok hatályukat vesztették:

MSZ 1746—52 *Gőzkazánok. Horganyrudak és támcsavarok.*

MSZ 2896—53 *Varratnélküli acélcsövek nagynyomású hidraulikus berendezéshez A 35.29 acélból, 200 és 320 kg/cm² névleges nyomásra.*

MSZ 17727—55 *Kovácsolt acélpogácsa rúdacél-húzószerszám készítéséhez*

Az alábbi ajánlott szabvány érvényét vesztette:

MSZ 5800—53 R *A gépi kovácsolás kéziszerszámai.*

NEMZETKÖZI SZABVÁNYOSÍTÁSI HÍREK

A KGST Színesfémkohászati Állandó Bizottság szakértői 1967. augusztus 22—29. között Katovicében egyeztették a lengyel fél által kidolgozott alábbi szabványajánlás-tervezeteket:

1. Horganylemezek. Méretek és műszaki előírások
2. Horganyszalagok. Méretek és műszaki előírások
3. Offsetlemezek horganyból és horganyötvözetekből. Méretek és műszaki előírások
4. Cinkográfiai horgany és ötvözött horganylemezek egyfokozatú maratáshoz. Méretek és műszaki előírások
5. Cinkográfiai horgany és ötvözött horganylemezek kétfokozatú maratáshoz. Méretek és műszaki előírások

*

A KGST Szabványügyi Állandó Bizottságának szakértői 1967. szeptember 11—15. között Prágában az alábbi ajánlás-tervezeteket egyeztették.

1. 3 mm-nél vékonyabb acéllemezek és szalagok hajlítóvizsgálata (Témavezető: LNK)
2. Acél- és fémcsövek szakítóvizsgálata (Témavezető: SZU)
3. Horganyzott acéllemezek. Méretek és műszaki előírások (Témavezető: LNK)
4. Hidegen hengerelt elektrotechnikai acéllemezek. Méretek és műszaki előírások (Témavezető: SZU)
5. Ónozott acéllemezek. Műszaki követelmények (Témavezető: LNK)

A hajtogatóvizsgálatra vonatkozó ajánlást 1969. december 31-ig, a többi négy ajánlást pedig 1970 december 31-ig szándékozzák a KGST államok nemzeti szabványaikba átvenni.

*

A KGST Szabványügyi Állandó Bizottság szakértői 1967. június 20—29. között Lipcsében az alábbi ajánlástervezeteket egyeztették:

Ötvözött kazánlemezacél. Anyagminőségek és műszaki követelmények

Ötvözött és ötvözetlen kazánlemezek. Műszaki követelmények

Hajószerkezeti acélok. Anyagminőségek és műszaki követelmények

Szélesacél. Méretek

Az ajánlásokat a KGST tagállamok 1969. végéig szándékoznak nemzeti szabványaikba átvenni.

*

Az ISO (Nemzetközi Szabványügyi Szervezet) 17. *Acél* műszaki bizottsága 1967. június 19—23 között Moszkvában tartotta 9. plenáris ülését. Az ülésen 24 tagállam mintegy 120 küldötte vett részt.

A bizottság 27 különböző ajánlástervezetet hagyott jóvá, acélok vegy- és mechanikai vizsgálata, általános gépacélok, nemesíthető ötvözött, automata, betétben edzhető és nitrálható acélok, melegen hengerelt négyzet-, kör- (metrikus), I- és L-szelvények (hüvelyk), továbbá hidegen hengerelt ónozott- és fekete lemezek tárgykörében.

A bizottság megvitatta továbbá az UIC (Vasutak Nemzetközi Egyesülése) szervezetnek a vasúti keréktárcsák, abroncsok és tengelyek tárgyában kiadott döntvényeit, melyeket ISO javaslattervezetként véleményezésre ki fognak adni.

Két új munkacsoport felállításával kapcsolatban is született határozat, mely egyrészt az acélöntvények, másrészt a melegen és hidegen hengerelt lemezek és tekercsek, valamint az ónozott-horganyzott lemezek és tekercsek tárgykörében fog működni.

*

Az ISO 17. *Acél* műszaki bizottság 8. *Melegen hengerelt acélszelvények méretei* munkacsoportja 1967. június 14—16 között Moszkvában tartotta 6. ülését. Az ülésen 15 állam 39 képviselője vett részt.

Az ülésen megvitatták a különböző talpszélességű, párhuzamos talpú I-tartókra tett belga javaslatot, a kérdést lezárni azonban nem sikerült. Megvitatták az egyenlő és egyenlőtlenszárú L-szelvények méret- és súlytűrésére tett kanadai javaslatot, melyet végülis több változtatás után javaslattervezetként elfogadtak.

Határozat született a melegen hengerelt lejtőstalpú U-szelvények egységesítési munkájának megindítására. A javaslatkészítést a szovjet delegáció vállalta.

K.E.

Műszaki és gazdasági hírek

A *nyugatnémet Hüttenwerksanlagen* 1968-ban évi hétezer t kapacitású *szürkevasöntöde* berendezéseit fogja Ceylonba szállítani. (R)

St. u. E. 1967. 9.

*

A *Siemag nyugatnémet* cég megbízást kapott a *franciaországi Sidelor acélmű háromszálas drótsorának* felújítására. A rekonstrukció célja a termelés növelése, amit az előnyújtó- és középsor változatlanul tartásával, új 8 állványos 45°-os Morgan-sor és 3 Stelmor-sor beépítésével oldanak meg. Az új berendezésekkel a készhengerlés sebessége 30-ról 50 m/s-ra emelkedik, a tekercssúlyt pedig 450 kg-ról 600—700 kg-ra tudják növelni. (R)

St. u. E. 1967. 11.

*

A *francia Tubes de la Providence* vállalat csőredukáló sorának *hevítőkemencéjét* középfrekvenciás indukciós fűtésre alakítják át. A 170 mm átmérőjű, 3—7 mm falvastagságú hegesztett csövek 950—1100°C hőmérséklettel hagyják el a nyolclépcsős, 500—1500/s frekvenciával dolgozó hevítőegységet, melynek egységei 750, ill. 1500 kW teljesítményűek. A nyolc egység összteljesítménye 10 ezer kW, s a frekvenciás átalakítást 50 hálózati periódusszámról a világon először Si—P-tirisztorok végzik. (R)

St. u. E. 1967. 11.

*

Egy kölni gépgyár 2 millió USA dollár értékű megrendelést kapott a jugoszláviai *Ljubija ércbánya modernizálásához szükséges gépek* szállítására. A gépszállítás anyagtovábbító szalagokra, rostákra, szárítógépekre, forgókanalas anyagfelszedő berendezésre és vasúti kocsiosztályozó automatára fog kiterjedni. (R)

St. u. E. 1967. 11.

*

A *csehszlovákiai Chomutov* csőgyárának a DEMAG gyár fog évi 120 ezer t gyártási kapacitású *csőtolópadot* szállítani, mely max. 16 m hosszú és 133 mm átmérőjű víz- és gázcsövek gyártására lesz alkalmas. (R)

St. u. E. 1967. 11.

*

A *szlovéniai Zelezarna Store* acélmű a Hüttenwerksanlagen nyugatnémet cégnél évi 10 ezer t kapacitású hengeröntödét rendelt meg. (R)

St. u. E. 1967. 11.

*

Üzembehelyezték a *japán Kabushiki Kaisha* vállalat acélművében a havi 20 ezer t kapacitású *folyamatos lapostuskó-öntőgépet*, mely 100 t súlyú oxigénes frissítésű acéladagokat tud 1600×200 mm méretű tuskókká önteni. (R)

St. u. E. 1967. 11.

*

Az *angliai olaj- és földgáztávvezetékek* fejlesztési terveit bizonyítja, hogy az egyik angol mammut-acélmű, a Thomas and Baldwins cég közös eladási irodát nyitott Londonban a nyugatnémet Hoesch vállalattal spirálhegesztésű és hosszvarratos vezetékcsövek értékesítésére. A piacnak kínált csövek egy része Angliában, a másik része az NSZK-ban készül. (R)

Steel Times, 1967. 5158.

*

Az Északi-tenger *angliai partszakaszán föltárt földgáz elosztására* most Angliában egy második távvezeték épül 210 km hosszúságban, 915 mm külső átmérővel, mely az algériai eredetű földgáz szállítására szolgáló régebbi gerincvezetékbe fog csatlakozni. (R)

Steel Times, 1967. 5158.

*

Svédországban korrózióvédelmi kiállítást rendeztek, melyen nyilvánosságra hozták, hogy az országban a korrózió évi 200 millió USA dollár kárt okoz, ami az egy főnyi lakosságra vonatkoztatva évi 26 dollár kárt jelent. (R)

Steel Times, 1967. 5158.

*

Az angol konzervatív párt azzal a gondolattal foglalkozik, hogy ha újból uralomra kerül, *felszámolja az államosított acélipart*, s az állami tulajdonban levő vas- és acélműveket újra magánkézbe juttatja vissza. (R)

Steel Times, 1967. 5157.

*

Az *angliai Edinburg* közelében 28 millió USA dollár költséggel új *kovácsoló kombinát* létesült. A mű különleges Ni-ötvözetek és szerkezeti acélötvözetek feldolgozását végzi, ma üzemei már legnagyobbrészt üzemszerűen termelnek. (R)

Steel Times, 1967. 5157.

*

Az *argentínai Buenos Aires* mellett 1965-ben *kezdték felépíteni* a Propulsora Ensenada *acélművet*. Az építkezések 1966 szeptemberétől 1967 júniusáig szüneteltek és most fokozott ütemben folytatódnak, hogy az eredeti tervek szerint a hideghengersor 1969 közepéig, a meleghengersor 1972 végéig és a nagyolvasztómű 1974-ben üzembehelyezhetők legyenek. (R)

Steel Times, 1967. 5157.

*

A *braziliai Cia. Belgo-Mineira acélmű évi acélöntéstermelését* 27,7 millió kruzeiro befektetéssel 380 ezer t-ról 450 ezer t-ra kívánja növelni. A program megvalósításához összesen 8 millió kruzeiróért importálnak berendezéseket. (R)

Steel Times, 1967. 5157.

A *svéd Grängesberg* vállalat 13,5 millió USA dollárnak megfelelő svéd korona *belföldi eredetű hitelt* kíván felvenni 20 éves egyenletes törlesztésre, 6% kamatra. A kölcsönnel a vállalat alaptőkéje 240 millió dollárra emelkedik, s az új befektetések célja a termelési kapacitás fokozása. (R)

Steel Times, 1967. 5159.

*

A *nyugat-ausztráliai Mount Newman vasércbányát* ausztráliai, amerikai, angol és japán közös vállalkozásban 200 millió US dollár beruházási összeggel *felfejlesztik*. Az építkezések befejezése után különösen a japán ércexport növekedésére számítanak; a vállalatnak ugyanis különféle japán kohóművekkel már most 750 millió dolláros kötései vannak. (R)

Steel Times, 1967. 5159.

*

Egy angol gépgyár szellemesen oldotta meg azt a problémát, hogy 1,5 m átmérőjű, 0,6 m hosszú és 25 mm vastag *acélperselyt illesszen be* egy 28 t súlyú öntvénybe. Az acélperselyt folyékony nitrogénben 37 s alatt annyira lehűtötték, hogy becsúszhatott a helyére. A másik megoldás az öntvény felmelegítése lett volna, ez több napig tartó hevítést tett volna szükségessé. (R)

Steel Times, 1967. 5159.

*

A *norvégiai Norsk Jernverk hengermű* és az *angliai David Brown fogaskerékgyár rendkívüli összefogása* tette lehetővé a közelmúltban egy *20 hétre becsült üzemkiesés lerövidítését* alig 3 hétre. A hengersor hideghengerművének főhajtásában egy spirális kettős redukciójú fogaskerék 16 foga lemorzsolódott. A norvég üzem a fogaskoszorút leesztergálta, s a kerékre új nyers peremet hegesztett. Ezt a nyers tárcsát és a hozzá csatlakozó hajtókereket különleges teherszállító repülőgéppel vitték az angliai gépgyárba, ahol a fogazást 7 nap alatt bemarták a tárcsába, majd az 5 t súlyú rakományt ugyanazon a repülőgépen azonnal visszajuttatták Norvégiába. (R)

Steel Times, 1967. 5160.

*

Lengyelország 900 ezer USA dollár értékben *különféle hőkezelő berendezéseket* rendelt az angol AEI-Birlec kemencegyártól. Az egyik kemencecsoport az Ursus gépgyárba kerül, egy folyamatos gázcementáló egységből és négy zárt-terű edzőkemencéből áll, a másikat egy Gdynia mellett levő motorgyárban helyezik üzembe, ez egy folyamatos gázcementáló és egy megeresztő egységből áll. (R)

Steel Times, 1967. 5160.

*

A *magyar Chemokomplex* vállalat 30 ezer USA dollár értékben *automatikával kiegészített égőket* rendelt meg az angol Urquhart cégnél, melyek földgáz és repülőbenzin keverékével fognak üzemelni 30 t-s alumíniumolvasztó kemencékben. (R)

Steel Times, 1967. 5160.

*

A *moszkvai Stankoimport cég két csapágy-gyárat* rendelt egy angol vállalattól, 6,1 millió USA dollár értékben. A gyárakat szállító angol vállalat az exporthiteleket szavatoló bizottság jóváhagyásával 5 millió dollár hitelt kapott a Midland banktól. (R)

Steel Times, 1967. 5160.

*

Angliában idáig még nem készültek akkora *monoblokk mozdonykerekek*, amekkorákat most szállítottak csehszlovák és brazíliai megrendelésekre. A futófelületükön 1,25 m átmérőjű kerekek peremén hőkezeléssel biztosították az előírt 110 kp/mm² szakítószilárdságot. (R)

Steel Times, 1967. 5161.

*

Francia, NSZK, olasz, svájci és japán cégek elől *egy angol vállalat nyerte el* versenytárgyalás keretében a világ eddig feljegyzett *legnagyobb szerszámgéprendelését*, mélyet a Szovjetunió írt ki 426 szabatos köszörűgépre 7,3 millió USA dollár értékben. (R)

Steel Times, 1967. 5161.

A vaskohászat rövid hírei

Apró Antal, az MSZMP Politikai Bizottságának tagja, a Minisztertanács elnökhelyettese júl. 28-án *látogatást tett az Ózdi Kohászati Üzemekben.*

*

A Vasas Szakszervezet vendégeként hazánkban tartózkodó *japán Tekko-Roren Vas-Acélipari Szakszervezet* hattagú küldöttsége többek között megtekintette a Dunai Vasműben a kokszoló-, kohó gyárrészleget, a Martin-acélművet, valamint a meleg- és hideghengerműveket.

*

A *Dunai Vasműben* május és június folyamán két kampányban külföldi és a korábbi hazai tapasztalatok értékelése, a helyi adottságokhoz igazodó új gyártástechnológia kidolgozása után, előzetesen zsugorított úrkúti oxidos mangánércből több mint 4000 t *ferromangánt gyártottak*, 1940 kg/t fajlagos koksz fogyasztással és igen jó eredménnyel. A ferromangán átlagos P tartalma 0,30%.

*

A gépipar növekvő igényeinek kielégítése céljából a *Salgótarjáni Acélárugyárban* fokozzák a CO_2 védőgázas hegesztőhuzal gyártását. A hegesztőhuzal előállításához négy húzógépet telepítettek, melyeken a termelést megkezdték.

*

Sziklavári János, a Lenin Kohászati Művek főmetallurgusa vezetésével *kohászati delegáció* tanulmányozta a közúti jármű — *licenc vásárlásával kapcsolatosan a MAN-motorokhoz szükséges különleges kohászati anyagok gyártástechnológiáját és átvételi feltételeit az NSZK-ban.* A delegáció megtekintette a MAN-cég kohászati üzemeit.

*

Budault, az Electro Refractaire cég mérnöke július hóban nagy érdeklődéssel kísért előadást tartott az Egyesületünkben „Elektromosan olvasztott, öntött tűzálló anyagok és azok alkalmazása a kohászatban" címmel. Az előadás keretében ismertette a Magmalox, Corhart 104 és ZAC 1681 elnevezésű gyártmányok kohászatban lehetséges alkalmazása területeit és az eddigi tapasztalatokat.

*

A *Concast* svájci cég képviselői július hóban a kohászat érdeklődő szakemberei előtt levetítették a svédországi Domnarvetben működő, lapos bugákat előállító folyamatos öntőműről készített filmet és válaszoltak az elhangzott műszaki kérdésekre.

*

Július folyamán a KGM Műszaki Tudományos Tájékoztató Intézete és a Vaskohászati Igazgatóság vállalatai közös rendezésében *Miskolcon műanyag kiállítást* és Műanyagok a kohászatban c. konferenciát szerveztek.

*

A *Salgótarjáni Acélárugyár* résztvett az aug. 25—szept. 17. között megrendezett Mezőgazdasági Kiállításon. Termékei közül bemutatta a kovácsolt mezőgazdasági szerszámokat, a bevont és bevonatlan huzalokat, szegeket, csavartszegeket és a műanyaggal bevont huzalokat. (T)

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: Lomniczy Dezső

A réz dezoxidálása indukciós vákuumkemencében

PÁSZTOR GEDEON okl. kohómérnök, Csepeli Fémmű

DK 669.3 : 66.094.3 : 66.041.82

Használt jelölések

p_{A_2} az A_2 gáz parciális nyomása termodinamikai egyensúly esetén
ΣP a rendszer össznyomása
n_M az „M" vegyület mólszáma
Σn a rendszerben levő összes mólok száma
a_M az „M" vegyület (elem) aktivitása
K_1 az „l" reakció egyensúlyi állandója
ΔG_1° az „l" reakció termodinamikai normálpotenciálváltozása
T abszolút hőmérséklet
R egyetemes gázállandó
c_0 kiindulási koncentráció
c_e termodinamikai egyensúlynak megfelelő koncentráció
c pillanatnyi koncentráció az olvadék belsejében
D diffúziós állandó
X a tapadó fémréteg vastagsága
t idő

A híradástechnikai és vákuumtechnikai anyagok, valamint a nagytisztaságú színfémek előállításának kritikus része a rendkívül kis gáztartalom biztosítása. A fémekben oldódó gázok közül a legfontosabb az O_2, N_2 és a H_2. Ezek jelenlétében vákuumtechnikai és vákuumba épített híradástechnikai anyagoknál a hevítés, ill. melegedés közben fellépő gázleadás miatt a vákuum romlik, ami a vákuumtechnikai berendezés üzemképtelenségét, ill. a híradástechnikában használatos elektroncsövek, TV-képcsövek stb. élettartamának rohamos csökkenését okozza.

A nagytisztaságú anyagokban oldott gázok a tisztaság rovására mennek, mennyiségük arányában rontva a vezetőképességet, ill. az alakíthatóságot stb. A könnyen oldódó gázok közül az oxigén a legveszélyesebb, annak ellenére, hogy azonos mennyiségű bármely másfajta gáz leadása azonos mértékben rontja a vákuumot. Az eltérés abból adódik, hogy míg az N_2 neutrális, a H_2 redukáló gáz, addig az O_2 elősegíti az alkatrészek korrodálását, különösen nagy hőmérsékleten. Ezenfelül a kristályhatárok mentén megjelenő oxidhártya az alakíthatóságot és a vezetőképességet jelentősen rontja. A dolgozatban — az említett hatások miatt — az anyagminőséget legjobban rontó oxigén eltávolíthatóságának körülményeit vizsgáljuk.

A dezoxidáció lehetőségei a következők.

A folyékony fém lehűtése, befagyasztása

Ilyenkor a gázok oldhatósága csökken. Előnye, hogy dezoxidálószer nem szükséges hozzá, tehát a dezoxidáció termékei az anyagot nem szennyezik, hátránya viszont a nagy idő- és energiaigény, valamint az a tény, hogy a befagyasztott fémet az öntési hőmérsékletre újra felhevítve gondoskodni kell az újbóli gázfelvétel megakadályozásáról, vákuumozással, légzáró olvadékkal vagy inert gázatmoszférával. Az utóbbiak miatt ez az eljárás csak más módszerekkel kombinálva kivitelezhető.

A túlhevített fém átfúvatása inert gázzal

Az eljárás a fémben oldott gáznak az átfúvott gáz buborékaiba való diffúzióján alapszik, mert a gázbuborékokban az oldott gáz parciális nyomása jóval kisebb, mint az oldott gáz fémfürdő feletti egyensúlyi nyomása. Oxigén eltávolítására szóba jöhet a hidrogénes vagy nemesgázos átfúvás.

A H_2, különösen nagy hőmérsékleten, az említett fizikai jelenségeken kívül H_2O-képződés közben kémiailag is redukál, ami az eljárás hatásfokát nagymértékben javítja, hátránya viszont, hogy gondoskodni kell az oldott H_2 eltávolításáról. Emellett durranógázképződés lehetősége miatt rendkívül balesetveszélyes.

A nemes gázzal való átfúvás csupán a diffúziót használja ki, tehát hatásfoka rosszabb a hidrogénes átfúvásnál, viszont nem oldódik a fémekben és nem balesetveszélyes.

Mindkét eljárás a gázok nagy mennyiségéből adódó jelentős hőelvonás miatt többletenergiát igényel.

Dezoxidálás dezoxidáló anyagok alkalmazásával

Ez az eljárás azon alapszik, hogy egyes elemek pl. C, H_2, Mn, Si, Al, Ca, Ti, Zr az oxigént oxidképzésük rendkívül negatív termodinamikai normálpotenciálja miatt stabil vegyületben kötik meg. Ezen eljárásnál a dezoxidensnek az oxigénhez való nagy vegyrokonsága csupán alapfeltétel, a dezoxidáló anyagnak ezenkívül még számos lényegbe vágó feltételt kell kielégítenie:

a) A dezoxidáló anyag lehetőleg oldódjék az alapfémben vagy valamely nagy százalékban résztvevő ötvözőben.

b) A dezoxidálás terméke

α) ha az öntési hőmérsékleten szilárd, fajsúlya legyen kisebb az alapfém fajsúlyánál, szemnagysága pedig legyen olyan, hogy a felúszás és salakba kerülés időszükséglete a minimálisra rövidüljön. A belőle képződő salak legyen tömör, hogy lehúzásnál a fémveszteség a lehető legkisebb legyen;

β) ha az öntési hőmérsékleten folyékony, jól koaguláljon, fajsúlya kisebb legyen az alapfém fajsúlyánál, ne keveredjék a belőle képződő salak az alapfémmel;

γ) ha az öntési hőmérsékleten gáznemű, ne vagy csak kismértékben oldódjék az alapfémben vagy valamely ötvözőben, és ezekkel vegyületeket se létesítsen.

A dezoxidálás termékeire vonatkozó követelményekből egyértelműen az derül ki, hogy diszperz, nem fémes zárványoktól tökéletesen mentes, jól dezoxidált színfémek vagy ötvözetek előállítására legjobbak a gáznemű reakcióterméket adó dezoxidensek. Ilyenek a C, a H_2, a CO, illetve egyes esetekben az Si is, ha a reakció terméke a könnyen illanó SiO.

Fémek olvasztása vákuumban

Az oxidok disszociációja miatt, mint önálló eljárás is szerepelhet. Dezoxidáló elemeket is használva, mint a dezoxidációs folyamat termodinamikai potenciálját negatívabbá tevő, a gázalakú dezoxidációs termék eltávolítását elősegítő eljárás más folyamatokkal kombinálva használható.

A vákuumolvasztás a jó dezoxidálás és gáztalanítás biztosításán kívül lehetővé teszi a szinte veszteségmentes ötvözést, a konvekcionális okokból származó hőveszteségek csökkenése és a salak hiánya miatt kisebb energiafogyasztással jár. Lehetséges á káros szennyezők pl. S, As részleges eltávolítása, lehetőséget nyújt nagytisztaságú és nagy olvadáspontú fémek olvasztására, jól nyomon követhető mikroötvözésre, és mindezek mellett kitűnő szabályozhatóságot biztosít.

Ezen előnyök mellett hátrányos a berendezés drágasága és az alapanyag minőségében szükséges korlátozottság.

A dezoxidálás lehetőségének vizsgálata egyértelműen azt mutatja, hogy a híradástechnikai és vákuumtechnikai anyagok nagymérvű oxigén- és gázmentességét legjobban a gázalakú dezoxidációs terméket adó dezoxidensek és a vákuumolvasztási módszerek kombinálása biztosítja. Ennek megfelelően az indukciós vákuumkemencében való dezoxidálás viszonyait vizsgáltam meg gázalakú dezoxidációs termék keletkezésekor (karbonos dezoxidáció) mind elvi, mind gyakorlati vonatkozásban. Megkíséreltem dezoxidációs kísérletek alapján az ilyen jellegű dezoxidációt leíró és gyakorlati számításokra alkalmas modell felállítását.

A vizsgált rendszer termodinamikai és reakciókinetikai szempontból egyaránt több fázisú. Az egyik fázist maga a fémolvadék jelenti, amely a gyakorlatilag reális mennyiségű oxigént, nitrogént, hidrogént, valamint a nemfémes szennyezéseket valódi oldat formájában tartalmazza. A másik fázis a tégelyfal, amely anyagát tekintve nagy olvadáspontú fémoxid vagy grafit, és mint ilyen a fémolvadékban gyakorlatilag oldhatatlan. Harmadik fázisként a fémolvadék feletti gáztér szerepel.

A többfázisú rendszer ilyen kiindulási állapota a dezoxidálás és gáztalanítás folyamatának megindulásakor azonban jóval bonyolultabbá válik. Új fázisként jelenik meg a fémfürdő belsejében a dezoxidálás termékét képező gáz. Ez a felszálló buborékok formájában külön reakciózónát képvisel, a felszálló N_2- és H_2-buborék, valamint a tégelyfal reakcióból és az oldott szennyezők kémiai reakciótermékéből adódó és a fémfürdőben nem oldódó egyéb anyagrészekkel együtt. A kiinduláskor csupán három fázisú rendszerünk tehát a reakció megindulásakor — még ha a tégelyfal és a szennyezők reakcióit elhanyagoljuk is — legalább hatfázisúvá válik.

A fenti általános megállapítások a réz dezoxidációs viszonyaira is vonatkoznak.

A rendszer tanulmányozását célszerűen két részre bontottam. Az egyik a termodinamikai vizsgálat, amely egyrészt megmutatja, hogy a reagáló anyagok kinetikailag akadálynélküli reakciója milyen körülmények között megy végbe, másrészt megmutatja, hogy mi a reakció teljességének foka a hőmérséklet és nyomás függvényében. A másik reakciókinetikai vizsgálat, amely a termodinamikai lehetőségek ismeretében és kísérleti eredmények tényleges adataiból, ill. az említett két tényező különbségéből a reakciókinetikai hatások eredőjének meghatározását teszi lehetővé, s ezen túlmenően a reakciókinetikai hatások eredőjének és a rendszer fázisviszonyainak ismeretében módot nyújt a reakciókinetika mechanizmusának matematikai alapon való felderítéséhez.

I. A C—O_2—H_2—Me rendszer termodinamikai vizsgálata

A rendszerben végbemenő reakciók a következők:

$$2CO_2 \rightleftarrows 2CO + O_2 \quad (1)$$
$$CO_2 \rightleftarrows C + O_2 \quad (1a)$$
$$2H_2O \rightleftarrows 2H_2 + O_2 \quad (2)$$
$$CO_2 + H_2 \rightleftarrows CO + H_2O \quad (3)$$
$$CO_2 + C \rightleftarrows 2CO \quad (4)$$
$$2CO \rightleftarrows 2C + O_2 \quad (5)$$
$$MeO + C \rightleftarrows Me + CO \quad (6)$$
$$2MeO + C \rightleftarrows 2Me + CO_2 \quad (6a)$$
$$2MeO \rightleftarrows 2Me + O_2 \quad (7)$$
$$MeO + CO \rightleftarrows Me + CO_2 \quad (8)$$

Tekintettel arra, hogy

$$(2) + 2(3) = (1)$$
$$(1) + (1a) = (4)$$
$$1/2[(7) - (5)] = (6)$$

redukálásra a következő lehetőségek adódnak:

$$MeO + C = Me + CO \quad (6)$$
$$2MeO + C = 2Me + CO_2 \quad (6a)$$
$$MeO + CO = Me + CO_2 \quad (8)$$

és mindig lejátszódik a

$$CO_2 + C = 2CO \quad (4)$$

reakció is.

A (6), (6a), (8) és (4) reakciók részletes termodinamikai vizsgálata alapján (helyszűke miatt itt

1. táblázat

Reakció	T_k csökken, ha		a_{MeO} csökken, ha	
	nő	csökken	nő	csökken
4	—	p_{CO}; p_{CO}/p_{CO_2}	T	ΣP
6	a_{MeO}	p_{CO}	T	ΣP
6/a	a_{MeO}	p_{CO_2}	T	ΣP
8	a_{MeO}	p_{CO}/p_{CO_2}	T	—

nem közöljük) ezen reakciókra vonatkozó kedvező feltételeket az *1. táblázat* foglalja össze.

A négy reakciót külön-külön nézve azt tapasztaljuk, hogy a (8) és (4) reakciók létfeltételeit a p_{CO} csökkenése és p_{CO_2} növelése javítja, a (6a) reakció jobb lefolyását pedig éppen a p_{CO_2} csökkenése segíti elő.

A valóságban ezek a reakciók nem függetlenek egymástól, mert egymás mellett játszódnak le és ezért egymásra gyakorolt hatásuk nem hagyható figyelmen kívül. Tekintettel arra, hogy kísérleteinkben a réz dezoxidációs lehetőségeivel foglalkoztunk, és rézre nézve a három dezoxidációs lehetőség (6), (6a), (8) közül a (6a) bizonyul a gyakorlati hőmérséklettartományban a legstabilabbnak, válasszuk független egyenletként a (6a)-t és a (4)-t.

Általánosság kedvéért meg kell említenem, hogy a négy egyenlet közül bármelyik kettő szabadon választható, mert ezek a dezoxidáció szempontjából egyenrangúak, csupán adott fémre és adott hőmérséklettartományban lehet valamely reakciót, mint legstabilabbat kiemelni, annak tudatában, hogy a másik két reakció, mint a reakciólánc tagja továbbra is lejátszódik.

A választott (6a) és (4) reakció a rendszert egyértelműen meghatározza:

$$(6)+(8)=(6a), \text{ valamint } (6)-(8)=(4).$$

Ezen két reakció alapján most már meghatározhatók a különböző hőmérsékleten és nyomáson maximálisan elérhető legkisebb oxigénkoncentrációk.

A (6a) reakcióban keletkező CO_2 x-ed részét a (4) reakció fogyasztja el, azaz

$$2MeO + C = 2Me + CO_2$$
$$x.CO_2 + x.C = 2x.CO$$

$$MeO + 0{,}5(1+x)C = Me + x.CO + 0{,}5(1-x)CO_2$$

formában a rendszer bruttó reakcióját kapjuk.

Ha 1 mól MeO redukálásakor a rendszer felett levő gáztér $n_{CO} = x$ mól CO-t tartalmaz, akkor

$$n_{CO} = 0{,}5\ (1-x) \text{ mól}$$

$$\Sigma n = 0{,}5\ (1+x) \text{ mól.}$$

Ezekkel felírva a (6a) és (4) reakciók egyensúlyi állandóját a következő egyenleteket kapjuk:

$$K_{6a} = \frac{p_{CO_2} \cdot a_{Me}^2}{a_{MeO}^2 \cdot a_C} = \frac{0{,}5(1-x)\dfrac{\Sigma P}{0{,}5(1+x)}}{a_{MeO}^2}$$

mert $a_{Me} = a_C = 1$; de $a_{MeO} \neq 1$

$$K_4 = \frac{p_{CO}^2}{p_{CO_2} \cdot a_C} = \frac{x^2 \dfrac{\Sigma P}{0{,}5(1+x)}}{0{,}5(1-x)}$$

mert $a_C = 1$.

A két egyenletet x-re kifejezve és összevetve adódik

$$\frac{\Sigma P - a_{MeO}^2 \cdot K_{6a}}{a_{MeO}^2 K_{6a} + \Sigma P} = \sqrt{\frac{0{,}25 \cdot K_4}{\Sigma P + 0{,}25 \cdot K_4}} = A$$

Ebből

$$a_{MeO} = \sqrt{\frac{\Sigma P(1-A)}{K_{6a}(1+A)}}$$

A termodinamikai normálpotenciál kifejezéséből pedig

$$K_{6a} = e^{\frac{-\Delta G^\circ_{6a}}{RT}} \quad ; \quad K_4 = e^{\frac{-\Delta G^\circ_4}{RT}}$$

Végeredményben tehát a_{MeO} változására ΣP és T független változókkal meghatározott függvényt a következőképpen alakíthatjuk ki:

$$a_{MeO} = f(\Sigma P;\ T).$$

A fenti képlet alapján különböző hőmérsékletre és nyomásokra kiszámoltam az egyensúlyi oxigénaktivitások értékeit. Tekintettel arra, hogy ezek az aktivitások rendkívül kicsinyek, az oldatot standard állapotú végtelen hígítású oldatnak tekinthetjük, azaz az aktivitásokat a koncentrációval egyenlőnek vehetjük. Az egyensúlyi oxigénkoncentrációkat a *2. táblázat* tünteti fel.

Az egyensúlyi oxigénkoncentrációk azt mutatják, hogy a nyomás csökkenésével nő a dezoxidálás hatásfoka. Hasonló eredménnyel jár a hőmérséklet növelése is. Megállapítható, hogy a hőmérséklet növelése hatásosabban növeli a reakció teljességét, mint a nyomás csökkentése.

2. táblázat

Nyomás (Torr) Σp	Az oxigén aktivitása $= c_e$ (súly %)	
	1356 (°K)	1503 (°K)
35	$2{,}93 \cdot 10^{-8}$	$2{,}49 \cdot 10^{-8}$
5	$2{,}21 \cdot 10^{-8}$	$3{,}76 \cdot 10^{-9}$
$5 \cdot 10^{-2}$	$4{,}65 \cdot 10^{-9}$	$3{,}97 \cdot 10^{-10}$
$5 \cdot 10^{-4}$	$\sim 1 \cdot 10^{-10}$	$\sim 1 \cdot 10^{-11}$

II. Dezoxidációs kísérletek

Számításaim eredményei — mint már említettem — a rendszernek olyan egyensúlyi állapotát adják, amelynél a reakciókinetikai befolyások időszükséglete nulla. Hogy képet kapjunk a reakciókinetikai hatásoknak a tényleges oxigénkoncentrációkra gyakorolt befolyásáról, dezoxidációs kísérleteket végeztünk.

A kísérlet körülményei a következők voltak:

Kemence: *VSG in 1,5* típusú középfrekvenciás (8000 Hz) indukciós vákuumkemence,

tégelyanyag: elektród-grafit,

olvasztási hőmérséklet: 1503°K grafit-védőcsöves Pt-PtRh-termoelemmel mérve,

3. táblázat

Vákuum Σp (Torr)	Vákuumozási idő (ó)	O_2, súly-%	H_2, súly-%	N_2, súly-%	Össz. gáztart., súly-%
2	1	$6{,}22 \cdot 10^{-4}$	$7{,}031 \cdot 10^{-5}$	$3{,}52 \cdot 10^{-5}$	$7{,}275 \cdot 10^{-4}$
$5 \cdot 10^{-2}$	1	$5{,}86 \cdot 10^{-4}$	$5{,}062 \cdot 10^{-5}$	$2{,}33 \cdot 10^{-5}$	$6{,}599 \cdot 10^{-4}$
$5 \cdot 10^{-4}$	1	$7{,}77 \cdot 10^{-4}$	$5{,}607 \cdot 10^{-5}$	$5{,}58 \cdot 10^{-5}$	$8{,}195 \cdot 10^{-4}$
$5 \cdot 10^{-4}$	2	$6{,}51 \cdot 10^{-4}$	$6{,}586 \cdot 10^{-5}$	$4{,}14 \cdot 10^{-5}$	$7{,}123 \cdot 10^{-4}$
$5 \cdot 10^{-4}$	3	$6{,}01 \cdot 10^{-4}$	$5{,}607 \cdot 10^{-5}$	$3{,}04 \cdot 10^{-5}$	$6{,}874 \cdot 10^{-4}$
Alapanyag		$1{,}48 \cdot 10^{-2}$	$1{,}72 \cdot 10^{-3}$	$2{,}09 \cdot 10^{-3}$	$1{,}660 \cdot 10^{-2}$

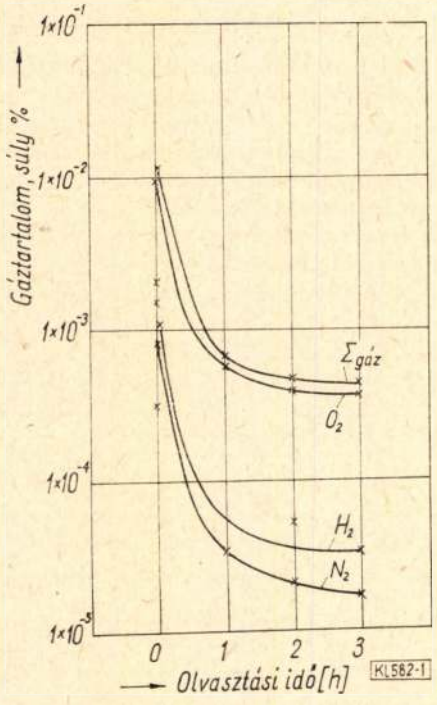
Vákuummérés: Piráni, ill. Penning típusú vákuummérővel,

alapanyag: egyszer elektrolizált rézkatód,

beadott mennyiség: 9 kg,

öntés: 150 Torr Ar alatt öntöttvas kokillába.

A kísérleteknél különböző nyomásértékeket beállítva különböző vákuumozási időket használtam úgy, hogy ezáltal az oxigénkoncentrációk változását a nyomás, ill. a vákuumozási idő függvényében nyomon követhessem.



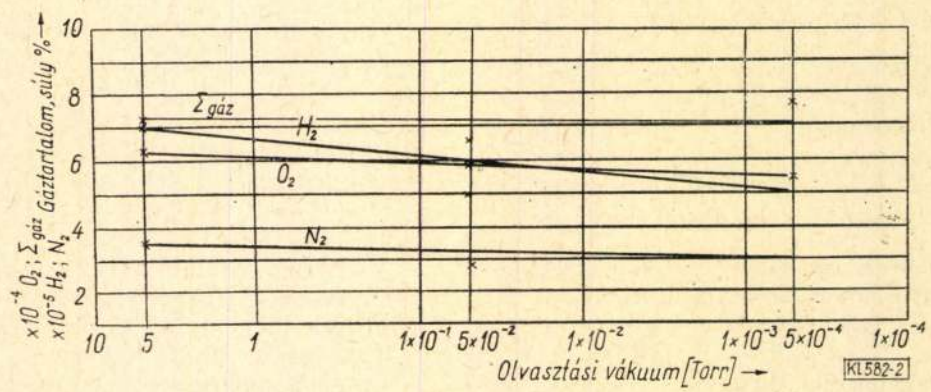
1. ábra. Az olvasztási idő és a gáztartalom összefüggése

Az alapanyag és a kísérleti olvasztások eredményét képező réztuskókat Leybold-rendszerű gázanalizátoron elemeztük 1600°C-on 20 perces gyűjtési idővel 10^{-3} Torr vákuumban.

A kísérlet eredményeit a nyomások és a vákuumozási idő függvényében a *3. táblázat* tünteti fel. A táblázat értékeit grafikusan az *1.* és *2. ábra* mutatja be.

A táblázat értékei és a diagramok azt mutatják, hogy — amint ez várható volt — az oxigénkoncentrációk jelentősen eltérnek a termodinamikai egyensúly értékeitől, azaz a reakciókinetikai hatás rendkívül erős, és mert ez a hatás elsősorban az idő függvénye, jelentős oxigénkoncentrációváltozást csupán a vákuumozási idő függvényében tapasztalunk. A használt vákuum hatása, mint az adatokból látható, elenyésző. Ezt az a tény magyarázza, hogy a vákuummérők által regisztrált nyomások csupán a kazántér nyomásai voltak, a tényleges reakciótér nyomása ettől lényegesen eltér. Az eltérés két tényezőből adódik:

1. Vákuumozás során a gáztér ritkulása következtében a gázrészecskék közepes szabad úthosszának növekedése olyan mérvű, hogy levegőre nézve már 10^{-3} Torr nagyságrendű nyomásokon összemérhető lesz a kazánméretekkel. Tekintettel arra, hogy ilyen körülmények között konvekció már nincs és a gázmolekulák hosszan elnyújtott ballisztikus röppályán mozognak, a tégelyben levő olvadékból felszabaduló gázrészecskék a kazánfalba ütköznek s onnan visszaverődnek. A visszaverődő gázmolekulák egy része az olvadék felületébe csapódik, az impulzusmennyiség összegének megfelelő nyomást fejtve ki. A visszaverődő gázmolekulák többi része többszörös visszaverődés után kerül az elszívótorokba. A fürdőből kilépő fémgőzrészecskék viselkedésében az eltérés csupán az, hogy ezek



2. ábra. Az olvasztási vákuum és a gáztartalom összefüggése

nagy része a hideg kazánfalon lecsapódik, tehát kicsiny a visszaverődő atomok száma, és így kicsi az általuk létrehozott nyomásnövekedés. A visszaverődő gázatomokból adódó tégelyfeletti nyomásnövekedés rendkívül stabil, az állandó gázfelszabadulás és az állandó visszacsapódás miatt fellépő dinamikus egyensúlyból adódóan.

2. Az előzőnél volumenében súlyosabb hatás, hogy a reakciótérre ható nyomás a reakciótér felett levő fémolvadék metallostatikus nyomásának és az olvadékra ható nyomásnak összegéből adódik. Számításaim szerint kísérleteimben ez a nyomás az egész olvadékra nézve átlagosan 35 Torr volt, és ez magyarázza, hogy az egyensúlyi oxigénkoncentrációt erre a nyomásra is kiszámoltuk (2. táblázat).

III. Reakciókinetikai vizsgálatok

Ahhoz, hogy a termodinamikai egyensúlynak megfelelő és a tényleges oxigénkoncentrációk különbözőségének reakciókinetikai okait megvilágítsuk, és ezt matematikailag leírhassuk, mindenek előtt reakciókinetikai modellt kell felállítani, a modell helyességét pedig a reakciókinetikai számítások eredményeinek és a kísérleti eredmények összevetéséből kell ellenőrizni.

Más kutatók által elért eredmények [1], [2], [3], saját vizsgálataim, valamint sok olvasztás alapján megfigyelt jelenségek és feltételezések eredményeként a modell a következőképpen alakul:

1. Az olvadék belsejében nincs mód karbonos dezoxidációra,

a) mert a karbon oldhatósága rézben gyakorlatilag nulla;

b) mert az olvadékban mind a CO, mind a CO_2 buborékképződése az olvadékrészek hatalmas adhéziós, ill. kohéziós kötőerei miatt lehetetlen.

2. Karbonos dezoxidáció csak olyan helyeken mehet végbe, ahol olvadékhiány van, tehát az érdes felületű tégelyfalon vagy az olvadékban úszó érdes felületű zárványokon. A nedvesítőképesség, ill. a viszkozitás azok az anyagi jellemzők, amelyek a tégelyfalfelület pórusainak kitöltöttségét szabályozzák.

3. Másodlagos dezoxidáció mehet végbe a tégelyfalról felszálló CO-buborékok felületén, mint másodlagos reakciózónában.

4. Az olvadék belsejében a rendkívül erős indukciós keverés a koncentráció változást azonnal kiegyenlíti.

5. Az olvadék tetején dezoxidáció végbemehet, a fémoxid termikus bomlása által a

$$2Cu_2O \rightleftarrows 4Cu + O_2$$

reakció értelmében.

6. A reakciótérhez — tehát a tégelyfalhoz, az olvadékfelülethez, az érdes felületű zárványokhoz, ill. gázbuborékokhoz — a Cu_2O-molekula a reakciótereket burkoló és nyugalomban levő rézolvadékhártyán keresztül csak diffúzió útján juthat.

7. A diffúziós folyamat hajtóerejét képező kémiai potenciál gradiensek nagysága hely és idő függvénye.

8. A reakciótérbe diffundált Cu_2O-molekula dezoxidációját az ott fennálló nyomás- és hőmérsékleti viszonyok szabják meg. A reakció teljessége a termodinamikai egyensúlynak felel meg.

9. Kis oxigénkoncentrációkon a felületi oxiddisszociáció és a CO másodlagos dezoxidációjának hatása elhanyagolható, a kicsiny oxidaktivitás és a kis mennyiségű CO-buborék miatt.

A modell alapján az egész dezoxidációs folyamatnak két meghatározó tényezője van:

az egyik a diffúzió, amely a reakciótérbe juttatja a dezoxidálandó Cu_2O molekulát;

a másik a kémiai dezoxidáció, amely az állapotjelzők által meghatározott egyensúly elérésére törekszik.

A diffúzió a lassúbb folyamat. Ha a diffúzióval szállított Cu_2O-t a dezoxidációs reakció a diffúziós folyamat teljes időszükségletén belül mind el tudja fogyasztani, akkor az oxigénkoncentrációt a diffúzió sebessége határozza meg, ha nem, akkor a kémiai dezoxidáció sebessége érvényesül.

A rézre, mint ez már a termodinamikai egyensúlynak megfelelő és a tényleges oxigénkoncentráció összehasonlításából látszik, a meghatározó tényező a Cu_2O diffúzió sebessége.

A rendszer matematikai leírásakor, tekintettel arra, hogy a koncentrációt a hely és idő függvényében változónak tekintjük (azzal a megszorítással, hogy a tapadó fémhártya kivételével az olvadékban rendkívül kicsiny dt idő alatt is helyszerinti koncentrációkiegyenlítődés következik be), *Fick* II. egyenletéhez jutunk, amelynek a rézre vonatkoztatott jó megoldása

$$c = c_0 + (c_e - c_0)\left[1 - erf\left(\frac{X}{2\sqrt{Dt}}\right)\right]$$

Ennek alapján kiszámolva a reakciókinetikai változások figyelembevételével adódó oxigénkoncentrációkat, a *4. táblázatban* feltüntetett értékeket kapjuk.

4. táblázat

Vákuumozási idő (ó)	ΣP (Torr)	Oxigénkoncentráció (súly-%)		
		Termodinamikai egyensúlyból számolva	Kinetikai változásból számolva	Kísérletileg mért
1	5	$3{,}76 \cdot 10^{-9}$	$6{,}66 \cdot 10^{-4}$	$6{,}22 \cdot 10^{-4}$
1	$5 \cdot 10^{-2}$	$3{,}97 \cdot 10^{-10}$	$6{,}66 \cdot 10^{-4}$	$5{,}86 \cdot 10^{-4}$
1	$5 \cdot 10^{-4}$	$\sim 1 \cdot 10^{-11}$	$6{,}666 \cdot 10^{-4}$	$7{,}77 \cdot 10^{-4}$
2	$5 \cdot 10^{-4}$	$\sim 1 \cdot 10^{-11}$	$5{,}416 \cdot 10^{-4}$	$6{,}51 \cdot 10^{-4}$
3	$5 \cdot 10^{-4}$	$\sim 1 \cdot 10^{-11}$	$4{,}440 \cdot 10^{-4}$	$6{,}01 \cdot 10^{-4}$

Tekintettel arra, hogy a kiindulási oxigénkoncentráció $1{,}48 \cdot 10^{-2}$ súlyszázalék O_2 volt (3. táblázat), a reakciókinetikai számítás eredménye a kísérlet eredményeivel összevetve csupán 0,7% hibát mutat, ami rendkívül jó eredmény.

Ez a nagyon jó közelítés bizonyítja a felállított reakciókinetikai módszer helyességét, bizonyítja

1. hogy a rendszer végállapotát termodinamikai egyensúly helyett a diffúzió nagysága határozza meg,

2. hogy a rendszerben végbemenő változásokra a nyomás jóformán semmiféle hatást nem gyakorol, és a kívánt oxigénkoncentráció elérését a hőmérséklet változtatásával egyértelműen biztosíthatjuk. A számítások eredményei olyan könnyen kezelhető egyenletet adtak kezünkbe, amelynek alapján a kezdeti oxigénkoncentráció, a diffúziós állandó, valamint a tapadó fémréteg vastagságának ismeretében tetszőleges vákuumozási időre nézve előre kiszámolhatjuk a késztermékben maradó oxigéntartalmat.

Tekintettel arra, hogy a termodinamikai egyensúlynak megfelelő c_e oxigénkoncentráció a maradó oxigénkoncentrációhoz képest elhanyagolható, egyenletünk az alábbi alakot kapja:

$$c = c_0 - c_0\left[1 - erf\left(\frac{X}{2\sqrt{Dt}}\right)\right] = c_0 erf\left(\frac{X}{2\sqrt{Dt}}\right)$$

Az egyenletben szereplő X érték a műszakilag biztosítható munkatartományban a hőmérséklettől kevéssé függ. Méréseink alapján rézre

$$X \cong 7 \cdot 10^{-2}\ \text{cm},$$

D értéke pedig 1503° K-en

$$D = 1{,}6 \cdot 10^{-4}\ \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}$$

D erősen függ a hőmérséklettől, úgyhogy a tényleges számításnál táblázatokból a hőmérséklet ismeretében mindig a megfelelő értéket kell figyelembe venni.

IRODALOM

[1] *Machlin:* Kinetics of Vacuum Induction Refining Theory. Transactions of the Metallurgical Society of AIME. April 1960. vol. 218.

[2] *Knüppel—Oeters:* Zur Kinetik der Entgasung von Stahlschmelzen unter vermindertem Druck. Archiv für das Eisenhüttenwesen 1962. Nov. Heft 11, S. 729—743.

[3] *Zelenov—Ivanova—Simonisvili—Slavjanov:* Vlijanyie vakuumnovo pereplava na gazosoderzsanyie megyi. Cvetnüje metallü 1966. 11. c. 92—93. st.

[4] *Dr. Horváth Z.:* Fémkohászati folyamatok termodinamikai számítása. Akadémiai Kiadó 1954.

Egyesületi hírek

A freibergi XVIII. bányászati és kohászati napok hét fémkohász résztvevője máj. 16-án megjelent az Abraham Gottlieb Werner emlékünnepélyen és a máj. 17-én a Tivoli Kultúrházban tartott megnyitó ünnepélyen. Ugyanott meghallgatták a három plenáris előadást is. A következő napokon délelőtt és délután az Intézet 14 előadótermében folytak az előadások. *Alfred Lange* professzor elnökölt a Fémipari Kutató Intézetből származó munkák előadásain. Máj. 18-án tartott két és máj. 19-én tartott öt magyar előadás után a szép számban jelenlevő hallgatóságból többen érdeklődtek részletkérdésekről, úgyhogy a magyar előadásokhoz barátságos, vitaszerű megbeszélések alakultak ki.

Figyelmesen hallgattuk máj. 19-én szintén Lange professzor elnöklete alatt elhangzó, bennünket különösképpen érdeklő *Szilárd testek tulajdonságainak változásait befolyásoló kohászati eljárások* és *A nyomelemek koncentrálása ionflotációs módszerrel* valamint *A szennyeződések magatartása a germánium zónás olvasztásakor* című előadásokat.

Engedélyt kértünk az *Institut für Metallhüttenkunde*, valamint a *Forschungsinstitut für N. E. Metalle* megtekintésére. 18-án délelőtt az egyik, délután a másik intézetben bensőséges kollégiális fogadtatással ismertettek mindent az ott dolgozó munkatársak a folyamatban levő kutatásaikhoz fűzött magyarázatok kíséretében.

Ezúton fejezzük ki hálás köszönetünket a két intézetet vezető professzornak és a bennünket kísérő munkatársainak a szívélyes fogadtatásért.

19-én *Lange* professzor hívott meg bennünket a Bergakademie Klubházában tartott fogadásra. A magyar kartársaink itt búcsúztak el, megköszönve a kedves és baráti fogadtatást *(L. B.)*

Egyetemi hírek

Máj. 31-én először államvizsgáztak a hőkezelő szakmérnök hallgatók Egyetemünkön.

Az Államvizsga Bizottság elnöke: *dr. Verő József* tanszékvezető egyetemi tanár, akadémikus volt.

A Bizottság tagjai: *dr. Hajtó Nándor*, a műszaki tudományok kandidátusa, *dr. Káldor Mihály* egyetemi tanár, a Kohómérnöki kar dékánhelyettese, a műszaki tudományok kandidátusa, *Köves Elemér*, az Alumíniumipari Tröszt főmérnöke és *Szőke László*, a Vasipari Kutató Intézet igazgatóhelyettese.

Az ünnepélyes diplomakiosztó ünnepségen *dr. Zambó János* Egyetemünk rektora nyújtotta át a hőkezelő szakmérnöki oklevelet *Bartos Levente, Belicza Ádám, Czakó Lajos, Kókai Rudolf, Kovács Jenő, Najsli József, Neményi Rezső, Neubauer Irén* okl. kohómérnököknek.

*

Egyidejűleg kiegészítjük a múlt évben végzett kohómérnökök 1966. 10-i számunkban közölt névsorát:

A nappali tagozaton *technológus kohómérnöki* oklevelet kaptak még: *Fok Péter, Kubányi György és Sasgáti János.* A levelező tagozaton *vas- és fémkohómérnöki* oklevelet kaptak: *Barta Endre, Csutor Tivadar, Daku János, Fekete Istvánné, Schuszter József, Szabó József, Szakszon Ferenc, Szij Zoltán.* Múlt évi közlésünk utolsó bekezdésében szereplők pedig helyesen *technológus kohómérnöki* oklevelet kaptak.

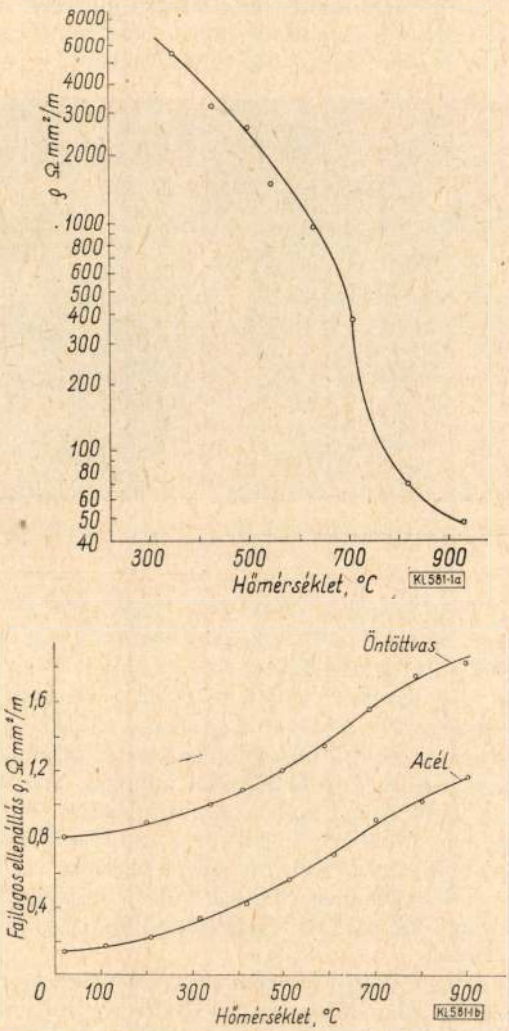
Alumínium elektrolizáló-kádak katódsínbeágyazásának vizsgálata

ÖRKÉNYI JÓZSEF okl. kohómérnök — PŐCZE JÓZSEF okl. villamosmérnök — Dr. BALÁZS ENDRE okl. kohómérnök
Fémipari Kutató Intézet

DK 669.713.7 : 621.3.032.2.001.5

Az alumínium elektrolizáló kádak acél katódáramvezetékeit (katódsíneit) a katódszén tömbök hornyaiba vagy vasbeöntéssel, vagy döngölőmasszával ágyazzák be [1, 2, 3]. Az előbbi módszer pl. a francia és szovjet, az utóbbi a német kohászatban terjedt el és innen került át hazánkba is. E két megoldás használhatóságát jórészt a katódszerkezetben kialakuló katódfeszültségesés határozza meg. A vas beágyazás feltehetően kedvezőbb, tekintettel az öntöttvasnak a használatos grafitos döngölőmasszánál kisebb fajlagos villamos ellenállására *(1. ábra)* [4].

A katódbeágyazás összellenállásának azonban csak egyik tényezője az illesztő anyag fajlagos villamos ellenállása. A két katódsínbeágyazási rendszer összehasonlításakor más tényezők befolyása, pl. 600—800°C-on az átmeneti ellenállások értéke, feszültségek kialakulása a szénben a hőfok függvényében ugyancsak jelentős lehet.

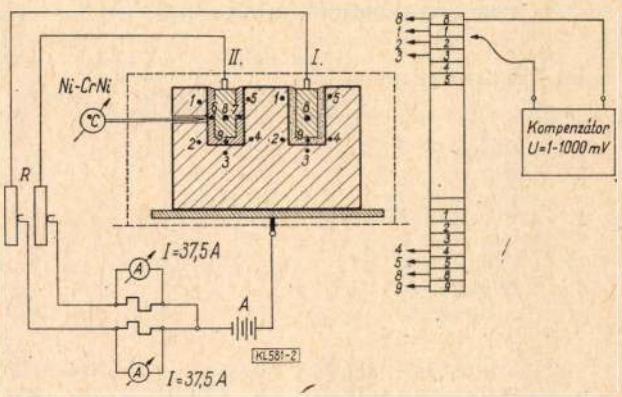


1. ábra. Katódsínbeágyazó anyagok fajlagos villamos ellenállásának változása a hőmérséklettel
a grafitos döngölőmassza, b öntöttvas, acél

A kérdés fontossága ellenére a kétféle beágyazási rendszer tényadatokon alapuló összehasonlító értékelése hiányzik az irodalomból, és ezért végeztük el a továbbiakban ismertetett vizsgálatokat.

Modelljeinkhez ipari keresztmetszetű (60× ×160 mm) katódsíneket használtunk és csak a modellszenek, valamint a beágyazások hosszát változtattuk.

Első mérésünkhöz 450×500 mm keresztszelvényű, 500 mm hosszúra levágott duplahornyú széntömböt választottunk. Ennek egyik hornyába grafitos döngölőmasszával, másik hornyába öntöttvassal ágyaztuk be az acélkatódsíneket. Az ellenállás-mérés elvi vázlatát a *2. ábra* tünteti fel.



2. ábra. A kontaktusellenállás-modellmérések elvi vázlata

A katódsínek hosszanti véglapjaihoz erősített, egymástól villamosan elszigetelt mérőpontok(1—8) azbeszt szigetelésű vezetékkel csatlakoztak a mérőműszerhez. Az áramot a szénbe a tömb alsó lapját befedő, — jó kontaktus biztosítása érdekében fűrészfogszerűen recésre gyalult — 30 mm vastag kazánlemez vezette be. A katódsínekre hegesztett fülekhez csatlakoztunk a másik vezetékkel.

A méréshez szükséges áramerősséget (37,5 és 20 A) 12 voltos 105 amperórás lúgos akkumulátorról (*A*) vettük. Az áganként biztosítandó azonos áramerősséget két változtatható ellenállás (*R*) beiktatásával értük el. A feszültségeséseket a jelzett mérőpontokon fogyasztásmentesen, kompenzátorral mértük; a szonda, vezeték és kötéspontok átmeneti ellenállásának zavaró hatását kiküszöbölve. A vas-szén érintkező felület belső hőmérsékletét a katódszénben kiképzett furatba helyezett NiCr-Ni termoelemmel mértük. A szénen kiválasztott mérőpontokat a horonyszéltől 5 mm távolságra helyeztük el.

Az 500°C feletti hőmérsékleteken a próbatest méretét csökkentenünk kellett. A későbbi áttérés 260×250×400 mm-es méretekre lehetővé tette, hogy mintáinkat zárt rendszerű tokos kemencében 900°C-ig hevíthessük.

Kísérleteink során mind a vas beöntésnél, mind pedig a bedöngölésnél egyes esetekben eltértünk a szokványos megoldástól. Készítettünk olyan öntöttvas beágyazást is, ahol a szén-horony oldalfalába ferde furatokat mélyítettünk, jobb kontaktus biztosítása érdekében. A grafitos döngölőmasszával beágyazott katódsínek profilméretét néhányszor ugyancsak megváltoztattuk a 60×160 milliméteres méretről 70×170 mm-re áttérve, miáltal a 90×180 mm-es horonyban kisebb lett a döngölt fuga vastagsága. A továbbiakban az első változatot tüskés öntésnek, a másodikat mikrofugás döngölésnek nevezzük. Ezen utóbbinál a nagyobb ellenállású döngölőmassza réteget részlegesen acéllal helyettesítve kívántunk ellenállás csökkenést elérni.

A 2. ábra szerint 8—2, 8—3, 8—4 mérőhelyeken nyert értékek átlagait az *1. táblázatban* csoportosítottuk.

1. táblázat

Öntött és döngölt sínbeágyazások ellenállás-értékei 1390 cm² katódsín beágyazás felületen

Szám	Beágyazás módja	Ellenállás-érték, $R \cdot 10^{-4}$ Ohm		
		500°C	700°C	900°C
1.	Öntés I.	1,7	—	—
2.	Öntés II.	3,2	7,3	11,3
3.	Üzemi öntés ...	6,5	—	—
4.	Tüskés öntés	13,3	10,4	14,8
5.	Döngölés I.	6,6	—	—
6.	Döngölés II. ...	14,2	16,5	19,0
7.	Mikrofugás döngölés	11,0	13,5	17,5

Az adatokból látható, hogy az ellenállás értékek 500°C felett növekednek. Ennek egyik okát eleinte mindkét kivitelnél a mérési pontok oxidálódásában láttuk, azonban a mérőtüskék folyamatos utánhúzása sem változtatott lényegesen a jelenségen. Ebből az a kép alakult ki, hogy döngöléses beágyazásnál a hideg állapotban összeszerelt és szorosra húzott mérőhely-érintkezők a hevítés során bekövetkező fugamassza-lágyulás, illetve katódsín elmozdulás következtében meglazulnak. A lazulást elősegítheti az acélsín tágulásából és az illesztő réteg zsugorodásából adódó kettős, ellentétes irányú, belső erőhatás is. Későbbi vizsgálatainknál a sínek merevítésével sikerült e jelenséget megszüntetni.

Az öntöttvas beágyazás ellenállásnövekedésének okát — minthogy itt sínelhúzódást nem tételezünk fel, — a legelővigyázatosabb öntéseknél is fellépő katódszén repedéseknek tulajdonítottuk. E repedéseket vizuálisan közvetlenül öntés után nem észleltük, azonban a hevítés során a mérési adatok már néhány száz fokon jelezték azokat, és 600—700°C-nál már nagyobb mérvű feszültségesés növekedés mutatkozott, feltehetően a repedések fokozatos szélesedése következtében.

Az elmondottakon túlmenően mindkét kivitelnél többször tapasztaltuk, hogy a katódszénmodell alsó lapjának elég nagy méretű áramátadó felületén a kontaktus rossz és az árameloszlás a szénben egyenetlen. Esetenként a mérési helyeken észlelt polaritás fordulások feltehetően az egyenetlen árameloszlásnak, illetve a termofeszültségeknek tulajdoníthatók. A tapasztalatok alapján a katódszénmodell és katódsín szelvényét változatlanul hagyva rövidebb, 10 cm hosszú modellek vizsgálatára tértünk át. Ezen modellek ugyancsak 1390 cm² beágyazásra számolt ellenállásait a *2. táblázat* tartalmazza.

2. táblázat

Öntött és döngölt sínbeágyazások ellenállása 1390 cm² katódsín beágyazás felületre átszámítva

Szám	Beágyazás	Ellenállás-érték, $R \cdot 10^{-4}$ Ohm	
		500°C	700°C
1.	Döngölés III.	11,2	3,4
2.	Döngölés IV. (rövid lapnál 5 mm vastagság)	9,9	3,1
3.	Döngölés V.	8,5	7,8
4.	Mikrofugás döngölés II.	4,2	2,3
5.	Mikrofugás döngölés III.	6,8	5,6
6.	Öntés III.	7,1	7,3

Látható, hogy a bedöngölt sínek kilazulását itt már sikerült elkerülni, azonban az öntött kötéseken továbbra is mindig megtalálhatók a szénrepedések.

Ezek tipikus példája a *3. ábrán* látható. A modelltömb horony menti oldalfalát a mérések után, a képződött erős repedések miatt, kézi szerszámmal könnyen le lehetett a tömbről választani.



3. ábra. Katódszénrepedés fényképe, a horonyoldalfal a—b-vel jelölve

A *3. táblázatban* a különféle beágyazási módoknál mért ellenállások átlagait tüntettük fel. A beöntött kivitel átlagértékeit az 1. táblázat 1-es, 2-es, 3-as és a 2. táblázat 6-os értékéből, a döngölt kivitel átlagértékeit az 1. táblázat 5. és a 2. táblázat 1. és 3-as értékeiből a mikrofugás kivitel átlagát a 2. táblázat 4-es és 5-ös értékeiből nyertük. Az öntött beágyazások repedések okozta romlását a 700°C-on kapott ellenállás értéke tükrözi. Az összehasonlításoknál e kivitel 500°C-on nyert értékét vetettük egybe a döngölt beágyazások 700°C-on nyert értékeivel, melyek már a kiégett döngölőmassza állapotot tükrözik.

Látható, hogy a szokásos kivitelű döngölt beágyazások ellenállása kb. 20%-kal nagyobb, mint az öntötteké és a legkisebbet, az öntött beágyazásénál is kb. 13%-kal kisebbet, a mikrofugás beágyazás mutatja. A döngölt fuga vastagsági csökkenté-

3. táblázat

A különféle sínbeágyazások ellenállás átlaga 1390 cm² felületre számítva

Szám	Megnevezés	Ellenállás átlag ($R \cdot 10^{-4}$ ohm)				Különbségek százaléka
		500°C	szórás %	700°C	szórás %	
1.	Döngölt beágyazás	8,7	±26	5,6	±39	18 (1—2)
2.	Öntött beágyazás	4,6	±54	7,3	—	29 (1—3)
3.	Mikrofugás döngölés	5,5	±24	4,7	±40	13 (2—3)

sének jelentőségét már a 2. táblázat 2. mintája is mutatja, melynél a rövid oldal fugavastagságának csökkentése is az ellenállás érzékelhető csökkenését eredményezte.

Az öntöttvas beágyazásnál mutatkozó nagyobb szórás (500°C-on) az üzemi és Vasipari Kutató Intézet öntései közötti nagy különbségből adódik, ez utóbbiaknál ugyanis lényegesen kisebb ellenállás-értékeket mértünk. A különbségek, illetve a nagy szórások azt mutatják, hogy az öntés módja és minősége nagyon lényeges, az üzemi öntések technológiáján még sokat lehet javítani.

A különféle döngöléseknél a szórások — azonos hőfoktartományokon belül — megegyeznek, tehát összehasonlításuk reális.

Ha a 3. táblázat értékeit az 1. ábrán feltüntetett adatok alapján széntömb-ellenállás kontaktusellenállás, beágyazó réteg-ellenállás és katódsín-ellenállás értékekre bontjuk, akkor a számítások eredményeként kiderül, hogy a széntömb, az öntöttvas réteg és katódsín megfelelő szakaszainak ellenállása e modellméréseken elhanyagolható és a kontaktusokra, valamint a döngölőmassza rétegekre a *4. táblázatban* látható értékek jutnak. E kontaktus ellenállások többszörösei a szakirodalomban található vas-szén kontaktusellenállás értékeknek [5, 6].

Következtetések a modellezésekből

a) A döngölt beágyazások ellenállásának nagyobb részét a kontaktusok, kisebb és a hőmérséklet növekedésével egyre inkább elenyésző részét a döngölőmassza réteg képezi.

b) A döngölt beágyazások kontaktus ellenállása a hőmérséklet növekedésével csökken.

c) A döngölt beágyazások döngölőmassza rétegvastagságának csökkentésével nemcsak a masszaréteg ellenállása, hanem a kontaktusok ellenállása is jelentős mértékben csökken. Ennek oka feltehetően a kontaktusnyomás növekedése, mely a vékonyabb döngölőmassza réteg kisebb mérvű, abszolút zsugorodásának, kisebb összpórustérfogatának és a növelt keresztmetszetű katódsín-hőtágulás nagyobb abszolút értékének következménye.

d) Ha eltekintünk az öntött beágyazásnál magasabb hőmérsékleten a szénrepedések okozta ellenállás növekedéstől, akkor megállapítható, hogy habár a szokásos döngölőmasszás megoldásnál a kontaktus ellenállás nagyobb, a mikrofugás megoldásnál pedig kisebb az öntött konstrukciókhoz viszonyítva, az értékek közt nagyságrendi eltérés nincs.

A katódszén repedések oka az öntött beágyazásnál feltehetően egyrészt az acél és öntöttvas, másrészt a szén lineáris hőtágulási értékei közti különbségben keresendő. Az acél és öntöttvas együtthatójának értéke 20°C-on 1,04—1,16× $\times 10^{-5}$/°C, míg a széné $0{,}5 \times 10^{-5}$/°C [7]. A vizsgált szenek 90 mm-es horonyszélességénél 800°C-ra hevítéskor a beöntött katódsín és a szénhorony közötti tágulás különbség abszolút értéke kb. 0,4 mm, amely akkor is jelentős érték marad, ha figyelembe vesszük az adott felhasználásra kiválasztott különleges kis zsugorodású beágyazó öntöttvas dermedéskor jelentkező rétegvastagság csökkenését is. Nyilvánvaló, hogy döngöléses beágyazásnál a 2×15 mm vastag fugamassza réteg, melynek porozitása 20—25%, az acél katódsín hőokozta tágulását nagy mértékben kiegyenlíti és csak csökkent erőhatást ad át a szénhoronyfalnak. A fentiekből következik, hogy öntöttvas beágyazás esetében fokozott jelentősége van a katódszén nyomószilárdságának, ezért kérdéses ily módon a kisebb nyomószilárdságú grafit katódblokkok beépítése. Megjegyzendő, hogy az ipari kádakban a katódszenek a fenékszerkezetben szorosan helyezkednek el és a katódszekrény téglafalazása is bizonyos mértékig kitámasztja azokat. Ez csökkenti a megrepedezett horony oldalfalak elválási lehetőségét — a modellvizsgálatok körülményeivel szemben.

Az öntött beágyazásnak a repedésre való hajlamát a hornyok kiképzése is befolyásolja. A 4. ábrán *a)* betűvel jelölt horony-forma pl. sokkal kedvezőtlenebb mint a szovjet alumínium kohászatban alkalmazott fecskefarok keresztmetszetű (*b*), melynél a katódsín és öntöttvas réteg hőokozta tágulása következtében fellépő erőnek csak egyik összetevője hat a horonyfalra merőleges irányban, a másik összevető a sínt az öntöttvas réteggel együtt felfelé igyekszik elmozdítani. Ezzel egyrészt kihasználható a felső horonyoldalnál az öntöttvas dermedéskor kialakuló fogyás az oldalnyomás csökkentésére (a katódsín kis mértékben felfele csúsz-

4. táblázat

A 3. táblázat értékeinek bontása

Szám	Beágyazás módja	Ellenállások megoszlása ($R \cdot 10^{-4}$ ohm)					
		500°C			700°C		
		mért érték	masszára számított érték	kontaktra jutó különbség	mért érték	masszára számított érték	kontaktra jutó különbség
1.	Döngölt	8,7	2,81	5,89	5,6	0,41	5,19
2.	Öntött	4,6	—	4,6	7,3	—	7,3
3.	Mikrofugás	5,50	1,41	4,09	4,0	0,20	3,8

hat), másrészt növekszik a sín nyomása az áramátadás szempontjából legfontosabb felső vízszintes horonyfelületre.

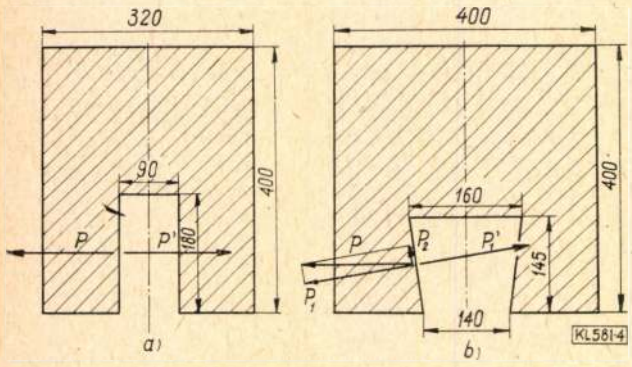
Üzemi kisérletek

Ezen előnyök hiányát tapasztaltuk a *4. ábrán* *a*-val jelölt horony-formánál, öntöttvas beágyazással végzett kísérleteknél, melyek során ugyanazon kádszériában és időszakban üzembehelyezett 6 db döngölt sínbeágyazású és 6 db öntött sínbeágyazású elektrolizáló kád viselkedését hasonlítottuk össze. A szénminőség, valamint az összes egyéb méret és technológiai adat a kádakon megegyezett. Az *5. táblázat* adataiból látható, hogy a fecskefarok hornyolású katódszenekből épített kádaknak az irodalomból ismeretes megnyugtató katódélettartamával szemben, a 6 db öntöttvasas sínbeágyazású kádból 900 nap alatt 5 db kiesett, miután már üzemelésük első fél évében katódfeszültség-esésük jelentős mértékben megnőtt. Az ezen csoportból üzemben maradt (feltehetően kevéssé megrepedezett katódszenekkel működő) kád katódfeszültségesése viszont a szokásos kivitelű, döngölt sínbeágyazású kádaknál alacsonyabb értéket mutat.

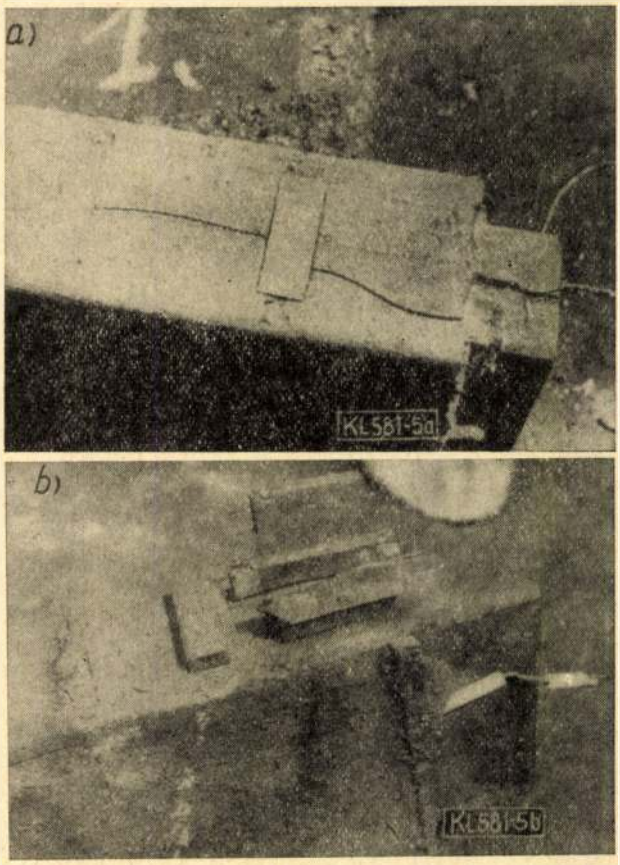
A döngölt beágyazású összehasonlító kádakból 1000 nap alatt egyet sem kellett meghibásodás miatt kikapcsolni.

Az öntöttvas beágyazásnál, a modellkísérletek során más negatív jelenségeket is észleltünk. Az öntöttvas és az acél katódsín között a kötés általában rossz, az érintkező felületek között a felhevítés és mérés után oxid-réteg képződött. Az öntöttvas réteg rendszerint megrepedezett és a legtöbb esetben kézi szerszámmal leszakítható volt a sínről. *(5a és 5b ábrák)*. Ennek oka feltehetően az acél katódsínnek öntés előtt nem kellő előmelegítésében keresendő, aminek következtében hőtágulása az öntöttvas réteg megdermedése után is folytatódott.

Az öntött beágyazású katódszén modellek megrepedése miatt a vizsgálatok adatainak elemzése



4. ábra. Katódszén horonyformák a: hazai, b: szovjet [2]



5. ábra. Az öntöttvas beágyazó rétegről készült felvételek 900°C-ra hevítés, majd a katódszénrétegek eltávolítása után (5a, 5b)

5. táblázat

Döngölőmasszás és öntött katódsín-beágyazású kísérleti kádak összehasonlítása negyedévenként

Üzemidő n. év	Döngölt beágyazás átlagai			Öntött beágyazás átlagai		
	élettartam, nap	katód fesz. esés, mV	fesz. esések szórása, %	élettartam, nap	katód fesz. esés, mV	fesz. esések szórása, %
1.	282	262	±20	250 (190)	278 (260)	±20
2.	374	255	±27	342 (282)	313 (290)	±8
3.	496	287	±17	464 (404)	420 (275)	±25
4.	587	262	±12	558 (495)	438 (260)	±38
5.	678	251	±24	645 (586)	431 (200)	±42
6.	770	277	±15	735 (678)	415 (260)	±37
7.	862	317	±13	815 (770)	348 (285)	±18
8.	952	322	±12	860	285	±18
9.	1043	297	±13	951	280	—

Megjegyzés:
1. A 6. és 7. negyedévben 2—2 db, az üzemeltetés 8. negyedévében 1 db öntött beágyazású kád esett ki a termelésből.
2. Zárójelben a gyakorlatilag állandó ellenállású és a 8. negyedévtől egyedül üzemben maradt öntött sínbeágyazású kád adatait közöljük.
3. Az öntött sínbeágyazásoknál tapasztalható szóráscsökkenés oka a 6. negyedévtől bekövetkező kádszám csökkenés.

nem adott egyértelmű választ a különféle kivitelű beágyazásoknak az alumínium elektrolízis-kád üzemviszonyai között kialakuló ellenállásának viszonylagos értékeiről. Azonban tekintettel arra, hogy az értékek — mint már rámutattunk — azonos nagyságrendűek és a kádkatódba beépítve a szénfenék rétegben kialakuló nyomásviszonyok az eltérő megoldásoknál nem nagy mértékben különbözhetnek egymástól (a beöntött kivitelnél a vasrétegek abszolút hőtágulása nagyobb, de a szénrepedés kialakulására nagyobb a hajlam), a továbbiakban a háromféle megoldásnál egyező kontaktus ellenállás értékekkel számolunk.

Feszültségesés számítása a katódsínben és a fugában

Egyszerűsített, tájékoztató jellegű számításunk a normál döngölőmasszás, öntöttvasas és ún. mikrofugás döngölőmasszás beágyazásokkal épített katódtömbsorban fellépő feszültségesések összehasonlítására a következő. Feltételezzük, hogy a katódszén minőség és a kontaktusok ellenállása megegyezőek. Így elegendő a beágyazó rétegekben és katódsínben fellépő feszültségesésekkel számolni és azokat összehasonlítani.

A számítások során az 1. ábrán bemutatott értékekből, valamint a következő egyéb alapadatokból indultunk ki: áramerősség egy katódtömbsorra 1800 A, katódsín keresztmetszet 9600 mm², illetve a mikrofugás megoldásnál 13 500 mm². Szokványos, döngölt fuga vastagsága 15 mm, mikrofugánál 7,5 mm, az öntöttvas beöntés vastagsága 15 milliméter. A katódsín hossza 1800 mm, ebből a katódszekrényen kívül (I-es szakasz) 400 mm, melynek átlaghőmérséklete 100°C, a katódszekrényen belül a katódszénig (II. szakasz) 400 mm, melynek átlaghőmérséklete 450°C, a katódszénen belül 1000 mm, ebből áramvivő hossz (III. szakasz) 500 mm, melynek átlaghőmérséklete 800°C. E három sínszakaszt egymáshoz elektromosan sorba kapcsolt ellenállásoknak tekintjük.

Feszültségesés a katódsínben

a) *Döngölt beágyazás és normál fuga*

$$\varrho\ \text{acél}_{100} = 0{,}16\ \text{Ohm mm}^2/\text{m};$$
$$\varrho\ \text{acél}_{450} = 0{,}49\ \text{Ohm mm}^2/\text{m};$$
$$\varrho\ \text{acél}_{800} = 1{,}00\ \text{Ohm mm}^2/\text{m};$$
$$R_e = R_I + R_{II} + R_{III} = 6{,}66 \cdot 10^{-6} + 2{,}04 \cdot 10^{-5} + 5{,}22 \cdot 10^{-5} = 7{,}92 \cdot 10^{-5}\ \text{Ohm}$$
$$U = IR_e = 1{,}8 \cdot 10^3 \cdot 7{,}92 \cdot 10^{-5} = 143\ mV$$

b) *Öntött beágyazás, az öntöttvas réteggel együtt* (párhuzamosan kapcsolt vezetőkként számítva):

$$\varrho_{\ddot{o}800} = 1{,}74\ \text{Ohm mm}^2/\text{m};\quad q_{\ddot{o}ntöttvas} = 7500\ \text{mm}^2$$
$$R'_{III} = \frac{R_{III} \cdot R_{III\ddot{o}}}{R_{III} + R_{III\ddot{o}}} = \frac{5{,}22 \cdot 10^{-5} \cdot 1{,}16 \cdot 10^{-4}}{5{,}22 \cdot 10^{-5} + 1{,}16 \cdot 10^{-4}} = 3{,}59 \cdot 10^{-5}\ \text{Ohm}$$
$$R_e = R_I + R_{II} + R'_{III} = 6{,}66 \cdot 10^{-5} + 2{,}04 \cdot 10^{-5} + 3{,}59 \cdot 10^{-5} = 6{,}29 \cdot 10^{-5}\ \text{Ohm}$$
$$U = IR_e = 1{,}8 \cdot 10^{+3} \cdot 6{,}29 \cdot 10^{-5} = 113\ mV$$

c) *Mikrofugás döngöléses beágyazás*

$$R_e = R_I + R_{II} + R_{III} = (4{,}74 + 14{,}5 + 37{,}0)10^{-6} = 5{,}62 \cdot 10^{-5}\ \text{Ohm}$$
$$U = IR_e = 1{,}8 \cdot 10^3 \cdot 5{,}62 \cdot 10^{-5} = 101\ mV$$

Feszültségesés a fugában

Fugaszélesség (egy síkban kiterítve)

$$a_k = 415\ \text{mm}$$

Fugahossz

$$b = 1000\ \text{mm}$$

Fugaréteg vastagsága normál fugánál

$$l = 15\ \text{mm}$$

Fugaréteg vastagsága mikrofugánál

$$l = 7{,}5\ \text{mm}$$

Döngölőmassza elektromos ellenállása

$$\varrho\ 800_d = 72{,}9\ \text{Ohm mm}^2/\text{m}$$

a) *normál fuga esetén*

$$R = 72{,}9\ \frac{1{,}5 \cdot 10^{-3}}{4{,}15 \cdot 10^{+3}} = 2{,}64 \cdot 10^{-6}\ \text{Ohm}$$
$$U = IR = 1{,}8 \cdot 10^3 \cdot 2{,}64 \cdot 10^{-6} = 4{,}75\ mV$$

b) *mikrofuga esetén*

$$U = 2{,}38\ mV$$

Az összesített értékek a katódsín+beágyazóréteg szakaszra:

— döngöléses beágyazás és normál fuga esetén: *148 mV*

— öntött beágyazás esetén: *113 mV*

— mikrofugás döngöléses beágyazás esetén: *103 mV*

Látható, hogy míg a döngöléses beágyazás normál fuga alkalmazása esetén — az üzemi kádak összehasonlításánál nyert értékkülönbség nagyságrendjének megfelelően —35 mV-al nagyobb számított katódfenék feszültségesés értéket ad az öntött beágyazáshoz viszonyítva, addig a mikrofugás döngöléses beágyazás értéke az első megoldáshoz viszonyítva 45 mV, a második megoldáshoz viszonyítva 10 mV feszültségesés csökkenést eredményez.

Összefoglalás

1. Az alumínium elektrolizáló kádak katódsíneinek öntöttvasas beágyazása a katódszén tömböket repedésre hajlamossá teszi, ezért alkalmazásánál a katódellenállás növekedés és a katódélettartam csökkenés elkerülése érdekében célszerű nagyobb nyomószilárdságú katódszeneket, különleges horonyalakot, valamint részleteiben is gondosan kialakított és aprólékosan betartott beágyazástechnológiát alkalmazni.

2. A döngölőmasszás katódsín-beágyazás fugaméreteinek megfelelő megválasztásával a katódellenállás ugyanazon szénhorony keresztmetszet mellett az öntöttvasas beágyazás szintjére, vagy az alá csökkenthető.

3. Mindkét megoldásnál, a sarkok feszültségnövelő hatásának elkerülése érdekében célszerű a horonysarkok lekerekítése. Előnyösnek látszik a hornyokat préselés helyett utólagos megmunkálással kialakítani.

(IRODALOM az 532. oldalon)

Kísérletek alumínium és egyéb anyagok fluortartalmának gyors meghatározására

LOVASI JÓZSEF okl. vegyészmérnök
Fémipari Kutató Intézet

DK 546.16 : 543 : 669.71

Már hosszabb ideje vitatkoznak azon, hogy egyes alumínium tömbök valamilyen formában (pl. NaF, AlF_3 stb) fluort tartalmaznak és ez a tömbök feldolgozása során nehézségeket okozhat. A fluor mennyisége egyes vélemények alapján a néhány század százalékot is eléri.

A meghatározás különlegesen nagy nehézségbe ütközik, mert igen kis mennyiségeket kell vizsgálni és a fluor kötési módja sem tisztázott. Mindenekelőtt elkerülhetetlennek látszott a megfelelő felszabadítási és dúsítási eljárás kiválasztása.

Igen elterjedt a hidrogénszilikofluoridos meghatározási módszer. A fluorvegyületekből üvegpor jelenlétében tömény kénsavval H_2SiF_6 alakjában átdesztillálva, a fluortartalmat térfogatosan, tóriumnitrát mérőoldattal, gravimetriás, vagy fotometriás úton határozhatjuk meg [1—8]. Az eljárás hosszadalmas. Egy elemzéshez 4—5 óra szükséges egy személy állandó felügyeletével. Ma már a lassú analitikai eljárások helyett előretörnek a gyors vizsgálatok igényei. Ezt igyekszik kielégíteni a pirohidrolízises fluorfelszabadítás *Warf* és *James* módszere [9], mellyel UF_4, ThF_4, AlF_3, MgF_2, UF_6 fluortartalmát határozták meg. A platinacsónakba mért fluorsót platinacsőbe helyezték, 900—1000°C-ra hevítették és a reakciótéren túlhevített vízgőzt bocsátottak át. Ekkor a fluor hidrogénfluorid formában szabaddá vált, ezt a vízgőzzel együtt kondenzáltatták. A hidrogénfluoridot 0,1 normál NaOH oldattal, fenolftalein indikátor jelenlétében megtitrálták. Ez az eljárás nagyobb mennyiségű fluor meghatározására is jó, ha fennáll annak a lehetősége, hogy pirohidrolízissel a fluor felszabadulása teljes (nátriumfluoridból aktiváló anyag hozzáadásával lehet csak jó eredményt kapni) és nem kerülhet a desztillátumba olyan anyag, mely szintén nátriumhidroxid fogyasztó (pl. HCl).

Warf és *James* módszerét módosítva a Fémipari Kutató Intézetben 1962-ben [10] $NaUF_5$, UF_4 és NH_3UF_5 fluortartalmát határoztuk meg.

Egyéb eljárások kipróbálása mellett a pirohidrolízishez használt berendezésünk adta az alapot ahhoz, hogy valamilyen kombináció közbeiktatásával megkíséreljük kis mennyiségű fluor meghatározását is. A platina reakciócső helyett kvarccsövet használtunk. Figyelembe vettük, hogy üzemi körülmények között a túl drága platinacső nem mindig áll rendelkezésre. A kísérleteket nem kezdhettük azonnal alumíniummal, melyben a fluor mennyisége (feltételezett 0,01—0,1%) teljesen ismeretlen, ezért elöljáróban az alumíniumfluoridban és műkriolitban levő fluor felszabadításához kerestük meg a legoptimálisabb körülményeket.

A vízgőz sebességét úgy állítottuk be, hogy 12—15 perc alatt 100 ml víznek megfelelő mennyiség haladjon át a 800—850°C-ra hevített csőrendszeren. A felfogott kondenzátumot tóriumnitráttal az ismert módon megtitráltuk [4]. A minták homogenitására rendkívül nagy gondot kellett fordítanunk, mert alumínium-fluoridból a bemérés csak 0,02—0,03 gramm lehet. Kiderült az is, hogy csupán AlF_3 kvarccsónakba helyezésével a reakció igen nehezen megy végbe és 4×100 ml kondenzátum összegyűjtésére is szükség volt ahhoz, hogy az elméletileg számolt és a desztillációval kapott eredményt megközelítsük. Még így is igen változó értékeket kaptunk. Sok kísérlet után szükségessé vált a vízgőz átbocsátási sebességének megváltoztatása (100 ml H_2O/10 perc), valamint reakciógyorsítóként az AlF_3-hoz kvarcliszt keverése. Így már 30 percnél nem hosszabb idő alatt lebonyolíthattuk a méréseket és a lényegében azonos eredmények elérését. A kapott értékek megközelítették a szilikofluoridos desztillációs értéket (63, 72%) Az alumíniumfluorid pirohidrolízissel kapott fluortartalma 64,7, 64,4, 64,1, ill. 65,0%.

1. táblázat

Alumíniumfluorid és műkriolit kémiai összetétele

Alumíniumfluorid összetétele		Műkriolit összetétele	
Al	25,6%	Al	9,72%
F	63,72%	F	53,92%
Zn	0,0001%	SiO_2	0,41%
Cu	0,0001%	Fe_2O_3	0,013%
Nedvesség	0,03%	Na	32,8%
Izz. veszt.	1,52%	Nedv.	0,08%
		Izz. veszt.	3,1%

Annak okát nem állt módunkban megállapítani — nem is volt feladatunk —, miért kaptunk általában magasabb értékeket, mint a desztillációs módszerrel?

Műkriolittal a meghatározás sajnos kevésbé jól sikerült. Igen változó eredményeket kaptunk annak ellenére, hogy UO_3-t használtunk gyorsítóként, valamint a vízgőz átvezetési idejét is 1 ó 30 percre növeltük. Eredményeket a *2. táblázatban* mutatunk be. (Desztillációs eljárással kapott fluorszázalék = 53,92).

2. táblázat

Műkriolit fluortartalmának meghatározásából kapott eredmények (%-ban)

Gyorsító nélkül	UO_3 gyorsítóval	Kvarcliszt gyorsítóval
54,03	50,23	51,45
54,08	53,72	54,83
54,64	50,70	54,21

Az alumíniumfluoridos és műkriolitos kísérleteinkből megállapíthattuk, hogy egészen minimális továbbfejlesztéssel lehetséges az alumíniumkohók fluorvegyületeiben a fluortartalom gyors

mennyiségi meghatározása. Berendezésünk jónak mutatkozott kisebb mennyiségű fluor meghatározására is. Ekkor azonban a kondenzátumban összegyűlt fluort már vagy kolorimetráljuk, vagy fotometráljuk. A különböző kolorimetriás eljárások közül a cirkonlakkos [8, 11] mutatkozott legbiztatóbbnak. Itt is sok zavaró hatás lehetőségét kellett figyelembe venni. Az egyik pl. az, hogy az alumínium szintén hajlamos színes vegyület képzésére a cirkonlakkal. Ebből következően a legkisebb mennyiségű alumínium jelenlétében lehetetlen a fluor kolorimetriás meghatározása. Ezt sikerült elkerülnünk a kvarc kondenzációscső kialakításával, valamint a vízgőz sebesség pontos tartásával.

Az alumínium fémről — legyen kohófém, vagy másféle származék — kiderült, hogy a forgácsforma — kis felülete miatt — nem jó. Rátértünk a (fűrész és reszelő segítségével) por formájú minta készítésére. Alumíniumból 0,5 grammos mennyiségeket mértünk be. Kolorimetriás összehasonlítóként 0,1—7 μg fluortartalmú oldat-sorozatot készítettünk.

Többféle alumíniumban (gyorsító nélkül) kísérletezve a fluort nem tudtuk kimutatni. Titándioxid és kvarcliszt együttesen az előbbi mintákkal már igen határozott, reprodukálható eredményre vezetett és a fluortartalom 0,0013—0,0015% között adódott.

Az adatok helyességét ellenőrizni kívántuk és ezért Al_2O_3-t, mint ugyancsak igen kiválóan bevált aktiváló anyagot [12] is kipróbáltuk. Nem számoltunk azonban azzal a lehetőséggel, hogy az Al_2O_3 szintén tartalmazhat fluort, mégpedig 0,01% feletti mennyiségben. Ezért az újabb kísérletekhez 0,5 gramm Al_2O_3-t és 0,5 gramm kvarclisztet mértünk be. Így gyorsan igen egybevágó értékekhez jutottunk *(3. táblázat)*.

3. táblázat

Alumíniumoxidból pirohidrolízises-kolorimetriás eljárással kapott eredmények (F%)

Pirohidrolízis ideje	
20 perc	10 perc
0,014	0,013
0,014	0,013
0,013	0,013
0,013	

Láthatjuk, hogy már 10 perc is elegendő a pontos eredmény eléréséhez. Ezen módszer timföldgyárainknak igen nagy segítséget jelenthet a fluor gyors meghatározására, akár timföldből, akár bauxitból is. További méréseinkhez teljesen fluormentes (előkezelt) alumíniumoxidot használtunk. Így 0,5 grammos alumíniumreszelékek bemérésekor kvarcliszt és alumíniumoxid keverékkel 20 perc alatt 0,001% körüli fluort tudtunk kimutatni. Ez a titándioxidos gyorsítóval kapott értékekkel (figyelembe véve az igen kis mennyiséget) lényegében azonos. Alumíniumból kiindulva alumíniumoxid plusz kvarcliszt, titándioxid plusz kvarcliszt

4. táblázat

Al_2O_3 és TiO_2 gyorsítók alkalmazásával kapott eredmények összehasonlítása (F%)

Gyorsító Al_2O_3	Gyorsító TiO_2
0,001	0,0013
0,001	0,0015
0,001	0,0014

gyorsítóval pirohidrolízises kolorimetriás fluormeghatározásainkat a *4. táblázat* mutatja.

A TiO_2 gyorsítóval kapott magasabb értékek a TiO_2 fluortartalmából adódtak. Ezekből az adatokból látszik, hogy a rendelkezésünkre bocsátott fémminták nem tartalmaztak lényeges fluormennyiséget, mert a 0,01%-ot sem érték el. Nem valószínű tehát, hogy az alumínium tömbök mechanikai feldolgozásánál hibaképzőként a fluor számításba jöhetne. Véleményünk szerint sokkal nagyobb veszélyt jelenthetnek a nem egyenletes elosztásban néha mutatkozó sózárványok. Meg kívánjuk jegyezni, hogy az alumínium tömbök felületén váltakozó mennyiségű fluort tudtunk kimutatni, de ez sem haladta meg a 0,01%-os értéket. A vizsgálat kidolgozása nem a túlzott pontosságot célozta. A technológusok részéről fő kívánság a nagyságrendi megállapíthatóság volt. E feladat teljesítése kielégítően sikerült.

Szükséges berendezések és reagensek:

1. *Dennstädt* rendszerű kemence;

2. Kvarc reakció-cső; 650 mm hosszú, 25 mm átmérőjű kvarccső, a végén 160 mm kvarcból készült spirálhűtő.

3. Vízgőz-fejlesztő; 1000 mm-es gömblombik elektromos fűtőlappal. A fejlődött vízgőz mennyisége a fűtéssel szabályozható.

4. Tóriumnitrát mérőoldat, melynek 1 ml-e 1,85 mg fluort mér;

5. Monoklór ecetsav 35,7 gramm, 5 g nátriumhidroxid tartalmú vízben oldva 250 ml-re kiegészítve, mint puffer oldat.

6. 1%-os metilénkék indikátor;

7. Cirkonlakk; egy rész eriokromcianin R oldat összekeverve két rész cirkonoxiklorid oldattal;

Eriokromcianin R-ből 0,5266 g-ot bemérünk, vízben oldjuk és 250 ml-re kiegészítjük.

Cirkonoxikloridból 0,0380 g-ot bemérünk, 202 ml cc HCl-ben oldjuk, majd vízzel 250 ml-re töltjük.

8. Mérősorozat 0,1 μg fluor-7 μg fluortartalomig;

9. Fluor törzsoldat 1 ml-e 0,1 μg fluortartalommal; 150°C-on állandó súlyig szárított p. a. NaF-ből 4,4210 g-ot desztillált vízben feloldunk, 1000 ml-re kiegészítjük, műanyag edényben tároljuk.

10. Indikátor; Alizorinszulfosavas nátrium 0,1 százalékos vizes oldata.

Az analízis menete

A vizsgálandó anyagból a várható fluortartalmától függően bemérjük a szükséges mennyiséget egy kvarccsónakba (alumíniumreszelékből 0,5 g-ot, alumíniumoxidból 0,5 g-ot, fluorsókból pl. AlF_3 pedig 0,02—0,05 g-ot) 0,5 g Al_2O_3-at 0,5 g kvarcliszttel összekeverjük, majd az előre 800°C-ra melegített kvarccsőbe helyezzük. A nyílást gyorsan a vízgőzt bevezető csövön levő gumidugóval lezárjuk. A hevítést és vízgőz bevezetést 20 percen keresztül folytatjuk, a kondenzátumot műanyagedényben felfogjuk. Ezután a fluortartalmat kétféle módon határozhatjuk meg.

1. Thoriumnitrátos-potenciometriás titrálással, a [10] irodalomban megadottak szerint.

2. Kolorimetriásan a cirkonlakkos elv alapján.

A kolorimetriás eljárást kis fluortartalom esetén alkalmazzuk.

A kondenzátum mennyiségét megmérjük. Kétszer 5 ml-t kémcsőbe pipettázunk, ezután 1:1 sósavval átsavazzuk, majd 0,5 ml cirkonlakkot teszünk hozzá és 10 ml-re vízzel kiegészítjük. Alaposan összerázzuk, majd 3 percig állni hagyjuk. Ezzel egyidőben azonos módon készítjük az összehasonlító sorozatot, mely 0,5—7 μg fluort tartalmaz. A színösszehasonlítást elvégezve megkapjuk, hogy a vizsgálati anyagunk milyen fluortartalommal rendelkezik.

IRODALOM

[1] *Pearson:* Report BR-566 febr. 26. 1945.
[2] *Willard—Winter:* Anal. Chem. 5—7. 1933.
[3] *Tarboll:* Report N-1581 nov. 16. 1944.
[4] *Papp—Nagy:* Alumínium II. 243. 1950.
[5] *Lancaster—Bowen:* Report A-2912 jan. 1946.
[6] *Berzelius:* Ann. Chim. Phys., 3, 34, 1946.
[7] *Baumsted—Wells:* Anal. Chem., *24*, 1595. 1952.
[8] *Megregian—Maier:* J. An. Water Wake Assoc., *45* 1110. 1953.
[9] *Warf—James—Cline—Tevebaugh—Ruth:* Anal. Chem. 26, 342. 1962.
[10] *Lovasi:* Kohászati Lapok, *8*, 367. 1962.
[11] *Dubnyikov—Tyihomirov:* Zav. Lab., *13*, 773. 1947.
[12] *Hibbits:* USA Atomic Energy Commission, AEC, Project Rept. y-883 júl. 2. 1952.

IRODALOM *Örkényi—Pőcze—dr. Balázs: Katódsínek beágyazása* c. dolgozathoz (529. oldal)

[1] L'Aluminium, Paris, 1964, Eyrolles kiadás.
[2] *Beljajev és tsai:* Az alumínium kohászata 1957. Bpest.
[3] *Fulda—Ginsberg:* Tonerde und Aluminium II. Teil, Berlin 1953.
[4] *Örkényi—Pőcze:* Kohászati Lapok 1965. 6, 257 és 259.
[5] *Dogramedzsi:* Cvetnije Metalli 31. 1958. 5.
[6] *Nyikiforov:* Cvetnije Metalli 31. 1958. 5.
[7] *Kaye—Laly:* Tables of physical and chemical constants 1941. London.

Hazai alumíniumipari hírek

Timföldgyártás

Jún. 22-én megtartott timföldgyári szakbizottsági ülésen megvitatásra kerültek az 1966-*ban lefolytatott tanulmányutakkal* kapcsolatban elkészített jelentések. Ezek között legnagyobb jelentőségű a vörösiszap redukálásával kapcsolatos — Csehszlovákiában lefolytatott — nagyüzemi kísérletekről összeállított tanulmányúti jelentés.

*

Június hóban az *Almásfüzitői Timföldgyárban* megfelelő oldó, pihentető, hűtő és kiválasztó berendezések üzembehelyezésével új *vanádiumsó kiválasztási technológiát* vezettek be. Az alkalmazandó új kombinált sókiválasztási technológia egyrészt lehetővé teszi a fajlagosan kiválasztott V_2O_5 mennyiségének 1 kg/1 t timföld elérését, másrészt lehetőséget teremt a magyaróvári vanádiumüzem jobb alapanyag ellátására. (RÖJ)

Lengyel színesfémkohászat

A lengyel színesfémkohászat tervei szerint a teljes termelési érték 1970-ben kb. 23 milliárd Zl lesz, amely 1965-höz viszonyítva 55%-os növekedést jelent. A fejlődés üteme gyorsabb, mint az előző 1961—1965-ös tervidőszakban.

A gyorsabb fejlődési ütemet arra építik, hogy meggyorsítják és korszerűsítik a réz- cink- és ólomérc termelést és előkészítést. A fenti ércek termelésének növekedése fémben számolva 1966—1970-es tervidőszakban a következő lesz: réz, több mint ötszörösre, cink 47%-kal, ólom kb. 16%-kal nő.

A főbb színesfémkohászati termékek termelése 1970-ben a következő lesz (ezer t-ban):

	1970 év	1970 év %-ban 1965-höz
Alumínium	98,6	208,5
Horgany	220,0	115,5
Elektrolitikus réz	65,3	174,6
Tisztított ólom	59,0	142,5
Cadmium	0,7	117,8

A színesfémkohászatban az 1966—1970-es tervperiódusban kb. 14,9 mld Zl-t ruháznak be, vagyis 80,2 százalékkal többet, mint az 1961—1965-ös tervidőszakokban.

A fejlesztések az alábbiak lesznek:

1. A Ljubin és a Polkovice rézércbányák termelési kapacitását 1970-re 4 millió t-ra növelik, hogy 1968-ban új rézolvasztó üzem építését kezdhessék meg Glogob körzetében ;

2. Konyinban 1967-ben befejezik az alumíniumgyár első lépcsőjének a beruházását 47,5 et kapacitással és növelik 1968-ig a Legnica rézolvasztó üzem kapacitását 50—60 et-ra ;

3. 1968—1969-ben üzembe helyeznek a cinkkohászatban 8 Belc-kemencét és 1 aknás kemencét ;

4. 1968-ban cink- és ólombányákat helyeznek üzembe Olkuskében.

Pókos István

KOHÁSZATI lapok

100. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Lengyel szám

12. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 100. ÉVFOLYAM • 533—580. OLD. · BUDAPEST, 1967. 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, 318-928

Венгерский Журнал Металлургии

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

Főszerkesztő:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztő:
DR. PILISSY LAJOS
RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
BALÁZS FÜLÖP
CHAPÓ ELEK
CSEH MIKLÓS
DR. HAJTÓ NÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
DR. LÁNYI BÉLA
MARCZIS LÁSZLÓ
NAGY ZOLTÁN
PINTÉR ANDRÁS
DR. PÖCZE LÁSZLÓ
RÉFI-OSZKÓ ISTVÁN
ROMWALTER ALFRÉD
SELMECI BÉLA
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÁRHELYI REZSŐ

Felelős kiadó:
SALA SÁNDOR
igazgató

MEGJELENIK HAVONKÉNT

Index: 25.445

TARTALOM

A. Palmrich: Beköszöntő .. 533
Dr. Eugeniusz Mazanek—Dr. Stanislawa Jasienska: Néhány tényező hatása az önjáró zsugorítvány minőségének alakulására .. 534
Dr. Marian Krucinski: Vákuumkamrában öntött vagy üstben gáztalanított acél nemfémes zárványai .. 541
Kazimierz Lewandowski: Szürke- és gömbgrafitos öntöttvasból készült kokillák élettartamának összehasonlítása .. 546
Dr. Marian Krucinski—Dr. Zygmund Osika—Wladyslaw Hansel—Adam Chorobik: Az acélfürdő karbonizálása a karbonizáló anyagoknak sűrített levegővel történő befúvatásával .. 552
Dr. Kazimierz Mamro—Jan Taborski—Henryk Serwicki—Witold Miskiewicz: A finomítás időtartamának hatása a csapágyacél minőségére .. 558
Dr. Jan Goczal—Jan Golek—Julian Lasota: Új módszer szalagok homogenizáló hőkezelésére közvetlen ellenálláshevítéssel .. 564
Fryderyk Staub—Dr. Jerzy Tymowski: A karbontartalom túlságos növekedése felületi rétegekben a Cr-, CrMn-típusú acélok cementálásakor .. 570
A vaskohászat rövid hírei .. 577

FÉMKOHÁSZAT

Dr. Lévárdi Ferenc: A Nagy Októberi Szocialista Forradalom 50. évfordulójára .. 578
Halálozás *Breznyik Károly* 1889—1967. .. 579

ÖNTÖDE

Magyar Öntő Barátainkhoz! .. 265
Szreniawski, J.: A nedvesség eloszlása homokformában .. 266
Sakwa, W.—Warchala, T.: Az összetétel hatása a szürke öntöttvasból gyártott vékony falú öntvények keménységére .. 270
Lwowicz, P.: A melegrepedés és keletkezésének magyarázata körüli nézeteltérések .. 274
Pachowski, M.: Kiáradási gödrösödés gömbgrafitos öntöttvasból öntött görgőkben és fogaskerekekben .. 278
Dubiel, W.: A forró szeles kúpolókemencék és a kokszbrikett alkalmazásának energetikai előnyei .. 283
Hírek .. 273
Külföldi hírek .. 277
Könyvismertetés .. 282, 288
Szabványosítási hírek .. 285
Bánhegyi László .. 286
Szakosztályi hírek .. 287

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft.

KOHÁSZATI LAPOK
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.
67. 12., 5851 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.
Csekkszámla-szám: egyéni 61.254, közületi 61.066 (vagy átutalás a MNB 8. sz. folyószámlájára)
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra" P. O. B. 149. Budapest 62.

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET
FOLYÓIRATA

100. évfolyam **12. szám** 1967. december

Beköszöntő

KEDVES MAGYAR KOLLÉGÁK!

A legnagyobb örömmel fogadtam el a KOHÁSZATI LAPOK szerkesztő bizottságának felkérését, hogy írjak beköszöntőt a folyóirat lengyel számához. Folyóiratuk fennállásának 100 éves jubileumi ünnepélye alkalmából Egyesületünk nevében tisztelettel szívből jövő szerencsekívánataimat fejezem ki magyar kollégáinknak és további sikereket kívánok a Magyar Népköztársaság kohászatának továbbfejlesztési munkájához.

A lengyel kohászat dolgozói, s mindenekelőtt a Lengyel Kohómérnökök és Technikusok Egyesületének 14 000 tagja — az Egyesületben mérnökök, technikusok, közgazdászok és művezetők működnek — nagy érdeklődéssel figyeli a testvéri magyar föld kohászatának eredményeit. Ez az élénk részvétel mindenekelőtt az országaink között fennálló évszázados kapcsolatokból és abból a vonzalomból adódik, amelyet magyar barátaink iránt táplálunk.

Az eddigi baráti kapcsolatok megszilárdítása céljából 1963-ban barátsági szerződést kötöttünk egymással, azzal a rendeltetéssel, hogy ennek keretében megvalósítjuk szakembereink és tudományos információink cseréjét. A szerződés idáig eredményesnek bizonyult, s mindkét szerződő félnek előnyére szolgált.

Egyesületünk több folyóiratot ad ki az ipar különböző ágazatai részére, így a vaskohászatnak, a kokszoló iparnak és a tűzálló anyaggyártásnak. Ezenkívül vannak még különkiadványaink is, melyekben sok külföldi ország kohászati folyóirataiból közlünk kizárólagos jelleggel fordításokat.

HUTNIK (Kohász) folyóiratunk a tudományos munkatársakhoz, valamint a gyakorló mérnökökhöz szól. Ebben a kiadványunkban alapjában a vaskohászat problémáit tárgyaljuk az elméleti kutatások, gyakorlati tapasztalatok, továbbá az üzemi szervezés és gazdaságosság vonatkozásában. A folyóiratban közleményeket adunk még az egyesületi tevékenységről is.

Minthogy a tapasztalatcsere a nemzetgazdaság minden ágazatában rendkívüli fontosságú, úgy gondoljuk, jelentékeny haszonnal jár, ha különböző külföldi folyóiratokkal kicseréljük szakcikkeinket. Ilyen módon született meg az a törekvés is, hogy a KOHÁSZATI LAPOK és a HUTNIK csereszámokat jelentessenek meg. A terveket magyar kollégáinkkal együttműködve sikerült is megvalósítani: idén áprilisban jelent meg a HUTNIK magyar száma. A jelen számmal viszont a magyar kohászok vehetik kezükbe folyóiratuk lengyel számát.

Úgy véljük, igen hasznos a cserének ez a megnyilvánulási alakja és ezért a jövőben is tanácsos lesz folytatni.

Megragadom az alkalmat arra is, hogy az OMBKE elnökének, Dr. Gyulai Zoltán professzor úrnak, aki tisztségén keresztül erősen támogatja közös törekvéseinket, legnagyobb elismerésünket és tiszteletünket fejezzem ki. Szívélyes köszönetet mondok Dr. Pilter Pál és Óvári Antal kollégáimnak is, akik tevékenységükkel létrehozták tudományos-műszaki egyesületeink között ezt a tapasztalatcserét és információs szolgálatot.

A magyar és lengyel kohászati szakemberek együttműködése országainknak nemcsak tudományos, műszaki és gazdasági előnyöket jelent, hanem az élénk személyes kapcsolatok kölcsönösen megismerni segítik országaink szépségeit és kultúráját is.

Dipl. Ing. A. PALMRICH
a Lengyel Kohómérnökök
és Technikusok Egyesületének
főtitkára

A fenti *Beköszöntőhöz* csatlakozva szükségesnek tartjuk kifejezésre juttatni örömünket, hogy jelen számunkkal viszonozhatjuk a HUTNIK folyóirat magyar számának megjelenését, s különösen a lap főszerkesztőjének, *Dr. Ing. W. Sabela*-nak kívánunk köszönetet mondani a dolgozatok szemléltető anyagának és a szerzők adatainak pontos, rendszerezett szolgáltatásáért.

A beköszöntőből talán nem derül ki egyértelműen, hogy a HUTNIK folyóiratnak nem profilja a fémkohászati tárgyú dolgozatok közlése, s ez, nem a válogatás pontatlansága indokolja azt, hogy e számunk fémkohászati rovata nem hoz lengyel szerző tollából dolgozatot.

Szerkesztő Bizottság

Néhány tényező hatása az önjáró zsugoritvány minőségének alakulására

Dr. EUGENIUSZ MAZANEK—Dr. STANISLAWA JASIENSKA

DK 622.78:669.052

Prof. Dr. Ing. Eugeniusz Mazanek a Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémián szerezte meg oklevelét, több lengyel nagyolvasztómű vezetője, majd a Krakkói Lenin Kohómű főtechnológusa volt, jelenleg pedig a Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémia Nyersvasgyártási Tanszékének vezetője.

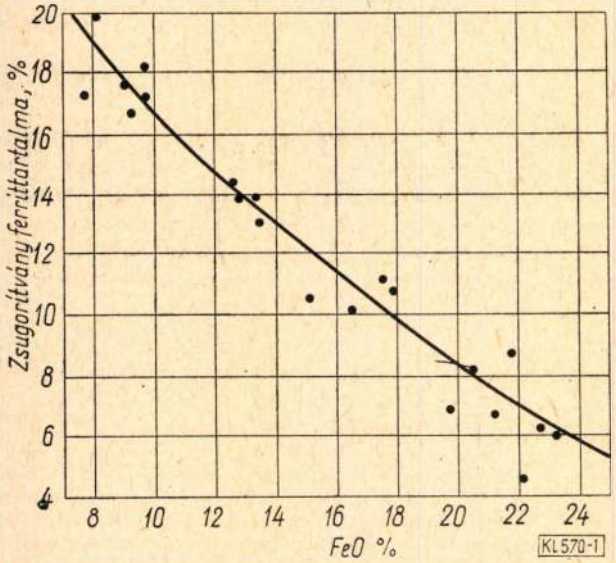
Dr. Ing. Stanislawa Jasienska a krakkói Jagelló Egyetemen végzett és jelenleg a Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémia Nyersvasgyártási Tanszékén mint főadjunktus dolgozik.

Az önjáró zsugorítványok tulajdonságai közül a redukálhatóság és a fizikai szilárdság a gyártási technológiától, a kokszpor mennyiségétől, az égési zóna hőmérsékletétől, valamint a zsugorítvány hűtési sebességétől függ.

A kokszpor mennyiségétől függ a zsugorítási zóna hőmérséklete és a redukciós folyamatok intenzítása, amelyek döntő módon szabják meg a zsugorítvány FeO-tartalmának alakulását. A hűtés sebességének nagy szerepe van a zsugorítvány kristályszerkezetének és az üvegfázis mennyiségének kialakulásában. A különböző bázikusságú és FeO-tartalmú önjáró zsugorítványok [1] néhány tulajdonságának meghatározásához segítséget ad az *1.* és *2. ábra*. A zsugorítandó elegy kokszpor-tartalma és a zsugorítási folyamat hatással van a zsugorítvány szövetszerkezetére és fázisösszetételére. Így le tudjuk vezetni a zsugorítvány redukálhatóságát és szilárdságát az ásványi összetétel függvényében és ez lehetővé teszi a minőség romlását előidéző okok magyarázatát.

A zsugorítvány ásványtani vizsgálata [2] azt mutatja, hogy az 1,1—1,25 bázikusságú önjáró zsugorítvány fázisösszetétele a zsugorítvány FeO-tartalmától függ, mint ahogy ez az *1. táblázatból* is kitűnik, ahol mintegy 200-féle zsugorítvány eredményeinek a középértéke szerepel.

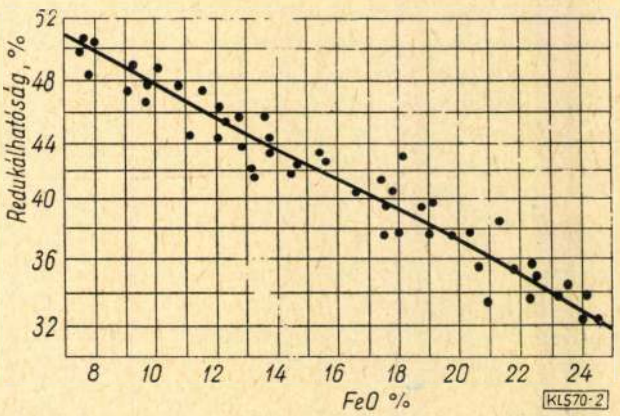
Az 1. táblázatból kitűnik, hogy a zsugorítvány fő alkotói a hematit és a magnetit, utána pedig a kalciumferrit és a szilikátfázis alkotói következnek,



1. ábra. A zsugorítvány ferrit tartalma az FeO-tartalmának függvényében

amelyek összetételében elsősorban kalcium—vaseredetű „olivinek" és bizonyos mennyiségű vasoxidot tartalmazó „zománc-szerű máz", néha még bizonyos mennyiségű piroxin és kalciumortoszilikát is kimutatható.

Természetes, hogy az alkotók mennyisége bizonyos határon belül ingadozik, mégpedig a zsugorítási folyamat lefolyása, az elegy homogenitása, az elegy fizikai összetétele, a kokszpor mennyisége,



2. ábra. A zsugorítványok redukálhatósága az FeO-tartalom függvényében

1. táblázat

A zsugorítványok planimetrikus elemzése

A zsugorítvány száma	Az ásványi alkotók részesedése %-ban				FeO %	CaO/SiO_2
	Hematit	Magnetit	Kalciumferrit	Szilikátfázis		
1	0,70	40,5	17,2	40,6	7,78	1,17
2	2,45	57,8	19,8	23,85	8,05	1,27
3	13,95	40,95	17,6	24,2	9,03	1,14
4	15,8	42,8	16,7	29,9	9,22	1,29
5	9,35	49,65	17,4	23,55	9,66	1,21
6	14,8	35,9	18,1	28,0	9,79	1,17
7	13,2	35,5	14,4	36,9	12,84	1,11
8	11,65	47,8	13,7	16,85	12,97	1,14
9	18,5	46,9	13,8	21,8	13,39	1,16
10	15,45	44,85	13,0	26,8	13,48	1,15
11	14,4	50,8	10,5	24,3	15,40	1,21
12	13,7	52,45	10,1	23,75	16,56	1,18
13	27,0	39,7	11,1	22,1	17,58	1,21
14	11,4	41,2	10,8	36,95	18,00	1,14
15	8,6	48,25	6,9	36,2	19,78	1,12
16	11,4	45,2	8,2	35,2	20,88	1,13
17	4,55	45,7	6,6	43,2	21,45	1,08
18	4,85	49,7	8,5	36,95	21,84	1,11
19	3,8	58,2	6,2	31,8	22,61	1,13
20	9,55	44,9	6,0	39,5	23,17	1,10
21	4,6	59,60	6,0	39,80	24,46	1,08

a hűtés sebessége, valamint egyéb tényezők függvényében.

A 2. *táblázatból* kitűnik, hogy a zsugorítvány redukálhatósága a fázis-alkotók mennyiségétől függ. Megállapítást nyert, hogy a magnetit és az olivinek számszerű növekedése a redukálhatóságot csökkenti, viszont a hematitnak és a ferritek megnövekedett mennyiségének kedvező a hatása.

2. táblázat

Az önjáró zsugorítványokban előforduló ásványi alkotók redukálhatósága

Az alkotó megnevezése	Redukálhatóság, %
Hematit	49,4
Magnetit	22,6
$CaO.Fe_2O_3$	49,2
$2\,CaO.Fe_2O_3$	25,5
$CaO.2\,Fe_2O_3$	58,4
$3\,CaO.FeO.7\,Fe_2O_3$	59,6
Fayalit	0
Fe-monticellit	10,1

A zsugorítvány redukálhatóságára az előbbiekben említett zománc-szerű fázis mennyiségének növekedése károsan hat, mert az e fázisban feloldott állapotban levő vasoxidok gyakorlatilag hozzáférhetetlenek a redukáló gáz számára.

Az önjáró zsugorítványok redukálhatóságának vizsgálata lehetővé teszi annak a megállapítását, hogy a zsugorítandó elegy kokszpor-tartalmának növelése a zsugorítvány FeO-tartalmát növeli, ill. a ferrit csökkenését eredményezi, miközben az olivinek mennyiségét is növeli. Ez egyébként teljes mértékben megegyezik a 2. ábrán szereplő diagram lefutásával, amely a zsugorítvány redukálhatóságát szemlélteti az FeO-tartalom függvényében. Az önjáró zsugorítványok szilárdsága bizonyos mértékben összefüggésben áll a kalciumferritek, de különösképpen az olivinek mennyiségével; az utóbbiaknak nyújtott orsószerű alakja kiváló kötőképességű, ami azt jelenti, hogy kedvez bizonyos alkotók összekötésének és biztosítja a zsugorítvány szövetszerkezetének tömörségét, ill. szilárdságát.

Bizonyos zsugorítványok kisebb piroxén-tartalma azt jelenti, hogy a zsugorítvány előállítása magas hőmérsékleten történt és ezért megolvadása (a szemcsék körülolvadása) erős. A szóban forgó piroxének természetesen csökkentik a zsugorítvány redukálhatóságát, azonban jelenlétük hatással van a zsugorítvány szilárdságának növelésére. Bizonyos esetekben az önjáró zsugorítványban kisebb mennyiségű $2CaO.SiO_2$-γ (kalcium-ortoszilikát) fordul elő. Ennek a megadott bázikusságú zsugorítványokban való előfordulása inhomogén volt, és hogy keveréken belül kalciumtömörülések keletkeztek. Tudvalevő, hogy a kalcium-ortoszilikát káros alkotó, mert 675°C hőmérsékleten átalakul, a $\beta \rightarrow \gamma$ módosulatok átalakulása ui. hőtérfogatnövekedés kíséretében megy végbe, amely a zsugorítvány szétesését okozza.

A zsugorítandó elegy homogenitásának hatása az önjáró zsugorítványok szilikátfázisának ásványi összetételére

A kísérleti zsugorítóberendezésben előállított többféle zsugorítványból készült csiszolatok és lapszerű próbák megfigyelése, úgyszintén a szalagon, közvetlenül üzemi viszonyok között nyert zsugorítványok vizsgálata alapján megállapítható, hogy az elegy zsugorítás előtti inhomogenitásának mértéke a zsugorítvány szilikátfázisának mennyiségi és minőségi összetételére döntő hatással van. Az elegy inhomogenitása azt is eredményezheti, hogy a zsugorítvány néhány helyén széteső fázis keletkezik már akkor, ha a bázisosság 1,1—1,25 között van. Ez a tény szorosan kapcsolódik azzal, hogy a zsugorítás alatt álló elegyrétegben megnövekedett bázikusságú ún. *mikrotérségek* keletkeznek, mégpedig a kisebb bázikusságú mikrotérségek közvetlen szomszédságában.

Valamennyi felsorolt tényező a zsugorítvány szilárdságát rontja, amelynek további csökkenéséhez nagymértékben hozzájárul a viszonylag nagy mennyiségű szabad CaO előfordulása. Az elegy zsugorítás előtti inhomogenitásának hatása a kész zsugorítvány vegyi és ásványi összetételére, valamint fizikai-kémiai tulajdonságaira a *3. táblázat*ból látható.

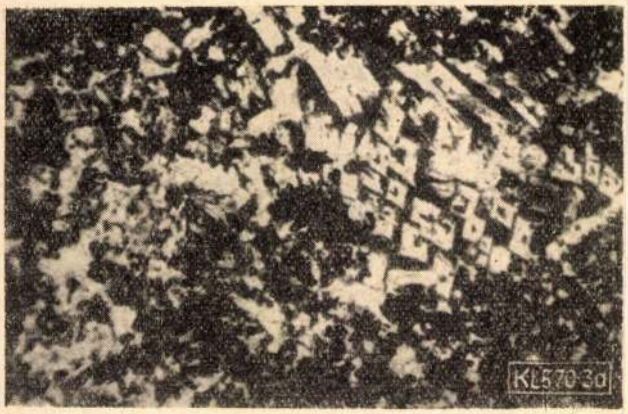
Az 1,1—1,25 bázikusságú zsugorítványok kristályos szilikátfázisának nagy mennyiségű előfordulása elsősorban olyan zsugorítványokban volt megállapítható, melyek kiinduló elegyének rossz volt a gázátbocsátó képessége és egyenlőtlen kokszpor-eloszlása következtében a kokszpor a szalagon csak részben égett el. A koksz véglegesen csak a vagonokban égett el, ezáltal a zsugorítvány hűlési sebessége erősen csökkent, tehát kedvező feltételek jöttek létre a $2\,CaO.SiO_2$-γ kalcium-ortoszilikát, kalcium-olivinek, valamint a piroxének kristályosodásához.

A *3a* és *3b ábra* mutatja a vizsgált zsugorítványok mikrofelvételeit. Az ábrákban látható szilikátfázis összetételébe tartozik a $CaO.FeO.SiO_2$ és

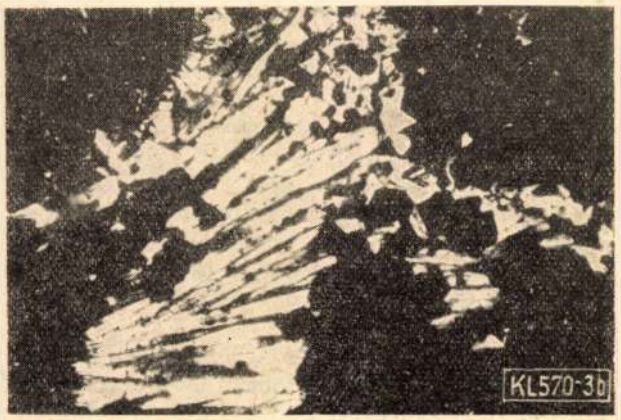
3. táblázat

Különböző ipari zsugorítványok vegyi összetétele

A zsugorítvány száma	Fe %	FeO %	Fe_2O_3 %	SiO_2 %	CaO %	MgO %	Bázikusság	Szilárdság	Redukálhatóság %
AI	50,42	19,64	51,39	12,92	9,98	1,97	0,77	28,0	36,2
AII	49,31	19,72	48,59	11,64	14,42	2,05	1,23	25,0	41,4
BI	47,97	13,15	53,98	13,42	13,68	—	1,02	23,0	41,2
BII	49,42	11,98	57,35	12,24	13,55	—	1,10	20,0	44,4



3a. ábra. A Fe-monticellit anhedrál lapos kristályai és a $2CaO.SiO_2$-γ-larnit anhedrál változatának „agregát-szerű" tömörülése



3b. ábra. A kinyúlt lapos kinövések alakjában kikristályosodott Fe-monticellit. Nagyítás: kb. 128×

a 2 $CaO.SiO.SiO_2$-γ, amely néhány esetben a felületnek 50%-át is elfoglalja. A kalcium-olivinek és piroxének nagy mennyiségű előfordulása a zsugorítvány redukálhatóságát jelentősen csökkentette.

A lefolytatott mikroszkópiai vizsgálat alapján megállapítottuk azt, hogy a magnetit a szóban forgó zsugorítványokban nem kristályosodott a szokásos nagy oktadendrikus szemcsék alakjában, hanem teljes mennyiségben *anhedrál** közegként vált ki, mégpedig nagy mennyiségű pórus és repedés kíséretében [4]. Feltételezhető, hogy a magnetitnak tésztaszerű állapotban hosszabb ideig tartó érintkezése a szilikát fázissal hozzájárult ahhoz, hogy az utóbbiban bizonyos mennyiségű Fe^{2+} és Fe^{3+} oldódott fel, miáltal ezen ásvány kristályosodásának normális folyamata felborult. Az ily módon keletkezett nagy mennyiségű pórus és repedés további oka volt a zsugorítvány szilárdságcsökkenésének.

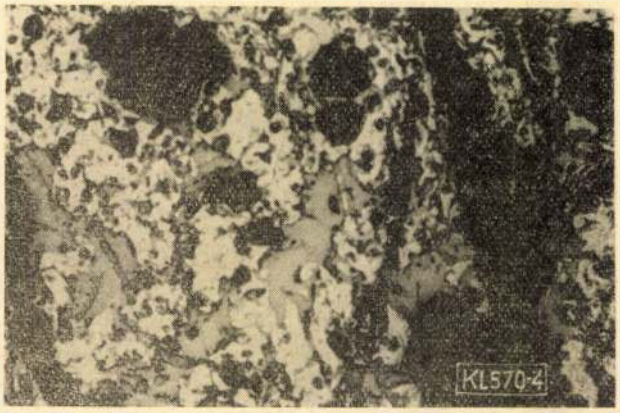
Az ásványtani vizsgálatok eredményeiből kitűnik, hogy az 1,2 bázikusságú zsugorítványokban tapasztalható nagymennyiségű $2CaO.SiO_2$-γ kapcsolatos a zsugorítandó elegy inhomogenitásával. A $2\ CaO.SiO_2$-γ (larnit) képződése kapcsolatos a bázikusság helyi jellegű növekedésével, valamint a szemcsék jó érintkezésével, végül a zsugorítvány lassú hűlésével 675°C hőmérsékleten.

A zsugorítandó elegy szemcseméretének hatása a szilikátfázis ásványi összetételére

A vizsgálatok több lengyel és szovjet ipari zsugorítvány, valamint laboratóriumi viszonyok között előállított zsugorítvány mikroszkópiai értékelése alapján történtek. A laboratóriumi viszonyok között készített zsugorítvány érckeveréke Krivoj-Rogból való, amelynek szemcsenagysága 0,5 és 3,0 mm, salakképző anyagainak szemcsenagysága 0,5—2,0 mm, a kokszpor szemcsenagysága 0,5—2,0 mm, bázikussága 1,2 és FeO-tartalma kb. 12%. A zsugorított réteg vastagságának vagy magasságának közepére, a réteg hőmérsékletét regisztráló hőelem magasságában nagy ércdarabot és mészkövet helyeztünk. A vizsgálat célja az volt, hogy meghatározzuk a zsugorítvány hűtésének és a zsugorítás hőmérsékletének hatását a durva- és finomszemcséjű elegy közötti reakció lehetőségére.

A 0—5 mm szemcsenagyságú keverékből kapott zsugorítványok makroszkópiai megfigyelése lehetővé teszi a zsugorítvány majdnem ideális egyneműségének, mégpedig a makrolyukacsosság és az olvadáspont szempontjából és ezen keresztül a zsugorítvány szilárdsági megoszlásának megállapítását is. A 0—15 mm szemcsenagyságú keverékből kapott zsugorítvány szövetszerkezetében egyenetlenség tapasztalható, mivel a zsugorítvány alapanyagában, amely részben a finomszemcséjű elegy megolvadásának eredményeképpen keletkezett, 8 mm-en felüli szemnagyságú, azaz durva ércszemcsék, rendszerint a zsugorítvány tömegébe beolvadva, néhány esetben pedig könnyen lemorzsolódó alakban fordulnak elő. Természetes, hogy az ilyen zsugorítvány szilárdsága nem egyenletes, mivel a nagy szemcsék környéke meglehetősen lyukacsos és repedéses.

A lefolytatott laboratóriumi vizsgálatok eredményeképpen megállapítottuk, hogy a szabad CaO durva szemcséi körül minden alkalommal 2 CaO. Fe_2O_3 dikalciumferrit képződött tömör övek alakjában. A keletkezett övek vastagságát a zsugorítás

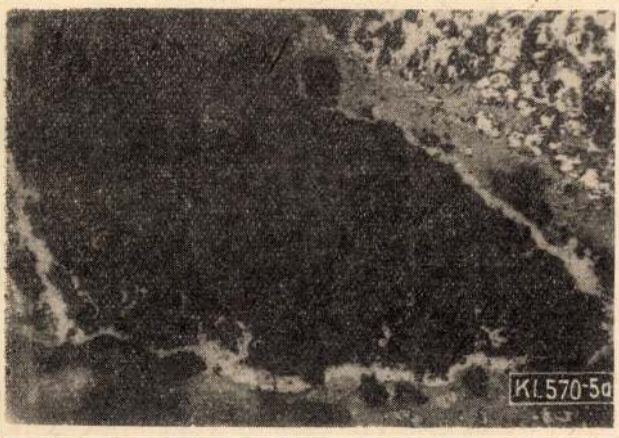


4. ábra. A magnetit-anhedrál lyukacsos változata a repedezett mázon és mészkő-oliveneken. Fekete lyukacsok és repedések. Nagyítás: kb. 128×

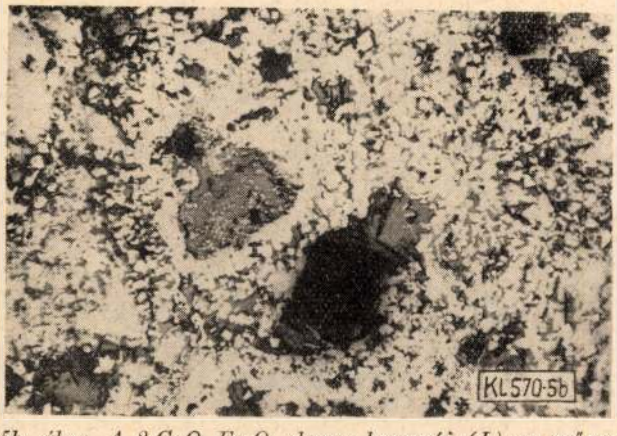
* A kristályok alakjának meghatározása céljából ahhoz az ásványtani terminológiához folyamodtunk, amely szerint: *enhedrális* kristály az olyan kristály, amely krisztallográfiai falakkal teljesen körül van véve, *szubhedrális* az a kristály, amely az említett krisztallográfiai falakkal csak részben van körülvéve és végül *anhedrális* a kristály, ha mentes az előbbi krisztallográfiai falaktól.

hőmérséklete szabta meg, amely viszont kapcsolatos a kokszadag és a CaO szemcseméret nagyságával. Azonos zsugorítási hőmérsékleten, minél nagyobb a szabad mész szemcsemérete, annál vékonyabb volt a keletkezett ferritöv (*5a* és *5b ábrák*). Ez azzal magyarázható, hogy minél nagyobb az érintkezés felülete, annál nagyobb mennyiségű reagáló anyagra és hosszabb ideig tartó reakcióra van szükség. Ha azt vesszük, hogy hűtés feltételei valamennyi esetben azonosak voltak, akkor a megfigyelt jelenség a zsugorítás alatt keletkezett feltételek következménye. A 2 $CaO.Fe_2O_3$-öveknek jelenléte a zsugorítvány szövetszerkezetében szabad CaO-szemcsék körül két szempontból kedvezőtlen, nevezetesen a zsugorítvány szilárdságának csökkenése és a redukálhatóság szempontjából. A szabad CaO-szemcse, miután nedvességgel érintkezett, hajlamos kalcium-hidroxidot képezni és ez a reakció térfogatnövekedéssel jár, ami azt jelenti, hogy hatása ugyanolyan, mint a larnité. A 2 $CaO.Fe_2O_3$ dikalciumferrit jelenléte a zsugorítványban mint már a korábban lefolytatott kutatómunkák és kísérletek során megállapítottuk [2], csökkenti a zsugorítvány redukálhatóságát.

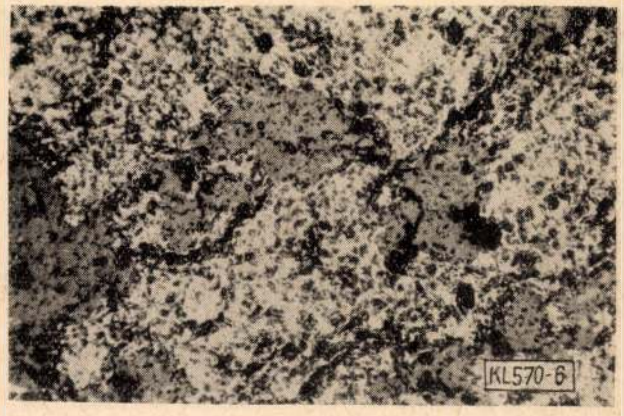
Mikroszkópiai vizsgálatokkal megállapították, hogy a ferritövek közvetlen szomszédságában igen gyakran vasszerű *zománc* kristályosodik ki, sőt bizonyos esetekben finomszemcséjű larnit is. A szóban forgó *zománcszerű réteg* keletkezése erősen gátolja a redukáló gáz behatolását a ferritbe és közvetlenül csökkenti ennek redukálhatóságát. Ezenkívül feltételezhető, hogy a durva CaO-szemcsék jelenléte közvetett hatással van a larnit-képződésre. A 8 mm-en felüli szemnagyságú ércdarabok általában nem zsugorodnak. Az ilyen darabok tehát a levegő egyenlőtlen átszívásának, hőmérséklet helyi emelkedésének, valamint a zsugorítvány szilárdságcsökkenésének közvetlen okai.



5a ábra. A szabad, nagy sötét CaO-szemcse körül a 2 CaO. . Fe_2O_3 vékony, világos öve látható



5b ábra. A 2 $CaO.Fe_2O_3$ durva koszorúi (I) az erősen meszes (kalciumos) máz körül. A CaO-szemcsék magas hőmérséklet hatására beolvadtak. Nagyítás: 128× (kb.)

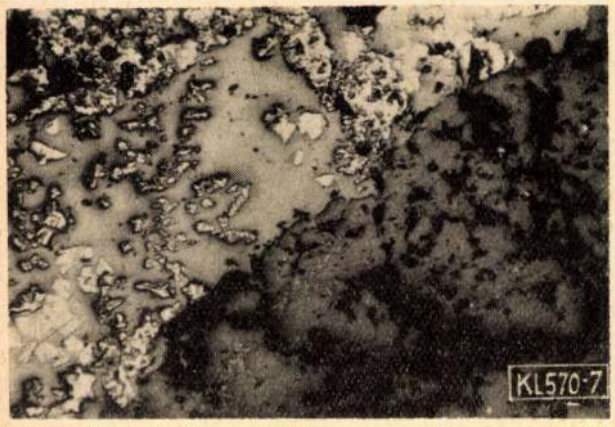


6. ábra. A zsugorítvány folyékony fázisába részben asszimilálódott érc-szemcse. Fehér anhedrál hematit-változat és szürke szilikátfázis. Nagyítás: kb· 128×

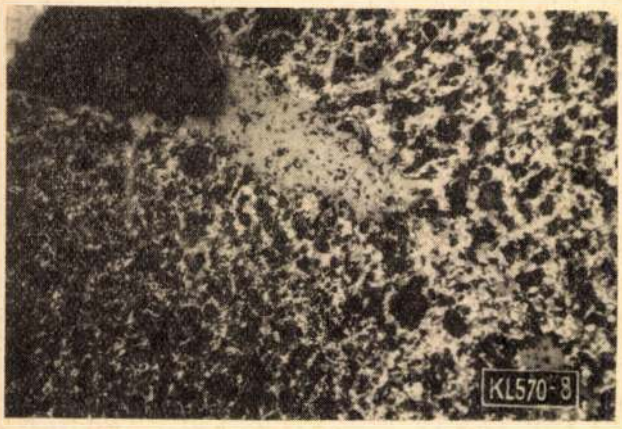
A finom hematitszemcsék a zsugorítandó elegy keverése közben jobban rátapadnak a mészkőre mint a kovaföld, a természetes szelekció tehát mechanikus és lehetővé válik azoknak a kisebb Fe_2O_3-tartalmú mikrotérségeknek a keletkezése, amelyekben biztosított a jó érintkezés a CaO- és SiO_2-szemcsék között. Ezért olyan zsugorítványokban, amelyekben a mészkő még kisebb mennyiségben is durva szemcsék alakjában fordul elő, már 1,2 bázikusságon larnit keletkezhet.

A 8 mm-en felüli ércszemcsék körül rendszerint jellegzetes és nagyszámú *repedést* viselő széles *mázöv* keletkezik. E repedések keletkezésének oka minden valószínűség szerint a dermedő máz különböző hőtágulási együtthatója és az ércdarabok, valamint körülöttük levő zsugorítvány hővezető képességének eltérő együtthatója. A repedések keletkezésének oka nehezen magyarázható meg, s még további széles körű vizsgálatokra szorul. A zsugorítványba részben beolvadt ércszemcsék megfigyelése azt mutatja, hogy a sötétszürkés máz-fázison nagy mennyiségű finomszemcséjű *anhedrál* hematit van. A vizsgált szemcse egész térségén belül viszonylag sok finom pórus és a zsugorítvány redukálhatósága szempontjából előnyös repedés fordul elő, ezek pedig a zsugorítvány szilárdságát jelentősen csökkentik *(6. ábra)*. A vizsgált szemcsék közvetlen szomszédságában az említett mázon és ritka esetekben a finomszemcséjű $CaO.Fe_2O_3$ szomszédságában magnetit kristályosodott ki *(7. ábra)*.

Azon zsugorítványokban, amelyekben az ércszemcséknek egy része a folyékony fázis hatására tönkrement, e szemcsék körül teljesen repedezett szivacsszerkezetű öv keletkezett, amelyben finom *anhedrál hematit*-szemcsék és tűalakú *piroxénmikrolitok*, ritkább esetekben pedig $CaO.Fe_2O_3$ jelentkeztek *(8. ábra)*. Az ilyen szemcsékben, amennyiben a pórusok és a repedések nagy száma lehetővé



7. ábra. Sötétszürkés szabad érc-szemcse. A szemcse kerületén látható világosszürke máz, amelyen a magnetit és hematit kikristályosodott szubhedrál kristályai láthatók. Nagyítás: kb. 128×



8. ábra. Zsugorítvány folyékony fázisa által elnyelt szabad érc-szemcse egy része. Az érc-szemcse kerületén világosszürke amorf szilikátfázis látható. E fázison helyenként a piroxének és olivinek finom mikrolitjei láthatók. Nagyítás: kb. 128×

tette a redukáló gáz behatolását, a máz-fázison magnetit keletkezett.

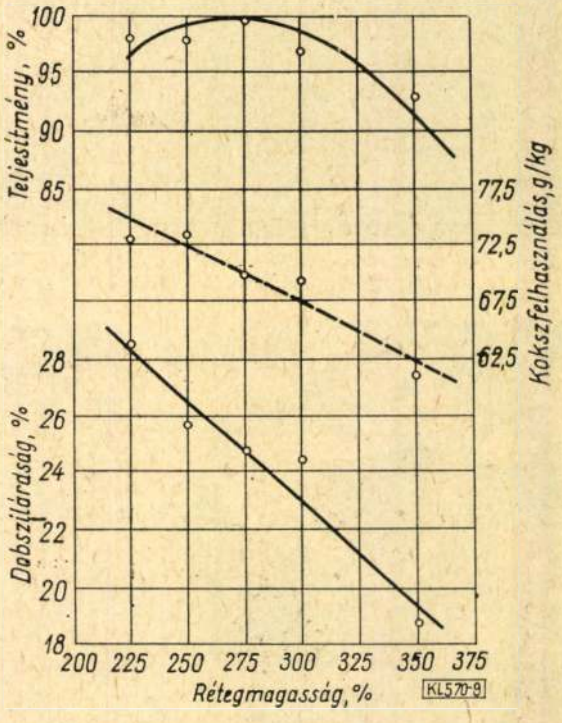
A zsugorítandó elegy szemcsézetének különneműsége arra vezet, hogy a kokszpor elhelyezkedése egyenlőtlen a rétegen belül, miáltal a levegő átáramlása sem egyenletes. Az ilyen körülmények között elfogadható, hogy a nagy szemcsék mellett áramló levegővel szemben kialakult ellenállás kisebb, mint a finom szemcséken történő áramlásakor és emiatt a zsugorított réteg hőmérséklete eltérő. Így megnövekedett hőmérsékletű mikrotérségek keletkeznek és ez együttesen lehetővé teszi a nagy ércszemcsék körül mázszerű fázis keletkezését, mégpedig az intenzívebb légáramlás hatására a fokozott hűtés eredményeként.

A zsugorítás feltételei az elegy rétegmagasságának függvényében

A zsugorítási folyamat ideje alatt a zsugorítás alatt álló rétegen át felülről lefelé áramló levegő fokozatosan melegedik fel és a már kész állapotban levő nagy hőmérsékletű zsugorítvány zónáján áramlik át. Ezért minél lejjebb helyezkedik el a zsugorítási zóna az adott pillanatban, annál melegebb a belsejébe áramló levegő és emiatt a koksz égési folyamatával adódó hőmérséklet is magasabb. Természetes, hogy ez maga után vonja a zsugorítás feltételeinek megváltoztatását és hatással van a zsugorítvány szövetszerkezetének, ill. fázisösszetételének keletkezésére. Minél alacsonyabban helyezkedik el az égés és a zsugorítás zónája, annál magasabb az elegy hőmérséklete és a legmagasabb, ill. legalacsonyabb réteg hőmérsékletkülönbsége 200°C-on felül lehet. A hőmérséklet emelkedése a zsugorított rétegben maga után vonja a redukció folyamatainak intenzívebbé válását, s ezért az ilyen zsugorítvány FeO-tartalma nagyobb lesz. Végeredményben a zsugorítvány ferrit- és hematit-tartalma kisebb, olivin- és máz-tartalma pedig nagyobb lesz. A laboratóriumi viszonyok között ebben a vonatkozásban lefolytatott széles körű vizsgálatok lehetővé tették az alábbi következtetések levonását; a zsugorítandó elegy rétegmagasságának emelését az elegy gázátbocsátó képessége szabja meg. A lefolytatott mérések eredményei azt mutatják, hogy létezik egy bizonyos optimális rétegmagasság, amellyel maximális zsugorítási teljesítmény elérhető. A *9. ábrán* levő diagram a teljesítményt, a kokszfogyasztást, valamint a zsugorítvány minőségét mutatja a réteg magasságának függvényében, a jelzett technológiai feltételek (az elegy összetétele, a szívóberendezés karakterisztikája stb.) függvényében.

A diagramból kitűnik, hogy a legnagyobb teljesítményt 275 mm magasságú réteggel sikerült elérni, a réteg magasságának továbbemelése már termelési romlást eredményezett. A teljesítmény különbsége a 225 és a 350 mm rétegmagasság és a 275 mm-es optimális rétegmagasság között kb. 7%.

Az elegy rétegmagasságának növelése jelentős mértékben hozzájárul a kokszmegtakarítás fokozásához. Ez érthető is, különösen ha figyelembe



9. ábra. A teljesítmény, a kokszfogyasztás, valamint a zsugorítvány szilárdsági tulajdonságai a zsugorítandó elegy rétegmagasságának függvényében

vesszük, hogy az égési zónába előmelegített levegő áramlik be, amelynek hőtartalma csökkenti a koksszükségletet. A koksz teljes megtakarítása az elegy rétegmagasságának 225 mm-ről 350 mm-re való növelésével 14% körül van. Végül megállapítottuk, hogy a zsugorítvány minősége láthatóan javul, jóllehet a görbe pályájának alakja azt mutatja, hogy a réteg magasságának maximálásra növelésekor a minőség javulása csökken. A zsugorítvány fizikai minőségének javulása szoros összefüggésben áll a zsugorítvány szövetszerkezetében azon alkotók mennyiségi növekedésével, amelyek erős kötőhatásúak, tehát főként a $CaO.Fe_2O_3$-éval, ez pedig szoros összefüggésben áll a zsugorítvány redukálhatóságának csökkenésével. Az igen nagy rétegmagasság legalacsonyabb zónáiban zsugorodott rétegben a magas hőmérséklet hatására keletkezett máz mennyiségének növekedése tapasztalható, ebben továbbá viszonylag sok folyékony fázis keletkezik, amelyet azután a levegő áramlása igen gyorsan hűt. A máz meglehetősen rideg; ez az oka annak, hogy a zsugorítvány szilárdsága a zsugorított réteg alsó zónáiban csökken.

A zsugorítvány minőségi javításának lehetősége a zsugorítás hőmérsékletének növelésével, ill. előmelegített vagy oxigénnel dúsított levegő alkalmazásával

Az előmelegített levegő igénybevételével folytatott zsugorítási eljárás vizsgálata azt mutatja, hogy van lehetőség a teljesítmény növelésére és kokszmegtakarításra. A levegőt elő lehet melegíteni a zsugorított keverék rétege fölött elhelyezett gázégő alkalmazásával, vagy az átszívott levegő melegítésével. Az első esetben sikerült a levegő hőmérsékletét kb. 350°C-ra növelni és 40%-ig terjedő kokszot megtakarítani, a második esetben a levegő hőmérséklete 800°C-ra emelkedett, miközben a teljesítmény 20%-kal növekedett, a kokszmegtakarítás pedig 30%-ig terjedt.

A Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémia Nyersvas-metallurgia Tanszéken folytatott vizsgálatok [3], [4] azt mutatják, hogy max. 20% koksz takarítható meg, ha a levegő hőmérséklete 450°C (a termelékenység növekedését nem állapították meg). A zsugorításhoz átszívott levegő 24%-ig terjedő oxigénes dúsítása a termelékenység 10%-os növekedését eredményezte.

E vizsgálatok lehetővé tették annak megállapítását, hogy az előmelegített és oxigénnel dúsított levegő hogyan változtatja meg a zsugorítvány minőségét. A méréseknek megfelelően az előmelegített levegő alkalmazásával kapott zsugorítványok szövetszerkezete majdnem teljesen kristályos. Fázisösszetételében a ferritek bizonyos növekedése tapasztalható a közönséges zsugorítványhoz képest; az itt előforduló ferrit fontosabb változatai a következők: $3\,CaO.FeO.7\,Fe_2O_3$, $2\,CaO.Fe_2O_3$, valamint $CaO.FeO.Fe_2O_3$ *(10. ábra)*. A szilikátfázisban a normálisan előforduló olivinek mellett sok nehezen redukálható $CaO.FeO.2\,SiO_2$ piroxén fordul elő. Az ilyen fázisösszetétel eredményeképpen a magas hőmérsékletű levegővel előállított zsugorítvány redukálhatósága kb. 10%-kal kisebb, mint az egyszerű zsugorítványoké, ugyanakkor szilárdságuk az egyszerű zsugorítványokénál lényegesen nagyobb. Ez elsősorban annak tulajdonítható, hogy az ilyen zsugorítványokban nincsen máz és hogy teljes az átkristályosodásuk. Az olivinek és piroxének viszonylag nagy mennyisége és orsószerű nyújtott alakja jelentős mértékben hozzájárul a zsugorítvány szilárdságának nagymérvű növekedéséhez *(11. ábra)*.



10. ábra. A magnetit világos kristályai körül szürke tűalakú $CaO.FeO.Fe_2O_3$-kiválások láthatók. Az előforduló máz sötétszürke. Nagyítás: kb. 128×

Különösen kedvezőnek mutatkoznak az oxigéndús levegővel előállított zsugorítványok szilárdsági tulajdonságai. E zsugorítványok fő alkotói a hematit és magnetit, valamint a kalciumferritek, köztük pedig elsősorban a $3\,CaO.FeO.7\,Fe_2O_3$, amelynek előfordulása az egyszerű zsugorítványokban igen ritka. Az egyszerű zsugorítványokhoz képest valamivel kisebb mennyiségben előforduló szilikátfázist elsősorban az olivinek képviselik; a máz mennyisége itt jelentéktelen. Az oxigénnel dúsított levegővel előállított zsugorítványok FeO-tartalma minden esetben kisebb, ami bizonyítéka annak, hogy ezekben a zsugorítványokban erős másodlagos redukció megy végbe; ismeretes, hogy az oxigéndús levegő átszívásának hatására a koksz mennyisége csökken.

Végeredményben a 24% oxigéntartalmú levegővel előállított zsugorítvány hematit- és ferrittartalma nagyobb, mint az egyszerű zsugorítványoké, miáltal redukálhatóságuk azonos FeO-tartalomnál is magasabb. E zsugorítványok az olivinrács és a hármas ferrit hatására rendkívül tartósak; a megnevezett alkotók megnyújtott tű-alakjának



11. ábra. Erősen megnyúlt (világos) piroxén-kristályok a sötétszürke mázon. Láthatók a kristályos magnetitkiválások. Nagyítás: kb. 128×

sugárszerű elhelyezkedése erősen hozzájárul a zsugorítvány-szövetszerkezet szilárdságának erős javulásához.

4. táblázat

A zsugorítványok planimetrikus elemzése

A zsugorítvány száma	Ásványi összetétel, %				Redukálhatósági fok	FeO%
	Hematit	Magnetit	Kalciumferrit	Szilikátfázis		
450°C hőmérsékletre felhevített zsugorítványok						
21	32,8	28,4	24,2	23,6	47,8	6,4
28	26,4	33,2	24,6	15,8	44,2	10,12
32	31,4	24,8	21,4	22,8	41,8	12,85
33	24,1	33,3	17,7	25,0	43,4	13,26
36	20,0	42,0	16,0	22,0	39,9	16,39
37	6,6	46,8	10,2	36,4	38,8	17,47
38	2,8	60,8	11,8	24,8	37,5	17,96
24% O_2-tartalmú levegő felhasználásával előállított zsugorítványok						
51	44,2	10,0	24,1	22,4	55,4	6,26
52	49,2	11,0	20,4	20,4	54,7	6,83
55	37,2	26,6	16,0	20,1	53,9	8,89
57	31,4	30,0	16,6	22,0	53,9	9,19
58	32,0	31,4	15,8	20,8	50,4	9,92
60	29,8	35,6	13,2	21,6	50,1	11,37
63	23,8	37,6	14,6	24,0	50,5	12,11
64	23,8	41,2	12,4	22,6	48,0	12,40
65	27,0	30,4	16,0	26,6	50,9	12,40
66	19,2	36,2	18,4	26,2	49,1	13,36

Következtetések

1. A lefolytatott megfigyelések alapján elfogadható, hogy a zsugorítvány szilárdsága és redukálhatósága szempontjából az a szövetszerkezet a legjobb, amelynek fázisösszetételében nagymennyiségű Fe_3O_4 és Fe_2O_3 szemcse, továbbá $CaO.Fe_2O_3$ és $CaO.FeO.Fe_2O_3$ típusú kalciumferrit van, mégpedig összekötve a devitrifikált mázzal, amelyen tűszerű olivinek kristályosodnak ki. Az ilyen szövetszerkezettel az 1,15—1,20 bázikusságú és 12% FeO-tartalmú zsugorítvány rendelkezik, amely egyébként a gondosan előkészített olyan elegyből készült, amelynek szemcsenagysága max. 8 mm, levegőn való hűtése pedig óránként 200°C sebességgel történt. Hasonló bázikusságú, azonban nagyobb (18—19%) FeO-tartalmú zsugorítványban a Fe_2O_3 és a ferritek mennyisége a magnetit és az olivinek javára csökken, aminek következtében a zsugorítvány redukálhatósága kisebb, szilárdsága pedig nagyobb.

2. A zsugorítandó elegy alkotóinak helytelen vagy elégtelen összekeverése a zsugorítványnak csupán részleges zsugorodását biztosítja és ez a csökkentett szilárdság közvetlen okozójává válik. A zsugorítvány koksztartalmának csupán részleges elégése a már kész zsugorítványban az utólagos teljes elégésével fejeződik be, aminek következtében szétesö larnit keletkezik.

3. A nagy ércszemcsék előfordulása a zsugorítandó elegyben végső fokon különnemű, rideg és rossz redukálhatóságú szövetszerkezet keletkezéséhez vezet. A nagy mészkőszemcsék előfordulása a zsugorítandó elegyben nagy mennyiségű gyengén redukálódó dikalciumferrit és kalcium-szilikát keletkezését eredményezi, ami tulajdonképpen a zsugorítvány szétesésének közvetlen oka.

4. A zsugorítványnak túl gyors hűlése az üveges máz mennyiségének növekedésére vezet, amely máz tudvalevően rideg és hajlamos nagy mennyiségű, egyébként nehezen redukálható vasoxid lekötésére.

A zsugorítvány hűtési időtartamának meghosszabbítása végső fokon a szilárdság nagyobbodására vezet, bizonyos esetekben pedig csökken a redukálhatóság, mégpedig monticellit és piroxének kikristályosodása következtében.

A zsugorítvány szabad lehűlését mellőzni kell, azonban csak a 8 mm-en felüli nagyságú szemcséket tartalmazó inhomogén elegy zsugorításakor, mivel ilyenkor a betétanyagnak az előkészítése nehezebb és így lehetőség van a $2\,CaO.SiO_2$-γ larnit keletkezésére.

5. A zsugorítvány minősége javítható az elegy egyenletességének biztosításával, ha a szemcsék összetétele olyan, hogy nagyságuk a 8 mm-t nem haladja meg. Az ilyen zsugorítványnak a szövetszerkezete és fázisösszetétele biztosítja a kiváló minőséget, jó szilárdságot és redukálhatóságot is.

6. A zsugorítvány minősége javítható a zsugorított réteg magasságának helyes megválasztásával. Erről nem szabad megfeledkezni.

A teljesítmény növelésének lehetőségén kívül javíthatók a zsugorítvány szilárdsági tulajdonságai is a zsugorított réteg magasságának növelésével, ami abban nyilvánul meg, hogy a legfelsőbb rétegekben az ún. *visszatérő zsugorítvány* hányada a kapott zsugorítvány össz-tömegéhez viszonyítva csökken.

7. A levegő felmelegítése az elegyréteg fölött elhelyezett égő segítségével kedvezően hat a zsugorítvány szilárdságának alakulására. Ugyanez a folyamat káros következményekkel van a zsugorítványok redukálhatóságára, mivel összetételükben, helyesebben fázis-összetételükben nehezen redukálódó alkotók képződnek; keletkezésük szorosan kapcsolódik a zsugorított réteg hőmérsékletének emelkedésével és a redukciós folyamatok nagyobb lehetőségével. Figyelembe kell venni azt, hogy az ilyen természetű technológia bizonyos mértékben károsan hat a zsugorítási eljárás teljesítményére.

8. Az oxigénnel dúsított levegő alkalmazása a zsugorítószalag teljesítményének fokozásához és minőségének javításához vezető út. Az oxigéndús levegőnek ilyen felhasználása e két tényező, vagyis a termelékenység növelése és a minőség javulása szempontjából rendkívül fontos. Bebizonyosodott, hogy a levegőnek már 24% O_2-tartalmával a termelés kb. 10%-kal növelhető, miközben a kapott kb. 10% FeO-tartalmú zsugorítvány (amelynek redukálhatósága 51%) szilárdsága olyan, mint a 18% FeO-tartalmú és csupán 39% redukálhatósági fokú közönséges zsugorítványé.

IRODALOM

[1] *Mazanek—Jasienska:* Journal of the Iron and Steel Institute, 1963. *201.* 60—61. old.

[2] *Mazanek—Jasienska:* Journal of the Iron and Steel Institute, 1964. *202.* 319—324. old.

[3] *Mazanek—Wyderko és társai:* Stahl und Eisen, 1965. *85.* I. 25—28. old.

[4] *Kopec—Mitka:* Prace Rady Naukowo-Technicznej Huty im. Lenina, Nr. 15. 11—16. old.

Vákuumkamrában öntött vagy üstben gáztalanított acél nemfémes zárványai

Dr. MARIAN KRUCINSKI

DK 669.15:621.74+66—982

Dr. Ing. Marian Krucinski a Leningrádi Politechnikai Intézetben végzett és jelenleg a Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémia Acélgyártási Tanszékének főadjunktusa.

Bevezetés

A gépipar különböző területein alkalmazott acélok minőségével szemben támasztott követelmények egyre nagyobb megszigorítása az acél vákuumos öntésének, illetve az acél vákuumkamrában való gáztalanításának alkalmazását tette szükségessé. A fürdő fölötti nyomás csökkentése a folyékony acél gázfázis-rendszerének egyensúlyi helyzetét a gázok acélból való kiválási irányában tolja el, továbbá bizonyos vegyületeknek (például oxidoknak, szulfidoknak stb.) disszociáját lehetővé teszi, valamint az oxidok karbonnal való redukálásának kezdeti hőmérsékletét csökkenti. Az utóbbi jelenségnek különösen kedvező hatása lehet az acél finomítására, nevezetesen a nemfémes oxidjellegű zárványoktól való mentesítésére.

Az oxidoknak a vasban oldott karbonnal történő redukálási folyamata az alábbi egyenlettel fejezhető ki:

$$\frac{1+m}{y} M_xO_y+(C)=\frac{(1+m)K}{y}(M)+ +(1-m)-\{CO\}+m_2\{CO_2\} \qquad (1)$$

ahol m együttható, amelynek értéke kizárólagosan a fürdő vegyi összetételétől függ és független a redukált oxid állékonyságától; elméleti értéke 0 és 1,0 között változhat, a gyakorlatban pedig a nullához áll közel.

Az (1) egyenlettel kifejezett redukciós folyamat bonyolult és több egymásra kölcsönhatású fázisban megy végbe. E fázisok a következők:

a) a karbon diffúziója az oxid-folyékony acélfürdő fázisok között levő érintkezés választósíkja felé,

b) a karbon adszorpciója az oxid-folyékony acélfürdő fázisok érintkezési felületén,

c) a vegyi reakció folyamata,

d) a CO hólyagok képződése, növekedése és kiválása a fürdőből,

e) a redukció eredményeként létrejött vegyület oldódása és diffúziója a vasban,

f) a CO disszociációja CO_2-vé és C-ná a fürdő fölött, valamint az utóbbinak oldódása a fürdőben.

A vasban feloldott állapotban levő karbonnal végbemenő oxid-redukciós folyamat sebességét — bonyolultságára való tekintettel — a leglassabban végbemenő folyamat sebessége határozza meg. Az [1] munkában ismertetett redukciós folyamat elemzése azt mutatja, hogy az egyensúlyi állapottól való eltávolodás mértékére a karbon adszorpciója van döntő hatással.

A redukcióval kapcsolatos reakció következtében kiváló gázok folyamatos elvezetésén keresztül — ami tulajdonképpen az acélnak a vákuumkamrában történő gáztalanításakor történik — az (1) egyenlettel kifejezett folyamat egyszerűsödik (mivel a CO disszociációja a fürdő fölött nem megy végbe) és így a folyamat az alábbi vegyi reakció segítségével fejezhető ki:

$$\frac{1}{y} M_xO_y+[C]=\frac{x}{y}[M]+\{CO\} \qquad (2)$$

E reakcióban a redukció határa a termodinamikai jelenségek alapján határozható meg, amennyiben a karbon aktivitásának együtthatója és a vasban levő alkotó redukálási folyamatában keletkezett alkotó, valamint a hőmérséklet és a vegyi összetétel közötti összefüggés ismert. A (2) egyenlettel meghatározott egynesúlyi reakció az alábbi egyenlettel fejezhető ki:

$$K_{C/M}=\frac{a_M^{x/y}P_{CO}}{a_C a_{M_x} n_y^{1/y}} \qquad (3)$$

ahol a a karbon, a redukció eredményeként a vasban keletkezett alkotó, valamint a redukált oxid aktivitása,

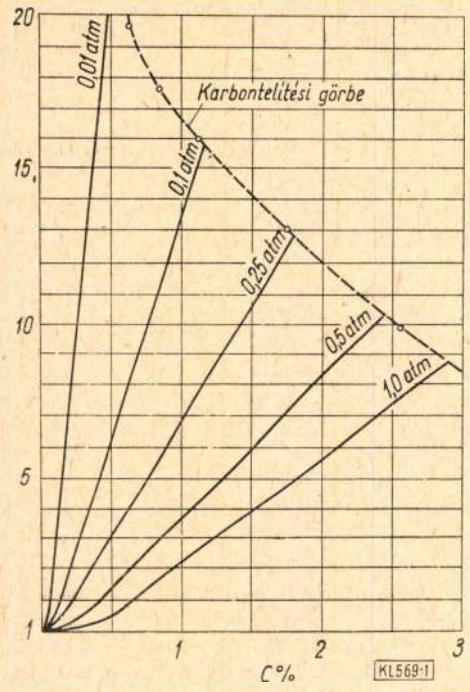
P_{CO} a szénmonoxidnak a fürdő feletti részleges nyomása, amely az acélnak a vákuumkamrában történő öntése és gáztalanítása közben a fürdő fölött uralkodó nyomással azonos.

Ha a redukált oxid tiszta állapotban van jelen, ami a nemfémes oxidzárványok esetében lehetséges, akkor aktivitása az egységgel azonos és a (3) egyenletben mellőzhető. A (3) egyenletnek az alkotó redukálási folyamatában kapott aktivitássá, valamint az aktivitásnak a koncentráció szorzatává és az aktivitás megfelelő együtthatójává történő átalakításával az alábbi függvényt kapjuk:

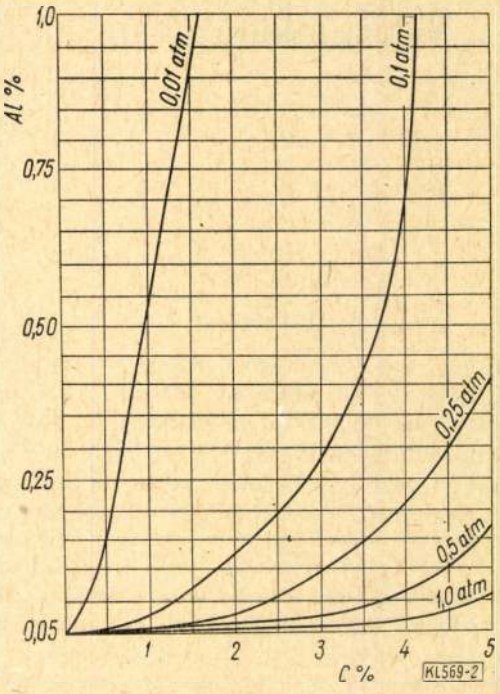
$$[\%M]=\left\{\frac{K_{C/M}[\%C]\cdot f_C}{P_{CO}\cdot f_M^{x/y}}\right\}^{y/x} \qquad (4)$$

ahol f_C és f_M a karbon és a redukció folyamatában kapott alkotó aktivitásának együtthatói, amelyek alapjában véve a hőmérsékletnek és a koncentrációnak függvényei.

A (4) egyenlet a redukció során keletkezett alkotó töménységének egyensúlyát a hőmérséklet, a nyomás és az oldatban levő karbon koncentrációjának függvényében fejezi ki. A hőmérséklet hatása a $K_{C/M}$ állandó egyensúlyi értékére a hőmérséklet függvényével fejezhető ki. Ha a hőmérséklet és C-tartalom állandó értékek, akkor a redukció fo-



1. ábra. A szilíciumtartalom egyensúlya a vas karbontartalmának és a nyomásnak függvényében (t = 1600°C)



2. ábra. Az alumíniumtartalom egyensúlya a vas karbontartalmának és a nyomás értékének függvényében (t = 1600°C)

lyamatában keletkezett alkotó egyensúlyi koncentrációja csupán a nyomás függvénye.

A (4) egyenletre támaszkodva sor került a vasban levő szilícium és alumínium egyensúlyi koncentrációjának, a vas karbontartalmának függvényében végrehajtott számítására. E számításokhoz szükséges $K_{C/M}$ egyensúlyi állandók számítása *Elliot* [2] termodinamikai adatai alapján történt és értékük ennek megfelelően az alábbi: (1600°C) $K_{C/Si} = 0{,}782$, valamint $K_{C/Al} = 0{,}0721$.

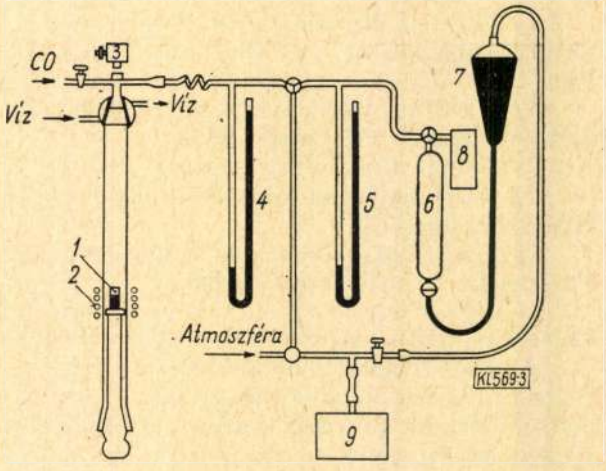
A karbon aktivitási együtthatóját a *Rist*-féle [3] egyenlet segítségével határoztuk meg, míg a szilícium és alumínium aktivitási együtthatójának meghatározása *Szamarin* és *Wilder* [4], [5] egyenleteinek segítségével történt. A számításokban a szilícium és alumínium kölcsönhatását a vason belüli aktivitásukra számítás közben figyelmen kívül hagytuk. A számítások eredményei az *1.* és *2. ábrán* láthatók.

Az 1. és 2. ábrán levő diagramokból kitűnik, hogy a szilíciumnak viszonylag könnyen kell redukálódnia még kis karbontartalom és viszonylag nagy nyomás esetében is, ezzel szemben az Al_2O_3 redukciója kis karbontartalom esetében is 0,001 atm, vagy ennél kisebb nyomáson mehet végbe. Az acélnak vákuumkamrában történő öntésekor a végső nyomás értéke 3—8 Hgmm között ingadozik, vagyis alig valamivel kisebb 0,01 atm-nál, ezért az Al_2O_3 típusú oxidzárványok redukciója még abban az esetben is kevésbé valószínű, amikor az acél alumíniumtartalma kicsi.

Laboratóriumi vizsgálatok

Annak megállapítása céljából, hogy vajon a csökkentett nyomáson végbe mehet-e a nemfémes szilikátzárványok redukciója az acélban oldott állapotban levő karbon hatására, vizsgálatok történtek olyan különleges vizsgáló rendszerben *(3. ábra)*, amely az állandó nyomást, az acél állandó hőmérsékletét, valamint teljes légmentességét biztosította. Ez utóbbi feltétlenül szükséges ahhoz, hogy az acélt szekundér oxidáció ne érje.

A vizsgálatokhoz szükséges próbákat Armcovasnak fémes szilíciummal légköri nyomáson történő összeolvasztásával nyertük, utána pedig a fürdőt elektródlisztttel karbonizáltuk. A vizsgálatokhoz szükséges próbáknak ily módon való előkészítése a zárványokon belül meglehetősen nagy SiO-tartalmat biztosított. Az így kapott próbák nemfémes zárványtartalmát zárványizolációs módszerrel határoztuk meg.



3. ábra. A fémoxidok folyékony vasban levő karbon hatására történő redukálásához szükséges rendszer vázlata ellenőrzött nyomás alkalmazásakor

1 folyékony acéllal megtöltött tűzálló tégely, *2* az indukciós kemence tekercse, *3* prométer, *4* és *5* higanybarométer, *6* a redukciós folyamattal keletkező gázok összegyűjtésére szolgáló tartály, *7* higannyal töltött kiegyenlítő tartály, *8* gázelemző, *9* olajos vákuumszivattyú

Ezután a próbának két azonos részre való elosztására és az 1600°C hőmérsékleten 0,25 atm. nyomás mellett való átolvasztására került sor. Az egyik próbát csak addig olvasztottuk, amíg a gáz kiválása befejeződött, amíg a másikat a vizsgálórendszerben további 1 órán át tartottuk folyékony halmazállapotban, attól a pillanattól számítva, amikor a fürdőből a gázkiválás befejeződött. Így igyekeztünk meghatározni azt, hogy a fürdő indukciós keverése milyen hatással lehet a zárványok mennyiségének csökkenésére.

A kísérletek a következő módon történtek: az ismert mennyiségű zárványt vagy szénnyeződést tartalmazó próbával megtelt tégelyt a vákuumberendezés belsejébe helyeztük, amelyből ezután a levegőt vákuumszivattyú segítségével távolítottuk el; az itt alkalmazott vákuum-berendezés kvarc kivitelű volt. Ezután a vizsgálórendszert CO-val mostuk át. A CO-t hangyasav és meleg tömény kénsav reakciójával nyertük. Az így kapott szénmonoxidot tisztítottuk és tömény kénsavban, valamint KOH-ban szárítottuk. A szárításhoz bárium- és kalciumkloridot is használtunk. A készülék lemosásának befejezése után a reakciós kamrában uralkodó nyomást 0,25 at-ra csökkentettük és ezen a nyomáson került sor a kísérletek lebonyolítására. A betétanyag felhevítése és olvasztása indukciósan történt, mégpedig nagyfrekvenciás generátor segítségével. A próba megolvasztása és 1600°C hőmérsékletre történő felhevítése után a hőmérsékletet állandó szinten tartottuk, miközben az áramerősséget a generátor belépési oldalán szabályoztuk. A hőmérsékletet optikai pirométerrel mértük ± 10°C pontossággal; az optikai pirométer belsejében forgótükör volt. A próbából a kísérletek ideje alatt kiváló gázok a vákuumrendszer tartályába kerültek, amelyet korábban megfelelően evakuáltunk. A nyomásnak a reakciós kamrában történő állandósulása után sor került a kemence kikapcsolására, illetve a próbát még egy órán át folyékonyan tartottuk és csak ezután kapcsoltuk ki a kemencét.

A próbák vegyi összetétele, valamint nemfémes zárványtartalma vákuumban történő olvasztásuk előtti és utáni állapotban az *1. táblázatban* található. A nemfémes zárványtartalom az olvasztás előtti időszakban a számlálóban, a megolvadás utáni állapotban pedig a nevezőben szerepel.

Az 1. táblázat adataiból kitűnik, hogy azon próbákban, amelyek olvasztása gáztartalmuk kiválásának pillanatáig tartott, a zárványok SiO_2-tartalma 70,5%-ról 18,8%-ra csökken. *Viszkariev* és *Kondakov* [6] vizsgálatainak eredményeiből kitűnik, hogy a zárványok SiO_2-tartalma 30—53%-ra csökkent. A zárványok SiO_2-tartalmának legnagyobb csökkenése azon próbákban tapasztalható, amelyekben a kezdeti SiO_2-tartalom nagy volt.

Ezzel szemben a karbon- és szilícium-tartalom hatása nem mutatható ki a zárványok keletkezett SiO_2-mennyiségére, ami egyébként a [6] munkában volt megfigyelhető. A vizsgálatnak alávetett próbákban a karbon-tartalom 0,26%-tól 0,73%-ig ingadozott, ahol az adszorpciós koncentráció már független a térfogati koncentrációtól. A karbontartalom hatása a szennyeződésekből redukálás útján kapott SiO_2 mennyiségére azért sem volt megfigyelhető, mivel — ahogy már erről a fentiekben szó volt — ennek a folyamatban adszorpciós jellege van. A szilícium-tartalom hatásának hiánya elsősorban annak tulajdonítható, hogy a vizsgálatok viszonyaiban a rendszer a SiO_2-hoz viszonyítva redukciós zónában volt.

Két esetben a zárványok és összes SiO_2-tartalmuk megnövekedett. Ennek a növekedésnek oka elsősorban a zárványok acélon belüli véletlen,

1. táblázat

A próbák vegyi összetétele és nemfémes zárvány-tartalma

Sorszám	Az acél vegyi összetétele %-ban		A nemfémes zárványok mennyisége %-ban							
			a gázok kiválásának pillanatáig olvasztott próbákban				a gázok kiválásának megszűnésétől számított egyórán át folyékony halmazállapotban tartott próbákban			
	C	Si	a zárványok összmennyisége	%-ban kifejezett csökkenés	a nemfémes zárványok SiO_2-tartalma	%-ban kifejezett csökkenés	a zárványok összmennyisége	%-ban kifejezett csökkenés	a nemfémes zárványok SiO_2-tartalma	%-ban kifejezett csökkenés
1	0,26	0,11	0,0390 0,0185	+52,6	0,0119 0,0058	+51,3	0,0390 0,0142	+63,6	0,0119 0,0051	+57,2
2	0,29	0,17	0,0157 0,0233	—48,4	0,0081 0,0106	—30,9	0,0157 0,0133	+15,3	0,0081 0,0031	+53,1
3	0,30	0,14	0,0415 0,0234	+43,6	0,241 0,071	+70,5	0,0415 0,0187	+54,7	0,0241 0,0017	+92,2
4	0,34	0,25	0,0288 0,0158	+45,1	0,0173 0,091	+47,4	0,0288 0,0145	+49,6	0,0173 0,0092	+46,8
5	0,35	0,25	0,0294 0,0181	+38,4	0,0091 0,0040	+56,0	0,0294 0,0249	+15,3	0,0091 0,0024	+73,6
6	0,53	0,24	0,0252 0,0305	—21,0	0,0129 0,0215	—66,7	0,0252 0,0177	+29,8	0,0129 0,0106	+17,8
7	0,72	0,30	0,0710 0,0360	+49,3	0,0080 0,0065	+18,8	0,0710 0,0193	+72,8	0,0080 0,0055	+31,3
8	0,73	0,30	0,0426 0,0143	+65,5	0,0284 0,0112	+60,7	0,0426 0,0350	+17,8	0,0284 0,0063	+77,8

azaz rendszertelen elhelyezkedése, tehát mindig bizonyos valószínűséggel lehet arra számítani, hogy tömörülésük az elemzésnek alávetett próbában nagyobb lehet. Ebből kifolyólag a zárványok nem lehetnek döntőek a vákuumos kezelés által az acél nemfémes zárványtartalmára kifejtett hatásnak megítélésekor.

A gázok kiválásának pillanatától eltelt 1 órán át folyékony halmazállapotban tartott próbákban található zárványok SiO_2-tartalma 17,8 és 92,9% között ingadozik. A próbának 1 órán át folyékony halmazállapotban való tartása elsősorban abban nyilvánul meg, hogy a szennyeződések SiO_2-tartalma 0%-tól 22,5%-ig szór. Ezen adatokból világosan kitűnik, hogy a fürdő indukciós keverése bizonyos hatással van az acélban levő zárványok mennyiségének csökkenésére, azonban az acélból vákuumba történő olvasztáskor eltávolítható zárványok mennyiségére nincs döntő hatással. Az indukciós keverésnek a zárványok mennyiségének csökkentésére kifejtett hatását a zárványok SiO_2-tartalmának csökkenése alapján határozták meg, mivel a zárványok az elektrolitból származó FeO-tartalma összehasonlítás alapjául nem szolgálhat.

Üzemi vizsgálatok

Az üzemi vizsgálatok a vákuum-kamrákban történt tuskóolvasztáshoz felhasznált olvasztási adagok igénybevételével történtek; ugyanezen tuskókat a vákuum-kamrába elhelyezett üstben gáztalanítottuk. A vákuum-kamrában tuskók öntésére felhasznált olvasztási adagokból az ún. közbenső üst előtt és a vákuumban öntött tuskó fejrészéből próbákat vettünk. Ezzel szemben az acélnak üstben történt gáztalanításakor a próbákat a vizsgálat céljára gáztalanítás előtt és ennek befejeztével az üstből vettük.

A tuskók öntésekor a nyomás értéke a vákuumkamrában 3 Hgmm-től 8 Hgmm-ig váltakozott. Az *1* tuskó öntésének időtartama 7—8 perc volt. Az acél hőmérséklete öntéskor kb. 1560°C volt. Az acél üstben végzett gáztalanításakor a nyomás a kamrán belül 400 Hgmm-től 500 Hgmm-ig váltakozott az első percben, majd 4 Hgmm-től 8 Hgmm-ig a kilencedik percben és kb. 1,0 Hgmm-ig a gáztalanítási folyamat végén. Az acél üstben való gáztalanításának időtartama átlagosan 15 perc volt. Az acél csapolási hőmérséklete 1610-től 1630°C-ig váltakozott. A kísérletek céljára St 35 típusú acélt használtunk.

A vákuumkamrában öntött acél nemfémes zárványainak mennyisége a *2. táblázatban*, az üstben gáztalanított acél nemfémes zárványainak mennyisége pedig a *3. táblázatban* található. A 2. és 3. táblázatban az acélban vákuumban történő gáztalanítása előtt talált nemfémes zárványok mennyisége a számlálóban, a vákuumban történő gáztalanítása után pedig a nevezőben szerepel.

A 2. és 3. táblázatban szereplő adatokból kitűnik, hogy a vákuumkamrában öntött és az üstben gáztalanított acélban a FeO mennyisége láthatóan csökken; a FeO egyébként leginkább a szilikát-jellegű nemfémes zárványokban fordul elő. Ami a SiO_2-t illeti, mennyiségének a zárványokban való csökkenése 4,0%-tól 47,2%-ig váltakozik. Ezen csökkenés elsősorban a redukció folyamatának és annak tulajdonítható, hogy a zárványoknak bizonyos mennyisége a salakba megy át, mégpedig a távozó gázok hatására végbemenő intenzív fürdőmozgás következtében. A viszonylag kedvező körülmények között lefolytatott laboratóriumi vizsgálatokból kitűnik, hogy az acél vákuumos olvasztásának ideje alatt a nemfémes zárványok SiO_2-tartalma csökken és értéke 18,8%-tól 70,5%-ig terjed. Mivel az ipari viszonyok között a zárványok SiO_2-tartalmának csökkenése 10 és 30% között váltakozik, elfogadható az, hogy a nemfémes zárványok SiO_2-tartalmának közepes csökkenése mind az acél vákuumkamrában történő öntésekor, mind az üstben történő gáztalanításakor kb. 20%.

A két esetben üstben gáztalanított adagokban a nemfémes zárványok SiO_2-tartalma megnövekedett. Ennek a jelenségnek az oka minden valószínűség szerint abban keresendő, hogy a nemfémes zárványok elhelyezkedése az acélban rendszertelen jellegű volt, aminek bizonyítására szolgálhat e növekedés mértéke is. Ilyen esettel egyébként a laboratóriumi vizsgálatok eredményeinek ismertetésekor már találkoztunk.

A vizsgálatnak alávetett mintegy 12 adag közül 6 adag esetében állapítottuk meg az Al_2O_3

2. táblázat

A vákuumkamrában öntött acél nemfémes zárvány-tartalma

A zárványok adagszáma	A nemfémes zárványok összmennyisége, %-ban	Al_2O_3 esetében		FeO a szilikátokban		A szilikátokban levő SiO_2		Összesen %-ban
		mennyiség %-ban	csökkenés %-ban	mennyiség %-ban	csökkenés %-ban	mennyiség %-ban	csökkenés %-ban	
37 310	0,0160	0,0030	—31,8	0,0016	+75,0	0,0040	+35	0,0074
	0,0192	0,0040		0,0004		0,0026		0,0118
37 313	0,0188	0,0020	+75,0	0,0015	+40,0	0,0084	+14,3	0,0069
	0,0140	0,0005		0,0009		0,0062		0,0064
37 317	0,0153	0,0044	+27,3	sl.	—	0,0053	+47,2	0,0056
	0,0111	0,0032		sl.		0,0028		0,0051
37 319	0,0163	0,0046	—15,2	sl.	—	0,0085	+10,6	0,0032
	0,0177	0,0039				0,0076		0,0062
33 778	0,0213	0,0036	—22,2	0,0014	+71,5	0,0058	+20,7	0,0105
	0,0185	0,0028		0,0004		0,0046		0,0107

Az üstben gáztalanított acél nemfémes zárvány-tartalmának mennyisége 3. táblázat

A zárványok adagszáma	A nemfémes zárványok összmennyisége %-ban	Az Al_2O_3 esetében		FeO a szilikátokban		SiO_2 a szilikátokban		Összesen %-ban
		mennyiség %-ban	csökkenés %-ban	mennyiség %-ban	csökkenés %-ban	mennyiség %-ban	csökkenés %-ban	
37 415	0,0321	0,0162	+82,1	0,0006	+50,0	0,0060	+28,3	0,0093
	0,0144	0,0029		0,0003		0,0043		0,0069
37 416	0,0180	0,0058	+27,6	0,0004	+25,0	0,0022	—53,3	0,0096
	0,0311	0,0042		0,0003		0,0034		0,0232
37 421	0,0209	0,0086	—1,15	0,0003	+33,3	0,0029	+13,8	0,0091
	0,0218	0,0087		0,0002		0,0025		0,0074
37 339	0,0185	0,0100	+31,0	0,0007	+43,0	0,0036	+22,2	0,0042
	0,0139	0,0069		0,0004		0,0028		0,0038
73 732	0,0281	0,0129	+51,0	0,0010	+40,0	0,0046	—63,2	0,0096
	0,0288	0,0063		0,0006		0,0125		0,0094
73 736	0,0108	0,0054	—33,0	0,0010	+50,0	0,0024	+ 4,2	0,0020
	0,0172	0,0115		0,0005		0,0023		0,0029
73 736	0,0187	0,0048	—25,0	0,0020	+80,0	0,0025	+ 4,0	0,0028
	0,0127	0,0064		0,0004		0,0024		0,0035

mennyiségének csökkenését, mégpedig 27,3%-tól egészen 82,1%-ig, a megmaradt 6 adagban pedig ez a változás az Al_2O_3-nak 1,15%-ról 33,0%-ig történő növekedésében nyilvánult meg. Termodinamikai számítások eredményeiből kitűnik (2. táblázat), hogy a lefolytatott kísérletek viszonyai között az Al_2O_3 redukciója a vasban oldott állapotban levő karbon hatására kevésbé valószínű. Ezért a nemfémes zárványok Al_2O_3-tartalmának mindennemű változása elsősorban annak tulajdonítható, hogy a nemfémes zárványok acélban való elhelyezkedésének jellege rendszertelen, továbbá annak, hogy e típusú szennyeződések a salakba mennek át, mégpedig a kiváló gázok hatására végbemenő intenzív fürdőmozgás következtében.

A 2. és 3. táblázatban megadott nemfémes zárványok összmennyisége nem lehet alapja az acélban levő zárványmennyiség meghatározásának, mivel az acélban az elektrolitból származó FeO is előfordul. Az elektrolitból származó FeO mennyisége nem határozható meg, ezért az acél oxidjellegű zárványokkal való szennyeződésének alapja csakis a szilikátokban és a spinellekben levő Al_2O_3, SiO_2, valamint FeO és MnO összértéke lehet. A vizsgált acél esetében a MnO csupán a két olvasztásból származó próbák szilikát-tartalmában fordult elő. A MnO egyéb adagok zárványaiban nem fordult elő.

Következtetések

1. Az elvégzett termodinamikai vizsgálatokból kitűnik, hogy a vákuumkamrában végzett acélöntés és az üstben való gáztalanítás körülményei között a nemfémes zárványok SiO_2-tartalmának csökkentése az acélban oldott állapotban levő karbon hatására lehetséges. Ezzel szemben a zárványokban előforduló Al_2O_3 redukciója ezen viszonyok között lehetetlen. Ahhoz, hogy az Al_2O_3 redukálásának kedvező feltételei biztosítva legyenek, a vákuumkamra nyomásának kb. $1 \cdot 10^{-1}$ Hgmm-re való csökkentése vált szükségessé.

2. A laboratóriumi viszonyok között lefolytatott vizsgálatok teljes mértékben igazolták azon termodinamikai elemzésre alapozott következtetések helyességét, amelyek szerint az oxidok redukálása a vasban oldott állapotban levő karbonnal kis nyomásokon lehetséges. Laboratóriumi vizsgálatok során a nemfémes zárványok SiO_2-tartalma 18,8%-tól 70,5%-ig csökken. A fürdő egy órán át történő intenzív keverése a nemfémes szennyeződések mennyiségének 22,5%-kal való csökkenését eredményezte.

3. Ipari viszonyok között lefolytatott vizsgálatok azt bizonyítják, hogy a szilikát-eredetű nemfémes zárványok FeO-tartalma valamennyi esetben láthatóan csökken, ami kedvező hatással van az acélban levő oxigén mennyiségének csökkenésére.

A szennyeződések SiO_2-tartalma is csökken és értéke 4,0%-tól 47,2%-ig ingadozik. A SiO legkisebb csökkenése a szennyeződésekből a vizsgált acélban 10 és 30% között van, ezért elfogadható, hogy az acél vákuumkamrában történő öntésekor és az üstben végbemenő gáztalanításakor az acélból távozó szilikát-jellegű szennyeződések mennyisége 20% nagyságrendű.

4. Az Al_2O_3-redukálás feltételeinek termodinamikai elemzéséből kitűnik, hogy a lefolytatott vákuumos öntési és gáztalanítási vizsgálatok feltételei között a redukció hatására az Al_2O_3 mennyisége a zárványokban nem csökkenhet. Ezért a zárványok esetében az Al_2O_3-ra megállapított csökkenés, ami néhány vizsgált adagban volt tapasztalható, elsősorban a szennyeződések acélon belüli elhelyezkedésének rendszertelen jellegéből adódik, illetve e zárványok acélból való távozásának eredményeként jön létre, mégpedig a távozó gázok hatására kialakult intenzív fürdőmozgás folytán.

IRODALOM

[1] *Krucinski:* Rozprawa doktorska, AGH, Kraków, 1965. Biblioteka Glówna.

[2] *Elliott:* Termochemistry for Steelmaking. Addison Wesley Publishing Company. London, 1960.

[3] *Rist—Chipman:* The Physical Chemistry of Steelmaking. J. F. Elliott, New York—London, 1958.

[4] *Siuj Tsen-Tsi—Poliakow—Samarin:* Izwestija Wysszych Uczieb nych Zawiedlienij Czernaja Mietallurgija. 1961. 1. sz.

[5] *Wilder—Elliott:* Journal of Elektrochemistry Society, July 1960 7.

[6] *Wiszkariew—Kondakow:* Primienienije wakuuma w mietallurgii, izd, AN SSR. Moszkva, 1960.

Szürke és gömbgrafitos öntöttvasból készült kokillák élettartamának összehasonlítása

KAZIMIERZ LEWANDOWSKI

DK 669.131.6:669.131.7:621.744.3

Dipl.-Ing. Kazimierz Lewandowski a Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémián végzett, jelenleg az Öntödei Tudományos Intézetben kutató mérnökként dolgozik

Bevezetés

Az acélgyártás során használt kokillák élettartama számos tényezőtől függ, elsősorban a szerkezeti megoldásuktól, üzemelésük feltételeitől, az öntött acél fajtájától, valamint a kokillák készítéséhez használt anyag minőségétől.

A kokillák tartóssága az céltuskó súlyának, az öntési hőmérsékletnek és sebességnek, a folyékony acél kokillában való tartózkodási idejének növekedésével, valamint a tuskótól megszabadított kokilla gyors és egyenetlen hűtése következtében csökken. A szürke öntöttvasból készült kokillák élettartama a felsorolt tényezőktől függően 10—150 öntésnek felel meg.

A kokilla elhasználódásának leggyakoribb okai a repedések, amelyek öntés közben, továbbá a lehúzott kokilla gyors hűtése, illetve a márványosodás következtében fellépő hőfeszültségek hatására keletkeznek. *Timosenko, S. P.* [1] a kokillafalban fellépő feszültségek hozzávetőleges nagyságának meghatározására az alábbi egyenletet vezette le:

$$\sigma = \frac{\alpha E(t_w - t_z)}{(1-\mu)}$$

ahol α az anyag lineáris tágulási együtthatója,
E az anyag rugalmassági modulusza,
$t_w - t_z$ a kokilla belső és külső falának hőmérséklet különbsége,
μ Poisson-együttható.

Az egyenletből kitűnik, hogy a felszültség nagysága az anyag rugalmassági moduluszával, a kokillafal hőmérséklet-különbségével, valamint az anyag lineáris tágulási együtthatójával arányos. A kokillafalak repedését okozó alapvető tényező a kokillafal belső és külső része közti hőmérséklet-különbség. Ez a kokilla vastagságának növekedésével és az anyag hővezetőképeségének csökkenésével növekszik.

A viszonylag kis szilárdságú szürke öntöttvas nem teszi lehetővé a kokillafal vastagságának csökkentését. Az utóbbi években számos kísérlet történt a kokillafelhasználás csökkentésére, de a tartósság, különösen Lengyelországban, még nem kielégítő.

A szürke öntöttvas módifikálása külföldön [2], [3] és Lengyelországban [5] végzett kísérletek után, jóllehet a kokillák élettartama némileg javult, szélesebb körű üzemi alkalmazásra nem kerültek.

A kokillák — főleg repedések miatt — kiselejtezésének megakadályozására mind a Szovjetunióban, mind Lengyelországban vékonyabb falú kokillákat öntöttek, amelyeket hegesztett vagy öntött acélabroncsokkal láttak el. Az abroncsokat a kokilla alsó és felső részén helyezték el.

A nagyszilárdságú anyagnak a kokillák készítésére való felhasználása előnyös, mert ilyen esetben a falvastagság csökkenthető, mivel a kokillafal elég képlékeny és kevésbé hajlamos a duzzadásra. Ezeknek a tulajdonságoknak leginkább a lágyacél és a ferrites gömbgrafitos öntöttvas felel meg. Az acélból öntött kokillák élettartama lényegesen nagyobb a szürke öntöttvasból készült kokilláénál, azonban gyártásuk korlátozott az acél nagy ára miatt, valamint azért, mert tiszta belső kokillafelületet elérni meglehetősen bonyolult.

A kiváló szilárdsági tulajdonságokkal rendelkező gömbgrafitos öntöttvas gyártási technológiájának kidolgozása lehetővé tette felhasználását kokillák gyártására.

A gömbgrafitos kokillákkal való kísérletek Lengyelországban 1956-ban indultak meg *Tara* kezdeményezésére.

Az első kísérletek az „A" típusú kokillákkal folytak, majd ezek üzemi tapasztalatai után sor került a némileg bonyolultabb „B_1" típusú kokillák gyártására.

A két kokillatípus jellemző méretei az *1. táblázatban* találhatók. Az elvégzett szilárdsági és metallográfiai vizsgálatok eredményei alapján megállapítható, hogy a majdnem teljesen ferrites szövetszerkezetű és legalább 80% gömbgrafitot tartalmazó „A" típusú kokillák viselkedése üzem közben kiváló, élettartamuk 116—350 öntés. Lényegesen rosszabb azoknak a kokilláknak a tartóssága, amelyekben a lemezes grafit mennyisége nagyobb (20%-on felüli), ezek élettartama akkora, mint a szürke öntöttvasból készült kokilláké. Ezenkívül megállapítást nyert, hogy a lemezes grafitot tartalmazó kokillákkal együtt öntött próbák szakítószilárdsága kb. 10 kp/mm²-rel kisebb volt, mint a gömbgrafitot tartalmazó próbáké.

A gömbgrafitos öntöttvasból készült kokillákkal folytatott vizsgálatok azt mutatták, hogy

1. táblázat

„A" és „B" típusú kokillák jellemző méretei

Megnevezés	„A" típusú kokilla	„B" típusú kokilla
Belső méretek	180×180 160×160	260×260 325×325
Falvastagság, mm	90 55	120 85
Kokilla magassága, mm	1380	1380
Kokilla súlya Q_1, kg	560	1050
Tuskó súlya Q_2, kg	280	930
$\frac{Q_1}{Q_2}$ arány	2	1,13

a márványosodás rendszerint az „A" típusú kokilláknál jelentkezik, nevezetesen 200—250 öntés után, majd 300—350 öntés után a kokilla használhatatlanná válik.

Azonos típusú, szürke öntöttvasból készített kokillákban a márványosodás 120—150 öntés után jelentkezett, azonban tovább nem fejlődhetett, mert a kokillák repedés következtében korábban tönkrementek.

Gömbgrafitos „B" típusú kokillákkal végzett kísérletek

A gömbgrafitos „B" típusú kokillák gyártására azután került sor, hogy a gömbgrafitos öntöttvasból készített kokillákkal kedvező eredményeket értek el. Ennek az ötvözött acélok öntésére használt, eddig szürke öntöttvasból készült kokillatípusnak élettartama meglehetősen rövid volt, ezért az acélművekben nagy kokillahiány mutatkozott.

Két kísérletsorozatot végeztünk, amelyek közül az első 63 „B" típusú kokillára terjedt ki. A második kísérletsorozat feladata volt eldönteni, hogy az első kísérlet kedvező eredményei eltérő üzemi viszonyok között is fennállnak-e. Mindkét kísérletsorozathoz a kokillákat azonos technológiával gyártották.

Az első kísérletsorozatra az *X* üzemben, a másodikra pedig a *Z* üzemben került sor. Összehasonlításul párhuzamosan a szürke öntöttvasból szült kokillákat is használták.

Az első kísérletsorozat eredményei

Mivel a kokillák felső és alsó homlokfelületeit megmunkálták, próbákat lehetett venni a vegyi összetétel, a szövet és a mechanikai tulajdonságok meghatározásához. A kapott eredmények lehetővé tették a külön öntött és a kokollákból kimunkált próbák szilárdsági tulajdonságainak összehasonlítását.

2. táblázat

Az *X* üzemben vizsgált kokillák összetétele és mechanikai tulajdonságai (külön öntött próbákból meghatározva)

Adag száma	Kokilla száma	Vegyi összetétel, %						Mechanikai tulajdonságok	
		C	Si	Mn	P	S	Mg	Szakítószilárdság, kp/mm²	Brinell-keménység, kp/mm²
1	SF-1, SF-2	3,42	2,55	0,81	0,16	0,005	0,032	57,3	285
2	SF-a, SF-b	3,44	2,57	0,68	0,15	0,005	0,034	58,4	272
3	SF-5	3,47	2,29	0,53	0,17	0,005	0,031	53,7	268
4	SF-7, SF-8	3,50	2,26	0,59	0,17	0,003	0,03	46,5 ×	272
5	SF-9, SF-10	3,23	2,52	0,49	0,14	0,005	0,035	29,6	274
6	SF-13, SF-14	3,57	2,25	0,52	0,16	0,005	0,036	34,0 ×	266
7	SF-A, SF-B	3,29	2,20	0,48	0,15	0,005	0,04	60,3	266
8	SF-A, SF-18	3,42	2,50	0,72	0,16	0,005	0,029	56,8	278
9	SF-20	3,40	2,58	0,69	0,16	0,005	0,030	54,2	272
10	SF-12	3,40	2,37	0,75	0,14	0,005	0,030	56,8	285
11	SF-24	3,20	2,52	0,66	0,22	0,005	0,040	61,2	155
12	SF-26, SF-26	3,20	2,53	0,58	0,19	0,005	0,040	50,9	285
13	SF-27, SF-28	3,26	2,14	0,56	0,14	0,006	0,029	55,5	255
14	SF-29, SF-30	3,51	2,29	0,51	0,17	0,004	0,045	57,7	285
15	SF-31, SF-32	3,21	2,31	0,50	0,19	0,009	0,043	54,6	260
16	SF-35, SF-36	3,30	2,24	0,54	0,16	0,007	0,032	49,7	245
17	SF-38	3,25	2,47	0,52	0,17	0,009	0,050	67,9	278
18	SF-39, SF-40	3,50	2,61	0,57	0,19	0,008	0,047	55,0	278
20	1,2	3,25	2,88	0,62	0,11	0,016	0,035	49,4	255
21	3,4	3,31	2,12	0,57	0,10	0,01	0,025	33,2 ×	198
22	5,6	3,30	2,57	0,71	0,11	0,009	0,037	56,3	255
23	7,8	3,43	2,37	0,66	0,10	0,011	0,04	61,8	239
24	9,10	3,28	2,64	0,84	0,12	0,011	0,027	31,9 ×	207
25	11,12	3,33	2,58	0,88	0,12	0,015	0,039	59,4	266
26	13,14	3,30	2,62	0,72	0,13	0,01	0,035	57,3	260
27	15,16	3,25	2,28	0,82	0,13	0,01	0,036	57,6	272
28	17,18	3,38	2,10	0,75	0,10	0,011	0,035	52,2	258
29	19,20	3,36	2,24	0,70	0,10	0,011	0,050	67,8	234
30	21,22	3,39	2,15	0,67	0,10	0,001	0,028	26,5 ×	187
31	23,24	3,36	2,51	0,78	0,10	0,009	0,045	61,0	255
32	25,26	3,40	2,16	0,68	0,10	0,01	0,043	63,7	255
33	27,28	3,22	2,69	0,79	0,09	0,009	0,030	46,4	244
34	29,30	3,31	0,56	0,56	0,17	0,009	0,028	38,4 ×	249
35	31,32	3,48	2,65	0,70	0,11	0,028	0,028	31,1	234

A vizsgálatok elvégzése után 63 kokillát az *X* üzembe továbbítottunk. A gömbgrafitos öntöttvas vegyi összetételét és mechanikai tulajdonságait a külön öntött próbákból határoztuk meg *(2. táblázat)*.

A szóban forgó kokillákat az *X* üzembe történő megérkezés után 2 csoportra osztottuk. Az első csoportba tartozó 31 kokillát üzembehelyezésük előtt izzításnak vetettük alá, ferrites szövet elérése céljából, az *1. ábrán* megadott ciklusnak megfelelően. A megmaradt 32 kokillát hőkezelés nélkül vették használatba. A kokilláknak kétfelé osztása annak megállapítása céljából történt, hogy vajon az izzítás milyen mértékben befolyásolja a kokillát üzemelése során.

Az izzított kokillákból vett próbáknak majdnem teljesen ferrites szövetszerkezetük volt, jelentéktelen mennyiségű perlittel, amely rendszerint a foszfideutektikum közvetlen közelében volt található *(2. ábra)*. Az izzított és nem izzított kokillákkal elért üzemi eredmények az *X* üzem kimutatása szerint a *3.* és *4. táblázatban* találhatók.

A lefolytatott vizsgálatok és üzemi megfigyelések alapján megállapítható, hogy a gömbgrafit mellett előforduló kisebb mennyiségű (max. 30%) lemezes grafit a kokillák élettartamát észrevehetően nem befolyásolja.

A 3. táblázatból kitűnik, hogy a 70—100% gömbgrafitot tartalmazó kokillák élettartama 101,2 öntés.

Azok a kokillák, amelyeknek a szövete túlnyomórészt, vagy kizárólag lemezes grafitot tartalmazott, 33—68 öntést bírtak ki, ami átlagosan 50,4 öntésnek felel meg. A szürke öntöttvasból készült azonos típusú kokillák élettartama azonos viszonyok között átlagosan 32,3 öntés volt. Az *X* üzem viszonyai között, ahol a kokillákba átlag 7 óránként öntöttek, a gömbgrafitos kokillák felhasználása 11,16 kg/t, ezzel szemben a szürke öntöttvasból készült kokillák felhasználása 34,96 kg/t, azaz háromszor akkora volt, mint a gömbgrafitos kokilláké.

A vizsgálatok megmutatták, hogy a 70%-nál több gömbgrafitot tartalmazó kokillák elhasználódásának közvetlen oka a márványosodás.

Ötvözött acélnak gömbgrafitos kokillákba történő öntésekor a márványosodás kb. 70 öntés után jelentkezik (ami azt jelenti, hogy lényegesen hamarabb, mint közönséges acél öntésénél), majd 100 öntés után ez olyan mérvű lesz, amely teljesen lehetetlenné teszi a kokillák további használatát.

Ezzel szemben a szürke öntöttvasból készült, azonos viszonyok között felhasznált kokillák esetében a márványosodás már kb. 30 öntés után jelentkezik. A márványosodás kifejlődése nem olyan nagy mértékű, mint a gömbgrafitos kokilláknál, mivel ezek a kokillák kimaródás következtében korábban mennek tönkre.

Párhuzamosan nem hőkezelt „B" típusú kokillák is kipróbálásra kerültek.

A nagyobb mennyiségű lemezes grafitot tartalmazó kokillák élettartama átlag 45 öntés volt. Azok a kokillák, amelyeknek a szövetében a gömbgrafit 70% körül volt, átlag 60 öntést, viszont azok a kokillák, amelyek 100%-ban gömbgrafitot tartalmaztak, átlagosan 81 öntést bírtak ki.

A 70%-nál több gömbgrafitot tartalmazó kokillák közepes élettartama 76,5 öntés volt, az átlagos kokillafelhasználás pedig 14,7 kg/t. Üzemi tapasztalatok azt mutatják, hogy a kokillák túlnyomó része elsősorban repedés miatt válik selejtessé és csak jelentéktelen mennyiségben az erősen kifejlődött márványosodás miatt.

Az izzított és nem izzított „B" típusú kokillák üzemi eredményeinek összehasonlításából kitűnik, hogy a nem izzított kokillák tartóssága rosszabb, az átlagos öntésszám 24,66-dal (24%-kal) kisebb, mint az izzított kokilláké.

A nem izzított kokillák felhasználása közepesen 14,7 kg/t, 2,54 kg/t-val kevesebb, mint az izzított kokilláké.

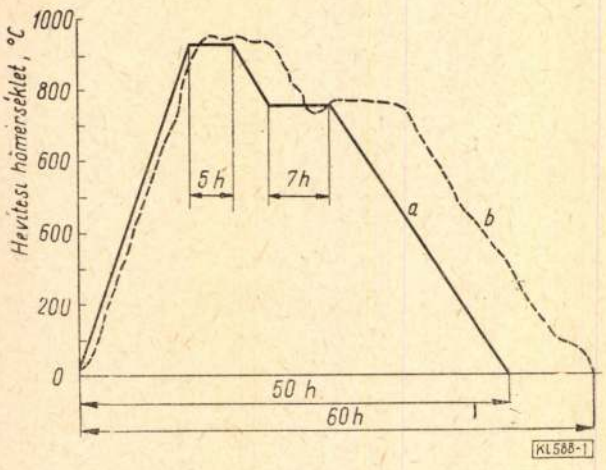
A perlites-ferrites és a ferrites szövetű gömbgrafitos kokillák közepes öntésszáma a *3. ábrán*, a közepes kokilla felhasználása pedig a *4. ábrán* látható.

A kísérletek bebizonyították, hogy azok a kokillák, amelyek 100-nál több öntést bírtak ki, majdnem kizárólagosan gömbalakú grafittal rendelkeztek. A viszonylag kis öntésszámú kokillákban a lemezes grafit 60%-nál több volt.

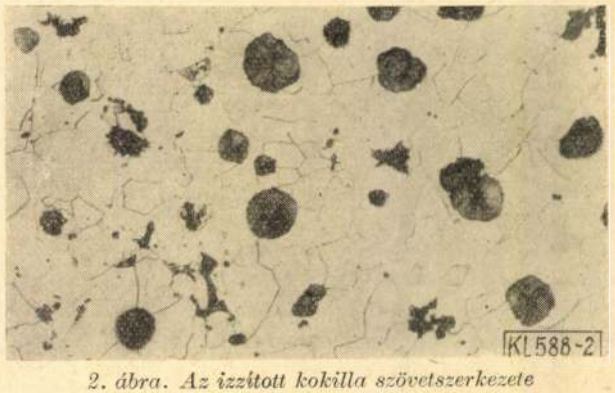
A használatbavétel előtt és után lefolytatott metallográfiai vizsgálatok szerint a grafit alakja és a szövet nem változott.

A második kísérletsorozat eredményei

A *Z* üzemben vizsgált 20 kokilla közül (melyek vegyi összetételét és mechanikai tulajdonságait az *5. táblázat* mutatja), 10 kokilla izzításnak



1. ábra. A kokillák izzításának ciklusa

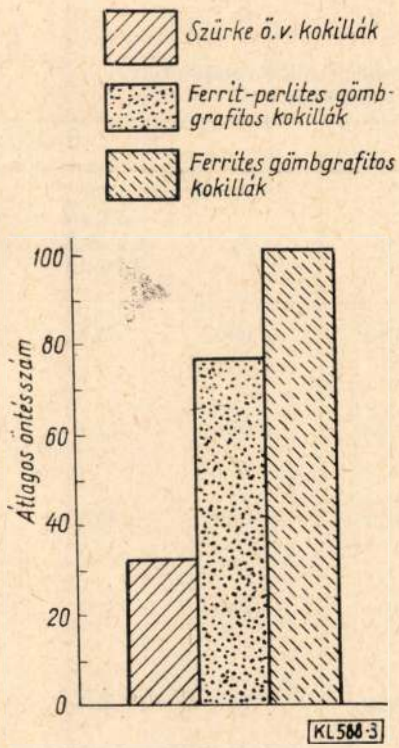


2. ábra. Az izzított kokilla szövetszerkezete

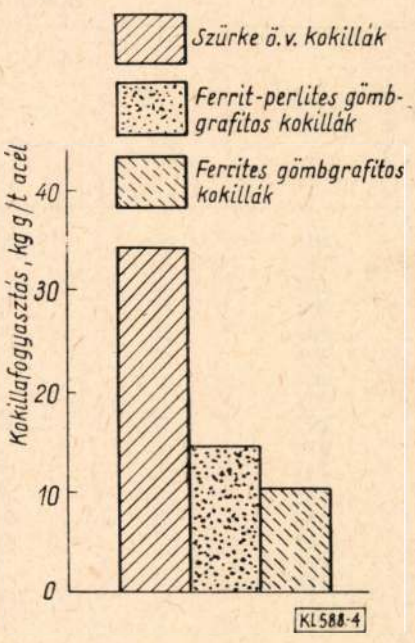
3. táblázat

A kokillatartósság és fogyasztás, valamint a selejtezés oka (*X* üzem, nem izzított kokillák)

Adag száma	Kokilla száma	Öntésszám	Fajlagos kokilla-fogyasztás, kg/t	Grafitalak	Selejtezés oka
20	1	106	10,6	gömbgrafit	márványosodás
	2	105	10,7	gömbgrafit	márványosodás
21	3	32	25,2	40% gömbgrafit + lemezes-grafit	repedés
	4	48	23,5	40% gömbgrafit + lemezes-grafit	repedés + kimaródás
22	5	90	12,5	gömbgrafit	márványosodás
	6	77	14,6	gömbgrafit	márványosodás + repedés
23	7	87	12,9	gömbgrafit	márványosodás + kimaródás
	8	80	14,1	gömbgrafit	márványosodás + kimaródás
24	9	50	22,5	40% gömbgrafit + lemezes-grafit	keresztirányú repedések
	10	50	22,5	40% gömbgrafit + lemezes-grafit	hosszirányú repedések
25	11	80	14,1	gömbgrafit	repedések a kokilla felső részénél
	12	60	18,8	gömbgrafit	kimaródás
26	13	111	10,1	gömbgrafit	repedés + kimaródás
	14	72	15,6	gömbgrafit	repedés + kimaródás
27	15	110	10,2	gömbgrafit	márványosoáds
	16	95	11,8	gömbgrafit	márványosodás
28	17	72	15,6	gömbgrafit	repedés
	18	62	18,2	gömbgrafit	kimaródás + repedés
29	19	63	17,9	gömbgrafit	repedés
	20	82	13,7	gömbgrafit	márványosodás + repedés
30	21	68—	16,6	70% lemezesgrafit + gömb-grafit	márványosodás
	22	63—	17,9	70% lemezesgrafit + gömb-grafit	márványosodás
31	23	88	12,8	gömbgrafit	márványosodás + kimaródás
	24	105	10,7	gömbgrafit	márványosodás
32	25	60	18,8	gömbgrafit	repedés
	26	58	19,4	gömbgrafit	repedés
33	27	59	19,1	gömbgrafit	kimaródás + repedés
	28	59	19,1	gömbgrafit	kimaródás + repedés
34	29	51	22,1	70% gömbgrafit	repedés
	30	60	18,8	lemezesgrafit	márványosodás + kimaródás
35	31	60	18,8	70% gömbgrafit + lemezes-grafit	márványosodás + kimaródás
	32	60	18,8		márványosodás + kimaródás



3. ábra. A kokillatartósság oszlopdiagramja



4. ábra. A kokillafogyasztás oszlopdiagramja

4. táblázat

A kokillatartósság és fogyasztás, valamint a selejtezés oka (*X* üzem, izzított kokillák)

Adag száma	Kokilla száma	Öntés-szám	Fajlagos kokilla-fogyasztás, kg/t	Grafitalak	Selejtezés oka
1	SF-1	102	11,0	gömbgrafit	márványosodás
	SF-2	97	11,6		repedés + kimaródás
2	SF-a	102	11,0	gömbgrafit	márványosodás
	SF-b	117	9,6		márványosodás
3	SF-5	33	34,2	lemezesgrafit	haránt-, ill. keresztirányú repedések a kokilla felső szegélyétől kb. 300 mm távolságra
4	SF-7	47	24,0	lemezesgrafit	hosszirányú repedések + kimaródás
	SF-8	117	9,6	gömbgrafit	márványosodás
5	SF-9	97	11,6	gömbgrafit	repedés + kimaródás
	SF-10	71	11,6		hosszirányú repedés felülről + márványosodás
6	SF-13	115	9,8	gömbgrafit	márványosodás
	SF-14	95	11,8		kimaródás + repedés
7	SF-A	97	11,6	gömbgrafit	repedés
	SF-B	64	17,6		kimaródás + repedés
8	SF-17	103	10,9		kimaródás + repedés
	SF-18	105	10,7	70% gömbgrafit + lemezesgrafit	kimaródás + repedés
9	SF-20	47	24,0	40% gömbgrafit	repedés + kimaródás
10	SF-21	115		70% gömbgrafit	repedés + kimaródás
11	SF-24	84	13,4	gömbgrafit	kimaródás + repedés
12	SF-25	64	17,6	gömbgrafit	kimaródás + repedés
	SF-26	105	10,7		kimaródás + repedés
13	SF-27	68	16,6	40% gömbgrafit	hosszirányú repedések felülről a kokilla felső részén
	SF-28	57	19,8		hosszirányú repedések felülről a kokilla felső részén
14	SF-29	105	10,7	gömbgrafit	márványosodás
	SF-30	117	9,6	gömbgrafit	márványosodás
15	SF-31	109	10,3	gömbgrafit	repedések
	SF-32	35	32,2	gömbgrafit	berágósás
16	SF-35	105	10,7	80% gömbgrafit	kimaródás
	SF-36	116	9,7	80% gömbgrafit	márványosodás
17	SF-38	105	10,7	gömbgrafit	kimaródás + repedés
18	SF-39	117	9,6		márványosodás
	SF-40	105	10,7	gömbgrafit	márványosodás

5. táblázat

A *Z* üzemben vizsgált kokillák vegyi összetétele és mechanikai tulajdonságai (külön öntött próbákból meghatározva)

Adag száma	Kokilla száma	Vegyi összetétel, %					Mechanikai tulajdonságok	
		C	Si	Mn	P	S	Szakító-szilárdság, kp/mm²	Brinell-keménység, kp/mm²
36	201 202 203 204	3,30	2,48	0,65	0,10	0,009	63,3	255
37	205 206 207 208	3,25	2,72	0,67	0,13	0,008	47,4	266
38	209 210 211 212	3,25	2,52	0,53	0,11	0,008	49,3	260
39	213 214 215 216	3,30	2,80	0,63	0,11	0,009	57,7	244
40	217 218 219 220	3,20	2,56	0,54	0,10	0,008	51,2	266

volt alávetve ferrites szövetszerkezet elérése céljából, a megmaradt 10 kokilla izzítás nélkül került felhasználásra. A kokillákba 24 óránként egyszer öntöttek. Azonos viszonyok között szürke öntöttvas kokillákat is vizsgáltunk. A kokillákba csillapított és ötvözött acélt öntöttek. Az acél optikai pirométerrel mért öntési hőmérséklete helyesbítés nélkül 1460—1480°C volt. Az izzított és nem izzított kokillák tartóssági adatai a *6. táblázatban* szerepelnek.

A metallográfiai vizsgálatok, valamint a megfigyelések azt mutatják, hogy az izzított kokilláknak ferrites szövetszerkezete volt és élettartamuk 114 és 150 öntés között ingadozott, ami átlagosan 135 öntésnek felel meg, azaz a kokillafelhasználás közepesen 8,36 kg/t acél. A perlites-ferrites, nem izzított kokillák élettartama 113—159 öntés volt, ami közepesen 135,8 öntésnek, illetve 8,31 kg/t kokillafelhasználásnak felel meg. Az izzított és nem izzított kokillák közepes tartóssága között tehát nincs lényeges különbség.

A párhuzamosan használt szürke öntöttvasból készült 17 kokilla élettartama 13 és 94 öntés között ingadozott, ami átlagosan 60 öntésnek felel meg, vagyis a kokillafelhasználás 18,8 kg/t acél.

A gömbgrafitos öntöttvasból készült második sorozatba tartozó kokillák selejtezési okai a hosszirányú repedés, kimaródás, valamint márványosodás voltak. A használat előtt és után végzett szövetvizsgálat azt mutatta, hogy használat közben csupán a gömbgrafitnak fokozatos kiégése megy végbe, mely a kokilla belső felületén kezdődik és a márványosodással, valamint az öntöttvas fokozatos oxidálódásával párhuzamosan a kokilla belseje felé halad. A kokillákból kivágott próbák alapján megállapítottuk, hogy a grafit alakja és a szövet a kokillafal egész keresztmetszetében gyakorlatilag ugyanolyan.

A gömbgrafitos öntöttvasból készült kokillák élettartama tehát 2,5—3,0-szor akkora, mint a szürke öntöttvasból készült azonos típusú kokilláké.

A szóban forgó vizsgálatok ezenkívül kimutatták azt is, hogy a kokillák üzemelésének körülményei milyen fontos szerepet játszanak. Tudvalevő, hogy a kokillák gyakran ki vannak téve a hőmérséklet és a mechanikai tényezők gyors változásának, ezért ezek gyakorisága szabja meg a kokillák élettartamát.

Összefoglalás és következtetések

Az „A" és „B" típusú kokillák vizsgálatából megállapítható, hogy a gömbgrafitos kokillák élettartama lényegesen nagyobb, mint a szürke öntöttvasból készült azonos típusú kokilláké.

A gömbgrafitos kokillák eddigi üzemi adatai azt mutatják, hogy az „A" típusú gömbgrafitos kokilláknak nincsenek öntvényhibái, gömbgrafittartalmuk 80%-on felüli, szövetük ferrites, élettartamuk azonos üzemelési viszonyok között a szürke öntöttvasból készült kokillákénak 2,5—3,0-szorosa.

Az *X* üzemben használt gömbgrafitos „B" típusú kokillák élettartama maximális, ha gömb-

6. táblázat

A kokillatartósság és fogyasztás, valamint a selejtezés oka (*Z* üzem)

Adag száma	Kokilla száma	Öntésszám	Fajlagos kokillafogyasztás kg/t acél	Grafit alak	Selejtezés oka	Megjegyzés
36	203	113	9,9	gömbgrafit	repedés, kimaródás + márványosodás	nem izzított
	204	122	9,2	gömbgrafit	repedés, kimaródás + márványosodás	nem izzított
37	205	114	9,9	gömbgrafit	repedés, kimaródás + márványosodás	nem izzított
	206	121	9,3	gömbgrafit	repedés, kimaródás + márványosodás	nem izzított
38	209	151	7,5	gömbgrafit	kimaródás + márványosodás	nem izzított
	210	150	7,5	gömbgrafit	kimaródás + márványosodás	nem izzított
39	213	150	7,5	gömbgrafit	kimaródás + márványosodás	nem izzított
	214	159	7,1	gömbgrafit	repedés, kimaródás + márványosodás	nem izzított
40	217	146	7,1	gömbgrafit	repedés, kimaródás + márványosodás	nem izzított
	218	147	7,6	gömbgrafit	repedés, kimaródás + márványosodás	nem izzított
36	201	125	9,0	gömbgrafit	kimaródás + márványosodás	izzított
	202	132	8,5	gömbgrafit	hosszirányú repedések + márványosodás	izzított
37	207	114	9,9	gömbgrafit	repedés + kimaródás + márványosodás	izzított
	208	125	9,0	gömbgrafit	repedés + kimaródás + márványosodás	izzított
38	211	114	9,9	gömbgrafit	kimaródás + márványosodás	izzított
	212	150	7,5	gömbgrafit	kimaródás + márványosodás	izzított
39	215	146	7,6	gömbgrafit	repedés + márványosodás	izzított
	216	150	7,5	gömbgrafit	repedés + márványosodás	izzított
40	219	150	7,5	gömbgrafit	kimaródás + márványosodás	izzított
	220	143	7,8	gömbgrafit	repedés + kimaródás + márványosodás	izzított

grafitjuk legalább 80% volt. Ezenkívül megállapítást nyert, hogy a ferrites szövetszerkezetű kokillák élettartama 3,1, a perlites-ferrites szövetszerkezetű (nem izzított) kokilláké pedig 2,3-szor akkora, mint a szürke öntöttvasból készült azonos típusú kokilláké. A perlites-ferrites szövetű gömbgrafitos kokillákkal elért eredmények 24%-kal rosszabbak, mint a ferrites gömbgrafitos kokilláké.

A ferrites szövetű gömbgrafitos öntöttvasból készült „B" típusú kokillák alkalmazása az *X* üzemben lehetővé tette a kokillafelhasználás 23,74 kg/t-val való csökkentését.

A perlites-ferrites szövetű gömbgrafitos öntöttvas alkalmazásával sikerült a kokilla felhasználást 20,2 kg/t-val csökkenteni.

A *Z* üzemben a ferrites és a perlites-ferrites szövetű gömbgrafitos kokillák alkalmazásával sikerült a kokillafelhasználást 10,5 kg/t-val csökkenteni és 1 gömbgrafitos kokillával 1,25 szürke öntöttvas kokillát helyettesíteni.

A lefolytatott vizsgálatokból kitűnik, hogy a nehezebb üzemi viszonyok között dolgozó kokillák nagyobb igénybevételnek vannak kitéve, ezért ajánlatos ott a ferrites gömbgrafitos kokillákat használni. Kedvezőbb üzemi viszonyok között (pl. a *Z* üzemben) ugyanazon típusú kokillák izzítás nélkül alkalmazhatók.

Az eddigi eredmények alapján megállapítható, hogy minden egyes kokillatípushoz külön-külön kell megválasztani a gyártástechnológiát a kokilla felhasználási körülményeitől függően.

IRODALOM

[1] *Pironenko—Filipov:* Otlivki metallurgicseszkogo oborudovanija iz csugunasz sarovidnüm grafitom (Kohászati öntvények gömbgrafitos öntöttvasból) GNTY, Szverdlovszk 1960.
[2] *Tarapanov:* Izlozsnicü povüsennoj sztojkosztju iz modificirovannogo csuguna (Nagyszilárdságú kokillák modifikált öntöttvasból) Sztal, 1946. 7—8.
[3] *Tokarjev:* Pvüsenije sztojkoszty malüh izlozsnic (A kisméretű kokillák élettartamának növelése) Sztal, 1954. 10.
[4] *Brajnin—Bornackij—Alferov:* Povüsenije sztojkosztyi krupnüh izlozsnic putyom armirovanija (A nagyméretű kokillák élettartamának növelése (Sztal 1958. 3.
[5] *Bucki:* Produkcija i zuytkowanie wlewnic (A kokillák gyártása és felhasználása) PWT, Katowice, 1953.

Az acélfürdő karbonizálása a karbonizáló anyagoknak sűrített levegővel történő befúvatásával

Dr. KRUCINSKI, M., Dr. OSIKA, Z.
HANSEL, W., CHOROBIK, A.

DK 669.14:66.096.2:661.666

Dr. Ing. Marian Krucinski a Leningrádi Politechnikai Intézetben végzett, és jelenleg a Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémia Acélgyártási Tanszékének főadjunktusa.
Dr. Ing. Zygmunt Osika a Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémián végzett, és jelenleg ugyanitt, az Acélgyártási Tanszék főadjunktusa.
Dipl. Ing. Wladyslaw Hansel a Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémián végzett, több lengyel acélműnek volt vezetője, jelenleg Ruda Slaska-ban a Pokój Kohómű főmetallurgusa.
Dipl. Ing. Adam Chorobik a Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémián végzett, és jelenleg ugyanitt az Acélgyártási Tanszék adjunktusa.

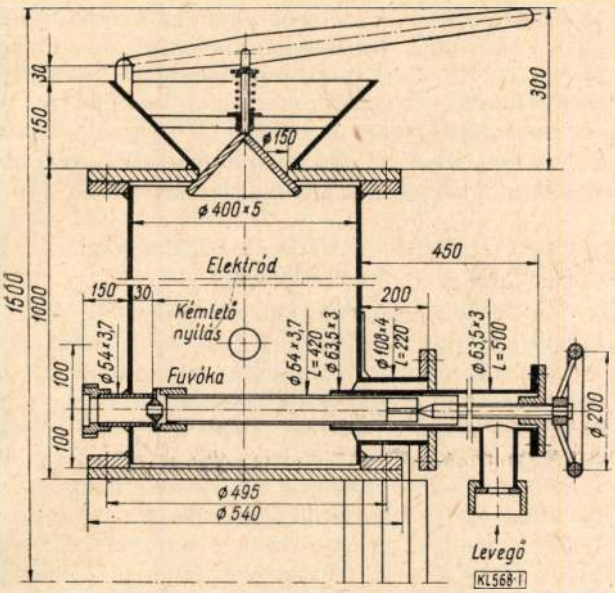
Bevezetés

Az acélgyártási folyamatokhoz egyre nagyobb mennyiségű ismeretlen vegyi összetételű hulladékvasat használnak fel. Ebből kifolyólag gyakran előfordul, hogy az acélfürdő C-tartalma az adott acélfajta számára előírtnál lényegesen kisebb. Ilyen esetben az adagot át kell minősíteni olyan acélfajtára, amelynek kisebb a C-tartalma, vagy pedig az acélfürdőt karbonban dúsítani kell. Az adag átminősítése az acélmű öntőcsarnokának munkamenetét megzavarhatja és káros lehet a hengerde termelési programjára, ha az acéltuskók a hengerdébe meleg állapotba kerülnek.

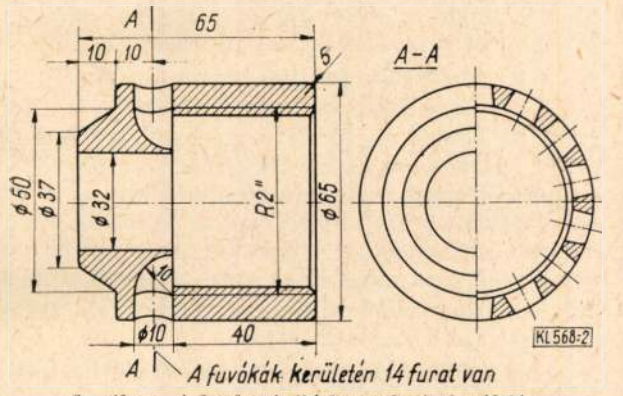
A nyersvas igénybevételével történő karbonizálás nem mindig lehetséges, egyrészt a kemence befogadóképessége, másrészt pedig az öntőcsarnokban működő híddaru teherbírása miatt. A széntömbökkel való karbonizálás meglehetősen hosszú ideig tart, nem is beszélve arról, hogy a karbonizáláshoz nagy mennyiségű anyagra van szükség. Ezenkívül a salak vas- és mangánoxidjainak redukálása következtében a salak sűrűsödik, miáltal rosszabbodik az acélfürdőbe irányuló hőátadás. A nyersvassal és a széntömbökkel történő karbonizálással kapcsolatos nehézségek elkerülése céljából kísérletre került sor, a karbonizáló anyagnak az acélfürdőbe való befúvatására. Az acélgyártási eljárások intenzívebbé tételének módszere a szilárd halmazállapotú testeknek az acélfürdőbe való befúvatásával már eléggé ismert, alkalmazása azonban leginkább a martinkemencében történő kéntelenítés feltételeinek megjavítása céljából, illetve a konverteres eljárás közben alkalmazott foszfortalanítás esetében történt.

Berendezés a karbonizáló anyagok befúvatásához

A mésznek a fürdőbe történő befúvatására szolgáló berendezés építésével nyert tapasztalatokra támaszkodva [1] sor került a szén befúvatására szolgáló berendezés megszerkesztésére, amelynek vázlata és alapvető méretei az *1. ábrán* szerepelnek. A szóban forgó berendezés befogadóképessége kb. 100 l (330 kg), működésének alapelve pedig ejektoros jellegű. A befúvatásra kerülő szén meny-



1. ábra. Az acélfürdő karbonizálására szolgáló berendezés vázlata



2. ábra. A karbonizáló berendezés fuvókája

nyiségének időbeli szabályozása a készülék fala és a különleges fúvókák közötti távolság növelésével vagy csökkentésével történik *(2. ábra)*.

A szóban forgó fúvókában különleges profilú nyílások vannak, amelyeken keresztül sűrített levegő áramlik a szenet tartalmazó tartályba, ahol vele együtt emulziót alkot.

Ezen emulziót viszonylag könnyen szívja be a sűrített levegő sugara. Ezenkívül a fúvóka hátsó része felé irányuló nyílások csökkentik a karbonizáló anyagot tartalmazó tartály holt zónájának nagyságát.

A karbonizáló anyagnak a fürdőbe történő befúvatására szolgáló lándzsa a fúvató berendezéssel gumicsővel van összekapcsolva. A lándzsák anyaga kis karbontartalmú acél, a csőalakú lándzsa belső átmérője 2''. A lándzsa hosszúsága kb. 6 méter. A befúvatás időtartama a lefolytatott kísérletek közben 2 és 9 perc között ingadozott, ezért az alkalmazott lándzsák hosszúsága elegendő volt, annak ellenére, hogy semmiféle védőbevonatuk nem volt. A lándzsákat élettartamuk növelése céljából a fürdőbe történő bevezetésük előtt salakréteggel lehet bevonni.

A hordozógázként alkalmazott levegő nyomása 3,5 és 4,0 at között ingadozott. Megemlítendő, hogy a karbonizálással foglalkozó majdnem valamennyi szakirodalmi munkában a szerzők külön kiemelik a nyomás hatását a karbonizálás eredményére. Egyes kutatóknak [2], [3] az a véleményük, hogy a 3,5 at-nál kisebb nyomású hordozógáz alkalmazása célszerűtlen és megfelelő eredményekre nem vezet, ezért leginkább általában 5—6 at nyomású hordozógázt szokás alkalmazni. A leírt kísérletek viszonyai között nem volt lehetőség 4 at-nál nagyobb nyomású hordozógáz biztosítására.

Jóllehet a berendezés szerkezeti megoldása lehetővé teszi a karbonizáló közeg töménységének hordozó gázon belüli szabályozását, azonban a befúvatásra kerülő anyag mennyisége meglehetősen széles határok között ingadozott, nevezetesen 80-tól 330 kg-ig. A szóban forgó kérdésnek elemzése lehetővé tette annak megállapítását, hogy a befúvott közeg mennyisége a berendezés konstrukcióján kívül nagymértékben függ a gumicsőben keletkezett ellenállás mértékétől (ez pedig a gumicső elhelyezésének függvénye), továbbá a sűrített levegő mennyiségétől és nyomásától, a karbonizáló anyag fizikai tulajdonságaitól és vegyi összetételétől, továbbá a lándzsa fürdőbe való bemerítésének mélységétől és végül a lándzsa elégésének fokától. Megemlítendő, hogy a sűrített levegőnek a nedvességtartalma is szerepet játszik ebben a vonatkozásban. A lefolytatott kísérletek során a befúvatásra került anyag mennyiségét legnagyobb mértékben a gumicső ellenállása, valamint a levegő és a karbonizáló anyag nedvessége határozta meg, amelyek több alkalommal közvetlen okai voltak a karbonizáló anyagnak a lándzsába való bevezetésére szolgáló vezeték teljes eldugulásának.

A karbonizáló anyag

Karbonizáló anyagként az ún. *elektródalisztet* használtuk, amely az elektródahulladék őrleménye. Az elektródalisztnek vegyi elemzése csak jelentéktelen változásokat, ill. eltéréseket mutatott, az eredeti vegyi összetételhez képest. Egyes alkotók tartalmának ingadozása annyira csekély volt, hogy az esetenként alkalmazott elektródaliszt vegyi összetétele állandónak veendő. Ezért a C-tartalom az alkalmazott elektródalisztben állandónak volt tekinthető, százalékos értéke pedig 98,0% volt.

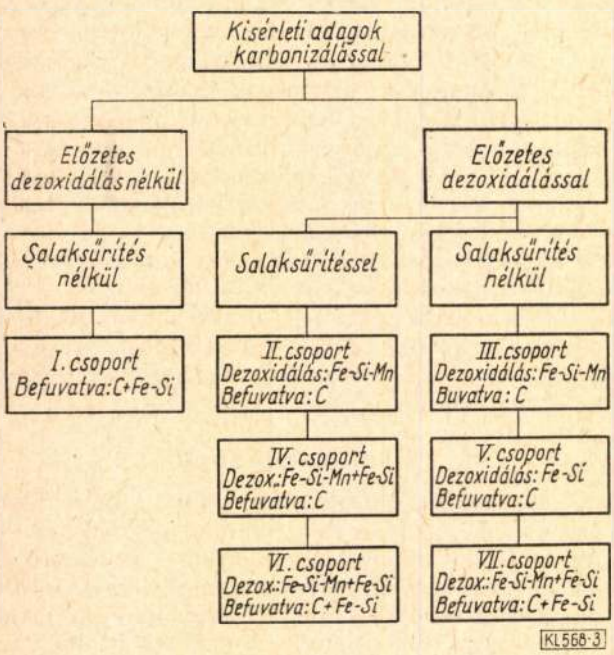
A karbonizálás hatását döntő mértékben meghatározó jellemző az alkalmazott elektródaliszt szemcse-összetétele.

A lefolytatott szitaelemzés az alábbi szemcseösszetételt mutatta:

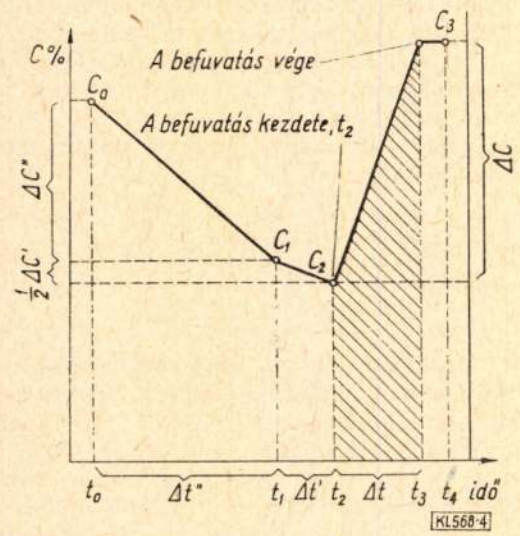
1,00 mm-en felüli szemcsék	10,0%
0,51—1,00 mm-ig terjedő szemcsék	10,0%
0,31—0,50 mm-ig terjedő szemcsék	11,7%
0,21—0,30 mm-ig terjedő szemcsék	4,5%
0,11—0,12 mm-ig terjedő szemcsék	27,6%
0—0,10 mm-ig terjedő szemcsék	36,2%

A karbonizáló anyag fenti szemcse-összetétele a szakirodalomban található adatok tükrében megbízhatónak számít, annál is inkább, mert a különböző kutatóknak ezzel kapcsolatos véleménye megegyezik. Vannak természetesen olyan kutatók, akiknek véleménye eltér, így pl. *Lavreille* és *Rauguin* [2] határozottan azt állítják, hogy lehetőleg minél finomabb szemcséket kell alkalmazni, ame-

lyeknek közepes nagysága a 0,15 mm-t nem haladja meg. Más kutatók [3] szerint az optimális értékhatár 0,15 és 1,0 mm között ingadozik; szerintük a finomabb szemcsék a levegősugár és a karbonizáló anyag fojtását eredményezik. Ezenkívül feltételezhető, hogy a túl finom szemcsék léghólyagokkal együtt a fürdőben túl gyorsan mozoghatnak úgy, hogy az acéllal való érintkezésük majdnem hatástalan. Ilyen körülmények között a szemcséknek egy része a nagy légnyomás hatására a fürdőből eltávozhat. A fürdőből kikerülő részecskék a dezoxidáló salak szerepét töltik be, illetve a kemence-atmoszféra hatására elégnek. Ezzel szemben a nagy átmérőjű szemcsék képtelenek az acélban feloldódni. Ezért szükség volt a karbonizáló anyag optimális szemcsenagyságának meghatározására, különleges vizsgálatok lebonyolítása útján. A lefolytatott vizsgálatok a fentiekben megadott szemcseösszetételt állapították meg. Megemlítendő, hogy



3. ábra. A kísérleti adagok osztályozásának vázlata az alkalmazott technológia szerint történt karbonizálás esetén



4. ábra. Az interpoláció vázlata és az alkalmazott jelölések

az 1,0 mm-en felüli szemcsék nem előnyösek és annál inkább nem kívánatosak, minél nagyobbak. Számos esetben az 1,0 mm-nél nagyobb átmérőjű szemcséknek viszonylag nagy mennyisége egyenesen megakadályozta a befúvatás megvalósítását. Egyes esetekben az elektródalisztbe 45%-os ferroszilíciumot adagoltak por alakjában.

Az elvégzett kísérletek körülményei és eredményei

A karbonizálási próbák 50 tonnás befogadóképességű kemencékben történtek, tekintettel arra, hogy a karbonizáló berendezés tartályának űrtartalma kicsi, kb. 330 kg volt. Valamennyi adag karbonizálása anélkül történt, hogy a normális technológiában bármilyen változás történt volna, kivéve a fürdő dezoxidálását a karbonizáló anyag befúvatása előtt. A karbonizálás csak azon adagoknál történt, amelyeknél erre szükség mutatkozott, azaz ahol a fürdő a betét beolvadása után kis C-tartalmú volt, illetve amikor az adagot a szükségesnél hosszabb ideig a kemencében kellett tartani.

A fürdő karbonizálás céljára történő előkészítésének módja szempontjából a kísérleti adagokat két csoportba osztottuk, nevezetesen:

a) a fürdő előzetes dezoxidálása nélkül és

b) a fürdő előzetes dezoxidálásával

gyártott adagokra. Ettől függetlenül a kísérletek során gyártott adagokat még más szempontból is csoportosítottuk, nevezetesen olyanokra, amelyeknél a salakot a karbonizáló anyag bevezetése előtt mésszel sűrítettük és olyanokra, amelyeknél erre nem került sor. A kísérletek során gyártott adagoknak a karbonizálási eljárás technológiája szerinti osztályozása a *3. ábrán* látható.

A karbonizáló anyag befúvatása előtt a fürdőt FeSiMn-nal vagy 45%-os FeSi-mal, illetve e két ötvözetnek a keverékével dezoxidáltuk. A dezoxidálásnál beadagolt FeSiMn mennyisége az adagok 3. csoportjában, adagonként 200 és 300 kg között ingadozott. A szóban forgó csoport a legnagyobb számú adagra terjed ki, mivel itt annak megállapításáról volt szó, hogy az adagolt dezoxidáló közeg mennyisége milyen hatással van a karbonizálás eredményére. A FeSiMn + FeSi keverék dezoxidálása esetében a kemencében minden 100 kg FeSiMn-hez 25 kg FeSi-t adagoltunk.

A karbonizálás az elektróda-őrleménynek a fürdőbe történő befúvatása által valósult meg. A kísérletek egyes szakaszaiban a szóban forgó elektróda-őrleményhez poralakú ferroszilíciumot adagoltak. Az utóbbi esetben annak megállapításáról volt szó, hogy a fürdő szilícium hatására történő dezoxidálásának foka milyen hatással van a karbonizálás eredményére. Az ezzel kapcsolatos eredmények az *1. táblázatban* találhatók.

A karbonizálás eredményeit az acélpróbák alapján dolgoztuk ki (1. táblázat). Megemlítendő, hogy az acélpróba vétele és a befúvatás kezdete közötti időszak nem minden esetben volt annyira rövid, hogy ezen elemzés eredményét egyidejűnek lehetne tekinteni. A szóban forgó esetben a C-tartalom elemzésének eredményéről van szó, nevezetesen annak megállapításáról, hogy az időtartam a

A martinkeménceékben előállított fémfürdő karbonizálásának eredményei *1. táblázat*

Sorszám	A kísérleti adag csoportszáma	Adagsúly, t	A dezoxidálásnál alkalmazott ötvözet mennyisége kg		A befúvatott tiszta alkotó mennyisége kg		C-tartalom, %		C-tartalom növekedése %	C-kihozatal	
							a fúvatás előtt	a fúvatás után			
			FeSiMn	FeSi	C	Si				kg	%
1.	49126/I	45,2	—	—	98	5,4	0,15	0,26	0,11	49,7	50,8
2.	49217/I	50,5	—	—	118	6,3	0,07	0,16	0,09	45,4	38,5
3.	48962/II	50,3	200	—	294	—	0,22	0,40	0,18	90,5	30,8
4.	49051/III	50,6	250	—	294	—	0,42	0,91	0,49	248,0	84,4
5.	48948/III	50,3	200	—	176	—	0,04	0,29	0,25	125,8	71,5
6.	48956/III	50,7	200	—	147	—	0,07	0,21	0,14	71,0	48,3
7.	48982/III	49,9	250	—	294	—	0,18	0,46	0,28	139,7	47,5
8.	48987/III	52,0	200	—	98	—	0,07	0,12	0,05	26,0	26,6
9.	59546/III	50,2	250	—	196	—	0,06	0,25	0,19	95,4	48,7
10.	69065/III	50,0	300	—	245	—	0,08	0,37	0,29	145,0	59,2
11.	69110/III	50,0	200	—	147	—	0,04	0,22	0,18	90,0	61,2
12.	69128/III	50,2	250	—	226	—	0,07	0,26	0,19	85,4	42,2
13.	69149/III	50,1	200	—	785	—	0,06	0,12	0,06	30,1	38,3
14.	69333/III	45,3	250	—	323	—	0,26	0,90	0,64	289,9	89,8
15.	59558/IV	50,2	200	50	314	—	0,90	1,25	0,35	175,7	56,0
16.	69429/IV	50,0	250	50	245	—	0,26	0,45	0,19	95,0	38,8
17.	69231/IV	47,9	225	25	216	—	0,06	0,30	0,24	115,0	53,4
18.	69158/V	50,4	—	200	176	—	0,14	0,32	0,18	90,7	51,5
19.	69103/V	50,0	—	200	147	—	0,08	0,13	0,05	25,0	17,0
20.	32492/V	51,9	—	200	109	—	0,65	0,75	0,10	51,9	47,6
21.	32492/V	51,9	—	200	75,2	—	0,68	0,75	0,07	36,3	48,3
22.	32492/V	51,9	—	200	178,2	—	0,73	1,06	0,33	171,3	96,1
23.	57752/V	56,8	—	200	159,4	—	0,91	1,01	0,10	56,8	35,6
24.	57757/V	57,1	—	200	60,4	—	0,45	0,53	0,08	45,7	75,7
25.	14847/V	65,2	—	200	98,0	—	0,08	0,10	0,02	13,1	13,3
26.	32559/V	65,4	—	200	94,1	—	0,50	0,61	0,11	71,9	76,4
27.	14865/V	66,2	—	200	126,7	—	0,17	0,24	0,07	46,3	36,5
28.	14865/V	66,2	—	200	120,8	—	0,24	0,32	0,08	53,0	43,9
29.	32606/V	58,3	—	200	39,6	—	0,58	0,61	0,03	17,5	44,2
30.	23985/V	62,7	—	200	132,7	—	0,56	0,67	0,11	67,0	50,5
31.	59642/VI	50,0	200	50	216	11,2	0,35	0,60	0,25	125,0	57,8
32.	49185/VII	50,5	200	150	176	9,5	0,05	0,24	0,19	96,0	54,5

karbonizálás eredményét milyen mértékben határozza meg.

Ezen időtartam sok esetben meghosszabodott, elsősorban különböző olyan nehézségek miatt, amelyek akadályozták a karbonizálás azonnali végrehajtását. Természetes, hogy ilyen esetekben a karbon tovább is oxidálódott, ezért a fürdő C-tartalmát csak hozzávetőlegesen, nevezetesen a vegyelemzés eredményeinek interpolálása útján határoztuk meg. Ezen interpoláció alapelveit a *4. ábra* világítja meg. Befúvatás előtt a karbon az alábbi egyenlettel kifejezett sebességgel oxidálódik:

$$V_C = \frac{C_0 - C_1}{t_1 - t_0} \ \%/\text{perc}$$

ahol C_0 és C_1 a fürdő C-tartalma a befúvatást megelőzően és utána a második és az első próba vételének időpontjában, %

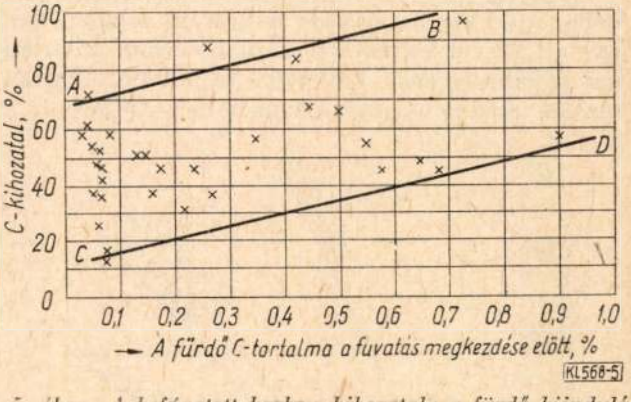
t_1 és t_0 a befúvatást megelőző második és első próba vételének időpontja, perc.

A befúvatás előtt történt próbavétel pillanatától a karbonizálási folyamat megkezdésének pillanatáig lineárisan interpolált C-tartalom-csökkenés a következő:

$$\Delta C' = \frac{(C_0 - C_1)(t_2 - t_1)}{t_1 - t_0}$$

ahol t_2 a befúvatás megkezdésének időpontja.

Ha azt vesszük, hogy a t_1—t_2 időtartam alatt a karbon kiégési sebessége a t_0—t_1-ig eltelt idő alatti



5. ábra. A befúvatott karbon kihozatala a fürdő kiinduló C-tartalmának függvényében

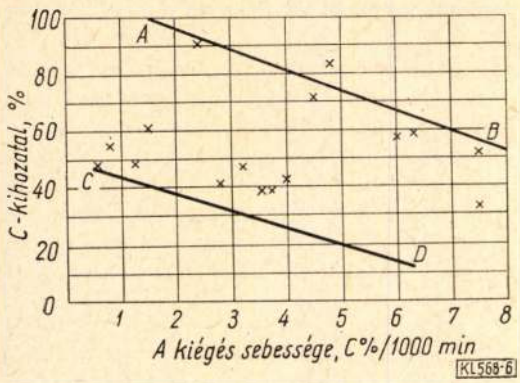
C-kiégési sebességnek a fele, akkor a fürdő korrigált C-tartalma a karbonizálás megkezdésének pillanatában a következő:

$$C_2 = C_1 - 1/2\Delta C' = \frac{(C_0 - C_1)(t_2 - t_1)}{2(t_1 - t_0)}$$

A fenti egyenlettel kiszámított C-tartalom a fürdő karbonizálás megkezdése pillanatában fennálló C-tartalmát fejezi ki. Az ily módon korrigált C-tartalom az 1. táblázatban szerepel.

A karbonizálás eredményei és értékelése

A C-kihozatal a karbonizálás ideje alatt meglehetősen széles határok között ingadozik, neveze-



6. ábra. A kihozatal mértéke a karbonizálás előtti karbonkiégési sebesség függvényében

tesen 17—89%-ig. Ez az ingadozás elsősorban onnan adódik, hogy a befúvott karbonnak csupán egy bizonyos része oldódik fel a fürdőben, a többi pedig a salakba kerül, azaz a fürdő felületére emelkedik. A C-kihozatal mennyisége a karbonizálás körülményeitől függ. Ezért elfogadható, hogy a C-tartalom növekedése a karbonizálás ideje alatt az alábbi 4 tényező összetett függvénye, ha a többi jellemző állandó:

$$\Delta C = f(q, U, C_2, V_C)$$

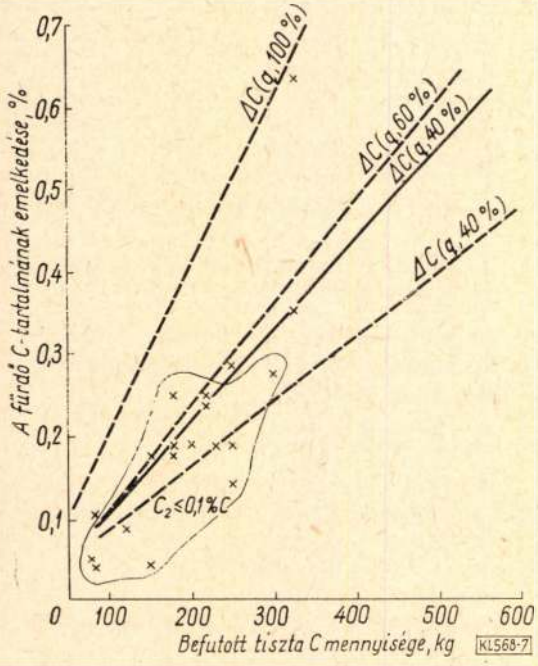
ahol q a befúvatott karbonizáló anyag mennyisége,

U a befúvatott szén kihozatala,

C_2 a fémfürdő karbontartalma a karbonizálási eljárás megkezdése előtt, valamint

V_C a szén oxidálódásának sebessége a karbonizálási eljárás megkezdése előtt.

A fenti függvénynek meghatározott alakú görbében való meghatározása rendkívül nehéz és bonyolult, mivel lényegesen nagyobb számú kísérleti anyag felhasználását követelné meg. Ezért a karbonizálás eredményeinek elemzésénél elsősorban a karbonizálás előtti C-tartalom hatásának értékelésére támaszkodtunk, valamint a karbon oxidálási sebességére és arra, hogy e két tényező milyen hatással van a C-tartalom kihozatalának alakulására, továbbá a karbonizáló anyag befúvott mennyiségére és arra, hogy ezen mennyiség milyen mértékben növeli az acélfürdő C-tartalmát a karbonizálás ideje alatt. A C-tartalom hatása a karbonizálás ideje alatt, továbbá oxidálásának sebessége az *5.* és *6. ábrán* szerepel, amelyek az 1. táblázatban szereplő adatok és az olvasztási napló alapján készültek. Így tehát az 5. ábrán látható a karbonizálás előtti C-tartalomnak és oxidálási sebességének hatása a C-kihozatalra. A kapott görbe megegyezik a szakirodalomban található függvényekkel. A C-kihozatal annál nagyobb, minél nagyobb a fürdő hőmérséklete és induló C-tartalma, továbbá minél kisebb a salak vas- és mangánoxid-tartalma.



7. ábra. A C-tartalom növekedése, a befúvatott tiszta C-tartalom mennyiségének függvényében

A C-kihozatal a fürdő karbonizálás előtti C-tartalmának függvényében elsősorban azért növekszik, mert a salak és az acélfürdő oxidálódásának mértéke nagyobb C-tartalom esetében kisebb. A kis C-tartalmú fürdő karbonizálásakor — különösen 0,20% C-nál kisebb érték esetében — a karbonizáló anyag befúvatásának első pillanataiban a fürdő erős forráson megy át, annak következtében, hogy a karbon a nagy oxigéntartalmú közegben intenzíven oxidálódik. Az acél és salak oxigéntartalmának kellő csökkenése után a karbon oxidálódásának reakciója már nyugodtan megy végbe. Megemlítendő, hogy a kezdeti C-tartalom kedvező hatása a kihozatalra csak bizonyos C-tartalomtól kezdve lehetséges, mert amint közeledünk a telítés állapotához, a karbon oldódásának feltételei egyre nehezebbek lesznek, tehát bizonyos C-tartalom felett a kezdeti C-tartalom növekedése a kihozatal csökkenéséhez vezet.

A 6. ábrán levő diagramból megállapítható, hogy karbonizálás előtt a karbon oxidálódási sebességnövekedésének függvényében a C-kihozatal értéke csökken. Ha azt vesszük, hogy a befúvatás ideje alatt a karbon oxidálódási sebessége a karbonizálás előtti C-kiégési sebességgel arányos, akkor a kapott függvény formája érthető, hiszen minél nagyobb a karbon oxidálódási képessége, annál nagyobb mértékben oxidálódik, és kihozatala — szükségszerűen — kisebb lesz.

Nagyon érdekesen alakult a fürdő C-tartalmának növekedése, a befúvott tiszta karbon mennyiségének függvényében. Ezen függvény a *7. ábrán* látható, a hozzátartozó megfelelő adatok pedig az 1. táblázatban. Ezen diagramról világosan kitűnik, hogy a C-tartalom növekedése (C) és a befúvott szén mennyisége között látható összefüggés van, annak ellenére, hogy az erre vonatkozó kísérleti eredmények értékszórása igen nagy.

A legkisebb négyzetek módszerével kidolgozott kísérleti eredmények az alábbi egyenlet alakjában adják a fürdő C-tartalmának növekedése és a befúvott tiszta karbon mennyisége közötti összefüggést: $C = 0{,}0011\ q$, amely hozzávetőlegesen megfelel 60% közepes kihozatalnak. A 7. ábrán levő egyenesek szintén 40, 60 és 100% C-kihozatalnak felelnek meg, olyan feltétel mellett, hogy a közepes adagsúly 50 t. Ezen ábrából kitűnik, hogy a kísér-

leti értékeknek igen nagy szórása elsősorban a változó C-kihozatalnak, a fürdő karbonizálás előtti alacsony C-tartalmának, valamint egyéb tényezőknek a következménye. A C-tartalom és a befúvott szénmennyiség növekedése közötti összefüggés elsősorban akkor lineáris, ha a rendszer a telítés állapotától messze van. A telítés állapotához közeledve a C-kihozatal lényegesen csökken, ezért a $\Delta C—q$ lineáris függvény görbe alakját veszi fel.

A karbonizálással kapott eredményekre támaszkodva nehéz mennyiségileg meghatározni a fürdő kiinduló dezoxidálásának és a salak sűrűségének hatását ezen folyamat lefutására. Általában kimondható, hogy a fürdő előzetes dezoxidálása közvetlenül a befúvatás megkezdése előtt kedvezően hat a karbonizálás folyamatára, azonban nincs döntő szerepe. Ennek bizonyítására szolgálnak a III. és IV. sz. adagok eredményei.

A fürdő hőmérsékletének hatása a karbonizálás eredményére sajnos nem került részletes vizsgálatra, mivel a lefolytatott mérésekről kapott adatok száma csekély és így nincs lehetőség e paraméter hatásának grafikus ábrázolására. Tekintettel arra, hogy a karbonizálási folyamat endotermikus, ezért kinetikáját a magas hőmérséklet kedvezően befolyásolja. Ennélfogva a karbonizálás ideje alatt nem szabad a kemence fűtését megszüntetni. A folyamatos fűtéssel gyártott 4 adag során végzett részletes hőmérsékletmérés alapján megállapítást nyert, hogy a hőmérséklet a karbonizálás ideje alatt emelkedik. Ezen emelkedés percenként 0,27—1,2°C között ingadozott. Egyik esetben sem lehetett megállapítani semmiféle kapcsolatot a hőmérséklet növekedése és a befúvott szén mennyisége, kihozatala, sem pedig a karbonizálási eljárás más paraméterei között.

A foszfor viselkedése a karbonizálás ideje alatt

A lefolytatott kísérletek egy része (28,1%) azt mutatja, hogy a karbonizálás ideje alatt foszforredukció tapasztalható. A foszfortartalom növekedése 0,003%—0,010%-ig terjed és természetesen nem eredhet a vegyelemzés hibájából. A foszfor-redukciót mutató adagok a karbonizálás előtt előzetes dezoxidáláson mentek át, mégpedig FeSiMn vagy FeSi segítségével, egyeseknél pedig a salakot mésszel sűrítették.

Ilyen körülmények között feltételezhető, hogy a foszfor redukciója a FeSiMn-nal vagy a FeSi-mal együtt bekerült szilícium oxidálódásából származó kovasavnak a salakot savanyító hatása következtében mutatkozott. Ezzel kapcsolatosan megemlítendő, hogy az egyidejűleg még nagyobb mennyiségű FeSiMn-nal és FeSi-mal dezoxidált adagoknál a foszfortartalom növekedése nem volt tapasztalható. Az utóbbi adagok salakja szintén mésszel volt sűrítve. Ezzel kapcsolatban úgy tűnik, hogy a foszfor redukciója sem a fürdő karbonizálás előtti előzetes dezoxidálásának módjától, sem pedig a salak sűrítésének fokától nem függ.

A foszfor redukálásának tényleges oka a salak és az acél közötti reakció lefolyásának megváltozott termodinamikai feltételeiben keresendő. Nem kétséges, hogy a karbonizálás hatására feltétlenül megváltozik az acél és a salak összetétele és hőmérséklete is.

E két tényező, minden valószínűség szerint közvetlen oka a foszfor ilyen viselkedésének, a karbonizálási folyamat ideje alatt.

A szóban forgó kérdés részletes elemzéséhez nagyszámú adatra és hosszú kutatómunkára van szükség, ezért kellő mennyiségű acélt és salakot kimerítő és sokoldalú elemzésnek kell alávetni és a hőmérsékletet mérni kell az eljárás különböző szakaszaiban.

A foszfor karbonizálás közben mutatott ilyen viselkedéséről szóló tételekkel a szakirodalomban találkozunk [4], [5]. Sajnos a szakirodalmi cikkekben eddig nem jelent meg olyan anyag, amely részletesen megadná a foszfor ilyen viselkedésének konkrét okát és a jelenség bekövetkezési körülményeit.

A lefolytatott kísérletek alapján nehéz volna meghatározni annak az eljárásnak a módját, amelynek segítségével a foszfor redukciója elkerülhető lenne. Ezen jelenség mindig várható, jóllehet a leírt kísérletek során nem volt hatással az acél végleges foszfortartalmára.

Következtetések

Az acélfürdő karbonizálásának foka kétségtelenül számos paramétertől függ, amelyek egymással úgy vannak összefonódva, hogy a kérdés elemzését komolyan megnehezítik. Ezzel kapcsolatban az alábbiakban a karbonizáló eljárás leglényegesebb paramétereivel kapcsolatos következtetéseket soroljuk fel.

1. A fürdő poralakú karbonizáló anyagok befúvatásával történő karbonizálásának módszere a Siemens—Martin-eljárásnál célszerűnek bizonyult, mivel néhány percen belül lehetővé teszi az acélfürdő C-tartalmának több tized százalékkal való növelését anélkül, hogy az olvasztási eljárásban bármilyen rendellenesség mutatkozna.

2. A megszerkesztett és kivitelezett berendezés teljes mértékben alkalmas a poralakú karbonizáló anyagok befúvatására. Teljesítménye: 330 kg karbonizáló anyagot kb. 3 perc alatt visz be 90%-ig terjedő C-kihozatal biztosításával.

3. Az elektróda-őrlemény kiváló karbonizáló anyagnak bizonyult, amely a folyékony acélban viszonylag gyorsan oldódik. Az elektróda-őrlemény szemcseátmérője nem lehet 1,0 mm-nél nagyobb. A befúvatásra előkészített lisztszerű őrlemény nem lehet nedves.

4. A karbonizáló anyagot sűrített levegő segítségével kell befúvatni, arra ügyelve, hogy a levegő száraz és a szükséges nyomás min. 4,0 att legyen. A kis (3,5 att-nél kisebb) nyomású levegő alkalmazása nem vezet megfelelő eredményre. A karbonizálás ideje alatt a lándzsát a fürdőbe megfelelő mélységig kell bevezetni, mert ellenkező esetben a karbonizáló anyag a salakba kerül. A lándzsának mindennemű hirtelen mozgatása hirtelen áramlási ellenállásokkal kapcsolatos változásokra vezethet, miáltal csökkenhet a bevezetés alatt álló közeg mennyisége és ezzel a karbonizálás hatása is.

5. A karbonizálás ideje alatt a C-tartalom növekedése nagymértékben függ az acélfürdő kiin-

duló C-tartalmától, a bevezetett közeg mennyiségétől és kihozatalától, valamint a karbon oxidálódási sebességétől. A fürdő C-tartalmának növekedése — ha távol van a telítettségi állapottól — arányos a bevezetett közeg mennyiségével, továbbá kihozatalával és kiinduló C-tartalmával, viszont fordítottan arányos a karbonizálási eljárás előtti időszakban fennállt karbon kiégési sebességgel. A telítési állapothoz közeledve a fürdő C-tartalmának növekedésével a C-kihozatal növekedése fokozatosan eltűnik, majd később a kihozatal értéke csökken.

6. Megállapítást nyert, hogy a foszfor a karbonizálás ideje alatt redukálódik; e jelenségnek közvetlen okát azonban nem sikerült megállapítani. Feltételezhető, hogy ez elsősorban az acél és a salak vegyi összetételének változásával, valamint hőmérsékletük növekedésével kapcsolatos, amely a vizsgálatnak alávetett adagoknál a kemence folyamatos fűtésekor percenként 0,27 és 1,2°/perc között volt.

IRODALOM

[1] *Osika:* Archivum Hutnictwa, 1963. VIII. 3. 217—242. old.
[2] *De Laversile—Hagyuin:* Revue de Metallurgie, 60. 1963. 9. 913—733. old.
[3] *Cechura—Tieliczka:* Hutnik (cseh) 13. 1963. 2. 53—59. old.
[4] *Raguin—Vintrou:* in. Circulaire d'Informations Techniques du C. D. S. 1962. 19. 12. 2677—2718. old.
[5] *Stecchi:* Metallurgia Italiana, Atti Notizie, 1954. 11. 315—317. old.

A finomítás időtartamának hatása a csapágyacél minőségére

Dr. KAZIMIERZ MAMRO—JAN TABORSKI—HENRYK SERWICKI—WITOLD MISKIEWICZ

DK 669.018.24:620.39

Dr. Ing. Kazimierz Mamro a Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémián szerzett oklevelet, s jelenleg ugyanezen akadémia Acélgyártási Tanszékének docense.
Dipl. Ing. Jan Taborski a Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémián szerzett oklevelet, Katowice-ban a Baildon Kohómű acélművének vezetője volt, jelenleg ugyanennek a kohóműnek a metallurgusa.
Dipl. Ing. Henryk Serwicki a Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémián szerzett oklevelet, ahol jelenleg a Fémtani Laboratórium vezetője.
Ing. Witold Miskiewicz a Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémián szerzett oklevelet, jelenleg a Katowicei Baildon Kohóműben dolgozik.

Az ívkemencékben történő acélgyártás során a *finomítás időtartama* döntő hatással van a gyártott acél minőségére. Ez az időtartam határozza meg az acél tisztaságát, továbbá szilárdsági és képlékenységi tulajdonságait. A finomítás ideje alatt a fémfürdő oxigén- és kéntartalma csökken és az adag vegyi összetételét is eközben korrigálják. A fürdő oxigéntartalma a finomítás, illetőleg a frissítés után alapjában véve a *karbontartalomtól* és a *hőmérséklettől* függ. Az oxigén-tartalom csökkentése dezoxidálás közben kicsapásos módszerrel meglehetősen lassan megy végbe [1], [2]. Ennek meggyorsítása előzetes dezoxidálással érhető el, amit megfelelően megválasztott dezoxidáló anyagok segítségével kell elvégezni [2], [3]. Az ilyen dezoxidálás közben a folyékony acélban oldott állapotban levő oxigén és a dezoxidáló anyag között reakciók mennek végbe, ami *dezoxidációs termékek* keletkezésére vezet [3], [11].

Az acélgyártási gyakorlatban a dezoxidálás céljára egyre nagyobb mértékben az úgynevezett *komplex dezoxidáló anyagokat* alkalmazzák. Az acél komplex dezoxidáló szerekkel végzett dezoxidációs folyamatának még nincs kellő elméleti alapja. Emiatt nincs lehetőség az acélban levő oxigén és a dezoxidáló szerek között kialakuló reakció mechanizmusának pontos meghatározására. Különösen nagy szerepet tulajdonítanak az alumínium hatásának, amely mint a legerősebb dezoxidáló szer, leghatékonyabb magnézium és szilícium együttes jelenlétében [12],[18].

A „Baildon" kohóművekben széles körű kísérletek történtek az ASM típusú (Al, Si, Mn) dezoxidálószer alkalmazására, azonban eddig nem sikerült még olyan eredményt elérni, amely a nemfémes zárványok mennyiségének csökkentésére mutatna. A tervezett további vizsgálatok célja az, hogy megállapítsuk az alumíniummal gyakorlati viszonyok között való dezoxidálás hatását a csapágyacél tisztasági fokára.

Az acél dezoxidálása alumíniummal

A dolgozat bevezető részében említett vizsgálatokkal [1]—[18] nem sikerült egyértelműen meghatározni az alumínium hatását az acél tisztaságának fokára. Ezzel kapcsolatban *két ellentétes nézet* honosodott meg, mégpedig:

1. az alumínium — számos adat szerint — tulajdonképpen olyan dezoxidáló közeg, amely azonkívül hogy biztosítja az acél tökéletes dezoxidálását, *nagymértékben hozzájárul a tisztasági fokának növeléséhez;*

2. egyéb adatok szerint az alumínium *növeli a nemfémes zárványok mennyiségét*, amelyek viszonylag lassan távoznak a folyékony acélból.

A kísérleti nehézségek bizonyára abból adódnak, hogy eddig nem sikerült pontosan megállapítani és megmagyarázni az alumínium hatását az acél dezoxidációs fokára és nemfémes zárványainak mennyiségére.

A kiinduló laboratóriumi vizsgálatok* kimutatták, hogy:

1. az alumínium és a vasban oldott állapotban levő oxigén között intenzív reakció megy végbe, de

* E vizsgálatok eredményével egy teljesen különálló szakirodalmi munka foglalkozik.

az alumínium a folyékony acélban *egyenlőtlenül oszlik szét*, ezért helyi alumínium-dúsulások keletkeznek és a dezoxidálás eredményeként oxid-jellegű zárványok keletkeznek,

2. az acél alumíniumos dezoxidálásakor keletkező dezoxidációs termékek *viszonylag nagyobb sebességgel úsznak fel* a fürdő felületére, mint szilíciummal és mangánnal végzett dezoxidálás közben,

3. a nagy alumíniumtartalmú nemfémes zárványok mennyiségi növekedése az acél atmoszférikus oxigénnel történő másodlagos intenzív oxidálódásakor jelentkezhet, ami rendszerint csapoláskor és öntéskor következik be; az acél dermedése közben az alumínium tovább oxidálódik és ekkor keletkeznek az úgynevezett *másodlagos dezoxidációs termékek*.

Ezek az eredmények azt mutatják, hogy van lehetőség az alumíniumnak az eddiginél nagyobb mértékű felhasználására a csapágyacélok gyártásához.

A csapágyacél dezoxidálási vizsgálata

A finomítás időtartamának csökkentésével kapcsolatos vizsgálatokat az alábbi vegyi összetételű, LH15 típusú csapágyacél üzemi viszonyok között történő gyártásával végeztük: C = 0,95—1,10%, Mn = 0,20—0,40%, Si = 0,15—0,35%, P max 0,027%, S max 0,020%, Cr = 1,30—1,65%, Ni max 0,30%, Cu max 0,25%.

Ez az acél a minőségi vizsgálatok állandó témája, mind a felhasználóknál, mind a gyártó üzemekben. A viszonylag nagy mennyiségben gyártott LH15 típusú csapágyacélt szigorú ellenőrzés alatt tartják, ami nagymértékben könnyíti a kedvező eredmények elérését.

A „Baildon" kohóművekben a tárgyalt csapágyacélt 35 tonna befogadóképességű villamos ívkemencében gyártják. Az acélt felszálló rendszer alkalmazásával öntik, az így nyert tuskók súlya 1 tonna.

A betétanyag ötvözetlen acélhulladék volt, amely kis mennyiségű könnyen oxidálódó ötvözőelemet, elsősorban Cr-ot és Si-ot tartalmazott. A frissítés érccel, a redukálás pedig fehérsalak alatt történt. (A *redukálás időtartama* alatt azt az időtartamot kell érteni, amely a salak kicserélésének időpontjától egészen a csapolásig tart.) A fehérsalak kialakítása előtt a fürdőbe a hiányzó (összesen viszonylag csekély mennyiségű) mangánt szilíciummangán alakjában ötvözték be.

A széteső salak képződése után következett az acélfürdőnek diffúziós eljárással való dezoxidálása, mégpedig elektródporral (amely a hulladék elektródok őrléséből származik). A széteső, fehér poralakú salak keletkezésének pillanatától eltelt 30 perc múlva a fémfürdőbe ferrokrómot adagoltak. A ferrokrómnak az acélfürdőben történt feloldódása után a fürdő vegyi összetételét szükség szerint korrigálták és a ferroszilíciumot beadagolták. A csapolás megkezdése előtt 3 perccel a fürdőt 0,5 kg/t mennyiségű alumíniummal dezoxidálták, csapolás közben pedig 1,5 kg/t mennyiségű CaSi-ot adagoltak. A hőmérséklet-vezetés szerint az acélfürdő hőmérsékletének a finomítás kezdetén 1580 és 1610°C között, csapolás előtt pedig 1560 és 1580°C között kellett ingadoznia.

A kísérleti adagokkal végzett, alább felsorolt vizsgálatok célja az alumínium által az acél gyártásával kapcsolatos számos tényező alakulására kifejtett hatás megállapítása volt:

1. az alumínium hatása a nemfémes zárványok kialakulására a kezdeti fázisban,

2. nagy mennyiségű alumínium hatása a finomítási időtartam végén a nemfémes szennyeződések, illetőleg zárványok mennyiségének alakulására,

3. CaSi-mal végzett dezoxidálás hatása a gömb alakú zárványok nagyságára,

4. a finomítási idő rövidítésének hatása a nemfémes zárványok mennyiségének alakulására.

Ezért az adagtípusokat az alábbiaknak megfelelően rögzítettük:

1. *változat* az előbbiekben leírt technológiával gyártva;

2. *változat* előzetes dezoxidálás 0,7 kg/t alumíniummal, egyébként mint az 1. *változat* gyártási technológiája;

3. *változat* előzetes dezoxidálás 1,0 kg/t alumíniummal, egyébként mint az 1. *változat*;

4. *változat* előzetes dezoxidálás 0,7 kg/t alumíniummal, végleges dezoxidálás 1 kg/t alumíniummal,

5. *változat* előzetes dezoxidálás 0,7 kg/t alumíniummal, végleges dezoxidálás mint az 1. *változat* gyártásakor;

6. *változat* előzetes dezoxidálás 1 kg/t alumíniummal, egyébként mint az 5. *változat* technológiája;

7. *változat* mint az 5. *változat*, de azzal az eltéréssel, hogy csapolás közben CaSi-ot nem adagolnak.

Finomítás közben a próbát mártókanállal vettük, s a kivett acélt 50 mm átmérőjű kokillákba öntöttük.

Az így nyert kisméretű acéltuskókat kovácsolással 15 mm átmérőjű rudakká nyújtottuk, majd ezekből 10 mm átmérőjű és 100 mm hosszúságú próbákat készítettünk a nemfémes zárványok izolálása céljából. Ezekből metallográfiai vizsgálatokhoz csiszolatok készültek.

A próbavétel időpontjai a következők voltak:

1. a frissítés befejezése után,
2. 10 perccel az előzetes dezoxidálás után,
3. a fehérsalak keletkezése után,
4. csapolás előtt,
5. öntés közben.

A vizsgálatok eredményei

Az értékelés a nemfémes zárványok *elektrolitikus izolálása*, *metallográfiai vizsgálatok*, valamint a *kész adag minősítése* alapján történt.

Az izolált szennyeződéseket mikroelemzésnek vetettük alá, amelynek során meghatároztuk SiO_2, Al_2O_3, CaO, Cr_2O_3, valamint vasoxid-tartalmukat. A krómoxidok ritkán fordultak elő és csak nyomokban. A fentiekben megadott változatok lényeges eltérése az eddig alkalmazott technológiához viszonyítva abban nyilvánult meg, hogy az alumíniummal történő elsődleges dezoxidálás időtartama rövidebb volt, ugyancsak rövidebb volt az 5—7. *változatok* finomítási időtartama, míg a 7. *változat* CaSi-mal való dezoxidálását elhanyagoltuk. Ezenkívül a felhasznált dezoxidálószer mennyiségében

is eltérés volt mindkét fajta dezoxidálási módszer, nevezetesen a kiinduló és a befejező között. Az izolált zárványok mennyisége között néhány olvasztási adagban meglehetősen nagy eltérés mutatkozott.

A zárványmennyiség megállapítása céljából minden egyes változat szennyeződésének közepes mennyiségét meghatároztuk.

Az *1. táblázat* mutatja az alumínium fémfürdőbe való bevitele előtt 10 perccel vett próbák izolált zárványainak mennyiségét; a vizsgálathoz a próbavétel tulajdonképpen a szétesö salak kiképződése után közvetlenül, csapolás előtt, valamint öntés közben történt. A kapott eredményekből megállapítható, hogy a zárványok fürdőből való kiválásának képessége a finomítási eljárás ideje alatt a keletkező zárványok jellegétől függ.

1. táblázat

A különböző dezoxidálási változatok szerint előállított acél oxidzárványainak százalékos mennyisége

A technológiai változat száma	Az acél zárványtartalma %-ban					
	előzetes dezoxidálás után	a finomítás kezdeti fázisa*	a finomítás befejező fázisa	a zárványok mennyiségének csökkenése a finomítás ideje alatt	az öntés ideje alatt	az olvasztási adagok száma
1	0,0194	0,0224	0,0220	1,8%	0,0218	14
2	0,0190	0,0209	0,0185	11,4%	0,0177	6
3	0,0138	0,0198	0,0137	30,8%	0,0180	4
4	0,0220	0,0182	0,0162	11,0%	0,0152	6
5	0,0124	0,0208	0,0174	16,3%	0,0150	5
6	0,0283	0,0189	0,0151	20,2%	0,0206	5
7	0,0230	0,0230	0,0180	21,7%	0,0165	4

* A szétesö salak képződése után.

Az 1. táblázatból és *1. ábrából* megállapítható, hogy a bevitt alumínium hatása kedvező. A *2—7. változat* szerint olvasztott adagokban a finomítás ideje alatt a zárványmennyiség látható csökkenése tapasztalható az *1. változathoz* képest, amelyben az acélfürdő nem volt előzetesen alumíniummal dezoxidálva.

Az *1—4. változatok* szerinti adagok közepes finomítási időtartama 138 percnek felelt meg (288 olvasztási adag középértéke). Az *5—7. változat* szerinti olvasztással gyártott acélfürdő finomításának közepes időtartama 107 percnek felelt meg (52 olvasztási adag középértéke). Megemlítendő, hogy a kemence nem rendelkezett mechanikai adagoló berendezéssel és a salak cserélése, továbbá az ötvözőszerek beadagolása kézi erővel történt. A finomítás időtartamának 30 perccel való csökkenése nem volt kedvezőtlen hatással a zárványmennyiség alakulására. A finomítás legrövidebb időtartama az *1—4. változatban* 100 percnek, az *5—7. változatban* pedig 60 percnek felelt meg.

Ezek után belátható, hogy a keletkezett zárványok a finomítás kezdeti fázisában úsznak fel a fürdő felületére, vagyis miután a szétesö salak már kialakult. A zárványok bizonyos megnövekedett hajlamot akkor mutatnak a fürdő felületére való felemelkedésre, ha a kezdeti fázisban nagyobb mennyiségű alumíniumot adagolunk be.

A *2. táblázat* mutatja az izolált nemfémes zárványok SiO_2- és Al_2O_3-tartalmát százalékban. Az alumínium fürdőbe való adagolása teljes mértékben megváltoztatta a szennyeződések jellegét.

Az *1. változat* próbájában a SiO_2 : Al_2O arány 1-en felül van, ezzel szemben a *2—7. változatokéban* a SiO_2 : Al_2O arány lényegesen kisebb és értéke kb. 0,5 körüli.

A nemfémes zárványoknak ezen aránya jelentéktelen változásokkal egészen az acél öntéséig fennmarad.

A zárványokban a FeO jelenlétét szilikátokkal és „spinellekkel" lekötve állapítottuk meg. Biztosra vehető, hogy másfajta vegyületek is előfordulnak, mivel a zárványok nem egyneműek, az alkalmazott módszerek azonban nem tették lehetővé jellegük meghatározását. [21], [22].

A vizsgálatokból világosan kitűnik, hogy a zárványok Al_2O_3-tartalma azt eredményezi, hogy finomítás közben gyorsabban felemelkednek a fürdő felületére. Az öntés közben vett próbákban a zárványmennyiség nem csökken tendenciálisan. Biztosra vehető, hogy a csapolás, az acélüstben való pihentetés időtartama, valamint az acélfürdő másodszori dezoxidálásának lehetősége hatással van a *szennyeződések végleges mennyiségére*. Az ötvözőelemek beadagolásával kapcsolatos műveletek szintén hatással vannak a finomítás időtartamára. Az *5—7. változatban* a króm beötvözése az előzetes dezoxidálás után közvetlenül történt, a redukálósalak képződése közben. A króm ennél korábbi beötvözése nem volt káros hatással a nemfémes zárványok képződésének és kiválásának folyamatára, ugyancsak nem változott a nemfémes zárványok vegyi összetétele sem, azonban csökkent a finomítás időtartama.

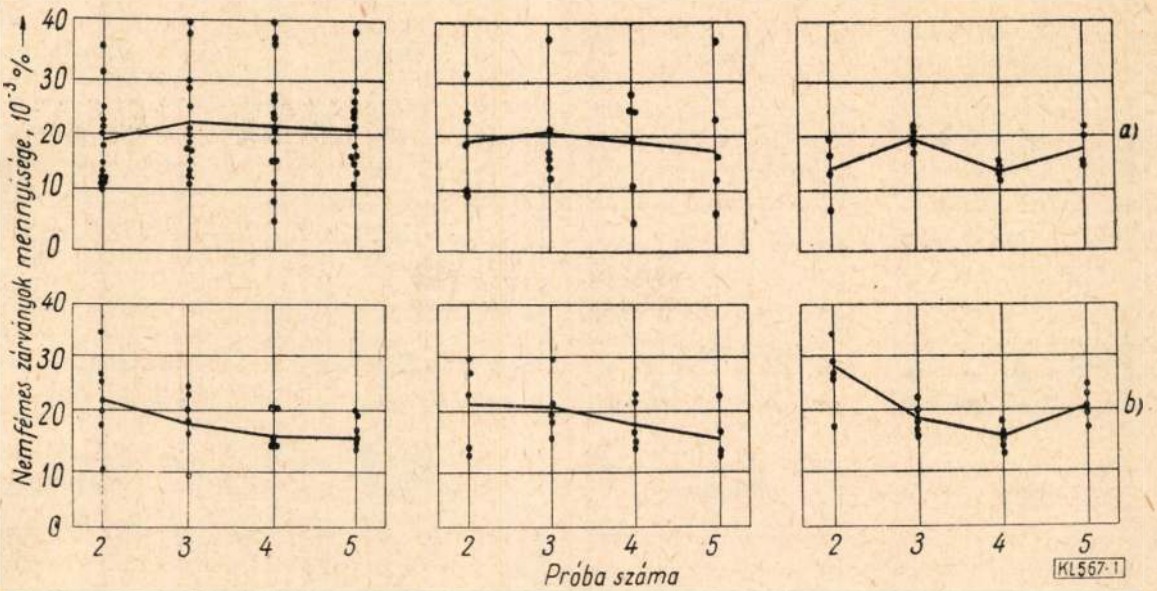
A befejező dezoxidálásra használt alumíniumhulladék tonnánként 1 kg-ig való növelése a *4. változatban* nem volt hatással a zárványok mennyiségére. Ugyancsak nem állapítható meg a CaSi hatása a nemfémes zárványok mennyiségére, ami egyébként a *7. változatnak* a többi változattal való összehasonlításával lenne kimutatható. A 7. változatban ezenkívül megállapítható, hogy a globuláris (gömb alakú) zárványok a kész adagban kisebbek.

Az izolált zárványokban kalcium jelenlétét mutattuk ki. A kalcium jelenléte a finomítás teljes tartama alatt tapasztalható volt. A kalcium vegyületeinek mennyisége 2 és 20% között ingadozik (előfordulhat CaS és CaO).

Az ilyen zárványok a kemence tűzálló béléséből származhatnak, amínek bizonyítására szolgál az a tény, hogy a zárványokban feltehetően a salakból a fürdőbe került mészből MgO fordult elő [21], s ugyanakkor a villamosívnek a hatása sem hanyagolható el.

Ez utóbbi zárványok a kemence fenekéből is származhatnak, amely dolomitból készült. A jövőben végezni kívánt vizsgálatoknak kell felvilágosítást nyújtaniuk a zárványok ezen alkotójának származásáról.

A nemfémes zárványok értékelésével párhuzamosan — ami tulajdonképpen az elektrolitikus izolálás útján történt — a zárványok mennyiségét és nagyságát is meghatároztuk mikroszkóp segítségével. A mikroszkópos és izolálási vizsgálatok céljára vett próbák megmunkálása azonos rúdból történt, amelyet 15 mm átmérőjűvé kovácsoltunk,



1. ábra. Az LH típusú acélban keletkező nemfémes zárványok mennyisége
a 1, 2, 3 technológiai változat, *b* 4, 5, 6 technológiai változat

miáltal tízszeres képlékeny alakítást értünk el. A csiszolat méretei 15 és 20 mm között ingadoztak. A nemfémes zárványokat a *Diergarten*-féle skála alapján értékeltük. A kis kokillákból származó próbákkal elért eredményeket természetesen nem lehet összehasonlítani az üzemi adagok értékelésével kapott eredményekkel, azonban bizonyos tájékozódást nyújthatnak a technológia bizonyos változatainak összehasonlításához. A zárványok alakulását az *1.* és *5. változat* szerinti technológia esetében a *2. ábra* szemlélteti.

Jobban látható eredmények elérése céljából az ordinátatengelyre a nemfémes zárványok nagyságának és mennyiségének szorzatát, az abszcissza tengelyre pedig a próbák sorszámát tüntettük fel. A vizsgált zárványokat négy csoportba osztottuk:

a) szulfidok,
b) rideg nemfémes zárványok,
c) gömb alakú nemfémes zárványok,
d) képlékeny nemfémes zárványok.

A görbék jellege valamennyi változat esetében általában hasonló. A szulfidzárványok mennyisége csökken a finomítás időtartamának növekedésével a 3. próbától kezdve, vagyis 40—60 perccel a csapolás megkezdése előtti időponttól, azonban mennyiségük lényegesebben nem változik.

Az oxidzárványok nagyobb mennyiségben fordulnak elő a kiinduló dezoxidálás után, utána csökkennek egészen a csapolás pillanatáig, majd a csapolástól az öntésig eltelt időszakban újból növekednek. Nem tapasztalható ez az *1. változatnál*, ahol az oxidzárványok a finomítás kezdetétől egészen a csapolás bekövetkezéséig kis méretűek.

Amint látható, az elektrolitikus izolálással meghatározott nemfémes zárványok mennyisége az első technológiai változatnál a legnagyobb és a kész anyag ellenőrzésénél talált zárványok ugyancsak itt a legnagyobbak, ezért olyan következtetést kell levonni, hogy az *1. változatban* alkalmazott dezoxidálási módszer nem tudja biztosítani a dezoxidálási termékek gyors reakcióját (vegyülését) nagyobb és könnyen kiváló részecskévé [5], [22], hanem viszonylag hosszabb időn keresztül disszociált állapotban maradnak és csak a végleges dezoxidálás változtatja meg a zárványok tulajdonságait, tehát lehetővé teszi vegyülésüket és részleges kiválásukat.

A képlékeny zárványok mennyisége a finomítás ideje alatt nagyobb mértékben nem változik, de valamennyi változatnál csökken a mennyiségük a finomítás vége felé és általában növekszik a csapolástól az öntésig eltelt időszak alatt.

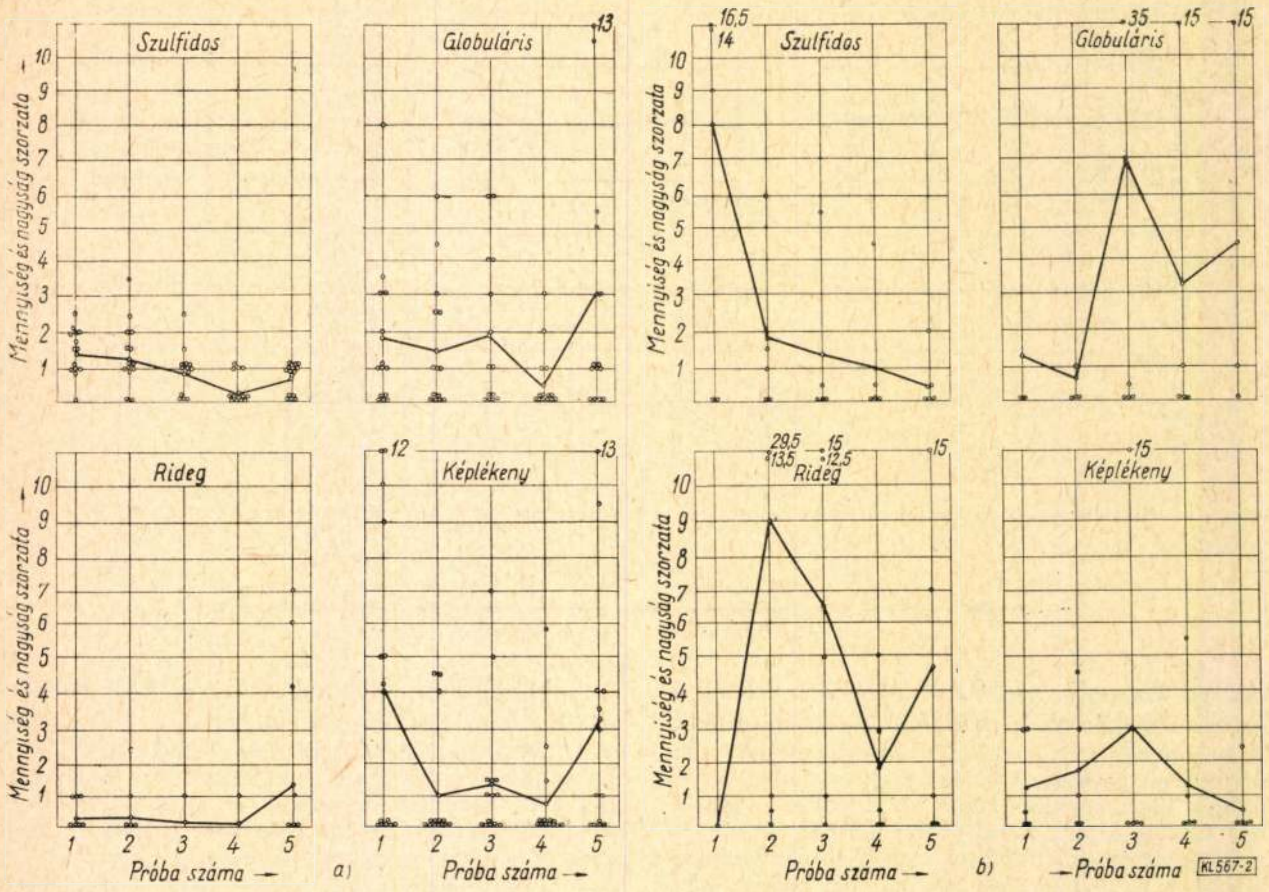
A metallográfiai vizsgálatokkal megállapítottuk, hogy a dezoxidálás módja nem hat a gömb

2. táblázat

A SiO_2- és Al_2O_3-tartalom alakulása az elektrolitosan izolált oxidjellegű zárványokban

A technológiai változat száma	Az olvasztási adagok száma	A finomítás kezdeti fázisa[1]					Csapolás előtt					Csapolás közben				
		SiO_2%	p^2	Al_2O_3%	p^2	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	SiO_2%	p^2	Al_2O_3%	p^2	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	SiO_2%	p^2	Al_2O_3%	p^2	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$
1	8	0,0056	25	0,0032	14	1,75	0,0090	41	0,0066	30	1,36	0,0063	29	0,0062	28	1,015
2	6	0,0061	29	0,0075	36	0,81	0,0062	34	0,0093	30	0,67	0,0029	16	0,0080	45	0,36
3	4	0,0033	17	0,0090	45	0,37	0,0018	13	0,0052	38	0,35	0,0035	20	0,0074	41	0,48
4	6	0,0048	26	0,0068	37	0,70	0,0047	29	0,0060	37	0,78	0,0025	16	0,0066	43	0,38
5	5	0,0043	20	0,0098	46	0,44	0,0041	24	0,0068	39	0,06	0,0036	24	0,0064	43	0,56
6	5	0,0042	22	0,0083	44	0,50	0,0035	23	0,0052	34	0,67	0,0040	19	0,0070	34	0,57
7	4	0,0045	20	0,0124	54	0,36	0,0036	20	0,0098	54	0,37	0,0040	24	0,0077	46	0,52

[1] A szétesö salak képződése után.
[2] Százalékos tartalom az izolált zárványokban



2. ábra. A nemfémes zárványok mennyisége az LH típusú csapágyacélban, metallográfiai úton meghatározva
a dezoxidálva az 1 technológiai változat szerint, *b* dezoxidálva az 5 technológiai változat szerint

alakú zárványok alakjára, ami annak tulajdonítható, hogy a kemence tűzálló béléséből származnak, ezért nem sikerült meghatározni az általunk alkalmazott technológiai változatok hatását.

A zárványizolálással és metallográfiai kiértékeléssel elért közölt eredmények nem terjednek ki a kokillák acéllal való megtöltése közben végbemenő reakciókra.

A kész acél minősítését az olvasztás módjának függvényében a PN-84041 számú szabvány szerint 100 mm átmérőjű négyzetes keresztmetszetű gyártmányok vizsgálatával végeztük. Az értékelés lényege a csiszolaton látható max. zárvány nagyságának meghatározása mikroszkóppal, ugyanakkor a nemfémes zárványt osztályozni is kell, aszerint, hogy rideg vagy képlékeny-e. A gömb alakú zárványokat az említett feltételeknek megfelelően az acél minőségi értékeléséhez nem vettük figyelembe, az újonnan kidolgozott műszaki feltételekben azonban szerepelnek. A *3. táblázat* mutatja a vizsgálatnak alávetett adagok jellemzőit a maximális nemfémes zárványok előfordulásának függvényében.

Az *1. változat* esetében az olvasztási adagok 45%-ában a zárványok a PN-skála szerinti 2-nél kisebbek, az olvasztási adagok 70,9%-ában pedig $2\frac{1}{2}$-nél kisebbek.

Az olvasztási adagok túlnyomó részében 2-nél kisebb nagyságú zárványok fordultak elő, nevezetesen a *2.* és *5. változatnál* 61,7 és 71,0% mennyiségben. Ezek a változatok a dezoxidálás időtartamában különböznek egymástól. Jobb eredményeket akkor értünk el, amikor a redukálás időtartama rövidebb volt.

3. táblázat

A nemfémes zárványok keletkezésének gyakorisága nagyságuk szerint

A technológiai változat száma	Az olvasztási adagok száma *	Zárványosság foka: a rideg és képlékeny zárványok %-os mennyisége az alábbi zárványossági fokozatoknál				gömb alakú zárványok %-os mennyisége az alábbi zárványossági fokozatnál
		< 2	< 2,5	> 2,5	selejt	< 3
1	201/18	45	70,9	29,1	—	71,2
2	73/70	61,7	76,8	23,2	—	77,1
3	8/8	37,5	75	25	—	87,5
4	6/6	33,3	—	66,7	—	66,7
5	31/28	71,0	83,9	16,1	—	85,8
6	13/13	54,0	77,0	23,0	—	77,0
7	8/8	12,5	37,5	62,5	—	87,5

* A számlálóban a rideg és képlékeny nemfémes zárványok szempontjából minősített olvasztási adagok száma, a nevezőben pedig a gömb alakú zárványok szempontjából minősített olvasztási adagok száma szerepel.

A *3.* és *6.* technológiai *változattal* elért eredmények hasonlók voltak, valamivel jobb eredményt sikerült elérni azonban rövidebb időtartamú finomítással.

A *4.*—*7.* technológiai *változat* szerinti olvasztás után a finom zárványok a legkisebb mennyiségű adagban fordultak elő. A *3.* és *7.* technológiai *változatban* ezenkívül a gömb alakú zárványok nagyságának bizonyos mértékű csökkenése tapasztalható. Ezek az eredmények az ilyen típusú zárványok csökkentését célzó további vizsgálatok irányelveit szabják meg.

Figyelembe véve valamennyi zárványvizsgálat eredményét, a legkedvezőbb képet az *5.* technológiai *változat* nyújtja. A kéntartalom alakulásának elemzése a redukálás időtartamának függvényében azt mutatja, hogy a kén legnagyobb mennyisége a beolvasztástól a fehér salak képződéséig tartó időben távozik, nevezetesen összmennyiségének mintegy 40%-a, ezzel szemben a széteső salak képződésétől a csapolásig távozó kén mennyisége 21—24%, a csapolás ideje alatt pedig 22—25%.

Következtetések

A zárványok LH15 típusú csapágyacélban való képződésével és kiválásával kapcsolatos vizsgálatokból kitűnik, hogy a 35 tonnás villamos ívkemencében történő olvasztással a következő eredmények érhetők el:

1. az alumíniummal való előzetes dezoxidálás megváltoztatja a zárványok vegyi összetételének változását. Csökken a SiO_2-t tartalmazó zárványok hányada és növekszik az Al_2O_3-t tartalmazó zárványok mennyisége. A zárványok jellegének változása kedvezően hat a zárványok kiválási sebességére.

2. Az Al-mal történt intenzív dezoxidálás után keletkezett nemfémes zárványok a finomítás kezdeti fázisában kiválnak. A finomítás időtartamának meghosszabbítása nincs kedvező hatással az acél minőségére.

3. A krómnak a fémfürdőbe való korábbi beötvözése, nevezetesen az előzetes intenzív dezoxidálás után, nincs hatással a zárványok jellegére és a fémből való kiválási folyamatukra.

4. A finomítás időtartamának csökkentése nincs káros hatással az acél kéntelenítésének folyamatára.

A vizsgálatok eredményeképpen sor került az *5. változat* szerinti dezoxidálási technológia üzemi alkalmazására, miáltal megjavult a gyártott acé minősége és megrövidült gyártásának időtartama A kutatómunka további szakasza az alumínium zárványok képződési kinetikájára vonatkozott. A szóban forgó vizsgálatok lebonyolítása ez idő szerint lényegesen könnyebb, mivel lehetőség van az adag különböző fázisaiban keletkező nemfémes zárványok vegyi összetételének meghatározására mikroszonda segítségével.

IRODALOM

[1] *Haams—Zingel:* Stahl u. Eisen 1964. 1187—1197.
[2] *Jednieral:* Primienienie kisloroda i kompleksnych raskislitielej dla intensyfikacji processa elektroplawki konstruckjonnej stali. Proizwodstwo i obrabotka stali i splawow. Institut Stali Imieni J. W. Stalina. 1960. Sbornik. 49—72.
[3] *Szulte:* Niemetaliczeskije wkljuczenia w elektrostali. Izdatielstwo, Metallurgia, 1964.
[4] *Wojnow—Szalimow:* Szarikopodszipnikowaja stal. Metallurgizdat. 1962.
[5] *Wojnow:* Stal 1963. 6, 523—528.
[6] *Dobrochow:* Izw. Wysz. Uczebnych Zawiedeni 1959, 1959, 10, 23—28.
[7] *Walster—Plöckinger:* Techn. Mit. Krupp, 1963. *18*, 2.
[8] *Plöckinger:* J. Iron and Steel Inst. 1963. 7, 576—581.
[9] *Fischer—Walster:* Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1957. 601—610.
[10] *Fischer—Walster:* Archiv für das Eisenhüttenwesen 1958. 1—9.
[11] *Sims—Briggs:* J. Metals 1959. 12, 815—822.
[12] *Mczedliszwili:* Izw. Akad. Nauk. SSSR, 1962, 4, 31—39.
[13] *Foryst—Mczedliszwili—Famariec:* Wplyw odtleniaczy kompleksowych manganu, krzemu i alumi: nium na zawartosc i skald wtracen tlenkowych. Praca Ministerstwa Hutnictwa, 1957. zeszyt 4.
[14] *Aniola—Mazanek—Mamro—Rybka:* Badanie ukladów tlenkowych wtracen niemetalicznych przy odtlenianiu stali stopen Mn—Si—Al. Prace Rady Naukowo-Technicznej Huty im. Lenina, 13, 51—66.
[15] Badanie odtleniania stali stopem Al—Si—Mn. Sprawozdanie Akademii Gorniczo-Hutniczej w Krakowie 1964 (nie publikowane).
[16] *Kubik:* Radex Rundschau 1960, 2, 86—99.
[17] *Mandl—Skala—Poboril:* Hutn. Listy 1960, 2, 109—119.
[18] *Cast—Van Horn:* Aluminij w czugunie i stali, 1959. Przeklad z angielskiego.
[19] *Worobiew—Simonow:* Metallurg 1963. 7, 15—17.
[20] *Wojnow—Szalimow—Kosci—Kalinnikow:* Rafinirowanie mietallow sinteticzeskimi szlakami. Izdatielstwo. Metallurgia. 1964.
[21] *Szewczenko—Francow—Potapowa:* Stal 1965, 5, 452—454.
[22] *Knüppel—Brotzmann—Förster:* Stahl u. Eisen, 1965. 675—688.

Lapunk példányonként is megvásárolható:

V., Váci utca 10. és az
V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. sz. alatti

HÍRLAP-BOLTOKBAN

Új módszer szalagok homogenizáló hőkezelésére közvetlen ellenálláshevítéssel

Dr. JAN GOCZAL—JAN GOLEK—JULIAN LASOTA

DK 669.041—621.365.3

Dr. Ing. Jan Goczal a Gliwicei Műszaki Főiskolán végzett és jelenleg a Gliwicei Vaskohászati Kutató Intézet egyik osztályának vezetője.
Dipl. Ing. Jan Golek a Gliwicei Műszaki Főiskolán végzett és jelenleg a Gliwicei Vaskohászati Kutató Intézet főmunkatársa.
Dipl. Ing. Julian Lasota a Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémián végzett és jelenleg a Gliwicei Vaskohászati Kutató Intézet főmunkatársa.

Hidegen hengerelt austenites acélszalagok gyártástechnológiájának szerves része az austenites lágyítás. Ez a hőkezelési eljárás — többek között — a hidegalakítás következményeinek felszámolásához szükséges.

A 18/8-as típusú acélok austenitesre lágyításának hőmérséklete 1050°C.

Az austenites lágyítás céljára eddig kb. 1000 kW teljesítményű, folyamatosan áthúzó *szilitkemencéket* használtak.

A szalag haladási sebessége a kemencében a szalagkeresztmetszet függvénye, de legfeljebb 5 m/perc. Az ilyen kemencék üzembehelyezése — a teljes hőegyensúly eléréséig — hosszadalmas, ezért rövid gyártási szünetekre nem is állíthatók le. Ez a tény villamos energiaveszteségeket okoz a kemence „üresjárata" miatt. Az áthúzó kemencékben emellett még jelentős hőveszteségek is vannak a környezetbe kisugárzó hő miatt. Végeredményben a hatásfok ingadozása 40 %-os.

Egy 6 m hosszú szilitrudas áthúzó kemencében a szalag maximális 5 m/p-es haladási sebessége aránylag kicsi és nem gazdaságos, ha a kemence által a gyárcsarnokban elfoglalt területhez viszonyítjuk.

Ezen indítékok hatására kezdtük el a kutatásokat valamilyen új, austenitesre lágyító hőkezelési módszer kidolgozására. Elméleti meggondolások, valamint a kezdeti kísérletek alapján a *közvetlen ellenálláshevítést* tartottuk legmegfelelőbbnek.

A közvetlen szalaghevítés elméleti alapjai

A szalagok austenites lágyítása folyamatos áthúzással, közvetlen hevítéssel történik. A fűtőelem szerepét a hőkezelendő szalag (1) látja el, amely az *1. ábrán* látható elektródagörgők közötti áramkört zárja.

A szalag haladási sebességét főleg az áramjellemzők szabják meg. Ezek pontos kiszámítása eléggé bonyolult feladat, mert figyelembe kell venni azokat a hőveszteségeket (Q_k, ill. Q_p), amelyek konvekcióval, ill. sugárzással adódnak át a környezetnek. Ha a számításokban egyszerűsítő feltevéseket alkalmazunk, tájékoztató eredményeket kapunk ugyan, de ezek is megközelíthetik a tényleges viszonyokat. Igy találtunk matematikai összefüggéseket egyrészt az N hevítési teljesítmény, az I áramerősség, az U feszültség, másrészt a szalag keresztmetszeti méretei ($a \cdot b$) és v mozgási sebessége, valamint az elektródagörgők l távolsága között, a hőegyensúly egyenletének alkalmazásával, eszményi (veszteség nélküli) hevítés feltételezésével.

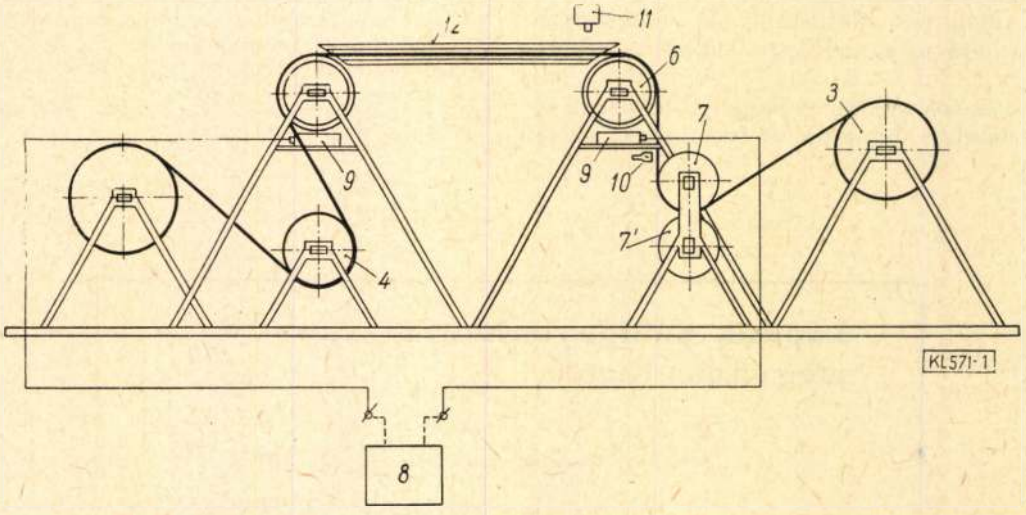
Tételezzük fel, hogy a villamos energia átalakulásából nyert Q_1 hőenergia egyenlő M tömegű szalagszakasz Θ_0 környezeti hőmérsékletről Θ_k hőkezelési véghőmérsékletre való hevítéséhez szükséges Q_2 hőenergiával, vagyis:

$$Q_1 = Q_2 \tag{1}$$

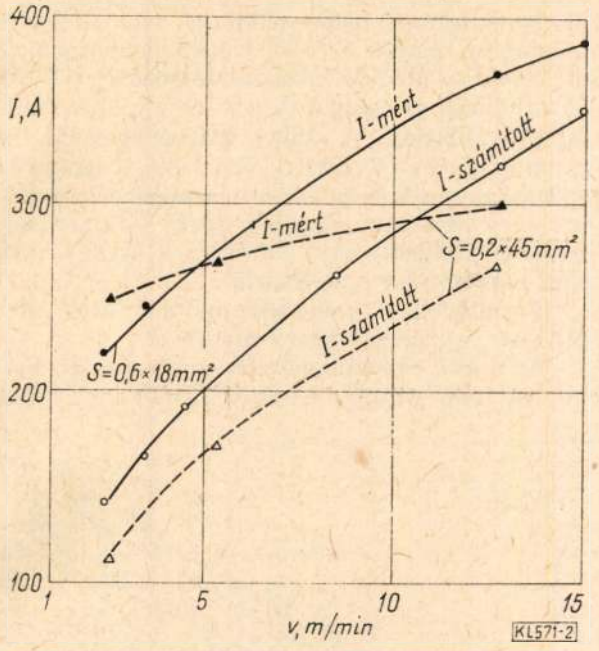
ahol

$$Q_1 = 0{,}86 I^2 R_t \tag{2}$$

$$Q_2 = ab\gamma V C_w(\Theta_k - \Theta_0) \tag{3}$$



1. ábra. Közvetlen szalaghevítő berendezés vázlata



2. ábra. 0,6×18 mm és 0,2×45 mm szalag sebességének hatása a hevítési áramerősségre

ahol C_w a szalag fajhője
γ a szalag fajsúlya.

A (2) és (3) egyenlet összehasonlításával, valamint az ellenállás és a hőmérséklet közötti alábbi összefüggés figyelembevételével

$$R_t = \varrho_0 \frac{l(1+\alpha_0\Theta_k)}{ab} \tag{4}$$

a következő összefüggést kaphatjuk:

$$I = ab \sqrt{\frac{v\gamma C_w(\Theta_k - \Theta_0)}{0{,}86\varrho_0 l(1+\alpha_0\Theta_0)}} \text{ amper} \tag{5}$$

ahol ϱ_0 a fajlagos ellenállás 0°C-on
α_0 az acél ellenállásának hőmérsékleti tényezője.

Az (5) képlet adja meg az I hevítési áramerősséget amperban (A).

Ohm törvényének alapján pedig

$$U = IR \tag{6}$$

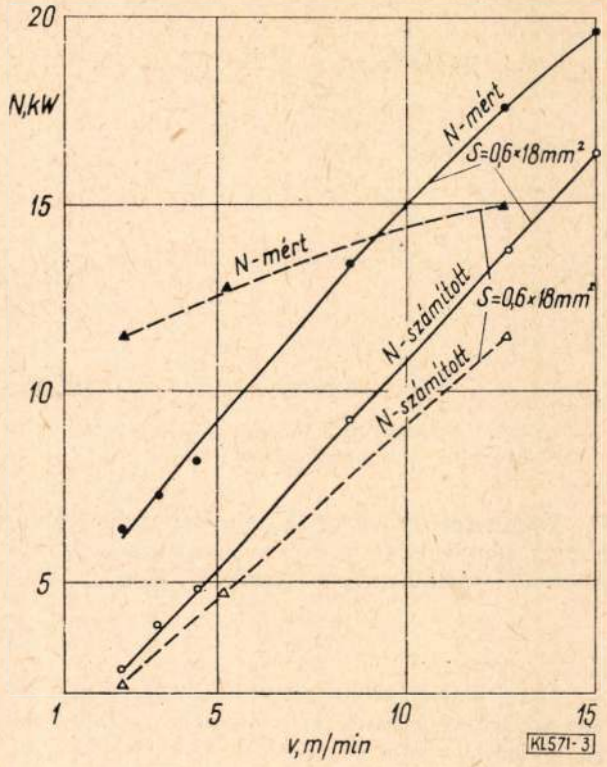
valamint a következő egyenlettel

$$N_0 = UI \text{ watt} \tag{7}$$

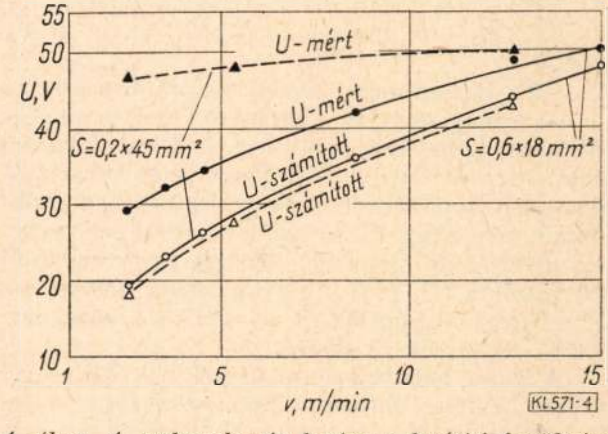
meghatároztuk az N_0 teljesítmény-szükségletet eszményi szalaghevítési feltételek mellett. Ha az a, b, γ, C_w, ϱ_0, α_0, Θ_0 értékeket az adott szalagminőséghez egy C állandóba foglaljuk, meghatározhatjuk a hevítési áramerősséget a szalag áthúzási sebességének, a Θ_k hevítési véghőmérséklet és az elektródagörgők l távolságának függvényében. Ezekkel a feltevésekkel az (5) képletet a következő leegyszerűsített alakban lehet írni:

$$I = C \sqrt{\frac{v\Theta_k}{l}} \text{ A} \tag{8}$$

ahol C a változatlannak vett valamennyi értéket magában foglalja.



3. ábra. 0,6×18 mm és 0,2×45 mm szalag sebességének hatása a hevítési teljesítmény-felvételre

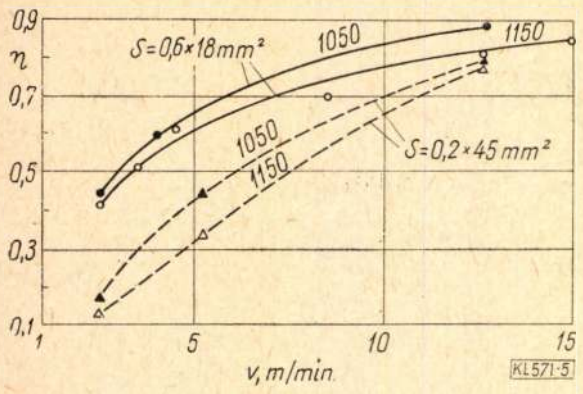


4. ábra. A szalagsebesség hatása a hevítési feszültségre

A (6), (7) és (8) képlet segítségével kiszámítottuk a villamos jellemzők (I, U, N) értékeit $\Theta_k = 1050$°C véghőmérsékletre hevítendő 0,6×18 és 0,2×45 keresztmetszetű szalagokra vonatkozóan, melyeket aztán összehasonlítottunk ipari prototípus-berendezésen végzett hevítés és hőkezelés alatt lefolytatott mérések eredményeivel.

Az eszményi hevítési körülmények esetére számított áramjellemzők a várakozásnak megfelelően kisebbek, mint a tényleges, mért jellemzők, melyek mindennemű villamos és hőveszteséget magukban foglalnak. Ezt a *2.*, *3.*, és *4 ábrán* bemutatott eredmények szemléltetik. Ezek az eredmények azt is mutatják, hogy a számított és mért jellemzők közötti különbségek a szalag haladási sebességének növekedésével csökkennek, különösen vékonyabb, de szélesebb szalagok esetén.

Ez azzal függ össze, hogy a haladási sebesség növekedésével csökkennek a hőveszteségek.



5. ábra. A szalag haladási sebességének hatása a hőhatásfokra

Végeredményben az N_0 elméleti teljesítmény és az N tényleges teljesítmény hányadosával kifejezett hőhatásfok megnövekszik *(5. ábra)*:

$$\eta = \frac{N_0}{N} \qquad (9)$$

Ezzel kapcsolatban alapvető fontosságú a hevítendő szalagszakasz térfogatának a felületéhez viszonyított aránya is:

$$X = \frac{ab}{2(a+b)} \qquad (10)$$

0,6×18 mm méretű szalagnál ez az arány kb. 0,3

0,2×45 mm méret esetén kedvezőbb: kb. 0,1

Az a tény, hogy az η hatásfok javul, ha növekszik a szalag haladási sebessége (5. ábra), kedvező tünet. A gyakorlatban ez a berendezés átbocsátóképességének növekedését és a hőveszteségek csökkenését eredményezi. A szalag haladási sebességének növelése azonban megköveteli, hogy nagyobb áramjelzőket (U, I, N_0) alkalmazzunk, melyek az elektródok távolságától *(6. ábra)* és a keresztmetszettől is függnek *(7. ábra)*.

A szalag haladási sebességének növekedésével és nagy hevítési sebesség alkalmazásával az austenit homogenizálása is magasabb hőmérsékleteket kíván meg. Ez a hőmérséklet 1050 és 1150°C között van.

Szalaghőkezelő berendezés közvetlen ellenálláshevítéssel

Az ellenállással közvetlenül hevített szalagok folyamatos austenites lágyítása olyan berendezéssel történik, mely a következő hat fő szerelési egységből áll:

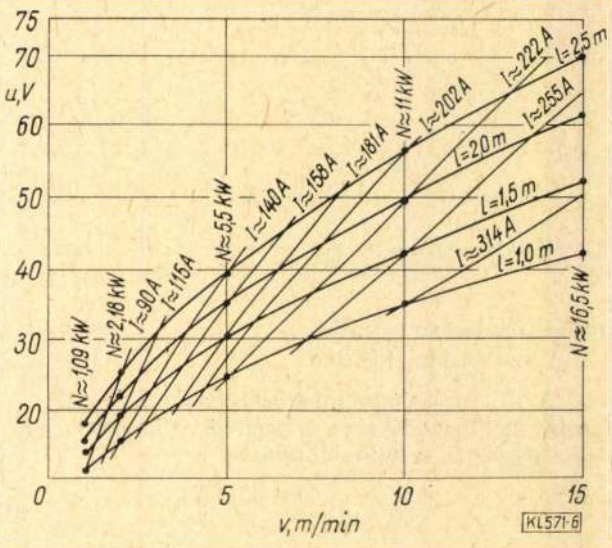
1. tápláló egység,
2. vezető-hevítő egység,
3. hajtóegység állandó húzással,
4. hűtőegység,
5. mérőegység,
6. vezérlő-szabályozó egység.

Működési elv

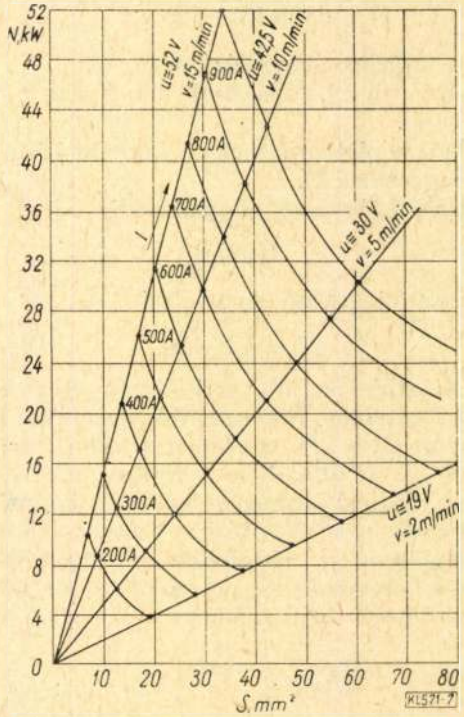
Az 1. ábrán mutatjuk be az új szalaghőkezelési eljáráshoz való berendezés vázlatát. Az *1* szalag, mely a *2* forgódobról, vagy más hasonló lecsévélő berendezésről tekercselődik le, áthalad a *4* vezetőgörgőn, azután az *5* és *6* elektródagörgők között, majd az állandó húzással dolgozó *7* és *7'* görgők áthúzzák a szalagot és a *3* felcsévélő berendezésre továbbítják. A szalag, miközben zárja az áramkört az *5* és *6* elektródok között, a szalag keresztmetszetének és haladási sebességének megfelelően megválasztott áramjellemzők (áramerősség, feszültség, teljesítmény) hatására a kívánt hőkezelési hőmérsékletre melegszik.

Áramforrás a szekundér oldalon levő kisfeszültségű egyfázisú transzformátor (8).

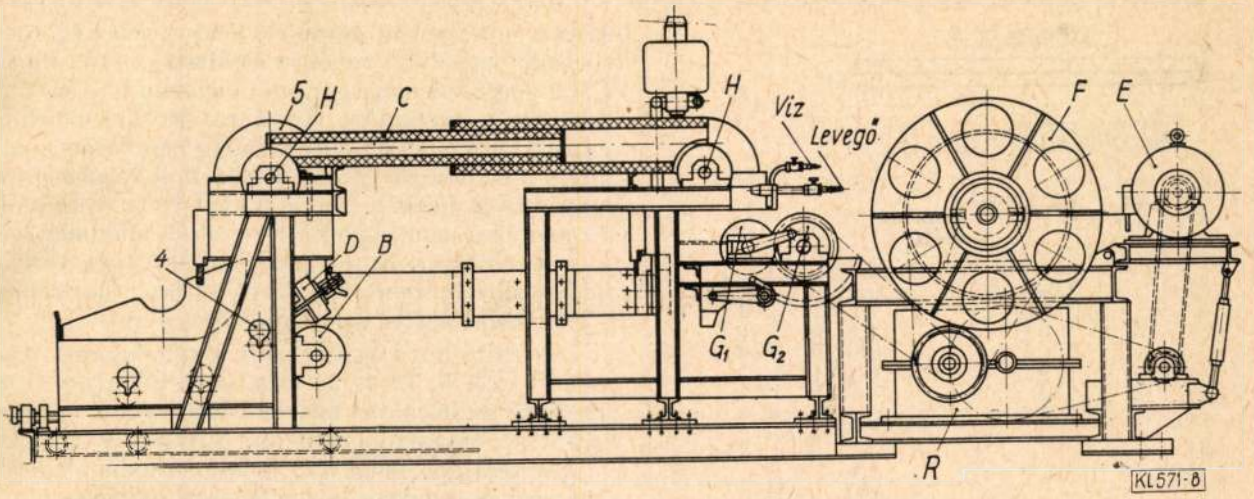
Az *5* és *6* elektródagörgők egyik oldalán karimák vannak, melyek *Wood*-ötvözettel megtöltött



6. ábra. Az U hevítési feszültség és I áramerősség változásai a szalagok v haladási sebességének hatása alatt az elektródok közötti különböző l távolság mellett



7. ábra. Összefüggés az S szalagkeresztmetszet és az N felvett hevítési teljesítmény között, v=2, 5, 10 és 15 m/min szalagáttekercselési sebességek mellett



8. ábra. Szalagok austenites hőkezeléséhez való, közvetlen ellenállás-hevítéssel dolgozó ipari berendezés szerkezete

kis érintkezőfürdőkbe érnek, úgyhogy az ötvözet összeköttetést létesít a görgős elektródok és a *9* érintkező-fürdőkbe bevezetett transzformátor-sínek között.

Az *5* és *6* elektródok között a kívánt hőkezelési hőmérsékletre hevített szalagot gyorsan kell lehűteni. Erre a célra a *6* elektródagörgő mögött speciális *10* sugárcsöveket helyeztünk el, melyekből a légsugár, levegő-víz keverék, vagy vízsugár ömlik ki, a szalag keresztmetszetétől és haladási sebességétől függően.

A szalag hőmérsékletét közvetlenül a *6* elektródagörgő előtt, azaz a legmagasabb hőmérséklet helyén a *11* fotoelektromos pirométer méri.

Az austenites szalagok homogenizáló hőkezeléséhez alkalmazott hőmérséklet elég magas: 1050—1150°C. Ilyen üzemi hőmérsékletek jelentős környezeti hőveszteséggel járnának, ha nem lennének az *5* és *6* elektródagörgők között a *12* szigetelő ellenzők. A szigetelő ellenzők hosszúságát az *5* és *6* elektródok közötti távolsághoz lehet szabni.

Ipari prototípus-berendezések

A bevezető laboratóriumi kísérletek alapján prototípusberendezést készítettünk ipari körülmények közötti munkához *(8. ábra)*.

Tápláló egység

Az áram a 3×500 V 50 Hz elosztóból a *O* szakaszolókon, *BG* biztosítókon, *APU* főkapcsolón, valamint az *St1* és *St2* kontaktorokon keresztül a *T* egyfázisú transzformátorba folyik *(9. ábra)*, mely a közvetlen ellenállásos hevítőberendezést táplálja. A *T* transzformátoron 6 megcsapolás van a szekundér oldalon, miáltal a feszültség 50—70 V között változtatható a számított hevítési áramjellemzőktől függően. A jellemzők megválasztását kétrészes sínek könnyítik meg, melyek a transzformátort érintkező-fürdők segítségével kötik össze az elektródgörgőkkel és 500 mm határokon belül széttolhatók (8. ábra).

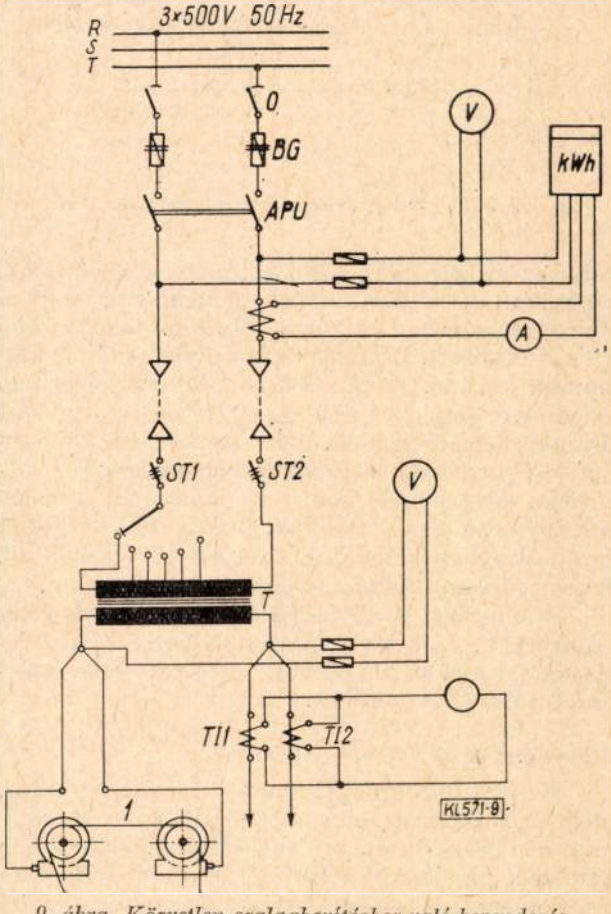
A *10. ábra* mutatja be a segédberendezések táplálásának kapcsolási vázlatát. Az áram 3×500 V 50 Hz háromfázisú hálózatból a felcsévélő berendezés aszinkron motorjába folyik a *BG1* biztosítókon, az *SN1* kontaktoron és a *PT1* hőkioldón keresztül.

Ez a motor a felcsévélő dobon kívül az állandó teljesítményű húzószerkezetet is hajtja.

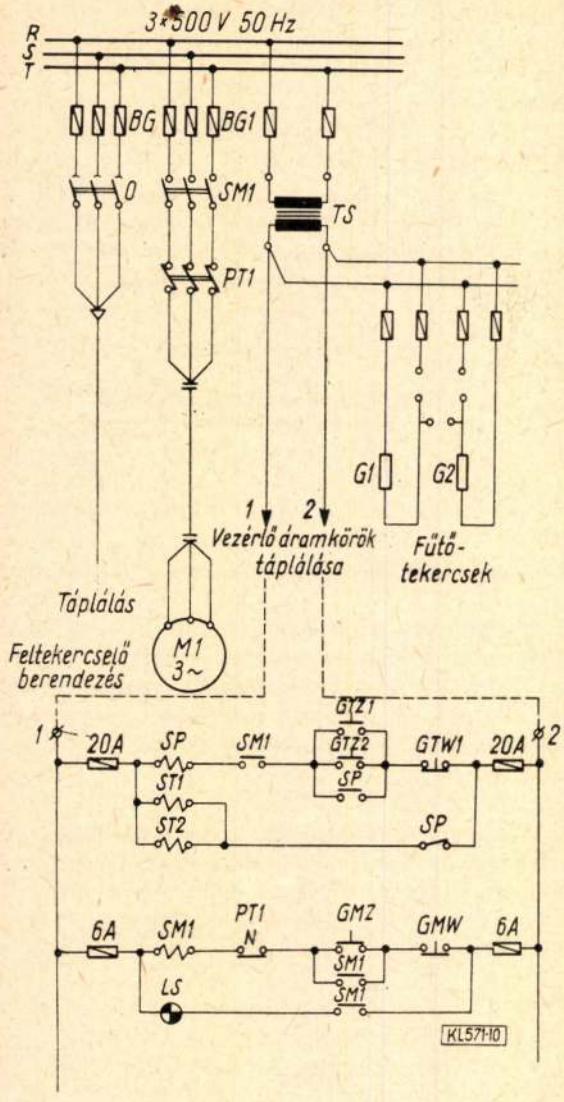
A 10. ábrán feltüntettük az érintkező-fürdők fütőtekercseinek táplálási áramkörét és a vezérlési áramkörökhöz való kimenetet is.

Vezető-hevítő egység

Ez az *A* szalagcsévélő szerkezetből (8. ábra), a *B* vezetőgörgőből (rendeltetése az, hogy megnövelje az átfogási szöget az elektródgörgőn), vala-



9. ábra. Közvetlen szalaghevítéshez való berendezés táplálórendszerének kapcsolási vázlata



10. ábra. A vezérlési és segédberendezések áramkörei

mint az elektródgörgőkből áll, melyek rézből, dob alakjában készülnek, oldalsó karimával, hogy a dob érintkezésben legyen a folyékony elektróddal (*Wood*-ötvözet). Mindkét elektródgörgőt *H* víz hűti munka közben. A két elektród egymástól el van szigetelve, hogy az áram a hevített szalag által zárt áramkörben folyhassék. A hevített szalag *C* hőszigetelését műszaki szempontból megfelelő ház biztosítja, melyet belül polírozott fémlappal és szigetelőanyag-réteggel bélelünk. A szigetelő burkolat teteje két, csuklópántokra erősített részből áll, hogy a szalagot könnyebben be lehessen rakni.

Mindezeket az alkatrészeket merev szerkezetre erősítettük. Az *5* bemenő elektródgörgő és a *4* vezetőgörgő között rögzítettük a tisztító-húzó szerkezetet és a *D* vezetőket.

Állandó húzással dolgozó hajtóegység

Ez egy háromfázisú áramú aszinkron motor, mely az *E* fokozatmentes hajtóművön, az *R* négyfokozatú reduktoron, az *S* súrlódótengelykapcsolón keresztül hajtja a szalagot felcsévélő *F* dobot és egyidejűleg lánchajtáson keresztül az egyik állandó feszültségű *G* görgőt. Az állandó húzást biztosító szerkezet G_2 másik görgőjét, azaz a szorítógörgőt speciális karokban rugókra erősítettük (10. ábra). Ezt a görgőt az előző görgőről fogasrúd hajtja.

Ezt a szerkezetet (10. ábra) 90°-kal elfordíthatjuk, ami megkönnyíti a szalag berakását az állandó feszültségű görgők közé. A fokozatmentes hajtóművet kézileg, forgattyúval lehet vezérelni. Ez azonban nem zárja ki távvezérlés alkalmazásának lehetőségét, ha speciális hajtást vagy önműködő szabályzórendszert iktatunk be, a hajtásnak a hőmérsékletjellel való kapcsolása után.

A hajtó-húzó egység négy alapsebességet tesz lehetővé: 3, 6, 12 és 24 m/p, de a fokozatmentes hajtómű segítségével közbenső sebességek is kaphatók az egyes fokozatokon, folyamatos módon.

A szalagot felcsévélő dobot súrlódó tengelykapcsoló és reduktor közvetítésével hajtjuk.

Hűtőegység

Ez két körfolyamból áll: az elektródgörgőket hűtő és a szalagot hűtő körfolyamból. A szalagot hűtő körfolyam az utolsó elektródgörgő és az állandó feszültségű dobok közötti tartón elhelyezett három rézfúvókából áll.

A víz elvezetésére tartály szolgál, az érintkező vezetőgörgő alatt levő kifolyóval. Mindegyik fúvókán két beömlés van a víz és a levegő bevezetésére. A szalagot hűtő fúvókák a szalag két oldalán helyezkednek el. Az érintkező vezetőgörgőkhöz a vizet gumitömlőn vezetjük.

Mérőegység

A villamos jellemzők mérésére a beszerelt ampermérők, voltmérők és wattmérők szolgálnak. A szalag hőmérsékletét fotoelektromos pirométer méri, míg a folyékony elektródok hőmérsékletének mérésére folyadékos hőmérők vagy hőmérő ellenállások szolgálnak. A kiömlési görgős elektródnál a szigetelő burkolat felett elhelyezett fotoelektromos pirométert vízszintesen el lehet tolni.

Vezérlő-szabályozó egység

A fő szalaghevítési áramkört a szalagot az elektródagörgők között mozgató hajtórendszer előzetes beindítása után kapcsoljuk be.

A *GMZ* nyomógomb (10. ábra) zárja az *SM1* kontaktor tekercsének áramkörét. Ugyanekkor zárulnak a jelzőkörben levő érintkezők, az önleállító érintkező, valamint a fő táplálási áramkörben levő érintkező.

Ebben az állapotban a fő áramkört a *GTZ1* nyomógombbal lehet bekapcsolni, mire zárul az *SP* kontaktor tekercsének áramköre. Ekkor zárul az önleállítás érintkezője, valamint a *T* fő transzformátort bekapcsoló *St1* és *St2* kontaktorok tekercseinek áramkörében levő érintkező.

A mérőkészülékeket, valamint a kontaktorokat a mérőszekrényben, a jelzőlámpákat a vezérlőasztalon helyeztük el.

A szalag húzási feszültségét kézileg, pofás fék és állandó feszültségű görgők segítségével lehet szabályozni.

A hőmérséklet pontos szabályozására fokozatmentes hajtóművet alkalmaztunk, melynek segít-

ségével a szalag haladási sebessége folyamatos módon változtatható. A hőmérséklet kezdeti beállítása a görgős elektródok közötti távolság változtatásával, a sebesség vagy a tápláló transzformátor szekundér oldalán a feszültség fokozatos változtatásával állítható be.

Hogy a már mozgásban levő szalag haladási sebességét változtatni lehessen, a fokozatmentes hajtómű tengelyére forgattyút erősítettünk, melylyel lánchajtás közvetítésével ékhajtást lehet vezérelni. A szalag haladási sebességének kézi szabályozását, ha a szalaghőmérséklet helyesbítése végett történik, speciális rendszer beépítésével önműködő szabályozással lehet helyettesíteni.

Az ipari és laboratóriumi körülmények között végzett üzemi próbák eredményei

Az új szalaghőkezelési eljárást és a hozzá szükséges berendezést a Vasipari Kutató Intézetben dolgoztuk ki és készítettük el, majd felszereltük a Baildon Vasműben üzemi próbák lefolytatása céljából. Ezen a berendezésen az ellenőrző időszakban 21 t austenites és ferrites acélt hőkezeltünk.

a) *A berendezés munkája.* A berendezés jól dolgozott. ±20°C-nál nagyobb hőmérséklet-eltéréseket nem észleltünk. A szalag résfúvókákkal, két oldalról történő hűtésével szemben semmi kifogás sincs. Az elektródgörgők hőmérséklete kb. 80°C, ez munka közben sem emelkedik a vízhűtés miatt. A nagyobb keresztmetszetű (nagyobb X) szalagok nagy sebességek alkalmazásával végzett hőkezelése esetén a mért üzemi jellemzők jelentősen megközelítik a számított értékeket, ami a termikus hatásfokténvező megnövekedésére utal ($\eta = 0{,}92$). Az üzemi próbák ezenkívül kielégítő eredménnyel zárultak az elektródgörgők és a hevített szalag, valamint az elektródgörgő és az érintkező-fürdőben levő *Wood*-ötvözet közötti érintkezők munkáját illetően is.

b) *A vizsgált szalagok szilárdsági és technológiai tulajdonságai.* Ellenőrző szakítóvizsgálatokat végeztünk 1H18N9T acélból levő, 30×0,5 keresztmetszetű, $v_1 = 12$ m/p haladási sebesség mellett $Q_k = 1100$°C-ról és $v = 25$ m/p haladási sebesség mellett $Q_k = 1130$°C hőmérsékletről hőkezelt szalaggal.

Sűrített levegő és víz keverékével történő hűtés alkalmazásával a következő értékeket kaptuk:

$\sigma_B = 63{,}5$ kp/mm², $\delta_{10} = 55{,}6\%$ ($Q_k = 1100$°C)
$\sigma_B = 68{,}7$ kp/mm², $\delta_{10} = 51\ \%$ ($Q_k = 1130$°C)

míg a PN-59/H-92332 sz. szabvány által megkívánt minimális értékek:

σ_B min = 54 kp/mm², δ_{10} min = 45%

A szilárdsági követelmények tehát teljesültek, annak ellenére, hogy a hőkezelési sebesség négyszerte ($v_1 = 12$ m/p), sőt hatszorta ($v_2 = 25$ m/p) nagyobb volt, mint azelőtt. A homogenizáló hőkezelés célját, azaz a szalag lágyítását a nagy haladási sebesség ellenére is elérte (a hőkezelés előtt $\sigma_B = 119$ kp/mm², $\delta_{10} = 6{,}7\%$ volt).

Az ellenőrző vizsgálatokhoz nagyobb keresztmetszetű (pl. 98×0,8 mm), 0H18N9 acélból levő szalagokból vett próbatestek az új eljárással végzett hőkezelés után, üzemi feltételek között szintén teljesítik a PN-59-/H-92332 szabvány követelményeit, ugyanis: $\sigma_B = 61{,}5$ kp/mm² és $\delta_{10} = 57\%$.

Figyelmet érdemel a nagy nyúlás az elég nagy szakítószilárdság mellett, amilyent az eddigi hőkezelési feltételekkel nem sikerült elérni. Ez a hidegen hengerelt szalagok gyártásában nagyon kedvező jelenség.

Megvizsgáltunk azután szalagdarabokat kristályközi korrózió szempontjából *Strauss*-reagensben 24 órán át. A korrózióállóságot hangeljárással és a próbatestek hajtogatásával határoztuk meg. Egyik próbatestnél sem mutatkoztak kristályközi korrózió tünetei.

Nem kevésbé kedvező tulajdonságokat kaptunk H17 minőségű acélból levő, 105×0,5 mm méretű szalagokkal, melyeket közvetlen ellenállás-hevítéssel újrakristályosító hőkezelésnek vetettük alá. E szalag szakítószilárdsága hídhengerlés után 91,8—95,0 kp/mm² volt. A nyúlás 2,6—0,5%; viszont az új feltételekkel végzett hőkezelés után $\sigma_B = 55{,}7 - 68{,}9$ kp/mm², $\delta_{10} = 23{,}7 - 30{,}6\%$. Ugyanakkor az újrakristályosított állapotban nagyon finom a szemcse: az ASTM-skála szerint 8, amit az eddigi feltételek között nem lehet elérni.

A fent elmondottakból azt a következtetést lehet levonni, hogy a közvetlen ellenállás-hevítéssel dolgozó berendezésen végzett új szalaghőkezelési eljárás nemcsak teljesíteni tudja a szilárdsági és technológiai követelményeket, hanem még jobb szilárdsági tulajdonságokat is tud biztosítani, azonos képlékenységi tulajdonságok mellett.

c) *Gazdasági előnyök* — Itt a következőket kell megemlíteni:

1. Kedvezőbb szalagtulajdonságokat érünk el.

2. Többszörösére növekszik a berendezés teljesítőképessége a hagyományoshoz képest.

3. A berendezés hatásfoka 0,4-ről 0,9-re, sőt még nagyobbra növekszik.

4. Elmaradnak az üresjárási veszteségek.

5. A csarnokban kisebb gyártóterület szükséges.

6. Kisebb a beruházás.

1. Az új austenites hőkezelési eljárás jobb szilárdsági tulajdonságokat biztosít azonos képlékenységi tulajdonságok mellett.

2. Ha a hőkezelési sebességet az eddigi berendezésben $v = 5$ m/p-nek vesszük (maximális, ritkán alkalmazott sebesség), látható, hogy ez legfeljebb ötöde a közvetlen ellenálláshevítéssel elérhető $v = 25$ m/p sebességnek.

3. A berendezés hatásfokának és a villamos energiafogyasztásban elért megtakarításnak meghatározásakor a fent közölt méretű és sebességű szalagok hevítését vettük számításba.

15 mm² keresztmetszetű szalag tényleges teljesítményszükséglete $N = 30$ kW, míg 30 mm² keresztmetszetnél $N = 54$ kW. A szilit-tolókemencébe bevitt teljesítmény mindkét esetben kb. 100 kW. Egy óra alatt tehát az eddigi módszerrel végzett hevítés energiaszükséglete mindkét keresztmetszetnél 100 kWó, míg a közvetlen hevítésnél 30 és 45 kWó. A 30 mm² keresztmetszetű szalágnál tehát, melynél a fogyasztás 54 kWó, a következő a különbség: 100—54 = 46 kWó.

Ha ezt átszámítjuk a gyártott szalag 1 tonnájára, a következőt kapjuk. Az 1 óra alatt alakított szalag térfogatát a következő képletből számíthatjuk ki:

$$V = S\ v$$

ahol V szalagtérfogat, m^3
S szalagkeresztmetszet, m
v szalag haladási sebessége, m/ó.

Ha behelyettesítjük az értékeket, azt kapjuk, hogy:

$$V = 9\ dm^3/óra$$

melyből az alakított szalag súlya:

$$G = V\ \gamma$$

ahol $\gamma = 7{,}8\ kg/dm^3$ (fajsúly)
Ha behelyettesítjük a számértékeket, a következőket kapjuk:

$$G = 9 \cdot 7{,}8 = 70\ kg/óra$$

Ebből viszont a villamos energiában 1 t szalag után elért megtakarítás:

$$N/t = \frac{1000}{70} \cdot 46 = 658\ kWó/t\ szalag$$

15 mm^2 keresztmetszetű szalagnál, ha $P = 30$ kW, ez a megtakarítás tehát:

$$N/t = 2000\ kWó/t$$

d) *Üresjárási veszteségek kiküszöbölése.* Üresjárási veszteségek csak az eddig alkalmazott módszernél fordulnak elő.

Ugyanis a gyártásban szünetek vannak a szalagfajta megváltozása, betétanyag pillanatnyi hiánya stb. miatt, melyek alatt a kemencében fenn kell tartani az üzemi hőmérsékletet, mert az üzembehelyezés hosszadalmas és a kikapcsolás nem lenne gazdaságos a szünetek idejére. Tehát hevítéshez fel nem használt villamos energiát kell fogyasztani, amit már veszteségnek kell tekinteni.

A közvetlen hevítésnél villamos energiát csak a tényleges munka idején fogyasztunk. A berendezést tehát bármely pillanatban ki lehet kapcsolni és további munkákhoz be lehet kapcsolni.

e) *Takarékoskodás a csarnok gyártóterületével.* A csarnok gyártóterületéből aránylag sokat takaríthatunk meg. Ha az ismertetett prototípust tekintjük, melynek alapterülete a felcsévélő és lecsévélő dobokkal együtt 10 m^2 és összehasonlítjuk az eddigi berendezéssel, mely kb, 90 m^2 területet foglal el, a megtakarítás — mint ezen értékek különbsége — kb. 80 m^2.

Ha ugyanolyan termelést veszünk alapul az eddigi módszerrel, mint az új módszerrel, öt eddigi létesítmény alapterületét kell számításba venni, ami végeredményben 400 m^2 gyártóterület megtakarítását jelenti.

f) *Kisebb beruházás.* Ha a közvetlen ellenállás-hevítés termelékenységét ötszörte nagyobbnak vesszük, egy közvetlen hevítéses hőkezelő berendezéssel 5 teljes szilitkemencét lehet helyettesíteni, melyre az eddigi módszer szerinti szalaghőkezeléshez lenne szükség.

Ebből jelentős beruházási megtakarítások erednek, annál is inkább, mert a hőkezelő szilit-kemencéket Lengyelországban nem gyártjuk.

Ezenfelül az öt kemence kezeléséhez sokkal több ember szükséges.

A karbontartalom tulságos növekedése felületi rétegekben a Cr-, CrMn-típusú acélok cementálásakor

FRYDERYK STAUB — Dr. JERZY TYMOWSKI

DK 669.15:669.111.3;669.014

Dipl. Ing. Fryderik Staub a Lwowi Műszaki Egyetemen végzett, jelenleg a Gliwicei Műszaki Főiskola tanára
Dr. Ing. Jerzy Tymowski a Krakkói Bányászati és Kohászati Akadémián végzett, jelenleg a Gliwicei Kutatóintézetben dolgozik

Bevezetés

A 15H és 20H típusú króm- és a 14HG, valamint 20HG típusú CrMn-acélok cementált rétegében üzemi körülmények között egyes esetekben igen nehéz elérni szabályos szövetszerkezetet. Ezeknek az acéloknak a cementálásakor elég gyakran a karbon koncentrációja a cementált rétegben túlságosan megnő (ezek az acélfajták egyébként túlhevülésre hajlamosak). Még az edző kemencéből közvetlenül történő edzéskor az edzett kéreg felületi rétegében nagy mennyiségű karbid halmozódik fel; ezek a karbidok a szemcse bizonyos fokú növekedése során a volt austenit szemcséi körül szaggatott vagy folyamatos láncot alkotnak. Hasonló szövetszerkezet — a cementált gépalkatrészek szilárdsági tulajdonságaira kifejtett hatástól függetlenül — komoly mértékben gátolja az anyagnak például csiszolással készre való megmunkálását és ezenkívül a felületi repedések keletkezését is elősegíti.

A vizsgálatok megindításakor feltételeztük, hogy a króm jelenléte az austenitben, de még inkább a króm és mangán jelenléte gázzal történő cementálás során, nagy mértékben hozzájárul ahhoz, hogy a karbonnak a környezetből való átmenete az acélba meggyorsul. Ez egyébként a szakirodalomban található olyan vizsgálatok eredményeiből is kitűnik, melyek annak megállapítása céljából történtek, hogy a króm milyen hatással van az austenitben levő karbon termodinamikai aktivitására[1]. A karbon aktivitásának csökkenése a króm jelenléte következtében egyrészt hozzájárul a karbon atmoszférából acélrétegen át végbemenő abszorpciójának meggyorsulásához, másrészt pedig gyengíti a diffúzió folyamatát, azaz gátolja a karbon áramlását az oldat belsejébe. Ennek eredményeképpen a karbon koncentrációjának a felületen nagyobb mértékben kell növekednie, mint az acélon belül.

Az ötvözőelemek befolyása a karbonnak a gázatmoszférából az acélba való átmenetére eddig a szakirodalomban még nincs szélesebb körben, illetve részletesebben tisztázva, emellett az e témára vonatkozó anyagokról szóló adatok csak részleges jellegűek.

Laidler és *Taylor* [2] foglalkoztak az ötvözött acélok tiszta CO-ban való cementálásának folyamatával és megállapították, hogy az acél felülete által elnyelt karbon mennyisége és vegyi összetétele között bizonyos összefüggés van. A felsorolt kutatók ezzel kapcsolatosan olyan következtetésre jutottak, hogy az egyes acélfajtáknak az alábbi reakció tekintetében eltérő katalitikus aktivitásuk van:

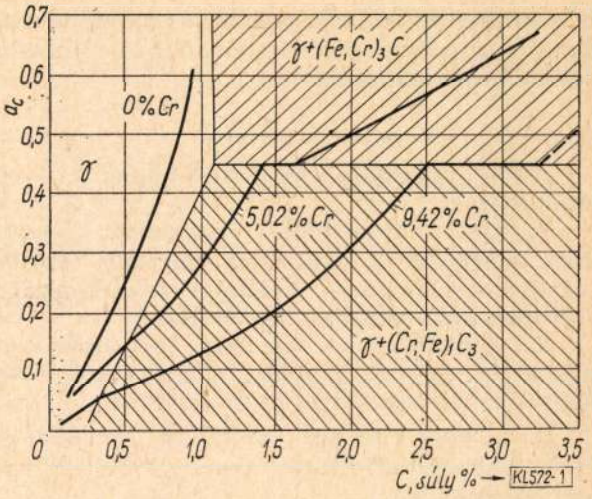
$$2\,CO \rightarrow C + CO_2$$

A nevezett kutatók azonban nem törekedtek a kérdés további megoldására, mivel szerintük nagyobb gyakorlati szerepe nincs.

Gendrel és *Jacque* [3] igen nagy tisztaságú vasat, valamint technikailag tiszta hidrogénben dekarbonizált és vákuumban olvasztott vasat $CH_4 + H_2$ atmoszférában cementáltak; az elsőnek említett nagy tisztaságú vas olvasztása az ún. zónás eljárással történt. A kapott eredmények összehasonlítása azt mutatja, hogy a nagyobb tisztaságú austenit cementálása gyorsabb, mint a kisebb tisztaságú vasé. A CH_4 állandó parciális nyomásán az atmoszférában a karbonkoncentráció növekedésének kezdeti sebessége a felületi rétegben azonos a metán bomlási reakciójának sebességével. Ez a sebesség 1000°C-on az ún. zónás olvasztással finomított vas esetében kb. 1,5-ször akkorának bizonyult, mint a kevésbé tiszta vasban. Ebből az következik, hogy az anyag nagyobb tisztasága fokozza a katalitikus aktivitás mértékét. A szakirodalomban azonban nem találhatók az acél ötvöző elemeinek a cementálás kezdeti szakaszára kifejtett hatásról adatok.

Az austenitben a karbonkoncentráció — amely állandó hőmérsékleten egyensúlyban van egy bizonvos stabilis atmoszférával — az acélban levő karbontartalom aktivitásának a függvénye és ezáltal szorosan összefügg a vegyi összetétellel. Az ötvözőelemeknek az austenitben levő acél aktivitására való hatása eddig számos kutató munkának a tárgyát képezte, azonban a megvizsgált rendszereknek a száma nem túlságosan nagy, mivel a kísérletek időtartama meglehetősen hosszú és ezenkívül a vizsgálatnak alávetett anyagok tekintetében feltétlenül maximális tisztaságot és a mérések pontosságát szigorúan meg kell követelni. *Smith* a vason és a karbonon kívül Mn, Si és Ni ötvözőalkotókat tartalmazó, azaz 3 alkotós ötvözetek karbon-tartalmának az aktivitását vizsgálta [4], [5]. *Schenck* és *Kaiser* részletesen foglalkozott az Al, Cr és Ni ötvözőelemek hatásával [6], *Flender* és *Wever* [1] pedig a Cr és V jelenlétének hatásával. Az igen tiszta ötvözetekkel végzett fenti vizsgálatokon kívül más olyan adatok nem állnak rendelkezésre, amelyek pl. megmutatják a két ötvözőelem egyidejű hatását, vagy a karbon aktivitását az ún. technikai ötvözetekben.

A rendelkezésre álló szakirodalmi adatokból megállapítható, hogy a króm és vanádium nagy mértékben csökkenti az acél karbontartalmának az aktivitását, ezzel szemben a szilícium és a nikkel fokozzák ugyanazt. Az *1. ábra* a karbon aktivitásának az alakulását mutatja a kétféle Fe—Cr—C ötvözeten belül 1000°C hőmérsékleten, a $CH_4 + H_2$



1. ábra. A króm hatása a karbon aktivitására oldaton belül 1000°C hőmérsékleten [1]

vegyületekkel fennálló egyensúlyon. Kisebb karbonkoncentráció esetében az aktivitást jellemző görbe pályája lineáris (ami egyébként a *Henry*-féle törvénnyel megegyezik). Az egyfázisos mezőből a kétfázisos mezőbe történő átmenetkor a görbék pályája megváltozik, miáltal dőlésük kevésbé meredek. Ennek ellenére a kétfázisos mezőben az aktivitás tovább növekszik, ellentétben a Fe—Fe_3C kétalkotós rendszeren belül uralkodó helyezettel, ahol a karbon austenitben való oldódási határának elérése az adott hőmérsékleten fennálló aktivitás maximumának felel meg.

Az elvégzett vizsgálatok eredményeiből kitűnik, hogy igen nehéz előre megállapítani az adott acélfajta cementálásakor végbemenő jelenségek folyamatát abban az esetben, amikor csupán néhány ötvözőelemnek csak a külön hatását ismerjük. A leírt vizsgálatokat, ahogy már a fentiekben említettük, többalkotós acélokon végezték [7], [8]. A szóban forgó vizsgálatokat nem jellemezte olyan pontosság, amely lehetővé tenné messzemenő következtetések levonását.

Az acél ötvözőinek a gázatmoszférából származó karbon abszorpciós sebességére kifejtett hatás vizsgálata során feltétlenül figyelembe kell venni azt, hogy az atmoszféra vegyi összetétele biztosítja a CO vagy CH_4 disszociációjából az acél felületében keletkező atomos karbon kellő utánpótlását. Ellenkező esetben az acél felületi rétegének karbontartalmát, helyesebben az acél felületi rétegében levő karbon mozgási sebességét meghatározó tényező a disszociáció sebessége. Ebből a szempontból tehát várható volt, hogy az acél karbidképző alkotóinak hatása az intenzív és a kivált karbonatom bizonyos többletét biztosító atmoszférában végzett cementáláskor kézzelfoghatóbb lesz. Az ilyen típusú atmoszférák alkalmazása belföldi viszonylatban (Lengyelországban) gyakori, nyers földgáz vagy folyékony szerves anyagok bomlasztásával kapott atmoszférák alakjában. Erre támaszkodva a saját vizsgálatok túlnyomó része éppen $CO + CH_4 + H_2$ típusú atmoszférában történt, amelynek jellegzetessége a nagy metántöbblet volt. Az acélpróbák cementálásának helye a $CO + CH_4 + H_2$-atmoszférában lehetővé

tette az áramlás fokának változtatását, valamint az eljárás meghatározott időtartamának elmúltával a próbák gyors lehűtését.

Saját vizsgálatok

A leírt vizsgálatok fontosabb tételei a következők voltak:

1. kiinduló cementálási vizsgálatok lebonyolítása, mégpedig az atmoszféra optimális összetételének meghatározása, valamint a karbonizálás időtartamának megállapítása céljából;

2. a próbák felületi rétegének karbontartalma és az acél karbonizálási időtartama és vegyi összetétele közötti összefüggés megállapítása;

3. a megválasztott acélfajták cementálása 900°C, valamint 870°C-tól egészen 1020°C-ig terjedő hőmérsékleten;

4. metallográfiai csiszolatok készítése a cementált próbákból, valamint a metallográfiai vizsgálatok lebonyolítása optikai és elektronmikroszkópok segítségével;

5. az adott acélfajtából kiválasztott próbák karbonizálása az endotermikus generátorban előállított ipari atmoszférában, összehasonlítás céljából.

Előzetes vizsgálatok

Az előzetes vizsgálatoknak alávetett acélok fajtái a következők: kb. 1% Cr-tartalmú krómacél (15H), hasonló króm- és kb. 1% Mn-tartalmú krómmangán-acél (14HG), valamint összehasonlítás céljából a 10 vagy 15 típusú karbonacél. A vizsgálatnak alávetett acélok vegyi összetétele az *1. táblázat*ban található.

A 45 és 55 mm átmérőjű rudak előzetes izzítása 1000°C hőmérsékleten 2 órán át történt, hűtésüket pedig kemencében végeztük, ami lehetővé tette ferrites-perlites szövetszerkezet elérését, kissé eldurvult szemcsékkel. Az ASTM szerinti szemcseméret a 10 és 15 típusú acélban 4 és 5, a 15H típusú acélban 6 és 7, a 14HG típusú acélban pedig 5 skálájú volt. Az izzított rudakat nagyolásnak vetettük alá, majd a több tételben végzett vizsgálat szükségleteinek megfelelő próbák készültek belőlük.

A próbák termokémiai kezelése

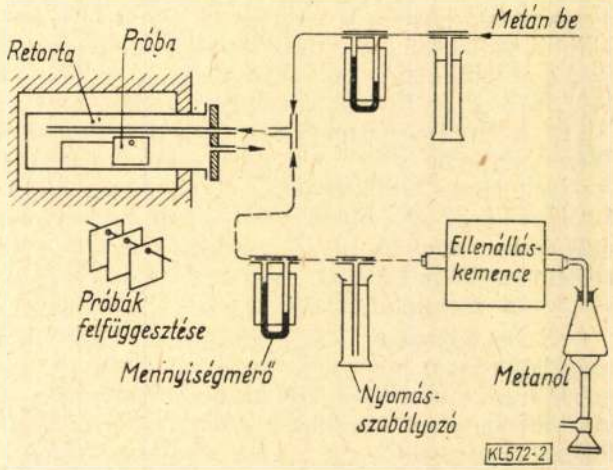
A különböző vegyi összetételű acélok felületi rétegének karbondúsítási kinetikáját a karbonizáló atmoszférában különböző időn át tartott 0,2 mm vastagságú lemezeken vizsgáltuk. Ezek a kísérletek csupán a különféle karbidképzőkkel ötvözött acélok viselkedésének összehasonlítását tették lehetővé. A kísérletekkel nem sikerült olyan adatokat kapni, amelyek a nagyobb méretű darabok felületi rétegében a karbontartalom tényleges növekedésének sebességére vonatkoznak, s a diffúzió modellje úgy fogható fel, mint az egy oldal felől határolt test esetében. A lemezalakú próbák felhasználásával végzett vizsgálatok kiegészítéseképpen hengeralakú próbákat is cementáltunk, ami lehetővé tette a diffúzió szerepének tisztázását. Ezek a kiegészítő vizsgálatok egyrészt az intenzív hatású atmoszférában laboratóriumi körülmények között, másrészt pedig a technikai célokra előállított enyhe hatású atmoszférában folytak le. A próbák cementálása laboratóriumi körülmények között PEM-1 típusú tokos kemencében történt, ahová a beépített acélretorta lehetővé tette a próbák gyors be- és kirakását *(2. ábra)*. A próbákat cementálásuk befejeztével levegőn vagy vízben hűtöttük.

A cementálás során alkalmazott gáz a metilalkohol gőzeinek termikus bomlásából származott (kb. 36% CO és 63% H_2); ezt pedig meghatározott mennyiségű metánnal (97% CH_4-tartalmú nyers földgáz alakjában) dúsítottuk. Az alkotók arányának a megválasztása úgy történt, hogy az intenzív cementáláskor a retortán belül koromüledék lehetőleg ne keletkezzék. A metán térfogati részesedése a keverékben kb. 25% volt.

A karbontartalom—cementálás időtartamának függvényében való meghatározása 30×30×0,2 milliméter méretű próbákon történt. A vizsgálatnak alávetett mindhárom acél karbonizálása, illetve cementálása egyidejűleg történt, mégpedig 900°C hőmérsékleten, 20 perctől egészen 6,5 óráig terjedő időtartam alatt. Hasonló vizsgálatok azonos hőmérsékleten 20 mm átmérőjű és 30 mm hosszúságú hengeralakú próbákon történtek. A metallográfiai vizsgálatokra szánt próbák 5—8 mm vastagságú lapok formájában készültek. A szóban forgó próbákat azonos gázkeverékben cementáltuk 870, 900, 960 és 1020°C hőmérsékleten 3—8 óra időtartammal.

A laboratóriumi vizsgálatok kiegészítéseképpen sor került a felületi rétegben a karbontartalom növekedési mértékének mérésére, mégpedig 20 mm átmérőjű hengeralakú próbákon, amelyek cementálása mintegy 300 kg befogadóképességű üzemi kemencében történt; a kemencét az endotermikus generátorból származó atmoszférával működtettük. Metán hozzáadásával történt dúsítás során a kemence atmoszférájának összetétele a következő volt: kb. 0,2% CO_2, kb. 0,2% O_2, 15—16,5% CO, 34—35% H_2, 12,5—13,2% CH_4, kb. 35% N_2.

918—925°C hőmérsékleteken a cementálás időtartama 30 perctől egészen 15 óráig terjedt. A tervezett időtartam elteltével a próbákat vízben hűtöttük, majd megeresztettük és végül vegyelemzésre adtuk.

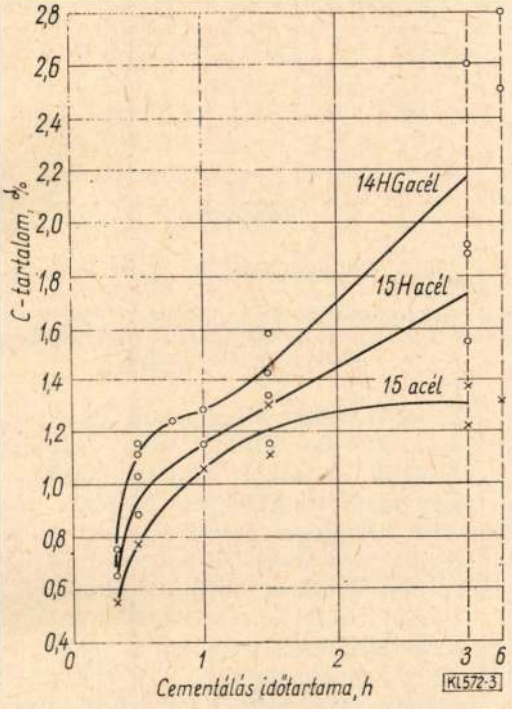


2. ábra. Vékony próbák cementálására szolgáló készülék vázlata

A vizsgálatok eredménye

A felületi réteg karbontartalmának növekedése

A 900°C hőmérsékleten különböző időn át egyidejűen cementált lemezszerű próbák elemzése kimutatta azt, hogy a vizsgálatnak alávetett acélpróbák karbontartalmának relatív eltérése minden alkalommal azonosan alakult ki, nevezetesen a legintenzívebben a 14HG típusú acél cementálódik, némileg kisebb mértékben a 15H típusú acél és a leggyengébben a 15 típusú karbonacél. A *3. ábrán* levő görbék a karbontartalom



3. ábra. A vékony próbák karbontartalma a cementálás időtartamának függvényében

alakulását mutatják a cementálás időtartamának függvényében; mindkét fajta ötvözött acélra vonatkozó görbék pályája eltér a karbonacélt jellemző görbe pályájától. A 15 típusú acél esetében a karbontartalomban határérték mutatkozik, amely az adott cementálási körülmények között kb. 2 óra után jelentkezik és hozzávetőlegesen 1,3% C-nak felel meg. A 15H és 14HG típusú acél esetében 1,0—1,3% C határon belül a karbonizálási sebesség látható csökkenése után a karbontartalom növekedése tovább gyorsult, miáltal nem lehetett a határértéket még hat óra után sem meghatározni. A karbonacél maximális oldhatósága a cementálási időtartam függvényében megközelítően az alábbiak szerint alakul:

$$C\,\% = A\,(1 - e^{k\tau})$$

ahol A és k állandók,

τ a cementálási időtartam órákban kifejezve.

Az állandók értékének meghatározása grafikai módszerrel történt, oly módon, hogy a lefolytatott mérések eredményét a diagramon log (A—C) időtartam függvényében tüntettük fel *(4. ábra)*. A legkisebb eltéréseket a mérések eredményeitől a következő állandóknál értük el:

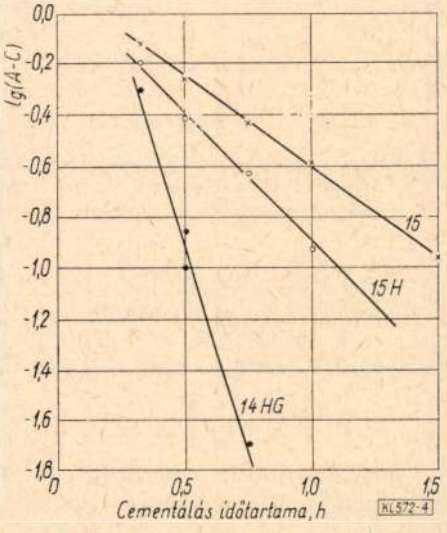
15 típusú acél $A = 1{,}32$, $k = -1{,}7$
15^{H} típusú acél $A = 1{,}28$, $k = -2{,}2$

A 14HG típusú acél esetében szükségessé vált az egyenlet módosítása és még egy állandó bevezetése:

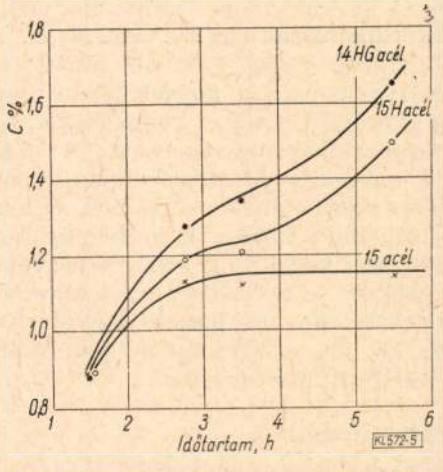
$$C\,\% = A\,(1 - Be^{\tau k})$$

A részletes értékek a következők: $A = 1{,}24$, $B = 4{,}2$, $k = 7{,}4$.

A 20 mm átmérőjű hengeralakú próbák azonos atmoszférában való karbonizálásának eredménye a különböző vegyi összetételű acél viselkedése tekintetében megközelítően hasonló volt. A 0,10 mm vastagságú felületi réteg karbontartalma azonos időtartammal diffúzió hatására lényegesen kisebb, mint a kísérletek előbbi sorozatában, ami egyébként az *5. ábrán* is látható. A karbonacél felületi rétegének karbontartalma a korábbi esethez hasonlóan, látható határt mutat. Értéke az alkalmazott vizsgálati viszonyok között 1,14% C volt. Mindkét ötvözött acélban az oldhatóság határának túllépése után a karbontartalom tovább növekedett, mégpedig gyorsabban mint a króm-mangán-acél esetében.



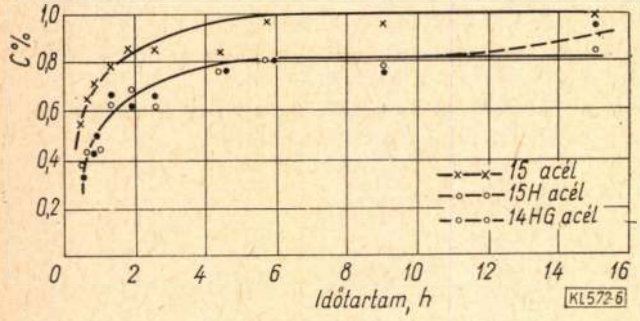
4. ábra. A log (A—C) a τ időtartam függvényében a lemezpróbák cementálásának kiinduló fázisában



5. ábra. A 0,10 mm vastagságú felületi réteg karbontartalma — a hengeralakú próbákon — a cementálás időtartamának függvényében

Az üzemi körülmények között alkalmazott atmoszférában a karbonizálásnak alávetett hengeralakú próbák esetében kapott függvény alakulása más volt. Ez alkalommal a 15 típusú acélban a karbontartalom lényegesen nagyobb volt, mint az ötvözött acélokban, ami egyébként a *6. ábrán* levő diagramról is látható. Az utóbbiak ezenkívül meglehetősen közelálló eredményeket mutattak, úgyhogy lehetővé vált csupán egy görbe igénybevétele az időtől való függőség meghatározása céljából, a jelentéktelen eltérések viszont elsősorban annak tulajdoníthatók, hogy bizonyos mennyiségű korom-üledék képződött.

A mérések eredményét matematikai elemzésnek is alávetettük, mégpedig a felületi réteg karbonkoncentrációja és az időtartam közötti összefüggés jellegének meghatározása céljából. Ez alkalommal megállapítottuk azt, hogy a mérések



6. ábra. A 0,10 mm vastagságú felületi réteg karbontartalma — hengeralakú próbákon — a cementálás időtartamának függvényében

eredménye nem felel meg az előbbiekben meghatározott függvénynek, nevezetesen a $C = A(1 - e^{k\tau})$-nak, a kísérletekkel való legjobb egyezés az alábbi egyenlet esetében volt tapasztalható:

$$C\% = \frac{\tau}{A + B}$$

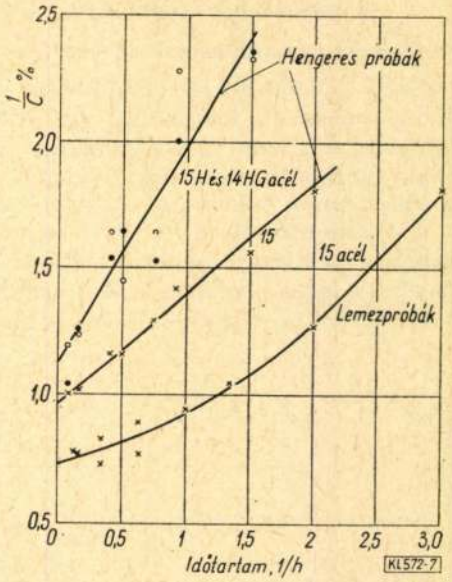
ahol τ a cementálás időtartama órákban kifejezve.

A 15 típusú acélra vontkozó együtthatók értéke a következő: $A = 0{,}43$ és $B = 0{,}97$.

Meghatározásuk — az előbbi esethez hasonlóan — grafikai módszer segítségével történt, mégpedig a *7. ábrán* bemutatott diagram % C^{-1} óra^{-1} koordinátáinak igénybevételével. A 15H és 14HG típusú acélok esetében kapott eredmények értékének szórása meglehetősen nagy volt. Az A és B értékek estében viszonylag a legkisebb eltérés tapasztalható, nevezetesen: $A = 0{,}84$, $B = 1{,}14$. A mérések eredményeképpen kapott értékek közepes relatív eltérése a számítással meghatározott értékekhez képest a karbonacél esetében 2,5% volt, ami közel áll a lemezes próbákkal kapott értékekhez. Az ötvözött acélok esetében az eredmények szórása lényegesen nagyobb volt, nevezetesen kb. 6% a 15H típusú acél esetében és 5,3% a 14HG típusú acélében.

Metallográfiai vizsgálatok

A felülettel közvetlenül érintkező zóna szövetszerkezetének megfigyelése céljából a cementált próbákat elvágásuk után epoxi-gyantával öntöt-



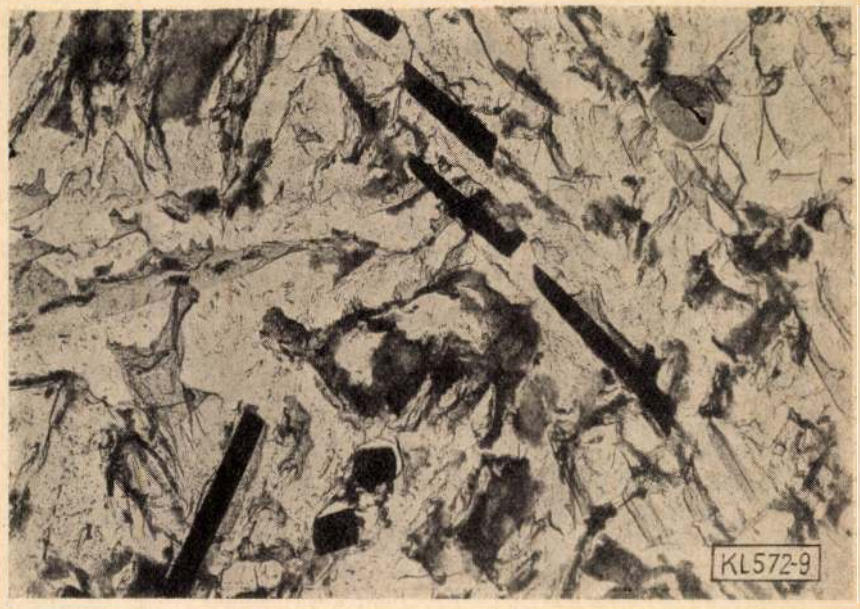
7. ábra. $\frac{1}{C\%}$ az $\frac{1}{\tau}$ függvényében az ipari atmoszférában cementált hengeralakú próbák esetében (Összehasonlítás céljából a 15 típusú acélból készült lemezpróbákra vonatkozó görbe szerepel)

tük körül; az e célból alkalmazott gyantát, keménységének növelése céljából, kvarc- vagy üvegporral telítettük. A csiszolt felületek simítása vízhatlan ciszolópapír segítségével történt, majd a csiszolatokat különleges polírozó gépen gyémántpaszták segítségével mechanikusan políroztuk. Az elkészített csiszolatokat pikrinsav oldatával marattuk. A felületi rétegben levő karbidok elhelyezkedésének megállapítása céljából a pikrinsav oldatát 50°C-ra felmelegítettük. A karbidkiválások orientációjának meghatározását célzó nagyobb mértékű nagyítással történt megfigyelések céljára használt csiszolatokat pótlólag vasklorid oldatával marattuk.

A 900°C hőmérsékleten történt karbonizálással kapott szövetszerkezet megfigyelése lehetővé tette annak megállapítását, hogy a szabad karbidok kiválása a vizsgálatnak alávetett ötvözött acélokban a próba felületén kezdődik és az austenites szemcsék határa mentén halad. A 14HG típusú



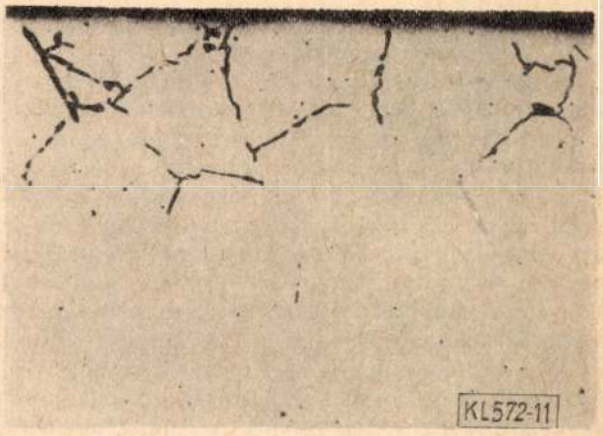
8. ábra. 900°C hőmérsékleten 8,5 órán át cementált 14HG típusú acél felületi rétegének szövetszerkezete. Világos karbidkiválások martenzites alapon. Maratva: salétromsavval. Nagyítás: 500×



9. ábra. Finom karbidok a 14HG típusú acél cementált rétegében. Kétfokozatos lenyomat: karbonnal, vagy szénporral szórt kolodion-matrica. Elektronoptikai nagyítás: 3000×. Teljes nagyítás: 5200×



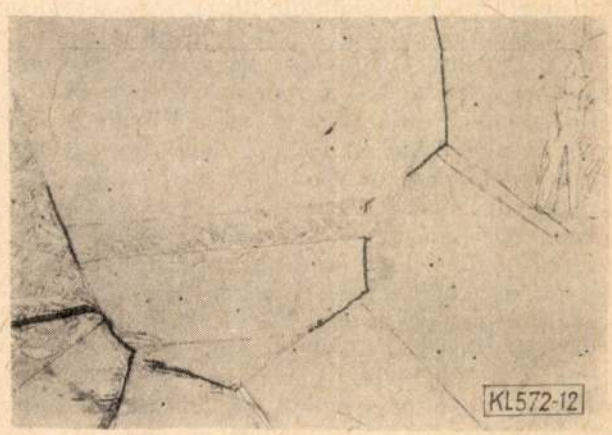
10. ábra. 870°C hőmérsékleten 5,5 órán át cementált 15H típusú acél szövetszerkezete. Finom karbidkiválások martenzit- és maradék austenit-alapon. Maratva: nátriumpikrinát + $FeCl_3$ oldatban. Nagyítás: 500×



11. ábra. 960°C hőmérsékleten 5,5 órán át cementált 14HG típusú acél szövetszerkezete. Karbidok kiválása az austenitszemcsék határán. Maratva: nátriumpikrináttal. Nagyítás: 250×

acél esetében megállapítottuk azt, hogy a karbidok mennyisége itt az azonos körülmények között kezelt 15H típusú acélhoz képest lényegesen nagyobb. A cementálás időtartamának meghosszabbítása, ami azonos hatású a karbonkoncentráció növekedésével, a felületi rétegben végső fokon a karbidok kristályon belüli keletkezésére vezet. E kiválások rendszerint egymáshoz viszonyítva, párhuzamosan elhelyezkedő, kissé ovális alakú nyújtott tűkből állnak *(8. ábra)*. Az extrakciós replikákról elektronmikroszkóp segítségével kapott nagyítások azt mutatják, hogy az említett, egymáshoz képest párhuzamosan elhelyezkedő kiválások lapkaszerűek és széleik le vannak metszve *(9. ábra)*. A karbonacélban még az izotermikus viszonyok között végzett intenzív cementálás hatására sem keletkeznek a cementált réteg belsejében karbidok. Csupán a felületi rétegben, de különösen annak szélein képződnek karbidszemcsék, amelyek mennyisége a cementálás időtartamának növekedésével párhuzamosan növekszik.

A cementálás hőmérsékletének 870°C-ra való csökkentése némileg megváltoztatja a karbidok



12. ábra. 1020°C hőmérsékleten cementált 14HG típusú acél szövetszerkezete; a cementálás időtartama 3 óra. Jelentéktelen mennyiségű karbidkiválások a durva austenitszemcsék határán. Maratva: nátrium-pikrinát + $FeCl_3$-mal. Nagyítás: 500×

alakját és elhelyezkedését az ötvözött acélban. Ekkor kisebb mennyiségű, nagyobb méretű kiválások fordulnak elő a szemcsehatárokon, viszont a szemcséken belül számos és igen finom kiválások tapasz-

talhatók *(10. ábra)*. A hőmérsékletnek 960°C-ra való növelése az atmoszféra összetételének megtartása mellett általában a kiválások mennyiségének csökkenésére vezet és a szemcséken belül a kiválások teljesen eltűnnek *(11. ábra)*. A cementálás hőmérsékletének további növelése (pl. 1020°C-ra) azt eredményezi, hogy a szabad karbidok a 15H típusú acélon belül teljesen eltűnnek. A 14HG típusú acélban csupán igen jelentéktelen és finom kiválások láthatók, amelyek az erősen kifejlődött szemcsehatárokon helyezkednek el *(12. ábra)*.

Az eredmények elemzése és megvitatása

A karbon koncentrálódása a cementált acél felületi rétegében számos tényezőtől függ, elsősorban pedig az alábbiakban felsoroltaktól:

a) a CO-disszociáció reakciójának sebességétől CH_4 jelenlétében, amely a karbont atomos alakban szabadíthatja fel,

b) a karbon abszorpciójának sebességétől az acél felületén,

c) a karbon eltávozásától a szilárd oldat felületéről diffúzió közvetítésével.

A lefolytatott vizsgálatok eredményei alapján megállapítható, hogy az acél karbidképző alkotóinak tartalma hatással van a karbon cementáló atmoszférából való abszorpciójának sebességére, valamint a karbontartalom növekedésére a felületen, amely egyébként a karbonabszorpció és az acél belsejében való diffúzió közös eredménye. Ez a hatás a karbon grafitpehely alakjában való kicsapódásának különböző intenzitású folyamatában is megmutatkozik, mégpedig az acél felületi rétegében kialakult maximális koncentrálódás előtt. Elfogadható, hogy mind az abszorpció, mind a diffúzió elsősorban a karbonnak a γ oldatban való termodinamikus aktivitásától függ.

Annak ellenére, hogy az egyensúlyi állapotot jellemző paraméterek meghatározása által ezt nem sikerült közvetlenül kimutatni, nem kétséges, hogy a króm és mangán egyidejű jelenléte az acélban (pl. a 14HG típusban) lényegesen nagyobb mértékben csökkenti a karbon aktivitását oldaton belül, mint a króm önmagában. Mindkét fajta ötvözött acél esetében jellemző a karbon felületi koncentrációjának növekedése a cementálás időtartamával. Az intenzíven ható atmoszférában a karbonkoncentráció erős kezdeti növekedése az oldaton belüli oldhatóság maximális határának megközelítéséhez mérten gyengül. Az oldhatósági határ túllépése után, azaz 1,2—1,3% C-tól kezdve a felületi réteg karbontartalmának további gyors növekedése kezdődik. A görbének ilyen fajtájú pályája teljesen megegyezik a fentiekben említett kutatómunkák eredményeivel, amelyek szerint a karbon aktivitása a Fe—Cr—C ötvözetekben az egyfázisos térből a kétfázisos térbe történő átmenet után lasabban növekszik.

A mérsékelt hatású ipari atmoszférában lefolytatott vizsgálatok eredményei a vártnál rosszabbak voltak. Feltételezhető, hogy az acél vegyi összetételének hatása vagy a metándisszociáció reakciójának meggyorsulásában, illetve a metán és CO disszociációs reakciójának meggyorsulásában, vagy pedig a felületi karbon abszorpciójának csökkenésében nyilvánult meg olyan körülmények között, amikor ezek a folyamatok az O_2-, CO_2-, illetve H_2O-tartalmú atmoszférában mentek végbe. Ennek eredménye minden esetre abban nyilvánul meg, hogy a karbon-atomnak egy része intenzívebben válik ki grafit alakjában.

Az $(FeCr)_3C$ összetételű karbidok a nem túlságosan nagy krómtartalmú acélban az energetikailag kedvező helyeken abban a pillanatban válnak ki, amikor a karbon maximális oldhatóságát az adott hőmérsékleten túlléptük. Ugyanez a $(FeCrMn)_3C$ karbidokra is vonatkozik, a króm-mangán acélban. A karbidok elsősorban a szemcsék határán válnak ki. A kiválások a nehezebb karbondiffúziók körülményei között kristályokon belül is keletkeznek, mégpedig az austenit szemcsék kristálytanilag kedvező síkjain.

Összefoglaló következtetések

A végzett vizsgálatokból levont következtetések a következők. Az acél olyan karbidképző alkotóinak a jelenléte, mint pl. a króm vagy a króm és mangán, gyorsítja a karbonnak a felületi rétegen keresztüli abszorpcióját, ha intenzíven ható atmoszférában történik a gázcementálás. A karbonizáló atmoszférában azonos hevítési feltételek között a krómot és mangánt tartalmazó acél felületi rétegében növekszik a leggyorsabban a karbontartalom, míg a csupán krómot tartalmazó acélban ez a folyamat valamivel lassúbb, a karbonacélban pedig a leglassúbb. Ez egyébként a karbon γ-oldatban érvényes termodinamikai aktivitásának a csökkenéséből adódik króm jelenlétében és további csökkenéséből króm és mangán egyidejű jelenlétében.

Olyan körülmények között, amikor a karbon acél belsejébe való diffúziós vándorlása nem figyelhető meg, a karbontartalom növekedésének sebessége a próbán belül olyan függvénnyel fejezhető ki, amelynek alakja mindhárom anyag esetében csupán az állandók értékeiben különbözik. 900°C hőmérsékleten és a karbon felületkoncentráció-növekedésének legnagyobb sebességén a koncentráció az idő függvényében így fejezhető ki:

15 típusú acél $C = 1{,}32(1 - e^{-1{,}7\tau})$
15H típusú acél $C = 1{,}28(1 - e^{-2{,}2\tau})$
14HG típusú acél $C = 1{,}24(1 - 4{,}2\, e^{-7{,}5\tau})$

Ipari endotermikus atmoszférában történő cementáláskor az acél vegyi összetétele hatással van a koromkiválás intenzitására, aminek következtében a karbon felületi koncentrációja csökken. A koromkiválás legkisebb hajlama a karboncél esetében volt tapasztalható.

Olyan körülmények között, amikor a karbon felületi koncentrációja többek között a fémes fázis belsejébe történő diffúzió sebességétől függ, a koncentrációnak az időtartamtól való függése az előbbiektől eltér. 920°C hőmérsékleten a 15 típusú acélra kapott mérések eredménye alapján az egyenlet a következő:

$$C = \frac{\tau}{0{,}43 + 0{,}97\tau}$$

A koromkiválás felületi hatása következtében a felületi karbontartalom növekedése a 15H és 14HG típusú acéloknál az eredmény értékeinek nagy szórása mellett kisebbnek bizonyult. A kapott eredmény hozzávetőlegesen az alábbi egyenlettel fejezhető ki:

$$C=\frac{\tau}{0{,}84+1{,}14\tau}$$

A karbonacél cementálása során a karbonkoncentráció a felületi rétegben növekszik, mégpedig hozzávetőlegesen az egyensúlyi diagram SE vonalával meghatározott oldhatósági határig. További hevítés intenzíven karbonizáló atmoszférában arra vezet, hogy az acél felületén cementitből csupán vékony réteg képződik, vagy pedig különálló, de az acél felületével kapcsolatos cementitkiválás adódik.

Krómot és mangánt tartalmazó acélban a koncentráció növekedése a maximális oldhatóság görbéjével nincs korlátozva. E határ túllépése után a felületi réteg karbontartalma tovább növekszik és növekedése a szabad karbidok kiválásával kapcsolatos. E karbidok szövetszerkezete a kb. 1% Cr- és 1% Mn-tartalmú acélban a cementitéhez hasonlít.

A karbidok alakja cementálás után nagymértékben függ a szemcse nagyságától és az eljárás hőmérsékletétől is. Nagy hőmérsékleten történő cementálás durva szemcsézetnek és a szemcsék körüli hálós kiválásoknak kedvez. Ezek a kiválások szorosan kapcsolatosak a szomszédos szemcsék orientációjával. A nehéz körülmények között végbemenő diffúzió esetén a karbonizálás, illetve cementálás alacsony hőmérsékletén nagy mennyiségű finom kiválások képződésére való hajlam tapasztalható. Ezek a kiválások egyes esetekben az austenitszemcsén belül elhelyezkedő párhuzamosan húzódó tűk alakjában mutatkoznak.

A cementálás hőmérsékletéről történő lassú hűtéskor képződő hipereutektoidos karbidok többnyire folyamatos hálós szerkezetet alkotnak az austenitszemcsék körül. Igen durva szemcsék esetén *Widmannstädten* szövetszerkezet képződésére való hajlam tapasztalható.

A termokémiai kezelés gyakorlata számára, különösen pedig a króm-mangán acélok esetére az alábbi ajánlás fogalmazható meg:

1. a szabad karbidoknak a cementált rétegben való kiválása csak a kis karbonpotenciállal rendelkező atmoszférák alkalmazásakor akadályozható meg, amely atmoszféra egyébként megakadályozza a karbonkoncentráció növekedését az oldhatóság határához az austenitban. Ez nem csupán a közepes koncentrációkra, hanem azokra is vonatkozik, amelyek egyes mikrofázisokat (mikrozónákat), például a szemcsék határát jellemzik;

2. ezeknek az acéloknak a cementálását tehát olyan atmoszférában kell elvégezni, amelyeknek meghatározott, viszonylag kis karbonpotenciáljuk van, legalábbis a cementálási ciklus utolsó fázisában (utolsó 1/3-ban); az edzési hőmérsékletre való hevítést lehetőleg minél gyorsabban kell elvégezni. A cementálás folyamatának meggyorsítása a szabad karbidok képződésének egyidejű gátlása mellett csak a cementálási hőmérséklet növelésével érhető el, ami viszont a szemcsék növekedésével jár. A szemcsék finomodása csak külön hőkezeléssel biztosítható.

IRODALOM

[1] *Flender—Wever:* Archiv f. das Eisenhüttenwesen *34*, 1963. 729.
[2] *Laidler—Taylor:* Journ. of the Iron and Steel Inst., *165*, 1950. 23—39.
[3] *Gendrel—Jacque:* Compt. Rend. Acad. Sci. *254*, 1962. 1055—57.
[4] *Smith:* Journ. Amer. Chem. Society, *70*, 1948. 2724—29.
[5] *Smith:* Trans. of the Metallurg. Society of AIME, *218*, 1960. 62—64.
[6] *Schenck—Kaiser:* Archiv f. das Eisenhüttenwesen *31*, 1960. 227—235.
[7] *Schmidt—Wünning:* Härterei-Technische Mitteilungen, *16*, 1961. 7—12.
[8] *Ruffle:* Metal Treatm. and Drop Forging, *25*, 1958. 397—403.
[9] *Tymowski:* Warunki powstawania i postac wystepowania swobodnych weglików w warstwie naweglonej stali chromowej i chromowo-manganowej, Gliwice, 1965.

A vaskohászat rövid hírei

A Lenin Kohászati Művekben megkezdték az újtípusú hajómotorokhoz szükséges *hatlökетű forgattyús tengelyek* sorozatgyártását. A tengelyek készremunkálását a Ganz-MÁVAG végzi.

*

A budapesti földalatti vasút részére szükséges *áramszedő síneket* a Lenin Kohászati Művek fogja gyártani. A műszaki előírásoknak megfelelő összetételű acél sikeres gyártási kísérletei után eredménnyel zárultak a próbahengerlések is.

*

A Magnezitipari Művekben legyártották a gyöngyösvisontai hőerőmű kéményének mázzal bevont, *saválló béléstégláit* az átvételi feltételeknek megfelelő minőségben és mennyiségben.

*

A Salgótarjáni Acélárugyárbanban megkezdődött *a földgázprogram megvalósítása*. A beruházási program elkészült. A földgáz-távvezeték és fogadóállomás tervezési és kivitelezési munkálatait az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt végzi. A távvezetéket és fogadóállomást előreláthatólag november 30-ig üzembehelyezik. A Salgótarjáni Acélárugyár vizsgálatai szerint a kemencepark 50—60%-a kisebb átalakításokkal alkalmas a földgáztüzelésre.

*

Hároméves szakmai tapasztalatszerzésre kohászfiatalok utaznak a Német Demokratikus Köztársaság kohászati üzemeibe. A kiküldetés célja, hogy a fiatal dolgozók megismerjék az NDK kohászati üzemeit és *szakmai gyakorlatot szerezzenek*.

*

A Vasas Szakszervezet és a Vaskohászati Igazgatóság értékelte a *szakmai párosverseny* 1967. első félévi eredményét. Az értékelés szerint a kohó gyárrészlegek versenyében a Dunai Vasmű, az acélművek és a hengerművek versenyében a Lenin Kohászati Művek szerezte meg az első helyet. (TJ)

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: Lomniczy Dezső

A Nagy Októberi Szocialista Forradalom 50. évfordulójára

A KGST-országok együttműködése a fémkohászatban

Dr. LÉVÁRDI FERENC,
a műszaki tudományok kandidátusa, nehézipari miniszter, a KGST Fémkohászati Állandó Bizottságának elnöke

Amikor 50 évvel ezelőtt az Auróra cirkáló fedélzetéről leadott ágyúlövések egy új korszak születését adták hírül a világnak, majd pedig ismeretessé váltak az új szovjetállam tervei, társadalomátalakító elképzelései, még a magukat objektívnek valló körök is erősen kételkedtek abban, hogy a célkitűzések megvalósíthatók.

A cári Oroszország, mint ismeretes, Európa egyik legelmaradottabb országa volt. Az első szocialista ország helyzetét pedig súlyosbította, hogy az első világháború, és az ezt követő imperialista intervenció az ország erőforrásait csaknem teljesen kimerítette.

Ilyen előzmények után, történelmileg rövid idő alatt felszámolni az írástudatlanságot, megszüntetni a nyomort, fejlett népgazdaságot teremteni — a tőkés viszonyok között nem lett volna lehetséges.

A szocialista termelési viszonyok létrejötte, a kizsákmányolás megszüntetése, a Szovjetunió népeinek alkotókészsége, szorgalmas munkája, a kommunisták kezdeményező lendülete példátlan gyors fejlődést eredményezett. Gyakorlatilag 15 év alatt teremtették meg azt az ipari bázist, amelyre támaszkodva győzelmesen vívták meg a támadó hitleri Németország ellen a második világháborút, és a félig rombadöntött országot újjáépítve, napjainkban az élvonalban ostromolják a világűr titkait. Korunk embere a múltat feledve már hozzászokott ahhoz, hogy a műszaki élet minden területén egyre több korszerű szovjet gyártmánnyal, géppel, vagy egyéb kimagasló műszaki-gazdasági eredménnyel találkozik. Bizonyítható ez a Kohászati Lapok olvasóit speciálisan érdeklő színesfémipar területéről is:

A legnagyobb szovjet rézkombinátokban a konverterrézbe való fémkihozatal 96,8—97,0%, a fontosabb segédanyagok fajlagos felhasználása pedig: egyezményes tüzelőanyag — 1050 kg/t, villamosenergia — 420 kWó/t nyersréz. Az ólomkohászatban a kohósítás fémkihozatala 93—97%, az egyezményes tüzelőanyag felhasználás 278 kg/t nyersólom. A legnagyobb cinkkohókban az elektrolízis áramhatásfoka eléri a 89%-ot és a komplex cinkkihozatal 92—94,5%. Az egyik urali, kombinált eljárással üzemelő timföldgyár főbb adatai: timföldkihozatal: 88,5%, marónátron felhasználás: 73 kg/t, szódafelhasználás: 5,7 kg/t, a nagy alumíniumkohókban pedig 87—88%-os áramhatásfokot és 15,5—16 kWó/kg technológiai áramfajlagost értek el.

A cári Oroszország színesfémtermelése 1913-ban: réz — 17 000 t, ólom — 15 000 t, horgany — 3000 t. Egyéb színes- és ritkafémtermelés gyakorlatilag nem volt.

Ma a Szovjetunió a kohászati termékek volumene tekintetében a világranglista második helyén áll. Az elmúlt 50 év alatt mintegy 300 korszerű színesfémkohászati üzem létesült és a termékválaszték szilárd bázist nyújt a népgazdaság valamennyi ága fejlesztéséhez, a tömegcikkgyártástól az elektronikáig, a rakétatechnikáig.

A második világháború óta eltelt években a Szovjetunió példája nyomán és segítségével előbb Európában, majd Ázsiában és végül Amerikában további 13 ország építi a szocializmust. A szocialista országok, és ezek között is elsősorban a KGST-ben együttműködő országok gazdasági téren is egyre szorosabbra fűzik kapcsolataikat, és eközben az együttműködés olyan újtípusú, a teljes egyenrangúságra alapuló formáit hozták létre, melyek a tőkés világban elképzelhetetlenek. E kapcsolatok illusztrálására szolgáljanak az alábbi, szintén a színesfémipar területéről vett példák:

Az elmúlt évben a KGST országok legfontosabb színesfém szükségletük legnagyobb részét az alábbiak szerint (százalékban) a Szovjetunióból, illetve más szocialista országokból fedezték:

	Szovjetunióból	Szoc. országokból összesen
Réz	64	67
Cink	60	91
Ólom	73	90
Nikkel	84	90
Alumínium	95	100

A szocialista tábor gazdasági együttműködése nem merül ki természetesen csupán kereskedelmi kapcsolatokban. Hazai szakembereink emlékeznek azokra az erőfeszítésekre, melyekkel a viszonylag jelentős bauxitkészleteink és az olcsó energiaforrásaink hiánya közötti ellentétet kívántuk áthidalni. Ezen a téren az együttműködés mérföldköveit jelzik a Csehszlovákiával, Lengyelországgal, majd végül a — döntő megoldást jelentő — Szovjetunióval kötött egyezményeink. Ez utóbbi megnyitotta a lehetőséget ahhoz, hogy bauxitkincsünket gazdaságosan dolgozzuk fel késztermékekre, és belépjünk a világviszonylatban is fejlett alumíniumfeldolgozó iparral rendelkező országok sorába.

A KGST-be tömörült országok együttműködé-

sének eredményeit az elmúlt néhány évben több nagy jelentőségű fémkohászati létesítmény üzembehelyezése is jelzi. Ezek közül megemlíthetem a Szovjetunió tervei alapján Romániában felépült timföldgyárat, a Bulgária, Csehszlovákia és Szovjetunió összefogása nyomán létesült „Medet" (Bulgária) rézbányát és dúsítóművet, vagy a csehszlovák, lengyel, szovjet együttműködéssel Lengyelországban épülő rézkombinátot. A magyar alumínium félgyártmány ipar korszerűsítése szintén elsősorban szovjet tervek és berendezések igénybevételével valósul meg.

Nagy eredmények születtek a színesfémipari műszaki-tudományos együttműködés területén. Büszkék lehetünk arra, hogy a Szovjetunió alumíniumkohászatának fejlesztéséhez felhasználta a magyar szakemberek tapasztalatait is.

A Nagy Októberi Szocialista Forradalom 50. évfordulójáról történő megemlékezés adjon újabb lendületet a szocialista országok közötti baráti együttműködés továbbfejlesztésének, az ebben rejlő, még ki nem használt lehetőségek kiaknázására, a magyar nép, az egész szocialista világrendszer javára.

Halálozás

BREZNYIK KÁROLY
1889—1967



Ismét eltávozott közülünk valaki, úgy, ahogyan élt, csendben, szerényen.

Ha valakiről őszintén el lehet mondani, hogy mindene a lelkiismeretes munka volt, akkor ezt a szeptember 8-án elhunyt *Breznyik Károlyról* nyugodt lelkiismerettel állíthatjuk.

Breznyik Károly aranydiplomás kohómérnök 1889. július 17-én Váchartyánban (Pest megye) született. Kilencen voltak testvérek. Gimnáziumi és felsőfokú műszaki tanulmányait is Selmecbányán, ez utóbbit a Bányászati és Erdészeti Főiskolán végezte, ahol 1914. október 12-én kapta meg vaskohómérnöki diplomáját. Gyakorlati pályáját az Osztrák Magyar Államvasút Társaság Resicabányai Vasgyárában mint szerkesztő mérnök kezdte, majd a Heizelmann-féle vasgyárba (Hisnyóvíz, Gömör m.) került üzemmérnöki beosztásba.

1914 októberében, mint népfelkelőt besorozták és 1915—1917 között teljesített katonai szolgálatot. 1915 szeptemberében súlyos arc- és állkapocs-lövéssel szállították hadikórházba, ahonnan 13 hónapi ápolás után távozott és 55%-os hadirokkantsággal végleg elbocsátották a katonai kötelékből.

Leszerelése után a Magyar Rézhengerművekben (Budapest) és a Coburg Fülöp Vasművek sztacenai nagyolvasztóinál teljesített üzemmérnöki szolgálatot. A húszas évek gazdasági válsága őt sem kímélte meg és 1918—27 között különböző — nem mérnöki — munkakör betöltésére kényszerítette. Így először a Közélelmezési Minisztériumban volt műszaki előadó, majd Budapest Székesfőváros forgalmi adóellenőreként teljesített szolgálatot.

1927. X. 29-én pénzügyminiszteri rendelettel a Főfémjelző és Fémbeváltó Hivatalhoz került, kezdetben mint segédmérnök, később mint nemesfémvizsgáló ellenőr. 1928-ban elhelyezték az Állami Pénzverőbe, ahol pénztári és beváltó osztályi ellenőrként, majd osztályvezetőként, 1934—1936 között pedig kinevezett mérnökként tevékenykedett.

1936-ban ismét visszahelyezik a Nemesfémhitelesítő Hivatalba, mely intézménynek 1942. II. 1-től igazgatója volt. A nemesfémipari és pénzverdei vonalon nemcsak hazai, de nemzetközi szinten is elismert szaktekintéllyé emelkedett. Főbányatanácsosi kinevezését már a második világháború után, 1946-ban kapta meg. A második világháború alatt munkahelyét nem hagyta el, és a felszabadulás is Budapesten éri. Elsőként sietett a súlyos bombatámadást szenvedett Nemesfémhitelesítő Hivatal helyreállítási munkáiban résztvenni, munkatársaival négy hónap alatt saját kezükkel hozták helyre az intézetet és folytatták a munkát.

Hatvanadik életévét betöltve 1950-ben nyugdíjazták, ez egybeesett a Nemesfémvizsgáló és Hitelesítő Hivatal megszűnésével. Utána hivatalból kerül a Kohóipari Tervező Irodába, majd ennek jogutódjához a Kohó- és Gépipari Minisztérium Tervező Irodáiba, ahol részt vett a kohászat felszabadulás utáni nagy beruházásainak tervezési munkálataiban.

Közben 1957—1962. években a Vegyiműveket Tervező Vállalatnál teljesít szolgálatot hasonló munkakörben. 1965 tavaszán vonult másodszor nyugalomba, s ebbe magas kora ellenére is nehezen tudott belenyugodni.

A Bányászati és Kohászati Egyesület régi és egyik leghűségesebb tagja volt. Azon kevesek közül való volt, aki a selmeci szellemet, ennek hagyományait közvetlenül szívhatta magába, s melynek oly gondos ápolója és őrzője volt. Élete utolsó napjáig megmaradt szellemi frissesége és jó kedélye. Megható volt látni 1964 őszén, mekkora örömmel és büszkeséggel töltötte el aranydiplomájának kézhezvétele.

Az első világháború letörölhetetlen emléket hagyott arcán, de a szenvedő arc mögött erős lélek, hatalmas erkölcsi erő és csupaszív ember állandó segítőkészsége rejtőzött. Mi, akik ismertük, barátai és munkatársai voltunk, ezt az egész életét betöltő vonzó egyéniségét őrizzük meg emlékünkben, szívünkben.

1967. szeptember 8-án váratlanul bekövetkezett csöndes halála egy tartalmas emberi és műszaki élet végére tett pontot. Mindnyájunk szeretett Karcsi bácsijának 1967. szeptember 15-én mondtunk az óbudai temetőben utolsó

Jó szerencsét!

Ray V.

Kohászati Szakosztályaink szervezeti felépítése

A Kohászati Lapok 9. számában közöltük Egyesületünk jelenlegi szervezeti felépítésének vázlatát. Kiegészítésül most a kohász szakosztályaink szervezeti sémáját közöljük (O).

VASKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLY

Elnök: *Claus Alajos*
Elnökhely.: *Hammer Ferenc*
Titkár: *Gruber Imre*
Titkárhely.: *Tardi Pál*

Helyi Csoportok

Csepel
Elnök: *Komjáthy László*
Titkár: *Horváth Gyula*

December 4. Drótművek
Elnök: *Imre Ferenc*
Titkár: *Robonyi Andor*

Dunai Vasmű
Elnök: *Borovszky Ambrus*
Titkár: *Lántzky József*

Egyetem
Elnök: *Dr. Kiss Ervin*
Titkár: *Jónás Pál*

Lenin Kohászati Művek
Elnök: *Dr. Énekes Sándor*
Titkár: *Kovács D., Sztéhlik L.*

Ózdi Kohászati Üzemek
Elnök: *Dr. Csépányi Sándor*
Titkár: *Csépe Ferenc*

Salgótarján
Elnök: *Vincze János*
Titkár: *Hopka László*

Szakcsoportok

Anyagvizsgáló
Vez.: *Dr. Pőcze László*

Kohógépész
Vez.: *Mátyás Károly*

Kovács
Vez.: *Latinák István*

Közgazdász
Vez.: *Longa Elemér*

Tűzálló
Vez.: *Matyus Béla*

FÉMKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLY

Elnök: *Lomniczy Dezső*
Elnökhely.: *Soltész István*
Titkár: *Laár Tibor*

Helyi Csoportok

Ajka
Elnök *Dr.*: *Tóth Béla*
Titkár: *Pálovits Pál*

Almásfüzitő
Elnök: *Orbán Ferenc*
Titkár: *Mészáros József*

Csepel
Elnök: *Soltész István*
Titkár: *Katona Éva*

Inota
Elnök: *Molnár Imre*
Titkár: *Jánosi Miklós*

Mosonmagyaróvár
Elnök: *Nagy Albert*
Titkár: *Harrach Valter*

Székesfehérvár
Elnök: *Egerszegi János*
Titkár: *Magyary Ferenc*

Tatabánya Alumíniumkohó
Elnök: *Üveges József*
Titkár: *Vörös Csaba*

Szakcsoportok

Színesfémkohászati
Vez.: *Soltész István*
Titkár: *Katona Éva*

Timföldgyártási
Vez.: *Berger János*
Titkár: *Réfi Oszkó István*

Alumíniumkohászati
Vez.: *Ssakál Pál*
Titkár: *Kolossy Ernő*

Alumínium Félgyártmány
Vez.: *Köves Elemér*
Titkár: *Nagy József*

Ipargazdasági
Vez.: *Jeszenszky István*
Titkár: *Ladas Balázs*

Nemes- és Ritkafém Szakcsoport
Vez.: *Dr. Várhegyi Győző*
Titkár: *Dr. Laboda S., Szabó M.*