BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

108. ÉVFOLYAM



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

BUDAPEST, 1975. JANUÁR HÓ

1

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал Металлургия]
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen **Hüttenwesen**
Mining & Metallurgical Journal **Metallurgy**

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. 105.
Tel.: 426-795

TARTALOM

V. I. JAVOJSZKIJ: Az acél dezoxidálása és nemfémes zárványok az acéltuskóban 1
DR. HORVÁTH DEZSŐ: Molibdén ötvözés lehetőségei közvetlen oxidból 10
GEGUS ERNŐ—DR. MÓRITZ PÉTER—RÉPÁS PÁL: Spektrométeres etalonok összetétel- és homogenitásvizsgálatának néhány kérdése 18
DR. SZOMBATFALVY ÁRPÁD: Ernyedési kísérletek a Vasipari Kutató Intézetben 21
NAGY ZOLTÁN: A meleg szélesszalagsorok fejlődésének áttekintése 24
MEDGYESY IMRE 1914—1975 32
1975. évi nívódíj pályázati felhívás B3

FÉMKOHÁSZAT

N. SZ., SMORGUNENKO—G. Z., NASZÜROV: Alunitek komplex feldolgozása 33
DR. MISKEI MIHÁLY—DR. LAKATOS TAMÁS: A mikroorganizmusok szerepe a ritkafémek kilúgozásában 35
FARKAS FERENC—GOMBOS MÁRTON—KOVÁCS FERENC—DR. KLUG OTTÓ—NÉMETH BÉLA: Aluminátlúgok műszeres elemzésének problémái 38
N. I., EREMIN—N. SZ., SMORGUNENKO: Nagy szilíciumtartalmú nyersanyagok timfölddé és cementté való komplex feldolgozási technológiájának kidolgozása mészköves zsugorítással 44
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek 47, B3
Köszöntő, *Dr. Baránszky Jób Imre* 75 éves 48
Szakosztály hírek 48

ÖNTÖDE

SZENDE GYÖRGY—SZILÁGYI IMRE—DR. VÖRÖS ÁRPÁD: Az öntvénygyártás fejlődésének tendenciái 1
THEOBALD JÁNOS—BALOGH ANDRÁS—MALCSINER JÓZSEF: Az alaphomokok tulajdonságainak hatása a korszerű mag- és formakészítés technológiájára .....
Könyvismertetés 12
GIFA 74. 4. Nemzetközi Öntészeti Kiállítás 13
Tájékoztató a VIII. Öntő Napokról 21
Műanyag fóliás vákuumformázási eljárás 22

Bányászati és Kohászati Lapok — KOHÁSZAT
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 426-795.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

75.1., 3811 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16. F. v.: Povárny Jenő.
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámára.
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.
Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770.
Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft.

Index: 25,155

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

2000-919 2000 ÁPR 3.

KOHÁSZAT

1974. ÉVI TARTALOMJEGYZÉKE

NAGYOBB CIKKEK SZERZŐK SZERINT CSOPORTOSÍTVA

Vaskohászat

Bacskai Antal: A véglapedző vizsgálatok eredményeinek matematikai statisztikai értékelése .. 303

Bobok György—Zámbó József: A folyékony acél hőveszteségei a csapolás kezdetét követően .. 456

Georg Bouvier: Bázikus tűzálló téglák fejlesztésének újabb eredményei 214

Clement Andor—Dr. Tóth János—Dr. Verő Balázs: A mélyhúzólemezek minőségének megítélése a Vasipari Kutató Intézetben kialakított módszerrel 209

Clement Andor—Dr. Tóth János—Dr. Verő Balázs: Az alakítási szilárdság sebességfüggésének fémtani elemzése 461

Dr. Csabalik Gyula: A légszennyezés forrásai és csökkentésének lehetőségei az oxigénes acélgyártásban 390, (368)

Dr. Csepiga Zoltán: A mikroszondás mérések hazai kohászati alkalmazása 469

Csépai Dezső—Román István: Néhány korszerű monolitikus tűzálló falazattal szerzett hazai tapasztalat 55

Dolgos László: Az első hazai folyamatos acélöntőművekkel kapcsolatos tervezési telepítési tapasztalatok 1

Dr. Maria F. Ebel: A fotoelektron spektroszkópia 166

Dr. Farkas Ottó: Indirekt redukciós viszonyok vizsgálata a nagyolvasztóban 300

Fehérvári Attila—Dr. Rittinger János: Szerkezeti acélok és hegesztő anyagaik fejlesztésével kapcsolatos kutatások a Vasipari Kutató Intézetben 473

Filep Gyula—Balogh József: Eljárás kis mennyiségű tellur acélokban való meghatározására .. 75

Filep Gyuláné—Filep Gyula: Tűzállóanyagok optimális nedvességtartalmának meghatározása gázáteresztőképességük alapján 405, (383)

Gondi Sándor: Magaskémények a környezetvédelemben 394, (372)

Gyüre László: Lágyacél szalagok és finomlemezek vizsgálati számértékei és az anyagok gyakorlati feldolgozása 307

Dr. Heinrich Oettel: A diszlokációsűrűség meghatározása sokkristályos, kockarácsú fémekben .. 170

Hajtó Zsolt: A kristályközi korróziós hajlam megjelenése és eltüntetése a nem stabilizált korrózióálló acélokban 70

Hédai Lajos: A plazma-acélgyártás eredményei a szakirodalom tükrében 156

Dr. Horváth Aurél: A legújabb acélgyártási változatok értékelő összehasonlítása 145

Dr. Horváth János: A Vasipari Kutató Intézet kutatási célkitűzései vaskohászatunk fejlődése szolgálatában 433

Dr. Horváth János: Vaskohászatunk fejlődési irányai 193

Dr. Horváth János—Zipszer Konrád: A nyersvasgyártás jelenlegi színvonala és a hazai nyersvasgyártás növelésének lehetőségei 289

Illyés János: A nagyolvasztóba befújt földgáz eloszlására és kedvezőbbé tételére irányuló kutatások 443

Kakas János: Mélykemencék időben széthúzott javítása 261

Dr. Káldor Mihály: Kétalkotós ötvözetek egyensúlya 102

Dr. Kiss Ervin: A Kohógéptani és Képlékenyalakítási Tanszék története (1872—1973) 49

Kiss László: A Lenin Kohászati Művek új elektroacélműve és az eddigi üzemi tapasztalatok .. 114

Dr. Kisfaludy Antal: Nagyszilárdságú, patentozott betonfeszítőhuzalok feszültségmentesítése 118

Dr. Kisfaludy Antal—Dr. Kálmán György: Módszer acélok ridegtörési hajlamának minősítésére 21

Kollár Sándor: Fejlődési irányok és lehetőségek a hazai acélgyártó kapacitások növelése terén .. 16

Dr. Kovács Sándorné—Molnár László: Kohászatunk 1973. évi gazdálkodásának értékelése 346, (324)

Köhalmi Kálmán: A szélesszalagok hideghengerlési hibáinak összefüggése a finomlemezek alakhűségével 546

Könye Zoltánné: A 0,3%-nál kisebb C-tartalmú szerkezeti acélok felületi dekarbonizálódásának mechanizmusa 600—980 °C közötti hevítés hatására 110

M. M. Kulesov: A Magyar Népköztársaság és a Szovjetunió műszaki tudományos együttműködése a vaskohászatban 729

M. P. Kvitko: Az oxigénes konverter-eljárással szerzett tapasztalatok a Szovjetunióban 531

Latinák István: A Szentgotthárdi Kaszagyár története 202

Dr. Lendvai József: Hidegen hengerelt acélszalagok fülesedésének és mélyhúzhatóságának vizsgálata 356, (334)

Dr. Lőrincz Oszkár: Szemelvények a kohóipari vállalatok üzemgazdasági problémáiból 350, (328)

Maczkó Márton: Fluidizációs izzító és hőkezelő kemence 160

Marosváry László—Sebe Bertalan: Az 54 típusú nagyvasúti sín gyártásának bevezetése Diósgyőrben 487

Máté László: Gyártóeszköz-gazdálkodás szervezése elektronikus adatfeldolgozási rendszerre 535

Dr. Némenyi Rezső: A gázcementáló eljárások áttekintése 65

Dr. Péntek István: A földgáz-koksz egyenértékűségét befolyásoló tényezők vizsgálata a zónás hőmérleg segítségével 16

Dr. Prohászka János—Hidasi Béla—Varga László: Feszültségcsökkenés hőkezelés nélkül 385, (363)

Polencsik József: Szürkenyersvas gyártásával szerzett tapasztalatok az Ózdi Kohászati Üzemekben 551
P—s.: Az OMBKE választmányi ülése Oroszlányban 337, 315
Dr. Réti László: Az ózdi vasmű sorsának alakulása az I. világháború után 494
Dr. Romvári Pál—Vizy György—Dr. Béres Lajos—Czakó Lajos: Sínszálak fáradásos törésének mikromechanikai és metallográfiai kérdései 151
Dr. Sajó István—Sipos Albertné—Újváry János: A termometriás koncentrációmeghatározás kiterjesztése acélok elemzésére DITERMANAL készülék felhasználásával 446
Ifj. Schmidt György: Mi várható a tandem acélgyártási eljárástól 541
Dr. Szabó Zoltán László—Dr. Kéthelyi József: Lyukkártya-rendszer acélok emissziós színképelemzésén alapuló szabványba sorolásához 402, (380)
Szalay László: Az acél minőségének fejlődési iránya a szabványok tükrében 62
Szalai Zoltán—Pogány Tibor—Dr. Szakács György: Az R10 gyorsacélok vizsgálatának egyes eredményei 449
Dr. Szeghegyi Árpád—Vida Zoltán: A szélesabroncs-hengerlés technológiájának javítására irányuló kutatási módszerek és azok eredményei 465
Dr. Sziklavári János: Hogyan szolgálhatja vaskohászatunk a hazai gépipar fejlődését 97
Szőke László: Az acél olvadásának fenomenológiai vizsgálata 438
Szőke László: Az oxigén és nitrogén előállításának, valamint felhasználásának műszaki-gazdasági szempontjai 241
Takács Sándorné—Dr. Tardy Pál—Dr. Verő Balázs: A csíraképződés lágyacélok újrakristályosodásakor 502
Dr. Tamás Endre: Matematikai módszerek alkalmazása a kohászatban 251
Dr. Tóth János: Meleghengerlési körülmények hatása a hidegen hengerelt szalagok tulajdonságaira 532
Dr. Tóth Tamás—Nagy János: Az oxigénes Martin-acélgyártás füstgázából származó porminták szemcsenagyságeloszlásának elektronmikroszkópos vizsgálata 508
Tömpe László: Ötvözött acélok hevítési paramétereinek számítása 257
Vrabély Ervin: A korrózió termék hatása a korrózióálló austenites acélok kristályközi korróziós hajlamának salétromsavas vizsgálatakor 507

Fémkohászat

Acsády István: Fóliatermék-gyártás és felhasználás hazai tapasztalatai 427, (405)
Almáshegyi Lajos: Nagy melegszilárdságú és jó villamos vezetőképességű hegesztő elektródák előállítása Cu-Ni-Be ötvözetből 186
Ádám János—Horváth János: Az alumíniumelektrolizáló kád kapocsfeszültségének vizsgálata .. 234
Arató Péter—Spakievics Sándor: 50—60% nikkeltartalmú vas-nikkel ötvözetek primer szövetszerkezetének és szekunder újrakristályosításának kapcsolata 323
Barakka Imre—Lengyel László—Németh Béla—Jakobi Gyula: A timföldgyártás technológiai folyamatának számítógépes modellezése 139
Barakka Imre—Németh Béla: A timföldgyári mosósor műszerezése és automatizálása 315
Dr. Bárczy Pál—Dr. Tranta Ferenc: A mikroszerkezet és a keményedés közötti kapcsolat Cu-Al ötvözetekben 329
Bokor András—Dr. Balkay Bálint—Solymár Károly: Alumíniumipari kapcsolataink a fejlődő országokkal 326
Dr. Csák József—Szabó Lajos: Hipereutektikus AlSi 17 ötvözetű tuskók dermedési problémái 274
Csermák Kálmán: Ipari alumíniumoxidok elektronspin rezonancia (ESR) vizsgálata 35
Csermák Kálmán: A timföld kalcinálásának ellenőrzése ESR-rel 185
Csermák Kálmán: Elektróda szenek ESR vizsgálata 284
Enyedi Ferenc: A dermedési sebesség félfolyamatos tuskók öntésekor 418, (396)
Dr. Gadó Pál—Varga László: Huzaltextúrák vizsgálata fehér röntgensugárzással 377, (355)
Horváth Antal: A világ réziparának alakulása 276
Horváth Antal: A színesfémek felhasználásának várható alakulása 320
Dr. Horváth Zoltán—Dr. Wéber József: Környezetvédelem a réz-, ólom- és cinkkohászatban 364, (342)
Dr. Horváth Zoltán—Dr. Wéber József: Környezetvédelem az alumíniumkohászatban .. 421, (399)
Imhof János: A textúra kvantitatív kiértékelése grafikus úton 514
Dr. Mosóczi Ferenc—Brassai Klára: Az ipari anódból vett és laboratóriumi minták eredményeinek összehasonlító vizsgálata 379, (357)
Németh Béla—Vörös Károly: A bauxitminta előkészítése és elemzése során szerzett tapasztalatok, különös tekintettel az automatizálásra 230
Németh Béla—Barakka Imre—Lengyel László: Számítóegységgel irányított feltárás előtti timföldgyári zagybeállítás 372, (350)
Oláh Zoltán: Az alumínium mélyhúzhatósága .. 130
Raft Sándor—Kaszás Ferenc: Nitrált sajtolószerszámokkal szerzett tapasztalatok 91
Rácz Lászlóné: Különböző szennyezőtartalmú nikkel újrakristályosodása 82
Sadrin G. G.—Zachár László—Dr. Csurbakova Tatjána: Ötvözött alumíniumból gyártott nagyméretű tuskók öntésével kapcsolatos kérdések 44
Schippert László: A keményedés és az átlagos folyáshatár az alakítási zónákban szalagok hidegenhengerlésekor 34
Sulyok András—Dr. Wéber József: Egylépcsős, folyamatos nyersréz-előállítás 411, (389)
Dr. Szekér Gyula: Bővülő magyar—szovjet együttműködése a nehéziparban 562
Vörös István—Dr. Klug Ottó: A magyar alumíniumipar fejlesztésének főbb irányai 523
Dr. Wéber József—Sulyok András: Kéneskőelőállítás röptében való olvasztással 85
Dr. Wéber József—Sulyok András: A nyersréz előállításának korszerűsödése 389
Dr. Zambó J.—Máhig L.—N. A. Kaluzhskij—A. A. Kostjukov: A VAMI, FKI és Aluterv közötti alumíniumipari tudományos-műszaki együttműködés fejlődése 565

Öntöde

Bakó Károly—Hevenesi György: A formázóhomok tömöríthetőségének meghatározása 206
Benesch Ferenc—Imre János—Sándor József—Dr. Pilissy Lajos: A fémöntészeti méréstechnika fejlesztése a Vasipari Kutató Intézetben 227
Benesch Ferenc—Imre János—Sándor József—Dr. Pilissy Lajos: A fémöntészeti méréstechnika fejlesztése a Vasipari Kutató Intézetben (folytatás) 245
Buzánszky Albin—Marjai Jenő: Az öntödei beruházás tapasztalatai 105
Csontos István—Kovács Zoltán: Tellur alkalmazása kéreghengerek gyártásához 198
Dér Éva—Szántó Jánosné: A számítástechnika alkalmazása az öntészetben 169
Farkas I. Zoltán: A fémbetét tárolási területszükségletének számítása vas- és acélöntödei anyagterek tervezésekor 139
Farnady László: Számítógépes folyamatirányító rendszer acélöntödében 179
Hevenesi György: Bentonitok és nyers formahomok minősítése plasztikus és elasztikus tulajdonságok mérése alapján 235

Hutyera Krisztina—Orbán Ágnes: Temperálási idő matematikai meghatározása nagy szilíciumtartalmú, Ce-MM-lal kezelt hipoeutektikus öntöttvasaknál 88
János Sándor: Centrifugális öntőgépek áttekintése (folytatás) 10
Juhász Márta: A nitrogén oldódásának vizsgálata az Aö X 15 MnCrNiN 9 19 és a KO 31 minőségű korrózióálló acélban 152
Katkó Károly: Különböző segédötvözettel gyártott gömbgrafitos öntöttvasak vizsgálata 82
Kálmán István: Zárttéri diffúz légszennyező források lokalizálásának új módszerei, az üzemi vizsgálatok eredményei 251
Kelemen Lajos: Kis- és középsorozatú szerszámgépöntvények gépesített gyártástechnológiai rendszere 157
G. L. Kljockin—B. G. Ivanov—JU. I. Zsuravickij: Vasöntvények javítása hegesztéssel 276
Öntvények mérettűrései 283
Kosnyák Kálmán—Farkas László: Tapasztalatok az öAlCu4MgTi nagyszilárdságú alumíniumötvözet és az ebből készült öntvények gyártásával kapcsolatban 145
Kovács László: Adalékok a grafit minősítéséhez 110
Kovács László: Az öntöttvas minősítésének problémái 1
L. I. Levi: Nemfémes zárványok az öntöttvasban 270
O. Liesenberg—H. Scheinert—R. Madri: A szürke öntöttvas duzzadási-zsugorodási tulajdonságainak vizsgálata 129
Markovics András—Szende György—Petőfalvi István—Türr Imre: Bonyolult, nagy acélöntvények viaszmintás, pontos öntése 202
Pázmándi László: A neutronmoderációs homoknedvességmérés alkalmazása a ZIM Kecskeméti Gyárában 41
Pető Márton: Az öntészet fejlesztésének tendenciáiról 97
Dr. Pilissy Lajos—Dr. Vorsatz Brunó—Imre János: Nyomásos alumíniumöntvények oxigéntartalma és ezek technológiai kihatása 25
Pungor Ernő—Pólos László—Bezúr László—G. Harsányi Etelka: A fémelemzés korszerű analitikai módszerei 134
Réti Tamás: Grafo-analitikus adatszámítási módszer, különös tekintettel ötvözött acélok indukciós kemencében való olvasztására 255
Rózsa Sándor: Nukleáris műszerek alkalmazása az öntödei technológiában 42
Sándor József—Dr. Pilissy Lajos: Kétalkotós alumínium-szilícium ötvözetek folyékonysága és formakitöltő képessége 74
Siklérné, Ilia Ildikó: A röntgenfluorescens spektrometria és gyakorlati alkalmazása sárgaérötvözetek elemzésénél 92
Tóth Endre: A neutronlassításos homoknedvességmérés néhány elvi kérdése 38
Varga Endre: A beoltás hatása a lemezgrafitos öntöttvas dermedése és lehűlése közben végbemenő hosszváltozásra 121
Dr. Varga Ferenc—Dr. Káldor Mihály: Lemezgrafitos és gömbgrafitos öntöttvas átalakulása folyamatos lehűlés közben 219
Dr. Varga Ferenc—Dr. Mócsy Árpád—Tamás István: Kis kéntartalmú öntöttvas előállítására szolgáló berendezés és az elért eredmények .. 230
Dr. Varga Ferenc—Dr. Káldor Mihály: Lemezgrafitos és gömbgrafitos öntöttvas átalakulása folyamatos lehűlés közben (folytatás) 241
Dr. Vereskői János—Jónás Pál—Tóth Levente: Különböző műgyanták felhasználásának lehetőségei egyes maghomokkeverékekben 9
Dr. Vörös Árpád: Az öntés gépesítése 193
Zana Dezső: Az 1972—73. évi vas- és acélöntvényellátás problémáiról 189

CIKKEK SZAKÁGAZATOK SZERINTI JEGYZÉKE

I. Nyersvasgyártás

A nyersvasgyártás jelenlegi színvonala és a hazai nyersvasgyártás növelésének lehetőségei. *Dr. Horváth János—Zipszer Konrád* 289
Indirekt redukciós viszonyok vizsgálata a nagyolvasztóban. *Dr. Farkas Ottó* 300
A nagyolvasztóba befújt földgáz eloszlására és kedvezőbbé tételére irányuló kutatások. *Illyés János* 443
Szürkenyersvas gyártásával szerzett tapasztalatok az Ózdi Kohászati Üzemekben. *Polencsik József* 551

II. Acélgyártás

Az első hazai folyamatos acélöntőművekkel kapcsolatos tervezési és telepítési tapasztalatok. *Dolgos László* 1
Fejlődési irányok és lehetőségek a hazai acélgyártó kapacitások növelése terén. *Kollár Sándor* .. 10
A Lenin Kohászati Művek új elektroacélműve és az eddigi üzemi tapasztalatok. *Kiss László* .. 114
A legújabb acélgyártási változatok értékelő összehasonlítása. *Dr. Horváth Aurél* 145
A plazma-acélgyártás eredményei a szakirodalom tükrében. *Hédai Lajos* 156
A légszennyezés forrásai és csökkentésének lehetőségei az oxigénes acélgyártásban. *Dr. Csabalik Gyula* 390, (368)
A folyékony acél hőveszteségei a csapolás kezdetét követően. *Bobok György—Zámbó József* .. 456
Az oxigénes konverter-eljárással szerzett tapasztalatok a Szovjetunióban. *M. P. Kvitko* 531
Mi várható a tandem acélgyártási eljárástól. *Ifj. Schmidt György* 541

III. Alakítás (hengerlés, kovácsolás stb.)

A szélesabroncs-hengerlés technológiájának javítására irányuló kutatási módszerek és azok eredményei. *Dr. Szeghegyi Árpád—Vida Zoltán* 465
Az 54 típusú nagyvasúti sín gyártásának bevezetése Diósgyőrben. *Marosváry László—Sebe Bertalan* 487
Meleghengerlési körülmények hatása a hidegen hengerelt szalagok tulajdonságaira. *Dr. Tóth János* 532
A szélesszalagok hidegenhengerlési hibáinak összefüggése a finomlemezek alakhűségével. *Kőhalmi Kálmán* 546

IV. Anyagvizsgálat

Módszer acélok ridegtörési hajlamának minősítésére. *Dr. Kisfaludy Antal—Dr. Kálmán György* 21
A kristályközi korróziós hajlam megjelenése és eltüntetése a nem stabilizált korrózióálló acélokban. *Hajtó Zsolt* 70
Eljárás kis mennyiségű tellur acélokban való meghatározására. *Filep Gyula—Balogh József* 75
Kétalkotós ötvözetek egyensúlya. *Dr. Káldor Mihály* 102
A 0,3%-nál kisebb C-tartalmú szerkezeti acélok felületi dekarbonizálódásának mechanizmusa 600—800 °C közötti hevítés hatására. *Könye Zoltánné* 110
Sínszálak fáradásos törésének mikromechanikai és metallográfiai kérdései. *Dr. Romváry Pál—Vizy György—Dr. Béres Lajos—Czakó Lajos* 151
A fotoelektron-spektroszkópia. *Dr. Maria F. Ebel* 166
A mélyhúzólemezek minőségének megítélése a Vasipari Kutató Intézetben kialakított módszerrel. *Clement Andor—Dr. Tóth Balázs—Dr. Verő Balázs* 209

Ötvözött acélok hevítési paramétereinek számítása. *Tömpe László* 257
A véglapedző vizsgálatok eredményeinek matematikai statisztikai értékelése. *Bacskai Antal* .. 303
Lágyacél szalagok és finomlemezek vizsgálati számértékei és az anyagok gyakorlati feldolgozása. *Gyüre László* 307
Hidegen hengerelt acélszalagok fülesedésének és mélyhúzhatóságának vizsgálata. *Dr. Lendvai József* 356, (334)
Lyukkártya-rendszer acélok emissziós színképelemzésen alapuló szabványba sorolásához. *Dr. Szabó Zoltán László—Dr. Kéthelyi József* 402, (380)
Tűzállóanyagok optimális nedvességtartalmának meghatározása gázáteresztőképességük alapján. *FilepGyuláné—Filep Gyula* 405, (383)
A Vasipari Kutató Intézet kutatási célkitűzései vaskohászatunk fejlődése szolgálatában. *Dr. Horváth János* 433
Az acél olvadásának fenomenológiai vizsgálata. *Szőke László* 438
A termometriás koncentrációmeghatározás kiterjesztése acélok elemzésére DITERMINAL készülék felhasználásával. *Dr. Sajó István—Sipos Albertné—Újváry János* 446
Az R 10 gyorsacélok vizsgálatának egyes eredményei. *Szalai Zoltán—Pogány Tibor—Dr. Szakács György* 449
Az alakítási szilárdság sebességfüggésének fémtani elemzése. *Clement Andor—Dr. Tóth János—Dr. Verő Balázs* 461
A mikroszondás mérések hazai kohászati alkalmazása. *Dr. Csepiga Zoltán* 469
Szerkezeti acélok és hegesztő anyagaik fejlesztésével kapcsolatos kutatások a Vasipari Kutató Intézetben. *Fehérvári Attila—Dr. Rittinger János* 473
A csíraképződés lágyacélok újrakristályosodásakor. *Takács Sándorné—Dr. Tardy Pál—Dr. Verő Balázs* 502
A korróziótermék hatása a korrózióálló austenites acélok kristályközi korróziós hajlamának savas vizsgálatakor. *Vrabély Ervin* .. 507
Az oxigénes Martin-acélgyártás füstgázából származó porminták szemcsenagyságeloszlásának elektronmikroszkópos vizsgálata. *Dr. Tóth Tamás—Nagy János* 508

V. Tüzeléstechnika, hőkezelés, tűzálló anyagok

A földgáz-kosz egyenértékűségét befolyásoló tényezők vizsgálata a zónás hőmérleg segítségével. *Dr. Péntek István* 16
Néhány korszerű monolitikus tűzálló falazattal szerzett hazai tapasztalat. *Csépai Dezső—Román István* 55
Nagyszilárdságú, patentozott betonfeszítőhuzalok feszültségmentesítése. *Dr. Kisfaludy Antal* .. 118
Fluidizációs izzító és hőkezelő kemence. *Maczkó Márton* 160
Bázikus tűzálló téglák fejlesztésének újabb eredményei. *Georg Bouvier* 214
Az oxigén és nitrogén előállításának, valamint felhasználásának műszaki-gazdasági szempontjai. *Szőke László* 241
Mélykemencék időben széthúzott javítása. *Kakas János* 261
Feszültségcsökkentés hőkezelés nélkül. *Dr. Prohászka János—Hidasi Béla—Varga László* 385, (363)
Magaskémények a környezetvédelemben. *Gondi Sándor* 394, (372)

VI. Gazdasági, általános cikkek

Az acél minőségének fejlődési iránya a szabványok tükrében. *Szalay László* 62
Hogyan szolgálhatja vaskohászatunk a hazai gépipar fejlődését. *Dr. Sziklaváry János* 97
Vaskohászatunk fejlődési irányai. *Dr. Horváth János* 193
Matematikai módszerek alkalmazása a kohászatban. *Dr. Tamás Endre* 251
Kohászatunk 1973. évi gazdálkodásának értékelése. *Dr. Kovács Sándorné—Molnár László* .. 346, (324)
Szemelvények a kohóipari vállalatok üzemgazdasági problémáiból. *Dr. Lőrincz Oszkár* .. 350, (328)
A Magyar Népköztársaság és a Szovjetunió műszaki-tudományos együttműködése a vaskohászatban. *M. M. Kulesov* 529
Gyártóeszköz-gazdálkodás szervezése elektronikus adatfeldolgozási rendszerre. *Máté László* 536

VII. Történeti, egyesületi cikkek

A Kohógéptani és Képlékenyalakítási Tanszék története. (1872—1973). *Dr. Kiss Ervin* 49
A Szentgotthárdi Kaszagyár története. *Latinák István* 202
Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület választmányi ülése Oroszlányban. *P-s.* 337, (315)
A Nehézipari Műszaki Egyetem jubileumi ünnepsége **481**
Az ózdi vasmű sorsának alakulása az I. világháború után. *Dr. Réti László* 494

FÉMKOHÁSZAT ROVAT

I. Alumíniumkohászat

A keményedés és az átlagos folyáshatár az alakítási zónákban szalagok hideghengerlésekor. *Schippert László* 39
Ötvözött alumíniumból gyártott nagyméretű tuskók öntésével kapcsolatos kérdések. *Sadrin, G. G.—Zachár László—Dr. Csurbakova Tatjána* 41
Nitrált sajtolószerszámokkal szerzett tapasztalatok. *Raft Sándor—Kaszás Ferenc* 91
A timföldgyártás technológiai folyamatának számítógépes modellezése. *Barakka Imre—Lengyel László—Németh Béla—Jakobi Gyula* .. 139
A timföld kalcinálásának ellenőrzése ESR-rel. *Csermák Kálmán* 185
A bauxitminta előkészítése és elemzése során szerzett tapasztalatok, különös tekintettel az automatizálásra. *Németh Béla—Vörös Károly* 230
Az alumíniumelektrolizáló kád kapocsfeszültségének vizsgálata. *Ádám János—Horváth János* 234
Hipereutektikus ALSi 17 ötvözetű tuskók dermedési problémái. *Dr. Csák József—Szabó Lajos* 274
A timföldgyári mosósor műszerezése és automatizálása. *Barakka Imre—Németh Béla* 315
Számítóegységgel irányított feltárás előtti timföldgyári zagybeállítás. *Németh Béla—Barakka Imre—Lengyel László* 372, (350)
A dermedési sebesség félfolyamatos tuskók öntésekor. *Enyedi Ferenc* 418, (396)
Környezetvédelem az alumíniumkohászatban. *Dr. Horváth Zoltán—Dr. Wéber József* 421, (399)
Fóliatermék gyártás és felhasználás hazai tapasztalatai. *Acsády István* 427, (405)
A magyar alumíniumipar fejlesztésének főbb irányai. *Vörös István—Dr. Klug Ottó* 523
Nefelinek komplex feldolgozása. *N. S. Smorgunenko* 570

II. Színesfémkohászat

Különböző szennyezőtartalmú nikkel újrakristályosodása. *Rácz Lászlóné* 82
Kéneskőelőállítás röptében való olvasztással. *Dr. Wéber József—Sulyok András* 85
A nyersréz előállításának korszerűsödése. *Dr. Wéber József—Sulyok András* 179
Nagy melegszilárdságú és jó villamos vezetőképességű hegesztő elektródák előállítása Cu-Ni-Be ötvözetből. *Almáshegyi Lajos* 186

A világ réziparának alakulása. *Horváth Antal* .. 270
Környezetvédelem a réz-, ólom- és cinkkohászatban. *Dr. Horváth Zoltán—Dr. Wéber József* 364, (342)
Egylépcsős, folyamatos nyersréz-előállítás. *Sulyok András—Dr. Wéber József* 411, (389)

III. Anyagvizsgálat

Ipari alumíniumoxidok elektrospin rezonancia (ESR) vizsgálata. *Csermák Kálmán* 35
Az alumínium mélyhúzhatósága. *Oláh Zoltán* 130
Elektróda-szenek ESR vizsgálata. *Csermák Kálmán* 284
50—60% nikkeltartalmú vas-nikkel ötvözetek primer szövetszerkezetének és szekunder újrakristályosításának kapcsolata. *Arató Péter—Spakievics Sándor* 323
A mikroszerkezet és a keményedés közti kapcsolat Cu-Al ötvözetekben. *Dr. Bárczy Pál—Dr. Tranta Ferenc* 329
Huzalexturák vizsgálata fehér röntgensugárzással. *Dr. Gadó Pál—Varga László* 377, (355)
Az ipari anódból vett és laboratóriumi minták eredményeinek összehasonlító vizsgálata. *Dr. Mosóczi Ferenc—Brassai Klára* 379, (357)
A textura kvantitatív kiértékelése grafikus úton. *Imhof János* 514

IV. Gazdasági, általános cikkek

Alumíniumipari kapcsolataink a fejlődő országokkal. *Bokor András—Dr. Balkay Bálint—Solymár Károly* 226
A színesfémek felhasználásának várható alakulása. *Horváth Antal* 320
Bővülő magyar—szovjet együttműködés a nehéziparban. *Dr. Szekér Gyula* 562
A VAMI, FKI és ALUTERV közötti alumíniumipari tudományos-műszaki együttműködés fejlődése. *Dr. Zámbó J.—Máhig L.—N. A. Kaluzsszkij—A. A. Kosztjukov* 565

ÖNTÖDE

A cikkek betűsoros jegyzéke

A beoltás hatása a lemezgrafitos öntöttvas dermedése és lehűlése közben végbemenő hosszváltozásra. *Varga Endre* 121
Adalékok a grafit minősítéséhez. *Kovács László* 110
A fémbetét tárolási területszükségletének számítása vas- és acélöntödei anyagterek terevezésekor. *Farkas I. Zoltán* 139
A fémelemzés korszerű analitikai módszerei. *Pungor Ernő—Pólos László—Bezúr László—G. Harsányi Etelka* 134
A fémöntészeti méréstechnika fejlesztése a Vasipari Kutató Intézetben. *Benesch Ferenc—Imre János—Sándor József—Dr. Pilissy Lajos* 227
A fémöntészeti méréstechnika fejlesztése a Vasipari Kutató Intézetben. (folytatás). *Benesch Ferenc—Imre János—Sándor József—Dr. Pilissy Lajos* 245
A formázóhomok tömöríthetőségének meghatározása. *Bakó Károly—Hevenesi György* 206
A neutronlassításos homoknedvességmérés néhány elvi kérdése. *Tóth Endre* 38
A neutronmoderációs homoknedvességmérés alkalmazása a ZIM Kecskeméti Gyárában. *Pázmándi László* 41
A nitrogén oldódásának vizsgálata az Aö X 15 MnCrNiN 9 19 és a KO 31 minőségi korrózióálló acélban. *Juhász Márta* 152
A röntgenfluorescens spektrometria és gyakorlati alkalmazása sárgarézötvözetek elemzésénél. *Siklérné, Ilia Ildikó* 92
A számítástechnika alkalmazása az öntészetben. *Dér Éva—Szántó Jánosné* 169
A szürke öntöttvas duzzadási-zsugorodási tulajdonságainak vizsgálata. *Liesenberg O.—Scheinert H.—Madri R.* 129
Az 1972—73. évi vas- és acélöntvény-ellátás problémáiról. *Zana Dezső* 189
Az öntés gépesítése. *Dr. Vörös Árpád* 193
Az öntészet fejlesztésének tendenciáiról. *Pető Márton* 97
Az öntödei beruházás tapasztalatai. *Buzánszky Albin—Marjai Jenő* 105
Az öntöttvas minősítésének problémái. *Kovács László* 110
Bentonitok és nyers formahomok minősítése plasztikus és elasztikus tulajdonságok mérése alapján. *Hevenesi György* 235
Bonyolult, nagy acélöntvények viaszmintás, pontos öntése. *Markovics András—Szende György—Petőfalvi István—Türr Imre* 202
Centrifugális öntőgépek áttekintése. (folytatás) *János Sándor* 10
Grafo-analitikus adatszámítási módszer, különös tekintettel ötvözött acélok indukciós kemencében való olvasztására. *Réti Tamás* 255
Kétalkotós alumínium-szilícium ötvözetek folyékonysága és formakitöltő képessége. *Sándor József—Dr. Pilissy Lajos* 74
Kis- és középsorozatú szerszámgépöntvények gépesített gyártástechnológiai rendszere. *Kelemen Lajos* 157
Kis kéntartalmú öntöttvas előállítására szolgáló berendezés és az elért eredmények. *Dr. Varga Ferenc—Dr. Mócsy Árpád—Tamás István* 230
Különböző műgyanták felhasználásának lehetőségei egyes maghomokkeverékekben. *Dr. Veresköi János—Jónás Pál—Tóth Levente* 9
Különböző segédötvözettel gyártott gömbgrafitos öntöttvasak vizsgálata. *Katkó Károly* 82
Lemezgrafitos és gömbgrafitos öntöttvas átalakulása folyamatos lehűlés közben. *Dr. Varga Ferenc—Dr. Káldor Mihály* 219
Lemezgrafitos és gömbgrafitos öntöttvas átalakulása folyamatos lehűlés közben. (folytatás) *Dr. Varga Ferenc—Dr. Káldor Mihály* 241
Nemfémes zárványok az öntöttvasban. *Levi, L. I.* 270
Nukleáris műszerek alkalmazása az öntödei technológiában. *Rózsa Sándor* 43
Nyomásos alumíniumöntvények oxigéntartalma és ezek technológiai kihatása. *Dr. Pilissy Lajos—Dr. Vorsatz Brunó—Imre János* 25
Számítógépes folyamatirányító rendszer acélöntödében. *Farnady László* 179
Tapasztalatok az öAlCu4MgTi nagyszilárdságú alumíniumötvözet és az ebből készült öntvények gyártásával kapcsolatban. *Kosnyák Kálmán—Farkas László* 145
Tellur alkalmazása kéreghengerek gyártásához. *Csontos István—Kovács Zoltán* 198
Temperálási idő matematikai meghatározása nagy szilíciumtartalmú, CeMM-lal kezelt hipoeutektikus öntöttvasaknál. *Hutyera Krisztina—Orbán Ágnes* 88
Vasötvények javítása hegesztéssel. *Kljockin, G. I.—Ivanov, B. G.—Zsuravickij, Ju. I.* 276
Zárttéri diffúz légszennyező források lokalizálásának új módszerei, az üzemi vizsgálatok eredményei. *Kálmán István* 251

KISEBB KÖZLEMÉNYEK

Állandó rovatok

Beszámolók külföldi konferenciákról .. 28, 80, 127, 263, 512, 557
Beszámolók konferenciákról 177
Beszámolók külföldi tanulmányutakról .. 28, 263, 312
Egyesületi hírek 29, 79, 123, 178, 223, 267, 312, 360 (338), 409 (387), 558
Egyetemi hírek 266, 362, (340)
Hírek a Vasipari Kutató Intézetből .. 74, 81, 479, 559
Korszerű külföldi üzemek ismertetése 127
Könyvismertetés ..... 3. B.III, 268, 361, (339)
Köszöntő, *Thoma Albert* 90 éves 129
Dr. Nahoczky Albert 75 éves 129
Halálozás, *Dr. Csanádi György* 178
Műszaki és gazdasági hírek ... 25, 79, 128, 177, 311, 359 (337), 11. B.III, 535, 561
Szabványosítási hírek ..... 1. B.III, 6. B.III, 7. B.III, 410, (388)
Üzemi hírek 225, 266, 359 (337), 513

*

A magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködés 25 éves jubileuma alkalmából tartott rendezvények 555
A Vasipari Kutató Intézet 25 éves jubileumi ünnepsége 479
A vaskohászat helyzete Spanyolországban 78
Az OMBKE új emlékérmeinek ismertetése 224
Döntés az 1973. évi pályadíjakról és cikkjutalmakról 126
Egyesületünk múltjából 361, (339)
Pályázati felhívás ..... 2. B.III., 363 (341), 389 (367)
1974. évi nívódíj pályázati felhívás .... 1. B.III., 2. B.III., 3. B.III., 363 (341)

Fémkohászat-rovat

Állandó rovatok

A fémkohászati Tanszék hírei 191, 287, 334
A hazai alumíniumipar hírei .. 286, 335, 382 (360) 574
Beszámolók külföldi tanulmányutakról .. 240, 426 (404)
Egyesületi hírek 144, 286, 334, 527
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek .. 47, 96, 190, 192, 240, 287, 382 (360), 431 (409), 528, 576
Könyvismertetés 328
Köszöntő, *Dr. Becker Ervin* 75 éves 48
Halálozás, *Fixek Nándor* 95
Balázs Fülöp 526
Dr. Papp Elemér 527
Szabványosítási hírek 5. B.III., 336, 384 (362), 432, (410)
Szakosztályi hírek 191, 240
25 éves a magyar—szovjet együttműködés az alumíniumiparban 574
Pályázati felhívás 95

Öntöde

Állandó rovatok

Beszámolók konferenciákról
VII. Magyar Öntő Napok 19
Ki minek mestere országos öntővetélkedő 1972—1973 143
Vasalapú anyagok korszerű analitikája ankét Sopronban 144
Beszámolók külföldi konferenciákról
40. Nemzetközi Öntő Kongresszus, Moszkva .. 49
VI. Román Öntő Napok 96
A CIATF 7b munkabizottságának ülése Schaffhausenban 120
Nemzetközi Nyomásos Öntészeti Napok Münchenben 167
41. Nemzetközi Öntő Kongresszus, Liege 209
Beszámoló külföldi konferenciákról, Freiberg, Cottbus 214
42. Nemzetközi Öntő Kongresszus, Lisszabon.. 254
Acélöntő konferencia Pilsenben 288
Könyvismertetések 104, 112, 168, 201, 213
Halálozás, *Kálmán Lajos* 205
Műszaki és gazdasági hírek .. 113, 128, 215, 216, 528
Szabványosítási hírek 72
Szakosztályi hírek 24, 48,70, 95, 116, 118, 165, 192, 269, 275, 282, 287, 288
Üzemi hírek 161
Egyetemi hírek 94
A Fiatalokat Szervező Munkabizottság célja és tevékenysége 73
A szovjet öntvénygyártás fejlődése a gyorsított műszaki-tudományos fejlődés időszakában 266
Az Öntödei Szakosztály 1974. évi munkaterve 118
Áttérés a nemzetközi mértékegységre 262
Beszámoló a FISZEMUBI csehszlovák tanulmányútjáról 95
Beszámoló az Öntödei Szakosztály 1973. évi tevékenységéről 116
Ideiglenes nemzetközi szabvány folyékony önkötő formázókeverékek vizsgálatára 162
Öntödeavatás a Kossuth Lajos Szakközépiskolában 264
Öntvények mérettűrései 283
25 éves a magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködés 265

Bacskai Antal 303
Balogh József 75
Dr. Béres Lajos 151
Bobok György 456
Bouvier, G. 214
Clement Andor 209, 461
Czakó Lajos 151
Dr. Csabalik Gyula 390, (368)
Dr. Csepiga Zoltán 469
Csépai Dezső 55
Dolgos László 1
Dr. Ebel, M. F. 166
Farkas László 145
Dr. Farkas Ottó 300
Fehérvári Attila 473
Filep Gyula 75, 405, (383)
Filep Gyuláné 405, (383)
Gondi Sándor 394, (372)
Gyüre László 307
Hajtó Zsolt 70
Hédai Lajos 156
Hidasi Béla 385, (363)
Dr. Horváth Aurél 145
Dr. Horváth János 193, 289, 433
Illyés János 443
Kakas János 261
Dr. Káldor Mihály 102
Dr. Kálmán György 21
Dr. Kéthelyi József 402, (380)
Dr. Kiss Ervin 49
Kiss László 114
Dr. Kisfaludy Antal 21, 118
Kollár Sándor 16
Dr. Kovács Sándorné 346, (324)
Kőhalmi Kálmán 546
Könye Zoltánné 110
Kulesov, M. M. 729
Kvitko, M. P. 531
Latinák István 202
Dr. Lendvai József 356, (334)
Dr. Lőrincz Oszkár 350, (328)
Maczkó Márton 160
Marosváry László 487
Máté László 535
Molnár László 346, (324)
Nagy János 508
Dr. Neményi Rezső 65
Dr. Oettel, H. 170
Dr. Péntek István 16
Pogány Tibor 449
Polencsik József 551
Dr. Prohászka János 385, (363)
P-s. 337, (315)
Dr. Réti László 494
Dr. Rittinger János 473
Román István 55
Dr. Romváry Pál 151
Dr. Sajó István 446
Ifj. Schmidt György 541
Sebe Bertalan 487
Sipos Albertné 446
Dr. Szabó Zoltán László 402, (380)
Szakács György 449
Szalay László 62
Szalai Zoltán 449
Dr. Szeghegyi Árpád 465
Dr. Sziklaváry János 97
Szőke László 241, 438
Takács Sándorné 502
Dr. Tamás Endre 251
Dr. Tardy Pál 502
Dr. Tóth János 209, 461, 532
Dr. Tóth Tamás 508
Tömpe László 257
Újváry János 446
Varga László 385, (363)
Dr. Verő Balázs 209, 461, 502
Vida Zoltán 465
Vizy György 151
Vrabély Ervin 507
Zámbó József 456
Zipszer Konrád 289

Fémkohászat-rovat

Acsády István 427, (405)
Almáshegyi Lajos 186
Ádám János 234
Arató Péter 323
Barakka Imre 139, 315, 372, (350)
Dr. Bárczy Pál 329
Bokor András 226
Dr. Balkay Bálint 226
Brassai Klára 379, (357)
Dr. Csák József 274
Csermák Kálmán 3, 185, (284)
Dr. Cserbakova, T. 44
Enyedi Ferenc 418, (396)
Dr. Gadó Pál 377, (355)
Horváth Antal 270, 320
Horváth János 234
Dr. Horváth Zoltán 421, (399), 364, (342)
Imhof János 514
Jakobi Gyula 139
Kaluzhskij, N. A. 565
Kostjukov, A. A. 565
Kaszás Ferenc 91
Dr. Klug Ottó 523
Lengyel László 339, 372, (350)
Máhig László 565
Dr. Mosóczy Ferenc 379, (357)
Németh Béla 139, 230, 315, 372, (350)
Oláh Zoltán 130
Raft Sándor 91
Rácz Lászlóné 32
Sadrin, G. G. 44
Schipper László 390
Solymár Károly 226
Spakievics Sándor 323
Sulyok András 85, 411, (389)
Szabó Lajos 274
Dr. Szekér Gyula 562
Dr. Tranta Ferenc 329
Varga László 377, (355)
Vörös Károly 230, 523
Dr. Wéber József 85, 364, (342), 411, (389) 421, (399)
Zachár László 44
Dr. Zambó János 565

Öntöde

Bakó Károly 206
Benesch Ferenc 227, 245
Bezur László 134
Buzánszky Albin 105
Csontos István 198
Dér Éva 169
Farkas I. Zoltán 139
Farkas László 145
Farnady László 179
Harsányi Etelka 134
Hevenesi György 206, 235
Hutyera Krisztina 88
Imre János 25, 227, 245
Ivanov, B. G. 276
János Sándor 10
Jónás Pál 9
Juhász Márta 152
Katkó Károly 82
Dr. Káldor Mihály 210, 241
Kálmán István 251
Kelemen Lajos 157
Kljockin, G. I. 276
Kosnyák Kálmán 145
Kovács László 1, 110
Kovács Zoltán 198
Levi, L. J. 270

Liesenberg, O. 129
Madri, R. 129
Markovics András 202
Marjai Jenő 105
Dr. Mócsy Árpád 230
Orbán Ágnes 88
Pázmándi László 41
Pető Márton 97
Petőfalvi István 202
Dr. Pilissy Lajos 25, 74, 227, 245
Pólos László 134
Pungor Ernő 134
Réti Tamás 255
Rózsa Sándor 43
Sándor József 227, 245
Scheinert, H. 129
Siklerné, Ilia Ildikó 92
Szántó Jánosné 169
Szende György 202
Tamás István 230
Tóth Endre 38
Tóth Levente 9
Türr Imre ..... 20?
Varga Endre 1
Dr. Varga Ferenc 219, 230, 24
Dr. Vereskői János 9
Dr. Vörös Árpád 193
Dr. Vorsatz Brunó 25
Zana Dezső 189
Zsuravickij, Ju. I. 276

Felelős kiadó: Siklósi Norbert

75. 4218 - Révai Nyomda - Felelős vezető: Povárny Jenő

Bányászati és Kohászati Lapok
ÖNTÖDE
1975. évi tartalomjegyzéke

Nagyobb cikkek szerzők szerint csoportosítva

Áldozó László: Minta- és mintalapkészítési eljárások a Soproni Vasöntöde mintakészítő műhelyében ... 65
Bakó Károly: A lemez- és a gömbgrafitos öntöttvasak néhány öntészeti tulajdonságának vizsgálata 145
Boenisch, D.: Formázóanyagok elektronmikroszkópos vizsgálata ... 40
Bokor Ferenc—Pélyi Bertalan: Öntött kristályirányított hangszórómágnesek paramétereinek növelése ... 121
Dr. Fuchs Erik—Dr. Gergely Márton: Az izotermás cementitbomlás aktiválási energiája a temperáló hőkezelés első lépcsőjében ... 104
Füredi János—Havasi László: Öntöttvas üvegipari formák tapadási hőmérsékletének vizsgálata ... 109
Gábor András: Nyomásos öntőszerszámok gyártásának helyzete és fejlesztési irányai ... 81
Horváth László—Stocker Kálmán: Az öntödei környezetvédelem jelentősége és feladata ... 206
Imre János—Dr. Pilissy Lajos—Benesch Ferenc—Sándor József: A Vasipari Kutató Intézet által kifejlesztett kokilla- és szerszámbevonó anyagok 76
Ivanov, D. P.—Sebatinov, M. P.: A grafit szerkezete az öntöttvasban ... 33
Jónás Pál: A tudományos diákköri tevékenység 10 éve az Öntészeti Tanszéken ... 252
Korbuly Judit—Dr. Takács Pál—Sinkovits György: Öntödei kőszénliszt-alapanyagok minősítő vizsgálata ... 247
Kovács Dezső—Dr. Vörös Árpád: A hazai öntvénygyártás fejlesztésének időszerű kérdései ... 198
Lizák József: A fajtérfogat-változások időbeni eltolódásának hatása az acélöntvények hegesztett kötéseinek repedésére ... 161
Dr. Mocsy Árpád—Tamás István—Dr. Varga Ferenc: Átmeneti grafitos öntöttvas gyártási kísérletei ... 265
Mühl Nándor—Bakó Károly—Hevenesi György: A Soproni Vasöntöde és a Vasipari Kutató Intézet együttműködése a formázástechnológia fejlesztésében ... 60
Dr. Nándori Gyula: Tízéves az Öntészeti Tanszék 230
Dr. Nándori Gyula—Jónás Pál—Tóth Levente—Dr. Vereskői János: A nedves formázókeverékek tömörítettségének vizsgálata a gázátbocsátóképesség mérése alapján ... 97
Pintér András: Az öntvénytisztítás gépesítési problémái ... 179
Dr, Pilissy Lajos: Az Öntöde 25 éve ... 234
Rácz Ottó: Az öntödei kőszénliszt és helyettesítő anyagai ... 37
Šafář, K.: Öntött fogaskerekek szerkesztése és gyártása ... 128
Szalai Gyula—Csuti József: Öntödei anyaggazdálkodás műszaki normák alapján ... 185
Szász József—Bakó Károly: Az Öntödei Szakosztály krónikája megalakulásától napjainkig ... 223
Szekeres János: A hot-box magkészítő eljárás fejlesztése ... 241
Szende György—Szilágyi Imre—Dr. Vörös Árpád: Az öntvénygyártás fejlődésének tendenciái ... 1
Szíj Zoltán: Az öntvényminősítés új módszerei az öntödében ... 154
Sznezsnoj, R. L.—Szerebro, V. Sz.—Rabinovics, B.—Rüvkisz, M.: Vas- és acélöntvények előállítása bélelt kokillákban és a komplex gépesítés alapjai 133
Dr. Takács Tibor: A levegőtisztaság-védelmi emissziós keretnormák kidolgozása és a levegőszennyezés mérése hazai öntödékben ... 272
Theobald János—Balogh András—Malcsiner József: Az alaphomokok tulajdonságainak hatása a korszerű mag- és formakészítés technológiájára ... 6
Tilch, W.—Flemming, E.: Automatikus formázósorok vizsgálati technológiája ... 276
Varga Endre: Az öntöttvas kémiai összetételének és a forma merevségének hatása a hengerfejöntvények tömörségére ... 169
Vida László: Öntöttvas rudat gyártó, horizontális elrendezésű folyamatos öntőberendezések üzemeltetése során szerzett tapasztalatok ... 26
Vida László—Vlcsovszky Rezső: Hálótervezési módszer alkalmazása az öntödei formakészítés normaidejének képzésében ... 84
Vida László—Sövegjártó Zoltán: Az öntödei vezetés szerepe, helye és feladatai a termelésirányításban 202
Dr. Vörös Árpád: Adatok az öntvénygyártás 30 éves fejlődéséről ... 217
Dr. Vörösné, Dr. Faragó Elza: A ritkafémek alkalmazásának lehetőségei vasöntvények gyártásakor 51

A cikkek betűsoros jegyzéke

Adatok az öntvénygyártás 30 éves fejlődéséről. *Dr. Vörös Árpád* ... 217
A fajtérfogat-változások időbeni eltolódásának hatása az acélöntvények hegesztett kötéseinek repedésére. *Lizák József* ... 161
A grafit szerkezete az öntöttvasban. *Ivanov, D. P.—Sebatinov, M. P.* ... 33
A hazai öntvénygyártás fejlesztésének időszerű kérdései. *Kovács Dezső—Dr. Vörös Árpád* ... 198
A hot-box magkészítő eljárás fejlesztése. *Szekeres János* ... 241
A lemez- és a gömbgrafitos öntöttvasak néhány öntészeti tulajdonságának vizsgálata. *Bakó Károly* ... 145
A levegőtisztaság-védelmi emissziós keretnormák kidolgozása és a levegőszennyezés mérései hazai öntödékben. *Dr. Takács Tibor* ... 272
A nedves formázókeverékek tömörítettségének vizsgálata a gázátbocsátóképesség mérése alapján. *Dr. Nándori Gyula—Jónás Pál—Tóth Levente—Dr. Vereskői János* ... 97
A ritkafémek alkalmazásának lehetőségei vasöntvények gyártásakor. *Dr. Vörösné, Dr. Faragó Elza* ... 51
A Soproni Vasöntöde és a Vasipari Kutató Intézet együttműködése a formázástechnológia fejlesztésében. *Mühl Nándor—Bakó Károly—Hevenesi György* ... 60
A tudományos diákköri tevékenység 10 éve az Öntészeti Tanszéken. *Jónás Pál* ... 252
Automatikus formázósorok vizsgálati technológiája. *W. Tilch—E. Flemming* ... 276
Vasipari Kutató Intézet által kifejlesztett kokilla- és szerszámbevonó-anyagok. *Imre János—Dr. Pilissy Lajos—Benesch Ferenc—Sándor József* 76
Az alaphomokok tulajdonságainak hatása a korszerű mag- és formakészítés technológiájára. *Theobald János—Balogh András—Malcsiner József* ... 6
Az izotermás cementitbontás aktiválási energiája a temperáló hőkezelés első lépcsőjében. *Dr. Fuchs Erik—Dr. Gergely Márton* ... 104
Az Öntöde 25 éve. *Dr. Pilissy Lajos* ... 234
Az öntödei kőszénliszt és helyettesítő anyagai. *Rácz Ottó* ... 37

Az Öntödei Szakosztály krónikája megalakulásától napjainkig. *Szász József—Bakó Károly* 223
Az öntödei környezetvédelem jelentősége és feladata. *Horváth László—Stocker Kálmán* 206
Az öntödei vezetés szerepe, helye és feladatai a termelésirányításban. *Vida László—Sövegjártó Zoltán* 202
Az öntöttvas kémiai összetételének és a forma merevségének hatása a hengerfejöntvények tömörségére. *Varga Endre* 169
Az öntvénygyártás fejlődési tendenciái. *Szende György—Szilágyi Imre—Dr. Vörös Árpád* 1
Az öntvényminősítés új módszerei az öntödében. *Szij Zoltán* 154
Az öntvénytisztítás gépesítési problémái. *Pintér András* 179
Átmeneti grafitos öntöttvas gyártási kísérletei. *Dr. Mocsy Árpád—Tamás István—Dr. Varga Ferenc* 265
Formázóanyagok elektronmikroszkópos vizsgálata. *Boenisch, D.* 40
Hálóstervezési módszer alkalmazása az öntödei formakészítés normaidejének képzésében. *Vida László—Vlcsovszky Rezső* 84
Minta- és mintalapkészítési eljárások a Soproni Vasöntöde mintakészítő műhelyében. *Áldozó László* 65
Nyomásos öntőszerszámok gyártásának helyzete és fejlesztési irányai. *Gábor András* 81
Öntödei anyaggazdálkodás műszaki normák alapján. *Szalay Gyula—Csuti József* 185
Öntödei kőszénliszt-alapanyagok minősítő vizsgálata. *Korbuly Judit—Dr. Takács Pál—Sinkovits György* 247
Öntött kristályirányított hangszórómágnesek paramétereinek növelése. *Bokor Ferenc—Pélyi Bertalan* 121
Öntött fogaskerekek szerkesztése és gyártása. *Šafář, K.* 128
Öntöttvas rudat gyártó, horizontális elrendezésű folyamatos öntőberendezések üzemeltetése során szerzett tapasztalatok. *Vida László* 26
Öntöttvas üvegipari formák tapadási hőmérsékletének vizsgálata. *Füredi János—Havasi László* 109
Tízéves az Öntészeti Tanszék. *Dr. Nándori Gyula* 230
Vas- és acélöntvények előállítása bélelt kokillákban és a komplex gépesítés alapjai. *Sznezsnoj, R. L.—Szerebro, V. Sz.—Rabinovics, B.—Rüvkisz, M.* 133

Betűsoros névmutató

Áldozó László 65
Balogh András 6
Bakó Károly 60, 145, 223
Benesch Ferenc 76
Boenisch, D. 40
Bokor Ferenc 121
Csuti József 185
Flemming, E. 276
Dr. Fuchs Erik 104
Füredi János 109
Gábor András 81
Dr. Gergely Márton 104
Havasi László 109
Hevenesi György 60
Horváth László 206
Imre János 76
Ivanov, D. P. 33
Jónás Pál 97, 252
Korbuly Judit 247
Kovács Dezső 198
Lizák József 161
Malcsiner József 6
Dr. Mocsy Árpád 265
Mühl Nándor 60
Dr. Nándori Gyula 97, 230
Pélyi Bertalan 121
Dr. Pilissy Lajos 76, 234
Pintér András 179
Rabinovics, B. 133
Rüvkisz, M. 133
Rácz Ottó 37
Šafář, K. 128
Sándor József 76
Sebatinov, M. P. 33
Sinkovits György 247
Sövegjártó Zoltán 202
Stocker Kálmán 206
Szalai Gyula 185
Szász József 223
Szekeres János 241
Szende György 1
Szerebro, V. Sz. 133
Szij Zoltán 154
Szilágyi Imre 1
Sznezsnoj, R. L. 133
Dr. Takács Pál 247
Dr. Takács Tibor 272
Tamás István 265
Theobald János 6
Tilch, W. 272
Tóth Levente 97
Varga Endre 169
Dr. Varga Ferenc 265
Dr. Vereskői János 97
Vida László 26, 84, 202
Vlcsovszky Rezső 84
Dr. Vörös Árpád 1, 198
Dr. Vörös Árpádné, Dr. Faragó Elza 51

Kisebb közlemények

Állandó rovatok

Beszámolók konferenciákról

II. Járműipari öntvénygyártási Ankét Győrben 44
A szocialista országok öntőegyesületi képviselőinek 2. munkaértekezlete 45
VI. Soproni Temperöntési és Mintakészítési Napok 49
III. Országos Nyomásos Öntészeti Konferencia 73
VIII. Öntőnapok 193

Beszámolók külföldi konferenciákról

GIFA'74. 4. Nemzetközi Öntészeti Kiállítás ... 13
NDK Öntőnapok 69
„Acélműi kokillák élettartamának növelése" konferencia 70
A CIATF temperöntvényekkel foglalkozó 7b bizottságának ülése Częstochowában 160
Leobeni Öntőnapok 189
Osztrák Öntőnapok 282
Könyvismertetések 12, 48, 88, 192, 264, 284
Halálozás
Dmitrij Petrovics Ivanov 43
Hargitay Sándor 285
Folyóiratszemle 71, 93, 132, 213, 262
Szabványosítási hírek 144, 168, 205, 286
Szakosztályi hírek 89, 118, 184, 191, 197 211, 233, 251, 257, 282
Egyetemi hírek 113, 229
Tájékoztató a VIII. Öntő Napokról 21
Pályázati felhívás 271
1975. évi nívódíjas cikkek 281
Megalakult az „Önkötő formázókeverékek" műszaki bizottsága 43
A CIATF munkabizottságainak munkája és az Öntödei Szakosztály feladatai 46
Miről írt 70 évvel ezelőtt a Bányászati és Kohászati Lapok? 115
Miről írt 40 évvel ezelőtt a Bányászati és Kohászati Lapok? 164
Jubileumi és hajózási kiállítás az Öntödei Múzeumban 258
Az éknyomóvizsgálattal szerzett tapasztalatok (CIATF 7a munkabizottság jelentése) 141
Az öntészet fejlődésének kilátásai a következő 25 évben 188
Műanyagfóliás vákuumformázási eljárás 22
Japán öntőipara 1973—74-ben 261

CONTENTS

V. I. Javojszkij: **Deoxidation of steel and the nonmetallic inclusions in the steel block** ..... P 1

The author has found that processes occurring during the holding of steel in the two-phase (liquid-solid) state and its further cooling have a significant and sometimes decisive influence on the amount shape and arrangement of nonmetallic inclusions. This influence increases in bigger blocks.

It is not sufficient to study the process of deoxidation as an "isothermal" process and to restrict this study to chemical reactions, to the germination, growth and rising of the inclusions.

Dr. D. Horváth: **Molybdenum alloying directly from the oxide** ..... P 10

In the course of our study of the Mo alloying method directly from the oxide we investigated the production of the alloying materials MoO_3, MoO_2 and $CaO.MoO_3$. The reaction mechanism of the these substances and their behaviour during heating was studied with X-ray diffraction and thermoanalytical methods. Some informative alloying tests were carried out with MoO_3, MoO_2 and $CaO.MoO_3$ to compare their effectivity and the temporal characteristic of the alloying process.

E. Gegus—dr. P. Móritz—P. Répás: **Some problems of testing the composition and homogeneity of spectrometric standards** ..... P 18

A comparison and evaluation of the chemical and spectrometric methods for testing the composition of spectrometric steel and pig iron standards. Conclusions from the results on the homogeneity of the standard. The developed computing methods, and their application to the test data of some standards.

Dr. Á. Szombatfalvy: **Relaxation tests in the Research Institute for Ferrous Metallurgy** ..... P 21

The phenomenon of relaxation. The principles of operation and main properties of the machines with balance arm and mobile weight and of rigid construction, with force measuring cell, respectively, developed in the Institute. Their comparison, based on the experiences and on the plotted charts. High temperature tests. Precision requirements of relaxation measuring machines.

Z. Nagy: **A review of the development of wide hot srip mills** ..... P 24

The paper analyzes the economic and technical causes of the development of wide hot strip mills, reviewing the first generation of these mills, detailing the technical characteristics of the second generation of wide hot strip mills and giving some examples of modern hot strip mills.

N. S. Smorgunenko—G. Z. Nasirov: **The complex processing of alunites** ..... P 33

Several processes have been developed in the Soviet Union for the treatment of alunites. The process developed by the Institute VAMI utilizes a reduction step and produces simultaneously alumina, potassium sulphate, sulphuric acid, vanadium pentoxide and gallium. Alunite, containing about 21% Al_2O_3, may become a raw material of alumina production.

Dr. M. Miskei—dr. T. Lakatos: **The role of microorganisms in the leaching of rare metals** ..... P 35

The authors describe the most recent efforts to enrich and extract indium, thallium, cadmium, germanium, cobalt, rhenium, selenium, tellurium and bismuth with the aid of microorganisms and the conclusions drawn from these studies.

F. Farkas—M. Gombos—F. Kovács—dr. O. Klug—B. Németh: **The problems of the instrumented analysis of alumina liquors** ..... P 38

The paper summarizes the results of tests with the conductivity measuring Oscimhometer and the industrial telel-transmitting Oscimhotransmitter; the tests were intended to develop an industrial process analyzer. During the tests on alumina liquor solutions it was found that conductivity has a maximum value in the case of isothermal dilution or of a constant aluminium content. The concentration has been measured at which conductivity is not influenced by the soda or NaF concentration.

N. I. Eremin—N. S. Smorgunenko: **The complex processing of high silica raw materials to alumina and cement, using a sintering step with limestone** P 44

The authors review the complex processing of high silica raw materials. The process developed in the VAMI Institute (Leningrad) is based on sintering and produces alumina and high-quality cement. The process is applicable to poor bauxites and kaolin.

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
DR. FUCHS ERIK, GARAY LÁSZLÓ, KOLOSY ERNŐ, RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, CSEH MIKLÓS, DR. HAJTÓ NÁNDOR, HARRACH WALTER, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOLLÁR SÁNDOR, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VAS IVÁN, DR. VERŐ BALÁZS.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

108. évfolyam 1. szám 1975. január

Az acél dezoxidálása és nemfémes zárványok az acéltuskóban*

V. I. JAVOJSZKIJ a műszaki tudományok doktora, tszv. egyet. tanár
Acél- és Ötvözetek Intézete, Moszkva

DK:669.14:620.192

A tanulmányában a szerző megállapítja, hogy jelentős, néha döntő befolyást gyakorolnak a nemfémes zárványok mennyiségére, formájára és elhelyezkedésére azok a folyamatok, amelyek az acélnak a kétfázisú (folyékony-szilárd) állapotban való tartózkodása és a további lehűlése során játszódnak le. E körülmény fontossága a tuskók súlyának növelése esetén nő.

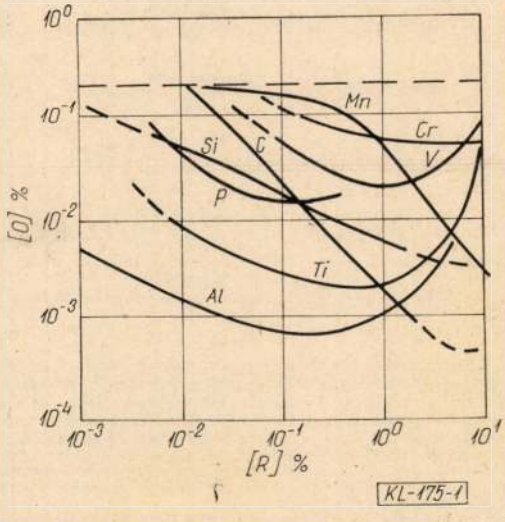
Megállapítja, hogy nem elegendő a dezoxidáció folyamatát mint „izotermikus" folyamatot vizsgálni és a vizsgálatokat csak a kémiai reakciók, valamint a zárványok csiraképződésének, megnagyobbodásának és felszállásának vizsgálatára korlátozni.

A dezoxidálás alapvető feladata az acélban oldott oxigén aktivitásának lecsökkentése a nem káros értékekig (részben a karbonnal való egyensúlyi értékek alá), és az acél megszabadítása a dezoxidáció termékeitől — az oxid típusú endogén nemfémes zárványoktól.

Általánosan elfogadott, hogy az egyes elemek és azok kombinációinak dezoxidálási képességéről a $\lg[O]=f(\lg[R])$ összefüggés alapján ítélnek (ahol [O] és [R] az oxigén és a dezoxidálószer koncentrációi %-ban). Ez az 1600 °C-on fennálló egyensúlyi állapotnak felel meg (lásd például *1. ábrát*, amelyet *Turhdogen*-től vettünk át [1]). Jól ismert tény, hogy az oxigén oldata még a tiszta vasban sem ideális, és még inkább távol állnak az ideális oldattól a Fe—R—O oldatok. Nem kevésbé hasznos ez, valamint a többi hozzá hasonló diagram — az általuk nyújtott közelítő információkon kívül az egyes dezoxidáló elemek dezoxidálási képességéről — abban a vonatkozásban, hogy:

1. A $\lg[O]=f(\lg[R])$ görbék menetéből, azok töréspontjai alapján képet kapunk arról, hogy az R-elem révén milyen dezoxidációs termékek keletkeznek annak különböző koncentrációi esetén (például Ti_3O_5, Ti_2O_3, TiO, a titán koncentrációjának növekedése arányában).

2. A $\lg[O]=f(\lg[R])$ görbe egyik szakaszának a másikba való sima átmenetekor pedig ki lehet mondani, hogy bizonyos koncentráció — intervallu-



1. ábra. Néhány elem dezoxidálási képessége 1600 °C-on

* Előadásként elhangzott 1975. szept. 12-én Dunaújvárosban, a magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködés 25 éves jubileuma alkalmából rendezett Vaskohászati Szimpóziumon.

Vlagyimir Ivanovics Javojszkij professzor 1910-ben született. A permi ipari technikum elvégzése után, 1930—38 között különböző urali martinüzemekben dolgozott és egyidejűleg mérnöki diplomát szerzett az Urali Politechnikai Intézetben. 1942-ben a műsz. tud. kandidátusa, 1950-ben a műszaki tudományok doktora lett. 1950—56-ban a Kijevi Politechnikai Intézetben, majd 1956-tól a Moszkvai Acél- és Ötvözetek Intézetében az acélgyártás tanszéket vezeti.

Állami díjas és az „Orosz Föderatív Szocialista Köztársaság Érdemes tudósa" cím birtokosa.

Nevéhez hat monográfia és több mint 200 publikáció fűződik. A gázok különféle acélgyártási folyamatokban mutatott viselkedésével foglalkozó tudományos munkáit joggal tekintik klasszikusnak. Az utóbbi években széleskörű munkát folytatott az acélgyártás folyamatainak új értelmezésére.

moknál, amelyek ezen görbe szakaszok találkozásának felelnek meg, a magasabb és alacsonyabbrendű oxidok egymásban való szilárd avagy folyékony oldatai léteznek. Egyidejűleg azonban nem képződhetnek különböző oxidokból álló zárványok (ami ellentmondana a fázisszabálynak). Ily módon az összes olyan dezoxidáló elemre nézve, amelyek különféle oxidokat alkotnak, létezniök kell nem sztöchiometrikus oxidoknak is (pl. Ti_2O_3 és $TiO = Ti_nO_m$).

3. A $\lg[O]=f(\lg[R])$ összefüggés lineáris jellege, amely csak a nagyon erős dezoxidáló elemeknek (Ca, Mg, Ce, La) sajátja, arról tanúskodik, hogy azok különböző koncentrációi mellett is csak egyféle oxid keletkezik.

4. A $\lg[O]=f(\lg[R])$ görbék szélsőértékhelye mindössze az oxigén és dezoxidáló elem vasban való oldatának nem ideális voltáról tanúskodik.

Az utóbbi években dolgozták ki és alkalmazzák széles körben a laboratóriumi és ipari kutatásokban az „elektromotoros erő módszerét"* az oxigén aktivitásának direkt kísérleti meghatározására. Az „e.m.e. módszere" alkalmas a fémben oldott, valamint a gáz és salak fázisokban levő oxigén aktivitásának meghatározására.

Az R dezoxidáló elem aktivitásának meghatározására ilyen módszer egyelőre nincsen. Ellenben ismeretes, hogy majdnem minden dezoxidáló elem vasban való oldata közelebb van az ideálishoz, mint az oxigén vasban való oldata.

Ezért az oxigénnek és a dezoxidálószernek a vasban, nikkelben, kobaltban stb. való egyensúlyának tanulmányozása során a következő lépés annak az összefüggésnek a megtalálása volt, hogy hogyan függ az oxigén aktivitása a dezoxidáló elem koncentrációjától.

Ilyen összefüggés, a $\lg a_0=f(\lg[R])$ diagram [2] formájában látható a *2. ábrán*. Amint kitűnik, a diagram egyetlen görbéjének sincs szélsőértéke. Bemutatjuk itt ezeknek a görbéknek az egyenleteit (amelyek a gyakorlati szempontból érdekes koncentráció-intervallumokban közel lineárisak):

$$\lg([Si\%]a_0^2) = -\frac{27\,860}{T} + 10{,}28$$

$$\lg([Al\%]^2a_0^3) = -\frac{82\,580}{T} + 33{,}96$$

$$\lg([Mn\%]a_0) = -\frac{10\,300}{T} + 4{,}06$$

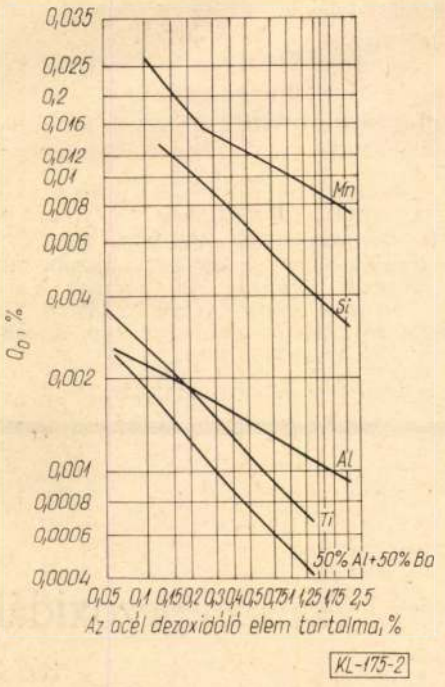
$$\lg([Ti\%]^2a_0^3) = -\frac{28\,950}{T} + 7{,}42$$

$$\lg([Zr\%]a_0^2) = -\frac{43\,404}{T} + 12{,}69$$

$$\lg[(Ce\%]a_0^2) = -\frac{51\,220}{T} + 17{,}08$$

* A fordító jegyzete: Az „elektromotoros erő módszere" az oxigén aktivitásának gyakorlatilag késleltetés nélküli folyamatos kontrollját teszi lehetővé úgy az acélgyártó kemencében, mint az üstben és a kokillában, szemben a periodikus próbavétel módszerével, amely csak (némi késéssel), az oxigén általános mennyiségét tudja megállapítani, és így nem jellemzi az oxigén aktivitását. A szóban forgó módszer a folyékony acélba merített két elektróda közötti elektromotoros erő mérésén alapszik, ahol az e. m. e. értéke az oxigén aktivitás (a_0), a hőmérséklet és az elektródák fajtájának függvénye.

Lásd: *Javojszkij V. I., Luzgin V. P., Viskarjov A. F.*: Okiszlennoszty sztáli i metodü jijo kontrollja, Moszkva, „Metallurgija", 1970.



2. ábra. Néhány elem dezoxidálási képessége 1600 °C-on, az oxigén aktivitása alapján értékelve

A szóban forgó diagramnak és egyenleteknek különleges érdekessége van azzal kapcsolatban, hogy nemcsak az a_0-t határozzák meg, hanem például meghatározzák a fémben oldott és a dezoxidáló elemmel egyensúlyban levő megmaradt oxigén koncentrációját is. Ez azért lehetséges, mert a dezoxidálás után megmaradó nagyon kicsiny oxigén koncentrációkban az oxigén aktivitásának γ_0 együtthatója közel van az egységhez, azaz $a_0 \approx [O\%]$.

Ez lehetővé teszi az acélban keletkező dezoxidálási termékek mennyiségének a megállapítását a dezoxidáló elemek koncentrációváltozásainak, a fém hűlésének stb. függvényében, aminek nemcsak elméleti, de gyakorlati jelentősége is van.

A dezoxidálás utáni megmaradó oxigén aktivitásának az „e.m.e. módszerével" való mérése rendkívül hasznos információkat adott az úgynevezett komplex dezoxidálás célszerűségéről egyes esetekben, vagy célszerűtlenségéről, sőt káros voltáról más esetekben. A kísérleti anyag feldolgozása során kiadódott, hogy minden az izobár-izotermikus potenciálok egymásközötti viszonyától függ:

$$\Delta G_I \gtrless \Delta G_{II} + \Delta G_{III},$$

ahol ΔG_I — a komplex dezoxidálószert alkotó elemek közötti fémvegyületek képződésének izobár-izotermikus potenciálja;

ΔG_{II} — a komplex dezoxidálószer két elemének oxidjából keletkező oldat, ill. kémiai vegyület képződésének izobár-izotermikus potenciálja;

ΔG_{III} — a két elem közüli gyengébb dezoxidáló elem dezoxidálási folyamatának izobár-izotermikus potenciálja.

Ha ΔG_I abszolút értékben kisebb, mint $\Delta G_{II} + \Delta G_{III}$, akkor a komplex dezoxidálás előnyös, cél-

szerű és effektív (pl. Si+Mn, Al+Mn), ha ΔG_I nagyobb, mint $\Delta G_{II}+\Delta G_{III}$, akkor a második, gyengébb dezoxidáló elem leszállítja az erősebb dezoxidáló elem dezoxidáló képességét, és következésképpen a komplex dezoxidálószer gyengébb, mint az erősebb elem egyedül (pl. Si+Cr, Si+V, Si+Nb). Egyenlőség esetén a komplex dezoxidálószer egyenértékű az általa kifejtett hatást tekintve az őt alkotó két elem közül az erősebbik dezoxidáló elemmel (pl. Si+Al, Si+Ti).

A dezoxidáláskor képződő nemfémes zárványok

Azok a nemfémes zárványok, amelyek a kemencében, vagy az üstben keletkeznek a dezoxidáció folyamatában; kisebb vagy nagyobb mértékben eltávolíthatók az ismert technológiai eljárások alkalmazása mellett. Azonban a csapolás és öntés idején a fém hűl és emiatt a dezoxidáció egyensúlyi állandójának számszerű megváltozása következik be. A megmaradt dezoxidálószer mennyiségével egyensúlyban levő oxigén koncentrációja lecsökken és ez lehetővé teszi a dezoxidációs reakció kifejlődését és a nemfémes zárványok (ezen reakció termékei) formálódását.

A tuskók (vagy öntvények) kristályosodási folyamatában az acélnak a kétfázisú (folyékony—szilárd) tartományában végbemegy az oxigén szegregációja a folyékony fém és a kristályok között. Lokális oxigén dúsulások alakulnak ki, és az oxigén koncentráció egyes, néha mikroszkopikus térfogatokban képes túlhaladni a dezoxidálószerrel egyensúlyban levő koncentrációját, és kiváltani az utóbbi oxidációs folyamatát. A véleményeltérés, amely ebben a kérdésben a kutatók között létezik, elsősorban a dezoxidálási termékek keletkezésének stádiumát érinti az acél hűlési folyamatában a dezoxidálószer berakásától kezdődően és a tuskó egész térfogatának kristályosodásával bezárólag. A befejező stádiumban keletkező nemfémes zárványok elsősorban abban különböznek a kemencében, vagy üstben képződőktől, hogy megrekedve maradnak a kristályok között. Azoknak a véleménykülönbségeknek a megléte, amelyek úgy a szovjet, mint egy sor külföldi kutató között a szóban forgó kérdésben léteznek, azzal magyarázható, hogy a kutatók a feladat kitűzésekor gyakran követik a már kialakult elképzeléseket és figyelmen kívül hagynak egy sereg fontos momentumot, amelyek nagy, néha pedig döntő jelentőségűek az acél tulajdonságainak formálódásában. A mi időnkben a kutatóknak arra kell törekedniük, hogy tisztázzák a kihűlt, néha pedig már alakításnak alávetett acélból vett mintákban megfigyelhető nemfémes zárványok genezisét azoknak a metamorfózisoknak a számbavételével, amelyek a zárványokkal végbemennek a kemencében, vagy üstben végzett dezoxidálás után az öntés, kristályosodás és a tuskó földolgozásának különféle stádiumaiban.

Az acélgyártás és dezoxidálás technológiájának korszerű színvonala lehetővé teszi az egzogén zárványok gyakorlatilag teljes kiküszöbölését és az endogén zárványok mennyiségének jelentős csökkentését. Az első problémát a tűzállóanyagok minőségének, valamint a csapolás és öntés feltételeinek javításával lehet megoldani, továbbá a fémnek szintetikus salakkal való átdolgozásával és argonos átfúvatással, amelyet a zárványok flotációja és a salakhoz való kötődése kísér. Ami a dezoxidálási hőmérsékleten keletkező endogén zárványokat illeti, úgy ma már elmondhatjuk róluk, hogy azok mennyisége az összes nemfémes zárványok mennyiségéhez képest nem jelentős.

A dezoxidálószernek az acélba juttatását azonnal követő időpontban képződő nemfémes zárványok „adalékát" a kész acélban megfigyelhető összes nemfémes zárvány mennyiséghez, igen nehéz megbecsülni, még egy fontos körülmény miatt. A SiO_2, Al_2O_3 stb. oxidok homogén csíraképződésének a folyékony fémben kicsi a valószínűsége. Különböző szerzők számításai ([1], [3], [4]) szerint ehhez az olvadék óriási túltelítettsége (n) szükséges a dezoxidálószerben és oxigénben:

A SiO_2 számára

$$n=\frac{[a_{Si}]_{megfi}[a_0]^2_{megfi}}{[a_{Si}]_{egyens}[a_0]^2_{egyens}}=80\div 800$$

és az Al_2O_3 számára

$$n=\frac{[a_{Al}]^2_{megfi}[a_0]^3_{megfi}}{[a_{Al}]^2_{egyens}[a_0]^3_{egyens}}\geq 3\cdot 10^6\div 3{,}6\cdot 10^{14}$$

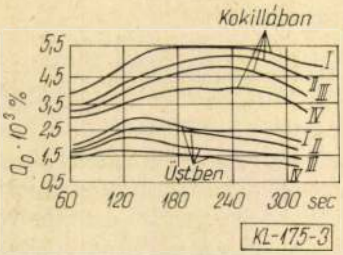
Igaz, hogy az összes számításokban a σ_{Fe-SiO_2} és $\sigma_{Fe-Al_2O_3}$ fázisok közötti határfelületi feszültségeknek a statikus egyensúlyi értékét vették figyelembe, amíg a tényleges zárványok csírái a dezoxidációs reakció lefolyásának feltételei mellett képződnek, amikor is σ „kinetikus" értékei jelentősen alacsonyabbak lehetnek az egyensúlyinál. Az említett szerzők végkövetkeztetése az oxid típusú nemfémes zárványok csíraképződésének lehetőségéről így is nem kevésbé elfogadható, mely szerint a csíraképződés csak egyes kivételes esetekben (például a beadott dezoxidálószer úszó darabjainak közvetlen közelében) lehetséges. Nemfémes zárványoknak a keletkezése a dezoxidálási hőmérsékleten dominánsan kapcsolatos valamilyen kivételes szituációval: nemfémes részecskék jelenlétével a fémben, amelyek képesek „alátétül" szolgálni a zárványok heterogén képződéséhez, jelentős helyi túltelítettségek fellépésével, szilárd fém-fázis egyidejű képződésével stb.

Ezzel kapcsolatban, helytelen a dezoxidálás effektivitását csak e folyamat elsődleges hatása után értékelni, akarva vagy akaratlanul „izotermikus" folyamatnak tekintve azt.

Sokkalta több alapja van a dezoxidálás eredményeit annak számbavételével tekintetbe venni, hogy hogyan hatnak a bevitt dezoxidálószerek a nemfémes fázis összetételére, tulajdonságaira és a nemfémes fázis kölcsönhatására a fémes alaprácscsal az öntés és kristályosodás folyamatában, a fém további hűlése, vagy a hengerlés előtti hevítés alatt.

Ehhez a véleményhez juttat bennünket az a már kétségtelen tény, hogy egy sor esetben nem a dezoxidáció termodinamikája, hanem tisztán kinetikus paraméterek — amelyek a nemfémes zárvá-

nyok csíraképződésének valószínűségére (és intenzitására) hatnak, határozzák meg a dezoxidáció termékeinek összetételét és jellegét. A folyékony acél belsejében folyó homogén zárvány-csíra képződéssel szembenálló lényeges nehézségek létezését alátámasztják azok az eredmények, amelyeket a másodlagos oxidáció folyamatainak tanulmányozása során kaptunk. Üzemi feltételek mellett, a 25G2 acél alsó öntése során meghatároztuk az oxigén aktivitását az acélban az „e.m.e. módszerе"-vel az üstben és a kokillában. Megállapítást nyert, hogy az acél másodlagos oxidációs folyamatainak eredményeképpen az oxigén aktivitása a kokillában mintegy kétszer meghaladja az oxigén aktivitását az üstben (lásd *3. ábrát*). A bemutatott mérési eredmények világosan mutatják, hogy tekintet nélkül az oxigén jelentős öntés alatti mennyiségi növekedésére a másodlagos oxidáció során, nem az egész belépő oxigén, hanem annak csak bizonyos része képez nemfémes zárványokat ebben a periódusban az acélban levő dezoxidáló elemekkel (Al, Si) való kölcsönhatás eredményeképpen.



3. ábra. Az oxigén aktivitásának az üstben és kokillában az elektromotoros erő módszerével mért értékei 4 acéladag (I, II, III, IV) alsóöntése során

Az oxigén másik része, ilyen vagy amolyan nehézségek következtében felhalmozódik az oldatban (ha az oxigén kiválna nemfémes zárvány alakjában, akkor az oxigén aktivitása az üstben és kokillában azonos szinten lenne). A kokillából vett próbák megemelkedett zárvány-tartalma az üst-próbákéhoz képest arra mutat, hogy a másodlagos oxidáció eredményeképpen felhalmozódott oxigén a későbbiekben (a megdermedés és a további hűlés alatt) válik ki nemfémes zárvány alakjában.

Esetenként már egyszerű termodinamikai számítások tanúskodnak arról, hogy a dezoxidálószer beadása után keletkező dezoxidációs termékek gyakorlatilag teljes mértékben eltávolodnak a fémből.

Például számos kutató adatai szerint a kész golyóscsapágy acélban az oxigén mennyisége mintegy 0,002—0,004%, a visszamaradó alumínium 0,02—0,03%-os mennyisége mellett. Az ilyen oxigén-tartalom a kémiai elemzés hibahatárán belül megfelel a fent említett alumíniumtartalommal a dezoxidálási hőmérsékleten egyensúlyban levő oxigéntartalomnak. Ez a dezoxidálás elsődleges termékeinek a kész fémben való hiányára mutat (az egész oxigén képes oldatban maradni 0,02—0,03% Al-nál 1500 °C-on). Hasonló a helyzet közönséges szénacélok gyártásakor (oxigéntartalom 0,008—0,012%, szilícium 0,20—0,35, a visszamaradó alumínium 0,01-nél kevesebb). Sajnálatos módon, hasonló elemzés nehéz az erősen ötvözött acélokra a nagyszámú kölcsönhatási paraméter számbavételének szükségességével kapcsolatosan (és ezen paraméterek nem elég pontosan meghatározottak).

Ily módon az irodalmi adatok és a mi kísérleti eredményeink megengedik annak feltételezését, hogy ha nem is mindig, de legalább is egy sereg acélfajta (acélminőség) gyártásakor közvetlenül a dezoxidálószer hozzáadásánál nemfémes zárványok vagy egyáltalán nem keletkeznek, vagy pedig más esetekben keletkeznek ugyan, de még a kristályosodás elkezdéséig gyakorlatilag teljes mértékben el is távoznak.

Régóta ismeretes, hogy még a jól dezoxidált és finomító átolvasztásnak (elektrosalakos átolvasztás, szintetikus salakokkal való átolvasztás, vagy vákuum ívfényes átolvasztás) alávetett acélban is jelen van egy finoman diszpergált (1—10 μ) nemfémes fázis. Az acél nemfémes zárványainak létező vizsgáló módszerei a már megdermedt fémből vett minták kutatását tételezik fel, ami jelentős mértékben megnehezíti a zárványképződés tényleges mechanizmusának a megállapítását. A kutatók a dezoxidáció folyamata lefolyásának jellegéről a nemfémes zárványok összetétele és struktúrája alapján ítélnek, nem véve számításba kötelező mértékben, hogy milyen komoly, néha pedig döntő hatást is gyakorolnak a nemfémes zárványok összetételére és struktúrájára azok a nagyszámú folyamatok, amelyek a dezoxidálószer beadása után az acéltermék gyártásának különböző szakaszaiban játszódnak le. Az oxigénnek a dezoxidálás, öntés, kristályosodás és a további hűlés idején való viselkedésének termodinamikai elemzése ([4], [5]) lehetővé tette az endogén nemfémes zárványok osztályozását; mint kristályosodás előttiek (elsődlegesek: a dezoxidálás hőmérsékletein keletkezők és másodlagosak: a likvidusz hőmérsékletéig való hűlés közben keletkezők), kristályosodásiak (harmadlagosak: a likvidusztól szoliduszig terjedő hőmérsékleti intervallumban keletkezők) és kristályosodás utániak (negyedlegesek: a szolidusz ponttól a szobahőmérsékletig való hűlés közben keletkezők).

Emellett még a megkristályosodott acélban, azokon a hőmérsékleteken, amelyek a tuskóknak melegalakítás előtti felhevítéseire jellemzőek, lejátszódhatnak a zárványok mennyiségének, formájának, kémiai összetételének és fekvésének jellegét megváltoztató folyamatok. Az ilyen folyamatok okai:

1. Az egyensúly hiánya azok között a zárványok között, melyek korábban keletkeztek a folyékony (szilárd) acélban, vagy kívülről kerültek abba, és amelyek az acéllal együtt hűlnek vagy melegednek a képlékeny alakítás előtt.
2. Az acél komponenseinek dezoxidációs képessége megnövekedik a hőmérsékletcsökkenés idején. A kristályosodás utáni reakciók lehetősége megnő olyan folyamatok számlájára, mint amilyenek: az acél másodlagos oxidációja öntésnél, erős dezoxidálószer késői beadása és véletlen jellegű nemfémes zárványoknak az acél belsejébe való bekerülése. Néha ezek a folyamatok az

úgynevezett szatellit zárványok keletkezéséhez vezetnek.

Figyelembe véve a előbbiekben kimondott feltételezést — (ami egy sor esetben kétségkívül helyes) a kristályosodás előtti zárványok (az elsődlegesek mindenképpen) teljes mértékű eltávozásáról — az alábbiakban részletesebben szemügyre vesszük a kristályosodási és kristályosodás utáni zárványokat. Az oxigénnek a dezoxidálás, kristályosodás és a további hűlés során mutatott viselkedését az oxigén aktivitásának elektrokémiai módszerrel való meghatározása útján vizsgáltuk. A kristályosodási és kristályosodás utáni nemfémes zárványok keletkezését elektron-optikai módszerrel és a pásztázó elektron-mikroszonda alkalmazásával vizsgáltuk.

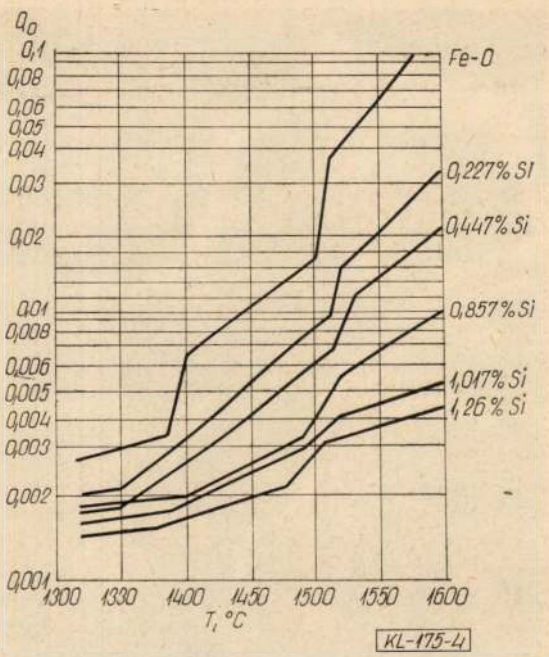
Az oxigén viselkedése a vas kristályosodása és hűlése idején

Általánosan ismert irodalmi adatok szerint az oxigén oldódási képessége a folyékony vasban a kristályosodás hőmérsékletén mintegy 0,17% [6] és ugrásszerűen csökken 0,034%-ig a szilárd vasban ugyanazon a hőmérsékleten [7]. A továbbiakban az oldódási képesség monoton csökken a δ vas hűlése során. A $\delta \rightarrow \gamma$ átalakulásnál az oxigén oldódási képessége ismét ugrásszerűen változik, az azt követő csökkenéssel a γ vasban 0,003%-ig [8]. Az oldódási képesség ugrásai a fázisátalakulások pontjaiban a folyékony és szilárd vasra külön-külön fölvett, hőmérséklettől függő görbék extrapolációjával adódtak. Siffercen [9] azt találta, hogy az α vasban az oxigén gyakorlatilag nem oldódik. Ez megfigyelhető a szobahőmérséklettől 900 °C-ig terjedő intervallumban.

Ily módon a vas kristályosodásának folyamatában és polimorf átalakulásaiban meg van az oxidos kiválás termodinamikai lehetősége. Amennyiben a folyamatok szilárd fázisban folynak le, lényegesek lehetnek a kinetikus akadályok.

Az oxigén viselkedésének a kiderítésére a vas kristályosodása és hűlése során, kidolgoztuk az oxigén aktivitás közvetlen mérésének metodikáját a vas-oxigén, vas-oxigén-dezoxidáló elem ötvözetekben az 1600 °C—1350 °C hőmérsékleti intervallumban. A mérések eredményeiből a *4. ábrán* mutatunk be egy részletet. A folyékony és szilárd vas hűlése során a fázisátalakulások közötti görbeszakaszokon látható az oxigén aktivitásának monoton csökkenése, amelyet a dezoxidációs reakció egyensúlyi állandójának megváltozása vált ki. A kristályosodás a fázisátalakulás idején az oxigén aktivitásának ugrásszerű megváltozásai következnek be. Az ugrások abszolút értéke a dezoxidálószer mennyiségétől és természetétől függ. Így 0,44% szilícium mellett az oxigén aktivitásának csökkenése (ugrás) a kristályosodás idején mintegy 0,006%, a szilícium koncentrációjának 1%-ig való növelése pedig az ugrás nagyságának 0,0012%-ra való csökkenéséhez vezet.

Az oxigén aktivitásának a mi kísérleteinkben lefixált végső értékei 1350 °C-on: 0,0015%—0,0027 százalék.



4. ábra. Az oxigén aktivitásának hőmérséklet-függvénye a Fe—O és Fe—O—Si rendszerekben

Minthogy a nemfémes zárványok képződése kapcsolatban van a fémben oldott oxigén viselkedésével, így a kapott adatok alátámasztják azt a nézetet, hogy a nemfémes zárványok kiválásának folyamata nem fejeződik be a kristályosodásig, hanem folytatódik a szilárd fémben is. Végeredményképpen még a tiszta vas teljes oxigén tartalma is oxidzárványokban kötődik le.

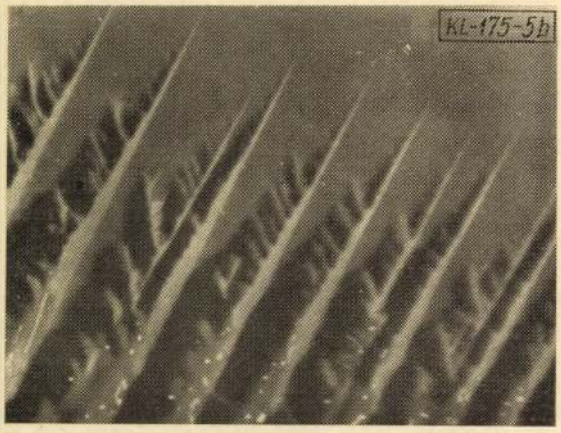
Az oxigén aktivitásának a kristályosodás és hűlés folyamán bekövetkező változása alapján kiszámoltuk a keletkező különféle típusú zárványok mennyiségét a fémben levő szilícium-tartalom függvényében [5]. A kapott adatok a másodlagos, harmadlagos és negyedleges zárványok mennyiségének csökkenését mutatják a fém dezoxidálása mértékének nagyobbodásakor. A kristályosodási és kristályosodás utáni zárványok keletkezését EG-6 elektron-emissziós mikroszkóppal figyeltük meg.

Az *5a* és *b* ábrákon bemutatjuk a kristályosodási zárványok keletkezését. Mint látható (5a ábra), a kristályosodási front előrehaladásának mértékében a folyadék oxigénben dúsul (fényes csík a kristályosodási front mentén) a szegregációs folyamatok révén, amely nemfémes fázis alakjában kiválik az energetikailag legkedvezőbb helyeken (fehér pötytyök). A próbatest ezt követő további hűtése 1400 °C-ig (5b ábra) csak a már létező zárványokra való jelentéktelen oxid fázis kiváláshoz vezet. A $\delta \rightarrow \gamma$ átalakulás után megfigyelhető a zárványok új típusába tartozó negyedleges, kristályosodás utáni *(6. ábra)* zárványok mennyiségének hirtelen megnövekedése, amelyek finoman diszpergált fehér pontokként a struktúra mikrodefektusai és a szemcsehatárok mentén helyezkednek el.

Meg kell említeni, hogy a megfigyelt folyamatok az egyensúlyi állapothoz közeli feltételek mellett játszódnak le. Úgy látszik, hogy kinetikusan nem fékezettek, minthogy a próbatestek ismételt 1400 °C fölé való hevítésekor bekövetkezik a korábban



5/a ábra. Kristályosodási zárványok kiválása



5/b ábra. Oxid fázis kiválása a próbatest további hűlése során



6. ábra. Kristályosodás utáni zárványok kiválása a $\delta \rightarrow \gamma$ átalakulás során

kivált negyedleges zárványok oldódása. A zárványok ezen viselkedése összhangban van az oxigén oldódási képességének a vas $\delta \rightarrow \gamma$ átalakulása során elszenvedett ugrásszerű megváltozásával.

Méréseink szerint a kiváló zárványok mérete függ a magas hőfokon való tartás idejétől és a próbatest hűlési sebességétől, ezért természetes dolog föltételezni, hogy a szilárd acélban lefolyó nemfémes zárvány kiválás folyamatát a diffúzió kontrollálja. Ha az oxigén diffúziós együtthatóját $D = 1{,}2 \cdot 10^{-6}$ cm^2/sec-nek fogadjuk el 1400 °C-on, úgy egy másodperc alatt az oxigénatom 10 μ-nyi utat képes diffúzióval megtenni. Jellemző, hogy a 6. ábrán a zárványok közötti közepes távolságok nagyságrendje megegyezik ezzel a becsléssel. Gyakran a harmadlagos és negyedleges zárványok könnyen megkülönböztethetők nemcsak méretük alapján (a harmadlagosak nagyobbak), de azért is, mert a harmadlagos zárványok az ötvözet folyékony részén válnak ki és a mi kísérletünk feltételei között kiszorulnak a növő dendritek másod- és harmadrendű ágai közötti folyékony részek felszínére. Az EG-6-al alsó elektronos megvilágítással vett mikrofotográfiákon a harmadlagos zárványok hosszú árnyékot vetnek, megmutatva ezúton a rajzolat domborművű jellegét. A megdermedt fém belsejében keletkezett kristályosodás utáni zárványok ilyen rajzolatot nem adnak.

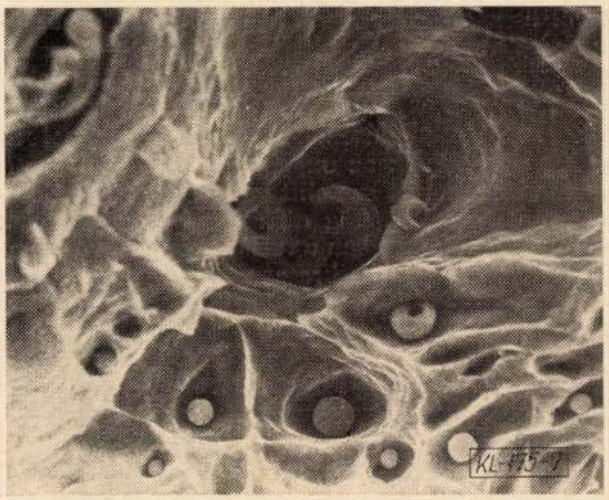
Ugyanakkor a megfigyelt kép nem a kísérlet kivételes feltételeinek eredménye. A harmadlagos és negyedleges zárványoknak az acél térfogatában való létezésének igazolása céljából külön kísérleteket folytattunk le.

Fe—O—Si ötvözetből készült próbatestet olvasztás és kristályosodás után elektron-optikai készüléken elektrolitikus maratásnak vetettünk alá, mialatt folyamatosan megfigyeléseket végeztünk optikai mikroszkópon 240×-es nagyítás mellett. Ez a kísérlet megmutatta, hogy a fém mélységében nagyszámú apró nemfémes zárvány található, amelyek jelentős mennyiségű kvarcot tartalmaznak (a polarizált fényben keresztek láthatók). Ezek a zárványok csak a kristályosodás és a további hűlés során keletkezhettek, minthogy az elektron-emissziós mikroszkópon történő olvasztás idején az összes létező zárvány eltávozott a próbatest kis vastagsága és az intenzív keveredés miatt. A legbizonyítóbb erejű kísérlet azonban az, amelyet közvetlenül az elektronoptikai készüléken folytattunk le. A próbatest (Fe—O—Si rendszerből) felületét huzamosabb időn keresztül argon ionokkal bombáztuk. Ekkor a zárványoknak a felületről való eltűnését tapasztaltuk. Az acél vékony rétegének eltávolítása után, ion- és hőmaratás eredményeképpen a látómezőben ismét megjelentek 0,2 μ körüli méretű finoman diszpergált zárványok, amelyek csak harmadlagos és negyedleges jellegűek lehetnek, minthogy morfológiailag mindig az alapszövet szubstruktúrájával kapcsolatosak. Az anyag soronkövetkező rétegének eltávolítása után a látómezőben új zárványok mutatkoztak meg a próbatest teljes vastagságában. A nemfémes zárványok legvalószínűbb csírahelyei a kikristályosodott fém belsejében: a mikropórusok,

diszlokációk torlódása és szemcsehatárok, minthogy a nemfémes zárványok kiválása a kész fázisfelületeken energetikailag kedvezőbb.

A nemfémes zárványok különböző típusai (a kifejtett osztályozás értelmében) létezésének másik bizonyítékául szolgáltak azok a kísérletek, amelyek során acél próbatestek törési felületeit vizsgáltuk pásztázó (letapogató) elektron mikroszkópon.

A képlékeny törés tartományában a törési felület aprócellás struktúrájú, gömb alakú nemfémes zárványokkal. Ezek a zárványok *(7. ábra)* osztályozhatók úgy mint harmadlagosak, annak folyományaképpen, hogy fogyási üregeket tartalmaznak, azaz megdermedésük már a fém alapszövet kristályosodása után folyt le (ezek a zárványok összetételük alapján faylit típusúak), képződésük teljes mechanizmusa pedig a rajzolatok következetes tanulmányozása során válik világossá.



7. ábra. Acél törési felületén megfigyelhető zárványok. A felvétel pásztázó elektron mikroszkópon készült, 1500×

A fentebb közöltek lehetővé teszik annak föltételezését, hogy a dezoxidálás és öntés technológiájának helyes megszervezése esetén az elsődleges és másodlagos zárványok ritkán maradnak benne a fémben, főképpen csak véletlenszerűen. A harmadlagos zárványok az ötvözők és szennyezők dúsulási helyein helyezkednek el és szorosan kapcsolatosak a kristály növekedés struktúrájával. A negyedlegesek a szilárd alapszövetben válnak ki az energetikailag átlagon felül kedvező helyeken (pórusok, szemcsehatárok, diszlokációk). Minél jobb az acél dezoxidálása, minél jobban védett a másodlagos oxidációtól, annál kevesebb oldott, aktív oxigén marad benne és annál kevésbé bontakoznak ki a kristályosodási és kristályosodás utáni zárványok kiválási folyamatai, habár minden valószínűség szerint utóbbiakat sosem lehet majd elhanyagolni.

A kristályosodás utáni zárványok viselkedése az acél hűlése után

A kristályosodási zárványok kiválása után, azok összetétele, tulajdonságai és formája nem maradnak változatlanok. Az acél hűlésének folyamatában a zárványok többségénél végbemegy az összetétel megváltozása. A magas hőmérsékleten kialakult fázisok a hőmérséklet csökkenésével nem-egyensúlyi állapotba tudnak kerülni a fémmel, ami összetételük megváltozásához vezet. Ezek a változások szoros kapcsolatban vannak a nemfémes zárványok viselkedésének sajátosságaival, az állapotábrával megegyezően. Ezzel kapcsolatban a zárványok tulajdonságai, formái és halmazállapota rendkívül sokrétűek. Így meg lehet figyelni magasolvadáspontú kristályos zárványoknak folyékony oxidokkal való roncsolását *(8. ábra)*.



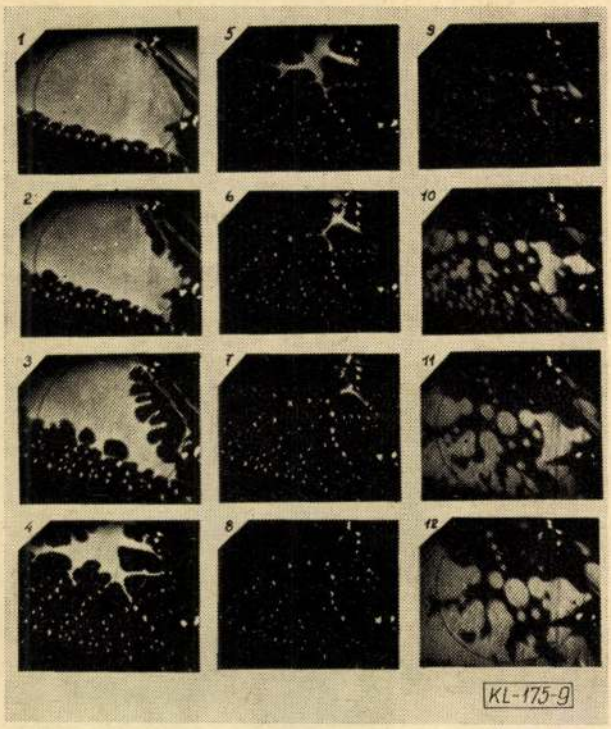
8. ábra. Kristályos zárvány folyékony oxidokkal való roncsolódása az acél hűlése során

Egy sor esetben, fordítva, hőmérséklet csökkenés vagy huzamosabb hőntartás esetén a folyékony oxidos olvadék túltelítetté válik és az oxid fázison belül szilárd komponensek kristályosodása tapasztalható.

A nemfémes zárványok viselkedésében lényegbevágó változások folyhatnak le, a zárványok (folyékony hártyák) és a fém alapszövet közötti kölcsönhatás eredményeképpen. Például megfigyeltük a fém alapszövet vasának szilikátokkal való nedvesítésének hőmérséklet-függését. A vas szilikátai jól nedvesítik a γ_{Fe}-t és nem nedvesítik a δ_{Fe}-t. Ilyen összefüggés könnyen reprodukálható próbatesteken. A folyamat filmfölvétele látható a *9. ábrán*. A világos hártya: folyékony, igen mozgékony vas-szilikátok, a sötét háttér: szilárd fém alapszövet.

A hőmérséklet 1380 °C (1. filmkocka)-tól 1420 °C (8. filmkocka)-ig való emelésénél nagyszerűen megfigyelhető a világos hártyának egyes cseppekre való szétesése. A hőmérséklet visszacsökkentése a kiinduló hőfokig (a *9.*-től a *12*-ig terjedő filmkockák) a csepp szétfolyását váltja ki a fém felületén, amely a kísérlet alatt mindig szilárd marad, de változtatja kristályos felépítését.

Amennyiben a fázisok közötti határfelületi feszültség változása a tapasztalat szerint a vas polimorf átalakulásával kapcsolatos, úgy a nedvesítés feltételei láthatóan függni kötelesek a vas alapszövet felületi rétege és FeO kölcsönhatásától, minthogy az FeO felületaktív a szilikátos olvadékokban. Akkor a $\gamma \rightarrow \delta$ átalakuláskor az oxigén vasban való



9. ábra. Folyékony vasszilikátok és a szilárd vas alapszövet közötti nedvesítés hőmérsékletfüggésének bemutatása

oldódási képessége ugrásszerűen megnagyobbodik, ami miatt a szilikát héj oxigénjének egy része képes átmenni az alapszövetbe. Ez a szilikát olvadáspontjának éles változásához (az FeO-SiO_2 állapotábrával összhangban) és a fázisok közötti határfelületi feszültség növekedéséhez vezet. Láthatóan ugyanennek kedvez a δ_{Fe} és FeO rosszabb méreti strukturális megegyezése, összehasonlítva a γ_{Fe} rácsával.

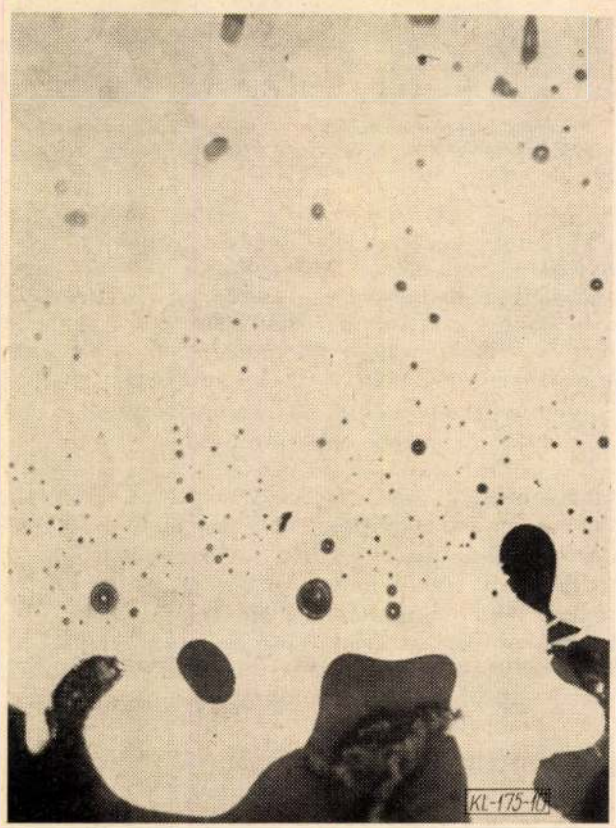
Ily módon a nemfémes zárványok szobahőmérsékleten megfigyelhető formája, összetétele és a fémben való eloszlása főképpen azoktól a folyamatoktól függ, amelyek a szilárd tuskóban játszódnak le az acélnak a megdermedés hőmérsékletétől való hűlése során.

A korszerű technológiával gyártott acélok kutatása szintén megmutatta a kristályosodás utáni oxid típusú zárványok kiválásának meglétét, a szilárd acél hűlése során. Az SH-15 (savanyú eljárással készült és szintetikus salakokkal kezelt) szilárd acélban lefolyó nemfémes zárvány kiválást vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a hőmérséklet 1400 °C-ig való emelése a zárványok oldódásához vezet, a hőmérséklet ismételt 1000 °C-ig való csökkenésekor pedig újra végbemegy a (kristályosodás utáni) nemfémes zárványok kiválása. Ez a tény más vizsgált acélokon is tapasztalható.

A leírt folyamatoknak különös jelentősége van a szilíciummal dezoxidált félig csillapított acélok esetén (a visszamaradó Si tartalom 0,06—0,12%). Az ilyen acél használata szempontjából távolról sem közömbös, hogy oxidos zárványok gömbös formában, vagy az austenit szemcsék felületén szétfolyó hártya formájában maradnak-e benne.

Ily módon kísérletileg megállapított az oxidos nemfémes zárványok kiválása a kristályosodás és a már megdermedt fém hűlése alatt, úgy a szintetikus ötvözetekben, mint a valóságos acélokban is. Ezek a zárványok teljes egészében a fémben maradnak, és következésképpen lényeges befolyást gyakorolnak annak tisztaságára és tulajdonságaira. A fent bemutatott példák azonban távolról sem merítik ki azokat a metamorfózisokat, amelyek a nemfémes zárványokkal végbemennek a fém kristályosodása és azt követő hűlése során. A jól ismert többfázisú oxid-szilfid zárványok igen gyakran már a likvidusz hőmérséklet alatt képződnek. Bemutatunk még néhány érdekes példát.

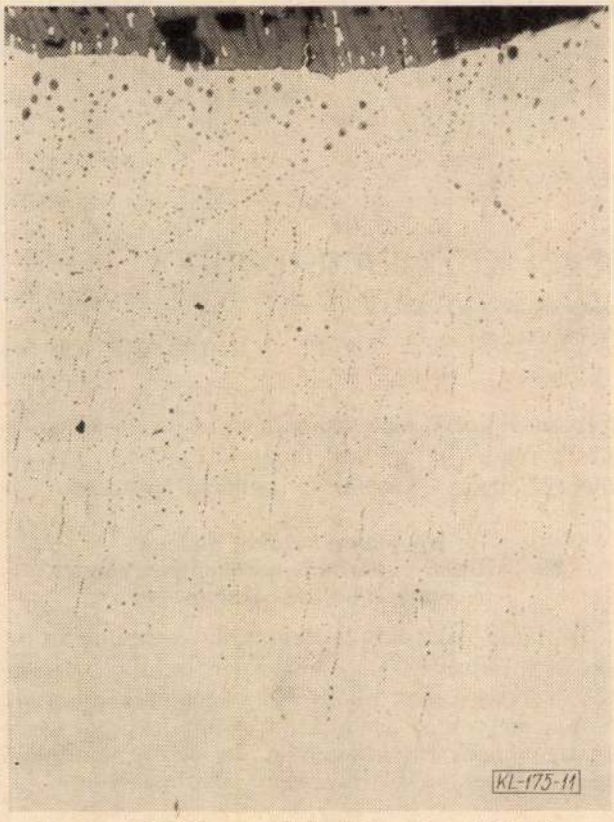
Ismételt tartós magas hőmérsékletű hevítéskor (pl. hengerlés előtti hevítésnél) folytatódik a dezoxidációs reakció a zárvány-fém határon. Így 0,10% Si tartalmú félig csillapított acélban szatellit zárványok felhalmozódását tapasztaltuk, amelyek oxidos (FeO, MnO), vagy pedig faylit-os zárványok körül összpontosulnak *(10. ábra)*. Ezek a zárványok az anya-zárványok felületétől 50—60 μ távolságra helyezkednek el és a szilárd fémben keletkeznek az FeO és MnO, ill. CrO erősebb dezoxidálószerrel való redukálásának útján. Ebben az esetben az anyazárványok az oxigén-donorok, az igen finoman diszpergált szatellit zárványok képződésének a folyamata pedig diffúziós jellegű. Például az öntött 10KP acélban a tuskó közepén levő nemfémes zárványok a mikroszondás vizsgálat adatai szerint 51% MnO és 49% FeO összetételűek. Az 1000 °C-on 2, 4, 6 és 8 órás hőntartással végzett



10. ábra. Három órás 1400 °C-on való hőntartás hatására kiváló FeO—MnO—SiO_2—Al_2O_3 zárványok, 500×

lágyítás során a zárványok MnO tartalma megemelkedett rendre 71, 80, 89 és 91%-ra az FeO tartalom rovására. Emellett azt tapasztaltuk, hogy a hosszantartó lágyítás folyamatát az FeO, MnO zárványok gömbölyödése kíséri*.

Érdekes, hogy az oxigén diffúziója kiváltképpen az elsődleges (öntési), vagy austenites szemcsék határai, továbbá a fémes alapszövetű nemfémes zárványok határai mentén megy végbe. Az utóbbi esetben, ugyanabban az austenites szemcsén belül megfigyelhető oxidos (szilikátos) zárványok láncolata *(11. ábra)*.



11. ábra. SZT 3-as acélból, három órás 1400 °C-on való hőntartás eredményeképpen kiváló FeO zárványok, 100×

Ismeretesek fordított esetek is, azaz az oxid-szulfid zárványok megnagyobbodása és általános számuk lényeges csökkenése a félig csillapított acéltuskó hengerlés előtti hevítési periódusában**.

A mélykemencébe való berakás előtt a tuskóból (sarkon) három magasságban kivágásokat készítettünk. Majd a tuskót berakták és a szokásos technológiával hevítették. Ezután a kivágott sarkokkal szembeni sarkokból ismét próbát vágtunk ki, amelyeken végzett vizsgálatok eredményei a kiinduló fémmel összehasonlítva a *12. ábrán* láthatók.

Az adatokból látható, hogy az izotermikus hőntartás eredményeképpen, oxidáló atmoszférában a fém jelentősen földúsul oxid típusú zárványokban, a tuskó felületétől számított 3 mm-es mélységig.

* A munkában részt vett *R. Haase* mérnök.

** A munkában részt vett *J. M. Nyecskin*, a műsz. tud. kand., *A. M. Jakusev*, a műsz. tud. kand., *I. V., Zinkovszij* a műsz. tud. kand., *B. P., Kosztyanoj* mérnök.



12. ábra. Nemfémes zárványok kiválása acéltuskóban, mélykemencében való hevítés hatására

Némi zárvány növekedés volt észrevehető ráadásul 11 mm mélyen is. Amennyiben a fém szennyezettségének foka csökken a felülettől való távolsággal, úgy keletkezésének okául a mélykemencék atmoszférájának oxigénjét kell számítanunk.

Számításba véve azokat a létező korszerű technológiai eljárásokat, amelyek a folyékony acélban levő nemfémes zárványok eltávolítását szolgálják, föltehető, hogy a szilárd fémben megtaláljuk az összes harmadlagos, negyedleges zárványokat, az elsődleges és másodlagos zárványoknak pedig csak kisebb részét, amelyek a megdermedési hőmérséklethez közeli hőmérsékleteken keletkeztek, vagy benne maradtak a fémben még a dezoxidálás óta, valamilyen véletlen ok miatt.

A szilárd acélban megfigyelhető zárványok mennyisége függ az oxigén aktivitásának szintjétől az acélban, a kristályosodás megindulásának pillanatában, azaz a dezoxidálás mértékétől.

A dezoxidálás mértékének növelését dominánsan a viszonylag könnyen eltávolodó elsődleges nemfémes zárványok keletkezése kíséri. A dezoxidálószerrel egyensúlyban levő oxigén tartalom ezáltal bekövetkező csökkenése következtében, a továbbiakban, az acél kristályosodása és hűlése során

keletkező kristályosodási és kristályosodás utáni zárványok mennyisége csökken.

Azonban a nagymértékű dezoxidálás effektivitása csak abban az esetben őrizhető meg, ha a fém másodlagos oxidációjának folyamatait kizárják a fém öntése során. A fémsugárnak az öntés idején argonnal és a fémtükörnek a kokillában hőszigetelő salakkal való védelme hatásának a tanulmányozása során megállapítást nyert, hogy ebben az esetben a 20HNP és más alacsonyan ötvözött acélokban az oxigéntartalom fele akkora, mint az esetben, ha az öntés levegőben történik és csak a fémtükör védelme megoldott. Ezt a tényt az említett acélok képlékenységi jellemzőinek lényeges javulása kíséri (az ütőmunka 20—25%-kal megnő), ugyanazon szilárdsági mutatók mellett.

Fordította *Dr. Pál Gábor* a műsz. tudományok kandidátusa.

IRODALOM

[1] *Turhdogen, E. T.:* „J. Iron and Steel Inst." London 1972. V-210, pp. 21—36.

[2] *Javojszkij, V. I.—Vlagyimirov, L. P.—Luzgin, V. P.—Kopica, N. M.—Tyeplickij, J. B.:* „Metalli" N2, 1974.

[3] *Sigworth, G. K.—Elliott, J. F.:* „Canadian Metallurgical Quorterly" 1972, V-11, N2, pp. 337—349.

[4] *Sigworth, G. K.—Elliot, J. F.:* „Metallurgical Transactions" 1973, V-4, N1, pp. 105—113.

[5] *Javojszkij, V. I.—Bliznyikov, Sz. A.—Gorohov, L. Sz.—Kozlov, G. Sz.—Kupcov, G. V.:* Szbórnyik MlSziSz (Moszkvai Acél- és Ötvözetek Intézete): XII., Metallurgija, 1970, 4. old.

[6] *Javojszkij, V. I.—Gorohov, L. Sz.—Vüong Miny Tüong:* „Sztál", 1970, N3.

[7] *Taylor, C. R.—Chipman J.:* „Trans AJME" 1943, V-154, pp. 228—240.

[8] *Javojszkij, V. I.:* Tyeórija processzov proizvódsztva sztáli, Metallurgija, 1967.

[9] *Siffercen, R.:* „Compt. Rendus Acad. Sci" 1958. V-247, N19, p. 608.

Molibdén ötvözés lehetőségei közvetlen oxidból

Dr. HORVÁTH DEZSŐ okl. kohómérnök, tud. osztályvezető
Vasipari Kutató Intézet

DK: 669.15'28-194

Közvetlen oxidból történő Mo ötvözési technológia kidolgozásra irányuló kísérleteink során molibdéntrioxid (MoO_3), molibdéndioxid (MoO_2) és kalciummolibdát ($CaO \cdot MoO_3$) — mint ötvözőanyag — előállítási lehetőségeit vizsgáltuk. Röntgendifrakciós és termoanalitikai módszerekkel igyekeztünk tisztázni ezen molibdén ötvözők képződésének reakciómechanizmusát, ill. a vegyületek hevítés közbeni viselkedését.

Tájékoztató jelleggel összehasonlító ötvözési kísérleteket végeztünk MoO_3, MoO_2 és $CaO \cdot MoO_3$-ból történő Mo ötvözés hatékonyságának és időbeli lefolyásának meghatározására.

Az általános műszaki fejlődés és az anyagtulajdonságokkal szemben megnövekedett követelmények hatására állandóan nő az ötvözött acélok iránti igény, és ezzel együtt egyre nagyobb lesz az ötvözőanyag-fogyasztás.

A fogyasztás gyors növekedése következtében fokozott jelentősége lett a leggazdaságosabb felhasználási mód keresésének. A lehető legnagyobb megtakarítás elérésére irányuló törekvések nem csupán a gyártási folyamatok régóta folyó ésszerűsítését, hanem a leggazdaságosabb ötvöző adalékok használatát is megkövetelik. Ez utóbbival kapcsolatban természetesen figyelembe kell venni a késztermék minőségét is.

Fenti megfontolásokat figyelembe véve — az oxidból történő közvetlen ötvözés lehetőségeivel foglalkoztunk.

Mint ismeretes, az oxidból történő közvetlen ötvözés lehetősége azoknál az ötvözőknél áll fenn, melyeknél az oxidképződés termodinamikai normálpotenciál értéke kevésbé negatív, mint a vasoxidulé.

Ezek közé a fémek közé tartozik a réz, nikkel, kobalt és molibdén. Ezeket a fémeket tehát oxid formájában — redukálószer nélkül, az olvasztási folyamat korai szakaszában is be lehet adagolni a vasolvadékba anélkül, hogy számottevő veszteséggel kellene számolni az oxidáció hatására.

1. Közvetlen oxidból történő Mo ötvözésre alkalmas molibdénvegyületek és azok előállítási lehetőségei

Irodalmi adatokból, valamint azon megfontolásból kiindulva, hogy közvetlen oxidból történő Mo ötvözésre csak olyan Mo vegyületek jöhetnek szóba, melyek az acélgyártás szempontjából káros anyagot nem tartalmaznak, az alábbi molibdén vegyületeket tartottuk e célra alkalmasnak.

MoO_3
$CaO.MoO_3$
MoO_2

1.2. *MoO_3 (molibdéntrioxid) előállítása*

A molibdén a természetben főleg mint MoS_2 (molibdenit) fordul elő. A Mo tartalmú érc MoS_2 tartalma általában igen kicsi, átlagosan 0,2—0,3% körül mozog. A dúsítási művelet lényegében az érc aprításából és finomra őrléséből, valamint az ezt követő flotálásból áll. A dúsítási művelet kb. 85—90% MoS_2 tartalmú koncentrátumot eredményez, mely szárítás után finom porként áll rendelkezésre.

A molibdenit koncentrátum magas kéntartalmát 620—650 °C-on végzett oxidáló pörköléssel lehet eltávolítani. A pörkölési műveletet vagy többszintű aknás kemencében (Wedge-kemence), vagy forgódobos kemencében, a kéntartalomnak 0,10 százalékra történő csökkenéséig végzik. A pörkölt koncentrátum — melyben a Mo már MoO_3 alakban van — irányanalízisét tünteti fel az alábbi összeállítás:

	MoO_3	(Mo)	SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	S
Pörk. Mo érc konc. (USA)	85,5	57	—	Rest	—		0,10
Pörk. Mo érc konc. (Kína)	75,68	51	9,61	3,92	1,8	2,55	0,03

A tiszta MoO_3 olvadáspontja 790 °C-, de 700 ° felett már szublimál. Forrpontja 1 atm-nál 1151 °C.

1.3. *Kalciummolibdát ($CaO.MoO_3$) előállítás elméleti kérdései*

A bázikus oxidok vagy karbonátok és a MoO_3 közötti — szilárd fázisban végbemenő — reakciók régóta ismeretesek. E problémával *G. Tamman*, *F. Werterhold* és *D. Balarew* foglalkozott részletesebben. Az irodalomban közölt adatok részben egymásnak ellentmondók, részben csak általános megállapításokat tartalmaznak. Legelfogadhatóbbnak látszik *G. Tamman* közleménye, mely szerint az egyenértéksúlynyi mennyiségben összekevert 0,007—0,005 mm szemnagyságú CaO és MoO_3 közötti, és $CaMoO_4$-ot eredményező reakció hőfoktartománya 425—680 °C, a moláris képződéshő pedig 26,5 kcal.

Tekintettel arra, hogy a kalciummolibdát előállítására vonatkozó irodalmi adatok egymásnak ellentmondanak és régebbi keletűek, a CaO és MoO_3 között szilárd fázisban végbemenő és $CaO.MoO_3$-ot eredményező reakcióval külön foglalkoztunk. Kísérleteink egyrészt arra irányultak, hogy megállapítsuk a reakció szűkebb hőmérsékleti tartományát, másrészt tisztázzuk a szilárd fázisban végbemenő reakció esetleges részfolyamatait.

$$A\ CaO + MoO_3 = CaO.MoO_3\ \text{reakció}$$

vizsgálatához Paulik—Paulik—Erdey-féle „Derivatograph" készüléket használtunk.

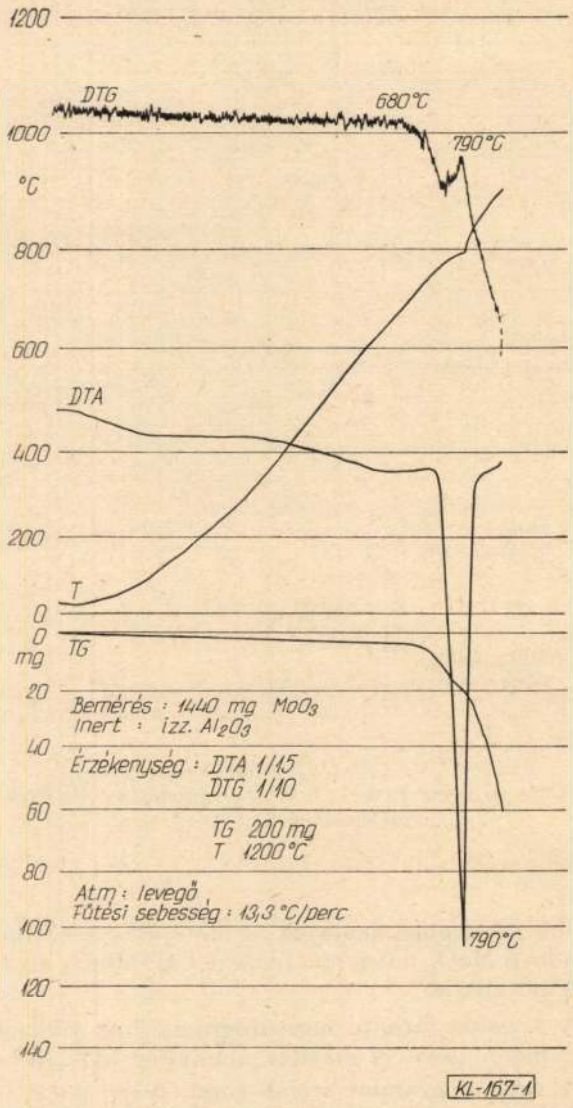
A készülék egyetlen mintában méri a hőtartalom változását (*DTA*), a hőmérsékletet (*T*), a súlyváltozást (*TG*) és a súlyváltozás sebességét (*DTG*). A mérés elvének leírása több, e tárgyú, előző cikkben már közlésre került.

A szilárd fázisban végbemenő $CaO + MoO_3 = CaO.MoO_3$ reakció mechanizmusának vizsgálatához egyéb reakciók elkerülése céljából, analitikai tisztaságú MoO_3-t és márványból égetett meszet használtunk. A vizsgált keverékek szemnagysága 0,06 mm volt.

A növekvő CaO részarány mellet végzett derivatográfiás vizsgálataink eredményeiből következtetéseket vontunk le a $CaO.MoO_3$ képződés mechanizmusát, hőfoktartományát és hatásfokát, valamint a MoO_3 szublimálási sebességét illetően.

1. ábra a tiszta MoO_3 derivatográfiás vizsgálatát szemlélteti.

A mérési eredmények szerint a tiszta MoO_3 olvadáspontja 790 °C, mely a *DTA* görbe 790 °C-os endotherm csúcsaként jelentkezik. A minta megolvadása előtt a MoO_3 680 °C-tól kezdődően szublimál. A szublimálási sebességben 790 °C-on bekövetkező csökkenés a minta olvadásának, tehát felületcsökkenésének következménye. A minta



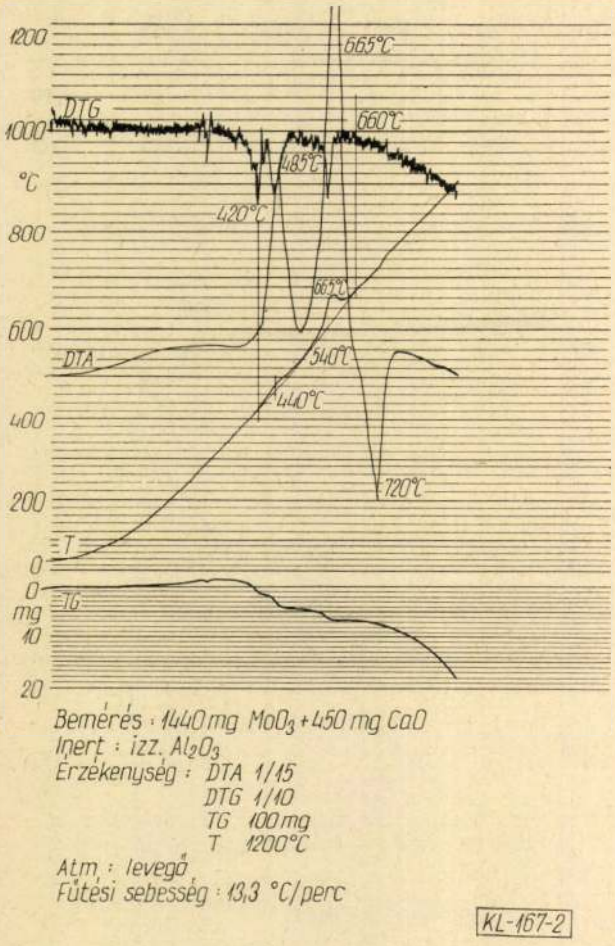
1. ábra. Tiszta MoO_3 derivatogramja

szublimálási sebessége 700—900 °C hőfoktartományban 2,6 mg/perc/g MoO_3.

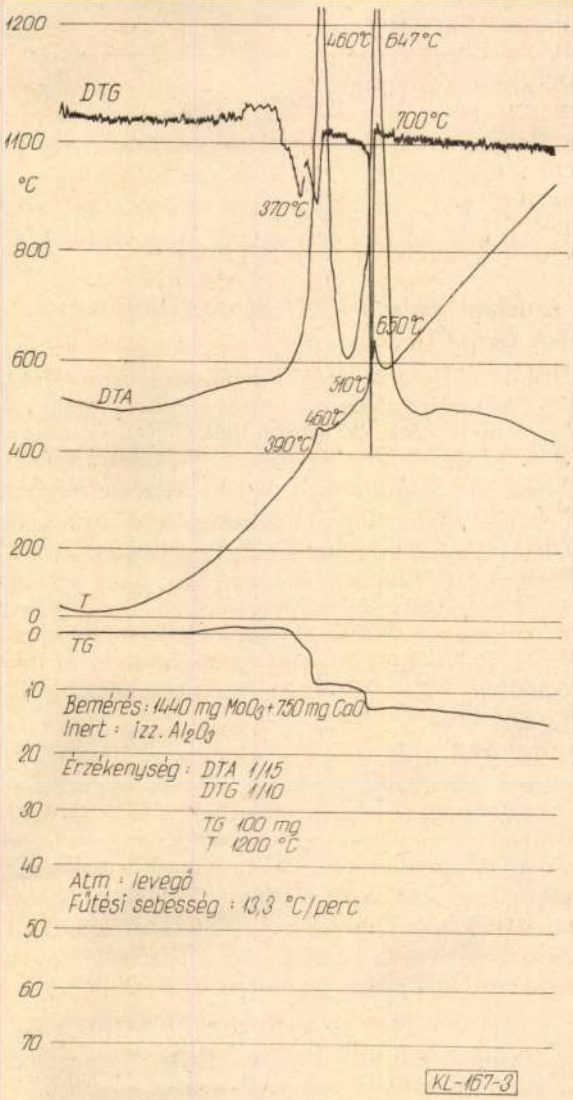
A CaO adagolás hatása a *2. ábrán* látható. Az adagolt CaO mennyisége ebben az esetben az elméletileg szükséges mennyiség 80,5%-a.

A derivatogramon látható, hogy a $CaO.MoO_3$ képződésre utaló és 485 °C-on, ill. 665 °C-on jelentkező exoterm hőhatás a CaO adagolás függvényében növekszik. A reakcióban részt nem vett MoO_3 olvadáspontját a DTA görbe 720 °C-on mutatkozó endoterm csúcsa jelzi. A minta szublimálási sebessége 700—900 °C hőfoktartományban 0,47 mg/perc/g MoO_3.

Ha a $CaO.MoO_3$ képződéshez szükséges CaO mennyiségét tovább növeljük, tehát a CaO-t na-



2. ábra. $CaO + MoO_3$ keverék derivatogramja (A CaO mennyisége a $CaO . MoO_3$ képződéshez elméletileg szükségesnek 80,5%-a)



3. ábra. $CaO + MoO_3$ keverék derivatogramja (A CaO mennyisége a $CaO . MoO_3$ képződéshez elméletileg szükségesnek 134%-a)

gyobb feleslegben keverjük az MoO_3-hoz, a mintában levő MoO_3 teljes mennyisége $CaO . MoO_3$ alakban kötődik le.

A *3. ábrán* látható derivatogramnál az adagolt CaO mennyisége az elméleti mennyiség 134%-a.

A derivatogramon szembetűnő, hogy a $CaO . MoO_3$ képződést jelző két exoterm csúcs után hiányzik az MoO_3 olvadáspontját jelentő endoterm hőhatás, vagyis a minta szabad MoO_3-at már nem tartalmaz.

A szublimálási sebesség 134%-os CaO adagolás esetén 0,042 mg/perc/g MoO_3.

A szilárd fázisban végbemenő

$$CaO + MoO_3 = CaO . MoO_3$$

reakció tanulmányozása céljából végzett derivatográfiás vizsgálatok eredményei alapján megállapítottuk, hogy

a) a $CaO . MoO_3$ vegyület képződése két lépésben megy végbe,

b) a vegyületképződés második lépcsőjének exoterm hőhatása mindig nagyobb, mint az első lépcsőé,

c) feltételezhető, hogy a szilárd fázisban végbemenő normál kalciummolibdát ($CaO . MoO_3$) képződés első lépésben a

$$CaO + 2\ MoO_3 = CaO . 2\ MoO_3$$

egyenlet szerint kalciumdimolibdát képződéshez vezet, melyből a második lépcsőben a

$$CaO . 2\ MoO_3 + CaO = 2\ (CaO . MoO_3)$$

egyenlet szerint normális kalciummolibdát képződik.

Ezt a feltételezésünket az első lépcső befejeződése után 510 °C-on befagyasztott minta finomszerkezeti röntgenvizsgálatával igyekeztünk igazolni, azonban $CaO . 2\ MoO_3$ fázist kimutatnunk nem sikerült.

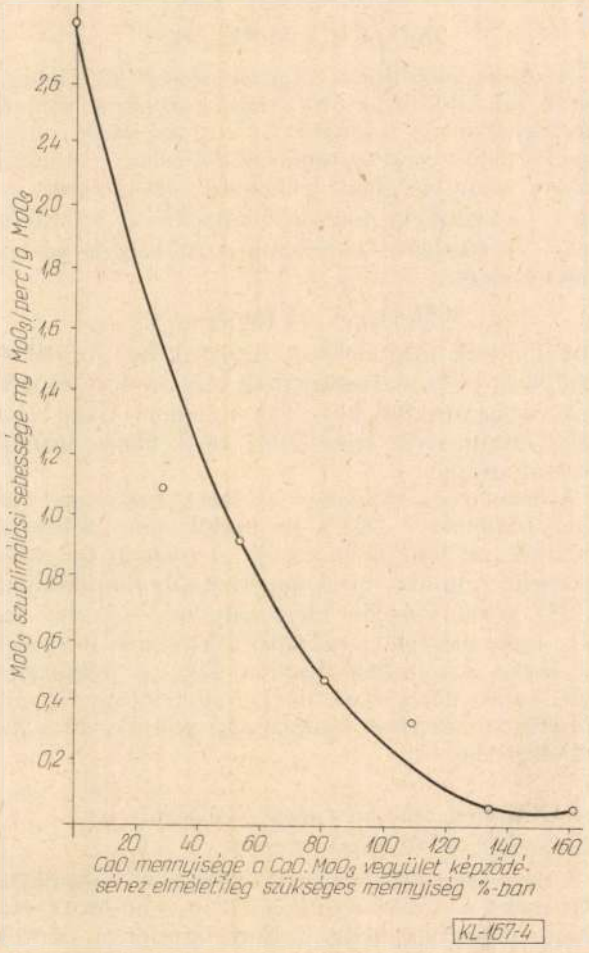
A finomszerkezeti röntgenvizsgálatok eredménye látszólag tehát nem igazolta azt a feltételezésünket, hogy a normális kalciummolibdát képződését kalciumdimolibdát képződése előzi meg. Ezzel kapcsolatban azonban meg kell jegyeznünk, hogy a rendelkezésre álló röntgen szakkönyvekben, va-

lamint ASTM kártyákon csak a normális kalciummolibdát ($CaO.MoO_3$) „d" értékei szerepelnek, tehát az általunk feltételezett vegyületet röntgenográfiai módszerrel még nem azonosították. Felmerül annak a lehetősége is, hogy a kalciumdimolibdát vegyület közönséges hőmérsékleten már nem stabil, tehát a befagyasztásnál alkalmazott viszonylag gyors hűtés ellenére is normális kalciummolibdáttá alakul át.

A kérdés egyértelmű tisztázásához melegkamrával végzett röntgenvizsgálatokra lett volna szükség, azonban erre nem volt lehetőségünk.

d) A tiszta MoO_3 790 °C-on jelentkező olvadáspontját a $CaO.MoO_3$ valószínűleg eutektikum képződése miatt leszállítja.

e) Növekvő CaO adagolás esetén a $CaO.MoO_3$ képződési reakcióban részt nem vett MoO_3 mennyisége csökken, ennek megfelelően a keverék szublimálási sebessége is csökken. A $CaO.MoO_3$ vegyület ui. nem szublimál. A növekvő CaO adagolásnak a szublimálási sebességre kifejtett hatását 700—900 °C hőmérséklettartományban a *4. ábra* szemlélteti. E diagram összhangban áll azzal a megfigyeléssel, hogy a MoO_3 olvadáspontjának eltűnése (DTA görbében jelentkező endoterm csúcs) után a szublimálási sebesség igen kis értékre csökken, azaz gyakorlatilag megszűnik.



4. ábra. Növekvő mennyiségű CaO adagolás hatása a MoO_3 szublimálási sebességére 700—900 °C hőmérséklettartományban

f) A $CaO.MoO_3$ vegyület képződéséhez elméletileg szükséges CaO mennyisége — szilárd fázisban végbemenő reakcióról lévén szó — nem elegendő a $CaO.MoO_3$ vegyületben levő teljes MoO_3 mennyiség megkötéséhez. Ezt elkerülendő, a CaO-ot 34% feleslegben kell adagolni.

1.3.1. *Kalciummolibdát előállítás és darabosítás technológiai kérdései*

Az előző fejezetben ismertettük a kalciummolibdát képződés elméleti vonatkozású kérdéseit. A vizsgálati eredmények alapján egyértelműen megállapítható volt, hogy a kalciummolibdát képződésnek megfelelő

$$CaO + MoO_3 = CaO.MoO_3$$

szilárdfázisú reakció — megfelelő szemcsefinomság megválasztása és kb. 30%-os CaO felesleg jelenléte esetén — a keveréknek 650—750 °C-ig történő felhevítése közben teljes bizonyossággal végbemegy.

Égetett mész helyett hasonló feleslegben kalciumhidroxidot használva a kalciummolibdát képződés a

$$Ca(OH)_2 + MoO_3 = CaO.MoO_3 + H_2O$$

reakcióegyenletnek megfelelően már szobahőmérsékleten végbemegy, de szárítás és a feleslegben levő mészhidrát bontása végett a terméket 600 °C-ig fel kell melegíteni.

Végeredményben mind a száraz, mind pedig a nedves technológiánál egy 600—750 °C-on végzett hőkezelés közbeiktatása szükséges.

1,9 kg pörk. Mo érc + 0,6 kg CaO arányban összeállított keveréket golyósmalomban együtt őröltük, majd 750 °C-on 2 óra hosszatt izzítottuk. Izzítás után a lehűlt keveréket újra őrölve 15%-nyi mennyiségű, 50% melasz tartalmú vizes oldattal nedvesítve brikettáltuk. A briketteket 110 °C-on szárítva igen nagy szilárdságú terméket kaptunk. A brikettek összetétele szárítás után a következő volt:

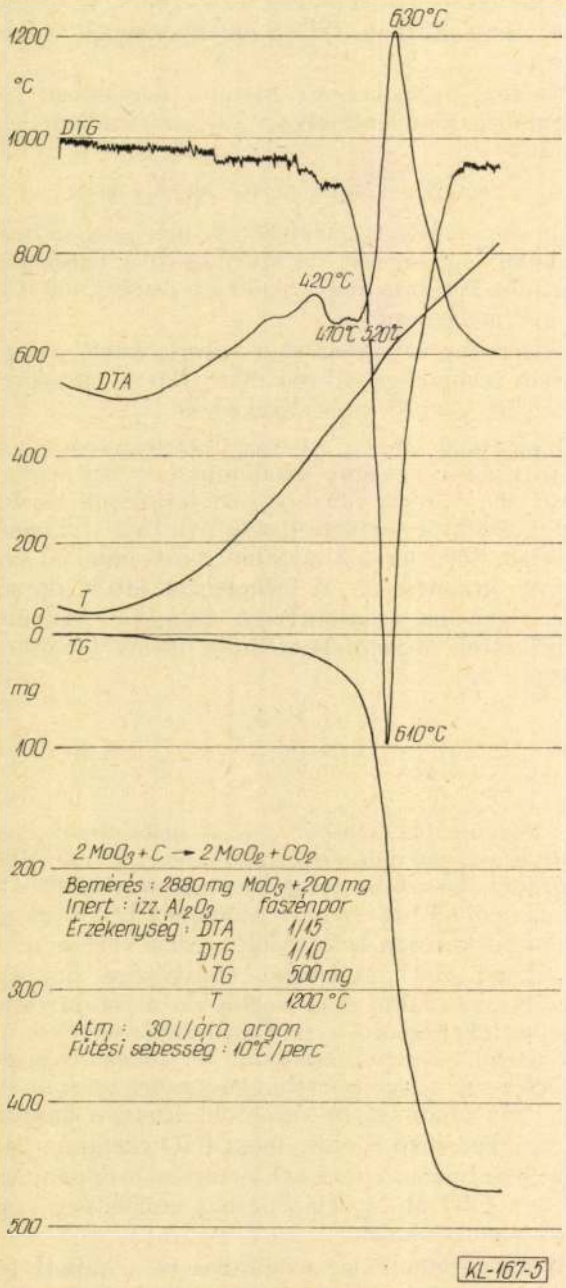
Mo	ill. MoO_3	CaO %
35,23	52,9	23

A darabosítás céljából végzett kísérleteink eredményei alapján megállapítottuk, hogy a $CaO.MoO_3$ képződés elősegítése miatt feleslegben adagolt — tehát le nem kötött — mész jelenléte a brikettek szilárdságát károsan befolyásolja. Állás közben ui. ez a szabad CaO a levegő nedvessége hatására $Ca(OH)_2$-vé alakul és a megoltódó mész duzzadva a briketteket elporlasztja. Darabosítás szempontjából nézve a kalciummolibdát képződést elősegítő mészfelesleg adagolása tehát kedvezőtlennek mondható. Az eredményre vezető kísérlethez használt keverékben levő égetett mész CaO tartalma 94% volt, tehát az adagolt CaO mennyisége éppen megfelelt a $CaO.MoO_3$ képződéshez elméletileg szükséges mennyiségnek.

A kalciummolibdát előállítása és a kapott termék darabosítása céljából végzett kísérletek értékelése után felmerül az a kérdés, hogy szükség van-e

a kalciummolibdát — mint ötvözőanyag — előállításánál külön technológiai műveletekre, melyek az oxidból történő Mo ötvözést minden bizonnyal megdrágítják. Véleményünk szerint külön technológiai műveletekre abban az esetben nincsen szükség, ha lehetőség van az oxidból történő Mo ötvözésre használt anyagnak — jelen esetben pörkölt Mo ércnek — betéttel együtt a kemencébe történő berakására.

Csapolás után a meleg kemencefenékre történő pörkölt Mo érc + CaO keverék adagolása esetén ui. magában az acélgyártó kemencében képződik kalciummolibdát még akkor is, ha a Mo ércet nem keverik össze az égetett mésszel, hanem az ércet a kemence fenékre terített néhány lapát mészre adagolják, és a CaO . MoO_3 képződéshez szükséges mészmennyiséggel lefedik.



5. ábra. 2 $MoO_3 + C = 2\ MoO_2 + CO_2$ reakció derivatogramja

A Mo veszteségek csökkentése érdekében — ívkemence esetén — természetesen nem szabad az oxid ötvözőt közvetlenül az elektródák alá adagolni. A pörkölt Mo érc porzási veszteségének csökkentése céljából előnyös az érc dobozolása vagy brikettálása. A pörkölt Mo érc brikettálásánál ui. nem okoz problémát a CaO jelenléte, tehát szokásos kötőanyagok bármelyike e célra felhasználható. Ilyen irányú kísérleteink során 1 : 1 arányban, hígított melaszból 6%-nyit használva kötőanyagként, szárítás után kiváló szilárdságú briketteket kaptunk. A melasz kissé nedvszívó hatását elkerülendő, kötőanyagként kb. 10%-nyi mennyiségű szurok is megfelel, azonban a brikettálás előtt a keveréket ilyenkor elő kell melegíteni.

1.4. *(MoO_2) Mo-dioxid előállítás*

A közvetlen oxidból történő Mo ötvözés céljából végzett kísérleteink során számításba vettük a Mo-dioxidnak Mo ötvözésre történő felhasználását is. A Mo-dioxidnak ötvözésre történő felhasználása több szempontból látszott előnyösnek. Egyrészt azért, mert MoO_2 esetén a Mo tartalom 75%, míg MoO_3-nál csak 66,6% (vegytiszta anyag esetén), másrészt a Mo-dioxid 700 °C felett nem szublimál, ill. csak akkor, ha visszaoxidálódik MoO_3-má.

A Mo-dioxid előállítható MoO_3-nak hidrogénnel végzett redukciójával 500 °C körüli hőmérsékleten az alábbi reakcióegyenletnek megfelelően

$$MoO_3 + H_2 = MoO_2 + H_2O$$

Az MoO_2 előállítása céljából végzett kísérleteink során mi inkább az MoO_3-nak karbonnal történő részleges direkt redukcióját választottuk, mivel ezzel a módszerrel történő redukálásnál — a korlátozott mennyiségben jelenlevő redukálószer miatt — a redukció mértéke biztosabban szabályozható. A részleges redukcióhoz szükséges karbon mennyiségét a

$$2\ MoO_3 + C = 2\ MoO_2 + CO_2$$

folyamatnak megfelelően állítottuk be. A reakció lefolyását inert atmoszférában végzett derivatográfiás vizsgálatokkal követtük nyomon. Ilyen vizsgálat eredményét szemlélteti az *5. ábrán* látható derivatogram.

A derivatogram szerint az MoO_3 karbonnal történő redukciója 470 °C-on indul meg, sebességi maximumát 630 °C-on éri el. A reakció hőhatása exoterm. A minta 760 °C-on éri el súlyállandóságát. A *TG* görbe alapján mért súlyveszteség 440 mg CO_2, mely megfelel a számított értéknek. A vizsgálat során a redukáló karbon 67%-os feleslegben volt, ennek ellenére az MoO_3 redukciója a vizsgált hőfoktartományban csak MoO_2 oxidfokozatig következett be.

1.4.1. *Molibdéndioxid (MoO_2) előállítás és darabosítás technológiai kérdései*

A derivatográfiás vizsgálatok alapján megállapítást nyert a direkt redukcióval történő MoO_2 előállítás hőfoktartománya. Ezek szerint a pörkölt Mo-érc és faszénpor keveréket — karbon felesleg mellett is — inert atmoszférában 800 °C-ra hevítve Mo-dioxidot nyerünk.

További kísérleteinkhez kínai eredetű, 75,68% MoO_3 tartalmú pörkölt Mo-ércet használtunk, a faszénport 90% C-tartalommal vettük figyelembe.

6 kg pörkölt Mo-érc + 0,22 kg faszénpor összetételű keveréket golyósmalomban 60 percig kevertünk, majd vaslemezből készült dobozban 750 °C hőmérsékleten N_2 áramban 2 óra hosszat hőntartottuk. Az anyagot 200 °C-ig inert atmoszférában lehűtve, a mért súlyveszteség 670 g volt, ami igen közel esik a számított 693 g értékhez. Az anyag színe sötét lilás-barna.

A részleges redukcióval nyert MoO_2 por darabosítását brikettálással oldottuk meg. E célból 15%-nyi mennyiségű, 1 : 1 arányban vízzel hígított melasz oldattal nedvesítettük, majd kézi présen brikettáltuk. A 120 °C-on végzett szárítás után igen nagy szilárdságú briketteket kaptunk, melyeknek Mo tartalma 54,5% volt. Természetesen kötőanyagként más, e célra alkalmas anyag is felhasználható, pl. dextrin, vízüveg, szurok stb.

2. Összehasonlító kísérletek Mo-nek közvetlen oxidból, ill. Mo-vegyületből történő ötvözésére

2.1. *A Mo-oxid, ill. $CaO.MoO_3$ vegyület közvetlen ötvözőanyagként történő felhasználásának alapelvei*

A vasolvadék és egy fémoxid között fellépő reakció általánosságban az alábbi egyenlettel írható fel:

$$Me_xO_y + y.Fe = y\,(FeO) + x\,(Me)$$

A reakció balról jobbra megy végbe, ha a fémoxid stabilabb, mint a vas (II) oxid, vagyis ha a fémoxid (Me_xO_y) képződés termodinamikai normálpotenciálja a vas (II) oxidénál kevésbé negatív. Ebben az esetben a vasolvadék redukálja a fémoxidot oly módon, hogy FeO képződik, és a redukálódott fém oldódik a vasfürdőben.

A Mo-oxid redukálása a vasfürdő által *H. Straube* szerint tehát a következő folyamatnak megfelelően megy végbe:

$$MoO_3 + 3\,Fe = 3\,(FeO) + Mo$$

Bár a vasfürdő redukáló ereje önmagában véve elégséges a Mo-oxid redukciójához, az ipari vasfajtákban, tehát az acélban, ill. öntöttvasban mindig megtalálható C, de méginkább a Si jelenléte miatt a Mo-oxid redukcióját elsősorban nem a vasolvadék végzi. Si esetében pl. a SiO_2 képződés termodinamikai normálpotenciálja negatívabb a vasoxidul képződés termodinamikai normálpotenciáljánál, tehát Si-tartalmú vasfürdő esetén előbb, ill. nagyobb sebességgel a

$$2\,MoO_3 + 3\,Si = 2\,Mo + 3\,SiO_2$$

folyamatnak megfelelően a Si redukál.

Hasonló a helyzet akkor is, ha a vasfürdő karbont tartalmaz, de ilyenkor a karbidképződés megelőzi a fémképződést a

$$2/3\,MoO_3 + 1/3\,C = 1/3\,Mo_2C + 2\,CO$$
$$2/3\,MoO_3 + 2\,C = 2/3\,Mo + 2\,CO$$

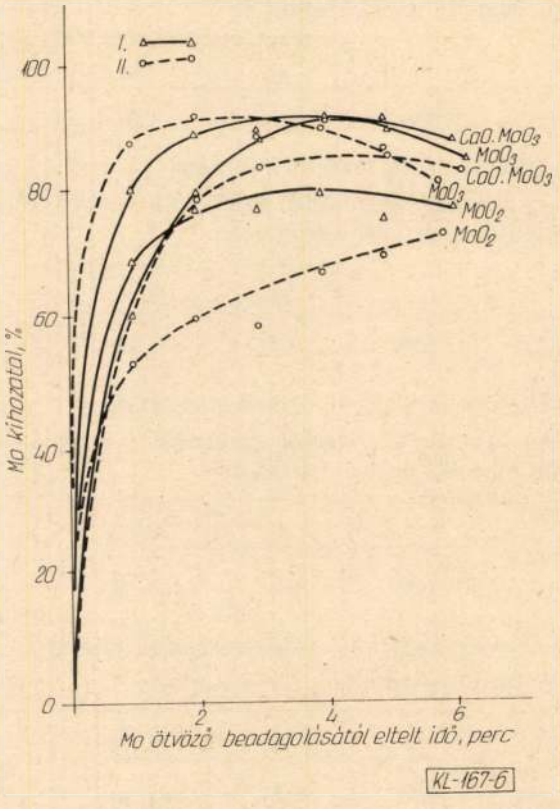
folyamatoknak megfelelően.

A molibdéndioxidot a Si az $MoO_2 + Si = Mo + SiO_2$ reakció szerint a vasnál szintén könnyebben redukálja.

Termodinamikai szemszögből nézve, a Mo-oxidot a vasfürdő mindaddig nem redukálja fémig, amíg a fürdőben Si, ill. C van. Ennél a megállapításnál a koncentráció viszonyokat, ill. aktivitásokat nem vettük figyelembe.

Általában kimondható, hogy egy reakció hajtóerejét a szabad energia (termodinamikai potenciál) változása jellemzi; azaz

$$\Delta F = \Delta H - T\Delta S$$



6. ábra. A Mo kihozatal időbeli változása MoO_3, MoO_2, ill. $CaO.MoO_3$ brikettel végzett Mo ötvözés esetén

Minél nagyobb ΔF negatív értéke, annál erőteljesebben folyik le a reakció.

Fenti megállapítások az acélfürdőben végbemenő folyamatoknál azonban csak tájékoztató jellegűek, mert a Mo-oxidok redukcióját nem fém Si, ill. C, hanem vasban oldott vagy vegyület alakban levő Si, ill. C végzi.

2.2. *Mo-oxiddal, ill. kalciummolibdáttal, mint ötvözőanyaggal végzett tájékoztató jellegű ötvözési kísérletek*

A tájékoztató jellegű ötvözési kísérleteinknél az elérendő cél MoO_3-dal, MoO_2-dal és $CaO.MoO_3$-tal történő ötvözés volt, melynek során mindegyik kísérletnél 2% Mo tartalmú acélt kívántunk gyártani.

Kísérleteinkhez kétféle acélminőséget használtunk, azaz az I. sorozatban az acélfürdő az ötvözés előtt 0,3% C-t és 1,5% Si-ot tartalmazott. A II. sorozatban az acélfürdő ötvözés előtti C, ill. Si tartalmát 1,6% C-ra, ill. 0,6—0,7% Si-ra állítottuk be.

Az ötvözési kísérletek 8 kg acél befogadóképességű bázikus bélésű indukciós kemencében végeztük. Az ötvözőanyagot mindegyik kísérletnél a salakmentes acélfürdő tetejére adagoltuk kb. 10 mm szemnagyságra tört brikett töredék alakjában.

I. kísérletsorozat

A) *Ötvözés MoO_3 brikett-töredékkel*

A Mo ötvözés kezdetétől fogva kvarccsővel percenként kevés mintát szívtunk ki a fürdőből, a Mo redukció időbeli lefolyásának vizsgálata céljából.

Az ötvözés kezdetétől számított 6 perc 20 secban csapolt acél összetétele:

C	Si	Mo
0,24	0,14	1,68

B) *Ötvözés MoO_2 brikett-töredékkel*

Az ötvözés kezdetétől számított 6 perc 10 sec múlva csapolt acél összetétele:

C	Si	Mo%
0,28	0,78	1,56

C) *Ötvözés $CaO.MoO_3$ brikett-töredékkel*

Az ötvözés kezdetétől számított 6 perc 14 sec múlva lecsapolt acél összetétele:

C	Si	Mo%
0,32	0,58	1,76

D) *Ötvözés FeMo-nel (Összehasonlító kísérlet)*

A fürdő összetétele ötvözés előtt:

C	Si	Mo%
0,32	1,57	nyom.

Ötvözés után 5 perc 30 sec múlva csapoláskor:

C	Si	Mo%
0,28	1,16	1,92

II. kísérletsorozat

A) *Ötvözés MoO_3 brikett-töredékkel*

A fürdő összetétele 6 perc 13 sec múlva csapoláskor:

C	Si	Mo%
1,57	0,17	1,65

B) *Ötvözés MoO_2 brikett-töredékkel*

A fürdő összetétele ötvözés után 5 perc 54 sec múlva csapoláskor:

C	Si	Mo%
1,60	0,20	1,49

C) *Ötvözés $CaO.MoO_3$ brikett-töredékkel*

A fürdő összetétele ötvözés után 5 perc 44 sec múlva:

C	Si	Mo%
0,34	0,09	1,63

Mo ötvözés $CaO.MoO_3$ brikettekkel 150 kg-os bázikus ívf. acélgyártó kemencében

E kísérlettel az ívfényes kemencében kalciummolibdáttal végzett ötvözés Mo kihozatalát, ill. a fürdő Mo tartalmának időbeli változását kívántuk meghatározni.

Betét: 95 kg acélhulladék
20 kg DV nyersvas

A betét berakása előtt a kemencefenékre 2 lapát égetett meszet és 6,84 kg $CaO.MoO_3$ brikettet adagoltunk, mely $6{,}84 \cdot 0{,}352 = 2{,}4$ kg Mo ötvözésének felelt meg.

Beolvadás, ill. fövetés után a salak sűrítése céljából 3 kg égetett meszet adagoltunk, majd a salakot lehúzva salak és fémmintát vettünk (1. minta).

A fürdőt kemencében FeMn-nal és FeSi-mal dezoxidáltuk, majd újra salak és fémmintát vettünk (2. minta).

Az acélt üstben 2 kg/t Al mennyiséggel dezoxidálva az üstből ismét próbát vettünk.

Az Mo tartalom, ill. a Mo kihozatal alakulását az idő függvényében az alábbi összeállítás szemlélteti:

	Beolvadás után eltelt idő		
	1 óra 30′	2 óra 55′	3 óra 5′
A fürdő Mo-tart. %	2,08	1,83	1,80
Mo kihozatal %	99,5	87,6	86,4
Salak MoO_3 tart. %	0,178	0,03	—

2.3. Mo-oxiddal, ill. kalciummolibdáttal, mint ötvözőanyaggal végzett tájékoztató jellegű ötvözési kísérletek értékelése

Az előző fejezetben részletesen ismertetett tájékoztató jellegű Mo ötvözési kísérletek eredményei alapján az alábbi következtetéseket vontuk le:

a) Indukciós kemencében, a salakmentes acélfürdő felszínére juttatott MoO_3, MoO_2, ill. $CaO.MoO_3$ a nagyobb Si-tartalmú acélfürdőben (1,5% Si) jobban redukálódik, mint az alacsonyabb Si tartalmú (0,6%), de magasabb C-tartalmú fürdőben. E következtetésünket a *6. ábrán* látható diagramok I. görbéi egyértelműen alátámasztják.

b) A Mo redukció sebessége $CaO.MoO_3$-tal végzett ötvözésnél a legnagyobb, ami arra enged következtetni, hogy a $CaO.MoO_3$ Si-mal történő redukciójánál a kalciummolibdátból leszakadó aktív CaO a redukció során keletkező SiO_2-vel valamilyen kalciumszilikátot alkotva, a reakciót a Mo képződés irányában tolja el.

c) A Mo redukció időbeli lefolyását szemléltető diagramon megfigyelhető, hogy a Mo kihozatal általában egy maximumos görbe szerint változik,

azaz a Mo kihozatal egy maximális érték elérése után majdnem minden esetben csökken. Ezen megfigyeléseinket alátámasztja az ívfényes kemencében végzett Mo ötvözési kísérlet eredménye is, melynél a Mo kihozatal az idő függvényében szintén csökkenő tendenciát mutatott.

d) A Si leégés az I. és II. kísérletsorozat eredményei alapján elég magas és közel arányos a Mo ötvöző által a fürdőbe vitt oxigénmennyiséggel. A Si és C leégést és a Mo kihozatal csapoláskor talált értékének alakulását az alábbi összeállítás szemlélteti:

Mo ötvöző	Leégés mértéke %		Mo kihozatal %	MoO_3 a salakban %
	Si	C		
I. kísérletsorozatnál				
MoO_3	93	20	84	nyom.
MoO_2	48	17,6	78	nyom.
$CaO.MoO_3$	59		88	0,60
FeMo	26	12,5	96	
II. kísérletsorozatnál				
MoO_3	75,4	4,3	82,5	nyom.
MoO_3	67	1,2	74,5	2,59
$CaO.MoO_3$	87		81,5	2,07

Az Mo kihozatal átlaga az I—II. kísérlet alapján:

FeMo	96%
$CaO.MoO_3$	84,7%
MoO_3	83,2%
MoO_2	76,2%

A kísérleti eredmények arra engednek következtetni, hogy a Mo-oxid redukcióját — a kísérleti körülmények között — zömmel a fürdő Si tartalma végezte. Erre utal a Si, ill. C leégés közötti nagy különbség, valamint az a jelenség, hogy magasabb Si tartalmú fürdőbe történő ötvözéskor (I. kísérlet) a Mo kihozatal is magasabb.

e) A kísérletek során elért viszonylag alacsony Mo kihozatali értékekből végső következtetést levonni helytelen lenne. Helytelen lenne ez egyrészt azért, mert a kísérleteknél szándékosan — az esetleges különbségek jobb érzékelhetősége érdekében — viszonylag magas Mo%-ra ötvöztünk, másrészt azért, mert kis méretek mellett az ötvözést — a szublimációs veszteségek kihangsúlyozása céljából — salakmentes fürdő felszínén hajtottuk végre. Irodalmi adatok, valamint a Mo redukció időbeli változása során megfigyelt 90% feletti Mo kihozatali értékek alapján az a véleményünk, hogy üzemi méretekben közvetlen Mo-oxidból vagy kalciummolibdátból történő Mo ötvözésnél — az ötvözési szabályok, ill. technológia pontos betartása esetén — 95% körüli Mo kihozatal érhető el.

Következtetések

Az ötvözött acélok iránt egyre fokozódó mennyiségi és minőségi igények, valamint a lehető leggazdaságosabb és legkorszerűbb gyártástechnológia elérésére irányuló törekvések nem csupán az acélgyártási folyamatok régóta folyó ésszerűsítését, hanem a leggazdaságosabb ötvöző adalékok használatát is megkövetelik.

A közvetlen oxidból történő Mo ötvözési technológia kidolgozására irányuló kísérleteink során molibdéntrioxid, molibdéndioxid és kalciummolibdát — mint ötvözőanyag — előállítási lehetőségeit vizsgáltuk. Röntgendifrakciós és termoanalitikai módszerekkel igyekeztünk tisztázni ezen molibdén ötvözők képződésének reakciómechanizmusát, ill. ezen vegyületek hevítés közbeni viselkedését.

Tájékoztató jelleggel összehasonlító ötvözési kísérleteket végeztünk molibdéntrioxidból, molibdéndioxidból és kalciummolibdátból történő Mo ötvözés hatékonyságát, időbeli lefolyását illetően, és megállapítottuk, hogy az említett Mo ötvözők annál könnyebben redukálódnak, minél magasabb a fürdő Si tartalma, az acélfürdő C tartalma ezt a folyamatot kevésbé befolyásolja. A Mo redukció sebessége kalciummolibdáttal végzett ötvözésnél volt a legnagyobb, ami arra enged következtetni, hogy a kalciummolibdátnak Si-mal történő redukciójánál a kalciummolibdátból leszakadó aktív CaO a redukció során keletkező SiO_2-vel valamilyen kalciumszilikátot alkotva, a redukciót a Mo képződés irányában tolja el.

A Mo redukció időbeli lefolyásának vizsgálata alapján megállapítottuk, hogy a Mo redukció, azaz a Mo kihozatal értéke egy maximális érték elérése után majdnem minden esetben csökken.

Irodalmi adatok, valamint a Mo redukció időbeli változása során megfigyelt 90% feletti Mo kihozatali értékek alapján az a véleményünk, hogy üzemi méretekben közvetlen molibdéntrioxidból (MoO_3) vagy kalciummolibdátból ($CaO.MoO_3$) történő Mo ötvözésnél — az ötvözési technológia pontos betartása esetén — 95% körüli Mo kihozatal érhető el.

IRODALOM

[1] Jernkontorets Annaler 1969. 153. 1. 33—39. old.

[2] *Jeljutnyin V. P.—Pavlov J. A.—Levin B. E.:* Ferroötvözetek gyártása, 1953.

[3] *Szőke L.—Uray V.:* Elektroacélgyártás, 1965.

[4] *Durrer R.—Volkert G.:* Die Metallurgie der Ferrolegierungen, 1952.

[5] Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie, 1935.

[6] *Horváth A.:* Kohászati fizikai-kémiai számítások.

Szakosztályi nagyrendezvényeink 1975. évben

1. Anyagvizsgáló Napok Siófokon június 3—6-án.

2. Hengerész Konferencia Aggteleken október I. felében.

Spektrométeres etalonok összetétel- és homogenitásvizsgálatának néhány kérdése

GEGUS ERNŐ — Dr. MÓRITZ PÉTER — RÉPÁS PÁL okl. vegyészmérnökök
Vasipari Kutató Intézet

DK: 543.42.062

A spektrométeres acél és nyersvas etalonok összetételének meghatározására alkalmazott kémiai és spektrometriai vizsgálatok eredményének összehasonlító értékelése. A kapott mérési eredményekből következtetés levonása a vizsgált etalon homogenitására. A kidolgozott számítástechnikai módszerek ismertetése. A számítási eljárás eredményének bemutatása egy etalon vizsgálati adatain.

Bevezetés

A kohászati anyagok kémiai összetételének meghatározásában fontos szerepet játszanak a relatív színképelemző eljárások, különösen a gyors, automatikus működtetésű spektrométerek. A spektrometriás vizsgálatok előfeltétele azonban, hogy a készülék hitelesítésére (kalibrálására), beállítására és ellenőrzésére megfelelő összetételű, szerkezetű, gondosan megelemzett, megbízhatóan homogén etalonok kellő mennyiségben álljanak rendelkezésre [1, 2, 3].

A homogenitás egzakt megítéléséhez megbízható vizsgálati adatokra és ezek *matematikai-statisztikai értékelésére van szükség*. A homogenitás fogalmára még nincs egyértelműen elfogadott definíció és számszerű jellemzésére ez idő szerint nincs kidolgozott eljárás [4—7]. Foglalkoztunk ezért a homogenitás elvi megfogalmazásával, matematikai-statisztikai és halmazelméleti definiálásával is [8—10]. Az etalonok homogenitásának elvi kutatásával és gyakorlati megállapításával kapcsolatban első lépésként a különböző laboratóriumok eredményeinek megbízható, matematikai-statisztikai összehasonlítását és értékelését kell elvégezni.

Különböző laboratóriumokból származó mérési eredmények értékelése

Tegyük fel, hogy egy mintát két különböző laboratóriumban elemeztek meg, különböző számú párhuzamos meghatározást végeztek. Annak megítélésére, hogy a két középérték eltérése a véletlennek tulajdonítható, vagy pedig valamelyik laboratórium eredménye hibás, a Student-féle próbát alkalmazzuk.

A homogenitás értelmezése és az inhomogenitások megállapítása

Kiindulási feltételünk az volt, hogy egy mintát akkor minősítünk gyakorlati szempontból homogénnek, ha az elemzési eredményeknek a középértéktől számított eltérése egy célszerűen megszabott értéknél nem nagyobb. Ez az érték függ az alkalmazott elemzési módszer általános méréstechnikai szórásától. Ezeket a megengedett eltéréseket koncentrációtartományonként és az elemek három csoportjára külön-külön, a gyakorlati követelményekhez és a tapasztalati adatokhoz igazodva a középérték százalékában fejeztük ki.

Az elemek csoportokba sorolása a koncentráció-meghatározás pontossága alapján történt. Ez utóbbi a módszer adottságain kívül a vizsgálati minta típusától is függ. Így pl. gyengén ötvözött acélok minősítésekor az *1. táblázatban* feltüntetett megengedett σ_r relatív szórásokat szabtuk meg. Ha valamennyi párhuzamos elemzési eredmény eltérése 1965 σ_r-nél kisebb, akkor az anyagot homogénnek tekintjük és további vizsgálatot nem végzünk.

1. táblázat

Koncentráció-tartomány, %	Megengedett rel. százalékos szórás elemcsoportonként		
	S, P	C, Mn, Cr, Ni, Cu, Mo, Ti	Si, V, W, Co, Al, B
c 1	—	1	2
1 c 0,3	—	2	3,5
0,3 c 0,1	2	3,5	5
0,1 c 0,03	3,5	5	10
0,03 c 0,01	5	10	15
0,01 c	10	15	30

Ha az anyag így nem bizonyul homogénnek, akkor megvizsgáljuk, hogy a középértéktől való eltérések szabályos eloszlást mutatnak-e. Ha az eloszlás nem szabályos, akkor biztonsággal állíthatjuk, hogy az anyag inhomogén. Ilyen esetben azt mondhatjuk, nincs egyetlen olyan érték, amely körül a mérési eredmények csoportosulnának. A tisztán véletlen eltéréseknek a középérték körül normális eloszlást kell mutatniok, így tehát a normális eloszlástól észlelt eltérés — azonos kísérleti körülmények feltételezésével — az inhomogenitás mértékére enged következtetni. (A műszaki hibák [argon stb.] hatását természetesen a lehető legnagyobb mértékben ki kell küszöbölni.)

Annak megvizsgálására, hogy az elemzési eredmények normális eloszlásúak-e, először *Kolmogorov* és *Szmirnov* módszerét (l. pl. [11]) alkalmaztuk. Kolmogorov és Szmirnov tétele arra ad választ: hány százalékos biztonsággal állíthatjuk valamely adathalmazról: nem normális eloszlású. A gyakorlatban normális eloszlásúnak tekintenek egy eloszlást, ha a tétel alapján csak 5 (ritkábban) 1% valószínűséggel állíthatjuk, az eloszlás nem normális.

A számítást úgy végezzük, hogy elegendően kis osztásközzel hisztogrammot készítünk, meghatározzuk a zérus középértékre és egységnyi szórásra redukált kumulatív gyakoriságokat. Utóbbiakat a normális eloszlás eloszlásfüggvényével összehasonlítjuk és a két függvény maximális eltéréséből következtetünk, hogy a szóban forgó eloszlás szabályos-e vagy sem.

A számítási eljárás meglehetősen bonyolult és végrehajtása számítógéppel is tetemes időt igényel. Hátránya, hogy tapasztalataink szerint egyetlen hibás mérési eredmény miatt is azt kapjuk eredményül: az eloszlás nem normális és ezzel a megmaradó adatok eloszlásáról még semmit sem tudunk, legfeljebb az amúgy is bonyolult eljárás ciklikus alkalmazásaival.

Az első számítási sorozatok után ezért egyszerűbb megoldást kerestünk: megvizsgáltuk az eloszlás ferdeségi, valamint lapultsági együtthatójának a változását az adathalmaz jellege szerint. A ferdeségi együttható arról tájékoztat, mennyire aszimmetrikus a mérési eredmények gyakorisággörbéje a szabályos eloszláshoz képest. A lapultsági együttható arról ad felvilágosítást, hogy a mérési eredmények eloszlási görbéje mennyivel laposabb a szabályos eloszlásénál [12]. A ferdeségi és lapultsági együttható értéke normális eloszlásnál zérus, így ezek abszolút értékéből arra lehet következtetni, mennyire közelíti meg az eloszlás a normális eloszlást.

A vizsgált adatrendszereknél a ferdeségi együttható egyes esetekben szigorúbb kritériumot jelent, mint a lapultsági együttható és a *Kolmogorov—Szmirnov* kritérium, ugyanakkor hátránya, hogy csak az eloszlási görbe kezdeti, vagy végső szakaszán levő inhomogenitásokra érzékeny.

Mérési eredmények homogenitásának megítélésére legalkalmasabbnak a *Dean* és *Dixon* által kiugró értékek kikeresésére kidolgozott módszer, az ún. Q-próba általánosítása bizonyult [13, 14]. *Dean* és *Dixon* eljárásának az a lényege, hogy ha a nagyság szerint rendezett, szomszédos eredmények közti különbségnek a minta terjedelmére — azaz az összetartozó legnagyobb és legkisebb mérési adat különbségére — vonatkoztatott hányadosa alapján döntjük el, hogy a szóban forgó adatot kiugrónak kell-e tekinteni.

A nagyság szerint rendezett m_i $(i=1, 2, \ldots, n)$ adatok legkisebbike ill. legnagyobbika akkor tekintendő kiugrónak, ha az

$$r=\frac{m_l-m_j}{m_k-m_l}$$

kifejezés értéke a táblázatban közölt kritikus és az adatok n számától függő Q értéknél nagyobb. Az i, j, k, l indexek jelentését a *2. táblázat* foglalja össze. Az összehasonlítás alapjául szolgáló, 95%-os statisztikus biztonsághoz tartozó kritikus értéket a *3. táblázat* foglalja össze.

2. táblázat

Az r érték kiszámításához szükséges indexek

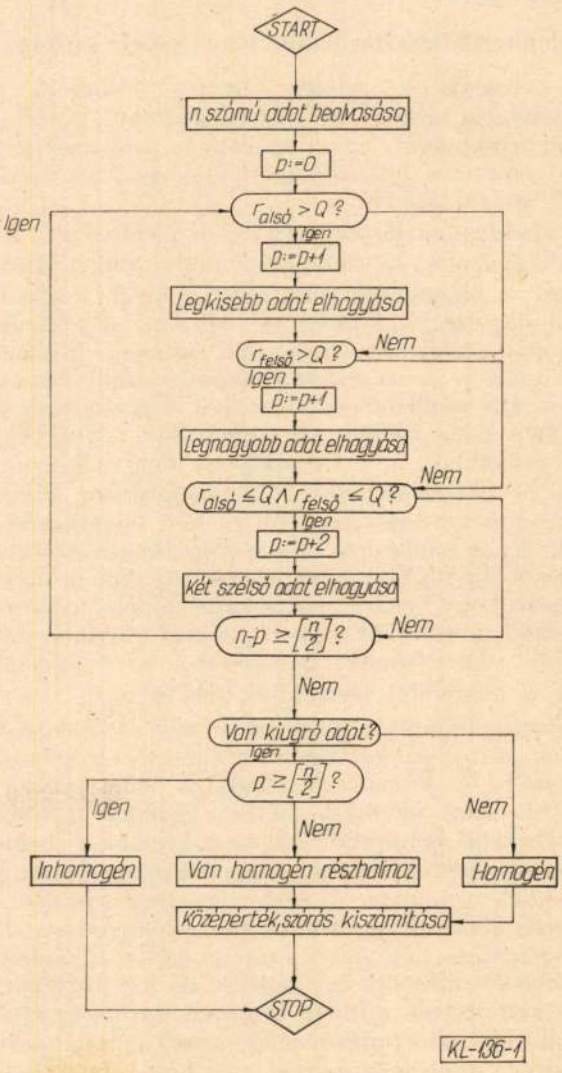
n	A legkisebb adat vizsgálata esetén				A legnagyobb adat vizsgálata esetén			
	i	j	k	l	i	j	k	l
3— 7	2	1	n		n	n	— 1	n 1
8—10	2	1	n — 1	1	n	n	— 1	n 2
11—13	3	1	n — 1	1	n	n	— 2	n 2
14—25	3	1	n — 2	1	n	n	— 2	n 3

3. táblázat

A kritikus Q értékek táblázata

n	Q	n	Q
3	0,941	14	0,546
4	0,765	15	0,525
5	0,642	16	0,507
6	0,560	17	0,490
7	0,507	18	0,475
8	0,554	19	0,462
9	0,512	20	0,450
10	0,477	21	0,440
11	0,576	22	0,430
12	0,546	23	0,421
13	0,521	24	0,413
		25	0,406

Ha az adatok sorozatának két szélső tagja közül valamelyik vagy mindkettő kiugrónak bizonyul, akkor a kiugró értéket megjegyezzük. Ezután a sorozat két szélső elemét elhagyjuk és a számítást a megmaradó sorozattal megismételjük. Ezt az eljárást addig folytatjuk, amíg a sorozat elemeinek száma az eredetinek felére csökken. Mindenképp-



1. ábra. Számítási folyamatábra

pen befejezzük a vizsgálatot, ha a sorozat elemeinek száma valamely lépésben háromra csökkent.

Ha az elmondott vizsgálat során nem találtunk kiugró értéket, akkor az anyagot homogénnek tekintjük. Egyébként megkeressük az adatoknak azt a legnagyobb részhalmazát, amelyen belül kiugró érték nem mutatkozott.

Az egymástól legtávolabb levő két kiugró adat között, mint könnyen belátható, olyanok vannak, amelyek egy vizsgálat során sem bizonyultak kiugrónak, így ezek halmaza homogénnek tekinthető. Ha ebbe a homogénnek tekinthető részhalmazba az eredeti adatok számának fele vagy annál kevesebb jutott, akkor a mintát inhomogénnek tekintjük. Egyébként a koncentrációt az adatok homogénnek tekinthető részhalmazából számítjuk ki és ezt tekintjük a koncentráció helyes értékének. A szórást ebből a részhalmazból számítjuk ki. A számítási folyamatábra az *1. ábrán* látható (n jelenti az adatok számát, p a kihagyottakét).

A Dean és Dixon-féle Q-próba általánosításával a gyakorlati tapasztalattal megegyező, jellemző képet kapunk a minták homogenitásáról és a módszer számítógépes időigénye valamennyi közül a legkisebb, így ezt az eljárást választottuk a további vizsgálatokhoz.

A homogenitásvizsgálatok feltételeinek javítása

A vizsgálatok céljára etalon-mintánként a próbatestek mintegy 10%-át választottuk ki, általában rudanként egyet-egyet. A próbatesteket spektrométeres laboratóriumban vizsgáltuk meg, 3—3 szikráztatással.

A spektrometriás elemzés akkor megbízható, ha valamely ismert összetételű ellenőrző minta összetételét a vizsgálandó mintákkal felváltva időről időre megvizsgáljuk és ennek segítségével a méréstechnikai szórás aktuális értékét elemenként ellenőrizve, azt a megengedett eltérésnél kisebbnek találjuk. Ha az ellenőrző mintákkal kapott mérések eredménye az időben szisztematikus növekedést vagy csökkenést mutat, esetleg egy ideig csökkenés, majd növekedés észlelhető ill. megfordítva, akkor a szóráson túl rendszeres hibára kell következtetnünk. Ez a rendszeres hiba a változás követésével kiküszöbölhető, ill. csökkenthető [15]. Annak megítélésére, hogy lineáris regresszió alkalmazható-e az ellenőrző mintákkal kapott mérési eredmények időbeli változásának követésére, a variancia-analízis módszerét használjuk fel [16].

Annak eldöntését, hogy a mérési eredmények időbeli változása két egymást metsző egyenessel leírható-e, a következő feladatra lehet visszavezetni: Két, egymást metsző egyenes mentén elhelyezkedő pontokból kell az adatokat a legkisebb négyzetek értelmében a legjobban megközelítő egyenesek egyenletét és ezek metszéspontja abszcisszáját kiszámítani. A számítás első lépése annak megvizsgálása, hogy mely pontok tartoznak az első, és melyek a második egyeneshez. Ez úgy történik, hogy kiszámítjuk minden két pont között az első és második osztott differenciát és ezek maximumát keressük. Ahol maximumot találunk, ott a legnagyobb mértékű az irányváltozás. A pontok ilyen módon történt szétválasztása után mindkét egyenes egyenletét meghatározzuk a legkisebb négyzetek módszerével. Annak eldöntése, hogy az így kapott két egyenes iránytangense valóban különböző és az adatokat indokolt két egyenessel közelíteni, a Student-próbával döntjük el.

Az etalonok homogenitásának egyszerű és gyors megítéléséhez a spektrometriás vizsgálatok eredményeit, a közvetlenül mért adatokat megfelelően redukálni kell. Tapasztalatunk szerint — *Dean* és *Dixon* megállapításával megegyezően — kevés számú párhuzamos adat esetén a középértéknél megbízhatóbban jellemzi a mérési eredményt a medián, azaz a nagyság szerinti középső adat. Ezt az értéket kevésbé befolyásolják a durva méréstechnikai hibák: a felület nem megfelelő előkészítése, az argon minőségének ingadozásai, mint a középértéket, ugyanakkor a medián kiválasztása egyszerűbb és gyorsabb, mint a számtani középérték képzése. A próbadarabok egy-egy felületén végzett három párhuzamos szikráztatás eredményeiből tehát elemenként csak a mediánt használtuk fel a statisztikus értékeléshez, az adatok számát tehát már az első lépésben harmadoltuk és a statisztikai szempontból megbízhatóbb mediánokkal végeztük el a százalékos eltérések vizsgálatát, valamint a Q-próbát. Az ellenőrző minta hiteles értéke az ellenőrző mintánál kapott mérési eredmények időbeli változását leíró egyenes vagy egyenesek egyenlete alapján a vizsgálandó mintával kapott eredményeket átszámítva kapjuk azok helyes értékét. Az elmondott vizsgálatok alapján megállapíthatjuk, hogy a kíválasztott mintákban, melyek a homogénnek mondható, garantálható komponensek és mely elemek eloszlása inhomogén. Ezeket a megállapításokat a kémiai elemzési eredményekkel össze kell vetni. Így a statisztikusan megbízhatónak minősített eredmények alapján az etalon minták próbadarabjainkak halmazából a meg nen felelő összetételűeket kiválogathatjuk. A kiugró értékekhez tartozó próbadaraboknak a környezetét, az adott rúdhoz tartozó többi próba darabot is meg kell vizsgálni, hogy az inhomogenitás — a szegregáció, vagy más hiba — kiterjedését felderítsük.

Számpélda

Egy etalon sziliciumtartalmára a következő eredmények adódtak:

Si-tartalom %	Hány alkalommal
1,20	1
1,23	6
1,24	1
1,25	3
1,26	1
1,28	2

Valamennyi eredmény középértéke: 1,241% a (95%-os statisztikus biztonsághoz tartozó), relatív szórás 0,94. A Q-próba azt mutatta ki, hogy a utolsó sorban feltüntetett két 1,28%-os eredmény kiugró, ezek elhagyásával homogén, közelítőleg normális eloszlású részhalmazt kapunk. Ennek

középértéke: 1,235%, relatív szórása 0,77. Ez a két adat véleményünk szerint megbízhatóbban jellemzi a minta összetételét, mint valamennyi adat középértéke és a hozzá tartozó viszonylag nagy variációs együttható.

IRODALOM

[1] *Répás P.:* VI. Kohászati Anyagvizsgáló Napok előadásai. Balatonszéplak, 1971. III. 493. o.

[2] *Gegus E.:* XIV. Magyar Emissziós Színképelemző Vándorgyűlés, Békéscsaba, 1971. 57. o.

[3] *Répás P.—Gegus E.:* VII. Kohászati Anyagvizsgáló Napok előadásai, Balatonszéplak, 1973, Kémiai szekc. I. 123. o.

[4] *Frank, R. C.—Dallemand, J. E.—Fry, D. L.:* Spectrochim. Acta *9*, 323 (1957).

[5] *Galazka, J.—Sobczak, N.:* Chem. analityczna *15*, 69 (1970).

[6] *Sajevics, A. B.:* Izmerenie i normir. him. szoszt. vescs. Moszkva, 1971. 227. o.

[7] *Pliner, Ju. L.—Usztinova, V. I.:* Zs. anal. him. *27*, 5 (1972).

[8] *Gegus E.:* 8. Spektrometertagung, Linz/Donau, 1970; 9. Spektrometertagung, Dortmund, 1972; előadások.

[9] *Móritz P.:* VI. Kohászati Anyagvizsgáló Napok előadásai. Balatonszéplak, 1971. III. 512. o. VII. Kohászati Anyagvizsgáló Napok előadásai. Balatonszéplak, 1973. Kém. szekc. I. 111. o.

[10] *Gegus E.:* VII. Kohászati Anyagvizsgáló Napok előadásai. Balatonszéplak, 1973. Kém. szekc. I. 59. o.

[11] *Vincze I.:* Matematikai-statisztika ipari alkalmazásokkal. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1968. 161. o.

[12] Methods for Emiss. Spectr. Analysis, ASTM, Philad., 5. kiad. 1968. 27. o.

[13] *Dean, R. B.:* Anal. Chem. *23*, 637 (1951).

[14] *Móritz P.:* Magyar Kémikusok Lapja. *27*, 73 (1972).

[15] *Gegus E.:* 10. Spektrometertagung, den Haag, 1974. előadás.

[16] *Johnson, N. L.—Leone, F. C.:* Statistics and Experimental Design in Engineering and the Physical Sciences. Wiley, New York, 1964. 2. k., 78. o.

Ernyedési kísérletek a Vasipari Kutató Intézetben

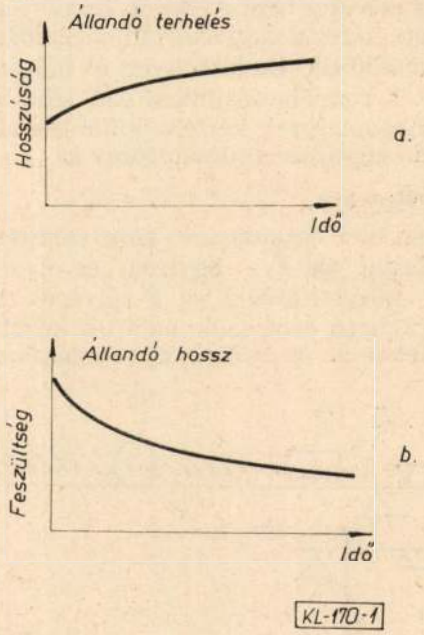
Dr. SZOMBATFALVY ÁRPÁD okl. gépészmérnök, tud. osztályvezető,
Vasipari Kutató Intézet

DK: 539.389:620.171

Az ernyedés jelensége és vizsgálatának lényege. A Vasipari Kutató Intézetben kifejlesztett mérlegkaros-mozgósúlyos és merev, erőmérőcellás gépek működési elve, főbb tulajdonságai és a velük szerzett tapasztalatok. Vizsgálatok nagyobb hőmérsékleten. Az ernyedésmérő gépek pontossági követelményei.

Fémekben és ötvözetekben a rugalmassági határt megközelítő tartós igénybevétel hatására kétfajta jelenség játszódik le: Állandó terhelés esetén lassú alakváltozás megy végbe, ezt *kúszásnak* (tartós folyás, Kriech, Creep, fluage) nevezzük *(1a ábra)*. Rögzített méretek esetén viszont alakváltozás nem lehetséges, ez esetben a feszültségek mérséklődnek; az ily módon végbemenő feszültségcsökkenés az *ernyedés* (relaxáció) *(1b ábra)*.

Az ernyedés hatása gyakorlatilag abban nyilvánul meg, hogy az állandó mértékben feszített szerkezeti elemeknek idővel csökken a terhelhetősége: pl. csavarkötések és zsugorkötések meglazulnak, autoklávok a leszorított fedő alatt kifújnak, vagy a feszített betontartókat már eleve erősebbre kell méretezni stb. Ezekben az esetekben az ernyedés káros, és bizonytalan veszélyeket rejtő jelenség; máskor azonban kedvező a hatása: a folyási határt megközelítő feszültségek nyugvó terhelés hatására lassan mérséklődnek. Ez főleg öntési, hegesztési, vagy hőkezelési feszültségek esetében következik be (pl. egyes szerszámok az edzést követő 1—2 órán belül megrepednek, de napok múltán csak igen ritkán; hegesztett vasúti sínek tél kezdetén, 1—2 nappal a hideg beállta után szoktak törni stb.).



1. ábra. A kúszás és az ernyedés folyamata

Az ernyedés már több évtized óta ismert jelenség, azonban csak akkor kezdtek felfigyelni gyakorlati jelentőségére, amikor a gazdaságos méretezés érdekében az acélanyagok igénybevételét tetemesen fokozták. Az építőiparban elterjedtek a merészen tervezett feszített beton és feszített csavarkötéses szerkezetek; ezekben már számolni kell az ernyedéssel és számszerűen ismerni a nagyságát.

Így szükségessé vált az ernyedés mértékének meghatározása, amivel közel húsz év óta foglalkoznak. Az ilyen fajta kísérletek kezdetben igen nehéz feladatnak bizonyultak, mert viszonylag nagy erőket kell pontosan mérni és a próbák hosszúságát és hőmérsékletét hosszú időn át állandó értéken tartani. A méréstechnika fejlődésével azonban ma már ezek a feltételek könnyen biztosíthatók.

A mérés nehézségeit a következő példával kívánjuk érzékeltetni:

5 mm átmérőjű, 180 kp/mm^2 (1765 N/mm^2) szakítószilárdságú feszítőhuzalt a szakítószilárdság 70%-ával: 2470 kp (24 220 N) terheléssel vizsgálunk. Az 1000 óra alatt bekövetkező ernyedés várható értéke kb. 6%, azaz 148 kp (1451 N). Hogy ezt az anyagvizsgálatban szokásos 1% pontossággal határozhassuk meg, az elkövethető hiba nagysága kereken 1,5 kp (14,5 N) lehet. A 2470 kp (24 220 N) erőt tehát 1,5 kp (14,5 N) pontossággal kell mérni, ami 0,06% pontosságú erőmérést igényel!

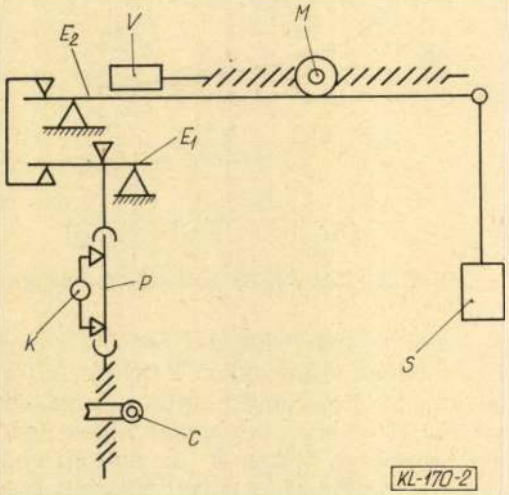
Ha viszont a 2470 kp erőt a szokásos 1% pontossággal mérjük (24,7 kp hibával), az ernyedés nagysága 16% pontossággal határozható meg.

Ernyedésvizsgáló berendezések

Az ernyedés fogalmából következik a vizsgálat lényege: a próbatestet meghatározott hosszúságúra kell feszíteni, hosszú időn át ezen tartani és mérni a benne ébredő feszültségek csökkenését. A feladat gyakorlati megoldására több mód kínálkozik. Ezek előnyeit és hátrányait elemezve, a rendelkezésünkre álló lehetőségek figyelembevételével, kétféle, különböző alapelven működő géptípust fejlesztettünk ki.

Mozgósúlyos gép

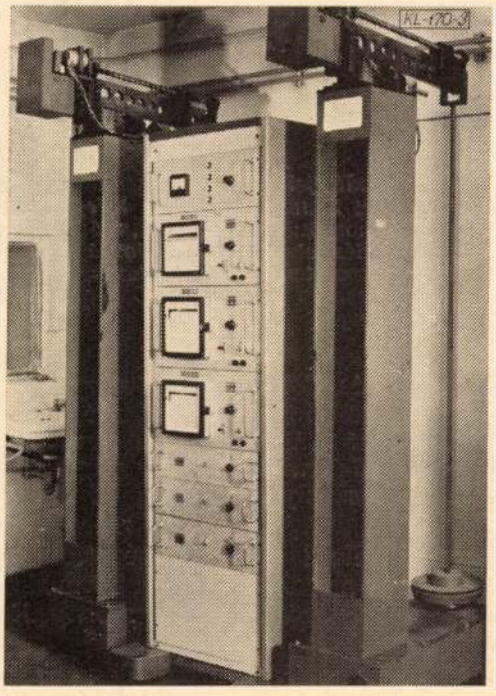
A gép elvi vázlatát a *2. ábra* szemlélteti: a *P*-próbatestet az E_1 — egykarú és E_2 — kétkarú emelő közvetítésével az *S*-súlyerő terheli. A próbára ható erőt szűk határok között változtatni lehet az *M*-mozgósúly eltolásával.



2. ábra. Mozgósúlyos ernyedésvizsgáló gép elvi vázlata
P — próbatest, C — csavarhajtás, S — terhelő súly, M — mozgósúly, V — motor, K — nyúlás hatására működő kapcsoló, E_1- és E_2-emelőkar

A próbatestre 1000 mm jeltávolságú nyúlásmérő sín illeszkedik; az erre szerelt mérőóra a nyúlást 0,01 mm pontossággal mutatja. Ez *K*-kapcsolóval helyettesíthető, amely 0,01 mm hosszváltozás esetén elektromos áramkört zár, vagy bont.

A berendezés a következőképpen működik: A befogott próbatestet a *C*-csavarhajtás segítségével addig húzzuk, amíg az előre beállított *S* és *M* súlyokkal a szükséges terhelést el nem érjük. Ekkor a *K*-kapcsolót beállítjuk. Ha a próba kúszni kezd és nyúlása eléri a 0,01 mm-t, a kapcsoló zárja a *V*-motor áramkörét, ennek tengelyére szerelt *M* súly elmozdul és csökkenti a terhelést. Amint a próba hossza eléri eredeti értékét, a *K*-kapcsoló bontja az áramkört és az ellensúly mozgása megszűnik. Az *M* súly elmozdulásával arányosan egy potenciométer csúszóérintkezője is elfordul; ennek ellenállása arányos lesz a próbát terhelő erővel. Az ellenállásváltozást egy kompenzográffal idő függvényében ábrázolva, a műszer közvetlenül felrajzolja a terhelés változását.



3. ábra. Mozgósúlyos ernyedésvizsgáló gépegység

A berendezés fényképe a *3. ábrán* látható. A kapcsolószekrény egyidejűleg három gépegység működését vezérli és regisztrálja. A berendezés műszaki adatai:

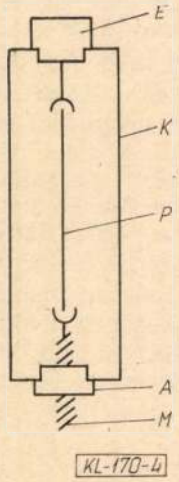
Legnagyobb terhelés: 5000 kp (49 KN).
Mozgósúly szabályozási tartománya: 500 kp (490 N).
Mérési hossz: 1000 mm.
Karáttétel: 1 : 90.

A gép előnyének tulajdonítható, hogy hőmérsékletváltozás iránt érzéketlen: amennyiben a próbatest és a mérősín azonos mértékben melegszik, vagy hűl, ez relatív hosszváltozást, ill.

terhelésváltozást nem okoz. A helyiség hőmérsékletének ± 5 °C-kal való lassú ingadozása a diagramokon nem volt észlelhető.

Az erő változását a kompenzográf az idő függvényében regisztrálja; vagy pedig a 2. ábra szerinti K-kapcsoló helyére mérőórát helyezve és a próba megnyúlását észlelve, kézzel lehet működtetni a mozgósúly helyzetét változtató motort. A csapágyak és ékek súrlódása miatt a gép mérőórán észlelt hiszterézise elérheti a 0,03 mm-t, ami 5 mm átmérőjű, 1000 mm hosszú próba esetén 12,3 kp (120 N)-nak felel meg. A betonacélok szokásos ernyedésének ez kb. 8,3%-a (a gép mérési határára vonatkoztatva 0,25%-os pontosság!).

A berendezés előállítási költsége aránylag magas; bonyolult mechanizmusa és elektronikája miatt gyakori javításra szorul. Részben emiatt, részben a nagyobb pontosság érdekében a szerzett tapasztalatok alapján fejlesztettük ki újabb ernyedésvizsgáló berendezésünket.



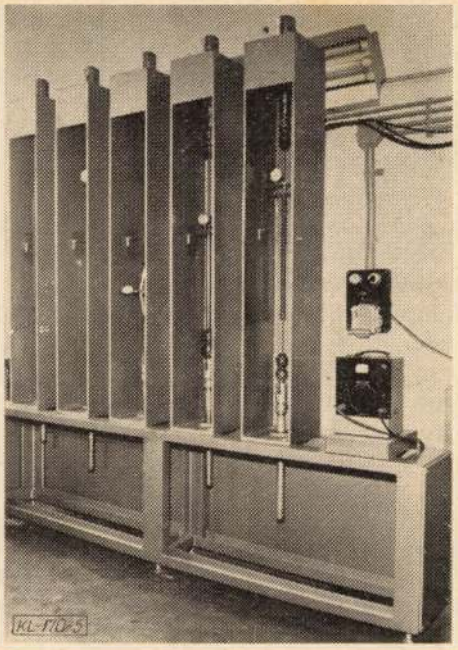
4. ábra. Mérőcellás ernyedésvizsgáló gép elvi vázlata
P — próbatest, E — erőmérő cella, A — terhelő anya, M — menetes orsó, K — keret

Mérőcellás gép

A szerkezetileg sokkal egyszerűbb, mozgó alkatrészt nem tartalmazó berendezés elvi vázlatát a *4. ábrán* tüntettük fel: A *P*-próbatest az *E*-erőmérő cella és *M*-menetes orsó közbeiktatásával a *K*-jelű, igen merev keretbe van befogva. Az *A*-anya és az orsó segítségével feszítjük a próbát, a reá ható terhelés nagyságát a cellához kapcsolt mérőhíd segítségével állítjuk be. Az ernyedés folyamatát a mérőhíd időszakos leolvasásával lehet nyomon követni.

A teljes berendezés 5-egységből áll. Fényképe az *5. ábrán* láhtató. A próbák egymástól függetlenül terhelhetők és egyetlen mérőhíd átkapcsolásával egymás után mérhető a terhelésük.

Egy mérés időtartama kb. 10 másodperc, így az ernyedési görbe felvételéhez szükséges pontok tetszőleges sűrűséggel vehetők fel. A gép mérési tartománya 0—6300 kp (618 KN), a próbatest mérési hossza legfeljebb 1200 mm.

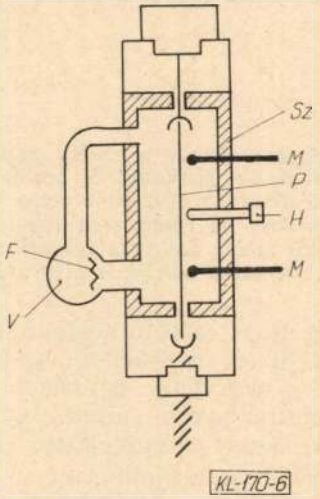


5. ábra. Mérőcellás berendezés

A berendezés nagy előnye, hogy mechanikailag igen egyszerű, csapágyat, éket és ékpályát nem tartalmaz, emiatt nincs súrlódásból eredő pontatlanság, kopás és elhasználódás. Súlya lényegesen kisebb a mozgósúlyos gépénél. Jól utánozza a betonba ágyazott huzal igénybevételét, különbséget legfeljebb a beton relaxációja

Érzékenységére jellemző, hogy a terhelés $\pm 4{,}8$ kp (47,1 N) pontossággal olvasható le. Az előbbi példából vett 148 kp (1451 N) nagyságú relaxáció esetén ez max. 3,2% hibát jelenthet; a 6300 kp méréshatárra vonatkoztatva az erő mérés pontossága 0,076%.

A berendezés kedvezőtlen tulajdonsága, hogy gyors hőmérsékletváltozás iránt érzékeny, mert nagyobb hőtehetetlenségénél fogva az állványa lassabban melegszik, vagy hűl, mint a próba-

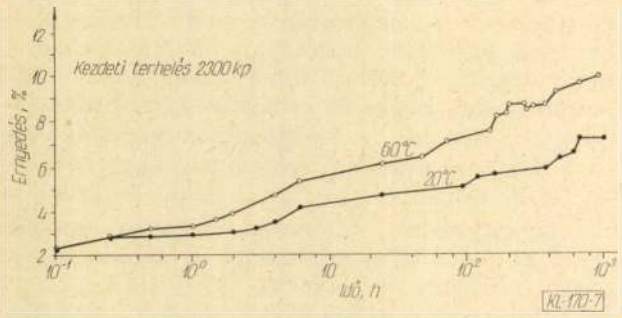


6. ábra. Melegkamrás ernyedésvizsgáló elvi vázlata
P — próbatest, M — hőmérő, H — szabályozó, hőértékelő, V — ventilátor, F — fűtőtest, Sz — hőszigetelés

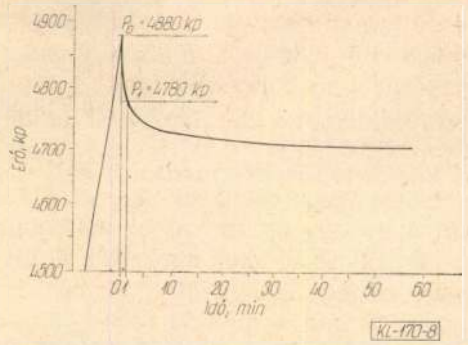
test. A közöttük fellépő 1 °C hőmérséklet különbség hatására ∅ 5 mm-es, 1 m hosszú huzalban emiatt kereken 4 kp-dal (39,2 N) változik az erő. A helyiség hőmérsékletének lassú (kb. 0,5 °C/óra) változásakor viszont a próba és a keret között hőmérséklet-különbség nem ébred, az erő pontosan mérhető.

Ez a géptípus teljes mértékben beváltotta a hozzá fűzött reményeket, egy éves üzeme során kifogástalanul működött.

A felmerült igények alapján szükségesnek láttuk további fejlesztését és kiegészítését olyan kamrával, amelyben nagyobb hőmérsékletű, de legfeljebb 130 °C-os vizsgálatok is végezhetők. A többféle lehetőség közül a meleg levegővel való hevítés látszott a legcélszerűbbnek. Ennek módját a *6. ábrán* szemléltetjük. A *P*-próba az *Sz* szigeteléssel bélelt kamrában van; a *V*-ventillátorral keringésben tartott levegőt *F*-fűtőtest melegíti. A munkatér hőmérsékletét a *H*-platina-ellenálláshőmérő érzékeli és tirisztoros hőmérsékletszabályozó közvetítésével szabályozza az *F*-fűtőtest áramát. A próba hőmérsékletét *M*-jelű higanyos hőmérőkkel ellenőrizzük. A hőmérsékletszabályozás pontossága $\pm 0{,}3$ °C.



7. ábra. 180 kp/mm² (1765 N/mm²) szakítószilárdságú feszítőhuzal ernyedése 20 és 60 °C-on



8. ábra. INSTRON-gépen regisztrált ernyedési görbe kezdeti szakasza

A 7. *ábrán* 20 °C-on és 60 °C-on végzett 1000 órás ernyedési kísérlet eredményeit mutatjuk be. A görbén látható töréspontok a környezeti hőmérséklet ingadozásainak tulajdoníthatók.

Ideális ernyedésvizsgáló gépnek bizonyult az INSTRON elektronikus szakítógép. Előnye, hogy az erő változását erősen felnagyítva regisztrálja, pl. 4800—5000 kp méréstartomány 250 mm-nek felel meg. Az időlépték 0,2 mm/stől 200 mm/s között választható. A *8. ábra* egy ily módon felvett ernyedési görbe kezdeti szakaszát szemlélteti. A kísérleti anyag azonos a 7. ábrával jellemzett vizsgálat anyagával.

Magas beszerzési ára és sok célra való alkalmassága folytán az INSTRON-gép természetesen nem állítható be ezerórás kísérletek céljaira, azonban célszerűen használható az ernyedési folyamatok kezdeti, néhány órás szakaszának regisztrálására. Az ezen végzett vizsgálatok eredményei jól egyeznek a mérőcellás ernyedésvizsgáló gépünk szolgáltatta eredményekkel.

A meleg szélesszalagsorok fejlődésének áttekintése

NAGY ZOLTÁN okl. kohómérnök
KGM Tervező Irodái

DK:621.771.237.016

A dolgozat elemzi a meleg szélesszalagsorok kialakulásának gazdasági és technikai indokait. Áttekintést ad az első generációs meleg szélesszalagsorokról és részletesen tagolja a második generációs meleg szélesszalagsorok technikai jellemzőit. Bemutat néhány meleg szélesszalagsort.

A mai nagyipari méretű acélhengerlés három évszázados fejlődés eredménye. Az idők során a hengerészet hőskorának egyszerű szerkezetei mind bonyolultabbakká váltak. Így alakult ki végül is az az összetett műveletsor, amely a mai hengerlési módszereket jellemzi.

Ennek a fejlődési tendenciának az ipar állandóan és gyorsuló ütemben növekvő igényeiben kereshető a magyarázata. Az egyre fokozódó mennyiségi és minőségi igényeknek megfelelően alakult a hengerlési technológia, fejlődtek a hengersorok. A fejlődő technika ugyanakkor egyre nagyobb lehetőségeket kínált a berendezések tökéletesítésére.

Szinte állandósult a nagyobb kapacitású hengersorok építésére irányuló törekvés és ez vezetett a hengerlési munka mind több berendezésre való elosztásához. A hengereltáruk minőségi fejlődése igényelte a szerkezeti részletek tökéletesítését. A mechanizálással és automatizálással jelentősen csökkent a fizikai munka, felgyorsult a hengerlési ütem.

Az az időszak, amelyben élünk és amelyet be tudunk tekinteni, a racionalizálás korszakának

nevezhető. A racionalizálás, amelynek célja a mi esetünkben a hengerlési feladat és a hengermű adottságainak messzemenő összeegyeztetése, a világméretű ipari verseny és tapasztalatcsere következménye.

Ennek a fejlődési szakasznak köszönhető a tipizált, korszerű, egycélú hengersorok kialakulása.

1. A szélesszalag hengerlési igény kialakulása

A szélesszalag hengerlés több évtizedes múltra tekint vissza, de rohamos elterjedése az utolsó három évtizedre tehető. Európában például a második világháborút megelőzően csupán egyetlen meleg szélesszalagsor dolgozott, napjainkig viszont a hengersorok száma meghaladja a negyvenet.

Évszázadunkban és főként a legutolsó 30 év alatt a közlekedési eszközöket gyártó ipar, az építőipar, a háztartási gépgyártás, a villamos gépgyártás igen nagy mértékben megnőtt és ezen iparágak lemez- és szalagigénye erősen fokozódott.

A korszerű és nagy ütemben fejlődő hegesztő eljárások nagymértékű terjedése és ezzel kapcsolatban a hegesztett szerkezetek térhódítása is újabb lemezmennyiségeket kíván.

Sokáig kétséges volt gazdasági megfontolásokból, hogy nagyobb, gépesített, folyamatos szalagsorok építése egyáltalán kifizetődik-e? 1920 körül világossá vált, hogy az ónozottlemez szükséglet erősen növekszik, — ahogy a konzervipar gyors fejlődése ezt magával hozta — és a legtöbb ónozottlemezt gyártó mű rájött, hogy a fejlődés iránya a finomlemezek táblahengerlésével szemben a folytatólagos szalaghengerlés.

A növekvő igényeknek megfelelően fejleszteni kellett a lemeztermelő eljárásokat. Nem lehetett azonban megelégedni csak a mennyiségi igények kielégítésével, hanem egyidejűleg minőségben, anyagkihozatalban, mérettűrésben a fokozódó követelményeknek is eleget kellett tenni. Egyre újabb meleg és hideg szalagsorok épültek a finomlemez, valamint meghatározott méretű közép- és durvalemez szükségletek kielégítésére és szép számban telepítettek korszerű kvartó lemezsorokat, főként széles durvalemezek hengerlésére.

A szélesszalag hengerlés a régebbi táblahengerlő eljárásokkal szemben a következő fontosabb előnyöket mutatja:

— tisztább és simább felület, jobb sík-kifekvés,
— meleghengerléskor egyenletes mechanikai értékek, hideghengerléskor jó mélyhúzó képesség,
— jobb vastagsági mérettartás, szűkebb tűréshatárok,
— jobb kihozatal,
— kisebb fajlagos energiafogyasztás,
— nagy termelékenység,
— számottevő önköltségcsökkenés.

Ha ezeknek a legfontosabb előnyöknek némelyikét közelebbről megvizsgáljuk, úgy igen érdekes és figyelemreméltó eredményekhez jutunk.

A régi finomlemez táblahengerlő eljárás és a szalaghengerlés között az utóbbi javára 15—20%-os önköltség különbség mutatkozik. Ennek a különbségnek a legnagyobb része az anyagfelhasználás javulásából és a kedvezőbb bér- és energiafelhasználásból adódik.

Külön figyelmet érdemel a szalagsoron hengerelt lemezek és szalagok minőségének javulása a táblahengerlő eljárással gyártott lemezekével szemben. A lemezek vastagsági tűréshatárainak csökkentése a feldolgozóipar jogos igénye. Ez az igény azonban a régi hengersorokkal alig biztosítható. A régi rendszerű lemezsorok állványszerkezete, csapágyazása, a hengerek elkerülhetetlen áthajlása azt okozzák, hogy az ezeken a berendezéseken hengerelt finom- és durvalemezek, különösen a szélesebb táblaméreteken, középen esetenként 5—10%-kal vastagabbak, mint a levágott lemezszéleken. Ez azután a felhasználáskor, a gép- és vasszerkezetgyártásban nemkívánatos súlytöbbletet jelent.

A korszerű szalagsorokon hengerelt lemezek és szalagok jobb síkfekvésűek, tisztább felületűek, egyenletesebb minőségűek a régebbi sorokon gyártottaknál.

2. A meleg szélesszalag hengersorok kifejlesztése és az első generációs szélesszalagsorok

A XIX. században épült szalagsorok keskeny szalagokat hengereltek. A keskeny szalagok hengerlésével nyert tapasztalatok nyomán fejlesztették ki a XIX. század végén, illetve a XX. század elején a középszéles, majd a szélesszalagsorokat.

1892-ben helyezték üzembe a csehszlovákiai Teplitzben az első folytatólagos meleg szalagsort. Ezen a soron 200 mm vastag bugát hengereltek egy trió előnyújtón 90 mm-re. Az így előnyújtott bugát ismét felmelegítették és egy másik trión 7 mm-re előnyújtották. Ezt az előlemezt a második trió utáni görgősor végébe telepített 5 állványos folytatólagos készsoron hengerelték a kívánt méretre (általában 3 mm-re). A folytatólagos készsor duó állványokkal, 650 mm átmérőjű és 1500 mm testhosszúságú hengerekkel dolgozott. Az állványok hajtása egy merev, áttételes közös hajtóműről történt, mely egy 1000 LE-s gőzgépre volt kapcsolva. Az egyes állványok hengerlési sebességei a következők voltak:

I. állvány	0,97 m/s
II. állvány	1,22 m/s
III. állvány	1,47 m/s
IV. állvány	1,73 m/s
V. állvány	1,98 m/s

A meglehetősen kis hengerlési sebesség mellett a darab erősen lehűlt, ennek következtében lehetetlen volt egyenletes vastagságot kapni a szalag hosszában.

A teplitzi sor tervezői és építői túlbecsülték az akkori kor technikai felkészültségét. Ez a vállalkozás főleg azért nem sikerült, mert a

hengerlő sebességet a folytatólagos szakasz egyes állványaiban nem lehetett változtatni. Mai nyelven azt mondanók, hogy „ezen a soron hiányzott a szabályozástechnika". A hengersort 1907-ben leszerelték.

A XX. század elején egymásután fognak hozzá hengerész és gépész szakemberek különböző folytatólagos szalagsorokhoz szükséges segéd- és főberendezések tervezéséhez és megépítéséhez. Megszületnek a különböző típusú kemencék, aránylag nagy sebességgel dolgozó hengerállványok, különleges görgősorok, repülőollók, csévélő berendezések stb.

1905-ben egy angol üzemben építettek egy folytatólagos elrendezésű, 200 mm széles szalagokat hengerlő hengersort. A rendkívül nagy figyelemmel kísért vállalkozás eredményes volt és egy olyan szalagsort sikerült létrehozni, mellyel kedvező körülmények között egy-egy nyolcórás műszakban mintegy 100 tonna 1 mm körüli vastagságú szalagot lehetett hengerelni.

A jelen század első húsz évében felépítettek néhány olyan hengersort, amelyekkel 600 mm szélességig lehetett szalagokat hengerelni. Ezeket a hengersorokat két nagy csoportra lehetett osztani:

a) olyanokra, melyekben a darab egyszerre csak egy állványban futott (Russel szerint: nyitott folytatólagos sorok) és

b) olyanokra, melyekben az állványok közti távolság kicsi volt, így a darab egyidőben több állványban tartózkodott (Russel szerint: zárt folytatólagos sorok).

A húszas években és azt követően a második csoportba tartozó hengersorok fejlődtek tovább. A folytatólagos sorok állványai eleinte duók voltak. Kvartóállvány szélesszalag hengerlésére a húszas évek elején jelent meg és ugyancsak ezen időben kezdték építeni az egyes állványok külön meghajtását is.

Tényleges haladást jelentett a szélesszalagok meleghengerlésében az 1926-ban a Columbia Steel butleri gyárában felépített 1220 mm-es sor. A 910 mm széles, 130 mm vastag, és 3000 mm hosszú brammákat tolókemencében hevítették hengerlési hőmérsékletre. A brammák ezután egy revetörőn haladtak át, majd eljutottak egy irányváltó univerzál duo előnyújtósorra, melynek hengerei 685 mm átmérőjűek és 1220 mm testhosszúságúak voltak. Ezen az 5000 LE-s motor hajtotta előnyújtón hét szúrást végeztek, miközben a darab vastagsága 7—13 mm-re csökkent. Ezután az előlemez, mely 5 m/s sebességgel hagyta el a nyújtót, egy 50 m hosszú görgősoron áthaladva a 4 állványos folytatólagos készsorra került. Ezek az állványok kvartók voltak, 400 mm átmérőjű munkahengerekkel és 810 mm átmérőjű támhengerekkel. Mindegyik állványt egy-egy 2000 LE-s motor hajtotta.

Meg kell jegyezni, hogy a kvartó állványok alkalmazása és azok egyedi meghajtása egyedülálló jellemzője volt ennek a hengersornak.

A darab mind a 4 állványban futott egyidőben és legnagyobb kifutási sebessége 6,6 m/s volt, 1,3 mm legkisebb vastagságnál.

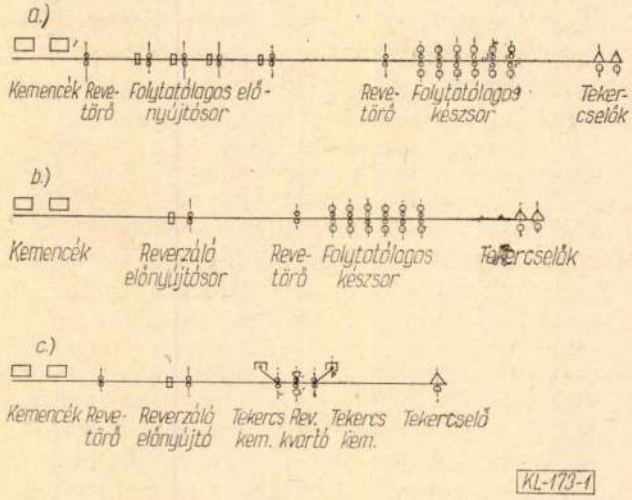
A Butler hengermű sikerei után az 1926. évben és azt követően több hasonló szélesszalagsort építettek. Ezután következett egy időszak a második világháború végéig, melyet a szélesszalagsorok lassú, de állandó fejlődése jellemzett. Ezen időszak végére alakultak ki az ún. első generációs, már korszerű és jelentősnek mondható teljesítményű szélesszalagsorok. Ezek a termelőberendezések meglehetősen tipizálódtak. Meleg szélesszalagok hengerlésére a következő sorozat típusokat építették:

a) tiszta folytatólagos sor, a nagy mennyiségi és minőségi igények kielégítésére,

b) félfolytatólagos sor, közepes mennyiségek legyártására,

c) egyállványos Steckel-sor, szerényebb mennyiségek kihengerlésére.

Az első generációs szalagsorok ezen három típusának vázlatos elrendezése látható az *1. ábrán.*



1. ábra. Folytatólagos, félfolytatólagos és Steckel sorok vázlatos összehasonlítása
a) folytatólagos; b) félfolytatólagos; c) Steckel

3. A második generációs szélesszalagsorok általános jellemzői

A második világháborút követő ipari fellendülés időszakában a szélesszalagsorok fejlődése igen rohamos volt. Szinte minden új szalagsor építésekor találhatók voltak kisebb-nagyobb újítások, gépészeti, szabályozástechnikai, vagy technológiai korszerűsítések.

Amíg egy hengersort megterveznek, megépítenek és üzembe helyeznek, az bizonyára már nem a „jövő hengersora" lesz, mert időközben további sorokat terveztek és kezdték meg azok beállítását, melyek nyilván megint korszerűbbek elődeiknél. Ennél a fejlődési sebességnél már nem is lehetséges alapvetően csak a korábban jól bevált szerkezeteket, megoldásokat felhasználni. Így a tervezők részére nem könnyű feladat annak eldöntése, hogy milyen mélységben hajlandók olyan újítások betervezésére, az

üzembiztonság veszélyeztetése nélkül, melyek kipróbálása még nincsen befejezve.

Egy sor különböző technikai megoldás az évek során nem vált be, de nem egyszerű feladat annak elfogulatlan és szabatos megállapítása, hogy mi a jó és mi a rossz. Ilyenkor a saját üzemi tapasztalatokra kell alapozni a döntést, melyek azonban csak akkor eredményesek, ha évek hosszú során át az üzemet figyelmesen vezették, annak adatait regisztrálták és állandóan igyekeztek olyan új megoldásokat találni, melyek egy következő szélesszalagsor tervezésekor felhasználhatók voltak.

Valamennyi hengersor-féleség és azon belül a szélesszalagsorok hatalmasat fejlődtek a legutóbbi 20 évben termelékenységben, a fajlagos bér- és energiaköltségek felhasználásában, a gyártmányok minőségében. Egyre nehezebb 10—15 évesnél régebbi hengersorokkal versenyben maradni és tartani, vagy éppenséggel fejleszteni a sok technikai és gazdasági jellemzőt.

Nagyon érdekes és figyelemreméltó ebben az említett legutóbbi 20 évben a meleg szélesszalagsorok fejlődése, melynek talán legjellemzőbb paraméter változását mutatja a *2. ábra*. A tekercssúly ezen időszak alatt négyszeresére, a készállvány hengerlési sebessége pedig a korábbi 10 m/s-ról 22—25 m/s-ra nőtt.

A második generációs korszerű szélesszalagsorok felosztásának tárgyalása előtt célszerűnek látszik a felosztást döntően befolyásoló előnyújtó és készsori szakaszok jellemzőinek áttekintése.

A vastagabb és nagyobb súlyú brammák felhasználása jelentős változást hozott a meleg szélesszalagsorok felépítésében és különösen az előnyújtó szakaszok kialakításában.

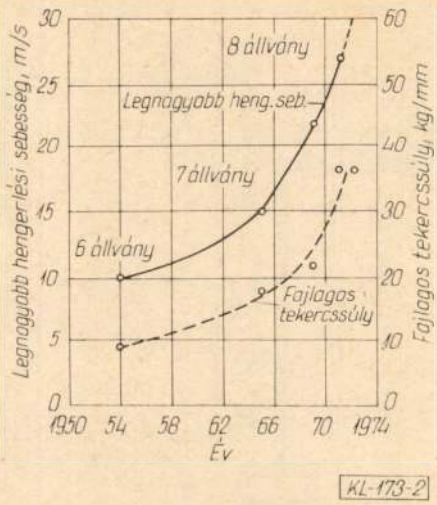
Korszerű hengersor előnyújtója előtt nem hiányozhat a revetörő, mely többnyire egy önálló torlóállvány, felső vagy alsó hajtással. Ha a függőleges hengerekkel ellátott revetörőhöz vízszintes hengerű állvány is csatlakozik, az revetörési feladaton túl már előnyújtást is végez.

A revetörőt követi az irányváltó univerzál kvartó előnyújtó, vagy a több állványból álló előnyújtó szakasz.

A kisebb teljesítményeket kielégítő és különböző vastagságú brammák előnyújtására igen alkalmas irányváltó univerzál kvartósor vagy egyedül látja el az előnyújtási munkát, vagy mögéje telepíthető még egy második hasonló állvány. Ekkor a rugalmas üzemet már nagyobb teljesítmény is jellemzi.

A hengersor 3—7 szúrást végez, a bramma és a kívánt előlemez vastagságától függően és a legnagyobb hengerlési sebesség 7 m/s körül van. van.

Nagy teljesítmények elérésére folytatólagos elrendezésű, 4—7 állványból álló előnyújtó szakaszt építenek. Az első, néha a második állvány kivételével, az összes többi előnyújtó állványhoz a befutó oldalon torlóállvány kapcsolódik. Ezek felső hajtásúak. Az előnyújtó szakasz első állványa lehet duó, a többi kvartó.

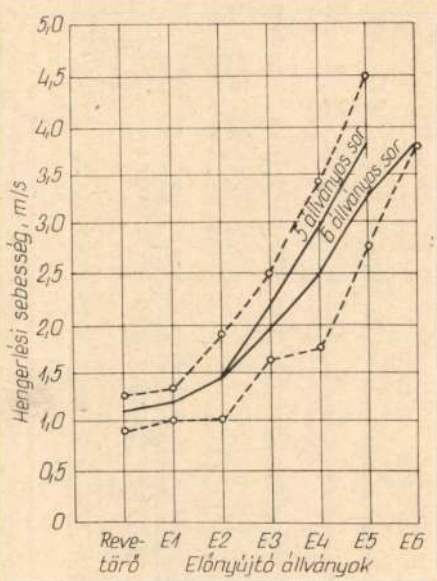


2. ábra A meleg szélesszalagsorok hengerlési sebességének és fajlagos tekercssúlyának alakulása

Az előnyújtó állványok egymástól való távolsága a bramma méreteitől és súlyától, valamint a szúrástervtől függ.

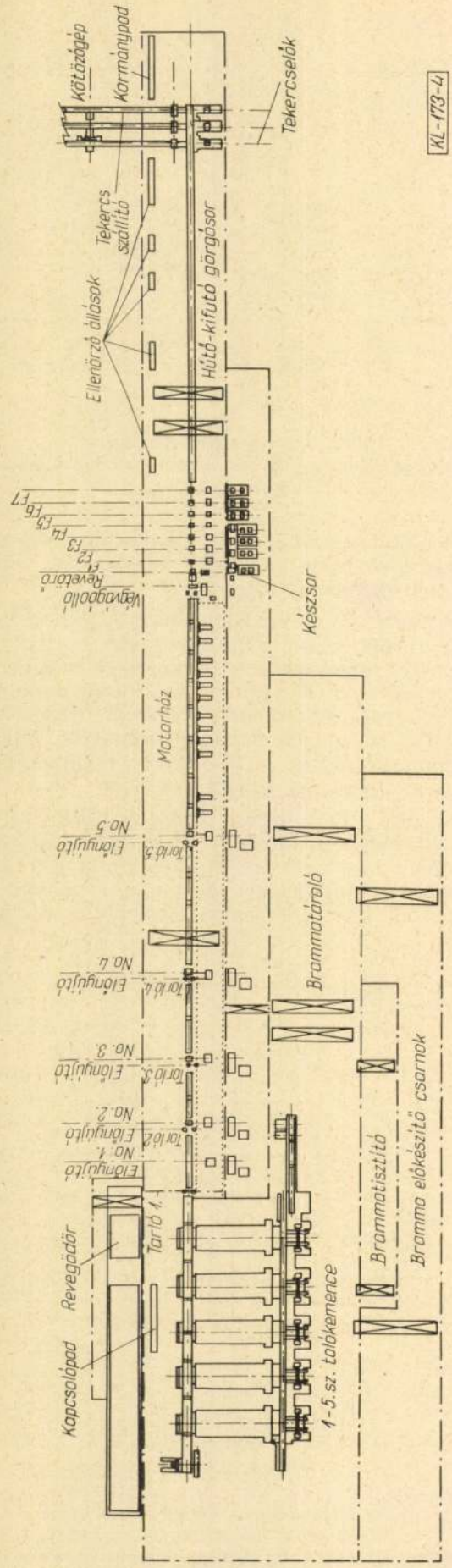
Az előnyújtó állványokat nagyteljesítményű (5000—12 000 LE-s) szinkronmotorok hajtják. A hengerlési sebességeket több korszerű szélesszalagsor adataiból összeállítva a *3. ábra* szemlélteti. A szaggatott vonalak a vizsgált hengersorok teljes sebességtartományát mutatják, míg a folyamatos vonalak az öt-, illetve hatállványos előnyújtó szakaszok átlagát.

Korszerű előnyújtó szakaszok egyikében sem találunk szélesítő állványt, vagy brammafordítót, mivel a hengerlendő brammák a kívánt szélességben rendelkezésre állnak. Az előnyújtó szakaszból kifutó előlemez első végét mindig,



3. ábra. Folytatólagos előnyújtó szakaszok állványainak hengerlési sebességei

Szaggatott: teljes sebességtartomány, Folyamatos 5, illetve 6 állványos előnyújtósorok átlagos sebessége



4. ábra. Egy nagy teljesítményű, teljesen kiépített folytatólagos szélesszalagsor elrendezési vázlata

hátsó végét a kívánságnak megfelelően levágják.

A korszerű meleg szélesszalagsorok készsora egy duó revetörőt és 6, vagy 7 kvartóállványt tartalmaz.

A készsori állványok olyan közel vannak egymáshoz, amennyire csak lehetséges. Az állványok merevebbek, mint korábban, a munkahengerek átmérője szinte egyetemlegesen 680—740 mm. A folyamatos vastagság- és szélességmérés természetes és elengedhetetlen.

A készsori állványokban a munkahengerek görgős, a támhengerek olajfilmes csúszócsapágyazásúak. A felső támhengerek és munkahengerek kiegyensúlyozása hidraulikus megoldású. Jelentősen nőtt a sorvonó motorok teljesítménye, elterjedt az ikermotorok használata.

A készsorból kifutó szalag sebessége a legutóbbi 20 év alatt megduplázódott. A legnagyobb kifutási sebesség már 24—30 m/s körül van, bár a gyakorlatban ezt ritkán veszik igénybe. A hengersorok gyorsulására nagy gondot fordítanak és a tekercselőbe való szalagbefogatást követően a korszerű hengersorokon mindig növelik a hengerlési sebességet. Ezt elsősorban a közel állandó véghőmérséklet tartása teszi szükségessé.

4. A korszerű szélesszalagsorok felosztása

4.1 A teljesen kiépített folytatólagos szélesszalagsor

Ezek a legnagyobb teljesítményű hengersorok brammatárolóból, rendező és feladó berendezésekből, kemenceparkból, előnyújtó és készsori szakaszból, kifutó és hűtő görgősorból, tekercselőkből, tekercsszállítóból és raktárból állanak.

Valamennyi hengerállvány hengerei azonos testhosszúságúak. Ezekkel a meleg szélesszalagsorokkal 1,15—12,0 mm vastag szalagokat lehet hengerelni. A termék csak feltekercselt szalag. Ezek a hengersorok évi 3,5—4,5 millió tonna kapacitásúak.

Egy ilyen „szuper" hengersor elrendezését és főbb egységeit mutatja a *4. ábra.*

A tolókemencékben azelőtt max. 6 méter hosszú brammákat lehetett felmelegíteni. Ezeket a kemencéket rendesen három zónás kemencéknek alakították ki és teljesítményük kb. 100 t/h volt. A brammákat a kemencéken áttolták és kibukáskor egy csúzdán a hozzávezető görgősorra (meleg görgősor) ejtették. Ezért a kemencéket kb. 3 m-rel a hengermű szintje fölé emelték. Ma a kemencefenék magassága megegyezik a görgősor magasságával. A felmelegített brammákat egy kiemelő gépezet a fenékről felemeli és pontosan a görgősorra helyezi. Ennek a régi elrendezéssel szemben több előnye van. A bramma felületét az új technológia kíméli. Elmaradnak azok a bevágódások, melyek még a kész szalagon is észrevehetőek.

A korszerű ötzónás tolókemencék teljesítménye 200—300 t/h. Ezeknél a kiegyenlítő fenék már elmarad, a szigetelt csúszócsövek végigfutnak és így a brammák egyenletes átmelegítése

válik lehetővé. A kiemelő berendezés karjai az alsó fűtésű kiegyenlítő térbe nyúlnak be.

Az előnyújtó szakaszokat ezeknél a soroknál igen gondosan alakítják ki. A függőleges hengerű revetörőt egy vízszintes duó revetörő követi, majd egy revemosó berendezésbe fut a darab, amely 100—120 atü víznyomással működik. A korábban használatos brammaszélesítő állványt ma már nem építik, hiszen a brammák bármilyen szélességben előhengerelhetők a blokk-brammasorokon, vagy folyamatosan önthetők.

A fenti szakaszt követi a „közbenső szakasznak" is nevezett rész, mely az előnyújtó univerzális kvartókat tartalmazza. A kívánt kapacitástól, a brammák és a hengerlendő szalagok vastagságától függően a teljesen kiépített szélesszalagsoroknál 3—5 univerzális kvartót találunk. Esetenként a torlóállványt nem építik össze a kvartóval, hogy erősebb kivitelre legyen mód és nagyobb torlószúrások legyenek beiktathatók. Ez a gyakorlat azonban nem vált be, nem is terjed, mert erőteljes torlószúrásokkal nem lehet pontos méretű szalagot hengerelni.

Érdekesen alakul ennek a kvartóból álló előnyújtó szakasznak a telepítése. Korábban az állványokat olyan távol telepítették egymástól, hogy a darab mindenkor szabadon kifuthatott. A mai szabályozási technika azonban lehetővé teszi az előnyújtó állványok közelebb hozását, így azok folytatólagosan működő sorként építhetők fel. Ekkor a darab egyidőben több állványban futhat. Az ilyen kialakítású előnyújtó szakasz előnyei:

— gyorsabb áthaladás,
— mintegy 30—40 °C-nak megfelelő hőmérsékletesés megtakarítás,
— kevesebb secunder reveképződés.

Az előnyújtott előlemez az összekötő görgősoron jut a készsorhoz. A végvágó olló, a duó revetörő és a 6, de inkább 7 kvartóállvány közvetlenül egymás mögött vannak, tengelytávolságuk általában 6 m.

A végvágó olló automatizált. Üzemzavar esetén előre beállítható hosszakra darabolja a befutó előlemezt és a hulladékot rakásolja. A késsek élvonala görbe, így csökken az állványok dinamikus igénybevétele a vastagabb előlemezek befogásakor és vágásakor. A vágó olló után a darab a duó revetörőbe fut. Ez rugós szorítóhengeres megoldású, csupán a másodlagos reveréteg fellazítása a feladata. Ritka az olyan megoldás, amikor a revetörésen túlmenően 2—3%-os fogyást is adnak ezen az állványon. Ennek az állványnak nem elhanyagolható feladata még az előlemez biztos megfogása és az első készállványba való bevezetése.

A 6, vagy 7 kvartóból álló készsor az egész szélesszalag hengermű legkomplikáltabb része. A helyesen méretezett és megfelelő hajtással ellátott állványok mindazt biztosítják, amit egy korszerű hengersortól elvárhatunk.

Érdekes megállapítások tehetők a második generációs, korszerű készsorok elemzéséből:

— a legtöbb készsorban az állványok hengerei azonos méretűek,
— a készsorok állványait azonos teljesítményű motorok hajtják.

Ezt a gyakorlatot nem minden szakember tartja helyesnek, hiszen egy optimálisan kialakított szúrásterv esetén pl. az első és utolsó készállvány motorteljesítménye a többinek csak kb. 75%-a kellene legyen és pl. az első állvány munkahengerei (és esetleg csapjai is) vastagabbak kellene legyenek. A gyors kicserélési lehetőség, az egyszerűbb karbantartás és tartalékképzés azonban igazolják ezt a kialakult gyakorlatot.

A jelentősen megnőtt készsori hengerlési sebességről sincs egyértelmű állásfoglalás. Találni 24—28, sőt 31 m/s legnagyobb kifutási sebességre tervezett sorokat, de ha ezek gyakorlati szúrásterveit és a hozzátartozó sebességeket vizsgáljuk, akkor azt tapasztaljuk, hogy 18—20 m/s sebesség fölött nem hengerelnek.

Hatalmasat fejlődött az utolsó 20 évben a szabályozástechnika és annak révén a hengersor menetközbeni gyorsításának technikája. Ez ma már minden korszerű meleg szélesszalagsor elengedhetetlen tartozéka. A felgyorsításos hengerlés célja, hogy a darab első és hátsó vége közötti hőmérsékletkülönbség a készsorozat végén a minimumra csökkenjen. Ez a módszer biztosítja nagy hosszúságú tekercsek gyártását, annak veszélye nélkül, hogy a véghőmérséklet a kritikus érték alá esnék. A felgyorsításos hengerlés az egyenletes szalagvastagság elérésének is alapfeltétele.

A jelentősen megnőtt készsori hengerlési sebességről sincs egyértelmű állásfoglalás. Találni 24—28, sőt 31 m/s legnagyobb kifutási sebességre tervezett sorokat, de ha ezek gyakorlati szúrásterveit és a hozzátartozó sebességeket vizsgáljuk, akkor azt tapasztaljuk, hogy 18—20 m/s sebesség fölött nem hengerelnek.

Hatalmasat fejlődött az utolsó 20 évben a szabályozástechnika és annak révén a hengersor menetközbeni gyorsításának technikája. Ez ma már minden korszerű meleg szélesszalagos elengedhetetlen tartozéka. A felgyorsításos hengerlés célja, hogy a darab első és hátsó vége közötti hőmérséklet különbség a készsorozat végén a minimumra csökkenjen. Ez a módszer biztosítja nagy hosszúságú tekercsek gyártását, annak veszélye nélkül, hogy a véghőmérséklet a kritikus érték alá esnék. A felgyorsításos hengerlés az egyenletes szalagvastagság elérésének is alapfeltétele.

A készsorokhoz csatlakozó kifutó- és hűtőgörgősor hossza általában a legnagyobb kifutó szalagsebességhez alkalmazkodik. Számos hengersor adatainak az elemzéséből volt kialakítható a következő egyszerű, de jól alkalmazható gyakorlati szabály:

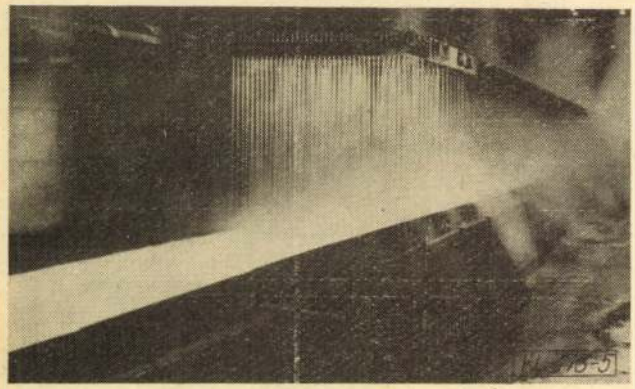
10 m/s sebesség	kb. 100 m hosszú görgősor
15 m/s sebesség	150 m hosszú görgősor
20 m/s sebesség	200 m hosszú görgősor

Egyetlen korszerű, új építésű szélesszalagsornál sem találni a meghosszabbított kifutó görgősoron daraboló repülőollót. Nincsenek meg már azok a kifutó görgősorral párhuzamos hűtőpadok és ollókhoz vezető görgősorok, amelyek a közép- és durvalemezek fogadására és elődarabolására szolgáltak. A mai szalagsorok ezen a területen szakosodtak, a kifutó görgősor végén csak tekercselők vannak, a sor tehát csak tekercset gyárt. Ez a termelékenységet igen jelentősen növelte.

A kifutó görgősorok mintegy $^2/_3$ hossza van vízhűtő berendezéssel felszerelve. Érdekes, hogy a legújabb szalagsorokon a kifutó görgősor utolsó szakaszában ($^1/_3$-ában) nincs vízhűtés. Ez nyilván a szalag terekcselés előtti célszerű hőmérséklet kiegyenlítődésével és a hőmérséklet-mérés szabatosságával függ össze.

A szalaghűtés a hengerész technológus egyik legnagyobb gondja. A korábbi nagynyomású, permetező hűtés mellett az utóbbi időben terjed a kisnyomású, lamináris vízhűtés. Találni olyan szalagsort, amelyen mindkét megoldást kiépítették. Ma már tisztázott, hogy a szalagra fröcskölt víz nyomása másodrendű jelentőségű, a hűtési effektust az a vízmennyiség jellemzi, amely a szalagfelülettel érintkezik.

Az 5. *ábrán* egy korszerű lamináris szalaghűtő berendezés látható.

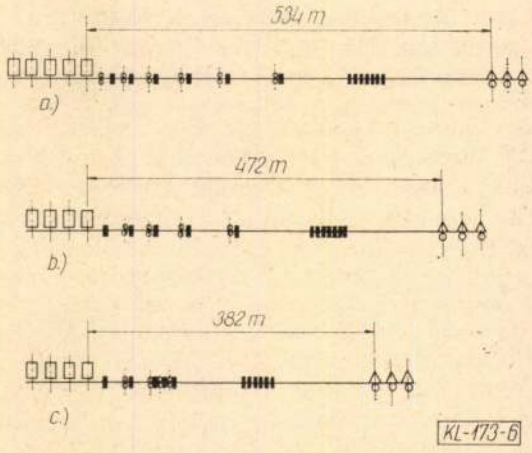


5. ábra. Korszerű lamináris szalaghűtő berendezés

A kifutó- és hűtőgörgősor végén találjuk a tekercselő berendezéseket, amelyek üzemszint alatti elrendezésűek. A legnagyobb teljesítményű szalagsorok három tekercselővel dolgoznak. Korábban a feltekercselt szalagot (coil) a magról letolták, majd buktatták. Az egyre nagyobb súlyú és nagyobb külső átmérőjű tekercsek helyes és sérülésmentes kezelése érdekében azonban áttértek olyan megoldásra, hogy a tekercset egy oldalt elmozduló kocsi emeli le, majd fekteti óvatosan a tekercsszállító szalagra. A szállítószalagon való tartózkodás és hűtés elegendő kell legyen arra, hogy amikor a szállítószalag végén a tekercset vízszintes helyzetbe döntik, az ne roskadjon össze, belső körszelvénye ne torzuljon.

A teljesen kiépített folytatólagos meleg szélesszalagsort azért tárgyaltuk ilyen részletesen, mert ez az alapja a többi változatos hengersori elrendezésnek és mert ezek után a többi sor leírása egyszerűbb lehet.

A 6. *ábrán* a teljesen kiépített korszerű szélesszalagsorok három tipikus képviselőjének vázlatos elrendezése látható. Az a) jelű hengersor az angol Spercer—Works 1700 mm-es, a b) jelű az NSZK-beli August Thyssen Művek 2150 mm-es, míg a c) jelű a japán Kawasaki Művek 2150 mm-es meleg szélesszalagsora. A három sor hengertest hosszai figyelmen kívül hagyhatók, a cél a hengerállványok elrendezésének elemzése.



6. ábra. Három teljesen kiépített folytatólagos szélesszalagsor elrendezésének összehasonlítása
a) Spencer sor, b) ATH sor, c) Kawasaki sor

Az összehasonlító vizsgálatok elvégzése után a következő érdekes megállapítások tehetők:

— A három, kb. azonos teljesítményű hengersor előnyújtó rendszerei eltérőek. A Spencer sor 4 előnyújtó és 3 közbenső állvánnyal, az ATH sor egy irányváltó univerzál duo előnyújtóval és 3 közbenső állvánnyal, a japán sor egy irányváltó univerzál kvartó előnyújtóval és 3 állványos folytatólagos közbenső szakasszal hengerel előlemezt. Már itt megállapítható tehát, hogy az előnyújtáskor használt irányváltó duó, vagy kvartó nem egyedül a félfolytatólagos sorok jellemzője.

— Nem az első kemencétől az első tekercselőig mért távolság dönti el a hengersor nagyságát és teljesítményét, hiszen ez a távolság

a Spencer sornál	534 m
az ATH sornál	472 m
a Kawasaki sornál	382 m,

miközben a vizsgált három sor szalaghosszai, tekercssúlyai és órateljesítményei közel azonosak.

— A teljesen kiépített folytatólagos szélesszalagsorok előnyújtó rendszereinek hengerállvány elrendezését a hengerlendő program, az acéltípusok, a kiinduló brammavastagságok és az elérendő teljesítmények ismeretében kell kialakítani.

— A folytatólagos készsorok optimálisan 7 állványosak, ezek minden igényt kielégítenek.

— Szükségtelen az utolsó készállvány és a te-

kercselők közötti távoltág (a kifutó- és hűtőgörgősor hossza) indokolatlan növelése, ha a szalaghűtés intenzív és üzembiztos.

4.2 *A félfolytatólagos szélesszalagsor*

A félfolytatólagos szélesszalagsor döntően az előnyújtó rendszer szerényebb kiépítésében tér el az előbbi fejezetben tárgyalttól. Tulajdonképpen az előnyújtó rendszer úgynevezett közbenső állványai hiányoznak.

A korszerű félfolytatólagos szélesszalagsor első állványa egy vertikális revetörő, ezt követi egy duo revetörő. A „revetörő" kifejezés már nem fedi a valódi helyzetet, mert ezek a duo állványok olyan szerkezetűek, olyan hajtást kapnak, hogy 03—50 mm-es vastagságcsökkenés érhető el rajtuk a bramma áteresztésekor.

Az előnyújtási munkát a revetörők után telepített irányváltó univerzál kvartó végzi. Ezt megfelelően méretezett görgősorok szolgálják ki.

Fontos jellemzője ennek a szélesszalagsori típusnak, hogy

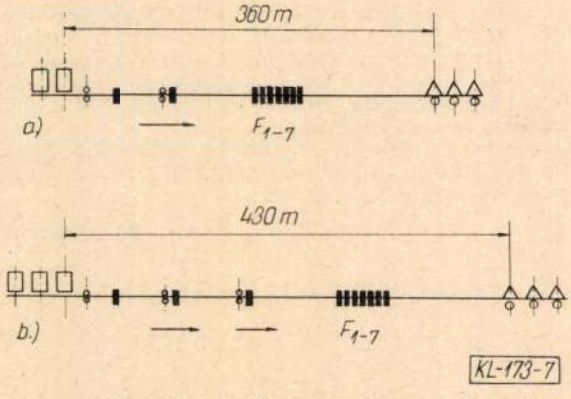
— az előnyújtósor hengerei gyakorlatilag azonos testhosszúságúak a készsor hengereivel és
— a sor csak tekercselt szélesszalagot hengerel (nincs hűtőpad).

Kivételesen találni olyan megoldást is, amikor az irányváltó előnyújtó kvartó után még univerzális kvartó áll, amelyen a készsor felé haladó előlemez még egy szúrást kap.

A félfolytatólagos szélesszalagsor két jellemző megoldásának elrendezési vázlatát hasonlítjuk össze a 7. *ábrán.* Az a) jelű soron az előnyújtási munkát egy irányváltó univerzális duo végzi, míg a b) jelű soron két univerzál duo látja el ezt a feladatot, melyek közül az első irányváltó, a másodikon csak egy szúrást kap az előlemez.

Ilyen kialakítású szélesszalagsorokat gyakran építenek és a teljesen kiépített folytatólagos sorokkal szemben létesítésük indokai a következők:

— az ötvözött vagy nagyobb C tartalmú acélok hengerlése,



7. *ábra. Két jellemző félfolytatólagos szélesszalagsor elrendezésének összehasonlítása*
a) egy előnyújtóval, b) két előnyújtóval

— a közepes teljesítmények biztosítása,
— a vegyes méretű betét esetén nagy rugalmasság.

4.3 *A kombinált szélesszalagsor*

Az ide sorolható szélesszalagsorok előnyújtója olyan, egyetlen univerzál irányváltó kvartóállvány, amely a legnagyobb szalagszélességnél is szélesebb durvalemezeket is hengerel. Ezért ezen előnyújtó hengertesthossza lényegesen nagyobb, mint a mögéje telepített készsor hengereié.

Az irányváltó előnyújtó kvartó feladata tehát kettős:

— részben előnyújt a 6—7 állványos készsor részére,
— részben készre hengerel széles durvalemezt.

Amikor durvalemezt hengerelnek, a készsor áll, ritkábban üresen fut és várja az előlemezt.

Az USA-ban, a szélesszalagsorok klasszikus hazájában ilyen sorokat már nem találni, a korábban telepítetteket is átépítették, mivel üzemük nem volt gazdaságos és csak viszonylag rövid szalagokat hengereltek (pl. 600 m-ig).

Nem valószínű, hogy a jövőben még sor kerül ilyen hengersorok építésére.

4.4 *A különleges célú szélesszalagsor*

A különleges szélesszalagsorok azok a berendezések, amelyek elrendezésük és gyártási programjuk alapján az eddig tárgyaltak közé nem sorolhatók.

Ezeket a sorokat főleg különleges minőségű és ötvözött acélok hengerlésére használják. Csak kevés ilyen sort építettek, mivel ezek üzeme drága, nem termelékenyek.

4.5 *A Steckel szélesszalagsor*

Ezeket a sorokat építésük idején a „szegény emberek szalagsorának" nevezték. Ma már nem épül ilyen berendezés.

Üzemük drága, és olyan szélesszalagot gyártanak, amely csak alárendeltebb célokra felel meg.

Az irányváltó kvartó állvány előtt és után egy-egy különleges kiképzésű kemence van, tekercselővel ellátva. Mivel a tekercselőnek a fűtött kemencetérben kell működnie, a befűzhető legnagyobb szalagvastagság általában 10 mm. Ezért a tulajdonképpeni Steckel állvány előtt egy külön irányváltó állvány előnyújtja a brammát kb. 14 mm vastag előlemezzé. Ez fut be az első kemence alatt a Steckel állványba, majd a hátsó kemencében levő tekercselőbe.

A Steckel állványban legfeljebb öt szúrás végezhető, különben profiltorzulások lépnek fel. A szalag méret- és alakhűsége erősen kifogásolható. A befejező hőmérsékletek erősen ingadozóak, a reveképződés jelentős és egyenetlen.

A statisztikák szerint 1932 és 1968 között összesen 18 Steckel szalagsor épült. Ezek a berendezések azonban nem fejlődtek úgy, hogy tech-

nikai és üzemi paramétereik kiállják az összehasonlítást a mai korszerű szélesszalag-sorokéval. Néhány korábban épült sort már leállítottak.

4.6 *A bolygóhengeres szélesszalagsor*

A bolygóhengeres szélesszalagsor több típusa ismert. Leginkább a *Sendzimir* és a *Platzer* sorok épültek. 21 olyan sor ismert, amelyeken 200—1350 mm széles szalagot hengerelnek. Ezek közül 7 sor alkalmas 500 mm-nél szélesebb szalag hengerlésére. Az eddig elért legnagyobb teljesítmény 70 t/h volt.

A hengerek igen gyakori cseréje miatt a tiszta hengerlési idő viszonylag kicsi. A sorok felfutása általában hosszú volt. A sorok jövőjét illetően megoszlanak a vélemények.

IRODALOM

[1] *Starling:* Laposáruk hengerlésének elmélete és gyakorlata. University of London Press Ltd, London, 1962

[2] *Meinshausen, G.:* Nagy teljesítményű kohászati berendezések. Stahl und Eisen, február 19.

[3] *Nagy Zoltán:* Meleg szélesszalagsorok gyártási kérdései. Kohászati Lapok, 1960. 7. szám

[4] *Pálvölgyi Árpád:* Számítási módszerek a szélesabroncssori készsorozat technológiai jellemzőinek megállapítására. KGMTI kézirat, Budapest, 1974.

[5] *Osztatni Mihály:* Melegen hengerelt szélesszalagok tekercselés előtti lamináris rendszerű szabályozott gyorshűtése. BKL—Kohászat, 1973. 4. szám

[6] *Ess, T. J.:* A második generációs széleszalagsorok. AISE, Pittsburgh, 1970.

[7] *Spenlé, E. A.:* Szélesszalagsorok fejlődése. Verlag Stahleisen. Düsseldorf, 1972.

MEDGYESI IMRE

1914—1975



Medgyesy Imre drága Barátunk 60 éves korában néhány hetes súlyos betegség után január 4-én Miskolcon elhunyt. 1914. augusztus 16-án a Sopron megyei Rábasebesen született. Édesapja a községben tanító volt, 4 fiát nehéz körülmények között iskoláztatta. Imre fia a középiskolát Győrben végezte, majd 1934 őszén a József nádor Műszaki és Gazdasági Tudományi Egyetem soproni Kohómérnöki Karára iratkozott be. A lelkiismeretes egyetemi tanulmányai mellett, már akkor kitűnt a selmeci—soproni diákhagyományok ápolásában is. Egyetemi tanulmányai közben a nyári szünidőkben szorgalmasan részt yett üzemi gyakorlatokon, nyaranként más-más kohótelepeken, a következő tanév költségeinek nagy részét is így szerezte meg.

1940-ben kohómérnöki oklevelet szerzett, s a fiatal mérnök 1940—1946-ig Győrben a Magyar Vagon- és Gépgyárban kezdetben az öntödében, majd az anyagvizsgáló laboratóriumban dolgozott főnökei megelégedésére. 1946—1949-ig a budapesti Ganz Vagon és Gépgyár Vagongyárában üzemvezetőként az öntödében, majd 1949—1952-ig a MÁVAG Kohászati Üzemek (Lenin Kohászati Művek jogelődje) diósgyőri acélöntödéjében gyárrészleg vezetőként dolgozott. 1952—1953-ig a Földalatti Vasútépítő Vállalat főmérnöke Budapesten. 1953-ban visszamegy a Lenin Kohászati Művekhez Diósgyőrbe, ahol 1971. közepéig az öntöde üzemvezetőjeként, majd több gyárrészlegre kiterjedő hatáskörrel s termelési felügyelőként dolgozott. 1971—1974-ig műszaki és gazdasági szaktanácsadó. Múlt év augusztus 31-én ment nyugállományba. Mindössze 4 hónapig élvezte dolgos szolgálata után a jól megérdemelt pihenést.

Munkatársai és nagyszámú barátja emlékében úgy él *Medgyesy Imre*, ahogy a gyárban együtt eltöltött évtizedek során és a diákéletből megismerték. Munkájában gondos és alapos, tudást, tapasztalatait szívesen átadó munkatárs, majd főnök volt. Családját és barátait meleg szívvel szerető, munkatársai gondjait megértő mindig segítőkész kolléga volt. Hogy segítségre szoruló kollégáival, munkatársaival milyen melegen együtt érzett, ezt gyakran tapasztalták munkatársai. Baráti kapcsolatait és a bányász-kohász együvétartozást szívvel-lélekkel ápolta. Hosszú ideig részt vett a diósgyőri helyi csoport munkájában is.

Temetése a miskolci Mindszenti temetőben január 10-én volt. Utolsó útjára sok munkatársa és jó barátja elkísérte és kívánt Neki utolsó

L. J. Jó szerencsét!

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezetők: GARAY LÁSZLÓ, KOLOSY ERNŐ

Alunitek komplex feldolgozása*

N. SZ., SMORGUNENKO — G. Z., NASZÜROV
a műszaki tud. kandidátusai
VAMI Össz-szövetségi Alumínium-Magnézium- és Elektródipari Tudományos Kutató és Tervező Intézet, Leningrád (Szovjetunió)

DK: 553.492.6 : 669 052(47)
553.492 6 : 669.712

Az alunitek feldolgozására a Szovjetunióban több eljárást dolgoztak ki. Részletesen ismertetik a VAMI Intézetben kifejlesztett redukáló eljárást, amely timföld, káliumszulfát, kénsav, vanádiumpentoxid és gallium előállítását teszi egyidejűleg lehetővé. Az alunit, amely kb. 21% Al_2O_3-t tartalmaz, a jövőben a timföldgyártás egyik nyersanyagává válhat.

Az alunit egy új, perspektivikus alumínium és vegyipari nyersanyag-fajta. Korábban az aluniteket csak a timsó-gyártás alapanyagaként használták fel. Az utóbbi 10 év folyamán mind a Szovjetunióban, mind pedig külföldön sok eljárást dolgoztak ki és vizsgáltak, amelyek célja alunitek timfölddé való feldolgozása volt.

A munkák túlnyomó többsége az ún. *savas eljárásra* vonatkozik. Függetlenül a nagy volumenű vizsgálatoktól az alunit timfölddé és más termékekké való savas feldolgozási eljárása mindeddig nem jutott túl a laboratóriumi és kísérleti üzemi méreten.

Feldolgozási eljárások

A Szovjetunióban a savas eljárás mellett *lúgos eljárásokat* is dolgoztak ki alunitércekből timföld és műtrágya gyártására, amelyek szerint az Al_2O_3-at nátrium és kálium-aluminát formájában oldatba viszik, a nyers vagy pörkölt érc lúgos oldattal 85 °C-on történő kilúgozása útján. A kovasav ennek során az oldhatatlan maradékban marad.

Ilyen technológiai eljárások megvalósítása annak következtében vált lehetségessé, hogy a *Zaglik*-i lelőhelyről származó alunitérc, amelyre az ipari technológiát kidolgozták, eltér a többi alumínium érctől, a következő kémiai és ásványtani összetételi sajátságok tekintetében:

1. Az alunitérc alunitásványból $(Na,K)_2SO_4 \cdot Al_2 \cdot (SO_4)_3 \cdot 2Al_2O_3 \cdot 6H_2O$ és meddőkőzetből áll. Az 51% alunit-tartalmú alunitérc átlagos kémiai összetétele a következő: 21,2% Al_2O_3(19,2 alunit Al_2O_3 és 2,0% nem alunit Al_2O_3); 20,1% SO_3; 3,6% K_2O; 1,4% Na_2O; 40,5% SiO_2; 5,1% Fe_2O_3; 6,5% H_2O; 1,6% egyéb szennyeződés. A meddő kőzet főleg kvarc és kaolinit szennyezőt tartalmaz.
2. Az alunitban a Na_2O és K_2O szulfátok formájában van jelen.
3. Az alunitban jelentős mennyiségű SO_3 van, aluminiumszulfátok és alkáli fém szulfátok formájában (a teljes SO_3 mennyiség 75%-a alumíniumhoz, 25%-a pedig alkáli fémekhez — nátriumhoz és káliumhoz kötött).
4. Az alunitércben jelentős mennyiségű kovasav (SiO_2) van kvarc formájában, amely gyakorlatilag nem oldódik lúgos oldatban 85 °C-on.

Mint az érc összetételéből látható az Al_2O_3 jelentős része alumínium-szulfáthoz kapcsolódik.

Az SO_3 szulfátból való eltávolítására vonatkozó módszer szerint az alunitércből való lúgos timföldgyártási eljárások két csoportra oszlanak:

Szulfát-képzéssel való feldolgozás

Az első eljárási csoport azzal jellemezhető, hogy alunitérc lúggal történő feltárásánál nátrium és kálium-aluminátok képződése mellett az SO_3-at jelentős mennyiségű lúg köti meg (1000 kg NaOH 1 t timföldre), szulfátok képződése mellett a következő reakció szerint:

$$(NaK)_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 2Al_2O_3 \cdot 6H_2O + 12(Na,K)OH = 4(Na,K)_2SO_4 + 6(Na,K)AlO_2 + 12H_2$$

Ennek során oldatba megy az alunitban levő nátrium és káliumszulfát is.

Az első csoporthoz tartozik a zárt lúgos eljárás, amelynél a lúg regenerálását a szulfátból redukáló pörköléssel alumínium-hidroxid segítségével végzik, a következő reakció szerint:

$$(Na,K)_2SO_4 + 2Al(OH)_3 + 0{,}5C = 2(Na,K)AlO_2 + SO_2 + 0{,}5CO_2 + 3H_2O$$

A zsugorítási folyamat eredményeképpen nátrium-aluminátok és kálium-aluminátok képződnek, valamint SO_2-tartalmú füstgázok.

A szulfáttal zsugorításra kerülő hidroxidok mennyisége 1 t timföldre 1500 kg Al_2O_3-nak felel meg.

A zárt lúgos eljárás hátrányai a következők:

— nagy mennyiségű szulfát redukáló pörkölését kell megvalósítani, a lúg regenerálása céljából,

— a távozó gázokban kicsi az SO_2 koncentráció, ami megnehezíti azok kénsavgyártásra való felhasználását.

Az első csoport szerinti eljárások előnye, hogy

1. nagyobb az Al_2O_3 kihozatal a nyers alunit kilúgozásánál (95%);
2. lehetséges az alunit nedves őrlése.

* Előadás a II. Jugoszláv Alumínium Konferencián, 1974. április.

Feldolgozás szulfátképződés nélkül

Az alunitércekből való timföldgyártás eljárásainak második csoportját az jellemzi, hogy az SO_3 az alumínium-szulfátból a folyamat elején távolítható el, minek következtében kizárt az SO_3 lúggal való reakciója és szulfátok képződése.

Ehhez a csoporthoz az ammóniás-lugos eljárás és a zsugorító ággal rendelkező redukáló eljárás tartozik.

Az ammóniás-lúgos eljárás szerint az alunitércet 520 °C-on pörkölik. Ennek során endoterm folyamatok játszódnak le: az alunitmag dehidratációja és bomlása. A pörkölt alunitércet ammóniás oldattal lúgozzák ki:

$$(Na,K)_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 2Al_2O_3 + 6NH_4OH + \\ + 6H_2O = (Na,K)_2SO_4 + 3(NH_4)_2SO_4 + 3(Al_2O_3 \cdot \\ \cdot 3H_2O).$$

A nátrium és káliumszulfátok oldatba mennek. A szilárd maradékot, amely a teljes alumíniumoxid mennyiséget tartalmazza, a szulfátos oldattól való elválasztás után lúgos feltárásnak vetik alá. Melléktermékként műtrágyák keletkeznek amelyek ammónium és káliumszulfát, valamint nátrium és káliumszulfátok keverékei.

Az eljárás megvalósításához jelentős mennyiségű ammónia szükséges.

A felsorolt eljárásoknak sok hátránya van, amelyek nehézkessé teszik ezek ipari méretű felhasználását.

A redukáló eljárás

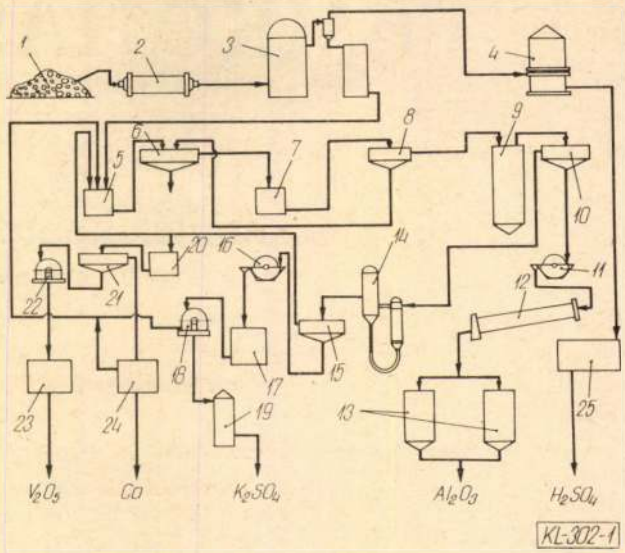
Számos kutatás eredményeképpen javasolták az ún. redukáló alunitfeldolgozó eljárást, amelyet az egyik timföldgyárban alkalmaznak és amely timföld mellett lehetővé teszi kénsav, műtrágya (káliumszulfát), vanádium-pentoxid és gallium előállítását. A redukáló folyamat alapja az, hogy a kénsavat a timföldtől a folyamat elején elválasztják.

A redukcióhoz gáz halmazállapotú C_2H_4 redukálószert alkalmaztak. A redukciót fluid-ágyas készülékben 540 °C-on végezték.

A finoman őrölt alunitércet 500 °C-ra hevítve „önforrás" figyelhető meg — ez a jelenség azért lép fel, mert minden szilárd részecskéből intenzíven vízgőz fejlődik. A gőzök térfogata igen nagy, mivel azok erősen túlhevültek. Az anyag ennek során forrásban levő folyadékra emlékeztető állapotba kerül. A forrásban levő részek felületéről gőzsugár távozik, amely az egész pormassza konvekcióját, zubogását és felületén kráterek képződését váltja ki. Az egész massza annyira folyékony, hogy kis nyíláson keresztül kiengedhető.

A redukáló eljárás technológiai folyamatát az *1. ábra* mutatja.

Az őrölt alunitet pörkölik (dehidratálják) 10 m átmérőjű fluid-ágyas készülékben. A készülék napi kapacitása 1700—1800 t. A pörkgázok az atmoszférába kerülnek. A forró anyag „átfolyik" a redukáló készülékbe, amelybe alulról gáz vagy gőz állapotú redukálószert vezetnek be. A viharosan lejátszódó redukció folyamán az anyag folytatja a



1. ábra. Az alunit-feldolgozás apparatív-technológiai folyamatábrája
1. Alunitérc. 2. Golyósmalom. 3. Pörkölő-redukáló készülék. 4. Kontakt-készülék. 5. Kilúgozó keverős tartály. 6. Ülepítő. 7. Kovasavtalanító keverő tartály. 8. Ülepítő. 9. Kikeverő tartály. 10. Ülepítő. 11. Dobszűrő. 12. Kalcináló kemence. 13. Timföld-tároló (siló). 14. Bepárló készülék. 15. Ülepítő. 16. Dobszűrő. 17. Konverziós reaktor. 18. Centrifuga. 19. Kemence. 20. Kristályosító. 21. Ülepítő. 22. Centrifuga. 23. Vanádium-pentoxid előállítása. 24. Gallium előállítása. 25. Kénsavgyártás

„forrást", mivel a következő reakciók szerint nagy mennyiségű gőz és gáz fejlődik:

$$K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 2Al_2O_3 + 0{,}5C_2H_4 = \\ = K_2SO_4 + 3Al_2O_3 + 3SO_2 + CO_2 + H_2O$$

Az etilén, — C_2H_4, — a legegyszerűbb telítetlen szénhidrogén, amelynek elemi összetétele megközelíti a kőolajtermékek összetételét és amely aktívabb, mint a telített fém.

A redukálószer szükséglet kicsi, mivel az alunit molekula súlya igen nagy (828) és az etilén molekula súlya kicsi (14, a 0,5 C_2H_4-re vonatkoztatva), elméletileg az alunitkőzet súlyának 1%-a, gyakorlatilag pedig 1,5%-a. A kapott kéntartalmú gáz koncentrációja igen nagy, száraz gázra számítva kb. 30% SO_2. A redukáló készülékben keletkezett gázt kénsavgyártásra a kénsavüzembe irányítják. A gázt a kénsavgyártás előtt 9% SO_2-tartalomig hígítják. SO_3 a gázban gyakorlatilag nincs jelen.

A redukált alunit tovább feldolgozása recirkulációs lúgos oldattal, keverős kilúgozó tartályokban 85 °C hőmérsékleten történik. A kilúgozás (feltárás) időtartama 1 óra. Ennek során kálium- és nátriumszulfátot tartalmazó aluminát oldat keletkezik, amelynek koncentrációja 100—120 g/l Al_2O_3, kausztikus mólviszonya 1,8—1,9.

A nátrium- és káliumszulfát részben az ércből megy oldatba, részben az el nem bomlott alumínium-szulfát SO_3 tartalma révén képződik. Az Al_2O_3 kihozatal eléri a 90%-ot.

Az aluminát-oldat elválasztása az oldhatatlan iszapmaradéktól a polidiszperz iszap osztályozásával történik, az iszap homok frakcióját a további-

akban szűrik és mossák karuszel-szűrőkön, az iszap frakciót pedig ülepítik és mossák ülepítőkben és mosókban. A lényegében kvarcból álló iszap összetétele kb.:

74% SiO_2, 9% Al_2O_3, 2% alatt Na_2O és K_2O, 9% Fe_2O_3, 2% egyéb szennyező, 4% H_2O.

Az iszapos frakció ülepítésénél és mosásánál ülepítőszerként rozslisztet használnak. A besűrített zagy szilárdanyag-tartalma 350—400 g/l.

Az aluminát-oldatot az iszaptól való elválasztás után atmoszférikus nyomáson kovasavtalanítják. Oltóanyagként recirkuláltatott fehér iszapot használnak. A kapott zagyot a fehér iszap elválasztása céljából ülepítik.

A kovasavtalanított aluminát-oldatot levegőkeverésű kikeverőben bontják meg. A kikeverés időtartama 40—65 óra, a kívánt végső mólviszonytól függően. A kikeverőkben a zagyot vízköpenybe adagolt víz segítségével, valamint természetes hűtés útján hűtik. Az oltóviszonyt 1,5—1,8 értéken tartják.

Az alumíniumhidroxidot a returlúgtól ülepítőkben választják el és vákuum-dobszűrőkön való mosás után kalcinálásra viszik.

A timföldgyártási folyamatban keletkező kémiai és mechanikus lúgveszteségek pótlása céljából a szulfát-hidrátkoksz-zagyot forgókemencékben redukáló pörkölésnek vetik alá.

A returlúgot az alumínium-hidroxid elválasztása után bepárolják, a vízmérleg betartása és a szulfátsók elválasztása céljából, majd pedig recirkuláló oldatként újabb alunitadagok kilúgozására irányítják.

A szulfátsók keverékét konvertálják, kereskedelmi kálium-szulfát előállításával.

A recirkuláló oldat egy részét bepárlás után vanádium és gallium kiválasztására irányítják.

Az alunit feldolgozása során fellépő nyersanyag szükséglet és a kapott termékek főbb jellemzőit az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

1. táblázat

Alunit nyersanyag komplex feldolgozásánál a nyersanyag szükséglet és a kapott termékek fő mutatói (1 t timföldre számítva)

Megnevezés	Mértékegység	Mutatók
Nyersanyag, energia és fűtőanyag szükséglet		
1. Alunitérc, 50% alunit-tartalom mellett	t	6,6
2. Kálium-hidroxid oldat, 100% KOH-ra számítva	kg	350
3. Villamos energia	kWh	1000
4. 7 atmoszférás gőz	Gcal	30
5. Fűtőanyag (feltételes egységekben)	kg	600
A kapott termékek		
1. Timföld	kg	1000
2. Kálium-szulfát	kg	1200
3. Kénsav	kg	900
4. Vanádium-pentoxid	kg	0,8
5. Gallium	kg	0,1

A kidolgozott eljárások lehetővé teszik az alunit nyersanyagból timföld és jóminőségű melléktermékek előállítását:

— legfeljebb 0,6% szennyező-tartalmú timföld;
— kálium-szulfát, legalább 51%-os K_2O-tartalommal;
— tiszta kénsav;
— legfeljebb 0,1% szennyező-tartalmú vanádium-pentoxid;
— a szabványnak megfelelő minőségű fémgallium.

Ezenkívül meg kell jegyezni, hogy a redukáló eljárás alkalmazható bármely, kovasav-tartalmú nyersanyag feldolgozására csak előzetesen mesterséges alunitet vagy hozzá hasonló bázikus sókat kell előállítani.

Ily módon a redukáló eljárás univerzális, amely alkalmas agyagok, villamos erőművek hamujának és más alumínium-tartalmú anyagoknak feldolgozására.

A közeljövőben a nem bauxit nyersanyag felhasználása válhat a timföldgyártás technológiájának egyik fő irányává.

A mikroorganizmusok szerepe a ritkafémek kilúgzásában

Dr. MISKEI MIHÁLY kém. tud. kandidátusa — Dr. LAKATOS TAMÁS tud. munkatárs
Fémipari Kutató Intézet

DK:661.863/.868

A szerzők összefoglalják az indium, gallium, tallium, kadmium, germánium, kobalt, rénium, szelén, tellur, bizmut mikroorganizmusok felhasználásával történő dúsítására és kinyerésére irányuló legújabb próbálkozásokat és a kutatásokból leszűrhető következtetéseket.

Az utóbbi években egyre több közlemény jelenik meg, amelyek a ritka-, és szórványfémek kilúgzási lehetőségeivel foglalkoznak, mikroorganizmusok felhasználásával. Tekintettel arra, hogy ezen ritka-, ill. szórványfémek jelentősége egyre fokozódik, közülük számos hiánycikknek tekinthető.

Korábban — széles körű irodalomkutatás összegezéseként — beszámoltunk a Biometallurgiában használatos legfontosabb baktériumtípusokról, tárgyaltuk a baktériumos kilúgzás legfontosabb technológiai szempontjait és berendezéseit, részletesen ismertettük azokat a réz- és urán kilúgzási technológiákat, amelyeket ma már szinte minden érdekelt ország alkalmaz félüzemi, ill. üzemi méretekben. Úgyszintén említést tettünk néhány kísérleti stádiumban levő kutatásról, a Zn-, Mn-, Ni-tartalmú ércek baktériumos feldolgozási lehetőségeiről [1].

A jelen dolgozattal az volt a célunk, hogy összefoglaljuk a ritka-, ill. szórványfémek dúsítására és kinyerésére vonatkozó újabb próbálkozásokat, tovább bővítve ezzel a Biometallurgia alkalmazási lehetőségeit.

A ritkafémek sok szulfidos ásvány kristályrácsában megtalálhatók, izomorf módon helyettesítik a Cu-t, Zn-t stb., és zömmel a színes fémek kísérőiként fordulnak elő. Ritkafémek ásványaival ritkán találkozunk. A szulfidos ásványok oxidációja során a ritkafémek „kiszabadulnak" és kedvező feltételek esetén oldatba kerülnek.

Indium és gallium

Ljalikova és *Kulikova* [2] a Th. Ferrooxidans szerepét tanulmányozták az *indium* és *gallium* kilúgzásában. A kísérletekhez szfaleritet használtak, mint ezen elemek alapvető hordozóját. Eredményeik szerint a Ga beoldódási sebessége baktériumok hatására kétszeresére nő és függ a ZnS oxidációs sebességétől. Az In ugyanúgy kioldódik a szfaleritből, mint a gallium. *(1. táblázat)*

1. táblázat

Indium és gallium baktériumos kilúgzása
(Kísérleti idő: 40 nap)

Kísérlet körülménye	Az oldat Zn tartalma, mg/l	Az oldat koncentrációja, mg/l	
		Indium	Gallium
Szfalerit + bakt.	200	1	40
	360	0,01	50
Streil szfalerit.....	200	0,0	20
Szfalerit + bakt.	380	0,017	60
	—	0,02	—
Steril szfalerit.....	140	0,0	30

Az oxidos ércben a gallium főleg a vasat tartalmazó *plumbojarosit* ásványhoz [$PbFe^{3+}{}_6(OH)_6$—$(SO_2)2$] és vasoxidhoz kötődik, az indium pedig a vas- és mangánhidroxidokhoz. A Ga hipergén migrációs képessége elég nagy, migrációja szulfát ($GaSO_4^+$) komplex, vagy $Ga(OH)_4^-$ komplex ion, szerves anyagokkal alkotott komplex vegyületek (humát, oxalát, stb. típusú vegyületek), vagy hidrolizált vegyületeinek kolloid formájában valósulhat meg.

A $Ga_2(SO_4)_3$ nagyon jól oldódik vízben és csak savas közegben stabil, pH > 3,5-nél hidrolizál $Ga(OH)_3$ keletkezése közben. A $Ga(OH)_3$ csak pH 3,4-nél savanyúbb közegben oldódik, pH = 9,7 felett pedig $Ga(OH)_4^-$ komplex ion képződik. Kulikova [3, 4] adatai szerint akkor lehetséges a *Ga* koncentrálódása a kőzetekben, ha a pH 5,2-től 8,5-ig, a redoxipotenciál pedig 25—170 mV-ig változik.

A szulfidos ércek oxidálási folyamatában az indium migrációja In^{3+}, vagy ennek hidratált formájában, stb. mehet végbe, mivel vizes oldata stabil. Az $In_2(SO_4)_3$ nagyon jól oldható és legnagyobb mértékben gyengén savas oldatokban migrál.

Tallium

Tallium-tartalmú ércek oxidálási folyamatánál a Tl szulfát formájában kerül oldatba, amely vízben nagyon jól oldódik.

Razenykova és munkatársai [5] adatai szerint a Tl_2SO_4 oldhatósága 0 °C-on 26,3 g/l, 20 °C-on 46,1 g/l és 40 °C-on 70 g/l. A talliumot geokronitból ($Pb_5(SbAs)_2S_8$) kilúgozva — amely 0,03—0,06% Tl-t tartalmazott — a tallium 2—5-ször gyorsabban ment oldatba, mint a steril kísérletnél.

Ljalikova és *Kulikova* [2] vizsgálatai szerint bajkáli és közép-ázsiai ólom-, cinkércek oxidációs zónájában az ásványok sokkal kevesebb galliumot, talliumot és indiumot tartalmaznak, mint ugyanezen a lelőhelyen az elsődleges ércek. Oxidált szfalerit termékekben a Ga-tartalom 10—50-szer kisebb, az In- és Tl-tartalom az oxdiált galenitben, valamint a geokronitban 20—100-szor kisebb mennyiségben fordult elő. Ezek az adatok az bizonyítják, hogy a baktériumoknak igen nagy szerepe van a ritkafémek migrációjában és kilúgzásában.

Kadmium

Kadmium főleg szfaleritben található, kisebb mennyiségben előfordul a galenitben is. A $CdSO_4$ nagyon jól oldható még vízben is. *Ljalikova* és *Kulikova* [2] végeztek baktériumos szfaleritoxidációs kísérleteket, amelyek során a Cd 5—8-szor gyorsabban oldódott, mint a steril kontroll esetén.

Szolnoki és *Bognár* [6] úgyszintén azt tapasztalták, hogy a Zn szfaleritből történő baktériumos kilúgzásánál a Cd is oldatba megy.

Vancsi és munkatársai [7] kísérleteiknél a rézérc és rézkoncentrátum baktériumos kilúgzásánál tapasztalták, hogy Cd ment oldatba.

Germánium

A germánium egyike a legjobban szétszórt elemeknek. Izomorf módon helyettesíti a rezet, cinket, ólmot és ezért szulfidos ércekben fordul elő. Az ismertebb germániumszulfidok a germanit (Cu_3/Ge, Fe/S_4), renierit (Cu_3/Fe, Ge, Zn/S_4) argirodit (Ag_8GeS_6), X-ásvány ($/NiCu/_2GeS_4$).

A természetben leggyakrabban a négyvegyértékű germánium vegyületei találhatók meg. A Ge kilúgzása széles pH-tartományban mehet végbe. Gyengén savas, ill. lúgos vizekben (pH = 5,9—7,5) a germánium migrációja figyelhető meg germániumsav (H_2GeO_3) és hidrogermonát-ion ($HGeO_3^-$) formájában.

Erősen savas vizekben (pH < 3) a Ge valószínűleg Ge^{4+} formában migrál. Lúgos közegben (pH > > 8) germániumsav ionjai (GeO_3^{2+}) jelennek meg. *Ljalikova* és *Kulikova* [8] Th"y"-nál oxidálták a szfaleritet és azt tapasztalták, hogy a Ge 6-szor gyorsabban ment oldatba, mint az ellenőrző kísérleteknél (1 hónap alatt 100, ill. 17 mg/l Ge ment oldatba).

A szulfidos érclelőhelyekből származó bányavizek vizsgálata azt mutatja, hogy a Ge a közeg pH-jának függvényében kilúgozódik az oxidációs zónából *(2. táblázat)*. Magasabb pH érték mellett (pH = = 3—6,5) a Ge tartalom csökken, valószínű a há-

2. táblázat

Bányavizek germániumtartalma

Lelőhely	pH	Germánium-tartalom, mg/l
Dél-Ural, rézlelőhely	2,7—3,0	18,0—40,0
	4,0—6,0	6,0—10,0
	7,2—8,0	4,0—6,0
	7,6—9,0	2,5—3,5
Altáj, polimetallikus ércesedés	7,4—7,7	5,0—25,0
	7,6—8,0	3,5—4,0
Bajkálon túli terület, molibdénes ércesedés	6,5—7,2	2,0—3,5
	7,6—8,0	2,0—2,5
Vulkáni jellegű ércesedés	6,6—7,9	100—200

romértékű vas kicsapja. Jelenleg nem tisztázott, hogy a baktériumok képesek-e a Ge^{2+}-t és Ge^{4+}-é oxidálni [9, 10].

Kobalt

A kobalt kilúgzódásáról a bányavizek kobalttartalma alapján is lehet tájékozódni.

Jung [11] adatai szerint a tiroli szulfátos víz 13,8 g/t kobaltot tartalmazott, amely valószínűleg az arzenopiritből oldódott ki. A *Montana* ércbányákból származó víz általában 4,6 g/t Co-t tartalmaz. A kobalt a természetben a piritben, pirrhotinban, arzenopiritben, szfaleritben, kobaltinban, stb. fordul elő, amelyekből kilúgozható. A Co hidroxid formában történő kiválása magas pH-értéknél jön csak létre (a Co^{2+} ~6,8, a Co^{3+} pedig 6,0-os pH-nál csapódik ki).

Ljalikova [12] tanulmányozta a Th. ferrooxidans szerepét a kobaltin (CoAsS) oxidációjánál. Kísérletei eredményei szerint 30 nap után 75-ször nagyobb mennyiségű Co ment oldatba, mint a steril kontroll esetében (310, ill. 4 mg/l Co^{2+}).

Brocard [13] egy közleményben megemlíti, hogy az USA-ban egy kísérleti meddőhányónak a színesfémek bakteriológiai kilúgzása alkalmával — a Cu, Zn, Fe mellett — a kobalt is kilúgzódott. *Cuyper* [14] vizsgálatai szerint a $CuS \cdot CoS_3$ nem oxidálódik baktériumok hatására.

Rénium

A modern technikában fontos elemnek számít a rénium is. A bányalelőhelyeken főként olyan ásványok tartalmazzák, mint a molibdenit (MoS_2), pirit (FeS_2), kalkopirit ($CuFeS_2$) és galenit (PbS); ezen lelőhelyek oxidációja és redukciója során eslő lépcsőben a rénium szétszóródott [15, 16]. A réniumtartalmú érclelőhelyek bányavizének réniumtartalma széles határok között ingadozik: 5—500 mg/l. Ezideig nem találhatók irodalmi utalások arra vonatkozóan, hogy a rénium kilúgzásában tanulmányozták volna-e a baktériumok szerepét.

Szelén, tellur

A szelén és tellur kémiai tulajdonságaik folytán közelebb állnak a nemfémekhez. A természetben megtalálhatóak a piritben, kalkopiritben, szfaleritben, galenitben stb. A szelén előfordul ezenkívül a terméskénben, valamint a szulfidos ásványokban elemi szelén formájában. A tellur jelentős része tellurid ásványokban található. Az oxidációs zónában a Se és a Te áthalmozódik és részlegesen el is távozhat. A szelén- és tellurtartalom a másodlagos ásványokban jelentősen csökkenhet. A szelén geokémiájában a baktériumok szerepét csak kis mértékben tanulmányozták, a tellur vonatkozásában pedig erre adatokat nem közöltek. *Brenner* [17] talajból izolált *Micrococcus selenicust*, amely képes oxidálni a szelenideket, és az itt keletkező energiát életműködéhez felhasználni.

Lippmann és *Waksmann* [18] szerint bizonyos autotróf mikroorganizmusok képesek felhasználni a szelén szelénsavvá történő oxidációja közben felszabaduló energiát. A Th. thiooxidans és a Th. thioparus nem oxidálja a szelént. *Szapozsnyikov* [19] szerint a bíborkén baktériumok 8—9 pH-nál a szelént szelénsavvá oxidálják. Jelen pillanatban — a kevés irodalmi adat birtokában — nehéz állást foglalni azzal kapcsolatban, hogy a baktériumok képesek-e a kemoszintézis során felhasználni az elemi szelén és szelenidek oxidációs energiáját.

A mikroorganizmusok képesek a szelenideket redukálni is egészen az elemi szelénig (pl. Bac. megaterium) és a redukció foka a szelenidtartalommal arányos [20]. A tanulmányozott mikroorganizmusok jelentős szelénmennyiséget — szárított súlyra vonatkoztatva 0,18 %— építettek be testükbe; feltételezhető, hogy az érclelőhelyeknél nagy szerepet játszanak a szelén koncentrálódásában.

Hasonló folyamat játszódhat le a tellur esetében is, mert a geokémia irodalmából ismeretes, hogy a tellur az oxidációs zónákban — szintén oxidálódik és a vízzel eltávozik [21].

Bizmut

Mizoguchi és mtsai [22] — Japánban — végeztek bizmut kilúgzást baktériumok segítségével, 0,4% réztartalmú ércekből.

A baktériumok a szulfidként és a vasoxidot oxidálták és a kénsav, valamint a $Fe_2(SO_4)_3$ hatására a bizmut 80%-a kioldódott az ércből. A kilúgzó oldat bizmut tartalma — a rézérc ismételt kilúgzása után — 5 g/l volt.

Összefoglalás

A különböző ásványok baktériumos oxidációval végzett laborméretű kísérletek eredményeiből az alábbi következtetések vonhatók le:

a) A mikroorganizmusok szerepe a ritkafémek kilúgzásában az esetek nagy részében közvetett és legalább két fő tényezőtől függ:

— a szulfidos ásványok baktériumos oxidációjának sebességétől,

— a már oldott ritkafémet csapadékba vivő anyagoktól, mint pl. a vas(III)-oxid, kalcium stb. jelenlététől.

b) A baktériumok igen sok kilúgzási folyamatban vesznek részt annak következtében, hogy fermentek egész sorával rendelkeznek, amelyek át-

alakítják a szubsztrátok molekuláját és szubsztrát-ferment komplexet alkotnak velük. Ezáltal lecsökkentik a különböző reakciók aktiválási energiáját és ezért ezek a reakciók baktériumok hatására többszörös sebességgel mennek végbe. Ily módon a baktériumok az oxidáció folyamán katalizátor szerepet tölthetnek be és hatásukra termodinamikailag kevéssé valószínű reakciók mennek végbe.

c) A baktériumokkal könnyen oxidálható és leggyakrabban előforduló ásványok a bornit (Cu_5FeS_4) kalkozin (Cu_2S), tetraedrit ($Cu_3Sb_2S_7$), marmatitos érc ($xZnS+yFeS_2$), millerit (NiS), galenit (PbS), arzenopirit ($Fe_2As_2S_2$) és a pirit (FeS_2), nehezebben oxidálhatók a kovellin (CuS), szfalerit (ZnS), kalkopirit ($CuFeS_2$) és a molibedenit (MoS_2).

d) A fenti ásványok kilúgzásában fontos szerepet jászik a $Fe_2(SO_2)_3$ mint oxidálószer. A redukálódott vas(II)-szulfát könnyen regenerálható vas(III)-szulfáttá vagy külön ciklusban, vagy in situ, attól függően, hogy az érc oxidációs sebessége meghaladja a Th. ferrooxidanssal végzett regenerálás sebességét, vagy nem.

e) Annak ellenére, hogy az irodalom feldolgozásával sok kísérleti adat áll rendelkezésünkre, sok ezek közül nem vethető össze, a kísérleti feltételek ásványösszetétel, baktériumkultúra aktivitása, tisztasága, az ásványszemcsék mérete, levegőzés, hőmérséklet, kilúgzó edény alakja stb. — különbözősége miatt, és még hosszadalmas vizsgálatot igényelnek, de az eddigi eredmények mindenképpen jelzik az igen nagyfontosságú eljárás lehetséges távlatait.

IRODALOM

[1] *FKI Zárójelentés* (T. sz.: R-1) 1972.
[2] *Ljalikova N. N., Kulikova M. F.:* Dokl. AN. SZSZSZR. *164*, No. 3. (1965).
[3] *Kulikova M. F.:* Geohimija, No. 3. (1966) p. 323.
[4] *Kulikova M. F.:* Geohimija, No. 10. (1966) p. 1233.
[5] *Razenykova N. I., Galaktyionova T. F.:* Ekszperimentalnometodicseszkije isszledovanyija v oblasztyi mineralogii i geohimii i geohimii redkih elementov. Izd.-vo AN SZSZSZR.
[6] *Szolnoki J., Bornár L.:* Acta Geologica, *8*, 179 (1964).
[7] *Vancsi G. A., Bodiu A. P., Szinko I. I.:* Dokl. na VIII. Mezsdunar. Konf. po obogascseniju polezniih iszkopaemüh. (1968).
[8] *Ljalikova, N. N., Kulikova M. F.:* Dokl. AN. SZSZSZR. mineralogija 184, No. 5. (1969) 1194—96.
[9] *Goleva G. A., Vorobjeva I. N.:* Geohimija, No. 8. (1967) p. 986.
[10] *Krajnova Sz. R.:* Geohimija, No. 3. (1967), 356.
[11] *Jung R. Sz.:* Geohimija kobalta. Geohimija redkih elementov. M. (1959).
[12] *Ljalikova N. N.:* Trudü obscsesztva iszpütatyelej prirodü. *24* (1966) 211—216.
[13] *Brocard T.:* L'Usine nouvelle, N 33, 60 (1963).
[14] *Cuyper J. A.:* Soc. Ming. Engrs. AIME, 92nd. Ann. Meet. Dallas. S. J. 23×21,16 (1963).
[15] *Badalov Sz. T., Baszitova Sz. M., Godunova L. I., Sodiev F. S.:* Geohimija, No. 1. (1966) 99.
[16] *Ivanov V. V., Poplavko E. M., Gorohova V. I.:* Geohimija, No. 12. (1967). 1430.
[17] *Brenner W.:* Jahrb. Wiss. Bot. *57* (1916) 95.
[18] *Lipmann J., Waksmann S.:* Science 57, N 1463. 60 (1923).
[19] *Szapozsnyikov D. I.:* Mikrobiologija, *6*, No. 5. (1937) 641.
[20] *Kovaiszkij V. V., Jermakov V. V., Letunova Sz. V.:* Mikrobiologija, *37*, No. 1. (1968). 122.
[21] *Farmazjan A. Sz., Zarjan R. N.:* Geohimija, No. 1. (1964) 1164.
[22] *Mizoguchi t., Izaki K., Takahashi H., Okabe T.:* Koguo Kogaku Zasshi *73*, No. 8. (1970) 1811.

Aluminátlúgok műszeres elemzésének problémái*

FARKAS FERENC
okl. villamosmérnök

GOMBOS MÁRTON
okl. villamosmérnök

KOVÁCS FERENC
okl. villamosmérnök

Fémipari Kutató Intézet

Dr. KLUG OTTÓ
kém. tud. kandidátusa
Magyar Alumíniumipari Tröszt

NÉMETH BÉLA
okl. gépészmérnök
Almásfüzitői Timföldgyár

DK: 661.862.27.017

A közlemény összefoglalja az üzemi folyamatelemző kifejlesztése céljából végzett kísérletek eredményeit az Oscimhometer vezetőképességmérővel és az üzemi Oscimhotransmitter távadóval. Aluminátlúg-oldatok vizsgálata során megállapítottuk, hogy a vezetőképesség izoterm hígításnál, valamint állandó alumínium tartalomnál is maximumértéket mutat. Meghatároztuk azt a koncentráció értéket, ahol a szóda, ill. NaF koncentráció a vezetőképességet nem befolyásolja.

A timföldgyártás elemzési kérdései között egyre inkább előtérbe lépnek az automatikus módszerek, és még nagyobb jelentőségűek azok a megoldások, amelyek közvetlenül folyamat-elemzésre is használhatók. Ezt célozta a *Magyaróvári Timföld- és Műkorundgyár*nak az a kezdeményezése, hogy az iparág analitikusait konferencia keretében gyűjtse össze, és tájékoztassa az iparág legfontosabb analitikai eredményeiről. Beszámolónkban ennek megfelelően az üzemi folyamatelemzés terén elért eredményeink összefoglalását adjuk meg.

Az aluminátlúg oldatok automatikus elemzése több év óta áll a kutatási munkák középpontjában [1—4]. Ezek során főként fiziko-kémiai mérőmódszerek, közöttük is elsősorban a konduktometria [3—6] használhatóságát vizsgálták. Mivel az „aluminátlúgoldat"-ként nevezett sokkomponensű rendszer folyamatos elemzése titrálásos módszerekkel nem oldható meg (az automatikus titrálás is sok nehézségbe ütközött), a vizsgálatok a fizikai paraméterek mérésére összpontosultak. Az ilyen oldatok (aluminátlúgok) vezetőképesség mérésére fejlesztettük ki a *Fémipari Kutató Intézetben* az *Oscimhometer* precíziós, nagyfrekvenciás vezetőképességmérőt [7, 8], és e műszerrel vizsgáltuk az

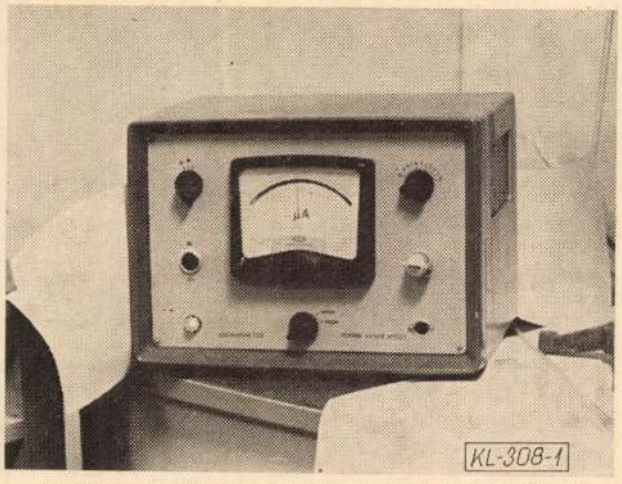
* Az 1974. évi MOTIM analitikai napokon megtartott előadás összefoglalója.

Na_2O—Al_2O_3 rendszert. A műszer továbbfejlesztésével pedig kialakítottuk az *Oscimhotransmitter* vezetőképesség távadót, amely közvetlenül a technológiai mérőpontokon kerülhet üzemi beépítésre.

Kísérleti rész

A laborműszer leírása

A szintetikus és üzemi aluminátlúgoldatok vezetőképességének a hőmérsékletváltozás, szóda, ill. NaF adagolás hatására bekövetkező változásait az *1. ábrán* látható műszerrel végeztük. A készülék részletes ismertetését korábban már közöltük [8], e helyen csupán azt húzzuk alá, hogy a mérőcella a műszerházban foglalt helyet, így külső behatásoktól némileg védeni lehetett.



1. ábra. Az alkalmazott Oscimhometer mérőműszer

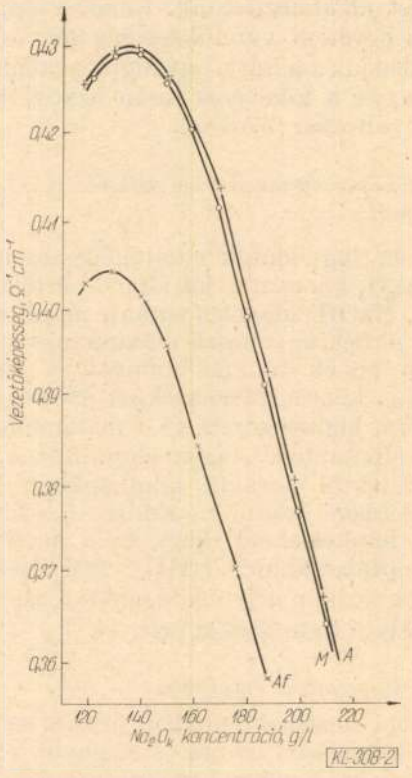
Vezetőképesség vizsgálatok

Az aluminátlúgoldatok nátriumhidroxidot, nátriumaluminátot, szódát és kisebb mennyiségben más vegyületeket (pl. NaF, NaCl, stb.) tartalmaznak. A marónátron-tartalmat $Na_2O_{kauszt.}$, a szódatartalmat mint $Na_2O_{szóda}$, az alumíniumtartalmat mint Al_2O_3 formában adtuk meg. A kísérleteket szintetikusan összeállított oldatokkal végeztük, a mérési eredményeket azután üzemi lúgoldatokkal ellenőriztük. A vizsgálatok során a következő kitüntetett vezetőképesség-, ill. koncentráció értékeket határoztuk meg, amelyek lehetőséget adtak a folyamatos és automatikus elemzés megoldására.

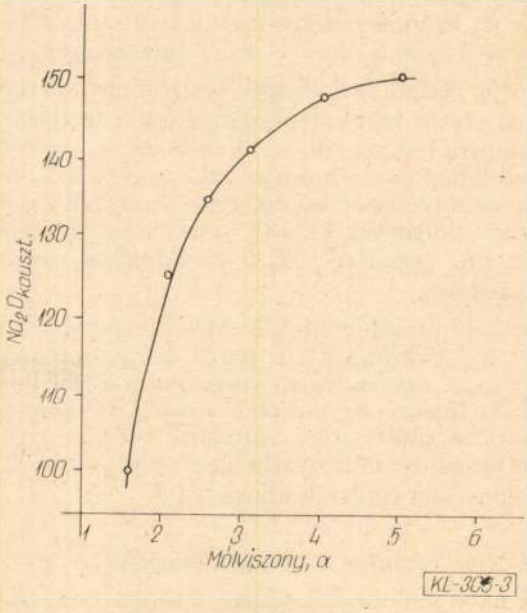
1. *Higítás során fellépő vezetőképesség maximum*

Állandó hőmérsékleten — amely kísérleteinknél 50 °C volt — az aluminátlúg (feltárólúg) izoterm higítása során maximumon áthaladó vezetőképesség-görbéket *(2. ábra)* kaptunk. A vezetőképesség maximuma (üzemi oldatoknál is) mintegy 130 g/l $Na_2O_{kauszt.}$ értéknél jelentkezik, és a maximum helyét a mólviszony, azaz az alumínium-koncentráció befolyásolja. A maximum-érték nagyságát pedig a szóda-tartalom befolyásolja. Ez a maximum-érték a mólviszony csökkenésével a kisebb $Na_2O_{kauszt.}$ koncentrációk felé tolódik el.

Az eltolódás magyarázatát a megnövekedett AlO_2^-ionok által okozott disszociáció visszaszorulásban kereshetjük, mivel így a maximális disszociáció már kisebb koncentráció értékeknél lép fel. A maximumérték eltolódása azonban nem lineáris *(3. ábra)*: a 3—5 közötti mólviszony tartományban csupán 6—7%-os eltolódást figyelhetünk meg, a kisebb mólviszony értékeknél (1,5—2) erősen megnő, és már 100 g/l $Na_2O_{kauszt.}$, azaz 1,61 mol/l értéknél jelentkezik a maximum. Ennek igazolását üzemi oldatoknál a *4. ábrán* mutatjuk be: az *Almás-*



2. ábra. Üzemi aluminátlúgoldatok vezetőképességének változása izoterm hígítás során
A — Ajkai feltárólúg, Af — Almásfüzitői feltárólúg és M — Magyaróvári feltárólúg



3. ábra. A vezetőképességi maximum-érték fellépésének (Na_2O_{kausz}) változása a mólviszony függvényében

*fúzítői Timföldgyár*ban a feltárás utáni zagy oldatfázisát vizsgálva mértük a maximumok jelentkezését.

Közel állandó szódakoncentráció esetén a vezetőképesség maximum értéke a mólviszony reciprokértékével egyenes arányú összefüggést mutat, ami lehetővé teszi egyes technológiai pontokon egyetlen vezetőképességmérés segítségével a folyamat ellenőrzését. Kis mólviszony tartományon belül a maximum-érték és mólviszony között is lineáris közelítést alkalmazhatunk. Ennek alapján az oldatfázis egyetlen vezetőképesség mérésével meghatározhatjuk a feltárt zagy lúgjának mólviszonyát *(4. ábra)* és a kikeverés során bekövetkező mólviszony változást *(5. ábra)*.

2. *Vezetőképesség-maximum állandó Al_2O_3 tartalomnál*

Aluminátlúg-oldatok vezetőképesség mérésénél, ha az Al_2O_3 koncentrációt állandó értéken tartottuk (pl. NaOH adagolás során), megállapítottuk, hogy a görbék ugyancsak maximumos lefutásúak, azonban ennek a maximumnak a helye más $Na_2O_{kauszt.}$ koncentrációértéknél jelentkezik, mint az izoterm hígítás során, és a maximumok lényegesen „laposabbak", azaz elnyújtottak. Ezekről a kísérletekről korábbi munkánkban [14] már részletesebben szóltunk. Eddigi megfigyeléseink alapján feltételezhető, hogy ez a maximum egy nátrium-[dioxo-aluminát(III)] szerkezet-átalakuláshoz tartozik, amelynek meghatározása azonban még további kutatásokat igényel.

3. *A szóda-tartalom befolyása*

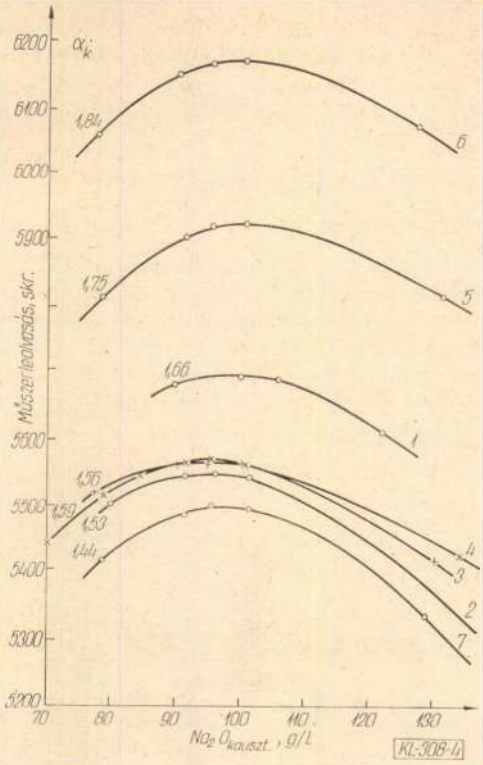
Korábbi közleményünkben [14] a szóda hatásáról is részletesen írtunk és meghatároztuk azt a koncentrációt, amelynél a szóda jelenléte a vezetőképesség mérést nem befolyásolja. E helyen az *1. és 2. táblázatban* csupán a szódát tartalmazó és a szóda nélküli aluminátlúg oldatok vezetőképesség értékeit mutatjuk be. Ezekből jól látható, hogy az üzemileg előforduló oldatok vezetőképessége a 0,3—0,5 $ohm^{-1} \cdot cm^{-1}$ tartományba esik.

Itt jegyezzük meg, hogy végeredményben ugyanezt az elvet: vezetőképességmérést a szódafüggetlen pontra higítva, ill. az állandó Al_2O_3 koncentrációnál fellépő maximumon való mérést alkalmazza az a mérőrendszer is, amelyet az *Ajkai Timföldgyár*ban dolgoztak ki [13], amely azonban csak az oldat ún. „szabad" Na_2O tartalmának mérésére használható.

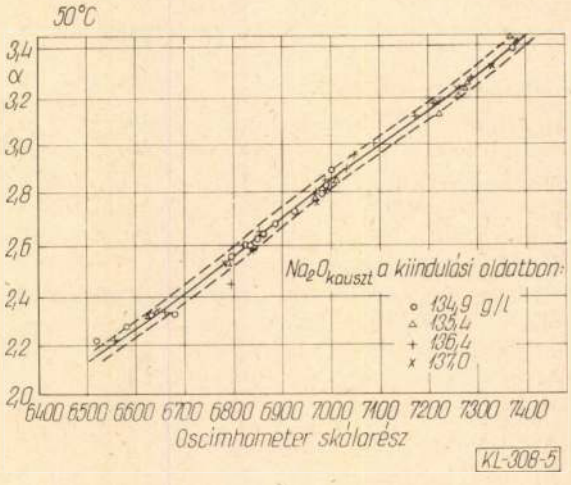
Az aluminátlúgoldatok vezetőképesség változása a szódafüggetlen pont környezetében az $Na_2O_{kauszt.}$ koncentráció változására közel lineáris és ezért lineáris egyenlettel, 1 rel.% hibával közelíthető. A mólviszony változása csak az egyenes iránytangensét változtatja meg, amit az elemzéskor [7] előnyösen tudtunk kihasználni.

4. *A NaF tartalom hatásának vizsgálata.*

A nátriumfluorid hatására a szódáéhoz hasonló, de kisebb mértékű vezetőképesség csökkenést, ill. nagyon híg oldatokban vezetőképesség növekedést



4. ábra. Vezetőképesség maximumok fellépése a feltárás utáni zagy oldatfázisának vizsgálatakor, az Almásfüzitői Timföldgyár üzemi oldatainál. A számok 7 különböző minta vizsgálatát mutatják 3 napos mérési periódus alatt. Az egyes görbékhez tartozó mólviszony értékeket a görbék mellett tüntettük fel



5. ábra. Az Oscimhometer műszerkitérése és a mólviszony összefüggés a timföldgyári kikeverés vizsgálatakor (Almásfüzitői Timföldgyár), 50 °C-on

tapasztaltunk *(6. ábra)*. Ebben az esetben is meghatározható egy olyan $Na_2O_{kauszt.}$ koncentráció érték, amelynél a vezetőképesség változása a NaF adagolás során gyakorlatilag nulla lesz (amint ez a *6. ábra* 6. görbéjéből is látható), és ahol az izoterm hígítás során felvett görbék egymást keresztezik *(7. ábra)*. Ez a „NaF-független pont", és ha a hígítás során erre a pontra (kb. 75 g/l $Na_2O_{kauszt.}$) hígított oldat vezetőképességét mérjük, akkor ezzel a többi komponens meghatározásához alkalmas

1. táblázat

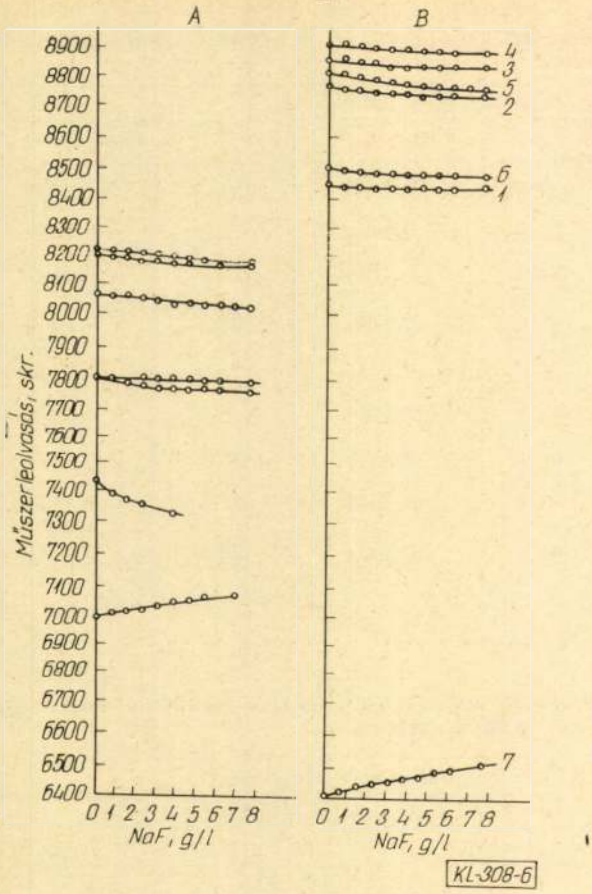
Szódát nem tartalmazó nátriumaluminát-oldatok vezetőképesség értékei állandó, 50 °C hőmérsékleten a mólviszony változásakor

Na_2O_{kauszt} koncentráció		Vezetőképesség, ha a mólviszony					
		$\alpha=3{,}01$		$\alpha=4{,}04$		$\alpha=5{,}02$	
g/l	mol/l	Al_2O_3, g/l	$ohm^{-1}\ cm^{-1}$	Al_2O_3, g/l	$ohm^{-1}\ cm^{-1}$	Al_2O_3	$ohm^{-1}\ cm^{-1}$
238,6	3,85	130,8	0,3251	96,3	0,3922	79,0	0,4280
218,8	3,53	119,6	0,3459	88,8	0,4126	72,5	0,4497
208,4	3,37	114,5	0,3560	84,4	0,4224	68,5	0,4606
190,4	3,07	103,7	0,3740	77,3	0,4396	64,0	0,4745
172,1	2,78	88,5	0,3885	69,2	0,4507	56,8	0,4820
140,6	2,27	77,0	0,3982	55,7	0,4575	46,0	0,4870
131,0	2,11	69,6	0,3974	52,4	0,4544	45,1	0,4838
121,5	1,96	68,3	0,3939	48,8	0,4499	39,8	0,4781

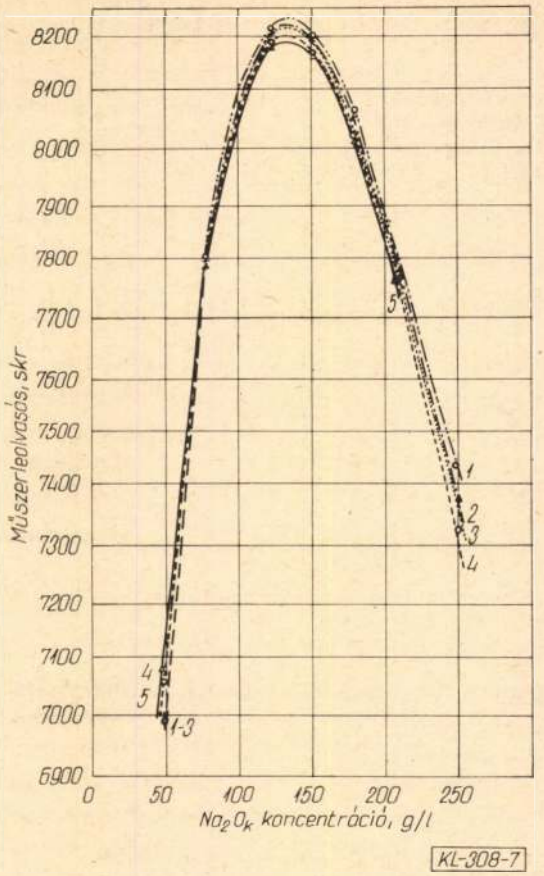
2. táblázat

Szintetikus nátriumaluminát-oldatok vezetőképesség értékei állandó mólviszony ($\alpha=5{,}02$), és állandó hőmérséklet (50 °C) mellett a szódatartalom függvényében

$Na_2O_{szóda}$		Na_2CO_3		Vezetőképesség, $ohm^{-1}\ cm^{-1}$				
				Na_2O_{kauszt} g/l (mol/l)				
g/l	mol/l	g/l	mol/l	215,2 (3,49)	155,9 (2,51)	132,0 (2,13)	101,8 (1,64)	39,1 (0,64)
				Al_2O_3 g/l				
				69,4	51,2	42,8	34,0	12,9
0	0	0	0	0,4533	0,4903	0,4862	0,4541	0,1096
5	0,08	17,10	0,16	0,4560	0,4804	0,4474	0,4474	0,1146
10	0,16	34,20	0,32	0,4318	0,4703	0,4673	0,4407	0,1201
15	0,24	51,30	0,48	0,4213	0,4602	0,4585	0,4340	0,1255
17,5	0,28	59,84	0,56	0,4162	0,4554	0,4540	—	0,1280
20	0,32	68,40	0,65	0,4111	0,4501	0,4496	0,4273	0,1311
24	0,39	82,02	0,77	0,4029	0,4422	0,4423	—	—
26	0,42	88,92	0,84	0,3992	0,4382	0,4387	—	0,1365
30	0,48	102,60	0,97	0,3910	0,4305	0,4316	0,4135	0,1470
35	0,56	119,70	1,13	—	0,4212	0,4230	—	—
40	0,64	136,90	1,29	—	0,4118	—	—	—
45	0,72	154,00	1,45	—	0,4027	—	—	—
50	0,81	171,1	1,61	—	0,3937	—	—	—
55	0,89	188,2	1,77	—	0,3848	—	—	—
60	0,97	205,3	1,94	—	0,3767	—	—	—
65	1,05	222,4	2,10	—	0,3681	—	—	—
70	1,13	239,5	2,26	—	0,3598	—	—	—
75	1,21	256,6	2,42	—	0,3513	—	—	—
80	1,29	273,7	2,58	—	0,3432	—	—	—



6. ábra. Szintetikus nátriumaluminát oldatok vezetőképesség változása NaF adalék hatására
A — mólviszony 2,99; B — mólviszony: 4,08
A vizsgált oldatok Na_2O_{kausz} koncentrációja:
1 — 247,6 g/l, 2 — 210,6 g/l, 3 — 173,0 g/l, 4 — 134,7 g/l, 5 — 108,7 g/l, 6 — 78,3 g/l, 7 — 40,4 gl



7. ábra. A vezetőképesség maximum-értékének változása a NaF adalék hatására szintetikus aluminátlúg oldatnál, 3,06 mólviszonynál, 50 °C-on
1 — NaF adalék nélkül; 2 — NaF = 2 g/l, 3 — NaF = = 3 g/l, 4 — NaF = 5 g/l, 5 — NaF = 7,5 g/l

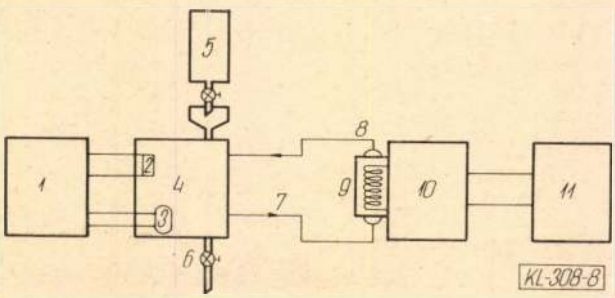
paramétert mérünk. E NaF-független pont helye a mólviszony függvényében gyakorlatilag elhanyagolhatóan kismértékű változást mutat.

Az eredmények felhasználása az automatikus elemzésnél

A fentebb vázolt, nagyvolumenű kutatómunka nyomán az *FKI*-ban kifejlesztettünk egy olyan analizátor-rendszert, amely a *Bayer*-körfolyamat különböző pontjain felhasználható.

Mint az egyszeri vezetőképességmérés egyik alkalmazását említjük azt a laboratóriumi készüléket *(8. ábra)*, amely a feltárás utáni zagy oldatfázisának mólviszony mérésére használható. A készüléknél az izoterm hígítást termosztátban végeztük, amely egyúttal az oldatot a mérőcellán is átszivatytyúzta. A hígítás során regisztráló készülékkel rögzítettük a *4. ábrának* megfelelő vezetőképességmaximum értéket és közvetlenül leolvashattuk az oldat mólviszonyát *(8. ábra)*.

A feltárólúg folyamatos elemzésére kidolgozott elemző készülékünket a vezetőképesség- és a fajsúlymérés kombinációjával alakítottuk ki. Mivel itt három komponens: $Na_2O_{kausz.}$, $Na_2O_{szóda}$ vagy $Na_2O_{össz.}$ és Al_2O_3 mérése szükséges, az egyik megoldásnál a szódafüggetlen pontra való hígítást al-



8. ábra. A feltárás utáni zagy folyadékfázis mólviszonyának meghatározására kifejlesztett készülék blokksémája. 1 — hőmérséklet szabályozó, 2 — fűtőtest, 3 — platina ellenálláshőmérő, 4 — szivattyú és termosztát, 5 — hígító lombik (víz hozzáadás), 6 — leeresztő csap, 7 — csővezeték a mérőcellához, 8 — csővezeték a lúgoldat visszavezetésére, 9 — induktív mérőcella, 10 — Oscimhometer OK-105 típ., 11 — regisztráló készülék

kalmazhatjuk . A kidolgozott módszer [10] a következő egyenletek megoldásán alapul:

$$\varkappa_{max} = A + \frac{B}{\alpha} - \frac{C + D\alpha}{\frac{c_{Na_2O_{kausz}}}{c_{Na_2O_{szóda}}} + E - F\alpha}$$

$$\varkappa = (K\sqrt{L - [c_{Na_2O_{kauszt}} - M]^2} + N)\left(\frac{1}{\alpha} - Q\right) + P$$

$$\gamma = Z c_{Na_2O_{kauszt}} + \frac{W}{\alpha} + Y + X c_{Na_2O_{szóda}}$$

ahol:

$A, B, C, D, E, F, K, L, M, N, P, Q$ és Z, W, X és Y konstansok;

$c_{Na_2O_{kauszt}}$ a kausztikus nátronkoncentráció (g/l);

$c_{Na_2O_{szóda}}$ a szódakoncentráció Na_2O-ra átszámolva (g/l-ben)

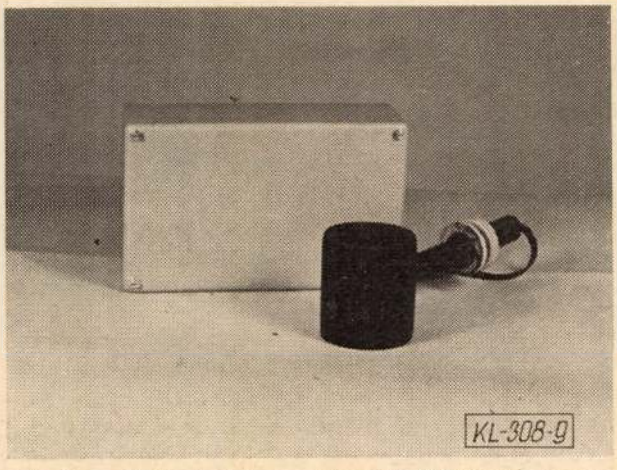
és α a mólviszony.

Ezen egyenletek megoldásához a kiindulási paraméterek: az oldat maximális vezetőképessége (izoterm hígításnál), a vezetőképesség értéke a szódafüggetlen ponton és a kiindulási oldat fajsúlyának értéke.

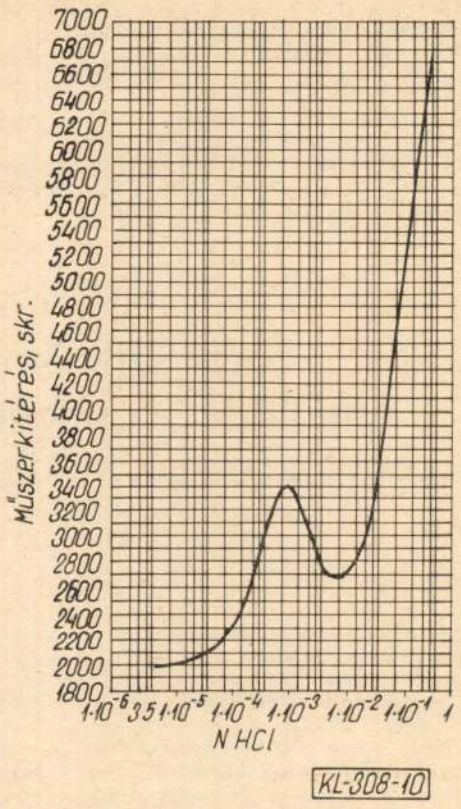
A bemutatott egyenletrendszer bonyolult megoldása miatt az automatikus elemzést tovább egyszerűsítettük. A jelenleg is alkalmazott megoldásnál, az *Almásfüzitői Timföldgyár*ban egy *OK—106* típusú, immerziós cellás *Oscimhotransmitter (9. ábra)* került beépítésre. A műszer munkagörbéjéből *(10. ábra)* leolvasható, hogy 10^{-2} n oldatoktól a tömény elektrolitoldatok tartományáig használható. Ezt a műszert tehát a *Bayer*-körfolyamat bármely pontján, univerzálisan alkalmazhatjuk.

A használt mérőberendezéssel az eredeti (kiindulási) feltárólúg-oldat vezetőképességét mérjük az állandó Al_2O_3 koncentrációnál jelentkező maximum értéken, ezzel egyidőben mérjük az oldat fajsúlyát (az MMG fajsúly-távadójával). Az izoterm hígítás során fellépő maximum mérésére meghatározott időnként a rendszerbe vizet engedünk, amely gyakorlatilag 0 g/l Na_2O_{kauszt}.-ra hígítja az oldatot és e hígítás közben a maximumot regisztráljuk. Ily módon egyúttal a mérőrendszer tisztítása is megoldódik. A mérés egyszerű [11] és a mérőberendezés mozgó alkatrészt gyakorlatilag nem tartalmaz [12].

A vezetőképesség mérésén alapuló analizátor rendszerünket úgy szerkesztettük az építőkocka elv figyelembevételével, hogy az a *Bayer*-körfolyamat számos technológiai pontján felhasználható legyen, és az elemeket a mérési feladat bonyolultságának függvényében tudjuk megválasztani.



9. ábra. Az Oscimhotransmitter OK-106 típusú üzemi, induktív mérőcellás vezetőképesség távadó, immerziós mérőcellával



10. ábra. Az immerziós mérőcellás Oscimhotransmitter munkagörbéje HCl oldattal felvéve. Ez a munkagörbe érvényes erős elektrolitok vizes oldataira, így a nátrium-aluminát oldatokra is

Az általunk kifejlesztett mérőrendszer egyes elemeit már mérési feladatok megoldására is felhasználtuk, így lehetővé vált, hogy az FKI által gyártott műszerek széles körben alkalmazást nyerjenek.

Az eddigi elvégzett munka biztosítékul szolgál arra is, hogy a Bayer-körfolyamat további helyein, így a feltárás utáni zagy lúgfázisánál, a hidrátmosóvíznél, a kodenzvíznél, az oltóhidrát zagy vizsgálatánál, stb. a mérőműszereket, ill. a bemutatott mérőrendszert felhasználjuk. Ezek a fejlesztési munkák részben már megindultak, és várható, hogy a most folyó ötéves terv végére befejezést nyernek.

IRODALOM

[1] *Siklósi P.—Máriássy M.—Kacsó M.:* Comparative Handbook of the Alumina Industry. ICSOBA Publ. No. 1. ALUTERV, Budapest, 1972.

[2] *Riedl I.:* Proc. 2nd Int. Symposium ICSOBA, Budapest, 1969, Vol. 3. 77. (Publ. 1971).

[3] *Maksimova, I. N.—Yushkevich, V. F.:* Elektrokhimiya, 5. 1323. (1969).

[4] *Ni, L. I.—Zakharova, M. V.:* Tr. Inst. Metallurgii i Obogasheh. Akad. Nauk Kazakh. SSR, 16. 8. (1971).

[5] *Cruse, K.—Nettesheim, G.:* Z. anal. Chem., 152. 19. (1956).

[6] *Browne, P.:* Proc. 3nd Int. Symposium ICSOBA, Nice, 1973. Pt. IV. Alumine, 523.

[7] *Farkas F.—Kovács F.—Gombos M.—Klug O.:* 162. 244 sz. magyar szabadalom (1972).

[8] *Kovács F.—Klug O.—Gombos M.—Farkas F.:* Chem. Anal. (Warszawa), 16. 251. (1971).
[9] *Gombos M.—Kovács F.—Farkas F.—Klug O.:* Bányász—Kohász. Lapok, Kohászat, *103.* 43. (1970).
[10] *Kovács F.—Klug O.—Gombos M.—Farkas F.:* 161 078 sz. magyar szabadalom (1969).
[11] *Farkas F.—Gombos M.—Klug O.—Kovács F.—Németh B.—Solymár K.—Szabó Z.:* Magyar szabadalmi bejelentés, FE-820 (1970).
[12] *Klug O.—Farkas F.—Kovács F.—Gombos M.—Németh B.:* Előadás a „Berg- und Hüttenmännischer Tag, Freiberg" ülésszakon, 1972. május.
[13] *Pungor E.—Tóth B.—Valló F.:* Magyar szabadalmi bejelentés, PU-170 (1970); Hung. Sci. Instr., No. 27. 23. (1973).
[14] *Farkas F.—Gombos M.—Kovács F.—Klug O.:* Bányász-Kohász. Lapok, Kohászat, *106.* 330. (1973).

Nagy szilíciumtartalmú nyersanyagok timfölddé és cementté való komplex feldolgozási technológiájának kidolgozása mészköves zsugorítással*

N. I. EREMIN, a műszaki tud. doktora — N. Sz. SMORGUNENKO, a műszaki tud. kandidátusa
VAMI, Össz-szövetségi Alumínium, Magnézium és Elektródipari Tudományos Kutató és Tervező Intézet Leningrád (Szovjetunió)

DK 546.028:669.712.32 + 666.948

A szerzők áttekintést nyújtanak a nagy kovasavtartalmú-alumínium-hordozó nyersanyagok komplex feldolgozási eljárásairól. Ezen belül bemutatják a leningrádi VAMI Intézet által kifejlesztett technológiát, amely a zsugorításos Al_2O_3 kinyerésen alapul, és amelynek eredményeképpen timföldet és jóminőségű cementet állítottak elő. Az eljárás mind gyenge bauxitok, mind kaolin feldolgozására használható.

A természetben széles körben elterjedtek az alumoszilikátok, jelentős tartalékok vannak gyakorlatilag minden országban és ez már régen felhívta a kutatók figyelmét arra, hogy ipari eljárást dolgozzanak ki, ezekből a timföld előállítására.

Nagyon sok közlemény ismeretes e problémával kapcsolatosan [1—4].

E közleményeket az alumoszilikátok feltárási eljárásai szerint két csoportra lehet felosztani: *savas és a lúgos eljárás* csoportjára.

A *lúgos eljárások* közül figyelmet érdemel a mészköves zsugorításos eljárás, amelyet a zsugorított anyag lúgokkal való megbontása követ.

Igen nagy figyelmet szentelt ennek az eljárásnak a Lengyel Népköztársaságban, az *I. Grzimek* professzor vezetése alatt álló tudósok csoportja.

Az általuk kidolgozott eljárást, amely szerint egyidejűleg cementet és timföldet nyernek (ún. pörköléses-krakolási eljárás), üzemi körülmények között kipróbálták a Groszowicében levő cementgyárban. A vizsgálati eredmények alapján határozatot hoztak arról, hogy a Sitkowban levő „Nowiny" mészkő-cement kombináton belül 100 ezer t/év kapacitású timföldgyártó üzemet létesítenek. Ennek során egyidejűleg kb. 1 millió t/év cementet is elő kell állítani.

Az agyagból zsugorítással történő timföldgyártás műszaki-gazdasági szempontjainak vizsgálatával foglalkozik amerikai kutatók *J. Genn, P. U. Johson, E. B. Amey és F. A. Peters* munkája is.

A Szovjetunióban laboratóriumi és félüzemi méretekben kidolgozták a nagy szilíciumtartalmú, alkálimentes nyersanyag komplex, timfölddé és cementté történő feldolgozási eljárását (kaolinból, argillitből, a szén ásványi részéből stb.).

A zsugorításos eljárás elmélete

Megvizsgálták az alkálimentes alumínium-nyersanyag mészkős zsugorítási folyamatának elméleti alapjait, amelyek során önporló zsugorítmány keletkezik. Pontosabban meghatározták a *ghelenit* kristályosodási tartományának határait és a CaO-Al_2O_2—SiO_2 rendszer fázis összetételét; tanulmányozták a *dikalcium-szilikát* és *kálcium-aluminátok* és különböző fémoxidok szilárd oldatainak tulajdonságait.

Sokoldalúan vizsgálták a nyersanyagban levő szennyező oxidok szerepét. A kalcium-alumínium tartalmú zsugorítmány és a salakok technológiai tulajdonságait azok önporlódási sebessége és foka (mely annak eredményeképpen következik be, hogy az anyag térfogata kb. 12%-kal megnő, a β-dikálciumszilikát γ-módosulatba való átalakulásakor, a lehűlés közben) és az önporló zsugorítmányból az alumíniumoxid kihozatali foka határozza meg. A zsugorítmány ezen alapvető tulajdonságai függenek a természetes nyersanyag kémiai összetételétől, az alapkomponensek arányától az alumínium és a karbonátos nyersanyag adagolásánál és keverékek pörkölési körülményeitől és a zsugorítmány lehűtésétől.

Mészköves zsugorításos eljárással timfölddé lehet feldolgozni különböző kis vastartalmú nyersanyagokat — bauxitokat, argilliteket, kaolint, hamut stb. Az eljárás felhasználási lehetőségeinek meghatározása céljából kutatásokat végeztek, amelyek során megállapították azt, miként befolyásolják a kalcium-alumínium tartalmú zsugorítmány fizikai-kémiai és technológiai tulajdonságait a kiindulási keverék tulajdonságai:

az Al_2O_3 : SiO_2 arány, valamint az Fe_2O_3, Na_2O, MgO, TiO_2 szennyezők mennyisége.

* Előadás a II. Jugoszláv Alumínium-Konferencián 1974. április.

Az Fe_2O_3, MgO, TiO_2 és Na_2O oxidszennyezők 2—3% alatti mennyiségben lényegesen intenzifikálják a zsugorítmány kisebb hőmérsékleteken való (1325—1350°) képződési folyamatát, mivel a rendszerben bizonyos mennyiségű folyékony fázis képződik. A vasoxid a zsugorítás során kálcium-alumoferriteket képez, amelyekből szódaoldattal kilúgozva optimális körülmények között az alumíniumoxidnak csupán 70—75%-át lehet kinyerni. A magnézium-oxid a zsugorítmányban szilárd oldatként kapcsolódik a β –$C_{12}A_7$, C_5A_3 és C_6A_4MS vegyülethez, amelyből az alumíniumoxid kihozatal 75,80, illetve 30%-os.

Figyelembe véve az egyes szennyezők, valamint az összes jelenlevő szennyező sokoldalú befolyását a zsugorítási folyamatra és a zsugorítmány minőségére, korlátozni kell a zsugorítmányban a szennyezők mennyiségét (ha egyidejűleg vannak jelen), a következő súly százalék értékére:

4,0—5,0 Fe_2O_3·3,0—3,5 MgO; 1,2—1,5 Na_2O és 4,0—5,0 TiO_2.

Elméleti vizsgálatok alapján ajánlották, természetes nyersanyagokkal folytatott technológiai kísérletekkel pedig ellenőrizték és pontosították az elegy optimális összetételét, a zsugorítás üzemmódját és az optimális üzemmód feltételeit önporló kalcium-alumínium tartalmú zsugorítmányok és salakok kilúgozására.

A félüzemi kísérletek áttekintése

Elméleti és laboratóriumi technológiai vizsgálatok eredményeképpen kijelölték a nyersanyag mészköves zsugorítási eljárásának technológiai határait. Ezt követte az eljárás készülékeinek kidolgozása, ezt a VAMI Intézet kísérleti üzemében valósították meg. A vizsgálat lényege ebben a fázisban az eljárás főbb részfolyamatainak ellenőrzése és kidolgozása volt. Ezekkel a kutatásokkal kidolgozták a kaolin-, argillitalapú és a szenek dúsításából származó hulladékokon alapuló elegyek forgókemencében való zsugorítási, és a zsugorítmány kilúgozási folyamatát, valamint az iszap mosását.

A kapott adatok alapján kísérleti timföldgyárat terveztek és építettek, ahol 1970—71 folyamán ellenőrizték a nyersanyag mészkővel való zsugorítását félüzemi méretben, zárt ciklusban.

A technológia folymat

A kísérleti gyár apparatív-technológiai folyamatábrája a következő fő egységeket tartalmazta:
1. Dúsítóberendezés a kaolin dúsításához;
2. Elegy-előkészítő üzemrész;
3. Zsugorító üzemrész;
4. Hidrokémiai üzemrészek;
   — a zsugorítmány kilúgozása;
   — a γ-iszap elválasztása és mosása;
   — az aluminátoldat kovasavtalanítása;
   — az aluminátoldat karbonizálása, a hidrátzagy ülepítése, szűrése és az alumínium-hidroxid mosása;
   — a recirkuláló szódaoldat bepárlása.

Félüzemi méretekben, a kísérleti timföldgyárban megvizsgálták a kaolin és a széntermelési hulladékok feldolgozását.

A vizsgált kaolinok 22,5—23,5% Al_2O_3-at tartalmaztak. Az Al_2O_3 koncentráció növelése céljából a kiindulási kaolint dúsítóberendezésben dúsították, amelynek készülékeit és technológiai folyatát a Mehanobr Intézet (Leningrád) dolgozta ki.

Az elegyeket a dúsítóberendezésből szuszpenzió formájában érkező kaolin-koncentrátumból és mészkőből készítették.

A kiindulási anyagok kémiai összetételét százalékban az *1. táblázat* mutatja.

A kaolin-mészkő elegyeket a mészkő a kaolinkoncentrátum golyósmalomban történő nedves őrlése útján készítették, majd a kapott zagyot korrigálták az adott összetételnek megfelelően.

A beállított (korrigált) elegyet ráöntéses eljárással 2,2×20 m átmérőjű forgókemecébe adagolták, zsugorításra. A kemencéből kapott zsugorítmány hűtőben való lehűtése során finom porrá esett szét, ezt kilúgozásra irányították. A kemencéből távozó gázokat ciklonokban és elektromos szűrőkben portalanították. A tisztított gázok egy részét az aluminátoldatok karbonizálására használták, a többi gázt pedig a légkörbe (atmoszférába) engedték ki.

Az önporló zsugorítmány kilúgozását a recirkulációs szódaoldattal erős keveréssel és a γ-iszap kimosásából származó mosóvízzel végezték. A kilúgozás során kapott zagyott elválasztották. A hányóiszap iszaptérre került.

Az aluminátoldatot kovasavtalanították. A kovasavtalanított aluminátoldatot karbonizálásra irányították.

A karbonizálás eredményeképpen keletkező zagyot ülepítés után vákuum szalag szűrőn szűrték, majd pedig az alumínium-hidroxidot ugyanezen a szűrőn mosták.

A vizsgálatok során az alumínium hidroxid volt a végtermék. A kísérleti gyár kapacitása alumíniumhidroxidra vonatkoztatva 0,425 t/óra volt.

Az anyalúgoldatot (az ülepítő túlfolyását) az alumínium-hidroxid mosásából származó mosó-

1. táblázat

Anyagfajta	Izzítási veszteség %	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	CaO %	Nedvességtartalom %
Kaolin-koncentrátum	12—13	49—50	32—33	1—3	0,8	75
Mészkő.....	42,4	2,8	0,7	0,2	52,8	—

vízzel együtt bepárló berendezésen való bepárlás után recirkuláló szódaoldatként a zsugorítmány kilúgozására használták. A bepárló berendezés másodlagos gőzét a zagy felhevítésére (a kilúgozó egységben), valamint az aluminátoldatok melegítésére alkalmazták (a kovasavtalanításnál, karbonizálásnál stb.).

A kalcium-alumínium tartalmú zsugorítmány kilúgozása után keletkező aluminát oldatok összetételüket tekintve azonosak a nefelin zsugorítmány kilúgozásából származó oldatokkal, ezért a kutatási feladatban nem szerepelt az aluminátoldatok kovasavtalanításának és karbonizálásának kérdése. A műveletek készülékei és technológiai folyamatai ugyanazok lehetnek, mint a működő üzemekben a nefelines oldatok feldolgozásánál használtak. Vizsgálataink feladatköréhez tartozott a kovasavtalanítás és a karbonizálás elvégzése is, a termelési ciklus befejezése és a kapott alumíniumhidroxid tulajdonságainak meghatározása céljából.

A technológiai folyamatábra ellenőrzésével kapcsolatos vizsgálatok a gyár zárt ciklusban való működése során bebizonyították, hogy a kidolgozott elvi technológiai folyamat lehetővé teszi a kaolin és más alkáli-mentes alumoszilikát timfölddé való feldolgozását elég jó technológiai mutatókkal a kétkomponensű elegy zsugorítása útján, mégpedig: a mészkő őrlése kaolin koncentrátummal, a kaolinmészkőelegy zsugorítása forgókemencében, a zsugorítmány lehűtése hűtőben és az önporló zsugorítmány kilúgozása keveréses eljárással.

Bebizonyosodott, hogy kaolin-koncentrátumból, mészkővel való zsugorítással önporló zsugorítmányt lehet előállítani, amelynek önporlási foka 95—98%-os a 0,147 mm alatti frakcióra vonatkoztatva és ebből a frakcióból a timföldkihozatal 83%-os.

A kaolin-koncentrátum és a kaolin-mészkőelegy kielégítően megőrzi homogenitását levegő keveréssel való tárolásakor.

A végzett kísérletek eredményeképpen olyan alumínium-hidroxid keletkezett, amely kémiai és fizikai tulajdonságait tekintve hasonló a nefelinoldatokból keletkező hidroxidhoz.

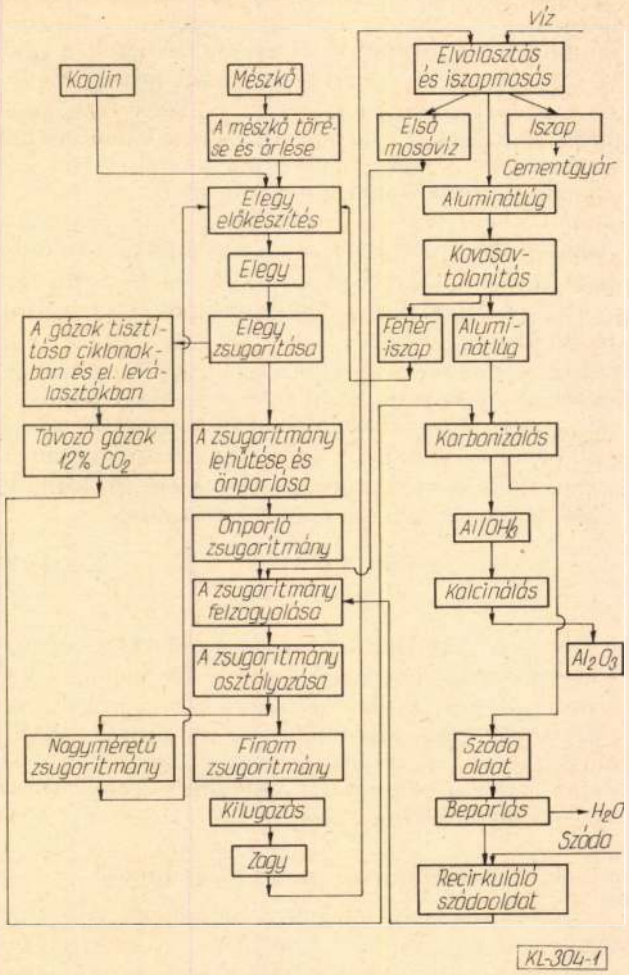
Az eljárás elméleti alapjait meghatározó laboratóriumi vizsgálatok, és kísérleti üzemi és a zárt ciklusú félüzemi vizsgálatok alapján elvi apparatív-technológiai folyamatábrát javasoltak a kaolin és más alkálimentes alumoszilikátok timfölddé és cementté való feldolgozására (argillitek, széndúsítási és széntermelési hulladékok stb.).

A fent említett elvi folyamatábrát az *1. ábrán* mutatjuk be.

Az iszap feldolgozása cementté

A kísérleti timföldgyárban kapott hányóiszapot (ún. γ-iszap), amely főleg γC_2S-ből (60—65%) és kalciumkarbonátból (25—30%) áll cementgyártási nyersanyagként megvizsgálta a Giprocement Intézet kísérleti cementgyárban. A vizsgálatokat többször elvégezték kísérleti-üzemi méretekben.

Ezek a vizsgálatok bebizonyították, hogy a kaolin timfölddé való feldolgozása során hulladékként



1. ábra. A kaolinból zsugorításos eljárással történő timföldgyártás technológiai folyamatábrája

keletkező γ-iszap számos előnnyel rendelkezik a hagyományos nyersanyaghoz képest:

— nagy a diszperzitása, a fajlagos felület 6000—6500 cm^2/g ami szükségtelenné teszi a nyersanyag őrlését;

— stabil összetételő;

— kis alkáli tartalmú, ami nem haladja meg a 0,7—0,8% Na_2O+K_2O-t;

— mivel az iszap kémiai reakció eredményeképpen képződik (nem pedig keverés eredményeképpen), a γ—C_2S és a $CaCO_3$ benne alaposan elkeveredett és ezért a pörkölésnél az alit-képződés hőszükséglete lényegesen kisebb.

Ezenkívül a C_3S C_2S-ből és $CaCO_3$-ból való képződéshez kevesebb energia szükséges, mint a hagyományos nyersanyagkeverék esetében;

— az iszapból keletkező klinker könnyebben őrölhető.

Az iszap felhasználása lehetővé teszi 600—700-as minőségű gyorsan szilárduló cement előállítását.

Három nap után a cement szilárdsága eléri a 300—400 kg/cm^2-t.

1973-ban a VAMI Intézet a kaolin timfölddé és cementté való feldolgozási technológiai vizsgálata alapján előzetes műszaki-gazdasági elképzeléseket készített a komplex feldolgozás célszerűségéről.

A műszaki-gazdasági számítások kimutatták, hogy a kidolgozott technológia alapján keletkező timföldönköltsége, figyelembe véve, hogy az iszapot cementgyártási nyersanyagként használják fel, nem haladja meg a bauxitot zsugorítással (pirogén eljárással) feldolgozó üzemek önköltségét.

Ugyanakkor a kaolin feldolgozására építendő gyár beruházási költségei nagyobbak, mint a bauxitfeldolgozó gyáré és ennek megfelelően nagyobb a megtérülési idő is. Ezt az váltja ki, hogy kaolin dúsítóüzemet kell építeni, nagy a kaolin-koncentrátum nedvességi tartalma (75%), és ennek megfelelően az elegy nedvesség tartalma is, ami az elegy zsugorításához szükséges tőkeigényes berendezések mennyiségének növeléséhez vezet.

Ezenkívül a bauxitfeldolgozó üzemekhez képest nagyobb anyagáramok miatt szintén nagy mennyiségű berendezés szükséges a többi műveletnél is.

A nefelint feldolgozó gyárhoz képest a kaolint feldolgozó gyár beruházási költségei kevéssé térnek el, az előbbiek megtérülési ideje azonban lényegesen kisebb, mivel a melléktermékként keletkező szóda és hamuzsír nagy hasznot hoz.

A kidolgozott eljárás és az apparatív-technológiai folyamatábra alkalmazható számos természetes nagy kovasavtartalmú alkálimentes alumínium nyersanyag-fajtához (kaolinok, szénpala, széndúsítási és termelési hulladékok, argillit, hamu stb.).

IRODALOM

[1] *Eremin N. I.:* Proc. 2. Int. Symposium ICSOBA, Budapest, Vo. 3. 329. (Publ. 1971).
[2] *Logomerac G.:* Travaux ICSOBA 6. 149. (1969).
[3] *Parker G. V.:* Proc. 3. Int. Symposium Chem. Cement, London, 1954. 487.
[4] Kompleksznoe iszpol'zovanie bokszitov. VAMI-FKI közös Közlemény 1. köt. Budapest, 1971.

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

600 éves a stuttgarti pénzverő

A stuttgarti pénzverő a múlt év május végén ünnepelte alapításának 600 éves évfordulóját. A pénzverő a pénzverés jogát már 1374-ben megkapta és így egyike a legrégibb pénzverőknek az NSZK-ban. Saját tervezésű berendezései a legújabbak Európában.

METALL, 1974. 7f. 647 o.

*

Az *Aluminium Association* New York legújabb számításai alapján az alumínium kohótömb és a hengerelt alumíniumtermék szállítása az 1972. évi 5,39 millió t-ról 1973. évben 21,7%-kal növekedett 6,56 milló t-ra.

METALL, 1974. 7f. 651 o.

Ferdebolygós hengermű körszelvényű rudak és huzalok gyártására

Az ausztenites krómnikkelacél hengerekkel ellátott új ferdebolygós hengermű jól használható körszelvényű rudak és huzalok hengerlésére. A hengerlendő fém egy szúrással oly méretre nyújtható, amit eddig csak 6—8 állványos tandemsorral értek el. A berendezés előnye azon alapszik, hogy a kúpos hengerek nemcsak a saját tengelyük, hanem a hengerlendő anyag tengelye körül is forognak és előtolási sebessége is szabályozható a hengerek ferdeségének állításával. Az ilyen típusú hengermű előnye abban van, hogy kevés a beruházási- és az üzemköltsége, és kicsi a helyszükséglete.

Alumínium, 1974. 3. f. 237. o.

A világ legfontosabb színesfémeinek termelése és felhasználása 1971—1972. évben

Fém	Termelés			Felhasználás		
	1971	1972	Változás az előző évhez képest	1971	1972	Változás az előző évhez képest
	millió tonna		%-ban	millió tonna		%-ban
Alumínium	10,88	11,50	+5,7	10,57	11,54	+ 9,2
Cink	4,99	5,36	+7,4	5,00	5,45	+ 9,0
Nikkel	0,61	0,59	—3,3	0,52	0,58	+11,5
Ólom	3,89	4,01	+3,1	3,97	4,12	+ 3,8
Ón	0,22	0,23	+4,5	0,22	0,23	+ 4,3
Réz	7,35	8,00	+8,8	7,26	7,88	+ 8,5
Összesen	27,34	29,69	+6,3	27,54	29,80	+ 8,2
Hulladékfém....	6,06	6,38	+5,3	6,06	6,38	+ 5,3
Együttesen	34,00	36,07	+6,1	33,60	36,18	+ 7,7

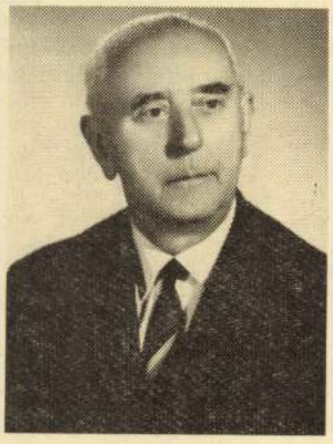
„Metallgesellschaft, AG. Frankfurt am Main Metallstatistik 1962—1972". Schweizer Aluminium Rundschau 1974. 6. f. 204. o.

K. J.

Köszöntő

Dr. Baránszky-Jób Imre 75 éves

Dr. Baránszky-Jób Imre okl. gépész- és közgazdasági mérnök, Egyesületünk régi tagja a közelmúltban töltötte be 75. életévét.



1899. november 11-én született Szigetszentmiklóson. 1922-ben szerezte meg a Budapesti Műegyetemen gépészmérnöki oklevelét, majd ugyanott 1924-ben közgazdasági mérnöki oklevelét. 1973-ban a Budapesti Műszaki Egyetemen, summa cum laude, műszaki doktorrá avatták.

Egy évig tanársegéd volt az egyetem Gépszerkezeti (Simanek) tanszékén, majd a GANZ gyárba került. Itt korszerű gépszerkezetekkel foglalkozott, szerkesztési főnök lett. A magyar járműipar fejlődése és a magyar járművek világviszonylatban is rangos neve nem kis mértékben köszönhető tevékenységének. 1941-ben a gyár igazgatóhelyettese lett.

A felszabadulás után az alumíniumiparba került, mint a timföldgyárak, alumíniumkohók vezető tervezője és létesítmény főmérnöke. 1954-ben újra a GANZ-hoz került főkonstruktőrként, majd pályája a Győri Vagongyárban folytatódott, ahol műszaki vezető, illetve vállalati főkonstruktőr volt. 1963-ban ment nyugdíjba, de eseményekben gazdag műszaki pályája ezzel nem szakad meg. Nyugdíjasként először az OMFB-ben, majd az Alumínium Alkalmazástechnikai Központban az alumíniumipar központi fejlesztési kérdéseivel foglalkozott, s foglalkozik ma is kiemelkedő aktivitással s a tőle megszokott pontossággal.

Dr. Baránszky-Jób Imre jelentős szakirodalmi tevékenységet mondhat magáénak. Megjelent több könyve, melyek közül a legjelentősebbek: „Vasúti kocsi kézikönyv" „Alumínium a járműiparban" és „Az alumíniumról" c. művei. Ezenkívül közel száz cikk került ki tolla alól, amelyek közül számos a lapunkban látott napvilágot. Cikkei a magyaron kívül még 6 nyelven jelentek meg.

Szeretettel köszöntjük, további jó egészséget kívánunk 75. születésnapja alkalmából.

N. K.

Szakosztályi hírek

Ipargazdasági klubdélután Mosonmagyaróváron

1974. október 14-én ipargazdasági klubdélután volt a szakosztály mosonmagyaróvári helyi csoportjánál. A vitaindító előadást *dr. Galambos Sándor*, az ipargazdasági szakcsoport szervezőtitkára tartotta *„Prompt igények, kézi beszerzések és az ellátás időszerű közgazdasági kérdései"* címen. Az előadása a termelés és az anyagi-műszaki ellátás összefüggéseivel, az A-B-C analízis vizsgálati módszereivel, a kézi beszerzések növekedésének okaival és következményeivel, az ellátási információk áramlásával, továbbá az oktatás szervezése érdekében teendő intézkedésekkel foglalkozott.

Az előadást élénk vita követte, amelynek keretében a felszólalók a termelés általános nehézségeit, a műszaki fejlesztés és az anyagellátás összefüggéseit, a piaci háttér problémáit, a tipizálás lehetőségeit, a készletgazdálkodás egyes kérdéseit, végül az elfekvő készletek hasznosításával kapcsolatos feladatokat tárgyalták.

Ez a klubdélután is azt mutatta, hogy helyénvaló és hasznos az ipargazdasági szakcsoport és a helyi csoportok közgazdasági együttműködése.

G. S.

Pályázat

A Veszprémi Akadémiai Szakbizottság Alumíniumipari Munkabizottsága pályázatot hirdet az alábbi címmel: „Hazánk alumínium-, acél- és műanyagiparának optimális fejlesztési arányai az ezredfordulóig".
(iparágak fejlődésének mutatói — a termelés és a termékek felhasználásának optimális egyensúlya — a termelési és fogyasztási szerkezet elemzése — export-import-mérleg — gazdaságossági kutatások)

I. díj	**10 000 Ft**
II. díj	**6 000 Ft**
III. díj	**4 000 Ft**

Beküldési határidő: 1975. október 31.

Pályázhatnak tudományos vagy gyakorlati munkakörben dolgozó egyéni kutatók és kutató kollektívák, attól függetlenül, hogy tagjai-e a Veszprémi Akadémiai Bizottságnak illetve a Veszprémi Akadémiai Bizottság valamely szakbizottságának.

A pályázatot 5 példányban a VEAB Titkársága (8201 Veszprém, Pf. 28.) címre kell beküldeni. A pályamunka kidolgozásával kapcsolatos további információ ügyében a VEAB Titkárságához lehet fordulni.

A pályázatok terjedelmét a VEAB nem kívánja korlátozni.

A bíráló bizottság fenntartja a jogot, hogy pályadíjakat megosszon, illetve visszatartson, amennyiben megfelelő tudományos színvonalú mű valamelyik meghirdetett témakörből nem érkeznék be.

Az 1975. október 31-ig beküldendő pályázatok eredményhirdetésére a VEAB 1975. decemberi plénumán kerül sor.

Veszprémi Akadémiai Bizottság

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

108. ÉVFOLYAM



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1975. FEBRUÁR HÓ
2

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал **Металлургия**
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen **Hüttenwesen**
Mining & Metallurgical Journal **Metallurgy**

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. 105.
Tel.: 426-795

TARTALOM

DR. HORVÁTH ZOLTÁN: A kohászat fejlődésének, az egyetemi oktatásnak, nevelésnek és kutatásnak egymásra gyakorolt hatása 49

DR. HORVÁTH JÁNOS: A hazai nyersvasgyártás ércbázisa 56

DR. PROHÁSZKA JÁNOS: Új módszer hideghengerelt és húzott termékek hőkezelésére 61

DR. SZŐNYI ZOLTÁN: Az acélgyártási folyamatok matematikai modellezésének módszerei és alkalmazási lehetőségei 67

Könyvismertetés 71
Beszámoló konferenciáról 72
Egyesületi hírek 73
25 éves a Lőrinci Hengermű 76
Az Annaberg melletti frohnaui hámor 77

FÉMKOHÁSZAT

SILLINGER—SCHNEIDER: Alumínium elektronizáló kádak gázelszívásának hatékonysága 79

DR. SCHIPPERT—SAPSÁL: A befogási szög, semleges szög, súrlódási tényező és a lineáris keményedési tényező közötti összefüggés hideghengerléskor 83

DR. KLUG OTTÓ: A dielektromos méréstechnika alkalmazása a timföldgyári elemzéseknél 88
A magyar alumínium ipar hírei 94
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek 94

ÖNTÖDE

25 éves az Öntöde 25

VIDA LÁSZLÓ: Öntöttvas rudat gyártó, horizontális elrendezésű, folyamatos öntőberendezések üzemeltetése során szerzett tapasztalatok 26
Szabványosítási hírek 32

IVANOV, D. P.—SEBATINOV, M. P.: A grafit szerkezete az öntöttvasban 33

RÁCZ OTTÓ: Az öntödei kőszénliszt és helyettesítő anyagai 37

BOENISCH, D: Formázóanyagok elektronmikroszkópos vizsgálata 40

DMITRIJ PETROVICS IVANOV 43

Szakosztályi hírek 43
Könyvismertetés 48

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 426-795.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

75.2., 3979 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16. **F. v.: Povárny Jenő**
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámára.
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.
Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770.
Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft.

Index: 25,155

CONTENTS

Dr. Z., Horváth: **The interactions of metallurgical progress, University teaching, education and research** ..... P 49

The author reviews the metals produced today by metallurgy and the main methods of production. He discusses the curriculum of the education of metallurgical engineers and the development of the Institutes for Metallurgy at the University of the Heavy Industry in Miskolc.

Dr. J., Horváth: **The ore base of Hungarian ironmaking** ..... P 56

Iron ore supplies about 70% of the iron requirements of international siderurgy. The ratio of the ore produced by the sole Hungarian iron ore mine in the blast furnace ore charge has decreased from 10% to 7% in the last 10 years. Hungarian ironmaking will be based in the future — within the frame of integration — mainly on the Krivoj Rog and Kursk iron ores. The author analyzes the Soviet iron ore reserves, the available enrichment processes and the pelletizing possibilities. Finally he touches on the situation of the manganese ore reserves.

Dr. J. Prohászka: **A new method for heat treating cold rolled and drawn products** ..... P 61

The author describes the novel heat treating process developed at the Technical University of Budapest for the reduction of the heat treating cycle. The process employs an extremely rapid heating of a relatively short section of the product. Special contact types, developed in five years' research, have resulted in a reduction of the several hundred meters length of traditional furnaces to 3—5 meters. By modifying the heating current a series of steel microstructures and properties can be realized; this would be impossible in traditional heat treatment. The longitudinal variation of properties in products heat treated by the novel method shows much smaller inhomogeneities than in the case of a continuous annealing furnace or bell furnace.

The power consumption is less than in traditional heat treatment. The investment costs are much lower, mainly because of the much smaller furnace length.

Dr. Z., Szőnyi: **The methods and applications of the mathematical modelling of steelmaking processes** ..... P 67

The complex automation of steelmaking processes requires first of all an optimized and automatic control of the technological processes. The author reviews the differential equations published in technical literature for the steelmaking processes. He describes the polynomial model and the most widely employed balance method. He discusses the advantages and drawbacks of the various mathematical models. Their application requires an electronic computer.

N. Sillinger—M., Schneider: **The effectivity of gas removel by suction from aluminium electrolyzing baths** ..... P 79

The authors describe the results of measurements carried out at the Aluminium Electrolyzing Plant Ajka to determine the critical amount of gas to be removed for a 100% elimination of anodic gas by suction from the electrolyzing baths, as a function of the sealing of the anode mantle. The influence of increased gas removal on the heat balance of electrolysis is discussed on the basis of measurements and calculations.

Dr. L. Schippert—Miss V. Sapsál: **The relationship between the angle of nip, the neutral, angle, the coefficient of friction and the linear coefficient of hardening in cold rolling** ..... P 83

An cold rolling the strength propertie- of materials change and materials harden. The Ekelund—Pavlov relationship between the angle of nip and the coefficient of friction does not take into account the change of strength properties of the materials during rolling. The paper recommends a modification of this relationship which expresses the influence of hardening.

Dr. O. Klug: **Application of dielectric measuring technique in the analysis of the alumina production** ..... P 88

Author give a summary of the collective research work for the alumin industry. The dielectric moisture measurements in laboratory and plant for humidity determination of bauxite and aluminahydrate, as well the automatic moisture meter for powders; Dieluator and the determination of dielectric constant of alumina are discussed.

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
DR. FUCHS ERIK, GARAY LÁSZLÓ, KOLOSY ERNŐ, RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, CSEH MIKLÓS, DR. HAJTÓ NÁNDOR, HARRACH WALTER, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KEZDI ÁRPÁD, KOLLÁR SÁNDOR, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZÜCS ENDRE, VAS IVÁN, DR. VERŐ BALÁZS.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

108. évfolyam 2. szám 1975. február

A kohászat fejlődésének, az egyetemi oktatásnak, nevelésnek és kutatásnak egymásra gyakorolt hatása*

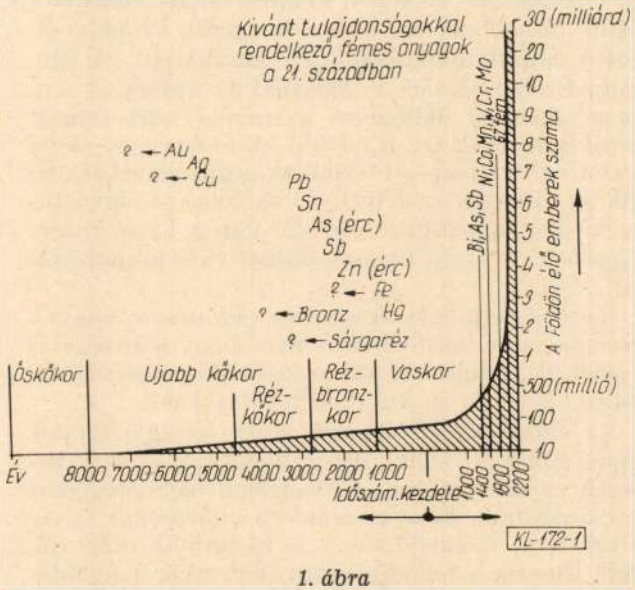
Dr. HORVÁTH ZOLTÁN tszv. egyetemi tanár
Nehézipari Műszaki Egyetem

DK: 669 : 378

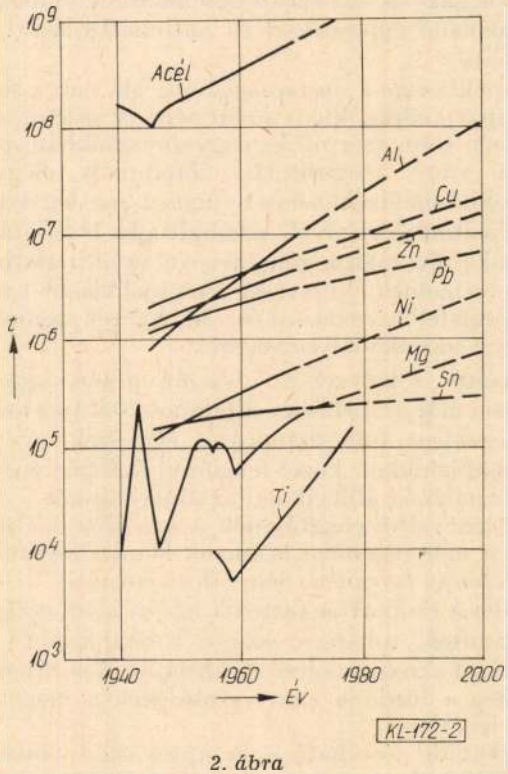
A tanulmányban a szerző áttekinti a kohászat által jelenleg előállított fémeket és a legjelentősebb mai gyártási eljárásokat. Részletesen ismerteti a hazai kohómérnök-képzés tananyagát, valamint a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem kohászati tanszékeinek fejlődését.

Előadásomat 2 ábra bemutatásával szeretném kezdeni. Ezek közül az *1.* azt szemlélteti, hogyan változott az idők folyamán az emberiség lélekszáma és az ember milyen időszakokban ismerte meg az egyes fémeket. Az ábra szerint az emberiség létszámának a fejlődése a 17. századig közel egyenes vonalú volt, ebben az időszakban azonban exponenciálissá vált. Extrapolálással az várható, hogy a 21. században már 10—20 milliárd ember fémigényét kell kielégíteni.

* Előadásként elhangzott szept. 7-én Miskolcon a Nehézipari Műszaki Egyetem alapításának 25 éves évfordulója alkalmával rendezett tudományos ülésszakon.



1. ábra



2. ábra

Az ábra azt is mutatja, hogy az emberiség kb. 7000 évig csak 10 fém létezéséről tudott, további 10 fém megismerésére már csak 800 esztendőre volt szükség, az utóbbi másfél évszázadban pedig több, mint 60 fémet fedeztek fel.

A *2. ábra* arról tájékoztat, hogy a leggyakrabban használt fémek évenként kohósított mennyisége hogyan változott az idővel. Ebből az állapítható meg, hogy a fémek közül még ma is az acél az egyeduralkodó. A belőle évenként előállított mennyiség közel 2 nagyságrenddel több, mint a sorrendben jelenleg utána következő alumíniumból. Az ábrából az is kitűnik, hogy az egyes fémek kohósí-

tott mennyiségénél a fejlődés üteme nem azonos. A legnagyobb a titánnál, utána az Al, acél, Ni, Mg, Cu, Zn következik.

A kohászatban az egyre fokozódó mennyiségi igényeket úgy kell kielégíteni, hogy közben gondoskodni kell a fémes hulladékok újrahasznosításáról, a korlátozott mennyiségben rendelkezésre álló nyersanyagokból egyre kisebb fémtartalmúakat kell feldolgozni, a földkéreg nagyobb mélységeiben vagy a tengerfenéken található fémtartalmú anyagok feldolgozására is fel kell készülni, a kohósítás során a környezetet az egyre nagyobb mennyiségben keletkező, szennyező melléktermékek káros hatásától védeni kell, és egyre jobb minőségű, egyre újabb tulajdonságú fémes anyagokat kell gazdaságosan az ipar részére biztosítani.

Ezeknek a mennyiségi és minőségi igényeknek háromféleképpen tehetünk eleget.

Először úgy, hogy növeljük a jelenleg is használt technológiák és berendezések *termelékenységét*. Ez a méretek növelése mellett a kiinduló anyag jobb előkészítésével, az anyag- és hőátadási feltételek jobb biztosításával, az anyaggal, energiával és munkaerővel való jó hatásfokú gazdálkodással, hatásos gáz- és víztisztító berendezések építésével, messzemenő gépesítéssel és automatizálással biztosítható.

Jó példa erre a *nyersvasgyártás*. Ma már a fejlettebb ipari országokban a régi néhány száz m^3-essel szemben több ezer m^3-es nagyolvasztókban, pelletezett vagy zsugorított, előredukált elegyből, nagyobb hőmérsékletű és nyomású, esetleg oxigénben dúsított levegővel, szénhidrogén-befújatással, a munkafolyamatok gépesítésével és automatizálásával termelnek nyersvasat a réginél kisebb anyag- és energiafelhasználással és a környezet szennyeződésének megakadályozásával.

Hasonló a helyzet az *alumíniumkohászatban* is, ahol ma már az 1945-ben általános 20 kA-es kádakkal szemben 100—200 kA-es egységekben, jobb áramhatásfokkal, közel feleannyi fajlagos energiafelhasználással állítják elő az alumíniumot.

Az igények kielégítésének a *második* módja az, hogy a már régebben is ismert kémiai folyamatot *új felépítésű berendezés*ben valósítják meg.

Ebbe a csoportba tartozik az *oxigénes acélgyártás*, aminek rohamos, szinte robbanásszerű térhódítását az oxigén olcsó előállításának és a fürdőre, illetőleg a fürdőbe való vezetésének a megoldása tette lehetővé.

Ugyanide sorolható a komplex ólom-cinkércek pörkölékének aknáskemencében való kohósítására alkalmas *Morgan-eljárás*. Ez azért terjedhetett el aránylag rövid idő alatt, mert a torok hőmérsékletének 700 °C fölé fűtésével és a cinkgőz porlasztott ólommal való gyors hűtésével meg tudták akadályozni a cinkgőz visszaoxidálódását. Ennek az eljárásnak a gyors elterjedését az is elősegítette, hogy a kondenzálásnál keletkező ólom-cink-ötvözet alkotóinak elkülönítésére folyamatos, vákuumban cinktelenítő és jól működő berendezést sikerült építeni.

A szükségletek kielégítésének *harmadik* csoportjába azok az eljárások tartoznak, amelyeknél merőben új *kémiai reakció segítségével* állíthatnak elő fémeket. Ide tartozik a halogénmetallurgia, az ioncsere, oldószeres extrakció, biometallurgia, nyomás alatti lúgzás és kiejtés, fémvegyületből álló oldható anóddal való elektrolízis, vákuummetallurgia, amalgámmetallurgia, plazmametallurgia.

A kohász ezekkel a kohósító eljárásokkal csak abban az esetben tud gazdaságosan, a kívánalmaknak megfelelő fémet előállítani, ha ismeri a kohósításnál előforduló anyagok szerkezetét és tulajdonságait, a lejátszódó kémiai reakciók egyensúlyát és kinetikáját, ki tudja választani a legalkalmasabb berendezést, ismeri és kézben tudja tartani az anyag- és energiaátadás törvényszerűségeit, biztosítani tudja a környezet hatásos védelmét, a munkafolyamatokat folytonossá teszi, gépesíti és automatizálja.

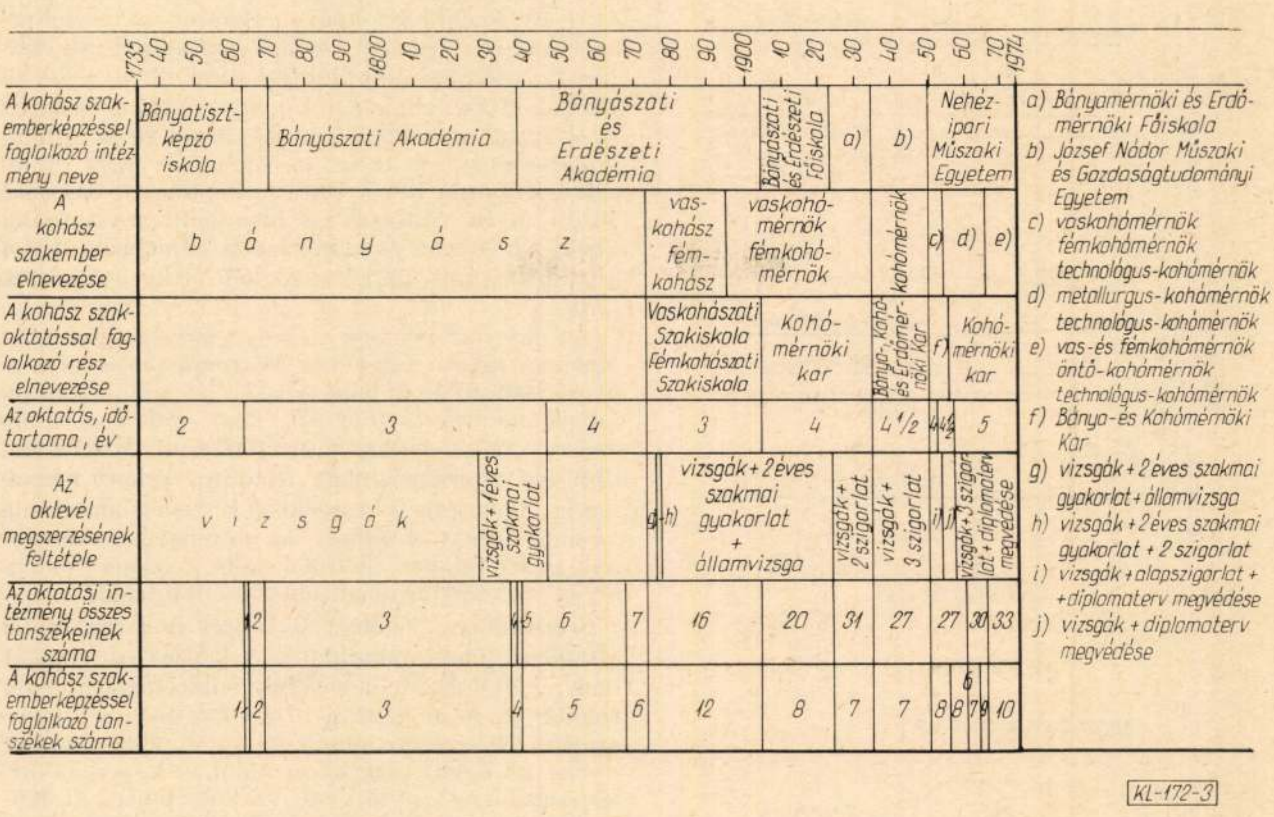
A munkafolyamatok folyamatossá tétele nemcsak a fémelőállító eljárások szakadatlanná tevését jelenti, hanem a lépések számának csökkentését, ezeknek az öntő, alakító, továbbfeldolgozó eljárásokkal való összevonását is. Így született meg a réz kohászatában a röptében való olvasztás, a Worcra-, Noranda-, Mitsubisi-eljárás, az ólom kohászatában a módosított reagáló olvasztás, így valósulnak meg a folyamatos öntő, öntve hengerlő eljárások, a vizes oldatból közvetlenül lemezt vagy huzalt előállító elektrolizáló munkamódok, az olvadékból azonnal félkész terméket szolgáltató Dip forming-eljárás.

Itt szeretném megemlíteni azt, hogy a *határok* nemcsak a kohászaton belül a kémiai metallurgia, az öntészet és a fémalakítás között *kezdenek elmosódni*, hanem a bányászat, kohászat, vegyészet és gépészet között is. Erre példa a föld alatti lúgzás, őrölt salakok flotálása, Torco-eljárás és a porkohászat.

A világszerte tapasztalható fejlődést a *hazai kohászat* is iparkodott követni. A méretek növelése volt tapasztalható, pl. a nagyolvasztóknál, timföldgyáraknál, alumíniumkohókban, hengerműveknél, öntödékben. A folyamatos öntést kísérleti jelleggel az LKM-ben próbálták ki, jelenleg üzemszerűen a Dunai Vasműben és az Ózdi Kohászati Üzemekben termel. A művelet folyamatos öntéssel fejeződik be a Csepeli Fémmű OFHC-rezet előállító üzemében, az öntve hengerlő Properzi-eljárást alumíniumkohóinkban használják. A Mecseki Ércbányászati Vállalatnál az uránércet ioncsere, illetőleg oldószeres extrakció közbeiktatásával dolgozzák fel, a meddő urántartalmát pedig óriási halmokban baktériumok segítségével lúgozzák ki. Döntés született az oxigénes acélgyártás hazai megvalósításáról, és szó van a hazai rézérc röptében olvasztó berendezésben való kohósításáról.

Ez a most közölt áttekintés vázlatos és nagyon hézagos, arra azonban alkalmas, hogy segítségével kijelöljük a kohómérnökképzéssel kapcsolatos oktatási, nevelési és kutatási feladatokat.

Az előzőkből következik, hogy az egyetemnek *olyan kohómérnököket* kell kibocsájtania, akik képesek az üzemekben már meglevő technológiákat korszerűsíteni, képesek modern eljárásokat bevezetni és új technológiákat is ki tudnak dolgozni, akik ismerik a fejlődési irányokat, akik a fejlődés



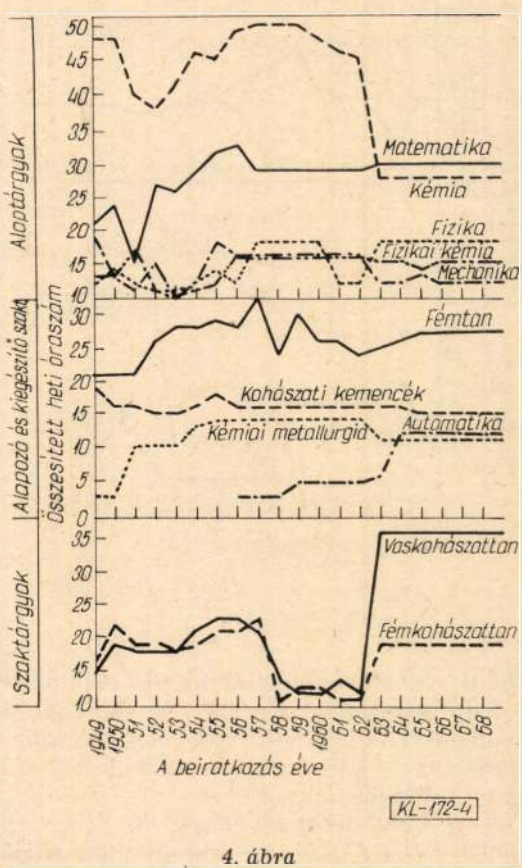
3. ábra

érdekében, szakmaszeretetből, örömmel, lelkesedéssel és eredményesen dolgoznak.

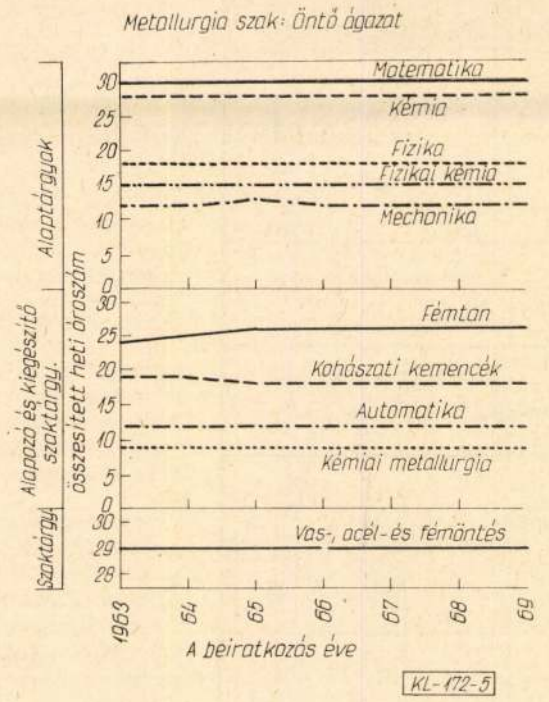
Hogy az egyetemről kikerülő kohómérnök ezeknek a feladatoknak meg tudjon felelni, olyan alapos társadalomtudományi, gazdasági, matematikai, fizikai, kémiai, fizikai-kémiai és mechanikai ismeretekkel kell rendelkeznie, amelyek birtokában később nagyobb nehézség nélkül tudja magát továbbképezni, jól ismeri az *alapozó szaktárgyak* (kémiai metallurgia, elméleti öntészet, a képlékeny alakítás elmélete) elvi összefüggéseit, biztosan tudja a *szaktárgyak* (vaskohászattan, fémkohászattan, öntészet, képlékeny alakítástan és kohógéptan) elvi alapjait, és használható módon ismeri a *kiegészítő szaktárgyak* (fémtan, kohászati kemencék és automatika) anyagát. Fontosnak tartom, hogy lássa az egyes tárgyak közötti kapcsolatot, ezek egymásra utaltságát, szerepét jövendő munkájában, és rendelkezzék azzal a képességgel, hogy a tanultakat teljesen új körülmények között is tudja biztonsággal alkalmazni.

Ennek a célnak a megvalósítására megfelelő keretek kellenek, azután ezeket a kereteket kell tartalommal kitölteni.

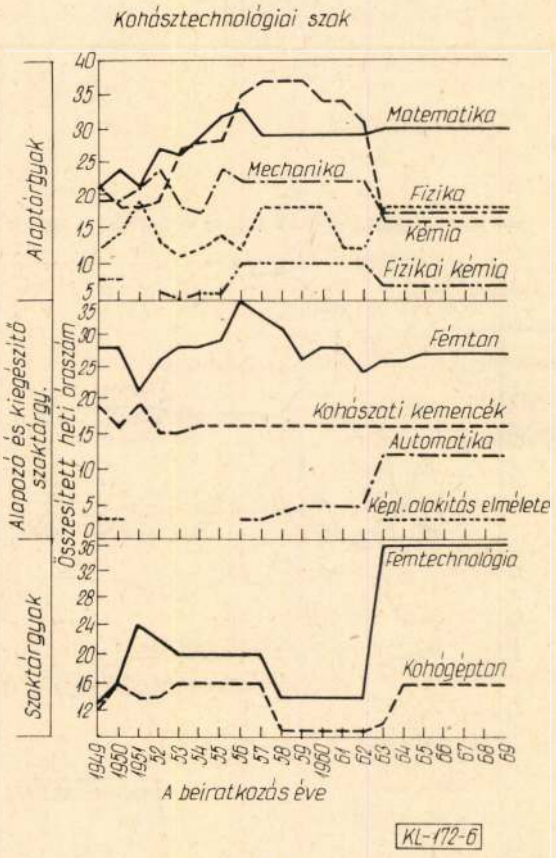
A Kohómérnöki Kar részére az elmúlt 25 évben az oktatásnál rendelkezésre álló *félévek számát* a *3.*, az órakereteket pedig a *4—6. ábra* mutatja. Az előző arról tájékoztat, hogy az 1949-ben és 50-ben beiratkozottak 8, az 1951—55-ben kezdők 9 félév alatt végeztek, 1956 óta pedig 10 félév a képzés időtartama. Ez alatt az idő alatt az 1949—1950-ben kezdettek, vagy vaskohászként, vagy fémko-



4. ábra



5. ábra



6. ábra

hászként, vagy technológusként végeztek, az 1951—1962-ben beiratkozottak vas- és fémkohász, ill. technológus kohómérnöki oklevelet kaptak, 1963 óta pedig vas- és fémkohászokat, öntőket és technológusokat képezünk.

A *4—6. ábrából* az olvasható ki, hogy az egy hétre eső *félévi óraszámok* összege matematikából 21-ről 30-ra, ill. 35-re, fizikából 12-ről 18-ra nőtt, a kémiáé 48-ról 28-ra csökkent, a mechanikáé a vas- és fémkohászoknál, valamint az öntőknél 19-ről 12-re csökkent, a technológusoknál nem változott, a kémiai metallurgiáé 3-ról 11-re, a képlékenyalakítás elmélete 0-ról 8-ra nőtt, a szaktárgyak közül a vaskohászattané 15-ről 36-ra, a fémkohászaté 16-ról 19-re, az öntészeté 9-ről 29-re, a kohógéptané 12-ről 16-ra, a képlékeny alakításé 13-ról 36-ra változott, a kiegészítő szaktárgyak közül a fémtané és a kohászati kemencéké közel állandó maradt, az automatikáé pedig 0-ról 12-re nőtt.

Az oktatást jelenleg a Bánya- és Gépészmérnöki Karhoz tartozó tanszékek közreműködésével a *7. ábrán* látható 10 kohász tanszék látja el. Itt külön kiemelendőnek tartom azt, hogy *1965-ben önálló öntészeti és automatika tanszék* létesült. Mind a két oktatási egységnek nagy feladatot kellett megoldania. Az öntészeti tanszéknek ki kellett alakítania az öntő ágazat oktatását, az automatikai tanszéknek pedig teljesen elölről kellett kezdenie, és így kellett bevezetnie az automatika oktatását.

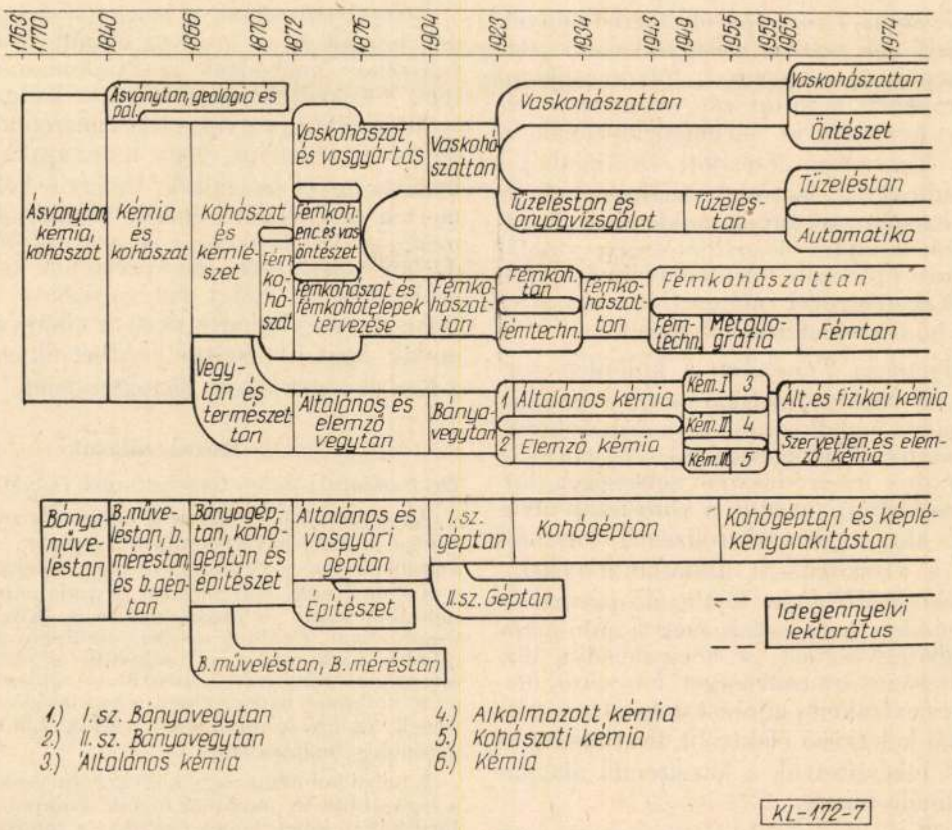
Szerintem a kohómérnökképzés óraszámkeretei általában jónak mondhatók. A képzés színvonalát nem a heti óraszámok lényeges módosításával lehet tovább javítani, hanem a *tartalom* még *színvonalasabbá tételével*. Az elmúlt 25 év alatt az oktatott anyag az egyes tárgyakon belül is kicserélődött, korszerűbb lett, új tárgyak, szakok épültek ki. Különösen növekedett a a *diplomatervező* feladatok színvonala. Ma már ezek mindegyike konkrét üzemi, tervező és kutatóintézeti vagy tanszéki kutatási problémákhoz kapcsolódik. Készítése közben a hallgatók megismerkednek a legmodernebb kutatóeszközök (röntgen, elektronmikroszkóp, mikroszonda, elektronspin-rezonanciamérő, vákuumkemencék, ioncsere, oldószeres extrakció, izotópos vizsgálat) egy csoportjával, és egyre inkább készítenek a kísérleti eredmények értékelésére számítógépes programot. A hallgatók igen nagy ambícióval, lelkesedéssel készítik ezeket a tervezőket, egyetemi pályafutásuk betetőződésének tekintik őket. Több diplomatervező feladatról jelent meg kisebb-nagyobb terjedelmű ismertető a szaklapokban, sokat minősített az Állami Vizsgáztató Bizottság az iparban is hasznosíthatónak, sőt szabadalom is született belőlük.

Nem egy hallgató kapott jó diploma-munkája alapján jobb állást, nagyobb kezdőfizetést.

Sok eredményt értünk el a *Tudományos Diákkörben* dolgozó hallgatókkal is. Kohómérnökhallgatóink egyetemi, országos és nemzetközi Tudományos Diákköri Konferenciákon 1963 óta 131 díjat kaptak, tehát sokat és jól szerepeltek.

A diplomatervek és TDK-munkák készítésénél kialakuló *munkakapcsolatok* nemcsak arra alkalmasak, hogy a tanszékek bevezessék a hallgatókat a kutató munkába, megismertessék a kutatások nehézségeit, a sikeres munka tiszta örömét, hanem arra is jók, hogy az oktatók és hallgatók közel kerüljenek egymáshoz, kicseréljék gondolataikat, szakmai és a mindennapi problémákról vitatkozzanak, egyszóval az előadások és gyakorlatok mellett itt is bő alkalom nyílik a nevelésre.

A Kohómérnöki Kar jelenlegi tanszékeinek kialakulása



1.) I. sz. Bányavegytan
2.) II. sz. Bányavegytan
3.) Általános kémia
4.) Alkalmazott kémia
5.) Kohászati kémia
6.) Kémia

KL-172-7

7. ábra

A sok szép eredmény ellenére a helyzeten mégis van *javítani való*. Elsőrendű fontosságúnak tartom, hogy az *alapozó szaktárgyakat* minden jelenlegi kohómérnök-hallgató halgassa, a *tanszékek közelebb kerüljenek egymáshoz*, az eddiginél jobban ismerjék egymás munkáját, az alaptárgyi tanszékek a szaktárgyak szemüvegén át ismertessék és sajátíttassák el anyagukat, a szaktanszékek pedig az eddiginél jobban támaszkodjanak az alaptárgyi ismeretekre. Csak egymástól tanulva, az egyes anyagrészeket egységes szemlélettel oktatva, az átfedéseket megszüntetve, a fogalmakat és alapelveket együttesen tisztázva mutathatjuk meg a szakma szépségét, népgazdasági jelentőségét, fejlődési irányait, lehetőségeit, csak így alakíthatjuk ki az új iránti lelkesedést, csak így fejleszthetjük ki azt a képességet, amelynek birtokában végzett mérnökeink a különféle problémákat sikeresen meg tudják oldani.

Oktató és nevelő munkánk minden bizonnyal eredménytelen lett volna, ha nem vettünk volna részt a *magyar* és *nemzetközi kohászat* vérkeringésében. Ez *részben* úgy volt megvalósítható, hogy évről évre szervezünk mérnöktovábbképző tanfolyamokat, időnként indítunk szakmérnöki tanfolyamokat, különféle konferenciákat tartunk, illetve itthon és külföldön tevékenyen részt veszünk ilyeneken, *részben* pedig úgy, hogy a kutatási témákat az MTA, az ipari minisztériumok, kohászati üzemek legfontosabb kutatási feladatai közül választjuk.

Arra itt nincs lehetőség, hogy minden kutatási témát felsoroljak. Szemléltetés kedvéért a legfontosabbakat említem meg. Az *Általános és Fizikai Kémiai* Tanszéken vizes oldatok szerkezetének a vizsgálatára külön iskola alakult ki, itt az elektrolitoldatok sűrűségének, gőznyomásának, fajlagos elektromos vezetésének, viszkozitásának a mérésével határozták meg a különféle termodinamikai tulajdonságokat, és ezek alapján következtettek az ionok fajtáira, a hidrátburokban elhelyezkedő vízmolekulák számára és eloszlására.

A *Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszéken* katalitikus, mikrokémiai, zárványmeghatározó elemzési módszereket dolgoztak ki, továbbfejlesztették a színképelemzést és neutron-aktivációs módszert dolgoztak ki az acél oxigéntartalmának gyors meghatározására.

A *Fémtani Tanszéken* korszerű röntgen- és elektronmikroszkópiai laboratóriumot alakítottak ki, és részt vesznek az országos szintű szilárdtestfizikai kutatásokban. Itt külön kiemelendőnek tartom azokat a vizsgálatokat, amelyeknél a halmazállapot-, ill. állapotváltozásoknál lejátszódó folyamatokat iparkodtak termodinamikailag magyarázni.

A *Tüzeléstani Tanszékből* fejlődött ki a TÜKI; itt jól működő gázkromatográfiai, lángvizsgáló és korszerű szilikátlabort építettek ki.

Az *Automatikai Tanszéken* van a NME legtökéletesebben kiépített analóg számítógéprendszere. Tervbírálatokon és tanulmányterveken kívül a

Tanszék képes irányítástechnikai berendezések prototípusát is megtervezni és kivitelezni.

A *Vaskohászattani Tanszéken* elért eredmények közül kiemelkedőnek tartom a nagyolvasztó salakok szerkezetének és a kohászati folyamatokban betöltött szerepének a kutatását, oxigénes acélgyártásnál a kénoxidáció mechanizmusának a vizsgálatát a Tanszéken létesített izotóplaboratóriumban radioaktív izotópok segítségével, az endogén- és exogén-zárványok eredetének kutatását, az acélok komplex dezoxidálószeres vizsgálatát, az ötvözés optimális körülményeinek radioaktív izotópok segítségével való meghatározását és az öntőtápfej hőmérsékletének felvételét.

A *Fémkohászattani Tanszéken* a különféle termodinamikai és reakciókinetikai alapvizsgálatok és mérések mellett foglalkoztunk a vasban és kovasavban dús baxitok feldolgozásával, vizsgáltuk a különféle bauxitok feltáródásának sebességét (különféle hőmérsékleten), mértük a vörösiszap-olvadékok és az alumínium-elektrolizisnél használt elektrolitnak a viszkozitását, alumínium-elektrolízisnél és más elektrolitos fémleválasztásnál is használható módon határoztuk meg a minimális fajlagos energiafogyasztást, a hőegyensúlyt biztosító és a gazdaságos áramsűrűséget, ioncserés, illetőleg oldószeres extrakciós eljárást dolgoztunk ki a rézraffinálásnál keletkező elektrolit tisztítására és többek között elkészítettük a létesítendő magyar rézkohó tanulmánytervét.

Az *Öntészeti Tanszéken* gömbgrafitos öntöttvasak dermedési tulajdonságainak mérésére korszerű elektronikus műszerrendszert építettek ki, cériummal és lantánnal való ötvözéssel szívós öntöttvasfajtákat kísérleteztek ki, és az öntödei nedves formázó homokok szerkezete és technológiai tulajdonságai között kvantitativ összefüggéseket állapítottak meg.

A *Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszéken* korszerű alakítástechnológiai laboratóriumot fejlesztettek ki, amelyikben végzett vizsgálatokkal továbbfejlesztik a képlékeny fémalakítás elméleti alapjait, és amelyik arra is alkalmas, hogy segítségével és üzemi mérésekkel meg tudják határozni az alakító gépek igénybevételét, az alakítás menetét, a termékek méretpontosságát, mechanikai és fizikai jellemzőit. Mint kiemelten fontos témával, az alumínium alakításával, az acélhengerművek termelékenységével és a csőgyártással foglalkoztak.

A Kohómérnöki Karhoz tartozó *Idegennyelvű Lektorátus* munkájából szeretném kiemelni az intenzív nyelvtanfolyamokat, amelyek keretében sok hallgató és oktató bővíthette igen hatásosan nyelvismereteit. Ugyancsak említésre méltó az a kezdeményezés, amellyel műszaki fordítókat akarnak kiképezni.

A Kar tudományos munkájának még ilyen vázlatos ismertetéséhez is hozzátartozik az, hogy a Karon 1961 óta 25 egyetemi oktató és 30, üzemben dolgozó kohómérnök szerzett egyetemi doktori fokozatot, részt veszünk az aspiránsképzésben, a Tudományos Minősítő Bizottság munkájában, és képviselve vagyunk minden olyan szervezetben, amelyik a magyar kohászat jövőjét hivatott kialakítani.

Befejezésül annak a meggyőződésemnek szeretnék hangot adni, hogy az elmúlt 25 évben a Kar tanszékei iparkodtak szaktudományukat fejleszteni, törekedtek arra, hogy a hallgatókat elmélyült elméleti és gyakorlati ismeretekkel ruházzák fel, és az bizonyos, hogy munkájukkal az emberi haladás ügyét szolgálták. De így is kellett tenniük, mert a szocializmus építése parancsolóan követeli meg a szakemberképzés és a kutatómunka szakadatlan fejlesztését, szervezettebbé és eredményesebbé tételét. Ezzel magyarázható az 1949 óta tapasztalható fejlődés, és ez az alapja és biztosítéka annak, hogy nyugodtan kezdhetjük el az Egyetem, a Kar életének újabb 25 esztendejét.

Hozzászólások

Dr. Sziklavári János főmetallurgus (LKM):

Az előadásból nemcsak a kohászati tudomány horizontja kötötte le figyelmünket, hanem — s úgy vélem valamennyien — örömmel és megelégedéssel figyeltünk a Kohómérnöki Kar oktatói és tudományos munkájának fejlődésére és eredményeire is. Köszönjük a Kar fáradozásait. Örülünk az elért eredményeknek, annál is inkább, mert ezek — a hallgatók és oktatók ismeretanyagának bővítésén keresztül — egyben az egész magyar kohászat ismereteinek a gazdaságosságát is jelentették, és így komponenssé váltak kohászatunk fejlődésének gyorsításában.

A hazai kohászat nagy kollektívája csak a teljes, tehát a legújabbat is magában foglaló szakmai ismeretanyag birtokában lehet képes egyrészt a ráháruló műszaki és gazdasági feladatok optimális megoldására, másrészt hazánk gazdasági adottságainak legjobban megfelelő közeli és távoli kohászati célkitűzések körvonalazására.

Többen összegezték már, hogy a műszaki gyakorlatban a szükséges ismeretanyag (a műszaki-tudományos ismeretek és a szakmai felkészültség) megszerzésének legfontosabb formái a mérnöki alapképzés, a továbbképzés, a műszaki tájékoztatás; további eszközei a szakirodalom és a dokumentáció; mindezek nélkülözhetetlen kiegészítője a tapasztalat. Nem kétséges azonban, hogy a továbbképzés, a műszaki tájékoztatás és bármely információs forrás csak akkor bővítheti hatékonyan a mérnök szakmai ismereteit, ha azok befogadásához biztos alapokkal rendelkezik: ha emlékezettárában maradandók az alapvető fizikai, kémiai, mechanikai és egyéb elengedhetetlen alapismeretek és világosak a szaktárgyak tudományainak alapvető összefüggései.

Kohómérnökeink szakmai ismereteinek vázát az az alapkézés adja, amelynek gazdája a NME Kohómérnöki Kara. A Kar egyben felelős azért, hogy az átadott ismeretanyag illeszkedjék és kapcsolódjék a hazai kohászat műszaki adottságaihoz, termelési és fejlesztési körülményeihez, valamint a kohászattal szemben támasztott követelményekhez. Egyetemünkről a gyakorlatba lépő kohómérnökök felkészültsége általában jó, fiatal mérnökeink többségükben helytállnak a rájuk váró munkában és legtöbbjük rövid idő alatt beilleszkedik munkahelyének szűkebb, majd tágabb kollektívájába.

A tanszéki kutatás felsorolt példái és a kutatás sokoldalúsága — úgy vélem — meglepik azokat a szakembereket is, akik a gyakorlat és a kutatás kapcsolatait rendszeresen figyelemmel kísérik. Nyomban felmerül az a gondolat, hogy vegyük igénybe tanszékeink kutatói szellemi potenciálját és felszerelését a fejlesztést szolgáló kutatásokban is.

A fejlesztő kutatások gyakran csak tanulmányok, amelyek nemzetközi tapasztalatra, licenckre és know-how-okra épülnek. Az ilyesféle tanulmányok azonban nélkülözhetetlenek, hiszen a fejlesztéssel beruházandó termelő üzemek a jövő üzemei lesznek, amelyeknek a jövő műszaki körülményei között kell majd dolgoz-

niuk és termelniök, a jövő korszerű technológiájával, gazdaságosan. A jövő üzemeit ezért csak nagyon alapos és sokoldalú műszaki és gazdasági ismeretek birtokában szabad megtervezni. A fejlesztő kutatások másik területe az új üzemek technológiájának kialakítása, a vásárolt megoldások adaptálása és általában a berendezések üzembe helyezésével járó előre várt és váratlan — a kutatás feladatkörébe vágó — problémák megoldása.

Számos példa bizonyítja, hogy az egyetem és főiskoláinak tanszékei e téren is eredményes munkát képesek kifejteni. A tanszéki kutatóbázisoknak részvétele a fejlesztő kutatásokban kölcsönös haszonnal jár, hiszen a téma kidolgozása kapcsán a tanszék is újabb és újabb ismeretekre és tapasztalatokra tesz szert, ezeket a mérnökképzésben is hasznosíthatja.

Megragadom a most adódó alkalmat arra is, hogy felhívjam az egyetem és az iparágat irányító szervek figyelmét a mérnöktovábbképzés fontosságára. Megnyugtató hogy az utóbbi években a tanszékek irányításával megélénkült a továbbképzés, emelkedett a színvonala és tartalma is jobban igazodott a gyakorlat követelményeihez. Reméljük, hogy a Kar leleményessége mindezt továbbfejleszti. Megtalálja a továbbképzés leggyakorlatiasabb és leghasznosabb formáit és a tartalom célratörő szelekciójának módszereit.

Azt kell szem előtt tartanunk, hogy ha a magyar kohászat lépést akar tartani a kor színvonalával, akkor szakembereinek fáradhatatlanul figyelemmel kell kísérniük az egyetemes kohászat tudományos és gyakorlati eredményeit. Ehhez szervezett információ útján hozzá kell segíteni őket. A fejlődés ezért azt követeli meg, hogy a gyakorlat üzemi, fejlesztő és tervező szakemberei az ismereteket szakszerűen szelektálva és tömörítve kapják. Ennek a szelektív és tömör információnak lehet leghatékonyabb rendszere a mérnöktovábbképzés.

Befejezésül engedjék meg, hogy hazai üzemeink gyakorlati mérnökeinek nevében köszönetet mondjak Egyetemünk és Karunk tiszteletre méltó kollektívájának a mérnökképzés fejlesztésben kifejtett munkájáért, az elért eredményekért.

Dr. Kiss Ervin tszv. egyet. tanár:

Az Egyetemek munkásságára régóta jellemző a komplex jelleg, értve ezalatt azt, hogy a szakemberek képzése és továbbképzése, tehát a primér oktató-tanító tevékenységgel mindig szorosan egybefonódik a tudományok művelése is. Nagyon sok olyan kiemelkedő tudományos eredményre lehetne hivatkozni, amelyek születési helye valamelyik egyetemi tanszék volt.

A műszaki egyetemek munkásságának ezen túlmenően sajátossága továbbá az is, hogy a szakemberképzés, valamint a továbbképzés és a tudományos kutatómunka mellett egyre nagyobb részt vállalnak az egyetem profiljának megfelelő iparágak műszaki fejlesztésében, konkrét termelési problémáinak megoldásában is. Fokozott mértékben érvényesül ez a tendencia a tudományos-technikai forradalom feltételei között, amikor a tudomány közvetlen termelőerővé válik.

1949 és 1959 között a tanszékeken folyó kutatómunkát — amelynek nemzetközileg is elismert eredményei születtek — elsősorban és alapvetően a tanszékvezető professzorok egyéni kutatási témái jellemezték. 1959-ben alakult meg Karunkon az Akadémiai Kohászati Munkaközösség az alábbi feladatokkal, célokkal:

— Öt kohászati tanszék alapkutatási tevékenységének egységes keretbe foglalása, koordinálása és támogatása.
— A tanszéki kutatóhelyek oktatóinak intenzívebb bekapcsolása a tudományos életbe.
— A kohászati tudományok alapkutatási bázisának megteremtése, majd későbbi kifejlesztése egy akadémiai intézetté.
— A tudományos munka kedvezőbb feltételeinek megteremtése részben anyagi támogatás, részben kutatói státusok biztosításával.

A tudományos tevékenységben nagy segítséget jelentett a korszerű laboratóriumok, műhelyek megépülése és az a nagyarányú anyagi támogatás, amit Főhatóságunkon kívül elsősorban az MTA és a Kohászati Üzemek vállaltak magukra. Az elmúlt évtizedben nagyrészt kialakultak a nagyértékű korszerű berendezésekkel felszerelt tanszéki kutatóhelyek, otthont adva az alapkutatásoknak, fejlesztő kutatásoknak éppúgy, mint a doktorandusoknak, a Tudományos Diákkörökben dolgozó hallgatóinknak és diplomatervet készítő szigorló mérnökeinknek is.

A kutatási témáink zöme országos kiemelt kutatási programokhoz kapcsolódik, több téma kutatása nemzetközi kooperációban folyik és egyre inkább reálitássá válik a Tanszékek közös komplex kutatási együttműködése. A 25 éves tudományos tevékenység részletes méltatása e helyen messzire vezetne, néhány fő vonása azonban a fentiek összegzéseként röviden így jellemezhető:

— az egyéni jelleget egyre inkább felváltja a kollektív jelleg,
— a témakörök közvetlenül kapcsolódnak az országos kutatási programokhoz
— egyre inkább kialakulnak a korszerű kutatás tárgyi feltételei
— a kezdeti, nagyrészt tisztán elméleti jellegű kutatások körei a laboratóriumok, műhelyek létrehozásával a kísérletezések, mérések, korszerű vizsgálatok irányában jelentősen kiszélesedtek
— az időszak második felétől kezdve évről évre növekszik a konkrét ipari kutató fejlesztő tevékenység volumene és színvonala is.

Egy évszázaddal ezelőtt a kohászat fogalomkörébe kizárólag a klasszikus metallurgiai műveleteket sorolták. A fejlődés során a metallurgia nagyarányú fejlődésével párhuzamosan rendkívül dinamikus fejlődést tapasztalunk a fémek alakítástechnológiájának, a fémből készült termékek választékának bővülése és a minőségi jellemzők korszerűsödése területén is. A hagyományos „kohászat" szakterülete tehát kiszélesedett és a jövőben egyre tovább szélesedik.

Az elmúlt 25 esztendőben a Kar igyekezett lépést tartani a fejlődéssel. Feladatunk azonban ennél több kell legyen, minthogy mindig az ipar konkrét fejlesztési problémái előtt kell haladjunk, már csak azon közismert tétel alapján is, miszerint „a ma tudománya a holnap technikája". Értelemszerűen következik ebből az is, hogy a fejlődést a tanszékek sokoldalú munkássága egyrészt a kikerülő fiatal mérnökök minél korszerűbb, igényesebb kiképzésével, a mérnökök postgraduális továbbképzésével indirekt módon, kutató-fejlesztő-tervező-szaktanácsadó műszaki tevékenységükkel pedig konkrétan és közvetlenül szolgálják.

LEGKÖZELEBBI SZAKOSZTÁLYI NAGYRENDEZVÉNYEINK

1. Anyagvizsgáló Napok Siófokon június 3—6-án

2. Hengerész Konferencia Aggteleken október I. felében

A hazai nyersvasgyártás ércbázisa

Dr. HORVÁTH JÁNOS okl. kohómérnök, igazgató
Vasipari Kutató Intézet

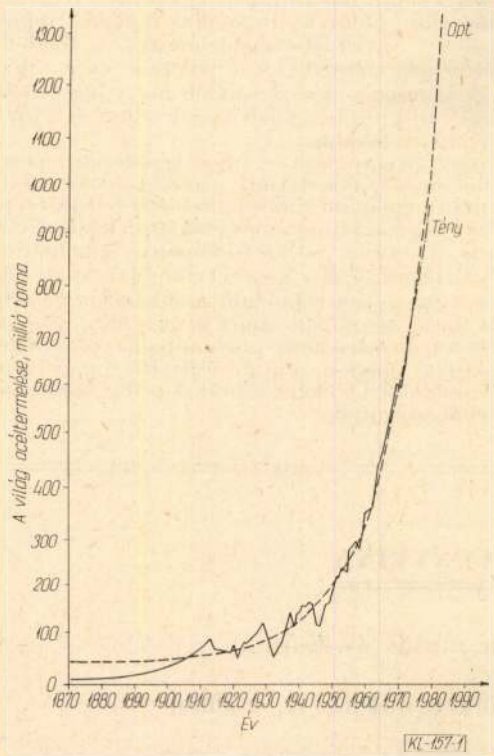
DK: 622.341 : 669.16 (439)

A világ vaskohászatának ferrum szükségletét kb. 70%-ban a vasérc szolgáltatja. Az egyetlen hazai vasércbánya érctermelésének részesedése a nagyolvasztók elegyében az utóbbi 10 évben 10%-ról 7%-ra csökkent. A hazai nyersvasgyártás hosszútávon az integráció keretein belül főként a szovjet Krivoj-Rog-i és Kurszk-i vasércekre épül. A tanulmányban a szerző elemzi a szovjet vasérckészleteket, áttekinti a szóbajövő dúsítási eljárásokat és a pelletezési lehetőségeket. Befejezésül érinti a mangánérckészletek helyzetét.

A gyorsuló technikai fejlődés velejárója az acéligény növekedés. Az elmúlt 15 év ékes bizonyítékát szolgáltatta annak, hogy az acélt helyettesítő fémek és ötvözetek, valamint a műanyag előretörése csak jelentéktelen részben történt az acél rovására, vagyis ezek az anyagok nagyobb részt önálló felhasználási területet találtak.

A vaskohászat továbbra is dinamikusan fejlődő iparág maradt, hiszen az utóbbi 20 év a mély változások időszaka volt, amit a termelési folyamat ismereteinek jelentős javulása, a kohászatnak mint tudománynak a gyors fejlődése és a műszaki fejlesztés magas színvonala jellemezett. Ezen tendenciák hatása alatt a vaskohászat termékei nagyobb választékúak lettek és megfelelnek a felhasználó sok és különböző követelményeinek.

Az *1. ábra* a világ acéltermelésének fejlődését mutatja. A görbéből jól látható, hogy az utóbbi évtizedekben az acéltermelés 11—12 évenként megkétszereződik (szaggatott vonal). 1973-ban már elérte a 696 millió tonnás éves szintet.



1. ábra. A világ acéltermelésének fejlődése

Ha feltételezzük, hogy az acéltermelés növekedési üteme megegyezik (és miért ne) az 1870-től kialakulttal, akkor 1980-ban a világ acéltermelése 950—1050 millió tonna (a 950 m tonnás szintnek a pont szaggatott vonal felel meg), 2000-ben pedig kb. 2500 millió tonna lesz.

Ha a világ vasérckészletét vizsgáljuk megállapíthatjuk, hogy az érckészlet elegendő. azonban a gazdaságosan kitermelhető ércmennyiség már jóval kisebb és közel 100 milliárd tonnára tehető. A világ vaskohászatának ferrum szükségletét kb. 70%-ban a vasérc szolgáltatja. Ez a tény egyben arra kötelez bennünket, hogy komolyabban foglalkozzunk az ércpiaccal.

Az utóbbi évtizedben igen komolyan fejlődött az ércdúsítási technológia, ennek következménye a finom szemcsés érc arányának növekedése, amely a pelletezés fejlődéséhez vezetett. A világ áruérc termelésén belül a 0,07—0,04 mm alatti szemcsézetű koncentrátumok aránya az áruérc Fe tartalmától lényegesen nagyobb mértékben növekszik. Az ilyen finomszemcsézetű ércek zsugorítása nehézkes és korlátozott, pelletezése viszont kimondottan előnyös.

A két darabosítási eljárás tehát igen jól kiegészíti egymást. A nagymértékű dúsításnak alávetett ércekből nyert koncentrátum szállítási nehézségeket is okoz, így közel azonos beruházási ráfordítások mellett is technológiai szállítási és kezelhetőségi okokból a pelletezés fog nagyobb mértékben növekedni.

Ezek után vizsgáljuk meg a hazai nyersvasgyártás ércbázisát.

Hazánk egyetlen komoly vasérc előfordulása Rudabányán van, ahol triász korú karbonátos kőzetekben metaszomatikus hatásra tömzsös-lencsés vaskarbonátos érckifejlődések alakultak ki. Az elsődleges és másodlagos (utólagos oxidációs zónában történő) átalakulás függvényében elkülönítünk 4 fajtát. Az előfordulás készlet adatai az *1. táblázatban* láthatók.

Az utóbbi 10 évben a kohóelegyben a rudabányai ércek felhasználása a *2. táblázat* szerint alakult.

A fentiekből megállapíthatjuk, hogy a rudabányai érchányad a kohóelegyben állandóan csökken; s ha a felhasználás üteme nem változik, a bánya legalább 50 évig művelhető. Rögtön megjegyzem, hogy a jelenleg felhasználásra kerülő ércekhez képest a rudabányai dúsított érc megfelelő árkondíciók mellett jó vashordozó a kohóelegyben. A felhasználási hányad csökkenésével a Cu és Ba hatása a vasra és salakra egyre kisebb jelentőségű.

Nem kívánok kitérni az egyéb hazai vaspótlókra, mert részesedésük a kohóelegyben jelentéktelen, de megemlítem, hogy a *vörösiszap* készletek ijesztő növekedése valamilyen feldolgozást sürget.

1. táblázat

1974. I. 1-i állapot szerint országosan nyilvántartott vasércvagyon

mt-ban

Megnevezés	Földtani vagyon	Kitermelhető vagyon	Előzőből ipari értékű	Földtani vagyonból A+B kategóriájú	Földtani vagyonból C_1 kategóriájú	Földtani vagyonból C_2 kategóriájú	Átlagminőség %-ban Fe	Átlagminőség %-ban Mn	Feltételezett (reménybeli) vagyon
1. Barna vasérc (limonitos), mely a pátvasércnek másodlagos külszíni oxidációjából jött létre	3,5	3,3	3,3	0,1	2,1	1,3	33,69	1,57	2,3
2. Pátvasérc (sziderit), mely a karbonátos kőzetek primér metaszomatózisával képződött	18,6	16,2	14,2	3,5	11,9	3,2	26,35	1,39	12,1
3. Ankerit, mely másodlagos oxidációval képződött alacsony vastartalmú limonitos mészkő.	3,6	3,3	2,3	—	1,9	1,7	20,95	1,14	4,3
4. Savanyú pátvasérc, magas SiO_2 tartalmú sziderit metaszomatózisának a terméke	20,6	17,5	—	—	12,1	8,5	21,67	1,30	2,5
Σ	48,3	40,3	19,8	3,6	28,0	14,7			21,2

2. táblázat

Rudabányai ércekkel bevitt összes vas*

Megnevezés	1965. tonna	1965. Fe%	1965. Fetonna	1970. tonna	1970. Fe%	1970. Fetonna	1973. tonna	1973. Fe%	1973. Fetonna
Rudabányai limonit	337 895	26,99	91 206	179 246	28,52	51 133	215 158	30,21	64 999
Rudabányai ankerit	76 669	20,87	16 001	—	—	—	—	—	—
Rudabányai dúsított	165 830	39,20	65 012	217 910	41,43	90 285	206 175	40,84	84 202
Rudabányai összesen	580 394	29,67**	172 219	397 156	35,60**	141 418	421 333	35,41**	149 210

* A vállalati „K" lapok alapján.
** Átlagos Fe.

Döntően befolyásolja nagyolvasztóink munkáját a *szovjet vasérc* összetétele. Az utóbbi 10 évben jelentős javulást mutat az elegykihozatal, amit az érczsugorítás, főként a Borsodi Ércelőkészítő Mű (BÉM) felfutása és a jobb minőségű szovjet érc eredményezett. Hazai nyersvasgyártásunk a jövőben is — integrációs törekvésünk és elkötelezettségünk következtében — csak szovjet ércbázisra alapozhat hosszútávon, főként a Krivoj-Rog-i és Kurszk-i érctelepekről származó termékekre.

Néhány sorban érdemes említést tenni a Szovjetunió lehetőségeiről. A Szovjetunió vasérckészlete 1971. június 1. adatok szerint az A+B+C_1 kategóriákban 62,5 milliárd tonna és 51,4 milliárd a C_2 kategóriában. Fentieken kívül 27,3 milliárd tonna a feltételezett (reménybeli) vagyon.

Az előzőekben említett ércékszleteket három fő csoportba osztják:

— lényegében magnetit,
— zömében hematit,
— limonit és sziderit.

A zömében magnetites érckészlet az A+B+C_1 kategóriákban 41,8 milliárd a C_2-ben 18,9 milliárd tonna, az előzőből 24,9 milliárd, az utóbbiból 9,5 milliárd tonna magnetites kvarcit. 1976-tól az ebbe a csoportba tartozó és viszonylag kedvező bánya-műszaki adottságokkal rendelkező lelőhelyeket művelésbe veszik.

A lényegében hematitos (oxidos) ércek az A+B+C_1 kategóriákban 13,4 milliárd a C_2 kategóriában 24,5 milliárd tonnát képviselnek és ezek között a leglényegesebb a krivoj-rogi és a kurszki mágneses anomália (KMA) ércei, melyek az előző kategóriából 7,1 milliárd az utóbbiból 20,6 milliárd tonnát képviselnek.

A vasérckészletek származási, típus szerint eloszlását a *3. táblázat*, a nyers és áruérc összetételét a *4. táblázat* mutatja.

1976-ig az ipar művelésre alkalmassá teszi a megkutatott vasban dús A+B+C_1 készlet 60%-át.

A vasban dús hematit érceken felül a mérlegben szerepel az Angaro-Pitszki medence 854 millió tonnás A+B+C_1 és az 561 millió tonnás C_2 kategóriába tartozó, valamint az 1,3 milliárd tonnás feltételezett készlet. A krivoj-rogi, kurszki és középkazahsztáni hematitos (oxidos) kvarcit 6,7 milliárd tonnát képvisel A+B+C_1 és C_2 kategóriákban, valamint 7,0 milliárd tonna a reménybeli. Barna vasércek az A+B+C_1 kategóriákban 6,5 milliárd, a C_2-ben 7,6 milliárd tonnát képviselnek. Művelésre készítik elő az előbbi készlet 35%-át.

Komoly jelentőségű jóminőségű, könnyen dúsítható érckészletre művelésre alkalmas helyen az utóbbi években nem bukkantak. Az oxidos és limonitos érckészletek tovább fokozhatók. Csak a krivoj-rogi és kurszki megkutatott éremezőn található 7,0 milliárd tonna oxidos kvarcit, melyet — gazdaságos dúsítási eljárás hiányában — ma még nem művelhetnek.

Ha sikerül egy gazdaságos dúsítási folyamatot kidolgozni az oxidos és limonitos ércekre, akkor

3. táblázat

A Szovjetunió vasérctelepei eloszlása

Osztályok	Az osztályok rövid jellemzése	Az osztályok részesedése %-ban		Prognosztizált készlet milliárd tonnában	
		Mérleg készlet	A lehetséges éves nyersérc termelés %-ban	A SZU nyugati része	A SZU kelete része
I.	Kvarcitos lelőhelyek a hozzájuk kapcsolódó (prekambriumi komplex) természetes dúsúlású ércekkel.	66,1	61,6	38,0	6,0
II.	Titano magnetitesbázikus és ultrabázikus meddőjű ércek (geoszinklinális terület)	11,8	10,6	1,5	13,0
III.	Magnetitos-hematitos ércek (metamorf geoszinklinális komplex vulkánikus üledékes meddő)	5,4	16,0	0,6	18,0
IV.	Magnomagnetites ércek	2,2	4,5	0,6	4,0
V.	Elsődlegesen oxidos vasércek üledékes meddő nem metamorfizált komplexumában	14,5	7,3	0,2	6,0
		100,0	100,0	40,9	47,0

4. táblázat

Nyers és áruvasércek osztályonkénti átlagos összetétele és dúsítása

Osztályok	Nyers érc							Áru érc							Dúsíthatóság %	
	Fe	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	S	P	Fe	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	S	P	Áruérc-kihozatal	Vaskihozatal
I.	39,0	32,0	1,3	1,5	1,2	0,08	0,06	62,1	9,0	1,0	0,7	0,6	0,02	0,02	51,6	82,0
II.	17,0	37,0	5,0	16,1	12,2	0,01	0,04	63,0	4,4	1,5	1,7	2,5	0,02	0,01	19,4	66,0
III.	42,3	12,9	4,2	5,2	4,4	1,5	0,06	58,7	7,2	3,3	2,4	2,0	0,9	0,04	54,0	75,0
IV.	33,3	15,2	4,0	9,0	9,5	0,13	1,2	62,5	3,1	3,1	1,1	6,0	0,12	0,11	43,0	80,0
V.	37,5	22,5	5,4	1,1	0,7	0,11	0,8	46,5	9,5	4,9	0,7	0,5	0,07	1,0	60,0	83,0
Átlag	34,7	24,0	4,0	7,3	5,6	0,35	0,45	61,6	7,0	2,6	1,3	2,4	0,2	0,24	—	—

a meglevő bányák feldolgozható ércbázisa növekedésével a műszaki-gazdasági mutatók is nagymértékben javulnának.

Különösen sokat jelentene a krivoj-rogi és a kurszki hematitos és oxidos kvarcitok feldolgozása, mivel a földtani vagyon nagy része a jelenleg is művelés alatt álló magnetites kvarcitot feldolgozó bánya területén helyezkedik el. A két ércmezőn a meglevő és épülő bányákban található 2,5 milliárd tonna oxidos kvarcit. Az utóbbiak az ércmező tetején a magnetites kvarcit felett helyezkednek el, együtt bányásszák és különleges tárolóhányókban helyezik el. Csak a krivoj-rogi medencében évi 30 millió tonna oxidos kvarcitot mozgatnak meg, amiből 10—12 millió tonna jó koncentrátot nyerhetnének ki. Jelenleg kb. 450 millió tonna ilyen oxidos kvarcitot tárolnak ezen az egy érctelepen. Hasonló a helyzet a kurszki ércmezőhöz tartozó Mihajlovszki bányászati és ércdúsítóműben is.

A hematitos ércek dúsítása megnövelné a bányák nyersanyag bázisát Krivoj-Rogban és az áruérc Fe-tartalmának növekedésével a veszteségek is csökkennek.

Mind a kurszki telep lényegében hematitos kvarcitjainak, mind a krivoj-rogi bánya vasszegény hematit érceinek dúsítása az előzőeken kívül a jelenlegi bányák működését is megnyújtaná, hiszen Krivoj-Rogban pl. a geológiai adatok szerint 1000 és 1500 méteres mélységben a jelenlegi bányaszinthez képest 25, illetve 40%-kal kevesebb dús érc van.

Gazdaságossági megfontolásokból a Szovjetunióban tovább növelik a külszíni fejtés részarányát, amely az 1970. évi 78%-ról kereken 80%-ra emelkedett. Figyelemre méltó az is, hogy új bányák nyitásával egyidejűleg a művelés alatt álló bányák száma csökken. A 10 millió tonna nyers érc felett termelő bányák száma jelentősen emelkedik. 1970—1985 között áttérnek a szelektív érc termelésre, a fajtánkénti átlagosításra és dúsításra. A dúsításra kerülő érc Fe tartalom ingadozásának 1% csökkentése a dúsítási költséget tonnánként 30 kopekkel csökkenti. A bányászati és dúsítási költségek csökkenése mellett, ha az áruérc Fe-tartalom ingadozását a jelenlegi napi ±2,0%-ról ±0,2%-ra csökkentik, ez a nagyolvasztók termelését 6,1%-kal növeli és hasonló mértékben csökken a fajlagos kokszfogyasztás. Javul a nyersvas és az acél minősége is. Természetes, hogy a jövesztés, szállítás újabb technikai megoldásokat alkalmaz, ami elmegy a laser fúrásig

és 15—25 000 m³/óra teljesítményű exkavátorokig stb.

Az előzőekből látható, hogy ameddig a kurszki hematitos kvarcit, valamint a krivoj-rogi vasszegény hematit ércek gazdaságos dúsítása nem nyer megoldást, addig minden törekvésünk ellenére is csak a jelenlegi import érc összetétellel számolhatunk reálisan, ami 0,2—0,3 éves vastartalom növekedést eredményezhet. Csak a pellet vásárlás — éppen a pelletezésre alkalmas érc minősége miatt — emelheti a továbbiakban jelentősen az elegykihozatalt és a kohótermelést, csökkenő salakmennyiség és fajlagos kokszfogyasztás mellett. Viszont az előzőekben említett vashordozók dúsítása egy csapásra megoldja a kérdést a pelletezés javára.

Amint az *5. táblázatból* látható, a Szovjetunió a világon számbavett érckészletek 45%-ával rendelkezik. Azonban a természetes dús ércek csak az összes érc 16%-a és ezek is a nehezen művelhető bányákban találhatók. A kohóművek csak nagymértékű dúsítás után kapnak megfelelő minőségű érceket. Az 1970. évi 370 milliárd tonna lehetséges érckészletből 110 milliárd a Szovjetunió, 28 milliárd más szocialista országok és 232 milliárd tonna a tőkés országok birtokában van.

Igen figyelemre méltó tény, hogy a tőkés országok között a fejlődő országok birtokában van a lehetséges készlet 80%-a, az érctermelés 45%-a, de az acéltermelésnek csak az 5%-át adják, ugyanakkor a USA és Japán csak 5% lehetséges érckészlettel rendelkeznek, de az acéltermelésnek kerek 50%-át adják ezek az országok. A fejlődő

5. táblázat

Egyes tőkés és szocialista országok vasérc vagyona és termelési adataik

Országok	Földtani vagyon milliárd tonnában		Fe tartalom, %-ban	Termelés (érc), millió t-ban	
	számbavett	lehetséges		1971.	1972.
Albánia	0,02	0,06	—	0,50	0,50
Algéria	1,0	1,5	60	2,75	2,75
Angola	0,3	2,0	40—60	5,80	6,0
Argentina	0,3	0,75	45	0,24	0,25
Ausztrália	5,0	21,0	55—68	57,60	65,00
Brazília	10,0	80,0	55	32,50	35,00
Bulgária	0,3	0,3	23—45	2,76	2,75
Chile	0,2	1,0	53—69	11,22	11,50
Dél-Afrika	1,2	10,5	40—60	10,70	11,00
Franciaország	4,5	7,0	30	56,48	56,00
Fülöp szigetek	0,6	1,0	50	2,06	2,10
Guinea	0,5	2,7	55	2,3	—
India	10,0	22,0	62	31,63	32,00
Kanada	8,5	33,6	22—60	43,07	38,91
Lengyelország	0,4	0,8	15—31	2,60	2,65
Libéria	0,6	1,6	60	25,70	26,50
Mongólia	0,03	0,06	20—60	—	—
Nagy-Britannia	2,9	4,6	25—30	10,23	9,05
NDK	—	—	22—25	1,40	1,40
NSZK	1,9	0,3	28	7,00	7,00
Norvégia	0,5	2,0	30	3,82	3,90
Olaszország	1,2	2,4	46	1,03	1,00
Peru	0,5	1,2	56	9,50	9,50
Portugália	0,2	0,7	30—40	0,1	0,05
Románia	0,04	0,2	32	3,36	3,50
Sierra Leone	0,4	0,4	60	2,54	2,50
Spanyolország	1,2	2,4	46	7,33	6,9
Svédország	2,4	3,4	58—68	33,34	33,10
Szovjetunió	58,8	109,7	37,6—60	203,60	205,00
USA	5,5	10,0	31	86,60	77,22
Venezuela	1,6	2,1	50	22,50	22,00
Összesen				680,27	675,03
Világtermelés összesen				774,50	780,00

országok legjobb minőségű viszonylag olcsó érceit a fejlett tőkés országok vaskohászata dolgozza fel.

A világ legnagyobb *mangánérc* készlete és termelése a Szovjetunióban van. A megkutatott vagyon 84%-a az $A+B+C_1$ kategóriákban Ukrajnában található, ezek közül a legnagyobb telephelyek Nyikopol és Bolsoj-Tokmak. A Grúz köztársaságban van a Csiatura-i lelőhely, amely a készlet 6,6%-át képezi. A további 9% az orosz föderatív köztársaságban és Kazaksztánban van.

A nyikopoli bányában termelik a mangánérc 74%-át, a csiaturai telepen 25%-ot és csak 1%-ot Kazaksztánban. Az urali lelőhelyek művelését a nagy termelési és feldolgozási költségek miatt beszüntették 1965-ben.

Az oxidos ércek 720 millió tonnát képviselnek, vagyis az ország megkutatott mangánérc vagyonának 26%-át. A nyikopoli medencében található az oxidos érckészlet 73 %-a, míg csiaturában 11%. A carbonátos és oxidos-carbonátos érckészlet 1800 millió tonnát tesz ki, azaz a Szovjetunió mangánérc vagyonának 76%-át. A Bolsoj-Tokmak-i telepen a carbonátos ércek 60%-a található. Ezekből az ércekből jelentős mennyiség található a nyikopoli medencében is.

A Szovjetunión kívül Bulgáriában Elefántcsontpart és Braziliában található jelentős mangánérc vagyon *(6. táblázat)*. Hazai mangánérceink a Bakony hegységben Urkut—Eplény községek határában fordulnak elő *(7. táblázat)*. Genetikailag elsősorban tengeri üledékes eredetűek, ezekben réteges településben az érc és meddőszakaszok ritmusosan váltakoznak. A jura mészkövön előforduló nyersanyag elsődleges vagy másodlagos (oxidációs) jellege autochton vagy allochton települési módja szerint megkülönböztetünk:

— dúsítható oxidos mangánércet, mely a carbonátos mangánérc oxidációja folytán jött létre. Átmeneti zónái a fokozatos oxidációs folyamatokat tükrözik;
— nem dúsítható oxidos mangánércet, mely ugyancsak a carbonátos mangánérc oxidációja folytán jött létre. Átmeneti zónáiban a piritbomlás indul meg először és ez okozza a vastartalom jelentős növekedését;
— carbonátos mangánércet, mely kémiai üledékek carbonátos formában történő kiválását jelzi. A telep medenceszerű kiékelődő fáciest mutat és két jól elkülönülő szintet alkot.

Ipari szempontból kedvező település esetén a 18—20% mangán tartalmú ércek már művelés alá vonhatók.

A 6. és 7. táblázatból látható, hogy a magyar mangánérc vagyon igen jelentős és a ferroötvözetek gyártásában kibontakozó Szocialista Integráció mellett is egyre időszerűbb — a vaskohászat igényeit kielégítő — hazai gazdaságos feldolgozásáról gondoskodni.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a szocialista országok, így hazánk vasérc ellátása a szocialista integráció keretein belül hosszútávon biztosított. Az elegykihozatal további növelése azonban csak a dúsított ércek mennyiségének fokozásával érhető el. Ha figyelembe vesszük a krivoj-rogi és

6. táblázat

Egyes tőkés és szocialista országok mangánérc vagyona és a termelési adatok

Országok	Számbavett földtani vagyon m. t-ban	Lehetséges földtani vagyon m. t-ban	Mn tartalom %-ban	Ércтermelés millió tonnában	
				1971.	1972.
Ausztrália	5,0	750,0	30—50	0,816	0,816
Brazília	75,0	750,0	40—50	2,601	2,698
Bulgária	216,0	676,0	23—25	0,036 (1970)	—
Csehszlovákia	2,0	3,0	18—30	0,082	0,082
Chile	12,0	40,0	25—50	0,023	—
Dél-Afrikai Köztársaság	18,0	200,0	25—50	3,236	3,265
Egyiptomi A. K.	2,0	9,0	22	—	—
Elefántcsontpart	1,5	15,0	20—52	0,208 (1970)	—
Gabon	200,0	200,0	50	1,868	1,960
Ghana	12,0	30,0	25—50	0,367	—
India	7,6	98,3	30—45	1,779	1,723
Japán	3,0	5,0	25—39	0,272	—
Kongó	2,0	10,0	45	0,314 (1970)	—
Marokkó	8,0	50,0	25—45	—	0,087
Mexikó	7,0	12,0	22—45	0,087	0,108
Románia	3,5	3,5	35	—	—
Szovjetunió	2516,0	3000,0	24,2	6,637	8,163
Törökország	—	—	—	0,013	0,014
			Σ	18,339	18,906
Világtermelés összesen:				20,672	20,339

7. táblázat

1975. I. 1-i állapot szerint országosan nyilvántartott hazai mangánérc-vagyon

milió tonnában

Megnevezés	Földtani vagyon	Kitermelhető vagyon	Előzőből ipari értékű	Földtani vagyonból			Átlagminőség %	
				A+B	C_1	C_2		
				kategóriájú			Mn	Fe
Oxidos	7,9	6,7	5,1	0,3	3,7	3,9	26,06	12,04
Karbonátos	71,7	60,9	47,7	4,8	34,3	32,6	18,68	8,94
Összesen	79,6	67,6	52,8	5,1	38,0	36,5		

kurszki ma még feldolgozatlan kvarcitok dúsítását is, akkor csak a Szovjetunióban vásárolt pellet vagy a zsugorításra kevésbé alkalmas, de igen jól pelletezhető koncentrátumok hazai feldolgozására, tehát pelletezésre kell felkészülnünk a fajlagos kokszfogyasztás csökkentése érdekében. Az előbbi megoldás kohóba adagolható igen jó elegyanyagot biztosít, az utóbbi megnyithatja az utat a részben redukált pellet kohói vagy a fémesített pellet acélgyártási felhasználásához.

Új módszer hidegenhengerelt és húzott termékek hőkezelésére

Dr. PROHÁSZKA JÁNOS tszv. egy. tanár, a Magy. Tud. Akad. levelező tagja
Budapesti Műszaki Egyetem, Villamosipari Anyagtechnológiai Tanszék

DK : 621.78 : 669 : 14—122.2

A szerző ismerteti a budapesti Műszaki Egyetemen kifejlesztett új hőkezelési eljárást, amely a hőkezelési ciklust rendkívül lerövidíti. Az eljárás elektromos árammal való rendkívül gyors felhevítést alkalmaz terméknek viszonylag rövid szakaszán. Öt éves kísérleti munkálatok során kifejlesztett különleges kontaktus megoldások révén sikerült a hagyományos kemencék néha több száz méterig terjedő kemenceszakaszát 3—5 m-re lecsökkenteni. Az izzítási áram változtatásával az acélszövezetnek és így a tulajdonságoknak olyan sorozatát sikerült megvalósítani, ami hagyományos hőkezelés mellett elképzelhetetlen. Az új eljárással hőkezelt termékek tulajdonságainak hossz szerinti változása sokkal kisebb inhomogenitásokat mutat mintha az anyagot áthúzó vagy sisakkemencében hőkezelték volna. Az energiafogyasztás is kedvezőbb, mint a hagyományos hőkezelés során. Az új berendezés beruházási költsége elsősorban a radikálisan lecsökkentett kemencehossz miatt lényegesen kisebb, mint a hagyományos kemencéké.

A hidegenalakított termékek túlnyomó többségét hőkezelni kell. Ez a hőkezelés a termék anyagától a hidegalakítás módjától és a felhasználási céltól függően változik. Ismeretes, hogy a kohászat egyik problémája, hogy bizonyos termékeknek a hőkezelésére a megfelelő kapacitás hiányzik, többek között azért is, mivel egy-egy terméket az alakítás során többször is kell hőkezelni. Részben ezért, részben pedig a kedvezőbb anyagi tulajdonságok és jobb gazdasági előnyök biztosítására dolgoztunk ki a Budapesti Műszaki Egyetemen egy olyan hőkezelési eljárást, mely az állandó keresztmetszetű termékek folyamatos és rendkívül gyors hőkezelésére alkalmas. Ezt a módszert szeretném a továbbiakban ismertetni.

Hőkezelési eljárásunknak egyik legjellegzetesebb vonása, hogy a hőkezelési ciklust rendkívül lerövidíti. A hagyományos hőkezelési eljárásokban az izzítási idő órás nagyságrendű. A modern áthúzó kemencékben ezt az izzítási időt perc nagyságrendig sikerült csökkenteni. Tudomásom szerint a legmodernebb áthúzó kemencékben sem sikerült azonban a hevítési szakaszt 30 sec alá csökkenteni. Az ilyen modern kemencéknek azonban a mérete meglehetősen nagy, hiszen a termék áthaladási sebessége a kemencén eléri a m/sec értéket. Az utóbbi időben egy Demag berendezést szállítottak Kínának, ennek a kemencének a hossza 100 m. A benne hőkezelt anyag 1,0 mm vastag kisszéntartalmú szalag, kereken 1 percet tölt, ebből mintegy fél percig a hőmérséklete nő, azután csökken.

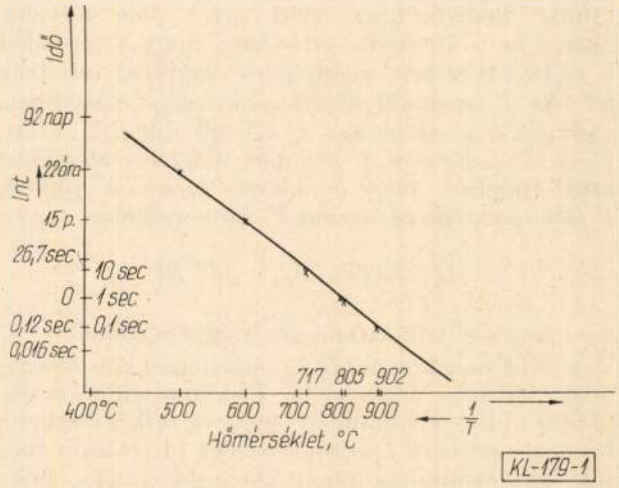
A korszerű hőkezelésnek, az izzítási idő csökkentésének a feltételét az biztosítja, hogy a hőkezelés folyamán olyan termikusan aktivált folyamatok mennek végbe a szilárd testekben, melyeknek a sebességét a következő kifejezés adja meg:

$$V_i = A_i e^{-\frac{Q_i}{RT}}$$

ahol A_i az i-edik folyamatra jellemző állandó, Q_i ennek a folyamatnak aktiválási energiája, R a gázállandó, T az abszolút hőmérséklet, v_i pedig a folyamat sebessége. Hangsúlyozni szeretném, hogy egy olyan bonyolult rendszerben, mint amilyen pl. az acél, egymással egyidőben több termikusan aktivált folyamat is zajlik és a végeredményt a legkisebb sebességű folyamatnak az időigénye szabja meg.

Az nyilvánvaló, hogy egy széles hőmérsékleti intervallumban a hőmérséklet változásával megváltoznak azok a folyamatok is, melyek a szerkezetben végbemennek és az adott feltételek mellett a tulajdonságokat megszabják. Igy pl. ha egy hidegenalakított tiszta fémet folyamatosan nagyobb és nagyobb hőmérsékletre melegítünk, akkor az első esemény, ami végbemegy a pontszerű rácshibák eltűnése. Ezt követi a diszlokációsűrűség bizonyos mértékű csökkenése és azok átrendeződése, mely a poligonális szerkezetet hozza létre. Ezután zajlik egymással egyidőben a magképződés és a krisztallithatár mozgás, míg végül a szekunder újrakristályosodás megy végbe. A fent említett folyamatok mindegyikére egy-egy olyan összefüggés érvényes, mely a sebesség exponenciális növekedését mutatja a hőmérséklet függvényében. Mégis általános szokássá vált, hogy bonyolultabb folyamatokat is, mint ami pl. egy újrakristályosodás során megy végbe, egyetlen aktiválási energiával és exponenciális előtti tényezővel *közelítsenek*.

Mi is ezt tettük, amikor az *1. ábrát* kidolgoztuk annak a meggondolásnak az alapján, hogy az újrakristályosodásban a legfontosabb szerepe az alapatomok helycseréjének van és ezért az acélra vonatkozóan kiszámoltuk, hogy egy ilyen folyamat milyen időtartamok mellett megy végbe, ha a 60 Kcal/mol. fok aktiválási energiát és azt vesszük



1. ábra

tekintetbe, hogy 600 °C-on a folyamat 15 perc alatt lezajlik. (Ez az aktiválási energia közel azonos a vas öndiffúziójának aktiválási energiájával.)

A diagramból is kitűnik, hogy a hőmérséklet-emelésnek milyen fontos szerepe van. Ugyanis, ha a fenti adatokat elfogadjuk, akkor az újrakristályosodás 700 °C-on 26,7 sec, 800 °C-on pedigi már 1,31 sec alatt végbemegy. De ha 0,1 sec alatt akarjuk az újrakristályosodást végrehajtani, akkor a darabot 902 °C-ra kell hevíteni. Ezeket a rendkívül rövid izzítási időket mai ismereteink szerint, csak az általunk kidolgozott módszerekkel lehet megvalósítani.

Az acélok esetén a 723 °C-ra feltételezett eutektoidos hőmérséklet túllépése vethet fel esetleg problémát. Az említett igen rövid, mindössze 1 sec, vagy annál rövidebb idő azonban nem elég arra, hogy a cementit jelentékeny mértékben oldódjék. Ha pedig cementit oldódás nincsen, akkor a ferrit sem alakul át ausztenitté, csak 900 °C közelében. Tapasztalataink szerint is 0,1 sec bőven elég idő arra, hogy a ferrit elveszítse valamennyi, a hidegalakítás hatására felvett tulajdonságát.

A hőkezelést tehát a fentiek szerint tetszőlegesen gyorsíthatjuk. Ennek egyetlen feltétele az, hogy az elérendő hőmérsékletet rövid időn belül kell biztosítani. Nyilvánvaló, hogy a közvetett fűtéssel egy bizonyos hevítési sebességnél nagyobbat elérni lehetetlen, ill. nem gazdaságos. A hevítési sebességet ugyanis az I. *Fick* egyenlet szerint adott anyagnál tulajdonképpen a kemencének a hőmérséklete szabja meg.

Minél nagyobbra választjuk a kemencehőmérsékletet, annál nagyobb a hevítési sebesség. Ez azonban magával hozza azt a nemkívánatos tényt is, hogy a felületi hőmérséklet és az anyag belseje közötti hőmérsékletkülönbség egyre nagyobb. Ez az oka annak, hogy áthúzó kemencében csak vékony lemezeket, vagy szalagokat érdemes hőkezelni. A hagyományos eljárásokban tehát a hőmérséklet növelése, ill. a hevítés sebessége korlátozott. Szabadalmunkkal ezt a korlátozást megszüntettük.

A fentiekből következik, hogy a hevítés sebességét közvetett fűtéssel nem lehet a mai modern áthúzó kemencékben elért érték fölé növelni. Marad az a kínálkozó lehetőség, hogy a terméket a rajta átvezetett elektromos árammal hevítsük fel. Az I árammal átjárt elektromos vezetőben, melynek R az ellenállása, Q hő fejlődik t idő alatt. Ez a hő a darabot T h hőmérsékletre melegíti fel attól függően, hogy mekkora annak m tömege K hőkapacitása és eredeti T_0 hőmérséklete, vagyis

$$Q = mk(T - T_0) = AI^2\ Rt$$

ahol A az elektromos energia hőegyenértéke.

A felírt összefüggésből egyértelműen következik, hogy bármely tetszőleges T hőmérsékleti érték, kívánt t idő alatt, minden nehézség nélkül elérhető, ha a megszabott I áramerősséget biztosítani tudjuk. Eljárásunknak tehát lényeges vonása, hogy az elektromos energiaátadás lehetőségét használjuk ki, hogy nagyságrendekkel gyorsabbá tegyük a felhevítési folyamatot.

Az elektromos energiát hevítésre felhasználni nem új dolog. Ezzel kapcsolatban *meg kellett oldani azt, hogy a hosszú terméknek csak egy viszonylag rövid szakaszát folyamatosan hevítsük.* Ezt a nehézséget is megoldottuk — és azt hiszem ez szintén nagyon fontos vonása a módszernek — úgy, hogy *a hengerelt terméknek a vonalát nem törjük meg.*

Ez azt jelenti, hogy *nem kell a szalagot, vagy huzalt az eredeti irányából kitéríteni, mert olyan kontaktusmegoldásokat szabadalmaztattunk, mely lehetővé teszi a szalag és egyéb terméknek a folyamatos izzítását úgy, hogy az a kontaktuson irányváltozás nélkül fusson át.*

Két kontaktusmegoldást dolgoztunk ki eddig. Az egyiket a 10—100 m/perc áthúzási sebességre, a másikat pedig — lényegében vékony huzalokra, csövekre, szalagokra — 600—1200 m/sec sebességintervallumra. A megadott áthúzási intervallumokat kemencében is el lehet érni. Azonban a mintegy fél perces izzítási időt minimumnak véve az első esetben a kemence hosszára 5—50 m, az utóbbira pedig 300—600 m hosszúság adódik. Összehasonlításként hadd tegyem hozzá, hogy *az első félüzemi — sikeresen kipróbált és rövidesen üzembeálló — kemencénknek a hevítési hosszúsága mindössze 3 m.* Ezen a berendezésen a megvalósítható maximális áthúzási sebesség mintegy 100 m/perc.

Az izzítási hosszból és az áthúzási sebességből az is következik, hogy a felhevítési sebesség meglehetősen nagy. A tulajdonképpeni ízzítási szakasz mindössze 1,0 m. A másik egy-egy méternyi távolság a szerelvények elhelyezésére kell. Ez azt jelenti, hogy durván 1000 °C maximális hőmérsékletet és 2 sec-os hevítési időt véve 500 °C/sec hevítési sebesség adódik. Ilyen gyors hevítés kemencében közvetett hevítéssel nem valósítható meg. Ezért neveztük eljárásunkat *gyors hőkezelésnek, mivel a hevítési sebességet mintegy két nagyságrenddel növeli, a hevítési időt pedig legalább ugyanilyen mértékben csökkenti.*

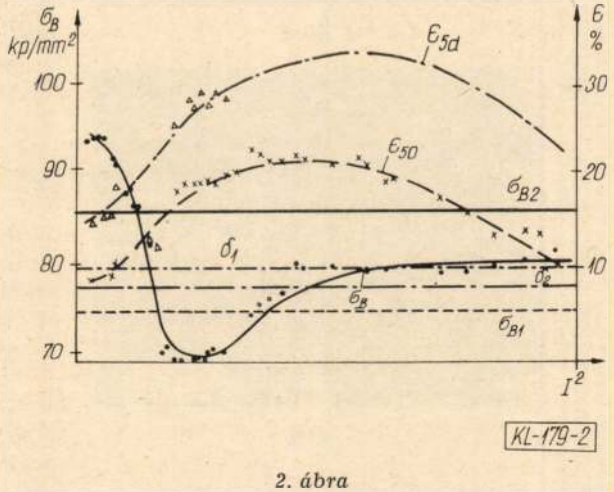
Még nagyobb áthúzási és hevítési sebességekkel dolgozik a kísérleti berendezésünk a tanszéken a vékony huzalok és szalagok hőkezelésekor. Ezen a berendezésen is hasonló méretek mellett 10 m/sec körüli áthúzási sebességekkel hőkezelünk. Itt a hevítési sebesség 10 000 °C/sec. A bemutatott technológiai adatokhoz úgy vélem sok hozzáfűzni való nincsen. Felvetődik azonban az a jogos kérdés, hogy az így extrém gyorsasággal hőkezelt anyagoknak milyenek a mechanikai tulajdonságai és a gyors hőkezelést megvalósító berendezéseknek milyenek a gazdasági mutatói.

Tekintsük előbb át a *mechanikai tulajdonságokat* illető problémákat.

A mintegy öt év tapasztalatszerző kísérleti munka eredményeként teljes bizonyossággal állítjuk, hogy az esetek túlnyomó többségében a termékeknek széles változatára alkalmas a gyorshőkezelési eljárás. Állításomat a következőkkel támasztom alá. Nagyon alapos méréseket végeztünk az MSZ 6280 52 C jelű szabványos acélon és a kisszéntartalmú ötvözetlen szénacélokon.

E mérésekről még a továbbiakban szó lesz. Ezenkívül mintegy 10 különféle anyagot hőkezeltünk a tanszéki berendezéseken az olyan cégeknek, mint a Kanthal, Fagersta, Donnarvet, Sandvik, Udleholm, Munkfors, Demag, Sundwig stb. és ezek mindegyike — még a legkritikusabb cég is — elismerte, hogy a kívánt mechanikai tulajdonságokat a hőkezelt anyagokon megmérték és azokat kifogástalannak találták. Ezen anyagok között volt ötvözött és ötvözetlen, kis és nagyszéntartalmú, rozsda- és hőálló acél, réz és sárgaréz.

Amint említettem, részletes vizsgálatnak csak két acéltípust és egy sárgaréz ötvözetet vetettünk alá. Tekintsük át először az MSZ 6280 52 C anyagon mért eredményeket. Ezt az anyagot nemesített állapotban nagy mennyiségben használják. A követelmény: nagy szilárdság mellett előírt képlékenység. A szakítószilárdságra 75 kp/mm², az 5d jeltávolságon mért nyúlásra pedig 10%-ot írnak elő. Egy jobbminőségű anyagra pedig — ugyanolyan kémiai összetétel mellett — 85 kp/mm² szakítószilárdságot és 5d jeltávon 8%-os nyúlást. A 10×1,0 mm keresztmetszetű szalagokat különböző ideig különböző áramerősségekkel izzítottuk és a *2. ábrában*



2. ábra

összefoglalt eredményeket kaptuk a 2,0 sec-ig izzított szalagokon. Az ábrába belerajzoltuk azt a négy vízszintes vonalat is, mely az említett követelményeket határolja.

Az ábrából kiderül, hogy a nagyobb követelményeket támasztó igények is kielégíthetők a gyors hőkezelt szalagokkal. Erre kétféle lehetőség is kínálkozik. Az egyik viszonylag kis áramerősségekkel izzított szalagokkal valósítható meg. Az ilyen módon hőkezelt szalagoknak a szerkezetére az jellemző, hogy bennük a ferrit részleges újrakristályosodása ment végbe. A cementit gyakorlatilag változatlanul maradt. A másik tartomány a nagyobb áramerősségeknél található. Az így hőkezelt szalagoknak a szerkezetére jellemző, hogy bennük nemcsak a ferrit lágyult ki, hanem a nagy hőmérsékleten — a rövid izzítási idő ellenére — a cementit is oldatba ment és a levegőn hűtött szalagokban elég gyors lehűlési sebesség alakult ki ahhoz, hogy a szerkezet részben vagy teljesen bainitessé váljék.

Az izzítási áramnak a változtatásával tehát a szerkezetnek és a tulajdonságoknak olyan sorozatát valósíthatjuk meg, mely elképzelhetetlen hagyományos hőkezelés mellett. Eltekintve ettől a két — a követelményeket kielégítő — lehetőségtől, az izzító áram növekedésével a szerkezetben nagyon jellegzetes szerkezeteket valósíthatunk meg. Ugyanis a kis izzítási áramokkal izzított darabokban először végbemegy a ferrit újrakristályosodása. Ez sem az egész keresztmetszetben. Ennek az az oka, hogy a hidegalakítás inhomogén folyamat.

A keresztmetszetben mindig vannak olyan tartományok, melyekben a krisztallitmagok keletkezésének a feltételei jobbak, mint más területeken. Ezért a nagy szabadenergiájú tartományokban megindul a magképződés, de a keresztmetszet más tartományaiban az újrakristályosodás nem indul még meg.

Az izzító áram növekedésével azonban — ami a hőmérséklet növekedésének felel meg — a ferritnek egyre nagyobb mennyisége kristályosodik újra, míg végül az egész keresztmetszet teljesen újrakristályosodott. Ennek a szerkezetnek felel meg a szakítószilárdság minimális értéke. Az áramerősség növelésével azonban a cementit is egyre inkább részt vesz az átalakítási folyamatokban. Az áramerősségtől függően először csak minimális mennyiség megy oldatba, de ennek mennyisége az izzítási áramerősség növekedésével állandóan nő, amivel a szilárdsági jellemzők növekedése és a képlékenység csökkenése jár együtt.

Az a szerkezet, melyre a cementit kismértékű oldódása jellemző, nagyon hasonló ahhoz, amilyent nemesítéssel lehet elérni. Ebben a hidegalakítás hatására összetöredezett cementitből az éles sarkok oldódnak a legelőször és ezzel a cementit alakja egyre inkább hasonlít a gömbszemcsére. Körülötte ferrit van. Igy tehát a gyorsizzítással nagyon hasonló szerkezetet és vele hasonló tulajdonságokat is el lehet érni, mint amilyeneket a kétlépcsős nemesítés eredményez. Itt azonban egyetlen lépcsőben egy 2 sec-os izzítással lehet ezt biztosítani.

A cementit oldódás érdekes újabb lehetőséget is kínál. Ugyanis a viszonylagosan rövid időintervallum miatt a cementitet körülvevő ausztenitben a széntartalom a cementittől távolodva fokozatosan csökken. Legnagyobb értékét a cementit határon éri el. Ennek nagyságát az izzítás maximális hőmérsékletén az ausztenit szénoldó képessége szabja meg. Az ilyen ausztenit, melyben a széntartalom a maximális oldóképességtől gyakorlatilag a 0-ig változik, az átalakulás során a változásoknak széles változata megy végbe. Mivel a lehűtés meglehetősen gyors, a maximális széntartalmú részekben martenzit, vagy bainit keletkezik, míg a kisszéntartalmú tartományok egyszerűen ferritté alakulnak. Az ilyen átalakulás természetesen a rövid ideig izzított anyagokban is végbemehet és ez a szerkezet nem ritka. Hogy erre mégis felhívjuk a figyelmet, annak az az oka, hogy ez a gyorsizzított anyagban kihasználható, míg a hagyományos hőkezelésekben csak véletlenszerűen lehet azt elérni. Éppen ezért az ilyen szerkezet a hagyományosan hőkezelt anyagban nem kívánatos, mivel a végső

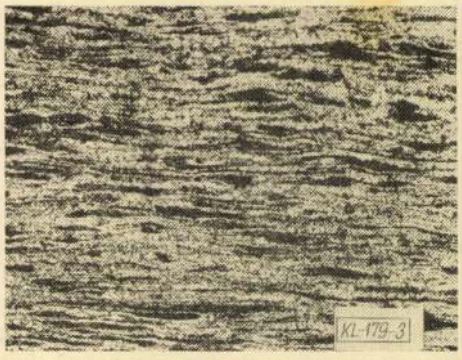
tulajdonságokat nem ilyen szerkezet biztosítja, ezzel szemben a gyorshőkezeléskor ez minden nehézség nélkül kihasználható, mivel egy ilyen átmeneti szerkezetnek a beállítása semmi nehézséget nem okoz. Ez összefüggésben van azzal a ténnyel, hogy a gyorsizzítási feltételek a szabályozást sokkal kézbentarthatóbbá teszik, mint ahogy azt a hagyományos hőkezelés során el lehet érni.

Az izzítási áram növelésével természetesen egyre inkább megnő az ausztenitátalakulásból eredő fázisok mennyisége és ezzel a mechanikai tulajdonságok is ennek megfelelően változnak. Az alábbiakban három mikroszerkezeti képet mutatunk be az eddig elmondott szerkezetváltozásoknak az illusztrálására. A *3. ábra* egy olyan szerkezetet mutat, melyben az újrakristályosodás csak részben következett be. Az ábra nagyítása 500-szoros. Látható, hogy az így kialakult szerkezetben a krisztallitok mérete messze alatta marad annak a méretnek, amit hagyományos hőkezeléssel el lehet érni. Ez a krisztallitméret kb. a DIN 10-nek felel meg. A *4. ábrán* mutatjuk be azt a szerkezetet, mely gyakorlatilag teljesen újrakristályosodott ferritet tartalmaz a megfelelő mennyiségű cementit mellett. Bár itt a krisztallitméret jóval durvább, mint az előző ábrán, mégis nagyon finomszemcsés szerkezet a bemutatott. Ez — a nagyon finom krisztallitméret egyébként — a gyorsizzított ötvözeteknek egyik jellegzetessége. Ugyanis a viszonylag nagy hőmérsékleten bekövetkező újrakristályosodás nagyon nagy magképződési gyakorisággal megy végbe. Az ugyan szintén igaz, hogy ezen a hőmérsékleten a krisztallithatárok mozgásának a sebessége is nagy, de az nem tud érvényesülni, mert az izzítási idő igen kicsi. Ez az oka annak, hogy sokkal finomabb az ilyen körülmények között létrehozott krisztallit, mint a hagyományos hőkezelés után.

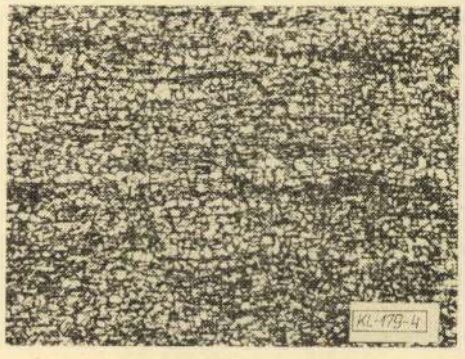
Végül ebből az anyagból az *5. ábra* azt a szerkezetet szemlélteti, mely gyakorlatilag csak bainitet tartalmaz.

Összefoglalva az MSZ 6280 52 C anyaggal kapcsolatos kísérleteinkről azt mondhatjuk, hogy ezzel az eljárással jól reprodukálhatóan sikerült a kívánt minőséget elérni. *Garantálni tudjuk, hogy a termék tulajdonságának a hossz szerinti változása sokkal kisebb inhomogenitásokat mutat, mintha az anyagot akár áthúzókemencében, akár sisakkemencében hőkezeltük volna.* Ez a reprodukálhatóság és a tulajdonságok minimális szórása eljárásunknak további jellegzetessége.

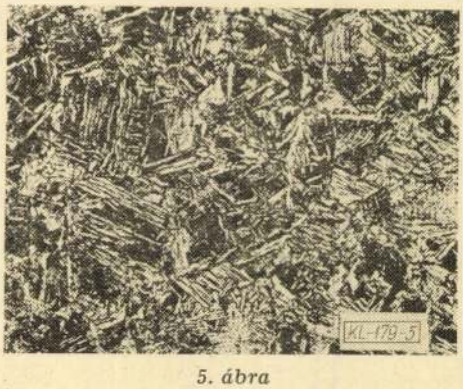
Bár a gazdasági előnyökre még a továbbiakban visszatérek, nem mulaszthatom el, hogy meg ne említsem itt azt a tényt, hogy a felhasznált elektromos energia messze alatta marad annak az energiának, amit a hagyományos hőkezelés során elfogyasztanak. Ezt könnyű belátni, hiszen a hagyományos hőkezeléskor egy homogenizáló izzítást hajtanak végre az ausztenites tartományban. Utána vízben eddzenek, majd egy megeresztés következik. Ezzel szemben mi egyetlen lépcsőben hőkezeltünk úgy, hogy ebben az esetben maximális hőmérséklet alatta maradt a hagyományos hőkezelés során elérendő homogenizáló hőmérsékletnek. Ezek szerint már ebben a lépcsőben is megtakarítottuk az energiának egy jelentős részét, nem beszélve arról, hogy a második lépcső teljesen kimaradt.



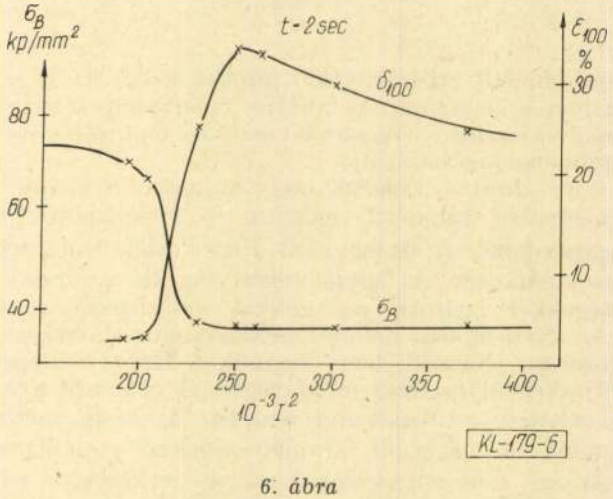
3. ábra



4. ábra

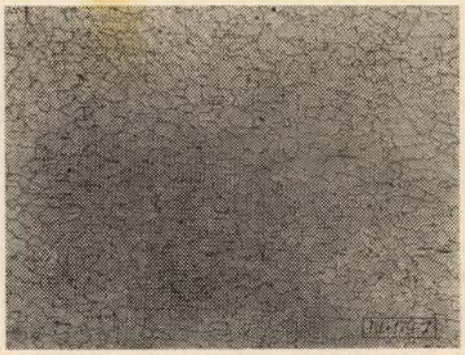


5. ábra



6. ábra

Tájékoztatásként még bemutatom a kisszéntartalmú acélon mért eredményeink egy részét is. Ezt



7. ábra

az acélt mind szalag, mind huzal alakban hőkezeltük. A mechanikai tulajdonságokat a *6. ábra* szemlélteti. Ennél az anyagnál nincsen lényeges eltérés a hagyományos hőkezeléshez képest azon kívül, hogy ennek a maximális hőmérséklete a gyorsizzításnál nagyobb, mint a hagyományosnál. Mivel a szóbanforgó hevítési sebességek mellett hőmérsékletet mérni gyakorlatilag megbízhatóan nem tudunk, csak becsüljük a maximális hőmérsékletet és azt 750—800 °C közöttinek tartjuk. Azt meg szeretném azonban még jegyezni, hogy ebben az esetben a szalagokat 2 sec, a huzalokat pedig mindössze 0,1 sec-ig izzítottuk. Egyébként valamennyi hőkezelést úgy hajtottuk végre, hogy a megadott ideig izzítottuk azokat és utána szobahőmérsékletig szabad levegőn hűltek. A hőkezelt anyag mikroszerkezetét a *7. ábra* mutatja, szintén a nagyon finom szövetszerkezet illusztrálására.

Még egy megjegyzést szeretnék a gyorsizzított anyagok szerkezetével kapcsolatban mondani. Ez a szerkezet általában nagyobb szilárdságú a kemencében izzított anyagokhoz képest, mert a krisztallitok mérete a korábban említett okok miatt kisebb, mint a hagyományosan hőkezelteké. A *Petch* egyenlet szerint, viszont a kisebb krisztallitméréthez nagyobb szilárdsági mutatók tartoznak. Ez az oka annak, hogy a szilárdsági mutatókban, mintegy 5—10%-ban nagyobb értékeket mérünk. Ez az esetek túlnyomó többségében előny. Találkoztunk azonban olyan kéréssel is, amikor a szilárdsági mutatók csökkentését kérték. A kisszéntartalmú acélok mikroszerkezete egyértelműen mutatja, hogy a krisztallitméret alig éri el a DIN 9. méretet.

A fentiekben próbáltam rövid áttekintést adni a gyorsizzítás és a mechanikai tulajdonságok kapcsolatáról. Általánosságban az a tapasztalat, hogy az esetek túlnyomó többségében — eddig mindenféle anyagon elértük a kívánt értékeket — a gyorsizzítás eredményesen használható hidegenhengerelt és húzott termékek hőkezelésére.

A továbbiakban a gyorsízzítás *gazdasági mutatóiról* tennék néhány megjegyzést.

Az MSZ 6280 52 C jelű anyag tárgyalásakor már rámutattam arra, hogy az energiafogyasztás messze alatta marad annak az energiafogyasztásnak, amit a hagyományos hőkezelés felemészt. Ezt a kisszéntartalmú acélra vonatkozóan is állítjuk. Ugyanis berendezéseinkben a veszteségek minimálisak. Ez a minimális veszteség onnan ered, hogy nem kell egy hatalmas sugárzó testet, a kemencét hevíteni. Annak minden sugárzási vesztesége csak a hatásfokot rontja, elkerülni azonban lehetetlen. A mi berendezésünkön egy olyan kontaktus van, melynek az üzembentartása a hevítésre felhasznált energiamennyiségnek a töredékét igényli. Igy pl. egy 30/perc sebességgel futó szalagnak az izzításához 36 kW teljesítményt használtunk és a kontaktus üzemben tartására mindössze 0,5 kW teljesítményt fordítottunk. Azt is meg kell azonban jegyezni, hogy a hevítésnek a maximális hőmérséklete, mintegy 100—150 °C-szal nagyobb, mint a hagyományos hőkezelés során. Ezért az izzításkor a hasznos energiafelvétel nagyobb valamenynyivel, mint a hagyományos hőkezelés során. Álljon itt egy tényleges mérési adat. Egyik nagyvállalatunk megbízásából egy mélyhúzható lemeznek a gyorsizzítási kísérleteit végeztük el. A vállalat azért adott erre megbízást, mert hengerlési kapacitása ugyan van, de hőkezelő kapacitása nem engedi további rendelések teljesítését. Ezt a mélyhúzható sárgaréz-szalagot 2 sec ideig izzítva 36 m/perc áthúzási sebességgel hőkezeltük és arra 102 ± 10 Wó/kp fajlagos energiát használtunk. Ugyanezt a szalagot a vállalat 10 m/perc sebességgel áthúzókemencében hőkezeli és fajlagosan 231 Wó/kp energiát fogyaszt. A számok magukért beszélnek.

A már említett MSZ 6280 52 C jelű anyagnak a hőkezelésekor 180 kWó/t energiát használtunk fel. Becslés szerint a hagyományos hőkezelés során ennek minimálisan a kétszeresét fogyasztják. Az előbbi példában láttuk, hogy ahol nagyobb a felhevítési hőmérséklet, a megtakarítás nagyobb, mint 50%. Ebben az esetben még több, hiszen itt a kétlépcsős hőkezelést egyetlen művelettel helyettesítjük, ezért minimálisan kétszer annyi energiát fogyaszt a hagyományos hőkezelés. Ez pedig azt jelenti, hogy az évi 2000 t kapacitású kemence üzemeltetésekor minimálisan megtakarítunk 180×2000 kWó villamos energiát, azaz 360 000 kWó-t. Az említett 2.10^6 Ft beruházási költség eszerint 6 év alatt teljesen amortizálódik, csak az energiamegtakarítás révén, nem beszélve az egyéb előnyökről.

Érthető az az érdeklődés is, ami a *berendezés költségeit* illeti. Amint már említettem, *a berendezést ott érdemes megvalósítani, ahol nagy teljesítményekre és nagyon homogén minőségre van szükség*, tehát nagy áthúzási sebességekkel dolgoznak. Ebben az esetben az izzítási részt, mely egy nagyteljesítményű kemence esetén a 100 m körül jár, nagyon le lehet csökkenteni azzal, hogy a hevítési rész nem hosszabb a mi esetünkben, mint 3—5 m. Ez pedig építési költségekben legalább 40—50%-os megtakarítást jelent.

Legnagyobb tételt egy ilyen berendezésben az energiaátalakítók jelentik. Ugyanis berendezésünk kis feszültséggel, de nagy áramerősséggel dolgozik. Emiatt nagy transzformátorra van szükség, mely szükséges nagy áramerősséget biztosítja. Álljon itt egy olyan adat, mely a kérdésre ad valamilyen utalást. A korábban említett és már elkészített félüzemi, vagy üzemi berendezés, mely évi 2000 szalag hőkezelésére alkalmas, kereken 2.10^6 Ft-ba került. Ez az első darab és úgy véljük, hogy egy második-

nak a megépítésekor sok olyan kiadást meg tudunk takarítani, mely az első darabot még érthető módon terhelte. Úgy véljük, hogy egy ilyen berendezésnek az ára semmivel sem nagyobb, mint egy hasonló teljesítményű hagyományos módszerekkel dolgozó hőkezelő berendezésé.

A gyorsizzítási technológia sokkal jobban kézbentartható, mint a hagyományos. Ha hőmérsékletingadozás nélküli kemenceteret akarunk építeni, akkor arra a nagy hőkapacitású kemence a legalkalmasabb. Ez viszont nagy tömeget és az ezzel járó nagyobb veszteségeket is jelenti. Egy nagytömegű berendezésnek a hőmérséklete viszont nehezen változtatható. Ezeket a nehézségeket a berendezésünk mind kiküszöböli azzal, hogy akármilyen hőmérsékletváltozást egy karnak az elforgatásával azonnal el lehet érni. Az pedig köztudott dolog, hogy a villamos paramétereknek a beállítása és ellenőrzése, valamint állandóan értéken tartása messze meghaladja egy termikus berendezésnek a kézbentarthatóságát.

Ebből közvetlenül következik az, hogy *a gyorsizzított termékeknek az egyenletessége messze meghaladja a szokásos értékeket*. Ennek bizonyítására álljon itt egy olyan adatsor, amit a Svéd Fémkutató Intézet közölt a Tulwe fejlesztési feladatokkal foglalkozó cég megbízásából azokon az anyagokon mérve, amiket a Tanszéken hőkezeltünk. Ugyanis az említett cég kötött szabadalmainkra opciós szerződést és ez az oka annak is, hogy olyan sok svéd céget említettem a korábbiakban, mint azokat, akiknek az anyagain méréseket végeztünk. Igy volt ez ebben az esetben is és a jelzett kutatóintézeti jelentésből vettem ki az alábbi adatokat, melyek szintén az MSZ 6280 52 C jelű anyagra vonatkoznak.

Vizsgált próbatestek száma 20.
Szakítószilárdság $79{,}5 \pm 1{,}1$ kp/mm^2
Nyúlás 5d-n mérve $31{,}4 \pm 4$ %
Nyúlás 10d-n mérve 22 ± 2%

Egy másik hőkezelési szakaszból pedig a vizsgált próbatestek száma 28.
Szakítószilárdság 90 ± 2 kp/mm^2
Nyúlás 5d-n mérve $15{,}1 \pm 1{,}6$%
Nyúlás 10d-n mérve $10{,}8 \pm 1{,}8$%

A svéd jelentés több ilyen adatot nem tartalmaz.

A megadott szűk szórástartományt hagyományos módszerekkel nem lehet biztosítani. Ennek a szórásnak van még egy jellegzetessége, mely tovább növeli értékét. Nevezetesen az, hogy ez egy nagyon metastabil állapot jellemzője. Itt ebben az állapotban az izzítási időnek és hőmérsékletnek nagyon kis ingadozása jelentős tulajdonságváltozásokat okoz. Ennek tudatában a szórástartomány elenyészően kicsi.

Itt említettem meg a hőmérsékleti ingadozást. A maximális hőmérséklet 10—20 fokos ingadozása gyorsizzításnál az eredményekben észre sem vehető. Ennek az az oka, hogy a felhevítési szakasz igen rövid, míg a hűlési szakaszt a környezet és a termék geometriai mérete szabják meg. Felvetődik itt az a kérdés, hogy a folyamat jellegzetes hőmérsékletének mit kell tekinteni? Nyilvánvaló, hogy a maximális hőmérséklet nem lehet. Ahhoz sem férhet kétség, hogy a szokásos módon számolt átlagos hőmérsékletet nem tekinthetjük a folyamat jellemzőjének. Úgy véljük, hogy az általunk használt, úgynevezett *effektív hőmérséklet* alkalmas arra, hogy egy ilyen időben nagyon gyorsan változó folyamatnak a jellemzője legyen. Az effektív hőmérsékletet úgy definiáljuk, hogy ez az a tényleges hőmérséklet, amelyre az anyagot fel kellene hevíteni időveszteség nélkül és ott izotermikusan kezelni, a gyorsizzításnak megfelelő ideig, hogy ugyanazt az eredményt biztosítsa, mint a gyorsizzítás. A fentiekben definiált T_{eff} effektív hőmérsékletet az alábbi összefüggésből számíthatjuk.

$$T_{\text{eff}} = \frac{Q}{R} \cdot \frac{1}{\ln \int_0^t \mathrm{d}t - \ln \int_0^t \exp\left(\frac{Q}{RT}(t)\right) \mathrm{d}t}$$

A termikusan aktivált folyamatokban ugyanis az eredményességet a folyamat sebessége biztosítja, és a megadott T_{eff} hőmérséklet éppen az azonos átlagos sebességeket állítja egymással szemben. Ez esetben viszont a nagyobb hőmérsékletek egy átlagos hőmérséklettől mérve sokkal eredményesebbek, mint az ugyan olyan mértékű lehűléseknek a folyamatot visszatartó hatása. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy egy adott anyagra nézve, ha azt 1000 °C maximális hőmérsékletre melegítjük és a megfelelő módon az előbb deffiniált effektív hőmérsékletet meghatározzuk, arra 768 °C adódik. Ha most +20 °C ingadozáshoz ugyanezt az effektív hőmérsékletet meghatározzuk, kiderül, hogy mindössze 4—5 °C effektív hőmérsékletváltozás következik be. Ez pedig olyan szabályozási lehetőséget ad, amit sem áthúzó kemencében, sem pedig hagyományos kemencékben nem lehet elérni. Innen ered véleményünk szerint a terméknek utolérhetetlen egyenletessége.

Meg kell említeni azt a lehetőséget, melyet a gyorsizzítás a technológia egyszerűsítésében jelent. Ezalatt azt kell érteni, hogy amint már korábban említettük, a *hőkezelést tetszőleges izzítási sebességgel és tetszőleges hőntartással is meg lehet oldani*. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a termék átfutási sebessége a berendezésen tetszőlegesen választható. Ha pedig ez így van, akkor a legkényelmesebbnek az a megoldás látszik, hogy *a gyorsizzító berendezést folyamatosan be kell illeszteni a hidegalakító sorba*. Mivel minden sebességgel elérhetjük a kívánt tulajdonságokat, elérhetjük a hengerlési és a húzási sebességekkel is. Ez pedig annyit jelent, hogyha ezt a berendezést sorbaépítjük azzal az egységgel, mely után a hőkezelést el kell végezni, akkor ez a sor késztermékét szolgáltat. Azt hiszem nem kell külön hangsúlyozni azt a tény, hogy ennek milyen jelentősége van akkor, amikor a belső anyagmozgatás egyre nagyobb nehézségekkel küzd. Ezzel természetesen kiesik az alakító csarnokok és a hőkezelő csarnokok közötti anyagszállítás. Éppen ezért dolgoztunk ki két különböző megoldást, hogy a húzási, ill. hengerlési sebességekhez is illeszteni tudjuk a gyorsizzító berendezéseket.

A gyorsizzításnak további előnye az a tény, hogy eddig elérhetetlennek tartott hőmérséklet-idő programokat lehet vele megvalósítani. Ismeretes, hogy a hőkezelés elvi alapja tulajdonképpen az, hogy minden termikus előélet más-más tulajdonságot biztosít az anyagnak. Ezt a tényt használjuk ki akkor, amikor eddzünk, nemesítünk, lágyítunk és a legkülönbözőbb hőkezelési eljárásokat folytatjuk. A gyorsizzítással megvalósíthatók olyan programok is, mint amilyent pl. az MSZ 6280 52 C jelű anyagon bemutattunk. Azt sem lehet hagyományos módszerekkel elérni.

A most említett rugalmasságot, az új lehetőségeknek eddig még be sem látott távlatait tekintjük az egyik legfontosabb előnynek, annak ellenére, hogy itt még rengeteg kidolgozandó részletet kell tisztázni. Ebben a lehetőségben látjuk a fejlesztési programot és azt, hogy még nagyon sok helyen véljük hasznosnak a gyorsizzítást. Ezek voltak tulajdonképpen azok az előnyök, amik a legszembeötlőek a gyorsizzításkor és a műszaki ember számára, mint egy olcsó, gyors és egyszerű eljárás, számításba jöhet.

Végül még egy olyan előnyt is megemlítek, mely ma még gazdasági előnyökkel — legalábbis kimutatható gazdasági előnyökkel — nem jár és ez a *technológia környezetvédelmi vonatkozása*. Káros melléktermékе ennek a technológiának nincsen. Az elfogyasztott hőmennyiség ugyan melegíti a környezetet, de sokkal kisebb mértékben, mint ahogy azt egy hagyományos villamos energiával működő kemence. Kimértük ugyanis, hogy energiafogyasztásunk fele a hagyományosnak és ennek megfelelően környezetünk hőmérsékletét is csak fele olyan mértékben változtatja meg, mint az.

A fentiekben foglaltam össze azokat a technológiai és műszaki jellemzőket, melyeket a Budapesti Műszaki Egyetemen kidolgozott gyorsizzító eljárással kapcsolatban elsőrendűen fontosaknak tartok. Maga a hőkezelési technológia és a berendezés első lépés csak azon az úton, melyen ezt az eljárást a továbbiakban is fejleszteni kívánjuk, mert meggyőződésünk, hogy az eljárás műszakilag jól megalapozott, kézbentartható és gazdaságilag nagyon sok megtakarítást jelent.

Az acélgyártási folyamatok matematikai modellezésének módszerei és alkalmazási lehetőségei

Dr. SZŐNYI ZOLTÁN okl. kohászati automatizálási mérnök, a műszaki tudományok kandidátusa
Vasipari Kutató Intézet

DK : 669.18 : 519.2

Az acélgyártási folyamatok komplex automatizálása elsősorban a technológiai folyamatok optimalizált és automatikus irányítását követeli meg. A szerző szakirodalmi adatok alapján áttekinti az acélgyártás során lejátszódó folyamatra vonatkozóan eddig kidolgozott differenciálegyenleteket. Leírja a polinomiális modellt és a legelterjedtebben alkalmazott mérlegmódszert. Áttekinti a különböző matematikai modellek előnyeit és hátrányait. Ezek gyakorlati alkalmazásához elektronikus számítógép szükséges.

A feldolgozóipar különböző ágazatainak fejlődése a kohászat elé egyre magasabb követelményeket állít a termékek minősége és gazdaságossága tekintetében. Ahhoz, hogy egy termék a magas minőségi követelményeknek eleget tudjon tenni és viszonylag olcsón előállítható legyen, meg kell határozni az illető termelő berendezés optimális gyártási módját az uralkodó üzemi körülmények függvényében.

Az acélgyártási folyamatokat egy soklépcsős és sokparaméteres modellnek tekinthetjük [1], amelyek meghatározott üzemi körülmények között, időben mennek végbe. A gyártás lefolyása [2], illetve annak ideje igen nagy számú tényezőtől függ, amelyek közül eddig kb. 500 ismert.

A jelenlegi gyakorlat, amely a sokéves üzemi rutinra támaszkodik, a folyamat bonyolultsága miatt, a legtöbb esetben nem biztosítja az optimális műszaki—gazdasági paraméterek kiválasztását a gyártási folyamat során.

Az elmondottakból következik, hogy szükséges a folyamat jobb megismerése és megfelelő szintű *automatizálása* abból a célból, *hogy a gyártási folyamat optimalizálható és elektronikus számítógéppel irányítható legyen.*

A fenti feladatok megoldása, azaz az acélgyártás folyamatának irányítása csakis a gyártás matematikai modelljének ismeretében valósítható meg.

Az acélgyártás folyamatai olyan differenciálegyenlet rendszerrel írhatók le, amelyet az elméleti kohászattan, a fizikai-kémiai és a hidrodinamika törvényszerűségeinek alapján állítunk fel.

Ezen differenciálegyenlet rendszer alakja a következő:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{dy_1}{d\tau} &= f_1(x_1, x_2, \ldots, x_n, y_1, y_2, \ldots, y_m, \tau)\\
\frac{dy_2}{d\tau} &= f_2(x_1, x_2, \ldots, x_n, y_1, y_2, \ldots, y_m, \tau)\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\
\frac{dy_m}{d\tau} &= f_m(x_1, x_2, \ldots, x_n, y_1, y_2, \ldots, y_m, \tau)
\end{aligned}\right\} \quad (1)$$

A fenti differenciálegyenlet rendszernek ki kell elégíteni e a következő feltételeket:

$$y_i(x_1, x_2, \ldots x_n, y_1, y_2, \ldots y_m, 0) = y_{i0} \quad (1 \leq i \leq m) \quad (2)$$

$$y_i(x_1, x_2, \ldots x_n, y_1, y_2, \ldots y_m, T) = y_{iT} \quad (1 \leq i \leq m) \quad (3)$$

El kell mondani, hogy az acélgyártás folyamatainak bonyolultsága miatt az (1) differenciálegyenlet rendszer felállítása igen nagy nehézségekbe ütközik.

Most tételezzük fel, hogy az (1) egyenletrendszert mégis fel tudtuk állítani, és hogy a (2) és (3) feltételeket kielégítő megoldása is létezik az említett differenciálegyenlet rendszernek.

Ugyanakkor tudjuk, hogy az a megoldás ismeretlen, és ismeretlen a megoldó függvény analitikus formája is.

A fent leírtakból kitűnik, hogy ezen modellezési módszer alkalmazása igen nagy nehézségekbe ütközik. Mindezek ellenére ezt a módszert eléggé gyakran alkalmazzák az acélgyártás karbon oxidációs folyamatának leírására. A karbonkiégés modellezésének ilyen jellegű megfogalmazása található meg a *Travin* és *Svarcman* munkájában [3]. A folyamat leírására szolgáló egyenlet a következő:

$$-\frac{\mathrm{d}[C]}{\mathrm{d}\tau}=K_0^C e^{-\frac{Q}{RT_0}}\left(1+\frac{\bar{Q}\varphi T}{2RT_0^2}\right)\Sigma\mathrm{FeO}\cdot C \qquad (4)$$

ahol K_0^C együttható;
Q a karban oxidációs folyamat aktivációs energiája [kkal/g atom];
T_0 a kezdeti hőmérséklet [°C];
τ idő [perc];
φ a hőmérsékletemelkedés sebessége [°C/perc];
ΣFeO a salak FeO tartalma [%];
[C] a karbon koncentrációja [%]

A (4) kifejezés integrálva megkapjuk, hogy:

$$\lg\frac{[C_0]}{[C_\tau]}=\frac{K_0^C e^{-\frac{Q}{RT_0}}}{2{,}303}\cdot\left(1+\frac{\bar{Q}\varphi T}{4RT_0^2}\right)\cdot\Sigma\mathrm{FeO}\cdot\tau \qquad (5)$$

ahol $[C_0]$ a karbon koncentrációja a kezdő időpillanatban
$[C_\tau]$ a karbon koncentrációja a végső időpillanatban

A (4) matematikai modell alapján kiszámított (5) egyenletet használják fel a CNIIKA munkatársai bizonyos egyszerűsítésekkel a „Process" rendszerben. A rendszer a martin-acélgyártás kikészítési periódusának programozására szolgál. *Dudnyikov és Ljovin* munkájában [4] a szerzők feltételezik, hogy az acélfürdő kielégítő keveredésének következtében a fürdőben a hőmérsékleti és koncentráció gradiensek értékei alacsonyak, ezért a következő alakú nonlineáris differenciálegyenlet rendszerrel írják le a kikészítés folyamatát:

$$\frac{\mathrm{d}x_i}{\mathrm{d}\tau_s}=\varphi_i(x_1, x_2, \ldots, x_n, u_1, u_2, \ldots, u_m) \qquad (6)$$

A differenciálegyenlet rendszer korlátozó feltételeit a következőképpen fogalmazták meg:

$$x_i^{\min}\le x_i\le x_i^{\max};\quad 0\le u_i\le u_i^{\max} \qquad (7)$$

ahol x_i az objektum i-ik kimenő koordinátája;
μ_i az i-ik vezérlő, paraméter
τ_s a s-ik adag kikészítésének kezdetétől eltelt idő;
φ_i nonlineáris függvény.

A rendszer hatékonysági kritériumának a kemence maximális teljesítményét választották.

A fent elmondottak alapján a kikészítés irányításának feladata a következő lett. Minimalizálandó az

$$J=\int_0^{\tau_s}\mathrm{d}\tau_s \text{ kritérium}$$

a következő feltételek mellett:

$$\frac{\mathrm{d}x_i}{\mathrm{d}\tau_s}=f_i(x_1; x_2; \ldots, x_n)+K_{i1}u_1+K_{i2}u_2+\ldots+K_{im}u_m \qquad (8)$$

$$x_i(0)=x_{i0};\quad x_i(\tau_s)=x_{iK} \qquad (9)$$

$$0\le u_i\le u_i^{\max}\quad (i=1, 2, \ldots, m) \qquad (10)$$

ahol f_i folytonos, differenciálható függvények;
K_{ij} állandók.

A feladatot a *Pontrjagin* által megfogalmazott *maximum módszer* segítségével oldották meg. A rendszert ipari körülmények között is kipróbálták, és bizonyos esetekben kielégítő eredményeket kaptak a kikészítés programozásakor. Ugyanakkor a rendszer általában nem kielégítő pontossággal működött, mivel a matematikai modell nem vette figyelembe, pl. a fürdő fővését.

Az előzőekben említett matematikai modellek kezelése és felhasználása igen nehézkes. Éppen ezért a kutatók jelentős hányada előnyben részesíti az acélgyártás folyamatainak matematikai leírásakor a statisztikai modelleket.

Az acélgyártás különböző folyamatainak statisztikai leírásakor a sokdimenziós regressziós és korrelációs analízist használjuk fel, mint alapvető matematikai apparátust.

A regresszió analízis során az

$$\hat{y}=b_0+b_1x_1+b_2x_2+\ldots+b_mx_m \qquad (11)$$

egyenlet b_i regressziós együtthatóit keressük.

A (11) egyenletben az x_j a tanulmányozott változó tetszőleges függvénye. A regresszióanalízis segítségével megbecsülhetjük a tényleges regresszió-nak a közelítő regresszióval való helyettesítése során keletkező hibát, valamint elvégezhetjük az összes regressziós együttható ellenőrzését. A kapcsolat szorosságát a korrelációs számítás segítségével becsülhetjük meg.

Természetesen bármely matematikai módszer felhasználása akkor, és csakis akkor helyénvaló, ha ezen módszer alapvető feltételei teljesülnek.

A korrelációs számítás alapvető feltétele, hogy az y függő változása és az x_j független változókra teljesüljön a normalitás feltétele.

Az a feltételezés, hogy az y normális eloszlású egyfelől jelentősen leegyszerűsíti a véletlen változók közötti kapcsolat vizsgálatát, márcsak azért is, mivel a normális eloszlást csak két paraméter határozza meg. Másfelől az eloszlás normalitásáról alkotott hipotézis lehetőséget ad a legkisebb négyzetek módszerének felhasználására is a közelítő regresszió megkeresése során.

A legkisebb négyzetek módszere természetesen felhasználható a regresszió becslésére abban az esetben is, ha az y nem normális eloszlású. Ekkor azonban, általános esetben nem becsülhető meg,

hogy mennyire hatékony a módszer felhasználása, különösen kis mintaszám esetén.

Az acélgyártási folyamatok statisztikai modellezése során a folyamatokat leíró differenciálegyenlet rendszer megoldásának keresésekor (amely előttünk ismeretlen) a jelenség leírására *polinomiális modellt* választunk [5], amely együtthatóit úgy interpretáljuk, mint egy Taylor-sor együtthatóit, vagyis a parciális differenciálok numerikus értékeit azon pontban, amely környezetében az ismeretlen függvény sorbafejtése történik, és amely függvény a számunkra ismeretlen differenciálegyenlet megoldását adja. Az adott fokú polinom helyességét ismert statisztikai módszerekkel ellenőrizhetjük.

Ismeretelméleti szempontból azonban a polinomális modellek nem túlságosan jelentősek számunkra, mivel a Taylor-sor együtthatóinak numerikus értékeit ismerve nem állítható elő azon kiinduló függvény, amely analitikus formája a kutató számára ismeretlen.

Ebből következik tehát az, hogy a kiinduló differenciálegyenlet, amely az adott folyamatot leírja, sem állítható vissza. Mindezek ellenére az adott folyamatról a polinom elemzése során is kaphatunk bizonyos információkat.

A gyakorlatban a polinomális modellek igen hasznosak akkor, ha azokat valamely érték optimumának megkeresésére használjuk fel. Statisztikai szempontból a polinomális modellek nagyon jól kezelhetők, mivel a polinom fokszámának növelésével az aprokszimáció javítható. Ebben az esetben az aprokszimáló függvény paramétereiben lineáris marad, amely tény megkönnyíti a soronkövetkező statisztikai eljárások elvégzését. Az acélgyártás folyamatainak statisztikai modellezésekor interpolációs formákra van szükségünk, és ezért a polinomiális modellek a felhasználók számára annál is inkább elfogadhatók és alkalmazhatók.

Az acélgyártás statisztikai modelljeinek alkalmazási területei már sokrétűbbek. A modellek egy része szintén a folyamat leírására szolgál, tehát nagytömegű adat alapján, a matematikai statisztika módszereinek felhasználásával próbálja elérni azt a célt, amit az előzőekben már említett elméleti modellek tűznek maguk elé, azaz az acélgyártási folyamat kielégítő leírását.

Lomtatidze és *Vedernyikov* munkájában [6] olyan egyenleteket találunk, amelyek a karbon oxidációját írják le az olvasztás kikészítési periódusában. A gyártási adatokat feldolgozva és a regresszió analízis módszereit felhasználva, a szerzők az oxigénes acélgyártás kikészítési periódusának leírására a következő egyenletet kapták:

$$\Delta[\mathrm{C}] = 0{,}0743(1-2h)\Sigma\mathrm{O} + 0{,}0175\,G_p + \\ + 0{,}0199(\%\Sigma\mathrm{FeO})\tau + 0{,}075 \qquad (12)$$

ahol $\Delta[\mathrm{C}]$ az oxidálódott [C] mennyisége [%];
$\Sigma\mathrm{O}$ az oxigénezés során felhasznált oxigén mennyisége [100 Nm³];
h a lándzsa távolsága a fürdő felületétől [m];
G_p a vasércfelhasználás [t];
$\Sigma\mathrm{FeO}$ a salak össz FeO tartalma [%];
τ a periódus időtartama.

A szerzők számításokkal meghatározták a hagyományos gyártási technológia kikészítési periódusában is a karbon oxidációjának egyenletét. Ebben az esetben az egyenlet alakja:

$$\Delta[\mathrm{C}] = 0{,}13\tau + 0{,}044G_p + 0{,}0144(\Delta T_f - 8G_p + G_m)\tau - 0{,}03 \qquad (13)$$

ahol τ a periódus időtartama [óra];
G_p a vasérc felhasználás [t];
G_m más szilárd oxigénhordozók felhasználása [t];
ΔT_f a folyamat kezdetén a likvidus hőmérséklet feletti tényleges túlhevítés.

Természetesen ezen modelleken kívül az irodalomban még számos munka foglalkozik az acélgyártási folyamatok statisztikai leírásával.

Ugyanakkor az ilyen kísérletek negatív tulajdonsága az, hogy mivel alapjaiban a már létező folyamatok eredményeit dolgozzák fel, nem tudják figyelembe venni a folyamat további fejlesztésében rejlő lehetőségeket.

A statisztikai modellek másik alkalmazási területe a gyártási időnek, illetve periódustartalmának előrejelzésére szolgáló matematikai modellek. Ezen modellek megalkotását az acélművek számítógépes irányítása és termelésprogramozása tette szükségessé, illetve hozta létre.

Egy korábbi munkában [7] a szerző ezen feladat megoldására vállalkozott a következő megfontolások alapján.

Az SM acélművek operatív irányítása és termelésprogramozása csak akkor valósítható meg, ha az egyik legfontosabb alapadat, az adagidő, előre jelezhető, illetve időtartama megjósolható.

Ugyanez vonatkozik az egyes gyártási periódusokra is, mivel az olvasztás minden periódusát egy sor, meghatározott gép szolgálja ki. Így *az acélmű operatív irányítása tulajdonképpen az egyes technológiai periódusok prognózis grafikonjára épül.*

A gyártási időt, illetve részperiódusok tartamát véletlen folyamatként kezeljük és ezek idősorozatait szűkebb értelemben nem kezelhetjük stacionárius folyamatként, mivel a gyakorlat és az acélgyártó szakemberek egybehangzó véleménye szerint ezen *idősorozatok a kemence kampánybeli állapotának, életkorának függvényei.* Tágabb értelemben viszont elmondhatjuk ezen idősorozatról azt, hogy azonos típusú kemencék esetén ezen sorozatok szórásai közel azonosak és így a különböző részperiódusokat, valamint az adagtartamot leíró regressziós egyenletek csak a kemence kampánybeli állapotától függenek. Ebben az esetben viszont a sorozatokat már stacionáriusként kezelhetjük.

A fentiek értelmében az adagidő, illetve a részperiódus tartamának előrejelzésére szolgáló egyenlet alakja a következő:

$$T = a_{n+1}[x_n]^2 + a_n(x_n] + \left(\sum_{i=1}^{n-1} a_i x_i + b\right) \qquad (14)$$

ahol T időtartam
x_i a technológiai paraméter
x_n a kemence életkora, boltozat szerinti adagszáma

A (14) egyenlet felhasználható mind az acélmű operatív irányítására, mind pedig termelésprogramozása során.

Az első esetben a független változók az x_i-k aktuális értékeit behelyettesítjük, a (14) egyenletbe, elvégezzük a kijelölt műveleteket és megkapjuk a T várható értékét.

A (14) egyenlet az acélmű termelésprogramozására is felhasználható. Az előző időszakokra ismert a különböző technológiai paraméterek változása. Ezek alapján következtethetünk, hogy az elkövetkező időszakban milyen lesz a különböző paraméterek várható értéke. Ezen értékeket a (14) egyenletbe helyettesítve előre jelezhető az adagidő hossza. Ismert az is, hogy a külöbböző kemencék életkora milyen. Ezt változtatva megfigyelhetjük az adagtartam hosszának változását és a kemencéket ennek alapján programozhatjuk a körülményeknek leginkább megfelelően.

Az előzőekben ismertetett statisztikai folyamatmodellek statikusságuk miatt nem alkalmasak a folyamat irányítására, mivel alkalmazásuk során nincs lehetőség az információ szerzésére, illetve a fent említett modellek passzívnak tekinthetők, hiszen csak a folyamat adott paramétereit használja fel normális üzemi körülmények között, és a folyamat pontos lefolyásáról nem adnak képet amiatt, mert csak a kezdeti és végállapotot nézik.

A folyamat lefolyásáról képet nyerhetünk az ún. aktív statisztikai modellek segítségével, amelyeket statisztiko-dinamikus modelleknek is neveznek.

Az előzőekben említett matematikai modell felállítása előtt meg kell határoznunk azon paramétereket, amelyek változását a folyamat során meg kívánjuk ismerni, és azon paramétereket, amelyek a folyamatra valamilyen hatást gyakorolnak és valamilyen módon értékük mérhető, illetve konkrét formában rögzíthető. Ezen paraméterek pl. a fürdő [C] tartalmának, a fürdő hőmérsékletének stb. változása elegendő információt nyújt a folyamat lefolyásáról, illetve a folyamatosan beérkező mérési eredmények tükrében a különböző folyamatok lefolyásába bele lehet avatkozni és a folyamatot az általunk kívánt irányba tudjuk orientálni.

A modellezés során szintén a matematikai statisztika módszereit használják fel úgy, hogy az (1) differenciálegyenlet rendszer idő szerinti megoldási függvényeit keressük meg nagy mennyiségű diszkrét mérési eredmény segítségével.

Az ismeretlen megoldási függvényeket oly módon keresik meg, hogy a gyártási szakaszt a $[0\ ;\ T]$ időintervallumban n részre osztják. Tudják az y_i értékek, kezdeti y_{i0} és végső y_{ii} értékeit. Ezen y_i, valamint a gyártás már kiválasztott paraméterének értékeit megfelelő Δt időpillanatonként megmérve különböző gyártási körülmények között igen komoly mennyiségű mérési adathoz jutunk. Ezek segítségével határozzuk meg a T_i és T_{i+1} időpontok közötti görbét a korrelációs számítás és a regresszió-analízis módszereinek felhasználásával. Ilyen módon görbeszakaszokkal közelítjük meg a megoldási függvényeket.

Természetesen az így kapott görbeseregek szintén csak egy adott azonos típusú berendezéscsoportra érvényesek és javításuk folytonosan szükséges, azaz öntanító rendszer keretében szükséges ezen görbéknek a valósághoz való közelítése.

Ha a különböző folyamatokat leíró görbék már csak igen kis hibával dolgoznak, akkor lehetővé válik a visszacsatolás, azaz a különböző folyamatok automatikus irányítása.

Ezen görbék segítségével azután a folyamatok optimális irányítása is megvalósítható, de ez további komoly munkálatokat igényel.

Az acélgyártási folyamatok matematikai modellezésének igen elterjedt, és talán legrégebben alkalmazott módszerei a *mérlegmódszerek*. Felhasználási területük igen sokrétű. Általában betétszámításra használják fel őket. Ilyen módszerek ismertetésével foglalkozik a [8] munka, amelyben megtalálhatók a különböző acélgyártási folyamatok, illetve azok modifikációinak anyag- és hőmérleg számításai. Ezen módszer széleskörű alkalmazásának gátat vet, hogy igen munkaigényes, azaz számítógép nélkül igen nehéz elvégezni. A másik nehézség a felhasználás során mutatkozik. Sok együttható kísérleti úton történő meghatározása szükséges a felhasználáshoz, amelyet minden egyes berendezésre meg kell határozni, és ezen együtthatók az átépítések során jelentősen meg is változhatnak.

A mérleg módszerek pontossága a gyakorlatban igen sok kívánni valót hagy maga után, mindezek ellenére betétszámításra való felhasználásuk indokolt.

A mérleg módszerek másik felhasználási területe a különböző technológiai folyamatok, elsősorban a dekarbonizációs folyamat ellenőrzése, illetve az arról való információszerzés területére esik.

A módszer ilyen területen való felhasználásáról tudósít *Glinkov és társainak* [9] munkája. A módszer alapja a száraz füstgáz CO_2, CO és O_2 elemzési eredményei, valamint a füstgázmennyiség számítások útján történő meghatározása. Ez alapján ellenőrzi a fürdő [C] tartalmának változását. A kemencébe adagolt tüzelőanyag és levegő mennyiségének pontos mérése segítségével számítások útján meghatározható a füstgázban található [C] mennyisége. A kapott érték eltér a füstgáz elemzése alapján kapott értéktől olyan mértékben, amely az adott időszak alatt oxidálódott és CO és CO_2 formájában kivált onnan.

Beolvadás után legyen a fürdő [C] tartalma $[C]_b$, akkor az acél [C] tartalma a τ időpontban $[C]_\tau$ a következő egyenlettel határozható meg:

$$[C]_\tau = [C]_b - \frac{0{,}536 \cdot 100}{G} \cdot \int_0^\tau (V^t_{CO} + V^t_{CO_2})\, d\tau \quad (15)$$

ahol C a kemence adagsúlya [t];
0,536 — átszámítási együttható (1 m³ CO vagy CO_2 0,536 kg C-t tartalmaz).

V^t_{CO} és $V^t_{CO_2}$ — a fürdő [C] tartalmának oxidálódása során keletkező CO és CO_2 térfogata a τ_0 időponttól az τ időpontig.

A javasolt matematikai modellt megvalósító berendezést ipari körülmények között kipróbálták.

Olyan kemencében, amely közepes karbontartalmú ([C]≈0,2%) acélokat gyártott. A kísérletek kielégítő eredménnyel zárultak, mivel a fürdőből kiváló oxidált [C] mennyiségének meghatározásakor ±5,2%-os hibát (azaz ±0,01—0,015% C) tapasztaltak.

Ez a módszer azonban nem használható az alacsony [C] tartalmú acélok gyártásakor, mivel ilyen esetekben az alacsony [C] oxidálási sebesség miatt a fürdőből kiváló CO és CO_2 mennyisége jelentéktelen a tüzelőanyag elégetésekor keletkező CO és CO_2 mennyiségéhez viszonyítva. Éppen ezért nem határozható meg a V'_{CO} és V'_{CO_2} mennyisége az adagvitelhez szükséges pontossággal.

A módszer másik problémája a gázelemzők, illetve elemzések pontosságában rejlik. Igen nagy nehézségbe ütközik a keletkező égéstermékek mennyiségének meghatározása is, bár ez a nehézség áthidalható a füstgáz komponenseire felírt mérlegegyenletek kiszámításával.

A fenti rövid áttekintésből is kitűnik, hogy ma már igen sok területen és igen széles körben folynak kutatások, amelyek eredményei arra jogosítanak fel bennünket, hogy a kohászati berendezések és folyamatok számítógépes irányítása egyre inkább reálitássá válik.

Összefoglalás

Az acélgyártó berendezések automatikus szabályozásának egyik legfontosabb és legbonyolultabb feladata a technológiai folyamatok automatikus irányítása. A berendezések hőtechnikai irányítása jelenleg már megfelelően megoldott, ugyanakkor a technológiai folyamatok irányítása területén a helyzet már sokkal rosszabb.

A hőtechnikai automatizálással foglalkozó szakemberek erőfeszítései jelenleg arra irányulnak, hogy a már meglevő rendszereket tökéletesítsék, a technológia irányításával foglalkozók viszont gyakorlatilag még csak a munka kezdetén tartanak.

Az irányítási szakembereket ez a tény különösen hátráltatja munkájukban, mivel csak a gyártási folyamat komplex automatizálása teszi lehetővé egy sor technológiai, hőtechnikai és szervezési probléma egyidejű megoldását.

Jelen tanulmánnyal a szerző az acélgyártó szakemberek figyelmét szeretné ráirányítani az acélgyártási folyamatok matematikai leírásának és irányításának fontosságára. Elemzően áttekinti az ezen a területen végzett munkákat, azok módszereit és alapgondolatát.

IRODALOM

[1] *Stec, K. A.:* Matematicseszkoje modeliravanyije martenovszkoj plavki. Izvesztyija VUZ-ov. Csornaja Metallurgija. 1964. N°—10. p. 189—195.

[2] *Kaganov, V. Ju.—Szivolapov, V. G.:* Prognozirovanyije dlityelnosztyej martenovszkoj plavki. Izvesztyija VUŽ-ov. Csornaja Metallurgija 1967. N°—11. p. 60.

[3] *Travin, O. V.—Svarcman, L. A.:* Fizicseszkaja himija raszplavlennih szolej i slakov. Metallurgizdat. 1962.

[4] *Dudnyikov, Je. G.—Ljovin, A. A.:* Promislennije avtomatizirovánnije szisztémi uprávlényije. Izdatyelsztvo „Energia" 1973.

[5] *Nalimov, V. V.:* Teorija experimenta. Izdatyelsztvo „Náuka" 1971.

[6] *Lomtatidze, T. A.—Vedernyikov, A. V.:* Automatizácija technologicseszkih processzov v csornoj metallurgii. Trudi CNNICsM, vipuszk 29. Metallurgizdat. 1973.

[7] *Szőnyi Z.:* Az SM-acélgyártás periódus- és adagtartamának matematikai modellezése és hosszának előrejelzése. Bányászati és Kohászati Lapok. Kohászat 106. évf. 1973. p. 15.

[8] *Ojksz, G. N.—Joffe, H. M.:* Proizvodsztvo sztáli. Izdatyelsztvo „Metallurgia" 1964.

[9] *Glinkov, M. A.—Menysikov, R. I.—Kaganov, V. Ju.—Szolomencev, Sz. L.:* Bulletin CNIICs. M. 1964. N°—10.

Könyvismertetés

Atlas zur Wärmebehandlung der Stähle, *Band 3, (Acélok hőkezelésének atlasza, 3. kötet).* 1973. Verlag Stahleisen, Düsseldorf.

A Max Planck Institut, a Berlini Műszaki Egyetem, és a Német Kohászati Egyesület gondozásában megjelent kötet szerzői: *Jürgen Orlich, Adolf Rose* és *Paul West.*

A mind elméleti, mind gyakorlati szempontból értékes könyv két fő részből áll. Az első, szöveges rész acélok austenitesedési tulajdonságainak jellemzési lehetőségeivel és méréstechnikájával foglalkozik az alábbi csoportosításban:

I—0. Bevezetés
I—1. Kísérleti eszközök
I—2. Kísérleti módszerek
I—3. Acélok austenitesedési tulajdonságait befolyásoló tényezők
I—4. Austenitesedési diagramok használata

A második rész a következő leggyakrabban használatos acélfajták austenitesedési tulajdonságait jellemző adatait foglalja össze táblázatok és diagramok formájában:

Betétedzésű acélok: Ck 15, 20 MnCr5, 15 CrNi6
Nemesíthető acélok: Ck45, 37MnSi5, 38Cr2, 34Cr4, 34CrMo4, 42CrMo4, 50CrMo4,
Nitridálható acél: 34CrAlMo5
Hidegszerszámacélok: 100Cr6, 90MnV8
Melegszerszámacél: X38CrMoV51
Rozsdamentes acélok: X35CrMo17

A kötet szerzői az austenitesedési tulajdonságok jellemzésére a következő öt diagram együttes használatát javasolják és a legtöbb acélfajtára (a felsoroltak közül) ezeket meg is adják:

Austenitesedési diagram
Austenit-szemcsenövekedési diagram
Edzési keménységértékek diagramja
Martensitkezdet diagramja
Karbidfeloldódási diagram

Mindegyik diagram izotermás és folyamatos felhevítésre is vonatkozhat.

A könyv által szolgáltatott információkat két egyszerű példával érzékeltetjük:

1. A 34CrMo4 acélminőség egy átlagos összetételű (elemzése adott!) és a mellékelt mikrofotoval jellemzett kiinduló szövetszerkezetű adagja 300 °C/sec sebességgel hevítve 795 °C-on kezd austenitesedni az (egyensúlyi A_1=730 °C helyett) a perlit ferritjének austenitesedésével. Ez a folyamat 830 °C-on befejeződik, s így itt ferrit, austenit, és karbid található. 880 °C-t elérve az austenitesedés befejeződik (az egyensúlyi A_3=790

°C helyett) de ez az austenit még inhomogén. Tovább hevítve az említett sebességgel csak 1060 °C elérésével tekinthető az austenit homogénnek, melynek ASTM szerinti szemcsenagysága: 10. Ha megszakítjuk a gyors felhevítést 920 °C-on és a próbát edzük, keménysége HV=575 lesz, míg ha a homogén austenitmezőből edzük HV=610 értéket kapunk. A martensites átalakulás M_s kezdőpontja az előbbi esetben 365 °C, míg homogén austenites állapotból hűtve 325 °C.

2. Ha ugyanezt a próbát az 1. példával ellentétben nem folyamatosan, hanem 130 °C/sec-al hevítjük az austenitesítés hőmérsékletére, majd pedig ezen a hőmérsékleten („izotermásan") tartjuk, akkor az információk időtartamokban jelentkeznek. Ha pl. 800 °C-on akarjuk a próbát austenitesíteni, akkor már felhevítés közben kb. 785 °C-on megkezdődik a perlit austenitesedése. A 800 °C-ot elérve és 0,2 sec-ig hőntartva a próbában a perlit helyén austenit és karbidlemezek találhatók. További 30 sec. múlva az austenitesedés befejeződik, de még 300 sec-nak kell eltelnie, hogy az austenit homogenizálódjon. Szemcsenagysága a 10-esnél (ASTM) finomabb.

A kötetben a szerzők megadják, hogy a 4. kötet mely acélminőségek austenitesedési tulajdonságaival fog foglalkozni.

Az „Atlas Zur Wärmebehandlung der Stähle" sorozat kötetei így a hőkezelők legfőbb segédletei közé tartoznak, melyeket egy sor acélminőség esetében a magyar szakemberek is haszonnal forgathatnak.

Dr. Verő Balázs

„Kleinschmiede" *(Kézi kovácsolás)* szerzője: *Hermann Hundeshagen.* Kiadó: VEB Verlag Technik. Berlin.

A szakkönyv 180 oldalon sok vonalasábrán és üzemi fényképen ismerteti a kézi kovácsolás munkaeszközeit és műveleteit. A tudnivalókat öt részben csoportosítja. Az első rövid rész összefoglalja a kovácsolás fejlődését és jelentőségét. A második részben a munkaeszközök ismertetése keretében melegítőberendezések és a kovács szerszámok tárgyalása található. A harmadik rész különböző kovácsoló műveletek részletes, ábrás leírását adja. Ez az anyag a legrészletesebb, tartalmazza a tudnivalók zömét. A negyedik részben a kézi kovácsolás anyagainak tulajdonságait és az anyagok vizsgálatát ismerteti, az ötödik rövid részben az összes szakkifejezés betűrendben összeállított gyűjteményét találjuk, a megfelelő oldalszám megadásával. Valamennyi fontosabb témára kérdések és feladatok, valamint számszerűen kidolgozott példák találhatók, ezért tankönyvként is használható a szakkönyv. A könyv rendszerezése jól áttekinthető, a szöveges rész és a bő ábraanyag kifogástalan nyomdatechnikával készült.

*

„Grosschmiede" *(Gépi kovácsolás)* összeállította: *Gottfried Gnaden* vezetésével egy szerzői kollektíva. Kiadó: VEB Verlag Technik. Berlin.

A szépkiállítású szakkönyv 280 oldalon a nagyméretű és nehéz egyedi gépalkatrészek szabadalakító gépeken történő melegalakítását ismerteti. A szöveges rész könnyebb megértését számos vonalas ábra és üzemi fénykép segíti. A könyv 10 részből áll. Rövid bevezetés után a nagyméretű darabok kovácsműhelyében a hevítőkemencék ismertetésével kezdődik a szakszerű leírás. Ezt követi a kalapácsok, majd a sajtók csoportosítása és leírása, a második és harmadik részben. A negyedik rész a különböző kovácshengerlő gépek szerkezetével, elvi működésével ismerteti meg az olvasót. Az ötödik részben a szerszámok, készülékek és emelőberendezések leírását találjuk, a hatodikban a nagykovácsdarabok melegalakításához célszerű eljárásokat. A hetedik rész a munkadarabok kovácsolásához szükséges felhevítést és a szükséges kovácsolás utáni hőkezelést ismerteti. A nyolcadik részben a minőségi ellenőrzés alapelveit, módszereit és a gyakrabban előforduló hibák ismerhetők meg. A függelék feladatokat, számítási példákat, a tizedik részben a szakkifejezések betűrendbe szedett felsorolását találjuk.

Ez a szakkönyv is az előzőekben ismertetett szakkönyvhöz hasonlóan, fiatal szakmunkások elméleti és gyakorlati képzéséhez alkalmas.

Latinák István

Beszámoló a konferenciáról

IV. Országos Vaskohászati Hidegalakító Konferencia

Egyesületünk Vaskohászati Szakosztálya a Dunai Vasmű közreműködésével okt. 1—3. között rendezte meg Dunaújvárosban a IV. Országos Vaskohászati Hidegalakító Konferenciát. A konferencián 117 hazai résztvevő mellett az alábbi hat ország 41 szakemberét üdvözölhettük: Ausztria, Bulgária, Csehszlovákia, Jugoszlávia, Lengyelország, NDK.

A konferenciát *Komjáthy László*, Egyesületünk alelnöke nyitotta meg, hangsúlyozva a vaskohászati hidegalakítás egyre jelentősebb szerepét a hazai iparban. Ezután a házigazda Dunai Vasmű vezérigazgatója, *Borovszky Ambrus* tartott rövid szakmai bevezetőt, kiemelve azt, hogy a Dunai Vasműben a legutóbbi konferencia óta eltelt 3 évben a kohászati hidegalakítás tovább fejlődött és a Dunai Vasmű Hideghengerműve, valamint harmadtermék-gyártó üzemei révén a hazai vaskohászati hidegalakítás legnagyobb centruma lett.

A konferencia első és második napján csak plenáris előadások hangzottak el. *Mándoki Andor* a hazai vaskohászati hidegalakító üzemek fejlesztésének kérdéseiről, *dr. Kiss Ervin* prof. a hideghengerlés alakítástechnológiájának időszerű kutatási és fejlesztési problémáiról, *dr. Prohászka János* prof. pedig a gyorshevítésnek a képlékenyen alakított fémek mechanikai tulajdonságaira gyakorolt hatásáról tartott nagy érdeklődést kiváltó előadást. Az első nap második része egy előadássorozat volt, melyet a feldolgozó vállalatok szakemberei tartottak „A felhasználók elvárásai a hidegen alakított gyártmányokkal szemben" címmel. Az előadók:

Vas Iván—Erdősi József—Szvoboda Gábor (Gépipari Technológiai Intézet)

Ringbauer Károly (Mezőgép Tröszt)

Szilassy Kálmán (Építésügyi Minőségellenőrző Intézet).

Gyüre László (Hajdúsági Iparművek) voltak.

Október 2-án, a második napon először az „Üzem- és munkaszervezés" volt az előadások témája:

Gémes Ferenc (NME Kohó- és Fémipari Főiskolai Kar) Számítógépek a hengerművek információ-áramlásában

Debreceni József (Élelmiszeripari Gazdaság-Kutató Intézet)

Műszeres mérések az üzem- és munkaszervezésben

Dr. Lugosi Gábor (NIM Ipargazdasági és Üzemszervezési Intézet) — *Szalay Géza* (Dunai Vasmű)

Profilhajlító gépsorok gyártásütemezési rendszere

Zsámbok Elemér (Dunai Vasmű)

A „Dolgoz hibátlanul" munkarendszer alkalmazási lehetőségei a kohászati üzemekben

A nap második részében „A hidegalakítás általános technológiai kérdései"-vel kapcsolatos előadások hangzottak el:

Dr. Márton Tibor—Dr. Czinege Imre—Sárossy György (Bánki Donát Műszaki Főiskola)

Mélyhúzó műveletek erőszükségletének vizsgálata

Mankher György (Salgótarjáni Kohászati Üzemek)

Nagy teljesítményű huzalpácoló berendezés műszaki gazdasági tapasztalatai

Édes János (Vasipari Kutató Intézet)

Kis karbontartalmú acélok keményedési sajátságai

A szekcióelőadások október 3-án az alábbi három szekcióban hangzottak el:

Lemezszalag szekció

Dr. Hegedüs Zoltán (Csepel Vas- és Fémművek)
Ötvözetlen dinamószalag gyártási tapasztalatai
Dr. Lendvai József (Salgótarjáni Kohászati Üzemek)
Kis karbontartalmú hidegen hengerelt szalagok lágyítása sisak-kemencében
Hanák János (Dunai Vasmű)
Hidegen hengerelt acélszalagok felületi minőségét befolyásoló tényezők
Carl v. Zedtwitz (Quaker Chemical, B. V. Uithoorn)
Szintetikus olajok és emulziók használata hideghengerlés során
Szabó Nándor (Salgótarjáni Kohászati Üzemek)
Hidegen hengerelt szalagacél műszaki paramétereinek javítása
Dr. Verő Balázs—Clement Andor (Vasipari Kutató Intézet)
A dresszírozó hengerlés hatásmechanizmusa
Dr. Jürgen Loose (VEB Bandstahlkombinat, Eisenhüttenstadt)
A hengerérdesség hatása a mélyhúzható lemezek dresszírozására
Dr. Uwe Scharfenorth (Zentralinstitut der Metallurgie, Berlin)
Hideg szélesszalagsorok fejlesztési irányzatai

Rúd-drót szekció

Dr. Székely Levente (Vasipari Kutató Intézet)
Hidrosztatikus extrudálás
Dutkó Lajos (Lenin Kohászati Művek)
Nagyszilárdságú automata rúdacélok húzási és hőkezelési tapasztalatai
Dr. Szombatfalvy Árpád (Vasipari Kutató Intézet)
Betonfeszítő huzalok minőségének kérdései
Dr. Reisz Gyula (Nehézipari Műszaki Egyetem)
Az egyengetési művelet hatása az egyengetett rudak szilárdsági tulajdonságaira
Babus Gyula (Salgótarjáni Kohászati Üzemek)
Folyamatosan öntött bugából hengerelt huzalok hidegalakíthatóságának vizsgálata
Sárkány József (Csepel Vas- és Fémművek)
Kenőanyag kísérletek ötvözetlen acélcsövek hidegalakításánál
Erdődi György (December 4. Drótművek)
Revementes huzalhőkezelés egyenes szálvezetésű közvetlen ellenállás-fűtésű sópatentozó berendezésen

Harmadtermék szekció

Némon Zoltán (Anyagmozgatási és Csomagolási Intézet) Raktári állványszerkezetek vaskohászati termékekből
Gál Gaszton (Nehézipari Műszaki Egyetem)
Bonyolult keresztmetszetű profilok előállítása szalagból, görgős alakítással
Tisza Miklós (Nehézipari Műszaki Egyetem)
Az ultrahangenergia alkalmazása huzal- és csőgyártásnál
Szijj Dezső (Dunai Vasmű)
Nagyszilárdságú csőszalagok hidegalakítása közben szerzett tapasztalatok
Rédei András (NME Kohó- és Fémipari Főiskolai Kar)
Profilhajlító sor terhelési vizsgálata
Dr. Petznik Jánosné (Dunai Vasmű)
A hidegen hajlított szelvények szerszámtervezése
Gecsei Gábor (Dunai Vasmű)
Nyitott és zárt idomacélok átmeneti korrózióvédelme

Az előadókat a tematikai bizottság kérte fel, az előadások mondanivalója a konferencia meghirdetésekor megfogalmazott célkitűzés — a hazai vaskohászati hidegalakítás komplex fejlesztése — köré csoportosult.

Az előadásokat magyarul tartották, a külföldiek számára német nyelven szinkron tolmácsolás volt biztosítva. A konferencia résztvevői érkezésükkor kézhez kapták az előadások rövid kivonatát, a külföldiek részére német nyelvű kiadványokat biztosítottunk. Az előadások teljes szövegét két példányban kértük be az előadóktól; az előadásokból összeállított két kötetet az Egyesület budapesti központjában kívánjuk elhelyezni, hogy az érdeklődők könnyen hozzájuthassanak.

Clement Andor

Egyesületi hírek

KGYV tanulmányút Salgótarjánban

A Kohászati Gyárépítő Vállalat Helyi Csoportja a Salgótarjáni Kohászati Üzemek Helyi Csoportjának közreműködésével okt. 29—30-án 2 napos tanulmányutat rendezett Salgótarjánban. Tanulmányút célja az SKÜ-ben létesített új huzalpácoló és horganyzó üzem tervezési, gyártási, szerelési és üzembe helyezési tapasztalatainak megvitatása, az új létesítmények megtekintése, továbbá a zagyvarónai Ötvözetgyár ferróötvözet gyártásának és berendezéseinek tanulmányozása volt.

A KGYV 35 főnyi küldöttségét a gyár műszaki klubjában *Brezniczki János*, az SKÜ Helyi Csoportjának titkára fogadta, majd meleghangú üdvözlő szavai után *Boródi Ferenc* tartott érdekes ismertetőt a több mint 100 éves gyár múltjáról, jelenéről és jövőjéről.

Mankher György főmérnök ismertette az új *huzalpácoló* technológiáját és berendezéseit. Elmondta, hogy a régi huzalpácoló elavult berendezései, egészségvédelmi rendelkezések szigorúbb előírásai, valamint az üzem környezetszennyező hatása miatt szükségessé vált új korszerű üzem létesítése. A környezeti szennyező hatás csak akkor küszöbölhető ki teljesen, ha a pácolás során keletkező melléktermékek regenerálhatók. Ezt a követelményt a HCl-es pácolási technológia képes kielégíteni.

Az elvezetett használt savat ún. regeneráló toronyban Lurgi-eljárással regenerálják.

A teljes technológiai folyamat az ún. vezérlő teremből irányítható. A pácolási és kezelési program is ott programozható be (6-féle program).

Pácolási idő 20—25 perc. Pácolási teljesítmény 25 t/ó huzal. Szükséges pácoldat mennyisége 3000 l/ó. Keletkezett vasoxid-granulátum mennyisége 320—350 kg/ó.

Barcz Sándor, a KGYV tervezési osztályvezetője előadásában tájékoztatást adott az új létesítmény tervezési, szerelési, üzembehelyezési tapasztalatairól. Elmondotta, hogy a huzalpácoló a KGYV generáltervezésében egy külföldi, 4 magyar vállalat tervezésében és KGYV fővállalkozásban egy külföldi és 11 hazai vállalat közreműködésével valósult meg. Kritikusan ismertette azokat a problémákat, amelyek felmerültek a megvalósítás során, de ezek valójában velejárói is ekkora üzem létesítésének.

Ezután rövid tájékoztatást kaptak a hallgatók a huzalpácolóval egyidőben elkészült *huzalhorganyzó* üzemről is.

Az előadásokat élénk vita követte. A résztvevők meggyőződhettek arról, hogy az SKÜ az új létesítmény elkészülte után Közép-Európa egyik legszebb és legkorszerűbb pácolóművével lett gazdagabb.

A résztvevők délután az ismertetett üzemeket tekintették meg, majd kirándulást tettek a részben csehszlovák területen levő Somoskői várhoz.

Este a Salgó étteremben rendezett hangulatos közös vacsora zárta le az első nap eseményeit.

A második napon a *zagyvarónai Ötvözetgyárat* látogatták meg a tanulmányút résztvevői.

Dr. Tamáskovics Nándor igazgató üdvözlő szavai után *Szalai János* műszaki igazgatóhelyettes a gyár történetéről adott rövid ismertetést a mintegy 50 főnyi hallgatóságnak.

Az 1938-ban alapított gyár FeSi gyártással kezdte termelését 1939. február 13-án. Az egyetlen elektromos kemencét a gyár melletti erőmű látta el elektromos energiával. A háború okozta károk helyreállítása után 1948-ban indult meg a termelés. Az egyre növekvő kohászati igények kielégítése érdekében 1951—52 és -53-ban 1—1

újabb kemencével bővítették a gyártó kapacitást. További fejlesztést a kemencék transzformátorainak teljesítménynövelésével biztosították. Ez a kapacitásnövelési folyamat jelenleg is tart, a kezdeti 3750 kVA-es kemencéket 12 000 kVA-es-re kívánják bővíteni.

A transzformátor teljesítményének növelését a kemence egyéb részeinek korszerűsítése is követni fogja. Söderberg elektródák alkalmazása, olajhidraulikus elektróda megfogás és elektró-hidraulikus elektróda szabályozás. Tervbe vették az elegytér bővítését és korszerűsítését is. A kemence korszerűsítésében és elegytér bővítésében a KGYV-vel jó kapcsolat alakult ki.

A termelési kapacitás növelésével egyidőben a gyártmányválaszték bővítésére is nagy gondot fordítanak. A kezdeti kétféle gyártmány ma már 40-re bővült. Kutatást és fejlesztést nagy fontosságúnak tartják.

Ezután *ifj. Szalai János* kohómérnök tartott színvonalas előadást a Ferróötvözet-gyártás technológiai, metallurgiai kérdései címmel.

Az előadás ferróötvözet-gyártás történetének ismertetés után a gyártási folyamat fizikai-kémiai reakcióit, egyenleteit tárgyalta, majd a ferróötvözetgyártás feltételeiről, alap- és segédanyagokkal szemben támasztott követelményekről, elegyelőkészítésről, elegyelőkészítés hatásáról az Si kihozatalra és a gazdaságosságra, majd a technológiai folyamatról adott részletes tájékoztatást.

Bella Jenő, a KGYV irodavezetője „Ferrószíliciumgyártó berendezések" címmel tartott előadást.

Előadásában ismertette az újonnan kifejlesztett 7,5 MVA-es FeSi gyártó kemence műszaki jellemzőit. A KGYV az Ötvözetgyár szakértőinek, az NME Elektrótechnika Tanszékének, továbbá külföldi szakértő bevonásával jó elektromos paraméterekkel rendelkező korszerű kemencét fejlesztett ki.

Az eredményeket igazolja, hogy Venezuela részére két berendezést gyárt és szállít a KGYV. A megkötött szerződés hírére egyre növekszik az érdeklődés az új gyártmány iránt.

A berendezés egyes részeinek ismertetése után a KGYV és az Ötvözetgyár szakemberei mindhárom előadáshoz hozzászóltak hasznos tapasztalatcsere és vita alakult ki.

Délután üzemlátogatásra került sor, és készséges vendéglátóink segítségével részletesen tanulmányozhattuk a ferróötvözet-gyártás berendezéseit.

A tanulmányút résztvevői Galyatetőn keresztül utazták vissza Budapestre.

Lantos István

Kovácsklubnap októberben

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács Szakcsoportja október 7-én Egyesületünk előadótermében klubdélutánt tartott. Ennek keretében *Vas Iván* okl. gépészmérnök tagtársunk, a Gépipari Technológiai Intézet főosztályvezetője és Simon János technikus tagtársunk, a Ganz-Mávag kutatója beszámolták az ez év június közepén franciaországi Nizzaban megtartott nemzetközi kovács-konferenciáról. A konferencia 2 részből állt, az első rész keretében nagyszámú előadás hangzott el, *Vas Iván* tagtársunk a méretpontos darabolásról tartott előadást. A második rész néhány nagy teljesítményű francia kovácsüzem megtekintéséből állt. Ezek közül kiemelkedett a lyoni Berliet-autógyár, valamint a Párizs közelében levő új Peugeot autógyár kovácsüzeme. A világ minden részéről összesereglett, kb. 500 főnyi kovácsszakember példás szervezésről, sok nívós előadásról és korszerű kovácsüzemi termelésről győződhetett meg.

A beszámolókat sok hozzászólás és baráti együttlét követte.

Latinák István

Az Acélgyártási Szakcsoport ülése a Kohó és Gépipari Minisztérium Tervező Irodáiban és a Vasipari Kutató Intézetben

Az Acélgyártó Szakcsoport ötödik ülését nov. 13-án a KGMTI-ben, nov. 14-én a Vasipari Kutató Intézetben tartotta.

Az ülés napirendjén aktuális tervezői feladatok és az acélgyártással összefüggő kutatási témák szerepeltek.

A KGMTI-ben nov. 13-án tartott ülésén részt vett 9 fő állandó tag, 5 fő meghívott előadó és 5 fő vendég.

Az ülést a KGMTI részéről *Nagy Zoltán* üdvözölte és bevezetőjében ismertette az Iroda szervezetét. A KGMTI több tervező iroda összevonásából alakult ki 1954-ben, amelyek közül a legnagyobbak a Kohóipari-, Gépipari-,illetve Daru Tervező Iroda volt. Később újabb szaktervező irodák is létesültek és ma már több mint 1360 fővel végzik a KGM tárca tervezési feladatait. Szervezet ismertetése után kitért egyes napi problémákra, amelyek közül a tervezési munka menetközbeni változtatása okozza a legtöbb gondot.

Dolgos László a Dunai Vasműben az V-ik ötéves tervben beruházásra kerülő oxigénes konverter acélművet ismertette. Az acélműben 2 db 130 t-ás konverter épül, amelyek közül egy fog állandóan dolgozni. A tervezett adagidő 46 perc, az éves termelés a felfutás után 1100 ezer tonna. A konverter üzemben egy 1300 tonnás befogadóképességű körkeverő a nyersvasellátás zavartlan biztosítására szolgál. 1980 után az acélműben egy oválíves két szálas laposbuga folyamatos öntőművet is telepítenek. A konverterek termelését folyamatos öntőművel fogják leönteni. Az öntéshez kezdetben felhasználják a meglevő folyamatos öntőművet is, amelyhez közvetlenül csatlakozik az új acélmű.

A beszámolót több a technológiára és a berendezésre vonatkozó hozzászólás követte, amelyekre az előadó és Csépai Dezső válaszolt.

Hanák Gábor előadásában beszámolt az LKM új elektroacélművében a hazai tervezés alapján megvalósított hozag és ötvözőanyag tárolás, anyagszállítás és automatikus mérlegelés berendezéseiről. A hazai készülékek az új elektróacélműben jól beváltak.

A következő előadó *Makhult Mihály* volt, aki előadásában igen szemléletesen számolt be a hegesztett könnyített szerkezetű acélüstök hazai tervezéséről és bevezetéséről. Bemutatta az OKÜ és a Csepeli Acélműben alkalmazott hazai tervezésű és gyártású acélöntőüstöket, foglalkozott a szerkezeti és anyagminőségi problémákkal. Az üstök üzemközbeni igénybevételével és elhasználódásával kapcsolatban több kérdést intéztek az előadóhoz.

Zámbori László a KGMTI által tervezett különleges kiszolgáló daruk tervezéséről és üzeméről tartott előadást. Többek között ismertette az OKÜ részére tervezett szekrénytartós 150, ill. 155 tonnás öntődarukat, az OKÜ folyamatos öntőművében alkalmazott emelőgerendás és 4 emelő mágneses bugaszállító darut, a rúddrótsori hosszabb szálak szállítására alkalmas forgó gereblyés, illetve billenthető kengyeles darukat, valamint a Dunai Vasmű folyamatos öntőművének önzáró forgószerkezetes 50 tonnás daruját. Az egyes megoldásokhoz többen tettek fel kérdéseket.

A szakmai szempontból nagyon színvonalas előadásokat a résztvevők nagy érdeklődéssel hallgatták és hasznos ismereteket kaptak a tervezés témaköréből.

1974 november 14-én a Vasipari Kutató Intézetben a Szakcsoport az acélgyártási kutatások témájával foglalkozott. Jelen volt 23 fő.

Szőke László nyitotta meg az ülést és röviden ismertette az intézet szervezetét és a fontosabb kutatási területeket, végül felsorolta az új berendezéseket és műszereket, amelyeket az intézet a legutóbbi években a kohászati vállalatok támogatásával szerzett be. Ma már lehetőség van a legkorszerűbb fémtani vizsgálatok elvégzésére. Az intézet a jövőben bővíteni kívánja a kohóipari vállalatokkal az együttműködést és részt kíván venni a fejlesztési feladatok megoldásában is.

Éles László az acélmetallurgiai osztály kutatási munkájáról és az elmúlt évek kutatási tevékenységéről számolt be. 1960 előtt az intézet költségvetési keretből dolgozott. A nagy kohóipari vállalatokkal csak néhány kutatási témában volt közös munkájuk. 1960 után jelentősen növekedett a vállalatokkal kötött szerződés alapján végzett kutatói munka. Megvalósított kutatási eredmények közül a legfontosabbak a mikroötvözött növelt folyási határú acélok bevezetése, az ún. JF-acélok, azaz jól forgácsolható betétedzésű és nemesíthető acélok gyártástechnológiájának kidolgozása, az időjárásálló szerkezeti acélok hazai meghonosítása. Az intézetben hazai tervezésű elektrosalakos átolvasztó berendezést

helyeztek üzembe. Főleg szerszám- és gyorsacélok átolvasztását végezték. Az osztály dolgozói több kutatási eredményre szolgálati szabadalmat kaptak. Különleges nikkel és kobalt bázisú ötvözeteket gyártanak, amelyekkel a hazai felhasználók jelentős tőkés deviza megtakarítást érnek el (pl. fogfém, Stellit, Hastelloy ötvözet).

Lendvai Endre a különleges acélgyártási eljárások alkalmazásáról és kutatási eredményeiről számolt be. Részletesen ismertette az elektrosalakos átolvasztási eljárásnak a kis méretű tuskókon elért eredményeit. Főleg szerszám- és gyorsacélokat vizsgáltak, de az eljárás jól alkalmazható nagytisztaságú gyengén ötvözött acélokhoz is. Továbbiakban a vákuumindukciós és vákuumívkemencés technológiákról beszélt és a kristályos mész falazat alkalmazásával elért jó eredményekre is kitért. Az osztály ötvözött acélgyártáshoz évek óta használja főleg indukciós kemencében a kristályos falazatot és evvel a technológiával eléri a vákuumban kezelt acélok tisztasági fokát.

Dr. Rittinger János a hegesztett szerkezetekben alkalmazott acélok tulajdonságainak vizsgálatáról tartott előadást. Foglalkozott a ridegtörési tulajdonságokkal ütőhajlító vizsgálat és COD mérés közti összefüggésekkel és beszámolt a Dunai Vasmű nagyszilárdságú spirálhegesztett csöveinek minősítési munkájáról. Gyakorlati példákkal bizonyította, hogy a jelenlegi vizsgálati és átviteli előírásainkat tovább kell fejleszteni.

Sárvári István a forgácsolásnélküli hideg- és melegszerszámok acéljainak kutatási eredményeiről tartott előadást. A hazai szerszám- és készülékgyártás egyik fontos feltétele a jó minőségű alapanyag. A vizsgálat választ ad, hogy a hazai szerszámacélok felhasználási tulajdonságai milyen mértékben térnek el a legjobbnak tartott nyugati beszerzésű szerszámacéloktól, továbbá meg lehet határozni azokat a beruházási, ill. fejlesztési feladatokat, amelyeket az acélminőség javítás érdekében el kell a jövőben végezni.

Az intézeti beszámolók után *dr. Bruno Krismer* nyugatnémet előadó tartott előadást az acél és öntvénygyártásban alkalmazott ritkaföldfém (mischmetal) ötvözés hatásáról. Az összes ritkaföldfém kohászati felhasználás 60%-át a nagyszilárdságú és alacsony átmeneti hőmérséklet igényű hegesztett cső alapanyag, 20%-át saválló és hőálló acélok, a többit a gömbgrafitos öntöttvas és ellenálláshuzal képezi. Az ötvözés kedvező alakú és a hengerlés során nem nyújtható zárványokat eredményez, ami javítja a lapos termékek keresztirányú tulajdonságait. A ritkaföldfém viszonylag nagy ára dönti el, hogy milyen esetekben lehet gazdaságosan felhasználni.

Az előadás után a Szakcsoport tagjai megtekintették az acélmetallurgiai osztály műhelycsarnokait, majd közös ebéden vettek részt. A tervező és kutatómunkát felölelő előadások megfelelő tájékoztatást adtak az iparban dolgozó hallgatóságnak a kohóipari fejlesztés szempontjából nem elhanyagolható tevékenységéről. (ÉL)

Kovácsklubnap novemberben

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács Szakcsoportja novemberi klubdélutánját 18-án tartotta Egyesületünk előadótermében. A találkozó keretében *Káldori Gábor*, a METALIMPEX Külkereskedelmi Vállalat üzletkötője tartott előadást a süllyesztékes kovácsolás külkereskedelmi vonatkozásairól. Előadásából megtudták a hallgatók, hogy 1970-ben történtek az első próbaszállítások külföldre, 1974-ben 12 ezer tonna süllyesztékes kovácsolt árúra történtek kötések nagy autógyárakkal. A vevők három feltételt szabtak a hazai kovácsüzemek felé; az első feltételcsoport a minőségi követelményekre vonatkozik, a második a szállítási határidőre, ezek nagyon szigorúak és a harmadik pedig az ár szempontjait körvonalazza. Az előírt feltételeket a Csepel Művek, a DIGÉP és kis mennyiségben a Magyar Acélárugyár kovácsüzeme teljesíti a megrendelők, mégpedig a Volkswagen, a Ford és a Volvo cégek teljes megelégedésére. Megrendelők között a közelmúltban a Lengyel Népköztársaság autóipara is jelentkezett.

Az előadás a hallgatók nagy tetszésével találkozott, a sok feltett kérdésre az előadó részletes választ adott. Az előadást és a hozzászólásokat baráti együttlét követte.

Latinák István

25 éves a Lőrinci Hengermű

A Lőrinci Hengermű alapítólevelét a nehézipari miniszter 1949. november 7-én adta ki. Ennek megfelelően a gyár ez év novemberében vált negyedszázados üzemmé és ünnepelhette fennállásának 25 éves évfordulóját.

A Lőrinci Hengermű sorsa szorosan összefügg a Dunai Vasmű telepítésével. Amikor 1949-ben döntés született új vasmű felállításáról, az ország teljes durvalemezgyártását oda irányozták elő, ezért elhatározták, hogy a diósgyőri durvalemezsort is az új gyárba telepítik át. Erre az országos porfilrendezésen kívül azért is szükség volt, mert a diósgyőri durvahengermű fejlesztését a durvalemez-sor akadályozta.

Az új vasmű helykijelölése körül azonban, mint ismeretes, módosításra volt szükség, ezért az építkezés beindítása késett, viszont a diósgyőri beruházást ettől függetlenül meg akarták kezdeni. Ezért úgy döntöttek, hogy a lemezsort átmenetileg egy alkalmas helyre kitelepítik, és az új vasmű megfelelő szintű kiépítése után kb. 3—4 év múlva majd tovább viszik végleges helyére. Átmeneti helynek a volt Lipták acélgyárat szemelték ki, amely az első világháború után a gazdasági válság miatt tönkrement, ezért leállították és teljesen leszerelték. Egy háromrészes csarnoka azonban, a körülötte elterülő gyárudvarral megmaradt.

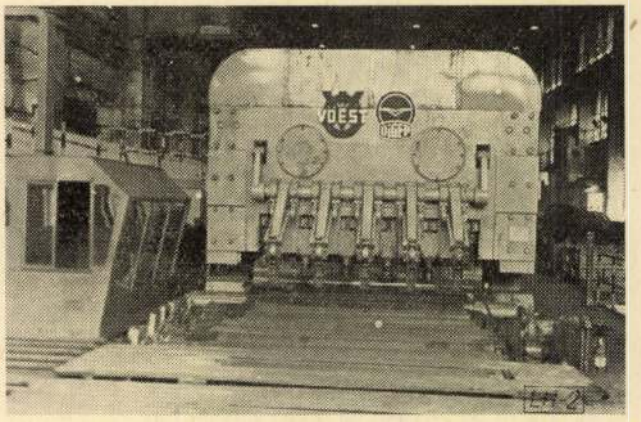
A kiszemelt telepre a hengersor áttelepítési munkálatai 1949 nyarán indulnak meg, és új helyén a hengersor 1950. júniusában kezdett dolgozni. Berendezései közül Diósgyőrből került át a hengerállvány, közvetlen tartozékaival, a meghajtó berendezéssel, a melegegyengetőgéppel és a két daraboló-ollóval. A gyár többi részét újonnan létesítették.

A gyár indulása után egy ideig üzemzavarokkal küzdött, mert a melegítőkemence a betervezett teljesítményt üzemszerűen és megfelelő hőmérsékleten nem volt képes leadni. Nehezítette még a termelést a tartalék alkatrészek és a karbantatró műhely hiánya is, ezért már a működés első éveiben pótberuházásokról kellett gondoskodni. A gyár megerősödése 1951—52. évekre esik, amikor új lemezteret, gépműhelyt, irodaházat, próbamegmunkáló műhelyt telepítenek, a bugateret meghosszabbítják és megkezdik a második kemence építését is. 1951—52 ben a termelés hirtelen fellendül, de 1954-ben ismét megtorpan, elsősorban a belföldi duvalemez-igények csökkenése miatt. Ezenkívül a felfutott hengersort Diósgyőr képtelen alapanyaggal ellátni, mert a gyár állandó alapanyag-gondokkal küzd.

Az 1956-os események kisebb megtorpanást okoznak az üzem életében, viszont 1957-től 1963-ig hat éven keresztül nemcsak a termelés növekedése mutat jelentős felfutást, de az üzem gazdálkodása is rendkívül kiegyensúlyozottá válik.

A Lőrinci Hengerműnek a Sztálin Vasművel, illetőleg a Dunai Vasművel a kapcsolata 1955-ben alakul ki. Ekkor jelennek meg a Sztálin Vasműben gyártott első tuskók, majd 1960-ban a Dunai Vasműben gyártott bugák. 1962-ben már a Lőrinci Hengermű összes be-





Lemezdarabolás 1954-ben és 1974-ben

tétjének kétharmad része származik a Dunai Vasműből. A két gyár között kialakult szoros kapcsolat végül is odavezet, hogy 1963. január 1-évél a Lőrinci Hengerművet, mint önálló gyárat megszüntetik, és a Dunai Vasműhöz csatolják. Ettől az időtől kezdve, mint a Dunai Vasmű egyik gyárrészlege működik tovább.

A gyár indulása óta a kisebb-nagyobb beruházások annak képét teljesen megváltoztatták. 1971-ben a régi kemencéket új keresztüzelésű tolókemence váltja fel, amely jelenleg a gyár legkorszerűbb berendezése. Automatikus szabályozással, elpárologtató hűtéssel, védőatmoszférás lángjárással dolgozik. A hengersor meghajtó berendezését az évek folyamán jelentősen megerősítik, a kikészítő műhelyt átépítik. Több éven keresztül kiépül a továbbító görgősor, 1967-ben letelepítésre kerül az új II. és III sz. szélezőolló, a hidegegyengetőgép, majd 1971-ben az új I. sz. darabolóolló. Kisgépesítéssel megoldják a lemezek bélyegzését is. 1966-ban új, folyamatos működésű hőkezelőkemence létesül, amelynek évi kb. 60 ezer tonna a kapacitása, és a hozzátartozó kiszolgáló berendezésekkel együtt igen korszerű létesítménynek tekinthető.

A Lőrinci Hengermű indulásától kezdve, mint a hazai durvalemezgyártás bázisa, nagyon sok és jelentős berendezéshez gyártott igen jó minőségű lemezeket. Kezdettől fogva a hajógyárak fő anyagellátója, ezenkívül az összes hazai és több külföldi híd anyagának gyártója. Közülük legnevezetesebb az Erzsébet-híd, amely anyagának több mint kétharmad részét kapta a Lőrinci Hengerműből. Ezenkívül több Tisza-. és Duna-híd, indiai hidak, az utóbbi években pedig jugoszláv hidak lemezei készültek a gyárban. 1964-ben a Győrben megindult gömbtartálygyártáshoz szállít az üzem jó minőségű lemezeket, és a gömbtartálylemezek jelenleg is megtalálhatók programjában.

A gyár összes létszáma 1953-ban 681 fő volt, 1973-ban, tehát húsz év múlva 632 fő. Ugyanakkor termelése húsz év alatt 85 000 tonnáról 170 000 tonnára, tehát éppen kétszeresére növekedett. Fejlődése tehát egyértelműen belterjes volt, mivel húsz éven keresztül a termelés felfutása tiszta termelékenység-növekedésből származik.

A gyár fejlődésének egyik legfontosabb mozgató rugója a munkaverseny, amely a gyár indulása után hamar kifejlődött. 1952—53-ban alakulnak meg a munkabrigádok, majd 1959-ben a szocialista brigádok. Napjainkban 36 brigád versenyez a szocialista címért.

A Lőrinci Hengermű fontos és biztos láncszemet képvisel a magyar iparban, legfőbb hivatása, hogy az ipari összekötöttetést biztosítsa a kohászat és a nehézgépgyártás között. Ennek a rendeltetésének mindenkor igyekezett eleget tenni és a 25 év alatt fejlesztéséről is olyan mértékben gondoskodott, hogy ennek az alapvető feladatnak képes legyen megfelelni. Jelenleg a gyár félkorszerű üzemnek számít, amely a ráháruló feladatokat képes megoldani, ahhoz azonban, hogy az elkövetkezendő 10—15 évben is lépést tudjon tartani a technika haladásával, ésszerű fejlesztéséről tovább kell gondoskodni.

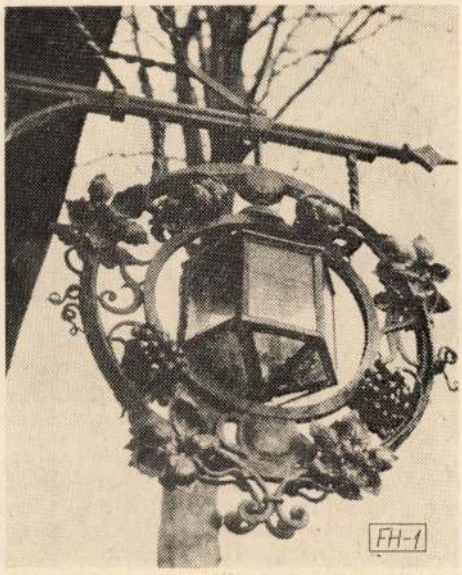
Dr. Remport Zoltán

Az Annaberg melletti frohnaui hámor

Európa egyik legrégibb ipartörténeti emléke a Német Demokratikus Köztársaság déli határa közelében, az Érchegység keleti oldalán fekszik. A ma is üzemképes kovácsműhely Annabergben található. A hámor eredetileg a völgyben fekvő Frohnau faluban volt, de közben a falu beolvadt Annabergbe. A több, mint 500 éves vízihámor a falun keresztülfolyó bővízű Sehna patakra épült. A vízimalom 1435-ben épült, 1495-ben átépítették. 1500 körül Frohnau környékén ezüstöt találtak, az ezüstércet körülményes lett volna szállítani és így a gabonamalomban csekély átalakítással pénzérméket vertek, a közelben kohósított ezüstből. Néhány év múltán az épület ismét malom lett, de egyidejűleg kéziszerszámokat, pl. ollót, továbbá ezüstöt és rezet is kovácsoltak benne. Vasat, átépítés után 1600 óta kovácsoltak itt. Az épület azóta nem változott.

1629-ben egy stájerországi vallási menekült az épületet megvásárolta, belsejét úgy alakította át, hogy az kovácsműhely céljára már jól megfelelt. 1631-ben a hámor *Kamnitszer Jakab* tulajdonába került, aki a műhelyben rezet kovácsolt, de 1641-ben a kovácsolást felhagyta és 1656-ban eladta a hámort egy annabergi kereskedőnek, *Rubner Gottfriednek*, — akinek korábban Sorgenthalban és 4 más községben már kovácsműhelye volt. Az üzemet 1663-ban *Fischer Kristóf* vette meg, majd később *Clauss János* vette bérbe, majd vásárolta meg a frohnaui hámort, aki ügyes, belevaló nyújtó- és szerkovács volt.

Clauss, majd később leány ágon a *Martin* család birtokában a Frohnaui Hámor két évszázadon át eredményesen dolgozott. Egy éjszakai tűzvész alkalmával 1692-ben az üzem nagy része leégett, de „a kiváló nyújtó kovácsüzem", ahogy az egykori krónikás nevezte, gyorsan újjáépült. A régi raktár egyik gerendáján „ANNO 1962 OK" felírás ezt mutatja a késői utódok és látogatók számára (a földgömb és a kereszt a kovácsmester jele és egyben az ott termelt áruk védjegye volt). A hámorban művészi kocsikerekekhez görbe küllők, fegyverek és más értékes vasáruk készültek a drezdai vár és az ottani arzenál részére. Kopogtató a műhelyajtón, lámpa az „Urak Házán" *(1. kép)*, 1697-től egy szép vas-*Jánost*, művészi kovácsként is nagyra becsülték. Az kapu, egy szép vasláda is megmaradt. *Clauss Ábrahám* egyik évben pl. több mint 900 kovácsolt harangnyelvet rendeltek nála harangokhoz.



1. kép. Lámpa az „Urak Házá"-n



2. kép. Martin Gusztáv Vilmos kovács mester

Sok kovácsoltárut gyártottak Freiberg részére bányagépalkatrészeket, bányacsille-vasalásokat, kohótelepek részére öntőkanalakat, művészi zárakat, fűrészeket, metszőpofákat menetvágáshoz. A kovácsolást végül is 1904-ben hagyták fel. A család 1914-ig az „Urak Házá"-nak lakószobáiban élt. *Martin Gusztáv Vilmost,* mint az akkori leghíresebb kovácsot *Köselitz Rudolf* a híres festő lefestette *(2. kép).*

A nagykiterjedésű Érchegységben számtalan a Frohnaui Hámorhoz hasonló, kisebb-nagyobb hámor dolgozott. Ezek a XV. és XVI. században keletkeztek. Megindulásukhoz három természeti adottság segített: a vasérc, a fa és az olcsó vízienergia.

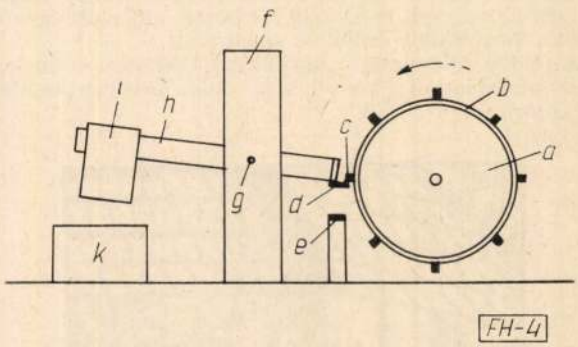
A vasércet a hegység sok száz aknájából és tárnájából fejtették. A völgyben hámorosok tanyáztak és hegyi patakok melelt kis hutákban bucakemencében olvasztották az ércet, nyitott tüzekben.

A XVI. század második felében megjelentek a mai nagyolvasztók ősei, amelyek már toronyszerű építmények voltak. Ezek toroknyílásán emberi erővel adagolták be az ércet és a faszenet. Az olvasztókemencék mellett álltak a fából épült és fával fedett kovácsműhelyek, ahol kezdetben kézi erővel, majd később vízierővel kalapálták lemez-, vagy rúdalakra a bucákat. Ezek mellett álltak rendszerint az ónozóházak, itt a fekete lemezeket ónozták. A kezdetleges kis kovácsműhelyek ekevasat, fegyvereket, a bányákhoz és a földműveléshez kézi szerszámokat, az ún. hámorárut kovácsolták.

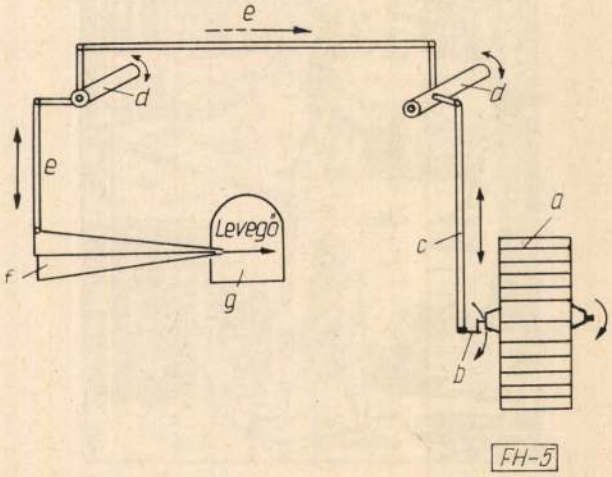


3. kép. Frohnaui fark-kalapácsok

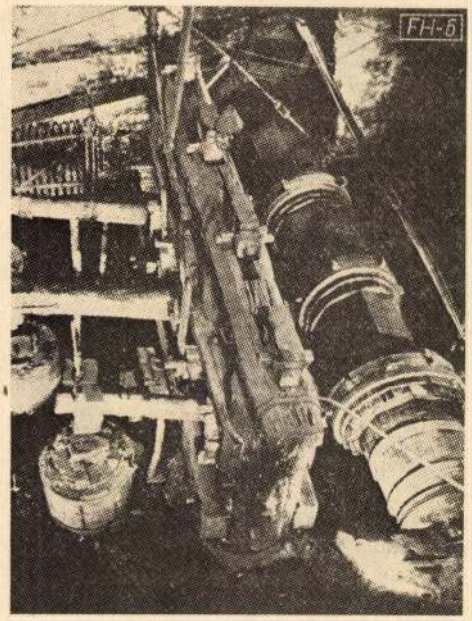
Az Érchegységben a helyi hámortelepek mellett a számtalan kis kovácsműhely később a nyersvasat, a nagyobb kohótelepektől kapta. A kézi szerszámokban mutatkozó igényt nemcsak Szászországban, hanem messze azon túl is kielégítették. A több, mint 100 kis kovácsműhelyből jóformán semmi sem maradt fent. A legjobb állapotban a Frohnaui Kovácsüzem maradt meg, öreg kalapácsai a *3. képen* láthatók.



4. ábra. A kalapácsok meghajlításának elve



5. ábra. rudazatos fujtató meghajtás elve



6. kép. A kalapácsok elrendezése felülről nézve

Az Érchegységben megtalált jelentős ércvagyon mellett a hatalmas erdőségek fakészlete nagymértékben segítette a hámor-kézműipar kialakulását. A tutajosok szállították a fát vízi úton a völgyekbe. Az erdők adták a fát a hámorok gerendázatához, a tetők részére zsindelyt, rudazatot a fújtatókhoz és hatalmas fatörzseket a vízikerekek tengelyéhez. Egy régi tengelyről mesélik, hogy 16 lóval vontatták le az erdőből. A Frohnaui Hámor 3 fark-kalapácsát meghajtó bütykös tengelyét egy közel 150 mázsás tölgyfatörzsből faragták ki az ácsok. A fark-kalapácsok is házilag készültek, anyaguk ugyancsak a környékbeli erdőkből származott.

A földbe süllyesztett nagyméretű fatörzsek, több helyen körbepántolva képezték az üllőt, amelyen az alakítás történt.



7. kép. Kovács és műhelye „De re metallica"-ból



8. kép. „Urak Háza" 1697-ből

Az Érchegységből lezúduló hegyi patakok energiája is segítette a hámorok kialakulását. A nehéz kézi munkát két ügyes mechanizmus váltotta. Az egyik volt a vízikerék, amely a növekvő súlyú farkkalapácsok rúdját emelte egy forgó bütykös tengely révén *(4. ábra)*, és az üllő fölötti rúdvégen levő ütősúly szabadon esett az alakítandó képlékeny munkadarabra. A másik az áttételes rudazat, amely a fújtatót működtette *(5. ábra)*.

A Frohnaui Hámor gátműve és a hámor telepítése nagyon hasonlít a Szentgotthárdi Kaszagyár telepítéséhez és gátművéhez. A kalapácsok működtetését a zsilip megnyitásával, leállításukat a zsilip zárásával és a patak vizének elterelésével oldották meg. A kalapácsok és a fújtató működtetése egymástól függetlenül két vízikerékkel és a két vízcsatornával, illetve zsilipnyitással-zárással történt.

A Frohnaui Hámorhoz érkezve a festőien szép „Urak Háza" út felé eső jellegzetes fabetétes homlokzatát látjuk meg először. A szép lakóépület és a régi műhely között jelenleg forgalmas út vezet. A hámor be van építve a talajba, falai még az ezüstkovácsolás idejéből valók. A falak 1,2 m vastagok, kevés és alacsony ablakkal, a falakon meredek nyeregtető. A tető két végén szélkakas, rajta a régi védjegy: golyó a kereszttel.

A patinás ősi műhelyben 3 működőképes farkkalapács, ezekkel szemben két kormos kovácstűzhely található a külön vízikerékről működtetett fújtatóval. A kalapácsok és a fújtató egymástól függetlenül dolgozhattak. Közös meghajtó tengelyről működő farkkalapácsok mozgatásának valódi elrendezését a *6. ábra* mutatja felülnézetben. A farkkalapácsok működése hasonló a Szentgotthárdi Kaszagyár kovácsüzemében ma is üzemelő farkkalapácsokéhoz. A kalapácsok szerkezete, kivitelük azonos. Eltérés csak abban mutatkozik, hogy a frohnaui 3 farkkalapács a felülcsapó vízkerékkel közös bütykös tengelyről kapja meghajtását, a gotthárdi kalapácsoknál viszont vízikerék szíjtárcsákkal ellátott közlőművet hajt és a közlőműről lapos szíjhajtás viszi át a forgómozgást a kalapács bütykös tengelyére.

A 6. képen látható kis kalapács medvesúlya kb. 100 kg, a közepesé 200, a nagyé 300 kg, a percenkénti ütésszám a kicsinél 100, a közepesnél 100, a nagynál 80.

Hasonló elrendezésű farkkalapács rajza *Georgius Agricola* 1555-ben megjelent „De re metallica" című latin nyelvű szakkönyvéből a *7. képen* látható.

A frohnaui kovácsműhely 1660-tól 1840-ig élte fénykorát. Az 1697-ben *Clauss János* által építtetett többszintes lakóépület a *8. képen* látható. Az üzem maximális dolgozói összlétszáma 18—20 fő lehetett.

A frohnaui hámor értékes ipartörténeti műemlék, és ezért a Német Demokratikus Köztársaság több mint 100 000 márkát folyósított felújítására. Ezzel valamennyi berendezése ismét működőképes lett. Látogatott technikai műemlék, iskolák kicsi és felnőtt növendékei, valamint hazai és külföldi látogatók sokasága csodálja a régi hámort működés közben, az ott kovácsolt múzeumi darabokon pedig az elődök kézügyességét. 1973-ban a látogatók száma kb. 600 000 volt.

Latinák István

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezetők: GARAY LÁSZLÓ, KOLOSY ERNŐ

Alumíniumelektrolizáló kádak gázelszívásának hatékonysága

SILLINGER NÁNDOR
okl. kohómérnök

SCHNEIDER MÁRTON
technikus

Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó

DK : 669.713.7.069.8

A szerzők ismertetik az Ajkai Alumíniumkohóban folytatott mérések eredményét, amellyel meghatározták az elektrolizáló kádak 100%-os anódgáz elszívásához tartozó kritikus elszívandó gázmennyiséget az anódburkolat tömítettségének függvényében. Mérések és számítások alapján foglalkoznak a növelt gázelszívásnak az elektrolízis hőmérlegére gyakorolt hatásával is.

Napjainkban a környezetvédelemmel kapcsolatos problémák a legfontosabb megoldandó feladataink közé tartoznak. Az üzemekben dolgozók és a környező településeken élő lakosság egészségének megóvása érdekében egyre szigorúbb előírások korlátozzák az üzemek, így az alumíniumkohók által kibocsátható szennyezőanyagok mennyiségét.

Ezek a szennyezők a fluór, a por és különböző szerves anyagok. Mennyiségénél fogva elsősorban a fluórral kell foglalkozni, amely a technológiai folyamat során rendszeresen a környezetbe jut, hazai kohóinknál 40—70 kg/h mennyiségben.

A szennyezők egy részét mesterséges elszívással folyamatosan eltávolítják a munkatérből. Az elszívás mértéke az *Ajkai Alumíniumkohóban* alkalmazott oldaltüskés kádkonstrukciónál 1900—3900 m^3/h, 90—150 mg/m^3 fluór tartalmú gáz kádanként, amely lehetővé teszi a fluór 60—75%-os hatásfokkal való eltávolítását. A gázban levő szennyezők 100 m magas kéményen keresztül jutnak a szabadba és jelentős mértékben felhígulva érkeznek csak az alsóbb szintekre. A fennmaradó 25—40%-os szennyező mennyiség közvetlen a kohó légterébe jut, majd ott 0,5—4 mg/m^3 fluórkoncentrációt okozva a természetes szellőzéssel távozik 10—15 m magasságban a szabadba.

A szennyező anyagok környezetbe való kerülésének megakadályozására két lehetőség kínálkozik:

— mind az elszívott gázt, mind pedig a természetes szellőzéssel távozó gázt külön-külön összegyűjteni és tisztítani,

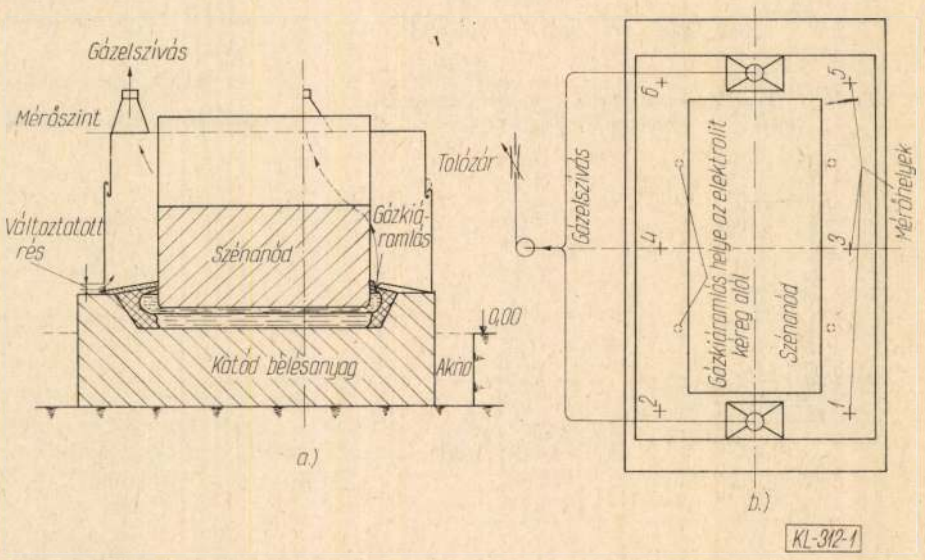
— a mesterséges elszívás fluórösszegyűjtési hatékonyságát közel 100%-osra növelni és csak az elszívott gázt tisztítani.

Meglevő kohóinkban a tetőelszívás bevezetése megoldhatatlan feladatot jelent, ezért a második lehetőséget felhasználva a mesterséges elszívás hatékonyságát kell javítani. Ez a megoldás nemcsak a beruházási költségekre van kedvező hatással (kisebb gázmennyiséget kell mosni az első megoldáshoz viszonyítva), hanem a kohóban dolgozók munkakörülményeit is alapvetően javítja.

A gázelszívás hatékonyságát befolyásoló tényezők

Az *Ajkai Alumíniumkohóban* méréseket folytattunk a *Nehézipari Műszaki Egyetem Áramlástani Tanszékével* együttműködve, amelynek során meghatároztuk a technológiai körülmények hatását az elszívás hatékonyságára.

A pontos mérések céljából egy elektrolizáló kádat leválasztottunk a közös elszívórendszerről



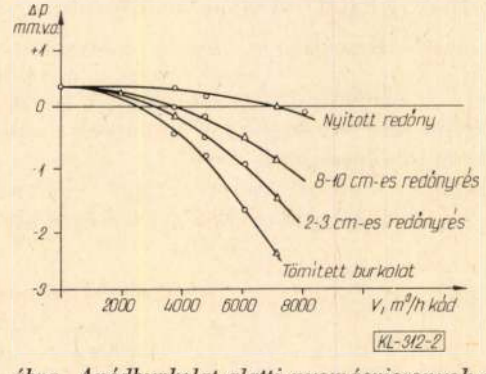
1. ábra. Kísérleti elszívórendszer vázlata

és külön vezérelhető elszívórendszerrel láttuk el *(1. ábra)*. A burkolat különböző mértékű zártsága mellett egyre növekvő gázelszívás alkalmazásával mértük az *1. ábrán* 1—6 pontokkal jelölt helyeken a burkolat alatti és a környező légtér nyomáskülönbséget.

A kádkonstrukció kialakításából adódóan a „3" és „4" jelű pontokban érvényesül legkevésbé az elszívás hatása, ezért mint kritikus helyeket alapulvéve azt kell szem előtt tartanunk, hogy még ezekben a pontokban is megakadályozzuk a gáz eltávozását a környezetbe. Ez úgy érhető el, ha az elszívás teljesítményét olyan mértékben növeljük, hogy a kritikus pontokban a burkolat alatti gáznyomás legfeljebb azonos, vagy kisebb, mint az ugyanazon szinten mérhető külső légnyomás.

A szimmetrikus elhelyezkedő pontokban (1—2; 1—5; 1—6; 3—4 stb.) mért külső légnyomáshoz viszonyított nyomáskülönbség értékek teljes szimmetriát mutattak, amelyet csak erős oldalirányú szél tudott kis mértékben módosítani. Ennél fogva a *2. ábrán* bemutatott „3" és „4" pontokra vonatkozó gázmennyiség-nyomáskülönbség függvény gyakorlatilag azonos. A görbesereg onnan adódott, hogy függvényt több különböző mértékű burkolattömítettség mellett is meghatároztuk. A változó mértékű tömítettséget úgy hoztuk létre, hogy egyik hosszúoldali redőnyt különböző magasságba húztuk fel.

A nomogramról megállapítható, hogy a burkolat alsó részének tömítettsége milyen jelentős mértékben befolyásolja az elszívás hatékonyságát. A jelenlegi gyakorlatban előforduló esetekben (0—10 cm-es rés) 2500—3800 m³/h. kád elszívási intervallumba esik a különböző mértékű tömítettséghez tartozó kritikus gázmennyiség. A teljesség kedvéért azt is megvizsgáltuk, hogy a burkolat felső részének zártsága hogyan befolyásolja az elszívási viszonyokat. Az előforduló max. 100 cm² nagyságrendű tömítetlenségek megszüntetése gyakorlatilag jelentéktelen módon befolyásolja a burkolat alatti nyomásviszonyokat. Ez a látszólagos ellentmondás elsősorban a kád termikus viszonyaiból adódik. A *3. ábra* szerint az elektrolizáló kád burkolata alá bekerülő levegő felmelegszik és ennél fogva a külső- és belső nyomás eloszlás a magasság függvényében eltérő lesz:



2. ábra. Anódburkolat alatti nyomásviszonyok az elszívott gázmennyiség függvényében

$$\frac{\Delta P_b}{\Delta h} = \gamma_b = \gamma_0 \cdot \frac{T_0}{T_b}$$

$$\frac{\Delta P_k}{\Delta h} = \gamma_k = \gamma_0 \cdot \frac{T_0}{T_k}$$

$$T_b > T_k, \text{ ezért } \frac{\Delta P_b}{\Delta h} \frac{\Delta P_k}{\Delta h}$$

Az egyes jelek értelmezése:

P_b, P_k belső, ill. külső tér nyomása (mmv.o. = kp/m³)
γ_b, γ_k belső, ill. külső térben a levegő fajsúlya (kp/m³)
γ_0 levegő fajsúlya normál állapotban (kp/m³)
T_0 273 $K°$
T_b, T_k belső, ill. külső térben a levegő hőmérséklete ($K°$)

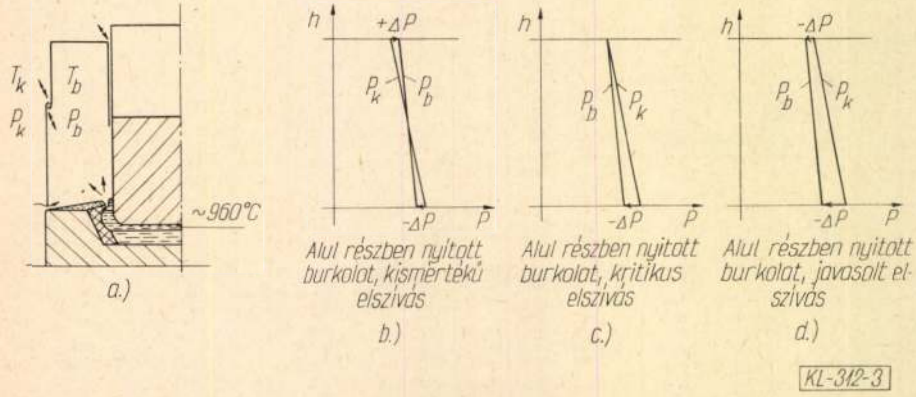
Az előzőekben azért beszélhettünk a külső és belső térben egyaránt levegőről, mert a technológiai folyamat során képződő anódgáz a levegővel jelentős mértékben felhígul, ezért a keverék főbb jellemzőit tekintve, levegőként viselkedik.

A *3c ábra* szerint kialakuló nyomásviszonyokkal magyarázható, hogy miért elenyésző a felső burkolatrész tömítettségének hatása a hatékony gázelszívás esetében. Mint látható a belső és külső tér nyomása azonos, így a befelé, vagy kifelé áramlás hatóereje nulla. Az is megállapítható, hogy a redőnyök nem kielégítő zárása (nyílás a burkolat alján) miatt kell ezer m³ nagyságrendű gáz—levegő keveréket elszívni egy-egy kádból óránként, holott ennél lényegesen kevesebb anódgáz képződik.

Az

$$Al_2O_3 + xC = 2Al + (3-x)CO_2 + (2x-3)CO$$

reakció során képződő anódgázok térfogata:



3. ábra. Az anódburkolat alatti és a külső légnyomás változása a magasság függvényében

$$V_0^{\text{anódgáz}} = \frac{0{,}3354 \cdot I \cdot \eta}{2 \cdot A_{Al}} \cdot X \cdot 22{,}41$$

ahol 0,3354 elektrokémiai egyenérték (kg Al/kAh)
I elektrolizáló áramerősség (kA)
η áramhatásfok (tizedestörtben)
A_{Al} alumínium atomsúlya
x a reakcióban résztvevő karbon mólok száma
22,41 Avogadro-féle szám (Nm^3/kg mól)

60% CO_2/40% CO anódgáz összetételt feltételezve a karbonmólok száma

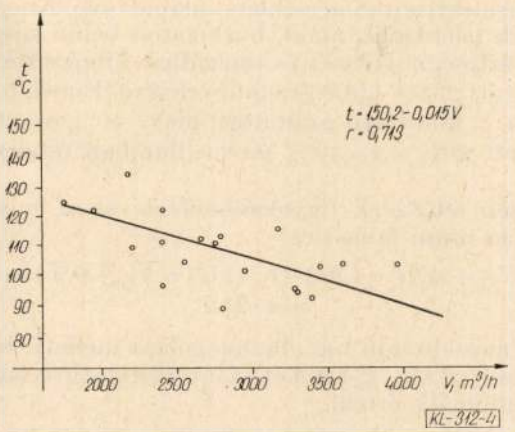
$$\frac{60\%\ CO_2}{40\%\ CO} = \frac{3-X}{2X-3}, \text{ ebből } \underline{\underline{X = 1{,}88}}$$

Az *Ajkai Alumíniumkohóra* jellemző 55 kA áramerősség és 86% áramhatásfok mellett $V_0^{\text{anódgáz}} = 12{,}4$ Nm^3/h anódgáz képződik, amely két nagyságrenddel kisebb a kritikus elszívandó gázmennyiségnél.

A kádkezelés nélküli állapot hatékony gázelszívásának megvalósításához figyelembe kell venni az anódburkolat tömítetlenségén kívül egyéb szellőzésrontó tényezők (helyi korom lerakodások, főcső tömítetlenség, elszívás különbözősége az egyes kádakon stb.) hatását is. Ezért a méréseknél kapott 2500—3800 m^3/h. kád szintű elszívást kissé megnövelve kb. 4500 m^3/h. kád szintű elszívást célszerű üzemszerűen alkalmazni. Természetesen ez még nem teszi lehetővé a kádkezeléseknél, felhúzott redőnyök esetén a kielégítő gázelszívást, hiszen annak megvalósításához a 2. ábra szerint kb. 7200 m^3/h. kád elszívásra lenne szükség. A javasolt elszívás a kádak üzemidejének nagy részében teljes mértékben eltávolítja az anódgázt, ill. a fluór tartalmú szennyeződéseket, míg az üzemidő 5—10%-át kitevő kádkezelés esetén

$$\frac{4500}{7200} \cdot 100 = 62\%\text{-os hatékonyságú.}$$

A megnövelt gázelszívás kihatással van az elektrolizáló kádak üzemmenetére is, mivel jelentős mértékben módosítja a hőveszteségviszonyokat. A változások számszerű értékét a következőkben próbálják megközelíteni.



4. ábra. Az elszívott gáz hőmérséklete a gáztérfogat függvényében

A gázelszívás hatása az elektrolizáló kád üzemmenetére

Egy kádsoron (19 elektrolizáló kád), kihasználva az elszívás kádankénti eltérését, meghatároztuk az elszívott gáz mennyisége és hőmérséklete közötti kapcsolatot, amelyet a *4. ábrán* mutatunk be. Az ábra szerint elfogadhatóan szoros korreláció mellett ($r = 0{,}713$) az adódott, hogy 100 m^3/h elszívásnöveléssel 1,5 °C-os gázhőmérsékletcsökkenés jár együtt.

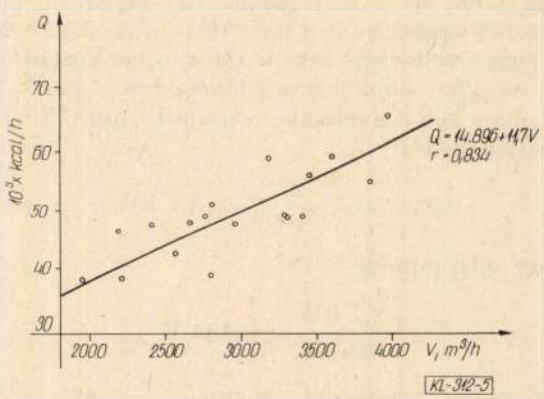
A 4. ábra adataiból kiindulva kiszámítottuk az egyes elszívási értékekhez kapcsolódó hőmennyiség adatokat.

$$\bar{Q} = V \cdot \frac{T_0}{T} \cdot C_p^{\text{lev}} \cdot (T - T_k)$$

képlet alapján, amelyben:

Q = elszívott gázokkal távozó hőmennyiség (kcal)
V = elszívott gázmennyiség (m^3/h)
T = gázhőmérséklet az elszívótorokban (K°)
T_k = környező levegő hőmérséklete (K°)
C_p^{lev} = levegő fajhője állandó nyomáson (kcal/Nm^3K)

A hőmennyiség-gázmennyiség összefüggését az *5. ábrán* mutatjuk be, amely szerint elég szoros kor-



5. ábra. Az elszívott gázzal távozó hőmennyiség a gáztérfogat függvényében

reláció mellett ($r = 0{,}834$) 100 m^3/h elszívásnöveléshez 1170 kcal/h hőmennyiségnövekedés tartozik.

Mivel méréseinknél 2900 m^3/h. kád közepes gázelszívást tapasztaltunk, a korábbiakban kifejtett indoklásunkban pedig 4500 m^3/h. kád közepes elszívást javasoltunk, ezért az elszívott gázok hőtartamnövekedése

$$1170 \cdot \frac{4500 - 2900}{100} = 18\,720 \text{ kcal/h} \cdot \text{kád}$$

értékűnek várható. Villamos mértékegységbe átszámítva ez 21,7 kW hőmennyiségnövekedést jelent, amely a kád teljes hőveszteségének 16—18%-át teszi ki. Ez a hőmennyiség gazdasági okok miatt nem jelenhet meg a kád bruttó energiafelhasználásában, hiszen feszültségegyenértéke 55 kA áramerősségen 396 mV, amely 1380 kWh/t fajlagos energianövekedést jelentene.

Konkrét mérések hiányában a kád új energetikai jellemzőit csak becsülni tudjuk. Mint a 4. ábrából

megállapítható, az elszívórendszer helyi eltömődései miatt jelenleg 2900±1000 m³/h. kád intervallumba esik az egyes kádakról elszívott gázmennyiség, amelynek az előző gondolatmenet alapján a kádfeszültségek szóródásában max. ±250 mV nagysággal kellene megjelenni. Ezzel szemben a kohó összes kádját a katódéletkor szerinti csoportokban (0—20 hónap, 20—40 hónap stb.) vizsgálva a kádfeszültségekben csak max. ±100 mV eltéréseket tapasztaltunk az esetek több, mint 90%-ában. Természetes az eltéréseknek a gázelszívás intenzitásának különbözőségén kívül egyéb technológiai okai is lehetnek. Ha a becslés biztonsága érdekében az egész max. feszültségeltérést a gázelszívásnak tulajdonítjuk, akkor is csak 0,1 V× ×55kA=5,5 kW hőveszteségingadozás adódik, amely mindössze

$$\frac{5{,}5\ \text{kW}}{21{,}7\ \text{kW}\cdot\frac{1000\ \text{m}^3/\text{h}}{1600\ \text{m}^3/\text{h}}}\cdot 100 = 40\%\text{-a}$$

a várható értéknek.

A fennmaradó 60% a kád bruttó hőveszteségéből származik oly módon, hogy a hőleadás eltolódik a timföldtakaró, anódfelület irányába és egyidejűleg az anódburkolat felületi hőmérséklete és hőveszteségе csökken.

Ha a 100 m³/h. kád gázelszívás ingadozás értékeléséből kapott adatot még 1600 m³/h. kád értékkel megnövelt elszívásra is elfogadjuk közelítőleg, úgy a gáz hőmennyiségnövekedését csak kb. 40%-ban kell figyelembe vennünk, mint hőveszteségnövekedést:

$$N_v = 21{,}7\cdot\frac{40\%}{100\%} = 8{,}7\ \text{kW}$$

Ehhez még mindig

$$\frac{8{,}7\ \text{kW}}{55\ \text{kA}} = 0{,}158\ \text{V}$$

kádfeszültségemelkedés tartozna, amely +550 kWh/t fajlagos energiafelhasználással járna.

A fajlagos energiafelhasználás változatlan szinten tartása, ill. legfeljebb csekély növekedése érdekében konstrukciós, vagy technológiai változtatást kell az elektrolizáló kádakon eszközölni. Üzemközben mindkét megoldásra megvan a lehetőség.

Csaknem egy év óta folytatunk biztató kísérleteket a katód rövidoldal külső szigetelésével, amely a két kísérleti kádon kb. 8 kW hőveszteségcsökkenést eredményezett.

A technológiai beavatkozás vonatkozásában még jobb megoldás kínálkozik. A tervezett újabb áramintenzifikáció a jelenlegi 0,85 A/cm² áramsűrűség és kb. 4 cm-es pólustávolság mellett már nem hajtható végre változatlan, vagy éppen csökkenő kádfeszültséggel. A kissé növekvő kádfeszültség és a megnövelt áramerősség által biztosított többletenergia jelentős része a nagyobb gázelszívás hőveszteségfedezete lehet. A számításokat a feszültség- és hőmérleg segítségével végezhetjük el. Az ajkai elektrolizáló kádtípus feszültségmérlege 55 kA-en:

— katód:	360 mV
— külső sinezés:	140 mV
— belső sinezés (anódburkolaton belül)	120 mV
— anód	460 mV
— elektrolit	1590 mV
— polarizáció	1650 mV
— effekt	60 mV
	$U_k = 4380$ mV

Egységnyi áramerősségnövelésre jutó max. kádfeszültségemelkedés változatlan pólustávolság miatt

$$m = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U_k - (U_{\text{pol}} + U_{\text{eff}})}{I_0} =$$

$$= \frac{4380 - (1650 + 60)\ \text{mV}}{55\ \text{kA}}$$

$$m = 48{,}6\ \frac{\text{mV}}{\text{kA}}$$

Tehát $0 < m < 48{,}6$ mV/kA feszültségnövekedés intervallumot kell csak vizsgálnunk.

A hőmérleg általános alakja:

$$U_k \cdot I = 0{,}3354 \cdot I \cdot \eta \cdot 6{,}60 + N_v$$

ahol 6,60 alumíniumtermeléssel arányos energiafelhasználás (kWh/kg·Al)

N_v hőveszteség fedezésére fordított teljesítmény (kW)

U_k kádfeszültség (effektfeszültséggel együtt (V)

Az előző egyenlet az áramhatásfok ($\eta \approx 0{,}86$) behelyettesítésével és átrendezéssel célszerűbb formában is kifejezhető:

$$(U_k - 1{,}90)I = N_v$$

Jelenlegi állapotban:

$$(U_{k0} - 1{,}90)I_0 = N_{v0}$$

Intenzifikálás (ΔI-vel növelve az áramerősséget) után:

$$(U_{k0} + m\Delta I - 1{,}90)\cdot(I_0 + \Delta I) = N_{v0} + \Delta N_v$$

A ΔN_v hőveszteségnövekmény egyrészt az anódburkolaton kívüli sinezés, valamint katódszekrény hőveszteségnövekményéből áll, amelynek értéke max. a joule-hő növekedéssel (0,5 kW) egyenlő állandó elektrolithőmérsékletet alapulvéve. Az egyéb részek (elektrolit, anód, burkolaton belüli sinezés) hőveszteségnövekménye szolgálhat kifejezetten az elszívott gázok hőtartalomnövelésére. Ennek nagyságát a korábban számított max. 40%-os arány helyett $30\% \leq \alpha \leq 40\%$ intervallumban tételezzük fel.

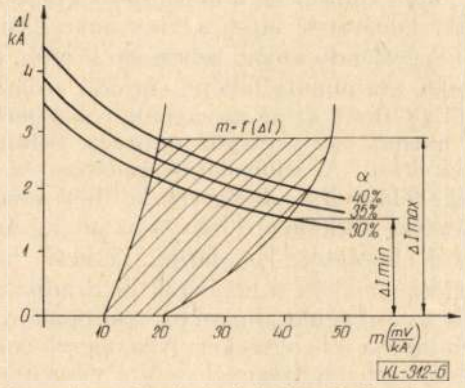
Ezen feltételek figyelembevételével az intenzifikáció utáni hőmérleg:

$$(U_{k0} + m\Delta I - 1{,}90)\cdot(I_0 + \Delta I) = N_{v0} + 0{,}5\Delta I + \\ + \alpha \cdot 21{,}7$$

A másodrendű tag elhanyagolása mellett, behelyettesítve U_{k0}, I_0 értékét az intenzifikáció célszerű, ill. minimális értéke:

$$I = \frac{\alpha \cdot 21{,}7}{1{,}98 + 55 \cdot m}$$

Az ΔI értékét α és m függvényében a *6. ábra* mutatja be, amelyen sraffozott területtel feltüntettük a várható feszültségnövekedés mértékét is. A terület baloldali határoló vonala az 52—55 kA közötti feszültségnövekedés extrapolációjával készült, míg a jobboldali határoló görbe az állandó pólustávolságra való fokozatos beállás esetére jellemző.



6. ábra. A növelt gázelszívás hőtechnikai kutatását ellensúlyozó áramerősség növelés a kádfeszültség növekedés függvényében

Mint megállapítható, a növelt gázelszívás hőtechnikai ellensúlyozását 1,5—2,8 kA áramerősséggel elvégezhetjük.

Természetesen a kapott ΔI érték nem jelenti az intenzifikáció felső határát, csak annyit, hogy a további áramerősségnövelésnél már számolni kell olyan hőveszteségkomponensekkel (pl. elektrolit), amelyeket mesterségesen kell növelni az állandó elektrolithőmérséklet fenntartásához.

IRODALOM

[1] *Korobov, M. A.—Szmorodinov A. H. Л.—Dmitriev, A. A.—Jefremova, I. Sz.:* Alumíniumelektrolizáló kádak optimális anódáramsűrűségéről. Cvetnüe Matallü 1972. 45. k. 9. sz.

[2] *Pechiney-cég mérnökei:* L'Alumínium Párizs 1964. I. k.

[3] *Sillinger Nándor:* Az Ajkai Alumíniumkohó II. rekonstrukciójának energetikai értékelése. A KGST, Színesfémkohászati Állandó Bizottságának 1973. évi ajkai ülésének anyagából.

[4] *Pattantyus:* Gépész és villamosmérnökök kézikönyve 2. kötet, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1961.

A befogási szög, semleges szög, súrlódási tényező és a lineáris keményedési tényező közötti összefüggés hideghengerléskor

Dr. SCHIPPERT LÁSZLÓ okl. kohómérnök, — SAPSÁL VERA okl. vegyészmérnök
a műszaki tudományok kandidátusa
Fémipari Kutató Intézet

DK : 669—122.2 : 620.17

Hideghengerléskor az anyagok szilárdsági tulajdonságai megváltoznak, s az anyagok keményednek. A befogási szög, semleges szög és súrlódási tényező kapcsolatát kifejező Ekelund—Pavlov összefüggés az anyag szilárdsági tulajdonságainak hengerlés közbeni változását nem veszi figyelembe. A cikk az összefüggésnek a keményedés hatását kifejező módosítását javasolja.

Az alkalmazott jelölések megnevezése:

h_0 vastagság hengerlés (szúrás) előtt
h_1 vastagság hengerlés (szúrás) után
b lemez v. szalag szélessége
R henger sugara
v hengerek kerületi sebessége
α befogási szög
γ semleges v. kritikus szög
γ_0 semleges szög feszítés nélkül
S relatív előresietése
β súrlódási szög
μ súrlódási tényező
μ_0 súrlódási tényező feszítés nélkül
τ fajlagos súrlódó erő
τ_c közepes fajlagos súrlódó erő a deformációs zónában
τ_{C0} közepes fajlagos súrlódási erő a visszamaradási zónában
τ_{C1} közepes fajlagos súrlódó erő az előresietési zónában
σ_S átlagos folyáshatár a deformációs zónában
n_k lineáris keményedési tényező
σ_{S0} folyáshatár szúrás előtt
σ_{S1} folyáshatár szúrás után
σ_{SV} közepes folyáshatár a visszamaradási zónában
σ_{SE} közepes folyáshatár az előresietési zónában

A lemez és szalaghengerlés egyik közismert alapösszefüggése, mely a befogási szög (α), a semleges szög (γ) és a súrlódási szög (β) ill. súrlódási tényező ($\mu = \operatorname{tg}\beta \approx \beta$) közötti összefüggést fejezi ki a következő:

$$\gamma = \frac{\alpha}{2} - \frac{1}{\mu}\left(\frac{\alpha}{2}\right)^2 \qquad (1)$$

Ezt az összefüggést analitikai úton még 1927-ben a svéd *Ekelund* vezette le [1]. 1932-ben analitikai és grafikus úton is hasonló eredményre jutott a Szovjetunióban Pavlov J. M. [2]:

$$\gamma = \frac{\alpha}{2}\left(1 - \frac{\alpha}{2\beta}\right) \qquad (2)$$

Az (1) és (2) összefüggések segítségével lehet az előresietésből számított semleges vagy kritikus szög (γ) értékéből meghatározni a súrlódási tényező nagyságát [3].

A súrlódási tényező meghatározásának ez a módszere az utóbbi két évtizedben egyre több kritikát kapott tekintettel arra, hogy a segítségével kapott eredmények nagyon szórtak, vagy egyszerűen reprodukálhatatlanok voltak.

Pavlov maga is vizsgálta az (1) és (2) összefüggések pontosításának lehetőségét [4].

Vidrin az energiamegmaradás elvéből kiindulva új módszert dolgozott ki (1) és (2) levezetésére [5, 6]. Az energia megmaradásának elve szerint a szerszám közvetítésével az alakítandó fémre ható erőknek, azaz az aktív erőknek le kell győzniük a

fém alakítási ellenállását, mint belső erőt, a súrlódási ellenállással kapcsolatos erőt és a fém és szerszám érintkezési zónáján kívüli ellenállás jellegű erőket, ha ilyenek léteznek [7, 8].

Vidrin a lemezhengerlés esetére az energiamegmaradás elvét a következő egyszerű összefügéssel fejezi ki:

$$A_B = A_F + A_T$$

ahol A_B a hengerek által a fémen végzett összes munka

A_F a fém alakváltozására fordított munka

A_T az anyag megnyúlásával kapcsolatos súrlódási ellenállás legyőzésére fordított munka.

Ha az időegység alatti munkát, azaz a teljesítményt vizsgáljuk, felírhatjuk, hogy

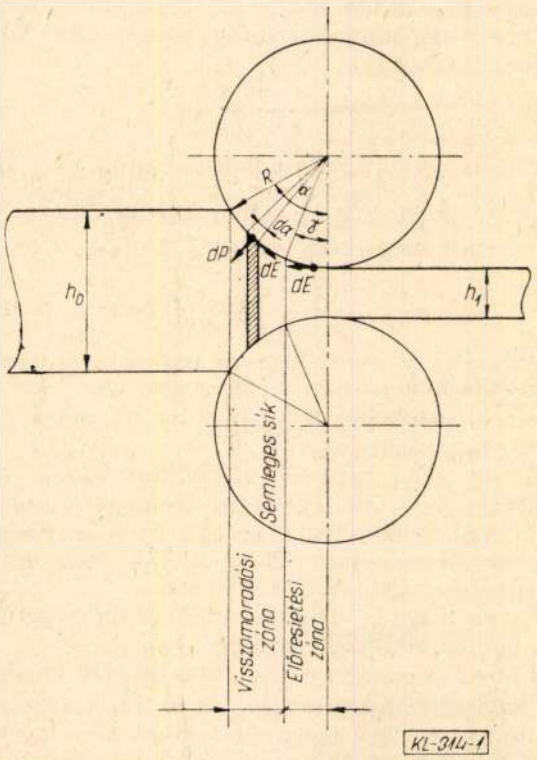
$$N_B = \frac{A_B}{t} = N_F + N_T \qquad (3)$$

ahol N_B a hengerek által kifejtett teljesítmény

N_F az alakváltozásra fordított teljesítmény

N_T a súrlódás legyőzésére fordított teljesítmény.

A továbbiakban a hengerlés egyszerű esetét fogjuk vizsgálni, mikor is a hengerrést felező vízszintes síkhoz képest teljes szimmetriát tételezünk fel, azaz mindkét munkahenger átmérője azonos, azonos a hengerfelületek állapota, a hengerek meghajtottak és azonos sebességgel forognak, a hengerek alkotója egyenes és nem lapulnak be, szalagfeszítést nem alkalmazunk és a hengerelt anyag keresztmetszete szabályos téglalap. Vékony anyagok hideghengerlésekor az anyag szélesedése is elhanyagolható nagyságú és feltételezzük a deformáció síkbeli lezajlását.



1. ábra. A deformációs zóna vázlata vékony anyagok hideghengerlésekor

Levezetésünkben a *Vidrin* által kidolgozott módszert használjuk fel, de azzal a lényeges eltéréssel, hogy az anyag hidegalakításakor bekövetkező keményedést nem hanyagoljuk majd el, mint *Ekelund*, *Pavlov* és *Vidrin* is, hanem kísérletet teszünk annak megközelítő figyelembevételére.

Az *1. ábra* tünteti fel a hengerlésnél fellépő erők vázlatát. Ismeretes, hogy a visszamaradási zónában a hengerlendő anyag sebessége kisebb, mint a hengereké. Az emiatt fellépő súrlódó erők a hengerektől adódnak át az anyagnak, a hengerlés irányába hatnak, az anyagot mintegy behúzzák a hengerek közé. Az előresietési zónában az anyag sebessége felülmúlja a hengerek kerületi sebességét s a keletkező súrlódó erő iránya az anyag haladási irányával ellentétes. Ez alapján érthető, hogy az előresietési zónában a hengerek nem adhatnak át energiát az anyagnak, mivel az utóbbinak a sebessége felülmúlja a hengerekét. A hengerek energiája a súrlódási erő segítségével csak a visszamaradási zónában adódhat át az anyagnak, s az így kifejtett teljesítményt a visszamaradási zóna méretei, ill. a semleges szög nagysága határozza meg.

Az érintkező felület b szélességű és $R\mathrm{d}\alpha$ hosszúságú elemi részén fellépő súrlódási erő

$$\mathrm{d}E = \tau \cdot b \cdot R\mathrm{d}\alpha$$

A henger igen kis $\mathrm{d}\psi$ szöggel való elfordulása esetén a $\mathrm{d}E$ erő által megtett út $R\mathrm{d}\psi$ és a munka, amit a két henger képes kifejteni a visszamaradási zónában a következő:

$$\mathrm{d}A_{B0} = 2\int_{\gamma}^{\alpha} \tau b R^2 \,\mathrm{d}\psi\,\mathrm{d}\alpha$$

Hasonlóképpen az előresietési zónára felírható

$$\mathrm{d}A_{B1} = 2\int_{0}^{\gamma} \tau b R^2 \,\mathrm{d}\psi\,\mathrm{d}\alpha$$

A világosság érdekében a továbbiakban a visszamaradási zónára vonatkozó jelöléseket „0", az előresietési zónára vonatkozókat pedig „1" indexszel különböztetjük meg.

Figyelembe véve, hogy $R\mathrm{d}\Psi = v\,\mathrm{d}t$ és, hogy a $\mathrm{d}A_{B1}$ munka negatív előjelű, az egész deformációs zónára felírhatjuk, hogy

$$\mathrm{d}A_B = \mathrm{d}A_{B0} - \mathrm{d}A_{B1}$$

továbbá

$$A_B = 2\int_0^t\int_{\gamma}^{\alpha} \tau b R v \,\mathrm{d}\alpha\,\mathrm{d}t - 2\int_0^t\int_0^{\gamma} \tau b R v \,\mathrm{d}\alpha\,\mathrm{d}t \qquad (4)$$

A mindkét henger által kifejtett teljesítményt a következőképpen fejezhetjük ki:

$$N_B = 2b \cdot Rv(J_0 - J_1) \qquad (5)$$

ahol

$$J_0 = \tau_{C0}\int_{\gamma}^{\alpha} \mathrm{d}\alpha$$

és

$$J_1 = \tau_{C1}\int_0^{\gamma} \mathrm{d}\alpha$$

és τ_{C0} közepes fajlagos súrlódási erő a visszamaradási zónában

τ_{C1} közepes fajlagos súrlódó erő az előresietési zónában

A súrlódási munka hengerlésnél a hengerlendő anyag részecskéinek a hengerek felületéhez viszonyított elmozdulása következtében lép fel. A részecskék ezen elmozdulása kizárólag az anyag megnyúlásának a következménye, mivel vékony és széles anyagok hideghengerlésénél szélesedés gyakorlatilag nem jelentkezik.

A súrlódási munka (A_T) meghatározásánál ugyancsak az elemi súrlódó erő azon munkájából kell kiindulni, melyet azon az úton végzett, amit az érintkező felület kihasított elmei része t idő alatt Ψ szögnyi elfordulással jellemezve tesz meg. Ez esetben az elemi anyagfelület a henger felületéhez képest „C" nagyságú utat tesz meg s ezért a két hengerre felírhatjuk

$$\mathrm{d}A_T = 2\mathrm{d}E \cdot C = 2\tau b R \mathrm{d}\alpha \cdot C$$

Mivel a másodpercenként alakított térfogat lemezhengerlésnél azonos, az anyag érintőirányú sebességét a befogási ív bármely pontjában a következőképpen fejezhetjük ki:

$$V_n = \frac{F_\gamma \cdot \cos\gamma}{F \cdot \cos\alpha'} \cdot v$$

F_γ a hengerelt anyag keresztmetszete a kritikus szögnél (γ)

F a hengerelt anyag keresztmetszete az α'-vel meghatározott tetszőleges helyen ($\alpha' = 0 \div \alpha$)

v_n és v az anyag érintőirányú és a henger kerületi sebessége.

Ez alapján a csúszás abszolút nagyságát a következőképpen írhatjuk fel

a visszamaradási zónában

$$C_0 = (v - v_n)t = \left(1 - \frac{F_\gamma \cdot \cos\gamma}{F \cdot \cos\alpha'}\right) v \cdot t$$

és az előresietési zónában

$$C_1 = (v_n - v)t = \left(\frac{F_\gamma \cdot \cos\gamma}{F \cdot \cos\alpha} - 1\right) v \cdot t$$

Figyelembe véve az előbbieket és azt, hogy $F = b \cdot h$ az elemi súrlódási munkát a következőképpen fejezhetjük ki:

a visszamaradási zónára

$$\mathrm{d}A_{T0} = 2\tau_{C0} \cdot b \cdot R\left(1 - \frac{F_\gamma \cdot \cos\gamma}{F \cdot \cos\alpha'}\right) v \cdot t \cdot \mathrm{d}\alpha =$$

$$= 2\tau_{C0} \cdot R \cdot v \cdot t\left(b - \frac{F_\gamma \cdot \cos\gamma}{h \cdot \cos\alpha'}\right) \mathrm{d}\alpha$$

és az előresietési zónára

$$\mathrm{d}A_{T1} = 2\tau_{C1} R \cdot v \cdot t\left(\frac{F_\gamma \cdot \cos\gamma}{h \cdot \cos\alpha'} - b\right) \mathrm{d}\alpha$$

Érthető, hogy $\mathrm{d}A_T = \mathrm{d}A_{T0} + \mathrm{d}A_{T1}$ illetve

$$A_T = A_{T0} + {}_{T1}A \qquad (6)$$

A zónánkénti teljes súrlódási munka kifejezéséhez el kell végezni az integrálásokat:

$$A_{T0} = \int_\gamma^\alpha 2\tau_{C0} R v t b \,\mathrm{d}\alpha -$$

$$- \int_\gamma^\alpha 2\tau_{C0} R \cdot v \cdot t \frac{F_\gamma \cdot \cos\gamma}{h \cdot \cos\alpha'} \cdot \mathrm{d}\alpha$$

és tovább

$$A_{T0} = 2Rvtb\tau_{C0} \int_\gamma^\alpha \mathrm{d}\alpha -$$

$$- 2Rvt\tau_{C0} \int_\gamma^\alpha \frac{F_\gamma \cdot \cos\gamma}{h \cdot \cos\alpha'} \mathrm{d}\alpha \qquad (7)$$

Bebizonyítható, hogy a (7) egyenlet jobb oldalának második tagjában

$$\int_\gamma^\alpha \frac{F_\gamma \cdot \cos\gamma}{h \cdot \cos\alpha} \mathrm{d}\alpha =$$

$$= F_1(1+S) \int_\gamma^\alpha \frac{\mathrm{d}\alpha}{[h_1 + 2R)1 - \cos\alpha)]\cos\alpha} =$$

$$= \frac{F_1(1+S)}{h_1}(\alpha - \gamma)$$

ahol S a relatív előresietés

h_1 az anyag vastagsága hengerlés után.

A számításoknál figyelembe vettük, hogy a hideghengerlésnél fellépő kis befogási szögek megengedik a következő közelítések alkalmazását:

$$(1 - \cos\alpha) \approx \frac{\alpha^2}{2}$$

$$\cos\alpha \approx 1$$

$$\mathrm{tg}\,\alpha \approx \alpha$$

Tehát a (7) egyenlet felírható úgy is, hogy

$$A_{T0} = 2Rvtb \cdot J_0 - 2Rvt\tau_{C0} \cdot \frac{F_1(1+S)}{h_1}(\alpha - \gamma) \qquad (8)$$

ahol $$J_0 = \tau_{C0} \int_\gamma^\alpha \mathrm{d}\alpha$$

A (8) egyenlet analógiájára az előresietési zónában jelentkező súrlódási munkát a következőképpen fejezhetjük ki

$$A_{T1} = 2Rvt\tau_{C1} \int_0^\gamma \frac{F_\gamma \cdot \cos\gamma}{h \cdot \cos\alpha} \mathrm{d}\alpha - 2Rvtb\tau_{C1} \int_0^\gamma \mathrm{d}\alpha$$

illetve átalakítás után

$$A_{T1} = 2Rvt\tau_{C1} \frac{F_1(1+S)}{h_1} \cdot \gamma - 2RvtbJ_1 \qquad (9)$$

ahol $$J_1 = \tau_{C1} \int_0^\gamma \mathrm{d}\alpha$$

A (6) egyenletbe helyettesítve a (8) és (9) alapján kapott zónánkénti értékeket, a súrlódási munka

$$A_T = 2Rvtb(J_0 - J_1) - 2Rvt\tau_{C0} \frac{F_1(1+S)}{h_1}(\alpha - \gamma) +$$

$$+ 2Rvt\tau_{C1} \frac{F_1(1+S)}{h_1} \cdot \gamma \qquad (10)$$

A súrlódási teljesítmény pedig hideghengerléskor

$$N_T = \frac{A_T}{t} = 2Rvb(J_0 - J_1) -$$

$$- 2Rv\tau_{C0}\frac{F_1(1+S)}{h_1}(\alpha - \gamma) + 2Rv\tau_{C1}\frac{F_1(1+S)}{h_1}\cdot\gamma \tag{11}$$

Az alakváltozási munka (A_F), illetve az alakváltozási energia

$$\left(N_F = \frac{A_F}{t}\right)$$

levezetésekor *Vidrin* is az *S. Fink* által még 1874-ben közölt összefüggésből [9] indul ki.

A *Fink* által nyert eredmény azt mondja ki, hogy az összenyomáskor kifejtendő munka (ha a művelet során a fém nyomása a szerszámra közel állandó) tulajdonképpen a fém magasságcsökkenése által meghatározott kiszorított térfogat és az érintkező felületeken fellépő közepes nyomás szorzatával egyenlő. *Fink* formulájának helyességét az e kérdésben megjelent közlemények kritikai értékelésével foglalkozó *J. M. Pavlov* [10] és *A. J. Celikov* [9, 11] is megerősítették. *V. Sz. Szmirnov* [7] felhívja a figyelmet arra, hogy *Fink* eredményét megfelelő feltételek mellett általános érvényűnek lehet tekinteni, s hogy ugyanilyen összefüggésre juthatunk a diszlokációelméletből kiindulva is.

A nélkül, hogy lépésenként részleteznénk, közöljük, hogy *Vidrin* az összenyomási alakváltozási munka *Fink*-féle összefüggését a hengerlésre alkalmazva az alakváltozáshoz szükséges teljesítményre a következő összefüggést kapta

$$N_F = \sigma_S \cdot F_1(1+S)v \ln\frac{h_0}{h_1} \tag{12}$$

ahol σ_S az alakítási zónában érvényesülő átlagos alakítási szilárdság

$F_1 = b \cdot h_1$ a hengerek közül kifutó anyag keresztmetszete

S relatív előresietés

v hengerek kerületi sebessége

h_0 az anyag vastagsága hengerlés előtt

h_1 az anyag vastagsága hengerlés után

A (12) összefüggés olyan esetekben is érvényes, mikor az anyag alakítás közben keményedik. Az átlagos alakítási szilárdság hideghengerléskor a következő egyenletek segítségével határozható meg [12]:

$$\sigma_S = \sigma_{S0} + \frac{3}{4}(\sigma_{S1} - \sigma_{S0}) \tag{13}$$

vagy

$$\sigma_S = \sigma_{S0}(1{,}5n_k - 0{,}5) \tag{14}$$

Ezekben az egyenletekben

σ_{S0} a szúrás előtti folyáshatár

σ_{S1} a szúrás utáni folyáshatár

n_k a lineáris keményedési tényező melynek értéke

$$n_k = \frac{\sigma_{S0} + \sigma_{S1}}{2\sigma_{S0}} \tag{15}$$

Helyettesítsük be a (3) egyenletbe az (5), (11) és (12) szerinti kifejezéseket:

$$2Rvb(J_0 - J_1) = 2Rvb(J_0 - J_1) -$$

$$- 2Rv\tau_{C0}\frac{F_1(1+S)}{h_1}(\alpha - \gamma) +$$

$$+ 2Rv\tau_{C1}\frac{F_1(1+S)}{h_1}\cdot\gamma + \sigma_S F_1(1+S)v\ln\frac{h_0}{h_1}$$

A lehetséges egyszerűsítéseket elvégezve felírhatjuk, hogy

$$2R\tau_{C1}\alpha - 2R\tau_{C0}\gamma = 2R\tau_{C1}\gamma + \sigma_S h_1 \ln\frac{h_0}{h_1}$$

és továbbá

$$2R(\tau_{C0} + \tau_{C1})\gamma = 2R\tau_{C0}\alpha - \sigma_S h_1 \ln\frac{h_0}{h_1}$$

Ebből kifejezve a kritikus vagy semleges szöget (γ) a következő kifejezésekhez jutunk:

$$\gamma = \frac{\tau_{C0}}{\tau_{C0} + \tau_{C1}}\cdot\alpha - \frac{\sigma_S \cdot h_1}{2R(\tau_{C0} + \tau_{C1})}\cdot\ln\frac{h_0}{h_1} \tag{16}$$

Sorbafejtéssel kapjuk, hogy

$$\ln\frac{h_0}{h_1} = \ln\left(1 - \frac{\Delta h}{h_1}\right) \approx \frac{\Delta h}{h_1}$$

ahol $\Delta h = h_0 - h_1$ a magasságcsökkenés.

Ugyancsak figyelembe kell venni, hogy

$$\frac{\Delta h}{R} \approx \alpha^2$$

A (16) összefüggésben a zónánkénti fajlagos súrlódó erők szerepelnek. Ismeretes, hogy a hengerléselméletekben a leggyakrabban a következő összefüggéseket használják a fajlagos súrlódó erő kiszámítására

$$\tau = \mu \cdot p$$

ahol p: a közepes hengerlési nyomás

vagy E. Siebel szerint

$$\tau = \mu\sigma \tag{17}$$

Elméleti megfontolások és kísérleti eredmények alapján a kutatók többsége még jelenleg is az utóbbi összefüggést tartja helyesebbnek. E vélemény híveiként a kiemelkedő képlékenyalakítók közül *Vidrinen* kívül megemlíthetők a következők is *Gubkin Sz. J.* [13], *Tarnovszkij J. Ja* [14], *Grugyev A. P.* [15]. Hangsúlyozni kell, hogy a (17) összefüggés helyességének elismerése nem azonosítható azzal a felfogással, mely szerint a fajlagos súrlódó erő a befogási ív mentén állandó nagyságú.

A fajlagos súrlódó erő változhat az alakítási szilárdság keményedés miatti növekedése, valamint magának a súrlódási tényezőnek a változása miatt is a befogási ív mentén.

A feszítéssel történő hengerlés esetétől való megkülönböztetés érdekében a feszítés nélküli hengerlés közepes súrlódási tényezőjét és semleges szögét „0" index-el látjuk el (μ_0, γ_0).

Ha a deformáció zónában fellépő közepes súrlódó erőt τ_C-el jelöljük, akkor a (17) összefüggéshez hasonlóan felírhatjuk a következő megközelítő összefüggést is:

$$\tau_C = \mu_0\sigma_S = \mu_0\sigma_{S0}(1{,}5\ n_k - 0{,}5) \tag{18}$$

Mivel a (12)-ben levezetettek szerint az átlagos folyáshatár hideghengerléskor a visszamaradási zónában

$$\sigma_{SV} \approx \frac{\sigma_{S0} + \sigma_{S1}}{2} = n_k\sigma_{S0} \tag{19}$$

és az előresietési zónában

$$\sigma_{SE} \approx \sigma_{S1} = \sigma_{S0}(2n_k - 1) \tag{20}$$

a zónánkénti közepes súrlódó erőt is kifejezhetjük: a visszamaradási zónában

$$\tau_{C0} = \mu_0 n_k \sigma_{S0} \tag{21}$$

és az előresietési zónában

$$\tau_{C1} = \mu_0 \sigma_{S0}(2n_k - 1) \tag{22}$$

Behelyettesítve (16)-ba a (18) kifejezésből σ_S értékét a következő eredményt kapjuk

$$\gamma_0 = \frac{\tau_{C0}}{\tau_{C0} + \tau_{C1}} \cdot \alpha - \frac{\tau_C}{\tau_{C0} + \tau_{C1}} \cdot \frac{\alpha^2}{2\mu_0} \tag{23}$$

A (23) egyenlet világosan érzékelteti, hogy milyen jelentős befolyása van a γ_0, α és μ_0 kapcsolatára a fajlagos súrlódó erő deformációs zónán belüli eloszlásának. Felépítésében a (23) egyenlet hasonló ahhoz, amit *Pavlov J. M.* kapott, midőn a súrlódó erő deformációs zónán belüli egyenlőtlen eloszlását figyelembe véve korrigálta az (1) egyenletet [4, 16].

A közepes fajlagos súrlódó erők (18, (21) és (22) szerinti értékeit behelyettesítve γ_0 (23) szerinti kifejezésébe kapjuk, hogy

$$\gamma_0 = \frac{n_k}{3n_k - 1} \cdot \alpha - \frac{1}{2} \cdot \frac{\alpha^2}{2\mu_0}$$

illetve átalakítás után a végeredmény a következő lesz

$$\boxed{\gamma_0 = \frac{\alpha}{2}\left(\frac{2n_k}{3n_k - 1} - \frac{\alpha}{2\mu_0}\right)} \tag{24}$$

A keményedés nélküli hengerlés esetére ($n_k = 1{,}0$) a (24) formula teljesen azonossá válik a *Pavlov—Ekelund* formulával:

$$\gamma_0 = \frac{\alpha}{2}\left(1 - \frac{\alpha}{2\mu_0}\right)$$

Mivel hideghengerléskor $n_k > 1{,}0$ és a semleges szög (γ_0) akkor maximális, mikor

$$\frac{\alpha}{2\mu_0} = 0$$

felírhatjuk, hogy

$$\boxed{\gamma_{max} = \alpha \frac{n_k}{3n_k - 1} < \frac{\alpha}{2}} \tag{25}$$

A (25) formájában felírt összefüggés is megegyezik *Pavlov J. M.* [4] azon elméleti következtetéseivel, melyek szerint azokban az esetekben, mikor az előresietési zónában fellépő közepes súrlódó erő nagysága nagyobb, mint a visszamaradási zónában ható — már pedig a keményedéssel járó hideghengerléskor ez várható, — a semleges szög nagyságára érvényes a következő egyenlőtlenség

$$\gamma_{max} < \frac{\alpha}{2}$$

IRODALOM

[1] *Ekelund S.:* Nagra dynamiska förballaden vid Valsning. Jernkont. Ann. Heft 1—2. 1927.

[2] *Pavlov J. M.:* Isszledovanyije zaviszimosztyi mezsdu uglom zahvata, uglom trenyija i kriticseszkim uglom. Metallurg. No. 10—11. 1932.

[3] *Schippert L.:* A feszítőerők hatása az előresietésre szalagok hideghengerlésekor. BKL. Kohászat **106.** 12. sz. (1973).

[4] *Pavlov J. M.:* Uravnyenyija karakterisztyicseszkih nglov $\alpha-\beta-\gamma$, krutyjascsevo momenta i rabotü prokatki pri nyeravnomernom raszpredelenyii davlenyija i szil trenyija, Processzü prokatki. Szbornyik XL. Metallurgizdat. Moszkva 1962.

[5] *Vidrin V. N.:* Dinamika prokatnüh sztanov. Metallurgizdat. Szverdlovszk. 1960.

[6] *Vidrin V. N., Fedoszienko A. Sz., Krajnov V. J.:* Processz nyeprerüvnoj prokatki. Metallurgija. Moszkva 1970.

[7] *Szmirnov V. Sz.:* Teorija obrabotki metallov davlenyijem. Metallurgija, Moszkva 1973.

[8] *Tarnovszkij J. Ja....:* Teorija obrabotki metallov davlenyijem. Metallurgizdat. Moszkva 1963.

[9] *Celikov A. J.:* Teorija raszcsota uszilij v prokatnüh sztanah. Metallurgizdat. Moszkva 1962.

[10] *Pavlov J. M.:* Teorija prokatki ONTI 1938.

[11] *Celikov A. J.:* Osznovü teorii prokatki. Metallurgija Moszkva 1965.

[12] *Schippert L.:* A keményedés és az átlagos folyáshatár az alakítási zónában szalagok hideghengerlésekor. BKL. Kohászat **107.** 1. sz. (1974).

[13] *Gubkin Sz. J.:* Plaszticseszkaja deformacija metallov I—II—III. Metallurgizdat, Moszkva 1960.

[14] *Tarnovszkij J. Ja, Levanov A. N., Pokszevatkin M. J.:* Kontaktnoe naprjazsenyija pri plaszticseszkoj deformacii. Metallurgija. Moszkva 1966.

[15] *Grugyev A. P.:* Szovrémennüe metodü isszledovanyija vnyesnyevo trenyija pri prokatke. Teorija prokatki. Szbornyik pod. red. Csekmarjova A. P. Metallurgizdat Moszkva 1962.

[16] *Pavlov J. M.:* Analiz processza prokatki pri nyeravnomernom raszpredelenyii davlenyija i szil trenyija. Szbornyik: Teorija prokatki. Metallurgizdat Moszkva. 1962.

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Az Alcoa az Arkansas-i bauxittelepülés mellett Galliumüzemet, Megarában (Görögország) 130 et/év Al kapacitású timföldgyárat létesít (35 millió t).

A dél-afrikai Minerals Engineering Co Uitlugtban (Tanswaal) 3,2 millió $ költséggel vanádiumpentoxid üzemet épít.

A Bharat Alumínium társaság 103 millió $ költséggel 50 et/év kapacitású Al-kohót épít.

Mining Engineering, 1974. 4. sz.

*

Gondokkal küzd a spanyol Alumíniumfeldolgozó ipar. Az Endesa és Alugasa, akiknek a fémmel való ellátást biztosítani kellene nem tudnak a tervezett készárumennyiséghez eleget termelni. Az importot pedig a spanyol és világpiaci ár közötti nagy különbség gátolja.

L'Usine Nouvelle, 1974. 25. sz.

*

A Pakisztáni Geológiai Felügyelet 12,6 millió t mennyiségű bauxit- és nagy Al_2O_3 tartalmú agyagkészletet talált Punjab Központi+Sós-Vidékén. A vizsgálatok a minőség és mennyiség pontosabb megállapítására folyamatban vannak.

Industrial Minerals, 1974. június

H. W.

A dielektromos méréstechnika alkalmazása a timföldgyári elemzéseknél*

Dr. KLUG OTTÓ a kémiai tud. kandidátusa
Magyar Alumíniumipari Trösztt

DK: 621.317.1 : 543.06 : 669.712

A szerző összefoglalja a timföldipar számára végzett kollektív kutatómunka eredményeit. Áttekintést nyújt a dielektromos nedvességmérés laboratóriumi és üzemi alkalmazásáról bauxit és timföldhidrát tapadó nedvességének meghatározásánál, bemutatja az automatikus működésű Dieluator pornedvességmérőt és ismerteti a timföld dielektromos állandójának meghatározása során kapott összefüggéseket.

A dielektrometria timföldipari mérésekre való felhasználását a Fémipari Kutató Intézet kezdeményezte [1]. Elsősorban az irodalomból is jól ismert nedvességmérő eljárások [2, 3, 5] alkalmazására került sor, a későbbiekben azonban a kutatást kiterjesztettük a timföld fázis-vizsgálatára is [4].

A dielektromos méréstechnika laboratóriumi alkalmazását követte az üzemben is használható és automatikus működésű nedvesség-elemző kifejlesztése. Ez a sokirányú kutatómunka természetesen kollektív tevékenység volt, amelyben részt vett a Szerves Vegyipari Kutató Intézet, a Nehézipari Műszaki Egyetem Fémkohászattani Tanszéke, a Magyaróvári és az Almásfűzítői Timföldgyár. Az eddig elért eredmények a módszerek használhatóságát bizonyították; bevezetésük jelentősen lecsökkenti a nedvességmeghatározás idejét.

Kísérleti rész

A kísérletekhez kiindulásként az OH-301 tip. Universal Dielectrometert és a DK-Meter 60 GK típusú kvarcoszcillátoros műszert használtuk [5]. Az előbbi műszer 3 MHz mérőfrekvencián, utóbbi 7 MHz-en működik. A laboratóriumi célokra használt készülékek mellett a célfeladatokhoz további műszereket szerkesztettünk.

Nedvességmérés dielektromos módszerrel

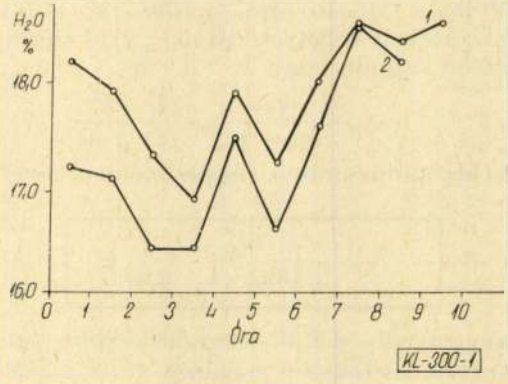
A nedvességmérések jelentősége elsősorban abból adódik, hogy a bauxittal tetemes vízmennyiség jut a körfolyamatba, ami nemkívánatos lúghígulást okoz. A malomra menő bauxit nedvessége azonban bizonyos mértékben változik. Egy kísérletsorozatunk során, Almásfűzítőn, az *1. ábrán* látható változásokat tapasztaltuk. A vizsgált 10 órás periódusban a nedvességtartalom 2%-os ingadozást mutatott. Ez az érték az óránként mintegy 96 t nedves bauxit bevitelénél $17{,}3 \pm 1$ t H_2O betáplálását jelenti. Az így bevitt vízmennyiség nem elhanyagolható és ez indokolta a kutatás megindítását.

Laboratóriumi mérések

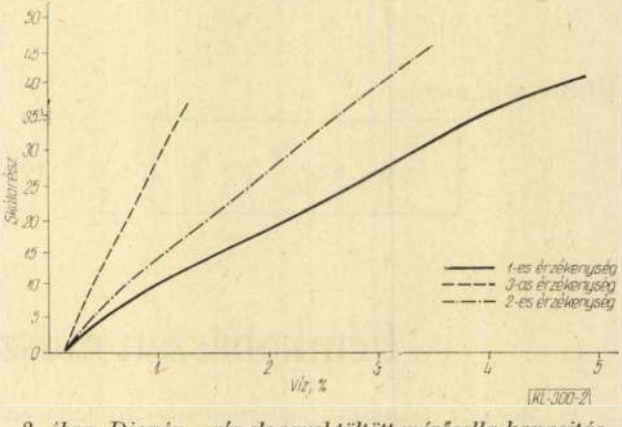
A bauxit és timföldhidrát nedvességtartalmának meghatározása a „klasszikus", eluálásos módszerrel történik. A mérés azon alapul, hogy a nagy dielektromos állandójú (DK ~ 80) vizet valamely kis DK-jú oldószerrel, célszerűen dioxánnal (DK ~ ~ 2,3) eluáljuk. A kapott víz-dioxán elegy dielektromos állandójának mérésével — kalibrációs görbe alapján *(2. ábra)* — az eluált víz mennyisége meghatározható. Bauxit esetében, ha 10 g-os bemérést használunk, a nedvességtartalom az alábbi képlettel határozható meg:

$$H_2O\% = \frac{A \cdot V \cdot 1{,}03}{10} = 0{,}103 \cdot A \cdot V$$

ahol A — a víz-dioxán-elegy kalibrációs görbéről



1. ábra. A nedvesőrlésre menő bauxit nedvességtartalmának változása. (Almásfüzitői Timföldgyár, 1972) 1 — Dielektromos módszerrel meghatározott nedvességtartalom. 2 — szárítószekrényben történt szárítással mért értékek



2. ábra. Dioxán—víz eleggyel töltött mérőcella kapacitásváltozása a víztartalom növekedésének függvényében (az Universal Dielectrometer három különböző érzékenysége mellett)

leolvasott víztartalma %-ban, és V — az eluáló dioxán térfogata ml-ben.

A módszer nagymértékben meggyorsítja a tapadónedvesség meghatározását, mivel egy mérés ideje max. 5 percre csökken.

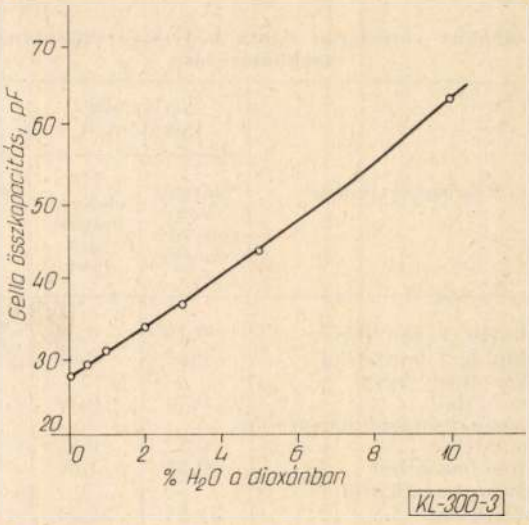
Az 1974. évi MOTIM-napok keretében megrendezett analitikai konferencián elhangzott előadás anyaga (Mosonmagyaróvár, 1974. május 14—15.)

A vizsgálatoknál megfigyeltük, hogy a timföldhidrátra tapadó kis mennyiségű aluminátlúg a nedvességmérést nem befolyásolja. Lényeges azonban a hőmérsékletváltozás hatása, ezért a mérést (az elúciót követően) célszerű termosztált cellában végezni. Az *1. táblázatban* néhány mérési eredményt mutatunk be összehasonlítva a szárítószekrényes üzemi, ill. a Karl-Fischer szerinti titrálásos módszer eredményeivel. A táblázatból jól látható, hogy az eluálásos mérés általában kissé nagyobb H_2O-tartalmat mutatott. Ez esetben a mérések pontosságának növelésére, és a szárító-szekrényes szárítás eredményeihez való közelítésre jól használhatjuk a Winkler által ajánlott — és más méréseknél alkalmazott — korrekciós tényezőt [17].

A timföldhidráttal végzett mérések alapján tettünk kísérletet néhány vörösiszapminta nedvesség mérésére is. A tapadó nedvességgel a dioxános fázisba kerülő lúg hatására a kalibrációs görbék igen csekély mértékben (0,1—0,2%) tolódnak el, a mérés hibáját csak kevéssé befolyásolják. Az eluálást mind dioxánnal, mind acetonnal végezhetjük, de ugyanazzal az oldószerrel kell a kalibrációs görbét is felvenni *(3. ábra)*. Az iszap bemérést a várható nedvességtartalom függvényében kell megválasztani. Eddigi kísérleteink szerint 50 ml dioxános elucióhoz 1% körüli nedvességtartalomnál 25 g-os, 5%-nál 10—15 g-os és 10% fölött 2—5 g-os bemérést kell alkalmazni.

A *2. táblázatban* néhány mérési eredményt mutatunk be, amelyet különböző bauxitokból előállított vörösiszapmintákkal kaptunk a 3. ábrán bemutatott kalibrációs görbe felhasználásával.

Ezek a mérések arra engednek következtetni, hogy a dielektromos mérőmódszer — további kimunkálás után, — gyors ellenőrző módszerként alkalmazást nyerhet üzemi laboratóriumainkban.



3. ábra. Dioxán—víz eleggyel töltött mérőcella összkapacitásának változása, 20 °C-on, a vörösiszapról eluált, gyengén lúgos víz mennyiségének függvényében. (A mérőcella alapkapacitása 15,5 pF volt)

Az eluálásos módszernél lehetőség van az oldószer regenerálására (molekulaszűrővel vagy aktív timfölddel számítva), így a tényleges oldószerfogyasztás csak kismértékű [1].

A közvetlen (eluálás nélküli) mérés bevezetésére tett kísérletek során azt tapasztaltuk [6], hogy a bauxit — nagy nedvességtartalma miatt — a mérőcellába betapad, és így a cella ürítése, tisztítása igen nagy gondot okoz.

Megfelelő besajtolás nélkül viszont a levegő/bauxitszemcse arány nem reprodukálható, ami hibás eredményhez vezet.

Jobb a helyzet a timföldhidrátnál, amely 10% körüli nedvességtartalmú. Itt ugyanis alkalmazha-

1. táblázat

Bauxit és timföldhidrát tapadónedvesség tartalmának mérése

Vizsgált anyag	Nedvességtartalom, %-ban				Eltérés, %
	Universal Dielectro-meter-rel*	DK-Meter 60 GK műszerrel	Titrálással K. Fischer módszerrel	Szárító-szekrényben*	
Bauxit, Almásfüzitő					
1.	6,9	7,4	6,7	—	—
2.	18,6	—	—	17,2	+1,4
3.	17,9	—	17,8	17,5	+0,4
4.	18,6	18,6	18,0	18,2	+0,4
5.	17,5	—	—	16,4	+1,1
Timföldhidrát, Almásfüzitő					
a	—	12,8	12,5	11,1	—
b	11,6	11,8	11,3	11,6	0
c	5,6	5,2	5,6	5,2	+0,4
d	9,2	9,4	9,2	9,1	+0,1
e	24,0	22,4	24,4	24,1	+0,1
f	12,0	10,4	11,6	11,6	+0,4
műszakátlag					
g	10,3	—	10,0	10,0	+0,3
h	9,4	—	9,4	9,3	+0,1
i	11,3	—	11,0	11,0	+0,3
Különleges timföldek: Aftő;					
aktív, 4. szárító után	1,9	—	—	1,6	+0,3
tablettázás előtt	3,7	—	—	3,8	−0,1
minta az 5. szárító után	1,6	—	—	1,1	+0,5

* Az eltérést a szárítószekrényben történt nedvesség meghatározáshoz viszonyítottuk.

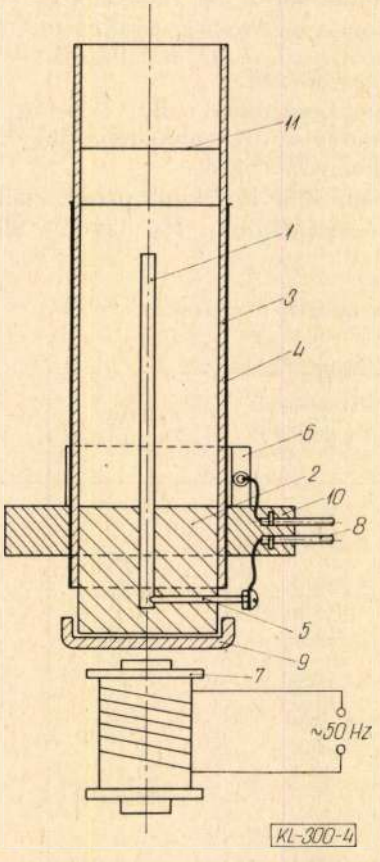
2. táblázat

Néhány vörösiszap minta nedvességtartalmának meghatározása

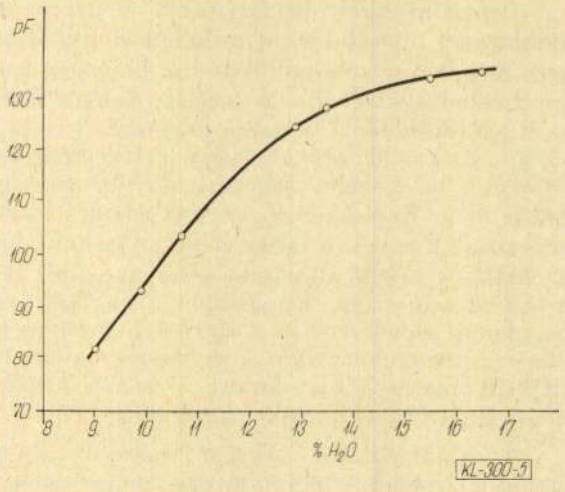
Vörösiszap minta	Nedvességtartalom, %		Eltérés*, %
	Szárítószekrényben mérve	Dielektrometriásan mérve	
Halimba, 1. bauxitból ...	0,46	0,54	±0,08
Halimba, 2. bauxitból ...	0,52	0,60	±0,08
Iszkaszentgyörgyi bauxitból	0,74	0,80	±0,06
Almásfüzitőn feldolgozott bauxitból	0,82	0,90	±0,08
Weipai bauxitból	0,91	1,00	±0,09
Nedves almásfüzitői vörösiszap	31,87	32,05	±0,18
Nedves vörösiszap, vietnami bauxitból	43,53	44,0	±0,47

* Az eltérést a szárítószekrényben történt nedvességmeghatározáshoz viszonyítottuk.

tunk közvetlen mérést is, akár a Magyaróvári Timföldgyárban kialakított elektródmentes nedvességmérővel [7], akár az egy kontaktusos elektróddal rendelkező cellával, amely a kereskedelmi dielektrométerekhez kapcsolható [8].



4. ábra. Az egy-kontaktusos elektróddal rendelkező mérőcella vázlata [8]. 1 — belső elektród (kontaktusos), 2 — műgyanta zárórész, 3 — üvegcső, 4 — fémréteg, külső (kontaktus nélküli) elektród, 5 — kivezető csavar, 6 — áramhozzávezető bilincs a külső elektródhoz, 7 — vibrátor a tömörítéshez, 8 — csatlakozó dugók, 9 — vaslemez, 10 — szigetelő anyagból készült cellatartó, 11 — szint-jel



5. ábra. Összefüggés az egy-kontaktusos elektródú mérőcella timföldhidráttal való feltöltése utáni összkapacitása és a hidrát nedvességtartalma között

Ez utóbbi cella *(4. ábra)* szintjellel ellátott, belső elektródot magában foglaló üvegcső, amely alul zárt. Az üveg külső felületére viszik fel a kontaktus nélküli elektródot, ily módon biztosítva azt, hogy az elektromágnenes tér radiálisan az egész mintát áthassa és ún. „jó átlagminta" mérése váljék lehetővé. A cella alapkapacitása kicsi, kb. 1,3 pF.

A mérőcellába azonos mennyiségű timföldhidrátot bemérve, azt a szint-jelig berázva tömöríteni kell, hogy az állandó por/levegő arányt biztosítsuk, majd mérjük a cella összkapacitását. A nedvességtartalom meghatározása kalibráció segítségével történik, amikor ismert módszerrel mért, nedvességtartalmú hidráttal műszerkitérés-nedvességtartalom görbét veszünk fel *(5. ábra)*.

Ezzel a cellával *(4. ábra)* a timföldhidrát nedvességtartalma 6—14% H_2O tartományban jól mérhető. Példaként a *3. táblázat* mérési eredményeit mutatjuk be, amelyekből látható, hogy az új konstrukciójú cellával a nedvességtartalom 5%-os relatív pontossággal meghatározható.

A részben kontaktusnélküli cellamegoldás biztosítja azt, hogy a szemcsékre tapadó lúg nem zárja rövidre az elektródokat.

Üzemi mérések

Az üzemben való ellenőrzés céljaira az eddig ismertetett laboratóriumi módszerek közvetlenül nem használhatóak. Ezért a kutatás további fázisában olyan mérőrendszerek kifejlesztését kezdtük meg, amelyek üzemi helyiségben is üzembiztosan működnek.

Az egyik ilyen készülék a különleges gyógyszergél timföld nedvességtartalmának mérésére szolgál. A műszer lényegében az iparilag gyártott Dieloscope telepes dielektrométer változata. Két méréstartománya 0—40% H_2O (durva mérés) és 10—14% H_2O (pontos mérés) lehetővé teszi a gyógyszergélek minősítését. A készülék, amelynek külső elrendezési képét a *6. ábra* mutatja, segédrezgőkörös, tranzisztoros műszer, amelynek kapacitiv érzékelője, a szórt erőterű cella, a műszerház fenék-

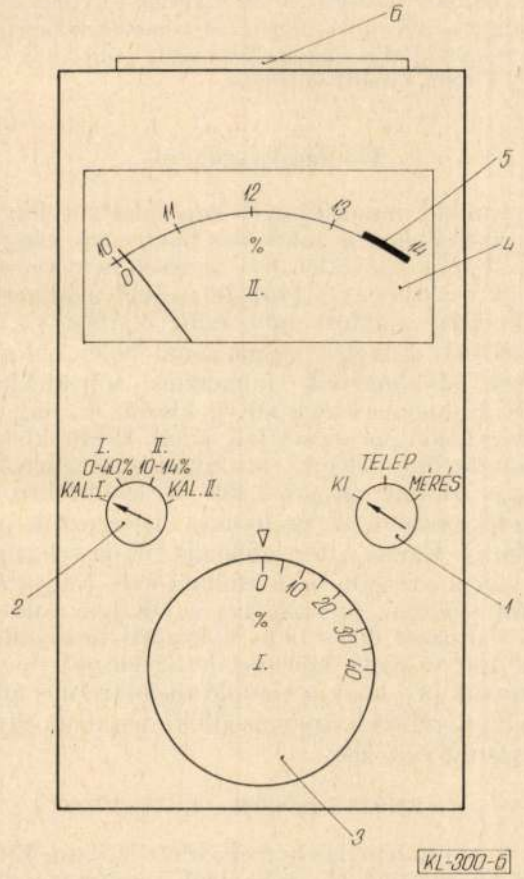
3. táblázat

Timföldhidrát nedvességtartalmának meghatározása egy kontaktusos elektróddal rendelkező cellában

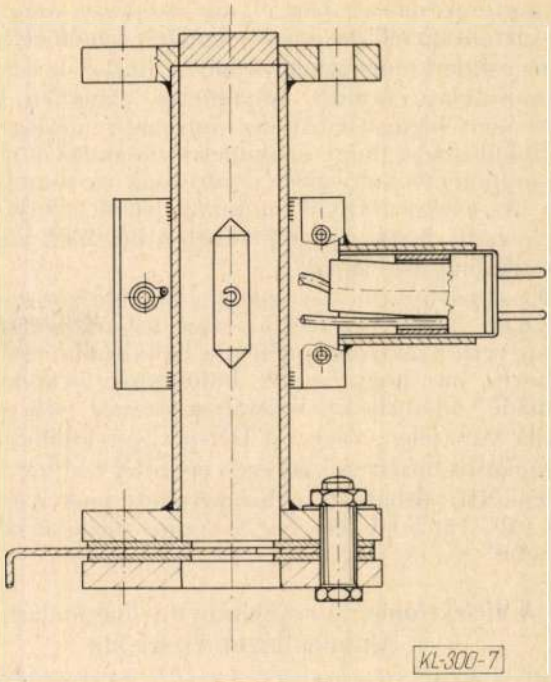
Minta jele	Nedvességtartalom, %				Eltérés*** rel. %
	Egykontaktusos elektródú cellával*		Dioxánnos eluálással**	Szárítószekrényben szárítva	
	Kapacitás, pF	H_2O %			
Almásfűzitő					
1.	79,5	6,6	6,7	6,3	4,5
2.	120,5	9,0	9,1	9,0	0
3.	135	9,6	9,4	9,4	2,1
4.	143	10,3	10,0	10,1	2,0
5.	147	10,5	10,3	10,1	4,0
6.	150	10,6	10,3	10,3	2,9
7.	163	12,0	12,1	11,5	4,3

* Bemérés: 70 g timföldhidrát.
** Bemérés: 10 g timföldhidrát.
*** Az eltérést a szárítószekrényben történt szárítás eredményeihez viszonyítottuk.

lapjához csatlakozik. A műszer alján levő cellát méréskor az 1 cm vastagságú, elegyengetett felszínű mintarétegre helyezik, majd a nagy méréshatárú tartományban nullára kompenzálják, és a pontos mérési tartományra átváltva a műszerkitérés jelzi a nedvességtartalmat.



6. ábra. A Dieloscope rendszerű por nedvességmérő felülnézetének vázlata. 1 — kapcsoló és hitelesítő, 2 — méréshatár kapcsoló, 3 — kompenzáló tárcsa, 4 — mérőműszer, 5 — skála, 6 — elem-tartó sapka



7. ábra. Ipari dielektromos mérőcella keresztmetszeti vázlata

Az Almásfüzitői Timföldgyár tapasztalatai szerint ez a készülék beváltotta a hozzáfűzött reményeket és mintegy egy év óta üzemszerűen használják a gyártott gyógyszergélek ellenőrzésére.

A közvetett, eluálásos módszert új készüléktípus kifejlesztésével lehetett üzemellenőrzésre alkalmassá tenni. A Szerves Vegyipari Kutató Intézetben a korábbi tapasztalatok figyelembevételével készült el a „*Dieluator*" automatikus működésű nedvességmérő. A készülék, — amelynek leírását korábbi közleményünk [9] tartalmazza, — az ipari dielektrométert és a *7. ábrán* bemutatott üzemi (robusztus kivitelű) kapacitív mérőcellát használja.

A programadó által vezérelt berendezés (működési vázlata a *8. ábrán* látható) 3 perc alatt végez egy nedvességmérést, amely az előzőleg megtört minta 5 g-os mennyiségének beméréséből, eluálószerrel (acetonnal) való elegyítéséből, a kapott zagy gázárammal (nitrogén) történő átkeveréséből, majd ülepítéséből és a folyadékfázis DK-változásának méréséből áll. A mérést követően, még a 3 perces perióduson belül, — megtörténik a cella kiürítése és tiszta acetonnal való kimosása is. A mérőműszer nedvességtartalom %-ra kalibrált, így a mérési állapot jelzésekor (amikor a zagy kitisztult és csak a nedves aceton van az elektródok közötti térben) a minta nedvességtartalma közvetlenül leolvasható.

A készüléket az Almásfüzítői Timföldgyárban próbáltuk ki a malomra menő bauxit nedvességtartalmának ellenőrzésénél. A kapott eredmények, amelyekből néhányat a *4. táblázat* foglal össze, bizonyították, hogy a módszer, ill. a készülék használható.

A próbaüzem során azonban néhány kezdeti hiba is jelentkezett a Dieluatornál, amelyek elhárítása az üzembiztonság szempontjából fontos. Ilyenek

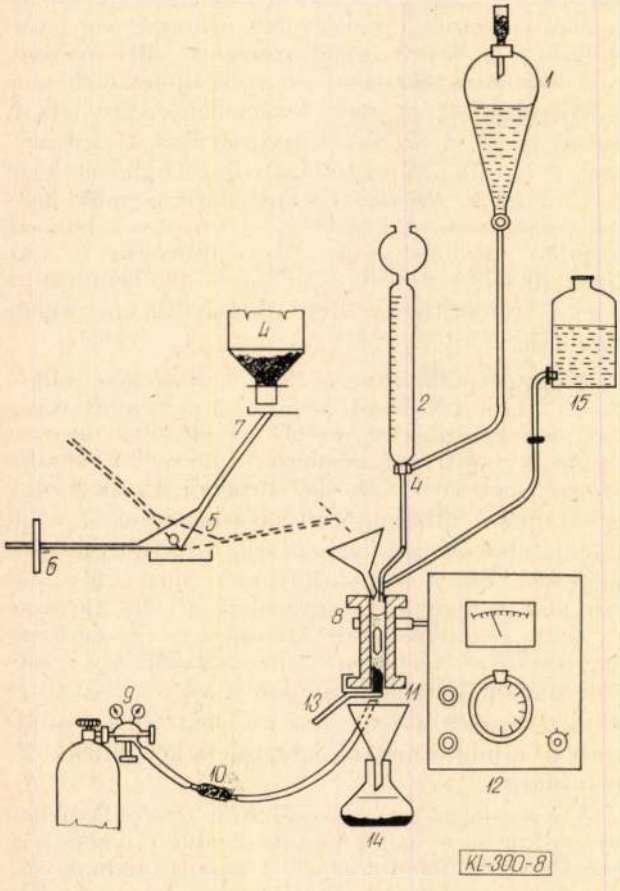
az acetonos műszer-rész olyan kiképzése, amely a tűzbiztonsági előírásoknak megfelel; a mérőcellába hőmérsékletkompenzáció beépítése (mivel az aceton termosztálása hosszú, folyamatos üzemben kellően nem biztosítható); az automata mérleg továbbfejlesztése, hogy az épületrezgéseknek jobban ellenálljon és a mérlegelés pontossága ne romoljék, stb. Az ezekre irányuló munkák jelenleg folynak, és várható, hogy a közeljövőben a készülék végleges alkalmazásra kerül.

Ezzel párhuzamosan azonban további kutatások folynak a tűzveszélyes aceton kiküszöbölésére. A közvetlen nedvességmérést a bauxitnál nagyban nehezíti az, hogy a víz különböző formákban (tapadó, adszorbeált, kristályszerkezeti, stb. vízként) van jelen, és ezek DK-ja igen különböző. A szokásos módszerekkel ezek eredőjét tudjuk csak mérni. Itt várhatóan a dielektromos spektroszkópia [10, 11] módszere fog a kérdés megoldásához vezetni.

A dielektrometria egyébirányú felhasználása

Aluminátlúgok vizsgálata

További kutatásunknál, amelyet az NME Fémkohászattani Tanszékével együttműködve folytattunk, aluminátlúgok extrakciós vizsgálatát végeztük el. Eredetileg a lúgok víztartalmának meghatározását kívántuk vizsgálni [12, 13], a kapott eredmények azonban lehetővé tették egy gyors, laboratóriumi aluminátlúg elemzési eljárás kidolgozását [14] is. A módszer lényegében extrakciós kioldáson és a szerves fázis DK-változatának mérésén alapul. Megoldható a vizsgálat a szerves fázis dielektromos veszteség mérésével is. Egy-egy elemzés ideje (kalibrációs görbével végezve a kiértékelést) nem haladja meg az 5 percet, pontossága pedig ± 1—2% között változik.



8. ábra. A Dieluator működési vázlata. 1 — oldószertartály, 2 — oldószer mérő edény, 3 — szelep, 4 — bauxit beadagolás, 5 — automata mérleg, 6 — fotocellás mérleg billentő, 7 — bauxit kibillentő, 8 — mérőcella, 9 — keverő gáz szelepe, 10 — nyomáscsökkentő, 11 — leürítő tölcsér, 12 — mérőműszer, 13 — cella leürítő, 14 — használt zagy gyűjtő, 15 — mosó oldószer tartály

4. táblázat

Bauxit tapadónedvesség tartalmának mérése Dieluatorral

Minta jele	Szárítószekrényes szárítással kapott nedvességtartalom, %	Dieluatorral mérve a nedvességtartalom, %	Eltérés a szárítószekrényben meghatározott értéktől, rel. %
Bx-1	10	9,55	−5,5
		10,55	+5,5
		9,65	−4,5
Bx-3	12	11,70	−2,5
		12,15	+1,2
		11,45	−4,5
Bx-6	17	17,50	+2,9
		16,70	−1,8
		17,20	+1,2
Bx-7	18	18,75	+4,1
		18,50	+2,8
		17,50	−2,8

Timföld-vizsgálatok

A timföld minősítésével kapcsolatban folytattunk kísérleteket a kalcinálás hatásának vizsgálatára. Mivel a közvetlen DK-mérések nem vezettek kielégítő eredményre [15], közvetett módszert, a Starke-által ajánlott immerziós eljárást [5, 16] használtuk. Ennél a megoldásnál biner oldószerelegyet alkalmazunk immerziós folyadékként, amely komponenseinek DK-ja kisebb, ill. nagyobb a vizsgálandó por-minta DK-jánál. Esetünkben az aceton-dioxán elegy bizonyult megfelelőnek ($\varepsilon_{aceton} = 21{,}4$ ill. $\varepsilon_{dioxán} = 2{,}235$). Az izodielektromos folyadék-összetételt grafikusan határoztuk meg *(9. ábra)*. Ennek a folyadéknak DK-ja tehát azonos volt a vizsgált timföldmintáéval. Nagyszámú mérést végezve, és vizsgálva a DK-ban bekövetkező változást 600—1200 °C közötti intervallumban, 100 °C-kénti hőmérsékletnöveléssel, megállapítottuk [4], hogy a timföld dielektromos állandója (ε) közelítően egy másodfokú parabola egyenlete szerint változik:

$$\varepsilon = 2{,}6913 + 0{,}0063t - 4{,}678 \cdot 10^{-6}t^2$$

ahol t — a kalcinálás hőmérséklete °C-ban. Ennek megfelelően 673,3 °C értéknél DK-maximum jelentkezik: $\varepsilon_\gamma \approx 4{,}9$ értékkel *(10. ábra)*.

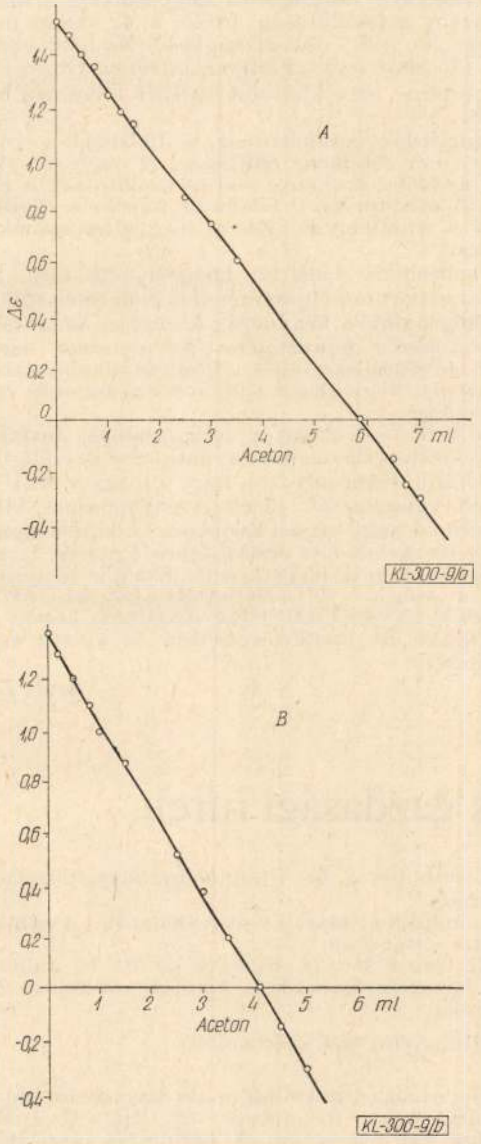
A dielektromosveszteség vizsgálatánál exponenciális összefüggést találtunk, amely a következő

regressziós függvénnyel közelíthető:

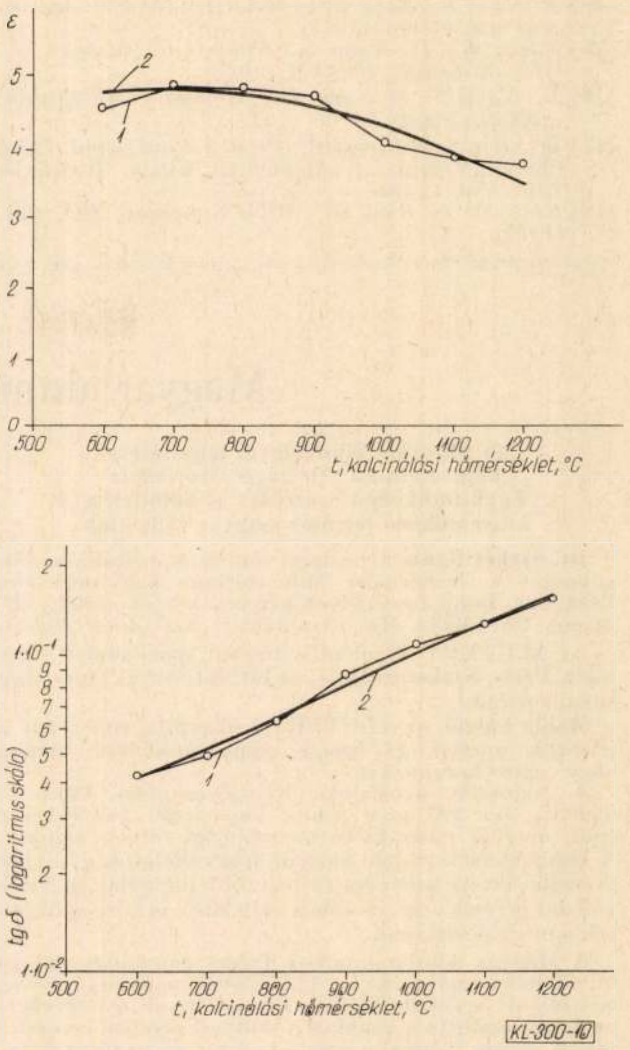
$$\text{tg } \delta = 0{,}01088 \cdot 1{,}002^{t}$$

Eszerint tehát a kalcinálási hőmérséklet (t) növelésével a timföldek dielektromos vesztesége exponenciálisan növekszik. A minták alapos vizsgálatánál még azt lehetett megállapítani, hogy a γ-timföld a jobb dielektrikum, de a keverékfázisok megjelenésével nem lehet egyértelmű határvonalat vonni az egyes timföldfajták $\alpha - \gamma$ arányváltozásai közé. Az α-Al_2O_3 dielektromos állandója közel 1 egységgel kisebb a γ-módosulatnál: $\varepsilon_a \approx 3{,}8$; dielektromos vesztesége pedig egy nagyságrenddel nagyobb: tg $\delta_a = 0{,}1536$ szemben a tg $\delta_\gamma = 0{,}0422$-vel. A vizsgálatok eddigi eredményei alapján mégis megállapítható, hogy az α-Al_2O_3 és γ-Al_2O_3 módosulatok között észrevehető ε, ill. tg δ eltérés van.

A kutatómunka továbbfolytatásával lehetőség nyílhat a domináló komponens, esetleg bizonyos határok között az α/γ-arány meghatározására. Ezzel a röntgenvizsgálatnál olcsóbb, gyors mérőmódszert lehet a timföldgyári laboratóriumok rendelkezésére bocsájtani *(9. és 10. ábra)*.



9. ábra. Az izodielektromos folyadékösszetétel meghatározása Starke módszerével [16] timföldek dielektromos állandójának meghatározása során. A — 700 °C hőmérsékleten kalcinált timföld, B — 1000 °C hőmérsékleten kalcinált timföld



10. ábra. A timföldek dielektromos állandójának és dielektromos veszteségének változása a kalcinálási hőmérséklet függvényében. 1 — kísérletileg mért értékek, 2 — regressziós függvénnyel történő közelítés

IRODALOM

[1] Fémipari Kutató Intézet, zárójelentései. Témaszám: 11—25 (1969) és 11—31 (1970).

[2] *Oehme, F.:* Dielektrische Messmethoden (Monogr. Angew. Chem., Chem. Ing. Techn. Nr. 70), 2. kiadás. Verlag Chemie, Weinheim/Bergstr., 1962.

[3] *Lapshin, A. A.:* Elektricheskie vlagomery (Bibl. po avtomatike, No. 21.), Gosenergoizdat, Moszkva—Leningrad, 1960.

[4] *Klug, O., Kónya J.* és *Riedl, I.:* BLK-Kohászat, *106.* 277. (1973).

[5] *B. Nagy S.:* Dielektrometria. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1970.

[6] *Klug, O., B. Nagy, S.* és *Varga, B.:* Proc. IMEKO Symp. Moisture Measurement (Esztergom H), 1971. 365 (Publ. 1972).

[7] Újítási javaslat. Magyaróvári Timföld- és Műkorundgyár, 1972.

[8] *B. Nagy S., Klug O.* és *Kiss A.*: 164 229. sz. magyar szabadalom (1973).
[9] *Varga B., B. Nagy S., Klug O.* és *Mátyási J.*: BKL-Kohászat, *106*. 471. (1973).
[10] *B. Nagy S.* és *Szabó G.*: Kémiai Közlemények, megjelenés alatt.
[11] *B. Nagy S.* és *Varga B.*: Proc. 2. Conf. Appl. Phys. Chem. (Veszprém); Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971. Vol. 1. 733.
[12] *Klug O.* és *Riedl I.*: BKL-Kohászat, *105*. 331. (1972).
[13] *Cismaru, V.*: Diplomamunka. NME Fémkohászattani Tanszék, Miskolc, 1973.
[14] *Horváth Z., Cismaru, V., Riedl I., Wéber J.* és *Klug O.*: Magyar találmányi bejelentés, 1973.
[15] *Kónya J.*: Diplomamunka. NME Fémkohászattani Tanszék, Miskolc, 1972.
[16] *Starke, J.*: Wiedemanns Ann. Phys., 60. 629. (1897).
[17] *Winkler, L. W.*: Ausgewählte Untersuchungsverfahren für das chemische Laboratorium. F. Enke Verlag, Stuttgart, 1931.

Magyar alumíniumipar hírei

Az Obrováci Timföldgyár létesítésével kapcsolatosan „Országos Szocialista Együttműködési Szerződés"-t kötöttek a közreműködő jelentős magyar vállalatok

Dr. Szekér Gyula nehézipari miniszter vállalta a védnökséget a Nehézipari Minisztérium nagytermében, 1974. okt. 28-án ünnepélyes keretek között aláírt „Országos Szocialista Együttműködési Szerződés" felett.

Az ALUTERV 28 jelentős magyar iparvállalat vezetőjét, Párt-, Szakszervezet-, és KISZ titkárát hívta meg az ünnepségre.

Máhig László, az ALUTERV igazgatója, ismertette a jelentős műszaki-gazdasági együttműködést kívánó nagy export beruházást.

A Jugoszláv Szocialista Köztársaságban, Obrovác mellett, évi 300 ezer tonna kapacitású timföldgyár épül, magyar műszaki és technológiai tervek alapján. A berendezések zömét magyar iparvállalatok gyártják és szállítják. Az üzem építésében több jugoszláv és NDK vállalat is részt vesz, de tőkés vállalatok is közreműködnek a megvalósításban.

A Magyar Alumíniumipari Tröszt generáltervező és fővállalkozó szervezete az ALUTERV, más tervező vállalatokkal együttműködve, készítette el a terveket, valamint szállítja a hazai és a külföldi gépipar berendezéseit, gépeit. Továbbá gondoskodik a személyzet betanításáról, és műszaki irányítást nyújt a gyár szereléséhez és üzembe helyezéséhez. A külkereskedelmi feladatot CHEMOKOMPLEX látja el.

Dr. Juhász Ádám miniszterhelyettes megnyitó szavai után **dr. Szekér Gyula** nehézipari miniszter ünnepi beszédében hangsúlyozta, hogy az ALUTERV és a hazai alumíniumipar által megvalósított Új Ajkai Timföldgyár, valamint az indiai Korbában, majd a Román Szocialista Köztársaságban a magyar tervek és technológia alapján létesített korszerű timföldgyárak megteremtették a referenciákat külföldi timföldgyárak tervezéséhez és felszereléséhez.

Nagy feladat hárul a szocialista együttműködési szerződést aláíró nagyvállalatokra. A 42 millió dolláros szerződés keretében nemcsak terveket, hanem az új létesítményhez szükséges korszerű berendezéseket, gépeket is túlnyomó többségében Magyarországról szállítják. A magyar gépszállítások értéke a 42 millió dollárból mintegy 35 millió dollárt képvisel. Mindezt viszonylag rövid idő alatt kell teljesíteni, mivel az Obrováci Timföldgyárat — tervek szerint — 1976 folyamán helyezik üzembe.

A jugoszláv beruházó cég, a JADRAL közreműködésével már folyik az építkezés. A magyar vállalatok eddig az előírt ütemezés szerint szállították a gépeket. Az 1975. évre tervezett feladatok teljesítése döntő jelentőségű a timföldgyár időbeni megvalósításának biztosítására.

A nehézipari miniszter hangsúlyozta még, hogy a magyar export ezen újabb referencia üzemén túlmenően, lehetőség nyílik a két ország között az alumíniumipar további közös fejlesztésére. Az országos szocialista együttműködési szerződés teljesítése alkalmassá teszi a hazai ipart, hogy eleget tudjon tenni hasonló vállalkozásoknak is.

A JADRAL vállalat vezérigazgatója, **Jovica Balac** felszólalásában elismeréssel nyilatkozott az eddigi együttműködésről. Hangsúlyozta, hogy a magyar ALUTERV-et azért választották, mert versenyképesnek bizonyult sok európai nagy céggel szemben. Örömmel nyugtázta, hogy a megkezdődött építkezéshez a gépek, berendezések egy része már megérkezett. Ezzel is biztosítottnak látja a magyar CHEMOKOMPLEX-ALUTERV és jugoszláv INVEST-IMPORT JADRAL között korábban megkötött szerződés időben és kiváló minőségű teljesítését.

Arató László

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Bauxit, timföld, alumínium

Guinea felkérte Japánt, hogy működjön közre dabolai és a touguéi bauxitkitermelésnél. A fenti mezőkön termelt guineai bauxit 44—44%-os timföldtartalommal rendelkezik.

A kimbói timföldgyár 700 000-ről 1 millió tonnára való bővítésénél is beruházási részesedést ajánlott fel a japán Mitsui Co. vállalatnak. Ennek ellenében a létesítmény elkészülése után a japán cég 100 000 tonna timföldet fog kapni.

ALUMINIUM, 1974. szeptember

*

A három legnagyobb japán alumíniumtermelő hamarosan hosszúlejáratú megegyezést köt Ausztráliával govei bauxitra.

A *Nippon Light Metal* 4,2 millió tonna bauxitot köt le, 12 év alatti, a *Showa Denko* és a *Sumitomo* vállalat 1—1 millió tonnát 10 év alatti szállításra.

Az árat US $ 6—7/tonnában állapítják meg, fob Ausztrália.

Az elmúlt 3 év alatt a fenti vállalatok 1,4 millió tonna bauxitot vásároltak.

1972-ben a *Mitsui Alumina* kötött 10 millió tonna govei bauxitra szerződést, aminek szállítását 20 évre vállalták.

Metal BULLETIN, 1974. szeptember 6.

A *Gove*-ban (Ausztrália) épülő bauxit-timföld komplexumban a *Swis Aluminium* 70%-kal, a *Gove Alumina* 30%-kal fog részesedni. A beruházás összértéke 312 millió A$. A bauxitbánya kapacitása tervek szerint 5 millió tonna lesz, ebből 2,3 millió tonnát exportálnak, 2,7 millió tonnát pedig helyben feldolgoznak. A timföldgyár kapacitása 1 millió tonna lesz.

ALUMINIUM, 1974. szeptember

A bahreini kormány a Kínai Népköztársasággal kohóalumínium szállítására kötött megegyezést. A jövőben évi 50 000 tonna nyersalumíniumot fognak az Alba kohóból Kínába szállítani.

Alumínium, 1974. június

*

Brazíliában Paragominas környékén új nagykiterjedésű bauxitlelőhelyet fedeztek fel. A bauxit 61% Al_2O_3-at és 2% Fe_2O_3-at tartalmaz.

Alumínium, 1974. június

*

A holland Billiton International Metals cég által kiadott dokumentáció szerint a világon jelenleg 15 horganyüzem van építés alatt.

A holland Budeleo társaság 150 et/év kapacitással Európa legnagyobb üzemét helyezte üzembe. A beruházást még 1972-ben határozták el. Az üzem 50% Zn-tartalmú koncentrátumot dolgoz fel. Az elektrolízis üzem 1973-ban kezdte meg működését és az üzem ma már a tervezett kapacitásának 66%-át elérte.

L'Usine Nouvelle, 1974. 21. sz.

*

1977-től kezdve 14 et/év nikkelt fog termelni az INCO a quatemalai Izabal tó mellett létesülő üzemben, melyben 20% az Egyesült Államokbeli Hanna Mining és 80% az International Nickel an Canada cég érdekeltsége.

L'Usine Nouvelle, 1974. 18. sz.

*

Közel 30 éve már, hogy a VAW Vereinigte Aluminiumwerke AG. több éven át állított elő 8000 t/év kapacitású kísérleti berendezésben hazai anyagokból timföldet kénes-savas feltárással. Ma a kénsavból közvetlenül nyert kénessav mellett a füstgáztisztításból eredő kénessav is rendelkezésre áll és idővel gazdaságos felhasználást ígér az anyagbázisú timföldgyártáshoz.

Chemie Ing. Technik 1974. 9 .sz.

*

1974. február 22-én meghalt H. Ginsberg professzor, akinek a timföldgyártás fejlesztésében nagy érdemei voltak. Nevét a magyar timföldipari szakemberek is jól ismerik.

Chem. Ing. Techn. 1974. 8 .sz.

*

Az idei év első negyedében a tőkés országok összesített kohóalumínium termelése 2,64 millió tonnára emelkedett, szemben az 1973-as év hasonló időszakát jellemző 2,44 millió tonnával.

Metal Bulletin 1974. április 30.

*

1974. első negyedévében az USA kohóalumíniumtermelése 1,2 millió tonna volt, ami az előző év hasonló időszakához viszonyítva 8%-os növekedést jelent.

Metal Bulletin 1974. április 26.

*

1974/75-re szóló államközi kereskedelmi megállapodás értelmében Törökország 15 ezer tonna bauxitot és 72 ezer tonna timföldet szállít a Szovjetunióba.

Metal Bulletin 1974. április 30.

*

A nemrég kötött államközi szerződés keretében Guyana bauxitot, timföldet és kaolint szállít az NDK-nak. A szerződés részleteit eddig nem hozták nyilvánosságra.

Metal Bulletin 1974 .április 25.

Grönlandon nagy urániumkészleteket fedeztek fel. A készletek elérik a 40 ezer tonnát, de számítások szerint a jelenlegi árak mellett csak mintegy 6 ezer tonna kiaknázása látszik gazdaságosnak.

Financial Times 1974. április 28.

*

A jugoszláviai Bucim-ban (Kelet—Macedónia) évi 20 ezer tonna kapacitásra rézhányót fognak nyitni, majd a késztermékek gyártását is kiépítik.

Metal Bulletin 1974. 5889. sz.

*

A Mostar-i bauxitbányák elkezdték a bauxit szállítását a Bacsevity-i timföldgyárba.

Élénk iramban folyik a bauxitbányászat kifejlesztése Possusje és Sztolác megnyitása után, most folyik Durno térségében a feltárás.

Metal Bulletin 1974. 5889. sz.

*

Jugoszlávia színesfémkohászati tervét az 1975—80 időszakra 1975-ig készíti el. A terv a rézérc feldolgozását 14 millió tonnáról 15 millió t/év értékre, az ólom és horganyércét 3,2-ről 6 millió t/év mennyiségre kívánja emelni. A bauxit feldolgozása 2,2 millió tonnáról 3 millió t/év lesz (sőt egyes nem hivatalos közlések 3,2 millió t/év értéket adnak meg). Az antimonérc 80 ezer t/év értékéről 180 ezer t/év-re növekszik.

A késztermékek termelésének alakulását az alábbi összeállítás szemlélteti:

	jelenleg et	tervezett et
Réztermék	137	145
Finomított ólomtermék	98	160
Horganytermék	63	100
Alumínium	91	200

Május 11-e óta üzemel a Sibeniki Alumíniumkohó 37 ezer tonna/év kapacitású üzemrésze, a kohót a továbbiakban 75 et/év termelésre bővítik. A teljes beruházás közel 1,5 milliárd dinárba kerül.

Világgazdaság, 1974. május 14.

*

Az Alusuisse igazgató tanácsa elnökének nyilatkozata szerint az elkövetkező 4—5 évben az alumíniumiparra kiegyensúlyozott fejlődés szakasza vár. A túlzott kapacitások ideje elmúlt és csak akkor válhat veszélyessé a helyzet, ha minden kőolajnagyság alumíniumüzemet akar létesíteni.

L'Usine Nouvelle 1974. 18. sz.

*

A hírügynökségek közlése szerint a braziliai Belemtől délre nagy kiterjedésű és kiváló minőségű bauxitmezőre bukkantak.

REVUE DE L'ALUMINIUM, 1974. 437. szám

*

A braziliai bauxitkészletek felmérések szerint igen jelentősek:

Gerai bánya	120 millió tonna
Paragominas bánya	500 millió tonna
Trombetas bánya	1000 millió tonna

ALUMINIUM, 1974. szeptember

*

Ausztrália is emelni kívánja a területén termelt bauxit után fizetendő adót. Tervek szerint az elszállított bauxit után 1, a helyben feldolgozott után 0,5 A$ adót fognak követelni a termelő vállalattól.

METAL BULLETIN, 1974. szeptember

A jamaikai kormány tárgyalásokat kezdeményezett az USA alumíniumtermelő konzorciumaival abból a célból, hogy a bauxit és a timföld árát felemelje. Az ország gazdasági helyzete 1973-hoz viszonyítva ugyanis megromlott, miután egy év alatt a kőolajvásárlásra fordított összeg 70 millió dollárról 150 millióra emelkedett.

REVUE DE L'ALUMINIUM, 1974. 431. szám

*

A görög Statisztikai Hivatal közlése szerint 1973-ban 2,74 millió tonna bauxitot hoztak felszínre. Az ország timföldtermelése 470 ezer, nyersalumínium-termelése pedig 141 ezer tonna volt.

REVUE DE L'ALUMINIUM, 1974. 431. szám

*

1974 első felében a *Comalco Alumínium Ltd* nettó nyeresége 13%-kal haladta meg az előző év hasonló időszakát. A vállalat bauxittermelése szintén az első félévben 4,03 millió tonnára nőtt az előző évi hasonló időszakban termelt 4 millió tonnáról.

A vállalat *Bell Bay*-ben működő finomítójának 114,500 t/év kapacitásra való bővítését 1975-re akarják befejezni. Az alumíniumtermelés 1974. első 6 hónapjában 72 410 tonnát ért el, hasonlítva az előző év első félévéhez, ami 64 691 tonna volt.

METAL BULLETIN, 1974. szeptember 6.

*

Döntés született a brazíliai *Belemben* építendő timföld-alumínium komplexum terveire vonatkozólag. Megegyezés jött létre a *Cia Vale do Rio Doce* brazil vállalat és a *Light Metal Smelters' Assoc of Japan* vállalat között. (Ez utóbbiban a következő japán cégek vannak képviselve: *Mitsui Aluminium, Nippon Light Metal, Showa Denko, Sumitomo Chemical* és a *Mitsubishi Chemical Industries.)* A fenti két vállalat *Alumino Brasileiro S. A.* (ALBRAS) néven közös társaságot hozott létre, amelyben 51% a brazil félé.

Tervek szerint a kohó 1979-re 80 000 t/év kapacitással lép üzembe. Kapacitását 1985-re 640 000 t/évre kívánják bővíteni. A timföldgyárat párhuzamosan fogják építeni a kohóval, végkapacitása 1,3 millió t/év lesz.

METAL BULLETIN, 1974. október 1.

*

Az amerikai Norton cég bejelentette, hogy 12 millió $-értékben Dél-Norvégiában (Evje) cirkonoxid-alumíniumoxid alapú köszörű-alapanyag gyárat épít 75 000 négyzetláb (6,9 ~ 7 km²) alapterületen. Az építést legkésőbb ez év végén kezdik és az első lépcső üzembehelyezésére 1976 januárjában kerül sor. Norton 1968-ban kezdte meg az ZrO_2/Al_2O_3 alapú köszörűszemcsék gyártását. Ez a szemcse különösen acél- és vasöntvény megmunkálásra alkalmas. Az üzem a Norton A/S vezetése alatt (amely Lillosand mellett létesült és szilíciumkarbidot gyárt) fog működni, és ez lesz az első üzem, amelyik csak ZrO_2/Al_2O_3 alapú szemcsét gyárt és terv szerint a 11 Norton vállalatot és 13 érdekeltségi vállalat fogja ellátni alapanyaggal.

Industrial Minerals, 1974. június

*

A Pechiney Ugine Kuhlmann új eljárást dolgozott ki az alumíniumnak szilikátkőzetekből való kinyerésére. Ennek jelentősége, hogy az alapanyag szinte korlátlan mértékben áll rendelkezésre.

Az első kísérleti üzemet a PUK 1972-ben helyezte üzembe. A vállalat 22 millió DM-es beruházással egy kísérleti üzemet szándékozik létesíteni, melynek kapacitása napi 20 tonna lesz, és 1976-ra készül el.

Die Welt, 1974. február 19.

Az USA bauxit kitermelése 1973-ban 2%-kal nőtt (1,85 millió t). Az import 3%-kal emelkedett (12,8 millió t), melynek 75%-a Jamaikából és Surinamból származott.

A timföld import — melynek beszerzési forrásai főként Ausztrália, Jamaika és Surinam voltak — 20%-kal nőtt (3,4 millió tonna).

Metal Bulletin, 1974. február 16.

*

Az Alcan Ireland (Alcan Alumínium leányvállalata) 100 millió Ł-os költséggel (kb. 230 millió $) 800 ezer tonna/év kapacitású timföldüzemet épít Aughinish Island (Shannon torkolatánál, Limerick-i körzet, Írország). Az üzem Guineából importált bauxitot dolgoz fel, 1978-ra kezdi meg a termelést. Az új vállalkozásban az Alcan Alumínium Co. 10%-ban, Ardal Og Sunndal 20%-ban (norvég); Granges Essen 10%-kal (svéd) vesz részt.

Financial Times, 1974. február 15.
Mining Journal, 1974. február 22.

*

1973-ban a világ kohóalumíniumtermelése 8%-kal emelkedett az 1972. évihez képest (12,4 millió tonna). Ezen belül a tőkés világ alumíniumtermelése 9% kal emelkedve több mint 10 millió tonnát tett ki. Nyugat-Európa alumínium kibocsátása 12%-kal nőtt (2,8 millió t), az USA termelése 10%-kal növekedve meghaladta a 4 millió tonnát. Japán termelése csak 9%-kal múlta felül az előző évit.

A világ alumíniumfogyasztása a termelést meghaladó ütemben 14%-kal nőtt és elérte a rekord 13,2 millió tonnát. A tőkés világ alumíniumfelhasználása 16%-kal emelkedve meghaladta a 10 millió tonnát. Az USA fogyasztása 18%-kal 5 millió t lett, Nyugat-Európában 13%-kal növekedett a fogyasztás (3 millió t). A termelés és felhasználás közti differenciát jórészt az USA raktárkészletéből, illetve a szocialista államok termeléséből fedezték.

Az Alcan Alumínium Ltd. nemzetközi monopólium február 11-től az USA-t és Kanadát kivéve emelte a kohóalumínium jegyzett árát valamennyi országban. A kohóalumínium új jegyzett ára 33 cent/libra CIF.

BIKI, 1974. február 16.
Metal Bulletin, 1974. február 21.

*

A február 18-án érkezett Mining Journal szerint a Kaiser Industries Corp. 5 évre szóló műszaki megállapodást írt alá a Szovjetunióval. Valószínűnek látszik, hogy a vállalat lesz a Szovjetunió partnere a Szibériában felépítésre kerülő évi 500 ezer t kapacitású alumíniumkohóban. Sajtóhírek szerint a szovjet fél a Pechiney Ugine Kuhlmann vállalattal is tárgyalt ez ügyben.

*

Anglia 2 legnagyobb alumínium termelője a British Alumínium és az Alcan Alumínium (UK) az energiaválság ideje alatt 75%-os kapacitással üzemelt. 1973-ban 250 ezer tonna kohóalumíniumot állítottak elő (az ország kapacitása 350 ezer t).

Financial Times, 1974. február 15.

*

Franciaországban az alumínium háztartási eszközök termelési értéke 1973-ban elérte a 280 millió Frankot, (13 520 t) ami 10,8%-kal több, mint az 1972. évi termelés. Az export 41%-kal volt több mint 1972-ben, ezen belül az Európai Közösség országaiba irányuló export 65,4%-kal nőtt, míg az egyéb export csak 26,6%-kal. Főbb vevők Belgium, NSZK, USA, Algéria, Guadeloupe és Martinique.

Ugyanezen időszakban (1973) az import 6,6%-kal nőtt és 8,25 millió Frank értéket ért el.

L'Usine Nouvelle, 1974. 24. sz.

H. W.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

108. ÉVFOLYAM



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1975. MÁRCIUS HÓ
3

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал Металлургия
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen Hüttenwesen
Mining & Metallurgical Journal Metallurgy

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. 105.
Tel.: 426-795

TARTALOM

DR. HORVÁTH JÁNOS—SZŰCS AMBRUS: Kísérleti üstben gyártott zsugorítványok fizikai és metallurgiai tulajdonságainak vizsgálata 97

DR. ZSILINSZKY RUDOLF: Féligcsillapított és csillapított acéllemez tuskók szerkezete és viselkedése hengerlés közben 101

NÉMETH EMIL: Ötvözetlen szerszámacélok grafitosodása 106

DR. CZINEGE IMRE: A folyási görbe közelítő számítása a vegyi összetétel alapján 110

FILEP GYULA—MAZURA ALAJOS: Durvahengermű mélykemencefedők döngölési kísérletei az Ózdi Kohászati Üzemekben 113

LIZSNYÁNSZKY ANTAL 1900—1974. 117

Beszámoló külföldi konferenciáról 117

A Kohómérnöki Kar hírei 118

Könyvismertetés 119

Műszaki és gazdasági hírek 120

Egyesületi hírek 122

Döntés az 1974. évi pályázatokról és cikkjutalmakról 124

FÉMKOHÁSZAT

MADARÁSZ BÉLÁNÉ—SIPOS DOMOKOS: Folyamatosan öntött automata sárgaréz ólomeloszlása 126

DR. SOMOSI ISTVÁN—PÁLOVITS PÁLNÉ: A gallium koncentrációjának vizsgálata a Bayer-technológiában .. 131

RIEDL ISTVÁN—CISMARU VASILE—DR. KLUG OTTÓ: Aluminátlúgoldatok extrakciójának dielektromos vizsgálata 137

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek 141

ÖNTÖDE

VI. Soproni Temperöntési és Mintakészítési Napok 49

DR. VÖRÖSNÉ, DR. FARAGÓ ELZA: A ritkafémek alkalmazásának lehetőségei vasöntvények gyártásakor 51

MÜHL NÁNDOR—BAKÓ KÁROLY—HEVENESI GYÖRGY: A Soproni Vasöntöde és a Vasipari Kutató Intézet együttműködése a formázástechnológia fejlesztésében 60

ÁLDOZÓ LÁSZLÓ: Minta- és mintalapkészítési eljárások a Soproni Vasöntöde mintakészítő műhelyében 65

NDK Öntő Napok 69

„Acélműi kokillák élettartamának növelése" konferencia 70

Folyóiratszemle 71

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 426-795.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

75.3., 4089 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16. F. v.: Povárny Jenő.
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámára.
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.
Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770.
Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft.

Index: 25,155

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
DR. FUCHS ERIK, GARAY LÁSZLÓ, KOLOSY ERNŐ, RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, CSEH MIKLÓS, DR. HAJTÓ NÁNDOR, HARRACH WALTER, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOLLÁR SÁNDOR, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VAS IVÁN, DR. VERŐ BALÁZS.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

108. évfolyam 3. szám 1975. március

Kísérleti üstben gyártott zsugorítványok fizikai és metallurgiai tulajdonságainak vizsgálata

Dr. HORVÁTH JÁNOS
okl. kohómérnök, igazgató

SZŰCS AMBRUS
okl. kohómérnök

Vasipari Kutató Intézet

DK: 622.78 : 539.4

A szerzők ismertetik a kísérleti üstben különböző technológiával gyártott zsugorítványok szilárdság és FeO-tartalma közötti összefüggéseket. Vizsgálat tárgyává tették a bázikusság és az FeO-tartalom között fennálló kapcsolatot. Kitérnek a mikroszkópi vizsgálat eredményeire és ismertetik az egyes ásványok mikro-szilárdságát.

A Dunai Vasmű és a Borsodi Ércelőkészítőmű zsugorító szalagjainak együttes termelése tette lehetővé, hogy a hazai nagyolvasztók elegyében 90%-nál nagyobb legyen a zsugorítvány részesedése. Ezen a helyen nem szükséges részletesen foglalkoznunk a zsugorítvány részesedés növelésének előnyeivel, mert ezzel kapcsolatban már több cikk jelent meg a lapunkban [1].

A kedvezően megváltozott műszaki-gazdasági mutatók egyértelműen bizonyítják a zsugorítvány kohósításának előnyeit és eredményeit. A gyártás során a zsugorítvány fizikai-kémiai tulajdonságait tehát úgy kell kialakítani, hogy a gazdaságos nyersvasgyártás egyre növekvő igényeit mennyiségi és minőségi szempontból mind jobban kielégítse. E cél elérése érdekében az alábbi tulajdonságokkal szemben fokozottabb követelményeket támasztunk:

— Ferrum tartalom
— Olyan bázikusság, amely biztosítja a salakképző kihagyását a kohó elegyéből
— Mechanikai szilárdság
— Minimális porosság (5 mm alatti szemnagyság)
— Redukálhatóság

A zsugorítványok ezen fizikai és metallurgiai tulajdonságait és azok változását a Fe-tartalmon kívül a gyártás során alkalmazott technológia döntően befolyásolja. A technológiától függően kialakuló tulajdonságok tehát nagymértékben befolyásolják a nagyolvasztóművek műszaki-gazdasági mutatóinak alakulását. Előzőekből kiindulva a zsugorítvány azon tulajdonságait vizsgáltuk, amelyek a nyersvasgyártás mutatóit döntően befolyásolják.

A kísérleti zsugorítás célja

A kísérleti zsugorító üstben különböző bázikusságú zsugorítványokat állítottunk elő abból a célból, hogy azok fizikai és metallurgiai tulajdonságait vizsgáljuk. A vizsgálatok során az alábbi kérdésekre kívántunk választ kapni:

— Azonos bázikusságú zsugorítvány FeO tartalmát csökkenthetjük-e a mechanikai szilárdság romlása nélkül.
— Milyen összefüggés van az FeO tartalom és a dobszilárdság között
— Milyen összefüggés van a bázikusság, oxidációs fok, $\frac{Fe^{II}}{Fe_{össz}} \cdot 100$ és a redukciós fok között.
— A technológia változtatásával milyen mértékben lehet kedvezően befolyásolni a zsugorítvány fizikai és metalurgiai tulajdonságainak kialakulását.

A kísérleti zsugorítvány elegyösszetétele és előállítása

A kísérleti elegy vashordozóinak %-os aránya minden esetben a következő volt:

Szovjet aglóérc	64,0%
Szovjet koncentrátum	21,0%
Rudabányai limonit	7,5%
Rudabányai dúsított	7,5%

Az elegy bázikusságát

$$p = \frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3}$$

egyenlettel jellemeztük.

A visszatérő mennyisége minden esetben az elegy 20%-át alkotta. Tüzelőanyagként 3 mm alatti szemnagyságú kokszport használtunk fel.

A kísérleti zsugorítvány előállítása során a már ismertetett [2] és egy módosított technológiát alkalmaztunk. A továbbiakban a már ismertetett technológiával készült zsugorítványt „A"-val, a módosított technológiával előállított zsugorítványt „B"-vel jelöltük. A zsugorítványok tulajdonságainak összehasonlításánál kiinduló pontként a hozaganyag nélkül előállított zsugorítvány tulajdonságait vettük alapul és ezt „N"-nel jelöltük.

A mechanikai szilárdság jelentősége és vizsgálata

A nagyolvasztó aknájában lefelé haladva a zsugorítvány mechanikai koptató hatásnak, hőterhelésnek és részleges redukciónak van kitéve. Ezen igénybevételek hatására a szemcseösszetételben változás következik be, amely a kisebb szemnagyság mennyiségi növekedéséhez vezet. A szilárdság jellemzi a végső szemcseösszetételt, ez pedig befolyásolja az elegy gázátbocsájtó képességét, lágyulási és olvadási tartományát, a képződő szállópor mennyiségét stb. A zsugorítvány szilárdságát döntően befolyásolja a zsugorítási folyamat alatt kialakult kötési típus (cementálló fázis), valamint a folyékony fázis mennyisége, a keletkezett fázisok száma, ezek olvadáspontja, hőtágulási tényezője, kristályosodási képessége, mikro-szilárdsága és a belső feszültségek nagyságától függően keletkezett repedések. A kialakuló fázisszerkezetek a bázikusságtól [3] és az alkalmazott technológiától (pl. utánégető alkalmazása stb.) függően változnak.

A technológiai módosítás hatásának megismerése céljából a kísérleti zsugorítványok mechanikai szilárdságát is vizsgálat tárgyává tettük. A szilárdsági vizsgálatokat az alábbi módon végeztük:

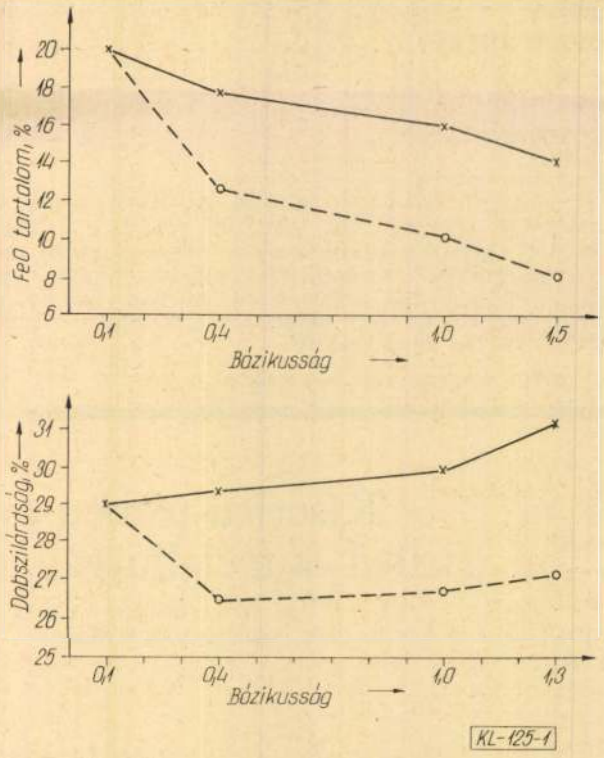
A szobahőmérsékletre lehűlt 20—80 mm szemnagyságú zsugorítványból 20 kg-ot mértünk be és ezt a Rubin-féle dobban 4 percig (25 ford/perc) forgattuk és utána lerostáltuk. A rostáláskor kapott 5 mm alatti szemnagyság súlyszázalékát vettük a szilárdságot kifejező számnak (lásd *1. táblázat*).

A szilárdsági vizsgálaton átesett zsugorítványból vettük ki a vegyelemzéshez, redukciós és mikroszkópi vizsgálathoz szükséges anyagmennyiséget. Így akartuk biztosítani, hogy a különböző

1. táblázat

Kísérleti zsugorítványok fizikai és metallurgiai tulajdonságai

Minta jele	Bázikusság	Dob-szilárdság, %	FeO, %
N	0,10	29,0	19,99
A_1	0,40	29,40	17,77
A_2	1,00	30,00	15,97
A_3	1,30	31,20	14,08
B_1	0,40	26,50	12,67
B_2	1,00	26,70	10,16
B_3	1,30	27,10	8,25



1. ábra. Összefüggés a bázikusság, dobszilárdság és a FeO-tartalom között

vizsgálatok alapján kapott értékek valóban az adott zsugorítványra jellemzőek legyenek. A vegyelemzés alapján meghatározott FeO értékeket az 1. táblázatban ismertetjük. A vegyelemzési és szilárdsági vizsgálatok alapján kapott adatok tájékoztatást adtak arra, hogy a technológiai módosítás milyen mértékben változtatta meg a szilárdságot és az FeO tartalmat anélkül, hogy az oxidációs és redukciós fok alakulását kedvezőtlenül befolyásolta volna.

Az „A" sorozatú zsugorítványok mechanikai szilárdsága és FeO tartalma az üzemi, valamint az ismert szakirodalmi adatoknak megfelelően alakult. A „B" sorozatú zsugorítványnál a szilárdságban jelentős javulás következett be. Azonos bázikusságú zsugorítványok szilárdsága az általános gyakorlattól eltérően az FeO tartalom csökkenése mellett *(1. ábra)*, javult. Köztudott, hogy a bázikusság növelése elősegíti az FeO csökkenését. Azonos bázikusság esetén tapasztalható szilárdság javulást a módosított technológia következményeként bekövetkező eltérő fázisszerkezetek kialakulásával magyarázzuk. Ezért a mikroszkópi vizsgálat közben nemcsak egyes fázisok jelenlétére vagy mennyiségére akartunk választ kapni, hanem azok szilárdságára is. Megkívánjuk jegyezni, hogy nem sikerült minden fázis mikro-szilárdságát meghatározni. A mérési átlageredményeket a *2. táblázatban* foglaltuk össze. Az önjáró zsugorítványok szilárdságának csökkenését általában dikálciumszilikát (Ca_2SiO_4)γ-módosulatának 10%-os térfogat növekedésével indokolják. A mérési adatok alapján megállapítható, hogy az önjáró zsugorítvány szilárdságának csökkenése nemcsak a térfogatnövekedés, hanem általában véve a dikálcium-

szilikát igen alacsony szilárdságának a következménye.

Az „A", ill. a „B" sorozatú zsugorítványok szilárdsága közötti különbséget az eltérő ásványszerkezettel magyarázhatjuk. Ezt a megállapításunkat a vegyelemzési adatok és a mikroszkópi vizsgálatok eredményei is alátámasztják. Ugyanakkor megállapítható, hogy azonos bázikusságú zsugorítványoknál az FeO tartalom a szilárdságot nem egyértelműen jellemzi. A szilárdságot a keletkezett fázisok mennyisége és fizikai tulajdonságai határozzák meg.

A mikroszkópi vizsgálat eredményeinek ismertetése

Az „A" és a „B" sorozatú zsugorítványok mechanikai szilárdsága, valamint a redukciós fok értékei közötti kapcsolatot az ásványszerkezetek változásaira lehet visszavezetni. Sajnos röntgendiffraktó méteres fáziselemzésre nem volt meg a lehetőségünk, így csak a mikroszkópi vizsgálat eredményei állnak a rendelkezésünkre, amelyet csak tájékoztató jellegűeknek tartunk. A mikroszkópi felvételek közül csak azokat közöljük, amelyek magukba foglalják az adott zsugorítványra legjellemzőbb fázisokat.

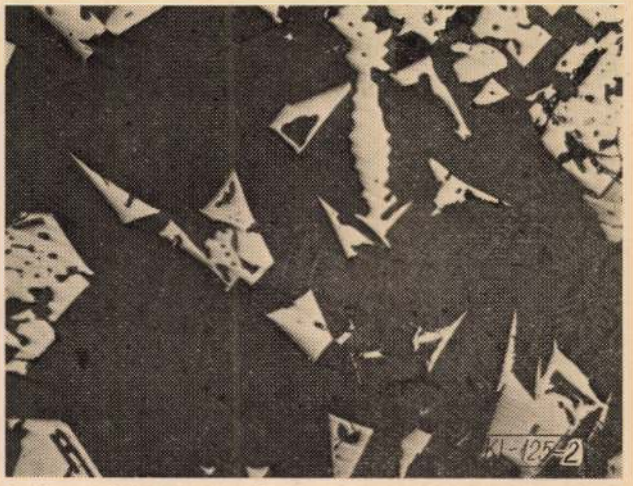
Az „N" jelű zsugorítványban levő fázisok *(2. ábra)* arról tanúskodnak, hogy nagy mértékű redukciós folyamat közben alakultak ki. Ezt látszik igazolni az a tény is, hogy az elegy összes hematit tartalma teljes egészében magnetitre és vasoxidulra redukálódott. Kis bázikusság esetén a zsugorítványok fázis-rendszerének kialakulását, valamint az FeO mennyiségét döntően meghatározza az elegy, ill. a tüzelőanyag C tartalma és a SiO_2 mennyisége, mert ezek nagymértékben intenzifikálják a Fe^{3+} átmenetét Fe^{2+} kationra. Minél több Fe^{2+} keletkezik és megy át az olvadékba, amelyben különböző szilikát fázis alkotójává válik, annál kevesebb lesz a könnyen redukálódó vasoxid mennyisége [4].

Az „A_1" zsugorítvány ásványszerkezete is magán viseli a redukciós folyamat közbeni kialakulásának jegyét. Az elegy összes hematit mennyisége itt is magnetitre és vasoxidulra redukálódott. Azonban a zsugorítványban levő fázis-szerkezetben lényeges változást tapasztaltunk *(3. ábra)*. A zsugorítványban fayalit fázist nem találtunk, ugyanakkor a szilikát olvadékból nagyobb mennyiségű wüstit kiválását tapasztaltuk, amely a magnetit kristályrácsán kívül maradva jellegzetes csepp alakban vagy dendritesen kristályosodott ki. E változás előidézőjének a hozaganyag CaO tartalmát

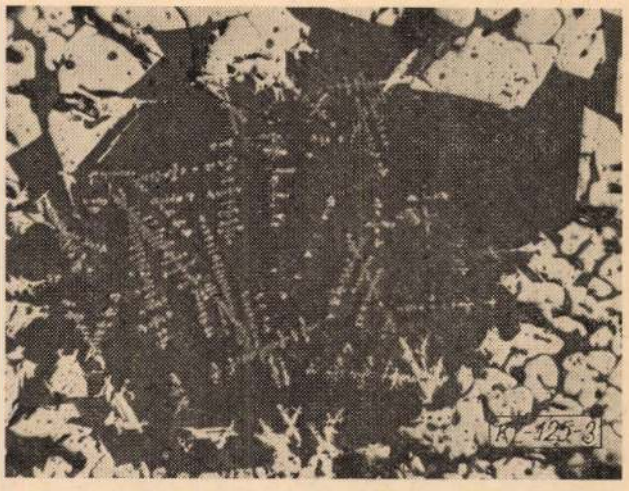
2. táblázat

Mikro-szilárdsági átlagértékek

Megnevezés	Szilárdsági érték, kp/cm³
Dikálciumszilikát Ca_2SiO_4	276
Kálcium-olivin $CaO_x.FeO_{2-x}.SiO_2$	891
Magnetit Fe_3O_4	870
Hematit Fe_2O_3	1145



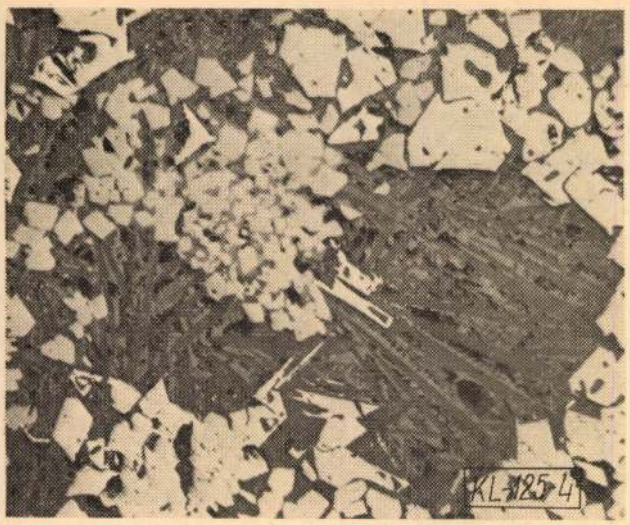
2. ábra. „N" jelű zsugorítvány ásványszerkezete: Szilikátos üveg (amorf) fázis (sötétszürke) dendrites és poliéderes magnetit (szürkésfehér) és fayalit (világosszürke) jellegzetes kristályai láthatók. Nagyítás: 300×



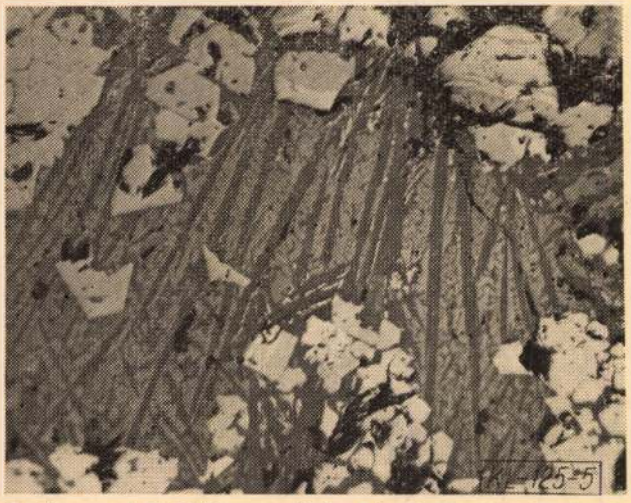
3. ábra. „A_1" jelű zsugorítvány ásványszerkezete: szilikátos üveg fázis (sötétszürke), poliéderes magnetit (szürkésfehér), wüstit csepp alakú és dendriter kristályai (szürkésfehér)

tartjuk. A CaO azzal a tulajdonsággal is rendelkezik, hogy a folyékony szilikát fázisban gátolja a fayalit keletkezését, ill. a már meglevő bomlását is elősegíti azáltal, hogy a vasszilikát egyik FeO-ját kiszorítja a vegyületből és helyére beépül. Ezzel megkezdődik a vas monticellit, ill. a különböző összetételű kálcium olivin vegyületek képződése s egyidejűleg a felszabaduló FeO a magnetitbe, vagy pedig önálló kristályos alakban válik ki. Ezáltal növekszik a könnyebben redukálódó vasoxid mennyisége. Ezt a megállapításunkat a Baldwin által végzett kísérletek [5] is alátámasztják.

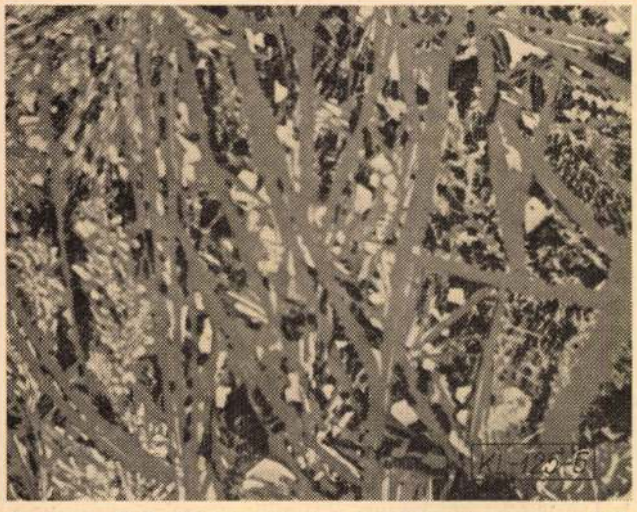
A „B_1" jelű zsugorítvány ásványszerkezete igen lényeges eltérést mutat *(4. ábra)* az „A_1"-hez viszonyítva, habár a bázikusságuk megegyezik. A 0,4 bázikusságú zsugorítványban olyan fázisok kialakulását fedeztük fel, amelyek eltérnek az eddigi gyakorlatunkban előforduló és az általunk ismert szakirodalomban megjelent fázis-szerkezettől. A wüstit kristályok képződése csökkent, ugyan akkor megkezdődött a magnetit hematittá való oxidálódása s ezzel létrejött a kálciumferritek ki-



4. ábra. „B_1" jelű zsugorítvány ásványszerkezete: igen kevés üvegfázis (fekete), hematit (fehér), magnetit (szürkésfehér), kalciumferrit (sötétszürke), dikalciumszilikát (világosszürke). Nagyítás: 300×



5. ábra. „A_2" jelű zsugorítvány ásványszerkezete: kevés üvegfázis (fekete), magnetitből oxidálódott hematit (fehér), magnetit (szürkésfehér), kalciumferrit (sötétszürke), dikalciumszilikát (világosszürke). Nagyítás: 300×



6. ábra. „B_2" jelű zsugorítvány ásványszerkezete: növekvő üvegfázis (fekete), hematit (fehér), magnetit (szürkésfehér), dikalciumszilikát (világosszürke) Nagyítás: 300×

alakulásának feltétele. A kálciumferrit kristályok mentén dikálciumszilikátok kialakulását figyeltük meg. Általános jelenség, hogy a kálciumferritek kialakulását több vagy kevesebb dikálciumszilikát képződése követi. Azonban nem tartjuk kizártnak, hogy a fenti folyamat fordított formában megy végbe.

Az „A_2" fázis-szerkezete *(5. ábra)* lényegében megegyezik a „B_1" ásvány-szerkezetével, azzal a különbséggel, hogy a dikálciumszilikát mennyisége megnövekedett. A változás az 1,0 bázikusság eléréséhez szükséges kálciumoxid növelésével magyarázható.

A „B_2" ásvány-szerkezete *(6. ábra)* igen érdekes átalakuláson ment keresztül. A kálciumferrit CaO-ra és Fe_2O_3-ra disszociált. Az így szabaddá vált CaO elősegítette a dikálciumszilikát mennyiségének növekedését, az Fe_2O_3 pedig külön önálló szerkezettel kristályosodott ki. Ugyanakkor a magnetit mennyisége „B_1"-hez viszonyítva jelentős mennyiségben hematitra oxidálódott. E kedvező fázis módosulást a megváltoztatott technológia eredményezte.

A megnövekedett dikálciumszilikát káros hatása a szilárdságban nagyobb mértékben nem jelentkezett, feltehetően a hematit kristályok egyenletesebb eloszlása és nagyszilárdsága, valamint a dikálciumszilikát γ-módosulat kialakulásának elmaradása következtében.

Az „A_3" fázis szerkezetét *(7. ábra)* az „A_2"-höz viszonyítva növekvő hematit és csökkenő magnetit, valamint az egyenletesebb eloszlású és mennyiségében növekvő dikálciumszilikát és a feltételezésünk szerint dikálciumferrit alkotják.

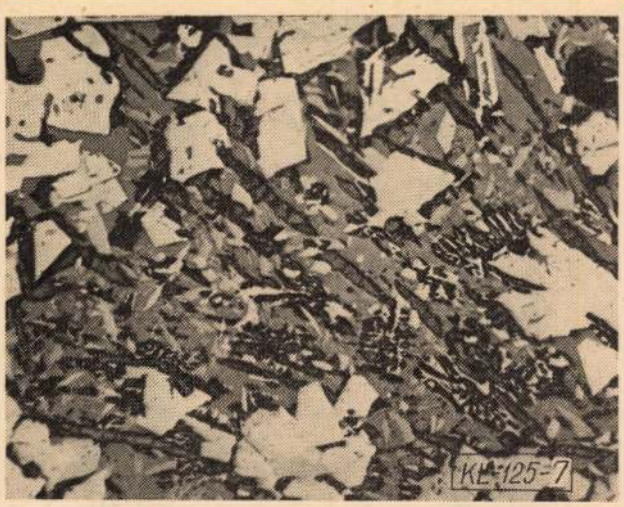
A „B_3" fázis szerkezete *(8. ábra)* leegyszerűsödött a „B_2"-höz viszonyítva, mert az apró hematit kristályok nagy méretűvé alakultak át, amelyek közé ékelődött a lecsökkent mennyiségű dikálciumszilikát.

Ezen vizsgálat alapján történő fázis szerkezet milyenségi és mennyiségi meghatározása nem tekinthető a legmegfelelőbb módszernek. Az „A" és a „B" sorozatú zsugorítványok között fennálló különbség a szakemberek számára nemcsak érdekességet, hanem lehetőséget is jelent a nagyolvasztók műszaki-gazdasági mutatóinak javítására. Ezért lenne célszerű a fenti témában összefüggő, komplex vizsgálatot végezni.

Következtetések

A kísérleti zsugorítványok előállítása során szerzett tapasztalatok és adatok alapján megállapítható, hogy technológiai módosítással jelentősen lehet az FeO tartalmat csökkenteni, anélkül, hogy a mechanikai szilárdságban károsodás következne be.

A vegyelemzési adatok és a szilárdági vizsgálat eredményei alapján azt a következtetést lehet levonni, hogy azonos bázikusságú, de különböző technológiával gyártott zsugorítványoknál az FeO tartalom nem egyértelműen jellemző a szilárdságra. A szilárdságot a zsugorítás folyamata alatt kialakult fázisok mennyisége és azok fizikai tulajdonságai határozzák meg.



7. ábra. „A_3" jelű zsugorítvány ásványszerkezete: növekvő hematit, amely részben a magnetit oxidálásából keletkezett (fehér), kevés magnetit (szürkésfehér), kalciumferrit (sötétszürke), dikalciumszilikát (világosszürke). Nagyítás 300×



8. ábra. „B_3" jelű zsugorítvány ásványszerkezete: üvegfázis (fekete), nagyméretű hematit kristályok (fehér) és a közé ékelődött lecsökkent mennyiségű dikalciumszilikát (világosszürke). Nagyítás: 300×

IRODALOM

[1] *Halász József—Polencsik József:* Érczsugorítvány hatása a nyersvasgyártás mutató számaira. Kohászat 1971. 7. sz. 297—301.

[2] *Dr. Horváth János—Szücs Ambrus:* Kötőanyagok hatása az érczsugorítás folyamatára és a gyártás gazdaságosságára. Kohászati Lapok 1966. 5. sz. 204—211.

[3] *Dr. Horváth János—Szücs Ambrus:* Zsugorítvány bázikusságának hatása az ásványképződésre. Kohászat 1971. 7. sz. 293—296.

[4] *Hancl, J.—Scholc, R.:* Az agglomerátum vasoxid-tartalmának függősége a technológiai feltételektől. Hutnicke Listy. 1970. 12. sz. 841—843.

[5] *Baldwin, B. G.:* The Formation and Decomposition of Fayalite ($2FeO.SiO_2$) Journal of the Iron and Steel 154. 7. sz. 312—316.

[6] *Dr. Horváth János—Puch József:* Berendezés vasércek és zsugorítványok redukálhatóságának laboratóriumi meghatározására. Kohászat 1972. 2. sz. 61—65.

Féligcsillapított és csillapított acéllemez tuskók szerkezete és viselkedése hengerlés közben*

Dr. ZSILINSZKY RUDOLF okl. kohómérnök
Dunai Vasmű

DK: 621.771.22 : 621.746.043

Szerző röviden összefoglalja azt a közel 10 éves munkát, ami a hagyományos, kokillába történő acélöntés és az egymelegből hengerelhető acéltuskók előállításának összefüggéseit tartalmazza. A Dunai Vasműben gyártott acél egy részét a folyamatos öntés bevezetése után továbbra is a korábbi módon kell leönteni. Ezen túlmenően számos gyakorlati tapasztalat adódott, ami a folyamatos acélöntéshez is hasznosítható.

Bevezetés

A Dunai Vasmű évi 1 millió tonna acéltermelésének 25—35%-a csillapított acél, 3—4% elektroacél részesedéssel.

A többi öntés előtt (3—6%), illetve öntés közben féligcsillapított acél. Erre a gyártási programra vonatkozó fő célkitűzés, hogy egymelegből hengereljünk szalagot. Így bugafázisban nem kell felületi tisztítást végezni és jelentős energiamegtakarítás is jelentkezik. Ennek az elvnek a gyakorlati megvalósítása széles körű műszaki tevékenységet követel, amiből az alapvetően meghatározó metallurgiai intézkedéseket és azok eredményeit foglalom össze. Mindenkor szem előtt kell azonban tartanunk, hogy az egymeleges hengerelhetőség feltételeit az acélgyártó csak a hengerésszel együtt képes megteremteni.

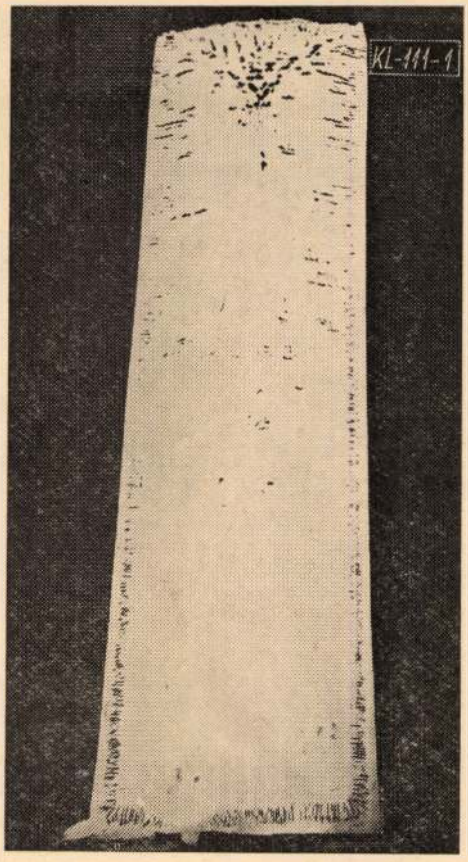
A jó felületi és belső szerkezetű öntecsek előállításához a következő intézkedések segítettek bennünket.

1. Féligcsillapított acélgyártás és öntés az acél oxigéntartalmának gyors és pontos elemzése, illetve szabályozása révén,

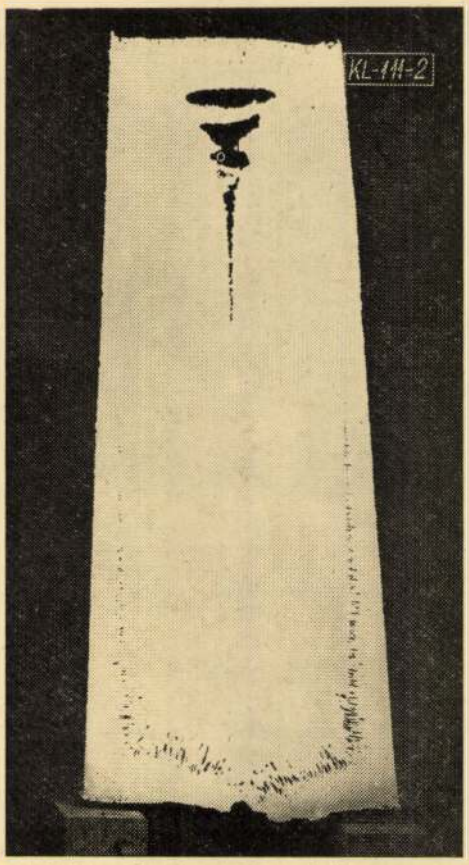
2. csillapított acélok öntése öntőporokkal, feláöntőfej nélküli, szigetelőlapokkal bélelt kokillákba,

3. erősen ötvözött CrNi acélok öntése nagy szénatomszámú szénhidrogének felhasználásával,

* 1973. okt. 31-én, Mariánské Lázné-ban, az „Acéltermékek anyaghibái" c. konferencián elhangzott előadás rövidített anyaga.



1. ábra. A vizsgált tuskók szövezete



2. ábra. Túldezoxidált tuskók szövezete

4. minden típusú acél alsó öntése, az üstben féligcsillapított acélok kivételével.

Acélöntecseink egymelegből való kihengerlésével 1964-től kísérleti jelleggel, 1965-től pedig üzemszerűen foglalkozunk. Ez idő alatt acélgyártási technológiánkban lényeges változtatásokra került sor. Az SM kemencéket fokozatosan März-Böhlens kemencékre építették át. Bevezetésre került az oxigénes acélgyártás. Megvalósult az acél neutronaktivációs elven alapuló gyors és pontos üzemi oxigénelemzése. Növeltük az öntecssúlyokat.

Féligcsillapított acélöntecsek hengerlése egymelegből

A féligcsillapított acélok gyártása az acél oxigéntartalmának gyors és pontos ismerete nélkül körülményes a hiányos, vagy túldezoxidálás veszélyei miatt. Ismernünk kell a folyékony acél csapolása előtti oxigéntartalmát a dezoxidáció pontos végrehajtása céljából. Az acélok oxigéntartalmának meghatározására 1967-ben neutronaktivációs elven működő berendezést helyeztek üzembe a Dunai Vasműben, ami 1968-tól üzemszerűen dolgozik. Ezzel lehetővé vált, hogy a kvantométeres vizsgálatokkal egyidejűleg az acél oxigénelemzését is elvégezzék. Az acélgyártó tehát a mindenkori acél összetételt az oxigéntartalommal együtt kapja meg.

A jó egymeleges hengerelhetőséghez a mi üzemi viszonyaink között (6—8 tonnás lapos tuskók esetében) legalább 20—30 mm vastag gázhólyagmentes, ép kéreg és tiszta öntecsfelület kell.

Ezenkívül megkívánjuk, hogy a tuskó szerkezete jó lemezkihozatalt biztosítson és a belőle hengerelt szalag teljes hosszában közel azono stulajdonságokkal rendelkezzék. Ezeket a követelményeket elégíti ki az *1. ábrán* látható szövetszerkezet, míg a *2. ábra* szerinti túldezoxidált tuskók mind az egymeleges hengerelhetőség, mind a kihozatal szempontjából rosszak.

Az 1. ábra szerinti féligcsillapított acéltuskó előállítása érdekében az acélt 1600 ± 10 °C-on, 400—600 ppm oxigéntartalommal kell csapolni, 0,08—0,10% C-tartalom mellett. Ez az acél csillapítatlanul történő öntése közben a kokillában jól fő, egészséges, ép kéreg alakul ki és az öntés befejezése előtt néhány másodperccel — az oxigéntartalomtól függően adagolt — 200—300 g/t Al-dara hatására féligcsillapítottan dermed meg, számottevő dúsulás nélkül.

Ha csapolás előtt az acél oxigéntartalma 700 ppm-nél nagyobb, előzetesen dezoxidálni, 400 ppm alatt oxidálni kell.

Vizsgálatokat végeztünk arra vonatkozóan is, hogy csapolás előtt legfeljebb 10 perccel 0,08—0,10% C-tartalomnál vett próbák oxigéntartalmának és az acél egyidejűleg mért hőmérsékletének relatív gyakorisága miként alakul öntés közben Al-mal féligcsillapított acélok esetében *(1. és 2. táblázat)*.

Az egymelegből jól henegerelhető, ép kéreggel rendelkező öntecsek csillapítatlanul történő leöntésekor nem hagyható figyelmen kívül az acél C és Mn tartalmának változása, illetve az oxigén-

1. táblázat

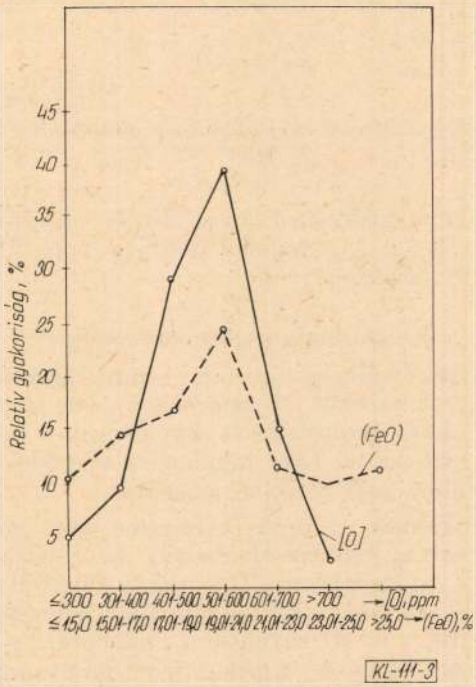
SM acél oxigéntartalmának relatív gyakorisága (109 adag)

Acél oxigéntartalma, ppm	Relatív gyakoriság, %
200 alatt	0,9
210—300	4,6
310—400	18,3
410—500	34,9
510—600	24,8
610—700	11,9
700 felett	4,6

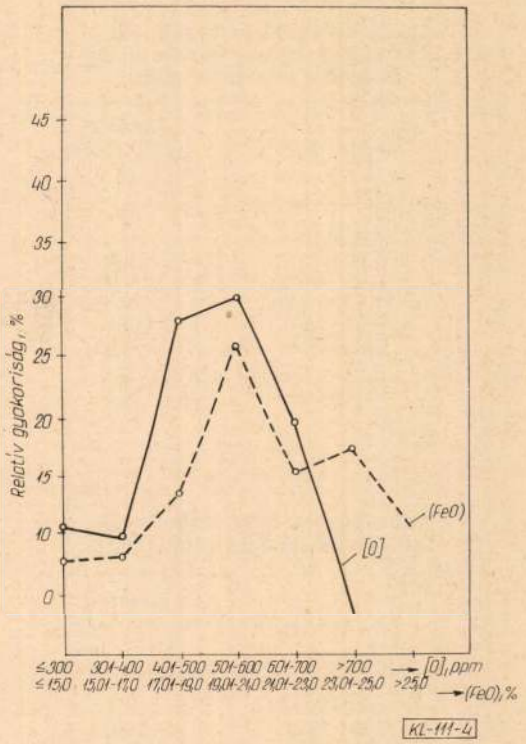
2. táblázat

SM acél hőmérsékletének relatív gyakorisága (109 adag)

Acél hőmérséklete, °C	Relatív gyakoriság, %
1580 alatt	3,1
1580	5,0
1585	5,3
1590	14,4
1595	5,8
1600	20,2
1605	11,8
1610	13,0
1615	11,7
1620	4,9
1625	2,5
1625 felett	2,3



3. ábra. Öntés közben féligcsillapított acél csapolás előtti oxigén és a hozzá tartozó salakpróba FeO-tartalmainak gyakorisága (267 SM adag)



4. ábra. Csillapított acélok csapolás előtti oxigén és a hozzá tartozó salakpróba FeO-tartalmának gyakorisága (184 SM adag)

3. táblázat

SM acél C-tartalmának relatív gyakorisága (230 adag)

C, %	Relatív gyakoriság, %
0,07	0,9
0,08	3,0
0,09	15,2
0,10	56,2
0,11	6,5
0,12	7,4
0,13	5,2
0,14	2,6
0,15	2.6
0,15 felett	0,4

4. táblázat

SM acél Mn-tartalmának relatív gyakorisága (230 adag)

Mn, %	Relatív gyakoriság, %
0,30 alatt	2,6
0,31—0,33	5,7
0,34—0,35	17,4
0,37—0,39	26,0
0,40—0,42	23,9
0,43—0,45	15,3
0,46—0,48	3,5
0,49—0,51	1,3
0,51—0,53	1,7
0,53 felett	2,6

5. táblázat

Félig csillapításra kerülő SM acélokhoz csapolás közben üstbe adagolt FeMn (668 adag)

FeMn, kg/t	Relatív gyakoriság, %
4,0 alatt	0,7
4,0 —4,4	2,8
4,41—4,8	9,4
4,81—5,2	32,6
5,21—5,6	42,0
5,61—6,0	9,4
6,01—6,4	2,2
6,4 felett	0,9

6. táblázat

Öntés közben félig csillapításra felhasznált Al dara (200 adag)

Al dara, g/t	Relatív gyakoriság, %
160 alatt	8,5
160—200	21,0
201—250	46,5
251—300	21,1
300 felett	2,9

7. táblázat

Átlagos öntési sebesség tuskótípusonként

Öntecs-súly, t	Öntési sebesség			
	adag elején		adag végén	
	t/perc	cm/perc	t/perc	cm/perc
6,0	0,87	24	0,65	18
7,0	0,91	21	0,73	17
8,0	1,01	25	0,74	19

tartalom figyelembevételével csapolás közben üstbe adagolt FeMn, valamint az öntés közben féligcsillapításra felhasznált Al-dara mennyisége sem.

Az erre vonatkozó tájékoztató adatok a *3.*, *4.*, *5.* és *6. táblázat*okban tanulmányozhatók.

Külön vizsgálat tárgyát képezte, hogy az acél csapolás előtti oxigéntartalma és a salak ugyanakkor mért FeO tartalma milyen eloszlásban jelentkezik külön-külön és egymáshoz viszonyítva. A *3. ábrán* a félig csillapított, a *4. ábrán* pedig a csillapított acélokra vonatkozó értékek tanulmányozhatók.

Megállapítható, hogy a gyakorisági maximumok egybeesnek, bár az FeO relatív előfordulási hányada kisebb. Ugyanakkor a salakpróbák nagyobb (23—25%) FeO tartalmai, eltérően az ugyanakkor vett acélpróbák oxigéntartalmaitól, feltűnően nagy gyakorisággal jelentkeznek.

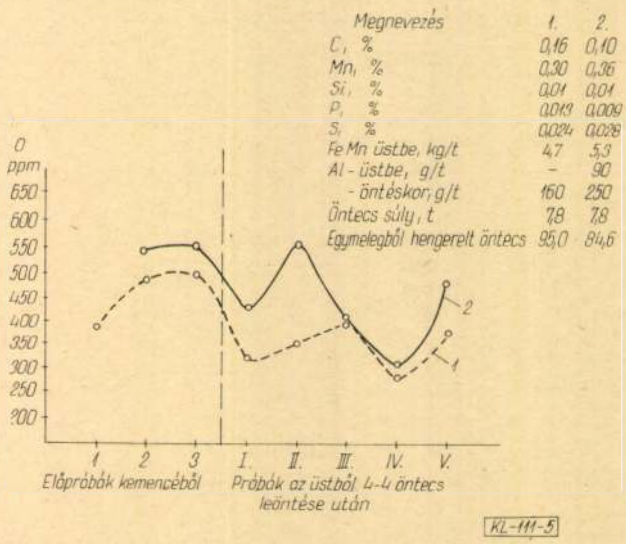
Az alapvető acélgyártási követelmények biztosításán túlmenően természetesen öntés közben is

8. táblázat

Acél oxigéntartalma csapolás előtt 10 perccel, ppm	Al-tömb üstbe, g/t
400—500	—
550—650	90
650—750	180
750 felett	270

9. táblázat

C-tartalom, %	Al-por kokillába, g/t		
	öntecssúly, t		
	6,0	7,0	8,0
0,10 alatt	200	210	220
0,10—0,12	180	190	200
0,13—0,15	130	140	150
0,15 felett	100	110	120



5. ábra. SM acél oxigéntartalmának eloszlása az üstben

további intézkedésekre van szükség az öntési sebességekre és az Al adagolás rendjére vonatkozóan *(7., 8. 9., táblázatok)*.

Az alumínium-adagolás rendje

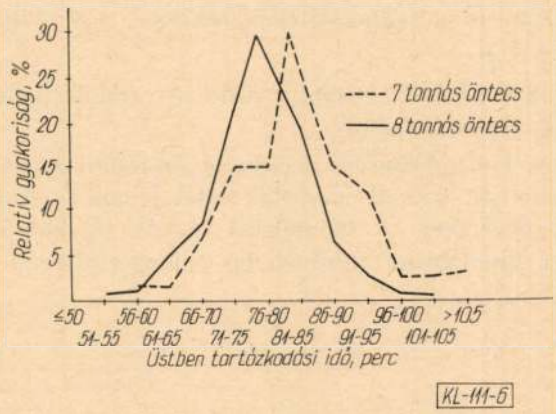
1. Üstbe szükség szerint, tömb formájában, FeMn ötvözése előtt, ha az acél 400—600 ppm oxigéntartalmát csapolás előtt a kemencében nem sikerült biztosítani. *Cél:* mindenkor megfelelő oxigéntartalmú acél kerüljön leöntésre.

2. Kokillába, az öntés befejezése előtt néhány másodperccel, tölcséren keresztül. Az Al-dara adagolást a gyakorlatban a C-tartalom függvényében írjuk elő, az acél oxigéntartalmának ismeretében, tekintettel a C—O egyensúlyi reakcióra.

Előírtuk, hogy 4—4 öntecs leöntése után 8—10 g/t-val növelni kell az Al adagolást, az acél oxigéntartalmának várható növekedése miatt. Újabb vizsgálataink szerint azonban ezt módosítanunk

kell. Kimértük az acél oxigéntartalmának változását az üst különböző magasságaiban és kiderült, hogy az acél oxigéntartalma az üstben nem lineárisan változik, hanem az *5. ábrán* látható módon. A jó féligcsillapítás érdekében szükségszerű ennek a felismerésnek gyakorlati alakalmazásbavétele.

Az öntésre kerülő acél egyneműsége attól is függ, hogy öntésig mennyi ideig tartózkodik az acél az üstben. A *6. ábrából* kitűnik, hogy csillapítatlan acéljaink üstben tartózkodási időtartamai, csapolás végétől az öntés végéig mérve, normális eloszlást mutatnak. Ez arra enged következtetni, hogy az acél oxigéntartalmának 5. ábra szerinti ingadozásai az üstben a tartózkodási időtől, legalábbis ebben az időtartományban, függetlenek.



6. ábra. Üstben tartózkodási idők alakulása

A jó öntecsszerkezet biztosításának további ellenőrzési lehetőségeként rendelkezésre áll a modern termovíziós technika. Kísérleti méréseket már végeztünk. A színes felvételeken jól látható, hogy van-e, és milyen mértékű szívódási üreg az öntecsben. Az infravörös sugárzás az öntecskéregről és szívódási üreg tájáról, a lehűlési viszonyok eltérő volta miatt más és más intenzitású, ami jól lefényképezhető.

Csillapított acélöntecsek hengerlése egymelegből

Csillapított acélminőségregyártott acéljaink csapolás előtti oxigéntartalma, a kemencében végrehajtott elődezoxidációt megelőzően vett próbák elemzése alapján nagyságrendjében megegyezik a félig csillapításra szánt acélok oxigéntartalmával. Azonban megállapítható, hogy a féligcsillapított acéladagok csapolás előtti próbáiban az oxigéntartalom gyakorisági maximuma kereken 10%-kal magasabban van. Ez jelzi egyrészt a törekvést a szabályozott oxigéntartalmú csapolásra, másrészt a csillapított acélok változó C-tartalma egészen 0,20%-ig nem igényli mindenkor csapolás előtt a 0,10% körüli C-tartalom biztosítását az acélfürdőben, ami az acél oxigéntartalmára is kihat.

A félig csillapított acélokkal azonos öntési sebességgel öntött ugyanolyan méretű tuskók hengerlése közben hossz- és keresztirányú repedések keletkeztek. Ezeket bugafázisban ki lehetett javítani, azonban egy részük selejtté vált. Mivel a Dunai Vasműben a kokillák felső részét hőszigetelő lapokkal béleljük felöntőfejek helyett a lunkerképződés megakadályozására, fennakadásból származó kéregszakadás nem léphetett fel.

A Si mellett nagyrészt Al-mal is kezelt acélok öntése közben a kokillában oxidhártya képződött a folyékony acél felszínén, ami bezáródva az öntecskéregbe, hengerlés közben felületi szakadásokhoz vezetett.

Ennek elkerülése érdekében különböző öntőporokkal („Thermofin", „Ferrotherm", „Scorialit") kísérleteztünk. Azt az öntőpor típust kerestük, amely alsó öntés közben jól fedi az acél felszínét, vagyis megakadályozza az oxidációt, ugyanakkor a felúszó nemfémes anyagokkal elegyedve megszünteti a kéregrepedésekhez vezető oxidos zárványképződést. Az 1967-ben végrehajtott kísérletsorozat eredményeként a kísérleti adagok öntecsei 90%-ban egymelegből hengerelhetőkké váltak.

A drága import anyagok helyett több saját készítésű öntőport is megvizsgáltunk. Legjobban az erőműi kémények füstgáztisztításakor leválasztott pernye vált be, 2—3 kg/t mennyiségben. Ennek átlagos összetétele:

SiO_2	46—47%	Mgo	1,0—1,5%
Al_2O_3	23—24%	TiO_2	0,8—1,0%
C	11—13%	K_2O	2,5—3,0%
Fe_2O_3	7—8 %	Na_2O	0,2—0,3%
CaO	2—3 %	S	0,2—0,3%
		P	0,1—0,2%

Minden gyártott acéltípusunk elfogadható műszaki szinten volt hengerelhető, kivéve a Cr—Ni savalló acélokat.

Miután az acélgyártást úgy szabályoztuk, hogy az austenites acél öntött szövete a jó melegalakíthatóság miatt legfeljebb 5% ferritet tartalmazzon, öntés közben meg kellett védenünk az acélt az oxidációtól, hogy a tuskókéreg tiszta és jól hengerelhető legyen. E célra nálunk az öntés előtt és közben a kokillába adagolt nagy szénatomszámú paraffin szénhidrogének használata vált be. Ez a kokillában kormozó lánggal elég és megvédi az acélt az oxidációtól, ugyanakkor a kokillafal erősen kormozódik. Ezek a hatások együttesen melegen jól alakítható tuskófelületeket eredményeznek, ezek hengerlés közben nem szakadoznak. A tuskókat hengerlés előtt semmiféle felülettisztító kezelésnek nem kell alávetni.

Az egymeleges hengerlés metallurgiai alapjainak kidolgozása és üzemszerű alkalmazása eredményeként olyan minősítési rendszert lehetett bevezetni, ami előrejelzésként szolgált a hengerműnek az adagok egymelegből történő hengerléséhez. Természetesen, mint minden előrejelzési rendszer, ez sem 100%-osan biztos. Hengerlés közben, a hengerelt acél felületének megfigyelése alapján, további finomító minősítést lehet és kell végezni. Mindazonáltal a programozási tevékenységet nagyban segíti a folyamatos, mindenkor ugyanolyan elveken alapuló előrejelzés.

Az adagok acélműi minősítése háromféle adagot különböztet meg, amiket *A*, *B*, *C* jellel látnak el.

A-ra minősíthető az adag, ha:

1. kokillában félig csillapított acél esetén

a) öntése alulról, az öntősugár kezelése nélkül történt,

b) az acél oxigéntartalmának függvényében adagolt Al mennyisége nem haladja meg a 300 g/t értéket,

c) az öntőszerelvény állapota, MEO ellenőr minősítése szerint, megfelelő volt,

d) a leminősült tuskók (pl. felülről öntött) száma egy adagon belül négy darabnál nem több.

2. csillapított acélok esetén

a) öntése alulról, az öntősugár kezelése nélkül történt,

b) az öntőszerelvény állapota, MEO ellenőr minősítése szerint megfelelő volt és öntés közben öntőport használtak,

c) a kokillák felső részén a szigetelő lapok illesztése megfelelő volt és azok öntés közben nem mozdultak el; a tuskófejet megfelelő magasságúra öntötték,

d) az adag csapolási hőmérséklete az 1600 °C-ot nem haladta meg,

e) a leminősült tuskók száma egy adagon belül négy darabnál nem több.

B-re kell minősíteni az adagot, ha:

1. kokillában félig csillapított acél esetén

a) az *A* minősítés feltételei közül az a, b és c, előírásoknak megfelel,

b) a leminősült tuskók száma egy adagon belül négy darabnál több.

2. csillapított acélok esetén

a) az *A* minősítés feltételei közül az a, b és c, előírásoknak megfelel,

b) az adag csapolási hőmérséklete 1600 °C-nál több volt,

c) a leminősült tuskók száma egy adagon belül négy darabnál több.

C-re kell minősíteni az adagot, ha mindkét acéltípusnál az *A* és *B* minősítés feltételeinek az adag nem felel meg. A leminősült tuskók ugyancsak ilyen minősítéssel kerülnek be a hengerműbe.

Ötvözetlen szerszámacélok grafitosodása

NÉMETH EMIL okl. kohómérnök
Lenin Kohászati Művek

DK: 669.14.018.25 : 669.112.24

A szerző különböző országokból (földrészekről) származó adagok félkész kohászati termékeit vizsgálta. Ismerteti a grafitkiválás lehetőségeit és körülményeit, majd a grafitos, illetve a grafitkiválásra hajlamos szerszámacélok melegalakításakor figyelembe veendő szempontokat.

Az ötvözetlen karbonacél austenitje a vas—karbon-ikerdiagram értelmében kétféleképpen, vagy a stabilis, azaz *grafitos*, vagy a metastabilis, azaz *karbidos* rendszer szerint alakulhat át. Az acélok szövetszerkezetében grafitot általában mégsem találunk. A nagy szilicium- és karbontartalmú rugóacélok kivételével az acélok szövetszerkezete csak a legritkább esetben tartalmaz grafitot. Az idevonatkozó irodalom csak az ötvözetlen szerszámacélok, valamint a kis karbontartalmú, vanádiumot nem tartalmazó, molibdénnel ötvözött kúszásálló acélok több 10 000 órás használata után észlelt grafitkiválásoknak az eseteiről tudósít [1].

Az acélok grafitkiválási folyamatának két különböző változatával találkozhatunk.

Az első esetben — s ez az általános — a grafit az Ac_1-nél kisebb hőmérsékleten való hosszabb tartózkodási idő után, a cementit bomlástermékeként jelenik meg.

A másik esetben — ez a ritkább — a grafit az Ac_1-nél nagyobb hőmérsékleten, az E' S' vonal stabilis állapotának megfelelően válik ki.

Annak egyértelmű megállapítása azonban, hogy a fenti grafitkiválási folyamatok közül melyiket, milyen tényezők, milyen mértékben befolyásolják és irányítják, nem teljesen tisztázott. A következőkben ismertetett vizsgálati anyag a kérdés közelebbi megismeréséhez kíván segítséget nyújtani.

Előzmények

Az összehasonlító vizsgálatok végzésére páratlan összehasonlítási lehetőség kínálkozott. Saját gyártású ötvözetlen szerszámacéljainkat más földrészről származó, ötvözetlen szerszámacélokkal hasonlíthattuk össze. Hazai, ötvözetlen szerszámacéljainkban grafitot soha nem találtunk. Így érthető „izgalmat" okozott a hivatkozott szerszámacél edzési törőspróbájának szívós hajlítópróbához hasonló viselkedése, amelyet a magkeménység jelentős csökkenése kísért. Az ilyen grafitos daraboknak 760 és 950 °C hőmérsékletekről edzett 12 mm ∅-jű darabjaink a szelvény átmérője mentén mért keménységi értékeit az *1. táblázat* tartalmazza.

A vizsgált darabok töretfelületén fekete foltokat észleltünk. Előfordultak azonban olyan — mérsékelten grafitos — darabok is, amelyeken a grafitkiválást fekete töret nem kísérte, amint azt az *1. ábra* szemlélteti.

1. táblázat

Grafitos próbadarabok keménysége a szelvény átmérője mentén

Állapot		A keménység változása az átmérő mentén, HV 10					
Kiinduló állapot	Edzés °C	1	2	3	4	5	6
Fekete töretű	760	798	420	393	385	450	810
	950	853	762	782	803	822	822
Pontszerű grafit kiválás	760	782	612	514	493	572	782
	950	920	920	920	920	920	920

2. táblázat

A vizsgált próbaanyagok vegyi összetétele

C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	Mo	Ti	W	V	Al	Pb	Zr	As	Sn
Grafitosodásra hajlamos — idegen — anyag																
1,14	0,26	0,24	0,020	0,030	0,01	0,02	0,05	—	0,002	0,03	—	0,02	—	—	0,004	0,006
1,14	0,26	0,25	0,021	0,033	0,01	0,02	0,05	—	0,004	0,04	—	0,03	—	—	0,006	0,009
1,14	0,27	0,25	0,022	0,030	0,01	0,02	0,06	—	0,004	0,04	—	0,02	—	—	0,007	0,009
1,15	0,18	0,17	0,012	0,029	0,01	0,02	0,06	—	0,002	0,02	—	0,02	—	—	0,004	0,011
1,14	0,17	0,19	0,015	0,028	0,01	0,02	0,06	—	0,002	0,02	—	0,03	—	—	0,005	0,009
1,15	0,19	0,17	0,014	0,028	0,01	0,02	0,06	—	0,002	0,02	—	0,02	—	—	0,005	0,011
1,14	0,31	0,16	0,016	0,026	0,01	0,02	0,05	—	0,002	0,04	—	0,02	—	—	0,006	0,009
1,13	0,30	0,16	0,014	0,025	0,01	0,02	0,05	—	0,002	0,02	—	0,02	—	—	0,007	0,007
1,14	0,31	0,16	0,017	0,027	0,01	0,02	0,05	—	0,003	0,04	—	0,02	—	—	0,009	0,009
Grafitosodásra nem hajlamos — hazai — anyag																
1,20	0,28	0,10	0,007	0,010	0,16	0,09	0,19	—	—	—	0,15	—	—	—	0,004	0,007
1,12	0,28	0,11	0,009	0,010	0,09	0,09	0,24	—	—	—	0,17	—	—	—	0,006	0,005

Vizsgálati eredmények

A vizsgálatra 80 mm ⊞ keresztmetszetre hengerelt saját és idegen anyag széléről és középrészéből származó próbadarabokat használtunk fel. A vizsgált daraboknak ebben az állapotában grafitot egyik esetben sem találtunk. Szövetük közel azonos volt: eltérést nem észleltünk. Kémiai összetételüket a *2. táblázat* tartalmazza.

A grafitkiválás körülményeinek közelebbi megismerésére kétlépcsős hőkezelési kísérletet végeztünk. Az elsővel körülhatároltuk, a másodikkal pedig pontosítottuk a kiválás körülményeit.

Ennek megfelelően először 650—1070 °C hőmérséklet között, 20 °C hőmérsékletű lépcsőkkel, 10 órás tartózkodási idővel hőkezeltük a darabokat. A lehűlés sebessége minden esetben 15 °C/óra volt. Grafitkiválást csak az idegen anyagban észleltünk 850 °C-on, illetve 850 °C feletti hőmérsékleten hőkezelt darabokban. A kivált grafit mennyiségét a *2. ábra* alapján az 1—4-ig terjedő fokozattal jellemeztük. A kiválás körülményeinek pontosítására a *3. ábrán* közölt vázlat szerinti hőkezeléseket végeztük. Az egyik esetben a grafitkiválásra kedvező feltételeket biztosítottunk. Az ismételt hőigénybevétel felső és alsó hőmérsékletét (850—900 °C) úgy állapítottuk meg, hogy az a vizsgált összetételnek megfelelő pontban emelt merőlegesnek a *E' S'* és *ES* vonalak metszéspontját (1, 2) közrefogja. A második esetben pedig arról kívántunk meggyőződni, hogy az 1000 °C hőmérsékletig folyamatosan hevített daraboknak különböző hűtési viszonyai mellett válik-e ki grafit.

Végül egy Reichert gyártmányú, Vacutherm típusú, nagyhőmérsékletű mikroszkópon, $2 \cdot 10^{-4}$ torr nyomáson, 55 °C/perc hevítési sebességgel vizsgáltuk az idegen és a saját anyagunkat. Kiinduló állapotban egyik darabban sem találtunk grafitot. Bár a mikroszkópban mások az egyensúlyi viszonyok, jellemző, hogy az idegen anyag felhevítésekor, a 830 °C hőmérséklet elérésekor pillanatszerűen számos helyen megindult a grafitosodás és 900 °C hőmérsékletig folytatódott a *4. ábra* szerinti mértékben.

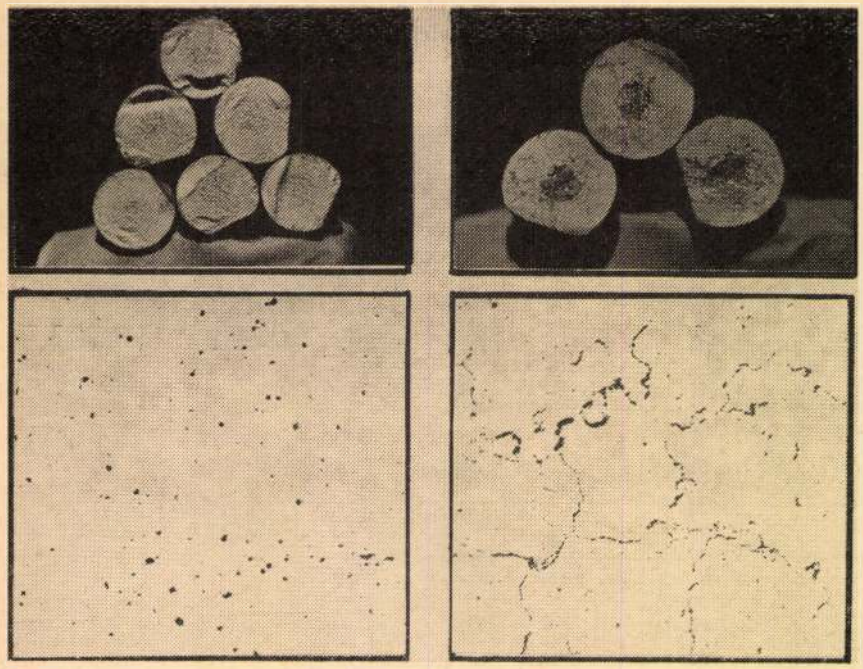
Saját anyagunkban a kiválásnak semmiféle nyomát sem észleltük. A fentieket mindkét anyag esetében megismételtük, s hasonló eredményeket kaptunk.

Az eredmények értékelése

A fenti eredményeket elemezve, az alábbiakat állapíthatjuk meg.

1. A 2. táblázatból látható, hogy a grafitkiválásra hajlamos, idegen acélokban — a hazai acéljainkkal ellentétben — a króm és a vanádium hiányzik, s ugyanakkor az alumínium minden vizsgált darabban megtalálható. A kémiai összetételnek ez a különbözősége alapvetően meghatározza az idegen acélnak a grafitkiválási hajlamát.

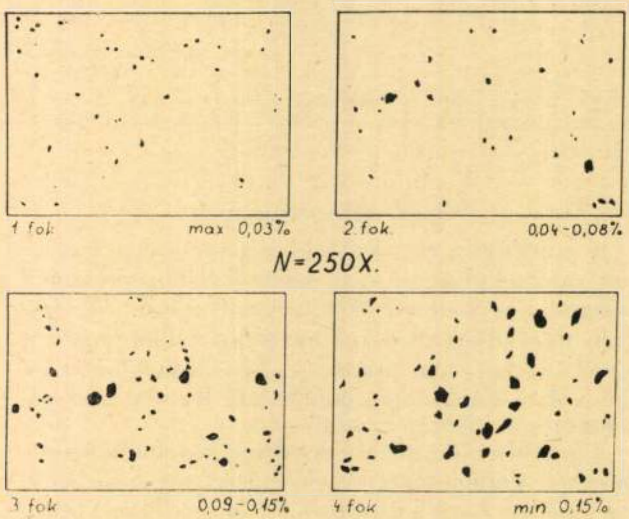
Ismeretes, hogy a stabil karbidképzők, valamint az intersticiósan oldódó nitrogén növekvő mennyisége a grafitkiválás lehetőségét erősen csökkenti. Ezért az intersticiósan oldott nitrogént vegyületként megkötő más elem közvetve elősegítheti a grafitkiválást. Ha ez az elem nem karbidképző,



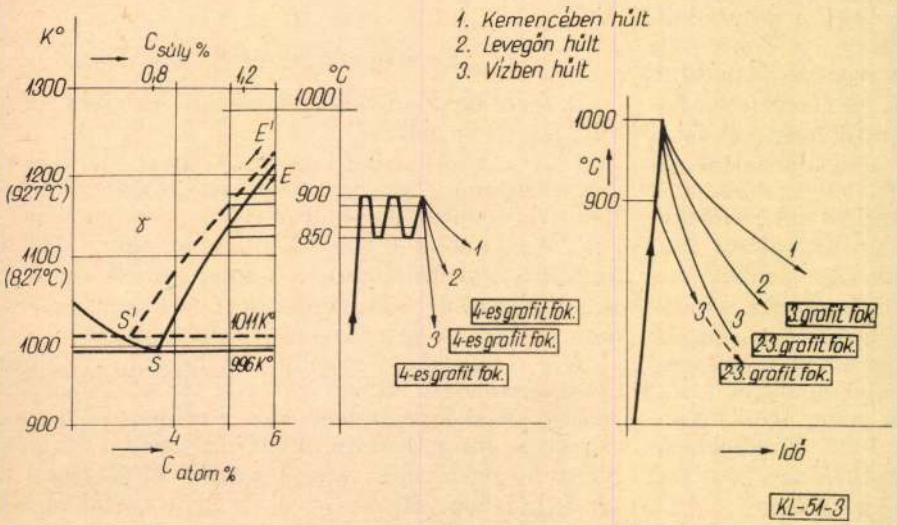
1. ábra. Grafitos darabok makro- és mikrofelvételei. a — fekete töret nélküli darab, pontszerű grafitosodással; b — mérsékelten fekete töretű darab, grafithálóval

akkor a hatás erős *(Al)*, ha karbidképző, akkor pedig mérsékelt vagy semleges, mert hatását a karbid és a nitrid kötésenergiája megosztja *(Ti* és *Zr)*. Mivel a mangán és a wolfram karbidjainak állandósága kisebb, mint a vanádium, króm, illetve a titán és cirkon karbidjai, ez utóbbi kettő pedig egyidejüleg erős nitridképző is, a grafitkiválást legbiztonságosabban a vanádium és króm jelenléte akadályozza meg. Az arzénnak és az ónnak az irodalomban is vitatott karbidstabilizáló hatását eredményeink — legalábbis a vizsgált darabokban előfordult mennyiségben — nem igazolták. Ugyanez vonatkozik fordított értelemben a rézre is. (Ezek a szennyezők az acélnak inkább a fokozott mechanikai igénybevétel-állóságát csökkentik, pl. torziós vizsgálatok során).

2. Az a tény, hogy a kiinduló vizsgálati anyag bugáinak egyikében sem találtunk grafitot, valamint az, hogy a grafitkiválási hajlam vizsgálatakor csak a 850 °C, illetve az annál nagyobb hőmérsék-



2. ábra. Az acélban kivált grafit mennyiségének jellemzésére felhasznált összehasonlító képsor (N = 250 ×)



3. ábra. A hőkezelés hatása a grafitkiválásra

leten észleltünk kiválást, arra utal, hogy hevítéskor, a cementitnek az austenitben való oldódásával egyidejüleg, feltehetően — mielőtt a cementit oldatba menne — a cementit részbeni szétesése útján jelennek meg a grafitkiválások. Amennyiben az átalakulás során keletkezett volna grafit, az acélműből melegen a hengerműbe került tuskók kihengerlése utáni állapotban is találnunk kellett volna grafitot. Sőt a nagy szelvény lassúbb lehűlése a grafit megjelenését még fokozottabban indokolttá tette volna.

A felhevítéskor a cementitnek az austenitben való oldódásával egyidejüleg bekövetkező részbeni szétesésére utal a 3. ábrán vázolt hőkezelés eredménye, valamint a nagy hőmérsékletű mikroszkópos vizsgálat is. Hasonló jelenségről *Lozinszkij* is beszámol egy munkájában [2].

3. A kivált grafit — amelyet térfogatnövekedés kísér — csak az *E' S'* hőmérsékletnél lényegesen nagyobb hőmérsékleten vihető oldatba. Az oldódás mértéke a grafitkiválás mértékétől, elhelyezkedésétől, az austenitesités hőmérsékletétől és időtartamától, valamint a nyomás nagyságától függően változik.

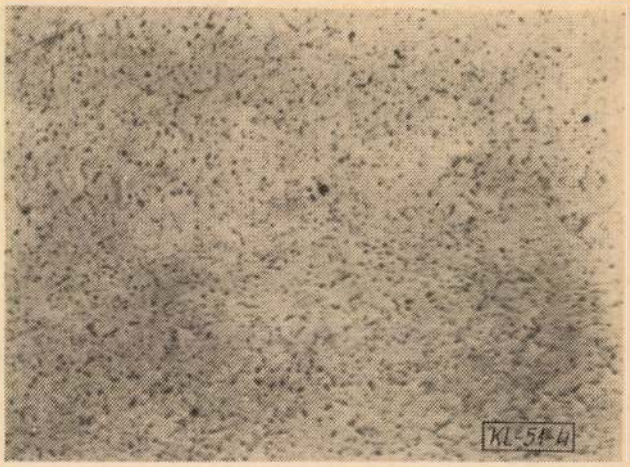
A pontszerűen kivált grafit oldatbamenetele után a visszamaradó „üres helyek" számottevő károsodást nem okoznak, de a fekete töretet eredményező grafitkiválás még 1050 °C hőmérsékletű austenitesítés után is keménységcsökkenést okoz, az acél szövetszerkezete pedig nagyon eldurvul. Ezért az ilyen nagymértékű grafitkiválást az austenitesítéssel egyidejüleg 30—35%-os melegalakítással és azt követő gyors hűléssel mérsékelhetjük, illetve kerülhetjük el.

Gyakorlati következtetések

A fentiekből a gyakorlat részére hasznosítható következtetéseket az alábbiakban foglalhatjuk össze.

1. Az ötvözetlen szerszámacélban a grafit kiválását mintegy *0,2%* *(Cr+V)*-tartalom biztonságosan meggátolhatja.

2. A grafitkiválásra hajlamos, de még nem grafitos acél feldolgozásakor arra kell törekedni, hogy



4. ábra. 830 °C hőmérsékleten pillanatszerűen meginduló és 900 °C hőmérsékletig folytatódó grafitkiválás a Vacutherm-mikroszkópban (N = 250 ×)

az austenitesítésre való felhevítés során a 800—950 °C hőfokközt a lehető legnagyobb hevítési sebességgel lépjük át. A melegalakítást 950 °C-nál nagyobb hőmérsékleten kell végezni, mert a hevítéskor kivált grafitcsírák kisebb hőmérsékleten nem mennek oldatba. A kritikus hőmérsékletközt gyors (legalább 15 °C/perc) hűtési sebességgel igyekezzünk átlépni.

3. A már grafitos, ötvözetlen szerszámacél grafittartalmát csak 1050 °C hőmérsékleten, 30—35 százalékos melegalakítással javíthatjuk úgy, hogy hűtéskor a 950—750 °C hőmérsékletközt legalább 15 °C/perc hűtési sebességgel lépjük át.

4. Ha a grafitkiválásra hajlamos szerszámacélban melegalakítás után nincsen grafit, akkor edzéskor nem fenyeget a grafitkiválás veszélye. Az edzés hőmérséklete ugyanis mindig kisebb az A_{cm}-hőmérsékletnél.

IRODALOM

[1] *Houdremont, E.:* Handbuch der Sonder stahlkunde. Springer, 1956. I. 434. old.

[2] *Lozinszkij, M. G.:* Izzó fémek metallográfiai vizsgálata vákuumban. Bp. 1960. 218. old.

LEGKÖZELEBBI SZAKOSZTÁLYI NAGYRENDEZVÉNYEINK

1. Anyagvizsgáló Napok Siófokon június 3—6.-án

2. Hengerész Konferencia EGERBEN október I. felében

A folyási görbe közelítő számítása a vegyi összetétel alapján

Dr. CZINEGE IMRE okl. gépészmérnök
Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskola

DK: 539.2 : 66.014

A folyási görbe és a vegyi összetétel közötti összefüggés átfogó elemzése új, számítógépes módszerrel. Képletek az ötvözetlen acél és rézötvözetek esetére; a a számított folyási görbék az érvényességi határokon belül jól egyeznek a mért eredményekkel.

Az ismertetett számítási módszer továbbfejlesztésétől várható, hogy a vegyi összetétel és az alakítási szilárdság kapcsolatát az eddiginél pontosabban sikerül megállapítani.

A képlékeny hidegalakító műveletek technológiai tervezésének egyik legfontosabb segédlete a folyási görbe, mely az alakítási szilárdság változását ábrázolja az alakváltozás mértékének függvényében. A folyási görbe kísérleti meghatározására több módszer ismeretes. Számos publikáció foglalkozik a görbe alakját, az alakítási szilárdság nagyságát befolyásoló tényezők vizsgálatával is.

A legfontosabb befolyásoló tényezők a következők [1]:

— vegyi összetétel,
— az anyag „előélete" (előállításának módja, melegalakítás, hidegalakítás, anizotrópia, hőkezelés hatása),
— szemcsenagyság, szövetszerkezet,
— a folyási görbe felvételének módja és körülményei.

Ezen tényezők hatása minőségileg ugyan ismert, jól definiált számszerű összefüggést azonban csak néhány esetre sikerült eddig kidolgozni.

A folyási görbe és a vegyi összetétel kapcsolatának elemzésével is több szerző foglalkozott. Legtöbben a *karbon*tartalom és az alakítási szilárdság között határoztak meg összefüggést, melyek közül *Kroha* ismertet néhányat összefoglalóan [2]. Ugyancsak a [2] publikációban találunk diagramokat a *króm* és *nikkel* hatásának szemléltetésére is. Más szerzők részletesebben vizsgálták gyengén ötvözött acéloknál a mangántartalom [3], austenites acélok esetében pedig a nikkeltartalom hatását [4] a folyási görbe menetére.

Sieber [5] az ötvözők szerepét az alábbi képlettel vette figyelembe:

$$C_{korr} = C + \frac{Mn - 0{,}6}{4} + \frac{Cr}{20} + \frac{Ni}{20} \qquad (1)$$

$$(Mn > 0{,}6\%;\ C_{korr} < 0{,}7\%)$$

Ebből az összefüggésből és a szerző által közölt diagramból látható, hogy az ötvözők az alakítási szilárdságot általában növelik. A kapcsolat kezdetben lineáris, majd enyhén eső jellegű.

Cooksey [6] nem közvetlenül a folyási görbe, hanem egy meghatározott geometriájú, minden kísérletnél azonos hátrafolyató szerszámban mért bélyegnyomás, és a vegyi összetétel kapcsolatára a következő összefüggést határozta meg:

$$p = 43{,}84 + 58{,}97\ C + 5{,}75\ Mn + 4{,}88\ Cr + 6{,}91\ Mo + 7{,}41\ (Ni + Cu) + 10{,}26\ Si \qquad (2)$$

A képletben p a folyatónyomás tonna/inch^2-ben, ha az ötvözők mennyiségét %-ban adjuk meg. Az összefüggés ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok lágyított és szferoidizált állapotára érvényes. Mint a szerző leírja, a kutatás célja elsősorban nem az volt, hogy összefüggést állapítsanak meg a folyatónyomás számítására, hanem az egyes ötvözőknek az alakítási ellenállásra gyakorolt hatását kívánták tanulmányozni. Mind az (1), mind a (2) képletből látható, hogy az alakítási szilárdságot legjobban a karbontartalom növeli, a többi ötvöző hatása ennél lényegesen kisebb.

Mint e rövid irodalmi áttekintésből is láthatjuk, a vegyi összetétel és a folyási görbe kapcsolatának átfogó elemzésével viszonylag keveset foglalkoztak a kutatók. Ezért tűztük ki célul a folyási görbe egyenletében szereplő állandók és a vegyi összetétel kapcsolatának vizsgálatát, melynek első eredményeiről a következőkben számolunk be.

A számítási lehetőségek

A kísérletileg megállapított folyási görbék matematikai leírására több közelítő függvény ismeretes, melyek közül leggyakrabban a

$$k_f = k_{fc} \cdot \varphi^n \qquad (3)$$

és a

$$k_f = A + B \cdot \varphi^C \qquad (4)$$

képleteket használják. Az összefüggésekben a k_f az alakítási szilárdság, φ a logaritmikus főalakváltozás, n a keményedési kitevő, k_{fc} az egységnyi alakváltozáshoz tartozó alakítási szilárdság. A (4) képletben szereplő A közismertebb jelölése k_{f0}, amelyet rendszerint a folyáshatárral, illetve 0,2-es határral vesznek azonosnak; B és C a számításokból adódó együtthatók.

További elemzéseinkhez a (4) egyenlet szerinti alakot használjuk fel, de természetesen a kidolgozott számítási módszer minimális módosítással alkalmas a (3) egyenlet állandóinak meghatározására is. A (4) egyenletben szereplő konstansokat a vegyi összetétel lineáris függvényeként az alábbi formában írjuk fel, például ötvözetlen acélokra:

$$A = a_0 + a_1 \cdot C\% + a_2 \cdot Mn\% + a_3 \cdot Si\% + \ldots = a_0 + \sum_{i=1}^{N} a_i \cdot (\text{ötvöző}\%)_i \qquad (5a)$$

$$B = b_0 + b_1 \cdot C\% + b_2 \cdot Mn\% + b_3 \cdot Si\% \ldots = b_0 + \sum_{i=1}^{N} b_i \cdot (\text{ötvöző}\%)_i \qquad (5b)$$

$$C = c_0 + c_1 \cdot C\% + c_2 \cdot Mn\% + c_3 \cdot Si\% + \ldots = c_0 + \sum_{i=1}^{N} c_1 \cdot (\text{ötvöző}\%)_i \qquad (5c)$$

Általánosan az ötvözőket $x_1, x_2, \ldots x_N$-nel jelölve:

$$A = a_0 + a_1x_1 + \ldots + a_Nx_N = a_0 + \sum_{i=1}^{N} a_i \cdot x_i \quad (6a)$$

$$B = b_0 + b_1x_1 + \ldots + b_Nx_N = b_0 + \sum_{i=1}^{N} b_i \cdot x_i \quad (6b)$$

$$C = c_0 + c_1x_1 + \ldots + c_Nx_N = c_0 + \sum_{i=1}^{N} c_i \cdot x_i \quad (6c)$$

A számításokhoz rendelkezésünkre áll

$j = 1 \ldots M$ anyag folyási görbéje értéktáblázatosan adott formában, ahol minden görbéről leolvastuk a

$k = 1 \ldots L$ abszcisszaértékekhez tartozó ordináta értékeket.

Az így kapott $M \cdot N$ darab összetartozó $k_f - \varphi$ értékpárokat tekintjük a mérési eredményeknek, melyeket

$$k_f = A + B \cdot \varphi^C = a_0 + \sum_{i=1}^{N} a_i x_i + \left(b_0 + \sum_{i=1}^{N} b_i \cdot x_i\right) \cdot \varphi^{\left(c_0 + \sum_{i=1}^{N} c_i x_i\right)} \quad (7)$$

alakban kívánunk közelíteni.

A közelítésre két módszer kínálkozik. Vagy az egy csoportba sorolt összes folyási görbét együtt kezelve keressük meg a_i, b_i és c_i értékeit az eltérések négyzetösszegének minimalizálásával, vagy pedig először az M darab folyási görbe A_j, B_j és C_j együtthatóit számítjuk ki külön-külön minden görbére, majd ezek birtokában többváltozós lineáris regressziószámítással határozzuk meg az a_i, b_i és c_i együtthatókat.

Az első módszer előnye az, hogy az összes görbe adatait a négyzetösszeg minimalizálásánál egyszerre veszi figyelembe, tehát várhatóan jobb közelítést ad, de számítástechnikailag bonyolultabb és nagyobb kapacitású számítógépet igényel, mint a másik eljárás.

Az egyedi görbeillesztésen alapuló módszer előnye, hogy az A, B, C együtthatók birtokában a vegyi összetétel hatását többváltozós lineáris modellel elemezhetjük, melynek az együtthatók számszerű megadásán kívül további információtartalma is van (totális korrelációs együttható, parciális korrelációs együtthatók, relatív súlyok ... stb.), valamint lehetőség nyílik más nem lineáris matematikai modellek alkalmazására is. Hátránya, hogy a görbék a mérési eredményeket várhatóan nagyobb hibával közelítik, mint az első módszer, de a számítások alapján bebizonyosodott, hogy ez a közelítés is még várakozáson felül jó.

Lássuk ezek után az egyes számítási módszereket:

Számítás az összes mérési eredmény egyidejű figyelembevételével

A korábbi gondolatmenet szerinti $M \cdot N$ értékpárt az

$$F = \sum_{j=1}^{M} \sum_{k=1}^{L} \left[a_0 + \sum_{i=1}^{N} a_i \cdot x_{ij} + \left(b_0 + \sum b_i \cdot x_{ij}\right) \cdot \varphi_{jk}^{\left(c_0 + \sum_{i=1}^{N} c_i x_{ij}\right)} - k_{fjk}\right]^2 \quad (8)$$

függvényben foglaljuk össze, amely a számított és mért értékek eltéréseinek négyzetösszegét tartalmazza. A képletben x_{ij} az i-edik ötvözőelem mennyisége a j-edik anyagban, a_i, b_i és c_i az i-edik ötvözőelem optimumfeltételt kielégítő együtthatói, φ_{jk} a j-edik anyagminőség folyási görbéjén felvett k-adik abszcisszaérték, és k_{fjk} a j-edik anyagminőség folyási görbéjéről leolvasott k-adik ordinátaérték, vagyis az alakítási szilárdság.

Annak érdekében, hogy az F-függvényt minimalizálni tudjuk, először az a_i együtthatókat külön ki kell számítani. Ehhez képezzük az

$$f = \sum_{j=1}^{M} \left(a_0 + \sum_{i=1}^{N} a_i x_{ij} - k_{fj0}\right)^2 \quad (9)$$

függvény a_i szerinti parciális deriváltjait, majd ezeket zérussal egyenlővé téve, N darab egyenletet kapunk az a_i értékek meghatározásához.

A képletben k_{fj0} a j-edik görbe $\varphi = 0$ abszcisszájához tartozó alakítási szilárdság, amelyet korábban a folyáshatárral vettünk azonosnak. Tehát az első eredményként például acélokra az

$$A = k_{f0} \cong \sigma_F = a_0 + a_1 \cdot C\% + a_2 \cdot \mathrm{Mn}\% + a_3 \cdot \mathrm{Si}\% + \ldots \quad (10)$$

egyenlet a folyáshatár közelítő meghatározására alkalmas formulát adja.

Ezután az a_i értékeket a (8) egyenletbe helyettesítve b_i és c_i együtthatókat iterációs módszerrel számítjuk ki. Először c_i-t rögzítve b_i-t határozzuk meg, majd b_i ideiglenes rögzítésével új c_i-t egészen addig, míg az eltérések négyzetösszege minimális nem lesz.

Például acélokra $c_i = 0{,}3$; $0{,}4$ és $0{,}5$-es kezdő értékeket felvéve az iterációs számítás konvergens volt, az eltérések négyzetösszege már a 7...8-ik lépésben minimumot mutatott, így b_i és c_i optimális értékeit sikerült meghatározni.

Számítás az egyedi görbeillesztéssel kapott együtthatók alapján

Ebben az esetben először az M darab anyag folyási görbéjére külön meghatározzuk az A_j, B_j és C_j együtthatókat az

$$S_j = \sum_{k=1}^{L} (A_j + B_j \cdot \varphi_k^{C_j} - k_{fjk})^2 \quad (11)$$

függvény minimalizálásával.

Ehhez képezzük a

$$\frac{\partial S_j}{\partial A_j} = 0 \qquad \frac{\partial S_j}{\partial B_j} = 0 \qquad \frac{\partial S_j}{\partial C_j} = 0 \quad (12)$$

1. táblázat

A számításokhoz használt ötvözetlen acélok vegyi összetétele

	C, %	Mn, %	Si, %	S, %	P, %	N, %
1001 Armco-Eisen I.	0,02	0,03	0	0,01	0,021	0
1002 Armco-Eisen II.	0,03	0,003	0,002	0,022	0,009	0
1003 Weichstahl	0,03	0,17	0	0,015	0,012	0
1004 St 34 I.	0,05	0,37	0	0,038	0,024	0,004
1005 St 34 II.	0,07	0,41	0,03	0,033	0,041	0,017
1006 St 37	0,08	0,36	0,06	0,031	0,023	0,007
1007 St 42	0,22	0,44	0	0,043	0,017	0,005
1008 St 54	0,19	0,55	0,26	0,016	0,023	0,057
1009 St 70	0,51	0,55	0,28	0,041	0,016	0,006
1010 Stahl Ck 10	0,07	0,28	0,27	0	0	0
1011 Stahl C 10	0,13	0,31	0,23	0,022	0,010	0,004
1012 Stahl C 35	0,36	0,69	0,27	0,032	0,025	0,004
1013 Stahl Cq 35	0,39	0,61	0,45	0,027	0,020	0,0006
Vegyi összetételi határok	0,02—0,51	0,03—0,69	0,00—0,45	0,0—0,043	0,0—0,041	0,0—0,057

parciális deriváltakat, majd nullával egyenlővé téve őket, háromismeretlenes, irracionális egyenletrendszert kapunk, amelyet szintén iterációs eljárással lehet megoldani. Ezután a A_j, B_j és C_j együtthatók birtokában többváltozós lineáris regresszióssszámítással meghatározzuk az a_i, b_i és c_i együtthatókat is.

Számítási eredmények

Számításainkhoz lehetőség szerint olyan próbaanyagra volt szükség, amelyen a befolyásoló tényezők közül a vegyi összetétel az egyetlen változó; az anyag előélete, hőkezelési állapota és a görbe felvételi módja azonos. E feltételek közelítően teljesülnek a *VDI 3200*, *3201* és *3202* adatlapokon ismertetett anyagok folyási görbéire, első számításaink kiinduló adatait ezért innen vettük.

A vizsgálatokhoz 13 ötvözetlen acél és 7 rézötvözet adatait gyűjtöttük ki. Az egyes ötvözetcsoportokhoz tartozó anyagminőségek a következők voltak:

Acélok: Armco-Eisen I—II; Weichstahl; St 34 I—II; St 37; St 42; St 54; Ck 10; C 10; C 35; Cq 35

Rézötvözetek: Ms 58; Ms 63; Ms 70; Ms85; Ns 57/12; Ns 62/18; Ns 65/12

Példaként a vizsgált acélok vegyi összetételét, és a számítással megállapított képletek érvényességi tartományát az *1. táblázat* mutatja. A rézötvözetekre érvényes összefüggésben szereplő ötvözők összetételi határai: $Zn = 15{,}7—39{,}6\%$: $Ni = 0—17{,}5\%$; $Pb = 0—1{,}7\%$.

A számítást mindkét módon elvégezve megállapítottuk, hogy az együtthatók hasonló értékűre adódtak, és a mérési eredményeket egyformán jól közelítik. Az egyes görbékre számított korrelációs index a 20 görbéről 18 esetben nagyobb, mint 0,9; és 15 görbére jobb, mint 0,95. Ez a pontosság a gyakorlati számításokhoz tökéletesen elegendő.

A második módszerrel meghatározott számszerű eredmények, az egyes ötvözetcsoportokra a következők:

Acélok:

$$A = 19{,}1147 + 19{,}2630\ C - 3{,}2233\ Mn + 15{,}3616\ Si + 90{,}1162\ S + 35{,}0957\ P + 49{,}9034\ N \quad (13/a)$$

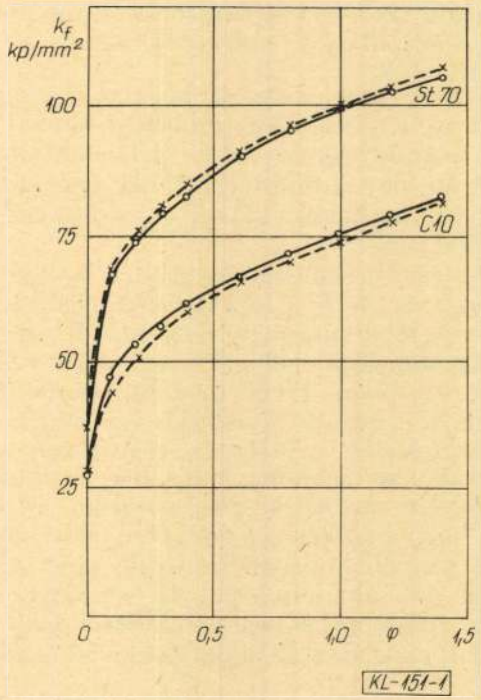
$$B = 38{,}4487 + 47{,}5377\ C + 6{,}0680\ Mn - 6{,}7770\ Si + 0{,}1328\ S - 45{,}2898\ P + 16{,}0680\ N \quad (13/b)$$

$$C = 0{,}3584 - 0{,}2716\ C - 0{,}0815\ Mn + 0{,}1966\ Si + 1{,}6248\ S + 1{,}1628\ P - 0{,}7787\ N \quad (13/c)$$

Rézötvözetek:

$$A = 3{,}0670 + 0{,}3478\ Zn + 0{,}1756\ Ni + 0{,}9117\ Pb \quad (14/a)$$

$$B = 43{,}5347 + 0{,}3276\ Zn + 0{,}3074\ Ni + 0{,}8746\ Pb \quad (14/b)$$



1. ábra. C 10 és St 70 acél alakítási szilárdságának számított és mért értékei

$$C = 0{,}6518 - 0{,}0045\,\mathrm{Zn} - 0{,}0071\,\mathrm{Ni} + 0{,}0072\,\mathrm{Pb} \qquad (14/c)$$

A (13) összefüggéssel számított görbéket C10 és St 70 minőségű anyagokra az *1. ábra* mutatja. Ugyanitt szaggatott vonallal feltüntettük a VDI adatlapok szerinti folyási görbéket is, amelyek a számított eredményekkel szemmel láthatóan jól egyeznek.

Megjegyzendő, hogy a második módszer az A-ra nem adja vissza k_{f0} pontos értékét, ez a görbeillesztő program tulajdonságaiból fakad.

Az első módszer viszont az A-t torzítatlanul szolgáltatja, ezért ezt az eredményt is bemutatjuk:

Acélok:

$$k_{f0} = 19{,}29 + 18{,}60\,\mathrm{C} - 1{,}99\,\mathrm{Mn} + 15{,}16\,\mathrm{Si} + 79{,}36\,\mathrm{S} + 33{,}01\,\mathrm{P} + 42{,}92\,\mathrm{N} \qquad (15/a)$$

Rézötvözetek:

$$k_{f0} = 10{,}50 + 0{,}170\,\mathrm{Zn} + 0{,}057\,\mathrm{Ni} + 1{,}421\,\mathrm{Pb} \qquad (15/b)$$

A (7), valamint a (13—15) összefüggésekből az alakítási szilárdságot kp/mm²-ben kapjuk, ha az ötvözőtartalmat %-ban helyettesítjük be.

Az eredmények értékelése

A számított és mért eredmények közötti jó egyezést figyelembe véve megállapíthatjuk, hogy a folyási görbe egyenlete a vegyi összetétel segítségével közelítően meghatározható, és a képlet érvényességi tartományán belül a korrelációs index az esetek 90%-ában 0,9-nél jobb.

A közelítő képletekre természetesen érvényesek ugyanazok a kötöttségek, melyek akár a VDI, akár a hazai szabványos anyagok folyási görbéire [7] is vonatkoznak. Ha tehát a kísérletekhez használt anyag és a felhasználásra kerülő anyag más technológiával készült, más a szemcsenagysága vagy egyéb tulajdonsága, akkor az összefüggések nem adnak megfelelő ereményt. De ez nem a számítási módszer hibája, hanem természetszerűen következik abból a tényből, hogy a vegyi összetétel nem egyetlen meghatározója a folyási görbe menetének.

Lényegesen többet jelentenek a folyási görbe számszerű meghatározásán túlmenően azok az információk, melyek *az egyes ötvözőknek a folyási görbe együtthatóira gyakorolt hatását* mutatják. E tényezők részletesebb elemzéséhez azonban, a jelenlegi kedvező tapasztalatok alapján célszerű bevonni a vizsgálatba a gyengén ötvözött acélokat is, hogy a *Cr, Mo, V...* stb. elemek hatását is vizsgálni tudjuk. Ezenkívül az ilyen vizsgálatra az együtthatóknál lényegesen jellemzőbbek a többváltozós regresszióanalízis egyéb paraméterei, melyeket egy későbbi publikációban fogunk ismertetni.

A munka elvégzésében közreműködtek: *Tarnay Gyula*, az MTA SZTAKI, valamint *Zsigmond Alajos* és *Pallinger Ferenc*, Főiskolánk Számítástechnikai Csoportjának munkatársai.

IRODALOM

[1] *Siegel, R.—Fritzsch, G.:* Die Technik **24** (1969) Nr. 7, 368.
[2] *Kroha, V. A.:* Krivüe uprocsnenija metallov pri holodnoj deformacii — Masinosztroenie, Moszkva, 1968.
[3] *Bühler, H.—Schach, J.:* Draht-Welt **52** (1966) Nr. 7, 489.
[4] *Küppers, W.:* BLECH Rohre, Profile (1973) Nr. 4, 123.
[5] *Sieber, K.:* Draht **19** (1968) Nr. 8. 568.
[6] *Cooksey, R. J.:* Metal Forming (1968) Nr. 4, 98.
[7] *Osman M.:* Gépgyártástechnológia **12** (1972) Nr. 7—8, 309.

Durvahengerműi mélykemencefedők döngölési kísérletei az Ózdi Kohászati Üzemekben

FILEP GYULA
okl. vegyészmérnök
MAZURA ALAJOS
kohász technikus
Ózdi Kohászati Üzemek

DK: 621.771.22 : 66.042

A szerzők ismertetik az Ózdi Kohászati Üzemekben végzett mélykemencefedő döngölési kísérleteket, az ezt megelőző laboratóriumi vizsgálatok eredményeit és közlik az összehasonlító költségszámításokat.

Bevezetés

Ismeretes [1], hogy a különféle tűzálló döngölőanyagok alkalmazása világszerte egyre nagyobb mértékben terjed. A gyakorlat azt mutatja, hogy a falazatok kialakítása közben a hagyományos tűzálló termékek helyett a monolitikus falazatok alkalmazásával csökkenthető az építési idő, a falazási költség, valamint a javítással járó kiesés is. A tűzálló döngölőanyagok a fejlett ipari országokban már 30—40%-ban kiszorítják a hagyományosan gyártott égetett tűzálló anyagokat. Hazánkban ez az arány még nagyon kicsi.

Irodalmi áttekintés alapján [2, 3] mind külföldön, mind Magyarországon az eddig alkalmazott döngölőmasszák és tűzállóbetonok tartóssági, gazdaságossági eredményeit figyelembe véve célszerűnek látszott megvizsgálni azokat a lehetőségeket, amelyek alapján az ÓKÜ-ben ezen termékeket eredményesen alkalmazhatjuk.

Az üzemi kísérleteket megelőzte egy laboratóriumi vizsgálat, amelynek az volt a célja, hogy megállapítsa, hazai alapanyag és megfelelő technológia kidolgozásával biztosítható-e a külföldön is elért eredmények megközelítése, illetve elérése.

Előzmények

Egy külföldi cég képviselői által tartott gyártmányismertetés után a konzultáción felvetődött a mélykemencefedő tartósságának növelési lehetősége. A Durvahengerműi és a Központi Karbantartó Gyárrészlegekkel folytatott megbeszélés alapján felvetődött, hogy a mélykemencefedők tűzállóanyag tartóssága nem kielégítő. A gyakori meghibásodás következményeként sok a tűzállóanyag és öntvény felhasználás, valamint hosszú a karbantartási idő.

A mélykemencék tartósságának javításával kapcsolatos feladatok megoldására munkabizottságot hoztunk létre, ahol rögzítettük a feladatok megoldására irányuló törekvéseket.

Laboratóriumi kísérletek

Az üzemi döngölési kísérletek előtt szükségessé vált olyan laboratóriumi vizsgálatok végzése, ahol meghatározhatók a számunkra legalkalmasabb döngölőanyag összetételek, valamint ezek fizikai, kémiai tulajdonságai.

Az ÓKÜ Kutató Laboratóriumban kísérleteket végeztünk [4] és hazai alapanyagokból kialakítottunk három különböző összetételű samott, krómmagnezit, SiO_2 bázisú tűzálló keveréket. A tűzálló döngölőanyag összetételek kialakításához csak Magyarországon beszerezhető alapanyagokat alkalmaztunk. Így a vizsgált tűzálló keverékek megfelelő áron, deviza nélkül elkészíthetők. Kötőanyagként a Selypi Cement- és Mészműben gyártott timföldcementet használtunk.

Az alapanyagok az ÓKÜ Tűzállóanyaggyárából voltak beszerezhetők, mint égetett őrlemények.

A különböző összetételű keverékekből egyenként huszonöt $35 \times 35 \times 50$ mm-es próbatestet döngöltünk. Ezután a próbatesteket 20 órán keresztül szobahőmérsékleten (26 °C) szárítottuk, majd 150 °C, 900 °C, és 1300 °C-on hőkezeltük.

Minden keveréknél elvégeztük az alapanyagok kémiai vizsgálatát és meghatároztuk szemcseösszetételét (*1.* és *2. táblázat*).

1. táblázat

Felhasznált alapanyagok kémiai összetétele %

Kémiai összetétel	Égetett samott őrlemény	Mosott homok	Krómmagnezit őrlemény	Timföld cement
Izz. veszt. ...	—	—	2,06	—
SiO_2	42,36	98,01	8,12	32,17
Al_2O_3	53,84	0,68	14,82	49,36
Fe_2O_3	2,54	1,15	14,01	2,72
CaO	—	—	1,25	12,15
MgO	—	—	20,15	—
TiO_2	1,26	—	1,18	1,02
Cr_2O_3	—	—	38,39	—

A próbatestek szárítása és izzítása után végeztük el a különböző fizikai-kémiai jellemzők meghatározását. A kapott vizsgálati értékek a *3. táblázat*ban láthatók.

2. táblázat

Felhasznált alapanyagok szemcseösszetétele

Szemcseösszetétel	Samott őrlemény	Mosott homok	Krómmagnezit
3,0—2,0 mm	18,10	8,12	18,96
2,0—1,0 mm	25,91	19,65	24,26
1,0—0,5 mm	19,72	21,46	22,33
0,5—0,2 mm	23,58	20,63	10,43
0,2—0,1 mm	6,64	17,96	5,39
0,1 mm alatt	6,00	13,18	13,63

3. táblázat

Különböző alapanyag bázisú döngölőanyagok vizsgálati eredményei

Fizikai jellemző	Egység	Tűzállókeverék alapanyag bázis szerint		
		samott	SiO_2	Krómmagnezit
Nyomószilárdság	kp/cm^2	281,00	196,80	517,00
Térfogatsúly	g/cm^3	2,09	1,96	2,92
Porozitás	%	25,93	22,76	15,50
Vízfelvevő képesség	%	13,30	11,61	5,31
Térfogatnövekedés	%	0,56	0,53	0,69
Tűzállóság	°C	1630	1610	1750

Üzemi döngölési kísérletek

Hazai döngölőanyaggal

A durvahengerműi mélykemencefedőket normál samott téglával falazzák. A fokozott hőigénybevételen kívül minden mélykemencefedő erős mechanikai igénybevételnek — pl. ütésnek — is ki van téve. A nagy terhelések hatására a használat folyamán a fugák kiperegnek, ennek következtében a téglák meglazulnak, kihullanak. A megrongálódott tűzállóbélés helyén a fedő átizzik, és megindul a revésedése, illetve elégése.

Ezen hibákat az eddigi gyakorlati tapasztalatok szerint fugamentes monolitikus tűzállóbélés alkalmazásával meg lehet szüntetni (LKM tapasztalatok). Ezért állításunk igazolására kísérletképpen 1972-ben samott-bázisú döngölőanyag felhasználásával 4 mélykemencefedő döngölését végeztük el az ÓKÜ Durvahengerműben.

A döngölési kísérletek előtt a fedő-öntvényeken szükséges módosításokat elvégeztük, ezek a következők voltak:

a) teherviselő hőálló kampók felhegesztése,

b) a fedő-öntvény kifúrása, hogy döngölés után szárításkor, illetve felfűtéskor, a nem kötött víztartalom szabadon távozhasson.

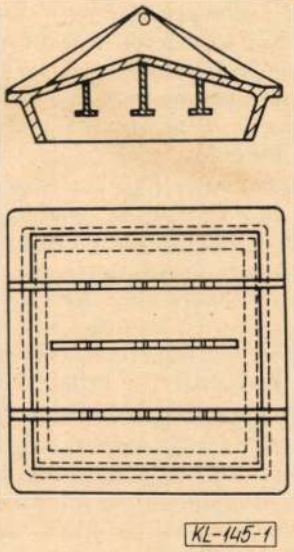
Az *1. ábrán* látható a döngöléshez felhasznált mélykemencefedő öntvényrajz a módosításokkal. Közvetlen döngölés előtt a hőálló kampókat papírral körültekertük, hogy a hőmérséklet hatására kialakuló térfogatnövekedéshez a monolit falban megfelelő hely maradjon.

A kísérletekhez felhasznált döngölőanyag összetétele:

23 súly% TÖRA II. minőségű timföld cement

77 súly% samott őrlemény

15% 1 : 20 arányban hígított Karboximetil cellulóz-Na keveréke.



1. ábra. Mélykemence öntvényrajz az eszközölt módosításokkal

Ezt a keveréket 100 kg-os mennyiségben egy erre a célra kialakított „mixer" keverőgépben homogenizáltuk, ezután 80—100 mm-es rétegvastagságot szórtunk a fedő-öntvénybe, és bedöngöltük. Egy mélykemencefedő döngöléséhez szükséges anyagmennyiség 400 kg volt.

A döngölt felületre nedves juta terítettünk, s az egész fedőt — öntvénnyel együtt — PVC fóliával légmentesen lezártuk. Az érlelés időtartama 48 óra volt.

A PVC fólia és a nedves zsákanyag levétele után kezdődött szabad levegőn a szárítás, újabb 48 órás időtartamig.

A még nem kötött víztartalom eltávolítása céljából (16 óra, 200 °C) földgázsugárzókkal szárítottuk a döngölt falazatot.

Az így elkészített 4 mélykemencefedőt 1972. jun 30.-án az ÓKÜ IV. sz. Siemens mélykemence hátsó két cellasorának középső két-két cellájára tettük fel, s a mélykemence üzemi hőmérsékletét (1350 °C) 26 óra alatt fűtöttük fel. Így az ide feltett fedők döngölt falazatának fokozatos felfűtése a keramikus kötés létrejöttéhez szükséges hőmérsékletre biztosított volt.

A *2. ábrán* a kemence felfűtési diagramja látható.

A 4 mélykemencefedőt 1972 december elsején vették le a kemencéről, így a tartósság átlagosan 152 nap volt. A *3. ábrán* a döngölt mélykemencefedő falazatának állapota látható 4,5 hónap üzemeltetés után.

Külföldi döngölőanyaggal

A külföldi cégtől a következő tűzálló bélésanyagokat rendeltük meg:

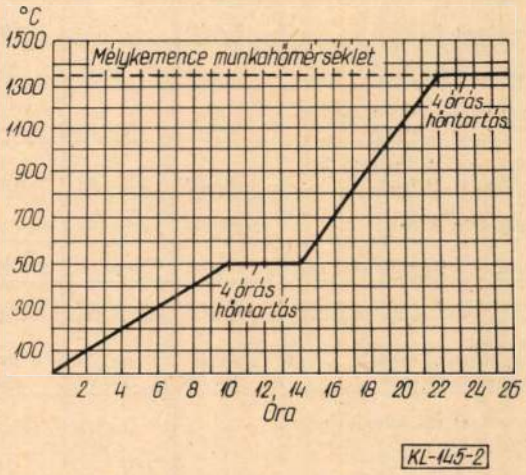
a) 4000 kg LICOTON 37CM elnevezésű összesen 16 (négy fedőhöz) szerkezeti elemet, teljesen készen megformázva és edzve,

b) 600 kg LICOTON 37CH elnevezésű kémiai kötésű tűzálló masszát.

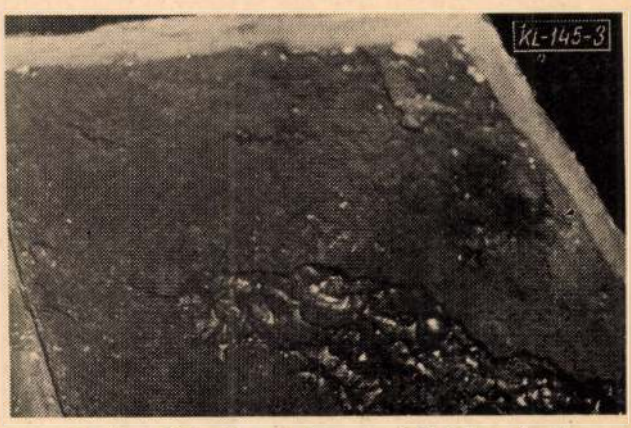
Az anyag megérkezése után a szerkezeti elemeket a következő módon építettük be: az építőelemek szereléséhez az öntött vázat felfelé fordítva, az éleknél alátámasztottuk, majd behelyeztük a 4 db építőelemet és a térkeresztet LICOTON 37CH döngölőmasszával bedöngöltük. A döngölést pneumatikus kalapáccsal végeztük, a döngölőláb mérete 20 × 60 mm volt.

A 4 fedőt 48 óráig 100—200 °C-on szárítottuk majd a lehűtött III. sz. Siemens-kemencére 1973. okt. 5-én elhelyeztük. A kemence felfűtését a 2. ábra szerint, az üzemi viszonyoknak megfelelően végeztük.

A két különböző döngölt mélykemence fedőfalazat tartóssági adatait a *4. táblázat* tartalmazza.



2. ábra. Durvahengerműi mélykemence felfűtési diagram



3. ábra. Döngölt mélykemencefedő falazatának állapota 4,5 hónap üzemeltetés után

4. táblázat

Különböző falazatok tartóssági adatai

Megnevezés	III. kísérlet (nap)	IV. kísérlet (nap)*	Átlag (nap)
Hazai döngölőanyag ...	152	152	152
Külföldi anyag	147	133	140
Samott tégla falazat ...	1971. évi adatok alapján		76,3

* Az első két kísérlet az eredmények nagy szórása miatt nem volt jellemző.

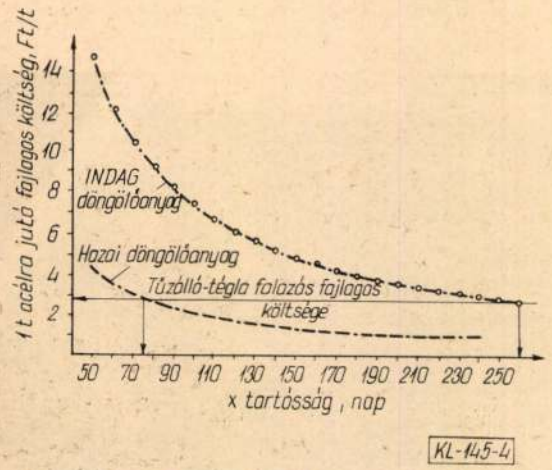
A döngölési kísérletek gazdasági hatékonysága

Monolitikus falazatok alkalmazása a mélykemencefedők költségtényezőjének strukturális változását vonja maga után, az egy tonna felmelegített acélra jutó költségek egyidejű csökkenése mellett. A döngölési kísérletek lefolytatása és eredményének kiértékelése után végzett gazdaságossági számítások eredményeit, a részletszámítások mellőzésével, az *5. táblázat*ban foglaljuk össze.

5. táblázat

A hagyományosan falazott és a kísérleti döngölt mélykemencefedők összehasonlító költségszámítása

Megnevezés	Samott téglával falazott fedők Bázisév: 1971	Kísérleti döngölés hazai anyaggal	Kísérleti döngölés külföldi anyaggal
Tűzálló anyag, Ft/fedő	656,00	730,20	17 049,51
Munkabér, Ft/fedő	201,30	50,35	12,59
Egy felhasznált fedőre jutó új öntvény ára, Ft/fedő	4 360,17	4 360,17	4 360,17
Egy felhasznált fedőre jutó javítási költség, Ft/fedő	1 058,09	1 058,09	1 058,09
Összes költség, Ft/fedő.....	6 275,56	6 198,81	21 422,27
Falazóanyag beszerzési ára, Ft/t	1 360,00	1 687,50	14 825,65
Új öntvény beszerzési ára, Ft/db	14 800,00	14 800,00	14 800,00
Fedőjavítási anyagköltsége, Ft/fedő	1 200,00	1 200,00	1 200,00
munkabére, Ft/fedő	300,00	300,00	300,00
Egy tonna acélra jutó fajlagos költség, Ft/t	2,81	1,39	7,38



4. ábra. Mélykemencefedők döngölési és falazási költségei

$$\text{Hazai döngölőanyag } K_1 = \frac{6275{,}56}{29{,}31} \text{ Ft/t}$$

Egy döngölt mélykemence—fedő összes költsége
Egy döngölt mélykemence—fedőre jutó napi adagsúly
Egy tonna acélra jutó falatozott fedő költsége

$$\text{INDAG döngölő anyag } K_2 = \frac{21422{,}24}{29{,}31} \text{ Ft/t}$$

Egy mélykemence—fedő összes költsége
INDAG döngölőanyag felhasználásakor

Jelentős a döngölési technológia bevezetésével megvalósuló gazdasági hatékonyság szempontjából a külföldi cég szerkezeti elemeinek beszerzési ára. A 4. és 5. táblázatokból kitűnik, hogy az ő anyagukkal végzett kísérletek során az elért műszaki eredmény ellenére (kb. 30%-os tartósságnövekedés) a fajlagos fedőfalazási költség a döngőanyag nagy beszerzési ára következtében növekszik.

Lényegesen kedvezőbb a fajlagos falazási költség a hazai anyaggal végzett kísérletekben. A kéti féle döngölőanyag alkalmazásának gazdaságosság-határértékeit a *4. ábrán* látható diagram jól szemlélteti. A hazai döngölőanyag alkalmazásával már 75 nap fedőtartósságtól csökken az egy tonna acélra jutó fajlagos költség.

Következtetések

1. A mélykemencefedő monolitikus falkiképzése az ÓKÜ durvahengermű viszonyai között jelentős tartósságnövekedést eredményez a hagyományos téglafalazással szemben.

2. A döngölőanyag nagyobb beszerzési ára mellett az egy tonna acélra jutó fajlagos költség 1,42 Ft/t-val csökkenthető.

3. A mélykemencefedők monolitikus falazásának bevezetésével kb. 1,5 millió Ft/év megtakarítás érhető el.

4. A monolitkus falazásra való áttérés nem igényel különleges beruházást.

5. A döngölési technológia nem igényel szakmunkát, így ezen építési módot betanított munkással is lehet végeztetni.

6. A gazdasági hatékonyság mellett a munkafeltételek is javulnak, csökken a nehéz fizikai munka, valamint a szilikózisveszély.

IRODALOM

[1] *Csurgai István:* Tűzállóbetonok fejlesztésének elért eredményei. III. Tűzállóanyagipari Konferencia előadásai (Gyenesdiás, 1969.).

[2] *Csépai Dezső—Román István:* Néhány korszerű monolitikus tűzálló falazattal szerzett hazai tapasztalat. BKL. Kohászat. 107. évf. (1974) 55—61.

[3] *Dr. Sövegjártó János* és szerzőtársai: Új típusú tűzállóanyagok szerepe a kemencekonstrukció és üzem műszaki fejlesztésében. OMFB. Ismertető tanulmány 1972. 12—15, 40—46.

[4] *Filep Gyula—Mazura Alajos:* Jelentés különböző összetételű tűzállóbetonok laboratóriumi vizsgálatáról. ÓKÜ. Technológiai és Kutatási Főosztály 1972. 8—12.

LIZSNYÁNSZKY ANTAL
1900—1974

1974 végén végleg elbúcsúzott tőlünk *Lizsnyánszky Antal*, a Salgótarjáni Kohászati Üzemek nyugdíjas főmérnöke. Halálával jelentős veszteség érte nemcsak a gyár, henem a Salgótarján város és Nógrád megye műszaki kollektíváját is.

Lizsnyánszky Antal egész élete a Salgótarjáni Kohászati Üzemekhez, illetve az akkori nevén még Acélgyárhoz kötődött. Édesapja itt volt kovács. Ő 1915 augusztusában kezdett dolgozni a gyárban, mint géplakatos-tanuló, és 1960-ban innen ment nyugdíjba, mint a gyár főmérnöke.

A géplakatos-szakma elsajátítása után felsőiparisko-lát végzett és műszaki rajzolóként dolgozott a gyárban. Tehetsége, szorgalma és szaktudása révén rövidesen a gyár energia üzemének a vezetője lett és egészen a felszabadulásig ezen a területen dolgozott. Töviről-hegyire ismerte a gyár energiahálózatát, minden egyes vezeték nyomvonalát.

Mint az energia részleg vezetőjének nagy szerepe volt abban, hogy a munkásokkal összefogva sikerült megmenteni, elrejteni a gyár energiatermelő berendezéseit a német leszerelés elől. Így a felszabadulás után két héttel az Acélgyár már áramot tudott szolgáltatni, nemcsak a gyárnak, hanem a városnak is.

Lizsnyánszky Antal igazi tehetsége a felszabadulás után tudott teljesen kibontakozni. Először a tervosztály vezetőjeként dolgozott, majd 1950-ben a gyár főmérnökévé nevezték ki, s ezt a pozíciót töltötte be 1960-ban történt nyugdíjazásáig.

Munkáját a vállalat eredményei fémjelzik, hiszen az ismétlődő élüzem kitüntetésekben, a Minisztertanács és a SZOT Vándorzászló elnyerésében az Ő tevékenysége is jelentős szerepet játszott. Személy szerint többször részesült „Sztahanovista Oklevél"- és „Jelvény" kitüntetésben. 1959-ben pedig a „Szocialista Munkáért Érdemérem" elismerést kapta.

Egész életében rendszeresen képezte magát, olvasta a műszaki folyóiratokat, tevékenységét többek között számos bevezetett újítása is jellemzi.

Nyugdíjazása nem jelentette kapcsolatainak megszakadását a műszaki élettel, csak szorgos tevékenységének más területen való folytatását. A Salgótarjáni Acélgyár jelentős helyet foglalt el a magyar kohászat történetében, hiszen 1868-ban történt alapításától az első világháborúig acélgyártással és meleghengerléssel is foglalkozott, majd a hidegalakítási technológiák bázisává vált. Mindig gyűjtötte a gyár múltjára vonatkozó dokumentumokat, emlékeket. Nyugdíjazása után lehetősége nyílt ezek feldolgozására, rendszerezésére.

A vállalat fennállásának 100. éves évfordulójára megjelent a „Salgótarjáni Kohászati Üzemek 100 éve" című könyv, melynek összállításában oroszlánrésze volt. De nemcsak a gyár, hanem a város és megye műszaki és munkásmozgalmi történetének feldolgozásában is aktív szerepet játszott.

A múlt emlékeinek feldolgozása mellett élénken foglalkoztatták a jelen problémái is. Salgótarján és Nógrád megye akut problémája a vízhiány. Sokat foglalkozott mind aktív, mind nyugdíjas korában a vízellátási gondok megoldásával; a helyi Hidrológiai Társaság elnökeként Salgótarján vízellátásának biztosításában, a regionális vízellátási rendszer kiépítésében jelentős szerepet játszott.

Betegsége már két éve figyelmeztette, hogy többet kell vigyáznia önmagára, kevesebbet kellene dolgoznia. Sok terve, elképzelése volt még, melyet meg szeretett volna valósítani. Sajnos mindezekre már nem jutott ideje.

Élete egy, a munkásosztályból származó, azzal egybeforrott, ízig-vérig műszaki ember élete volt. Emlékét tettein, könyvein kívül munkatársai, barátai szeretettel őrzik, és ezúton is mondanak neki egy utolsó

(Dr. L. J.) „Jó szerencsét!"

Beszámoló külföldi konferenciáról

A Német Vaskohászok Egyesületének (VDEh) 1974. évi közgyűlése

A közgyűlést és a vele kapcsolatos tudományos ülésszakot 1974. november 7-én és 8-án tartották meg Düsseldorfban. Magyar résztvevők voltak: a MVAE részéről *Longa Elemér* vezérigazgató h. és *Horváth Gyula* műszaki csoportvezető, az OMFB részéről *Szeless László*, az OKÜ részéről *Pohl László* termelési főmérnök.

November 6-án az Egyesület székházában — mint már évek óta — az egyes országok vaskohászati egyesületeinek delegáltjai megbeszélést tartottak a közeli évek nemzetközi vas- és fémkohászati kongresszusairól, a műszaki üzemgazdálkodás feladatairól és szervezeti kérdéseiről, a kohóipar vezető beosztású alkalmazottaitól megkívánt szakmai és vezetési képességekről, a korábbi években megtárgyalt felsőfokú kohászati oktatás összegező értékeléséről és végül a találmányok jelentőségéről a társegyesületek tapasztalatcseréjében.

A szakmai előadásokat hat szekcióban tartották meg, közülük kiemelkedőek s a mi szakembereinket is közelről érdeklő témakörök a következők voltak: A folyamatos acélöntés berendezései és technológiája, az energiagazdálkodás időszerű problémái, a nagy teljesítményű dróthengerművekben szerzett legújabb tapasztalatok. Az általában párhuzamosan folyó előadások közül ki-ki az őt leginkább érdeklő témákat tudta csak meghallgatni.

A delegáció három tagja — *Longa, Pohl* és *Horváth* tagtársaink — megtekintették az Egyesület Üzemi Kutatóintézetét (Betriebsforschungsinstitut) *dr. Mommertz* igazgató vezetésével. A kutatóintézet munkaterületei közül különösen jelentősek és tapasztalatszerzésre is igen alkalmasak:

— a kohászati berendezések méréstechnikai és folyamatszabályozási rendszereinek kutatása,

— az intézetben működő adatbank használata. Ebben feldolgozták az összes német kohászati berendezés legfontosabb mutatóit, valamint a gyártott acélfajták műszaki paramétereit,

— a jelentős kutatólétszámmal működő környezetvédelmi és a munkaköri ártalmak csökkentését elősegítő kutatás.

A delegáció részt vett az Egyesület közgyűlésén, amelyen a szokásos egyesületi beszámolókon kívül két figyelemre méltó előadás is elhangzott a jelen és jövő tömegmozgató eljárásairól, valamint a munkahelyi légkör sé hangulat jelentőségéről.

A német vaskohászati napok keretében a magyar kiküldöttek három olyan szakmai területen gyűjthettek tapasztalatokat és értékes ismereteket, amelyek az iparágazat hazai fejlesztésében is hasznosíthatók. A társegyesületek delegációinak megbeszélésén különösen a műszaki üzemgazdálkodásról hangzottak el megszívlelendő és nyilván eredményt gyarapító szervezési tapasztalatok. A bennünket közelebbről érintő szakmai előadásokról már szólottunk.

Nagyra kell értékelni az Üzemi Kutatóintézetben látottakat és hallottakat is.

Kiküldötteink az Egyesület legfőbb vezetői részéről, de a tárgyalásokon és a gazdagon megrendezett társadalmi összejöveteleken részt vett valamennyi szakember részéről a legkollégiálisabb fogadtatásban és elbánásban részesültek.

Szeless L.

A Kohómérnöki Kar hírei

A Nehézipari Műszaki Egyetem megalapításának 25. évfordulója alkalmából 1974. szept. 6-án jubileumi ünnepi tanácsüléssel és tudományos ülésszakkal kezdődött meg a 26. tanév Miskolcon. A jubileumi tanévnyitó ünnepségen — amint már előzőekben erről a Lapokban beszámoltunk — nagyszámú résztvevő között *Fock Jenő*, a Minisztertanács elnöke is részt vett.

A 26. jubileumi tanév nappali tagozatára 293 kohómérnök-hallgató iratkozott be, évfolyam és szakok szerint az alábbi megoszlásban:

Évf.	Metallurgus			Technológus	Összesen
	Vaskohász	Fémkohász	Öntész		
I.		39		20	59
II.	17		18	27	62
III.	21		13	18	52
IV.	16		17	27	60
V.	22		18	20	60

A Kohómérnöki Karon e félévben oktatott tananyag eddigi programja a Fémtani Tanszék előadásában „Hőkezelés" c. egyszemeszteres tárggyal bővült a IV. éves öntő és képlékenyalakító hallgatók számára.

A tanszék vezetője, *dr. Káldor Mihály* „Az újrakristályosodás kinematikája és alkalmazása az acélok melegalakításánál" c. értekezése sikeres megvédésével akadémiai doktori fokozatot szerzett a tanév elején.

*

Dr. Kiss Ervin, a Kohógéptan és Képlékenyalakítástani Tanszék tanszékvezető tanára, *dr. Alliguander Ödön* egy. tanárral, *Moharos Jenő* OMBKE főtitkárral és *Nagy Zoltán* KGMTI fejl. főmérnökkel együtt 1974. szept. 9—18.a között tanulmányúton vett részt Svédországban. Tanulmányútjuk során bánya- és kohóüzemeket, kutatóintézeteket és a stockholmi Műszaki Egyetemet látogatták meg, s előadásokat is tartottak. Tanulmányútjuk tapasztalatairól *dr. Kiss Ervin* nagysikerű beszámolót tartott a IV. és V. éves kohómérnök-hallgatóknak.

*

A KGST Vaskohászati Állandó Bizottsága Tűzállóanyagipari Szekciójának XXV. ülését szept. 16—21. között egyetemünkön tartották meg, amelyen a Szovjetunió, az NDK, Csehszlovákia, Lengyelország, Jugoszlávia, Románia és hazánk delegációi vettek részt.

*

Dr. Simon Sándor egy. tanár, a Vaskohászattani Tanszék vezetője, az NME rektora egy delegáció vezetőjeként okt. 2—4-e között a Rzeszovi Felsőfokú Mérnökiskola évnyitójára Lengyelországba utazott az intézmény egyetemi rangra emelése alkalmából. A delegáció a két egyetem közötti barátsági és együttműködési szerződésről tárgyalt, és megbeszéléseket folytatott az 1975—76. évi munkatervvel kapcsolatban.

*

Okt. 19—21. között a IV. éves, okt. 19—24. között az V. éves kohómérnök-hallgatók tanulmányi kiránduláson vettek részt. A IV. éves hallgatók Ózd és Salgótartján kohászati üzemeit keresték fel, míg az V. éves metallurgus és technológus hallgatók programjában a Vas-, ill. Fémipari Kutató Intézet, a Pénzverde, Csepel Vas- és Fémművek, a Dunai Vasmű, Inotai Alukohó, Székesfehérvári Könnyűfémmű, Tatabányai Alukohó, az Almásfüzítői Timföldgyár és a Győri Vagon- és Gépgyár szerepelt.

Október második felében az egyetem hallgatóinak zöme — megszakítva az oktatást — a miskolci, és miskolckörnyéki mezőgazdasági üzemekben a betakarításnál segédkezett, majd az árvízveszély megszűntéig árvízvédelmi és vagyonmentési munkálatokat végzett igen nagy elismeréssel. Az árvízvédelemben mintegy 1500 hallgatónk és oktatónk vett részt, mintegy 2300 munkanapot teljesített. A mezőgazdasági munkákban 1850 hallgató vett részt, akik kb. 8500 munkanapot teljesítettek.

*

Októberben—novemberben igen nagyszámban vettek részt oktatóink külföldi konferenciákon, tanulmányutakon. Előadóként szerepelt *dr. Reisz Gyula* egy. adj., a krakkói Bányászati Akadémián megrendezett Nemzetközi Képlékenyalakítási Tudományos-Műszaki Konferencián; *dr. Kiss Ervin* egy. tanár, és *dr. Gulyás József* egy adj., a magdeburgi Műszaki Főiskolán megtartott „IV. Kolloquium über Ausrüstungen für die Schwerindustrie" c. rendezvényen.

Dr. Antal Boza József tsz. vez. egy. tanár, a Kohómérnöki Kar Dékánja az egyetem és a Harkovi Politechnikai Intézet közötti együttműködés keretében két hétig a harkoviak vendége volt, ahol az LD-konverter kemenceépítő anyagainak fejlesztésére irányuló kutatásokat, ill. az újabb korszerű kerámiai eljárásokat tanulmányozta.

*

A november 7-i ünnepséget követően a rektori tanácsteremben a Kohómérnöki Karon az alábbiakat avatták műszaki doktorrá.

Simon László: „Mészszegény agyagásványok gyorsított dehidratációs folyamatának következményei a szerkezeti átalakulásra"

Báder Imre: „$MgCl_2$—HCl—H_2O elektrolit rendszer fizikai-kémiai sajátosságainak vizsgálata"

Czeke Arisztid: „A fémszint hatása a felsőtüskés alumínium elektrolizáló kádak áramhatásfokára"

Horváth Gyula: „Az Na_2O veszteség vizsgálata a vörösiszap pirometallurgiai feldolgozásakor"

Szakszon Mária: „Binér és ternér fémklorid-rendszer szerkezetének termodinamikai vizsgálata elektromotoros erő mérése alapján"

Kandidátusi fokozat megszerzését követően kérték és kapták meg doktori címüket: *Szönyi Zoltán* (okl. kohómérnök, Vaskut), és *Pál Gábor* (okl. matematikus, Vaskut).

*

A Tüzeléstani Tanszék 1974. nov. 25. és 30-a között mérnöktovábbképző tanfolyamot szervezett „Az oxigénes acélgyártás változatainak energetikai elemzése" c. témában. A 18 fő részvételével megtartott tanfolyamon, melyen főleg az LKM, OKÜ, DV, KGYV szakemberei vettek részt, a tanszék oktatói és kutatói közül *dr. Antal Boza József* tsz. vez. egy. tanár, *Mikó József* tud. munkatárs, *Nagy Géza* egy. tanársegéd, *Szücs István* egy. tanársegéd és *dr. Wopera Lászlóné* egy. tanársegéd tartottak előadásokat. Az előadások tematikájában az energetikai kérdések mellett a tűzállóanyag problémákat és a gáz- ill. szilárdállapotú levegőszennyezők képződésének és elhárításának mechanizmusát is beépítették. A tanszék oktatóin kívül *Tóth Lajos*, az LKM fejlesztési csoportvezetője „Hulladék-nyersvas arány növelése oxigénfúvásos acélgyártásnál" címmel tartott előadást.

*

A Kohómérnök Kar oktatói KISZ-szervezete december 4-én rendezte meg a hagyományos kohászvetélkedőt. Az első helyen *Rádi Gyula* V. é. vas- és fémkohász metallurgushallgató, a második helyen *Kerecsényi László* IV. é. technológushallgató, míg a harmadik helyen *Falucskai Zoltán* V. é. vas- és fémkohász metallurgushallgató végzett.

Dr. Tardy Pál, az OMBKE Vaskohászati Szakosztályának titkára dec. 11-én a Vas- és Fémkohász, valamint a Technológus Szakmai Kör összejövetelén az OMBKE Vaskohászati Szakosztályának és Egyetemi Osztályának kapcsolatáról számolt be, majd angliai tanulmányútja élményeiről tartott, — színes diapozitívekkel bemutatott — érdekes útibeszámolót.

K. Gy.

Könyvismertetés

Dr. Csellár Ödön—Szépe Ferenc: **Táblázatok acélszerkezetek méretezéséhez.** — Tankönyvkiadó, 1974. 13 ív A/5 formátum, 87 ábra. Ára kartonkötésben 20,— Ft.

A kiadvány olyan táblázatok gyűjteménye, amelyben a szokványos acélszerkezetek méretezéséhez szükséges alapadatok könnyen megtalálhatók. Az összeállítás elsősorban az egyetemi oktatás igényeit tartotta szem előtt, a táblázatok rendje olyan, hogy a hallgatót a szerkezetileg helyes megoldások felé irányítja. A Tankönyvkiadónál 1966-ban utoljára megjelent hasonló tartalmú könyv az 1963 végéig hatálybalépett szabványokat vette alapul. Ez a kiadvány annyiban korszerűsödött, hogy felhasználta az időközben átdolgozott termék- és méretezési szabványokat, s a szabványokra való hivatkozással a könyv a hallgatók figyelmét a szabványosítás fontosságára tereli.

A könyv a cím szerinti témakört a következő fejezetekbe csoportosítva tárgyalja:

Szerkezeti acélok.
Melegen hengerelt idomacélok.
Hidegen hajlított idomacélok.
Kötőelemek.
Összetett szelvények keresztmetszeti adatai.
MSZ 15024/1 „Acélszerkezetek" szabvány előírásai.
Hidszabályzatok és egyéb szabványok előírásai.

Az ügyesen szerkesztett, részletes tartalomjegyzék nagyon megkönnyíti a könyv használatát, az éppen szükséges adatot gyorsan, időpazarlás nélkül meg lehet találni. A táblázatok szerkesztése világos, a számadatok jól olvashatók. Dicséretet érdemel a Szegedi Nyomda a vonalas rajzok kiváló reprodukálásáért és hibamentes betördeléséért. A jó papírminőség ugyancsak a könyv sikeres külsejének emelését szolgálja.

A könyvet nemcsak az egyetemi hallgatók, hanem a tervező intézetek munkatársai is eredményesen hasznosíthatják.

rj.

*

Dr. Horváth Zoltán—dr. Sziklavári Károly—dr. Mihalik Árpád: **Elméleti kohászattan.** Tankönyvkiadó 1974.

A kohómérnökképzés tananyagában az elméleti kohászattan az elmúlt 20—25 év alatt fejlődött ki. Hazánkban az idevágó ismeretanyagot *Horváth* professzor, továbbá munkatársai gyűjtötték össze, rendszerezték, fejlesztették, oktatták, és ezzel jelentős mértékben járultak hozzá, hogy a kohászat hazánkban is mesterségből tudomány rangra emelkedett.

Az elméleti kohászattan ismeretanyaga a Tankönyvkiadó jóvoltából most hozzáférhető és nemcsak az egyetemi hallgatók, hanem a gyakorló mérnökök számára is, ezért az Elméleti kohászattan c. könyvet nemcsak mint tankönyvet, hanem mint a gyakorlat segédkönyvét is üdvözölhetjük és értékelhetjük.

A tankönyvekre és a legtöbb klasszikus szakkönyvre is általában az jellemző, hogy a metallurgiai folyamatok ismertetésekor a súlyt a műveletek és a fémkinyerő folyamatok receptszerű leírására helyezik, legtöbbször anélkül, hogy a szóba forgó műveletek és folyamatok elméleti alapjainak a lényegét rögzítenék. A műveletek és folyamatok — elméleti összefüggések nélküli — ismereteinek a birtokában nehéz eligazodni a fejlődés hozta újabb és újabb technológiai megoldások és változatok között. Nehéz őket az ismeret tárházában megfelelő helyre besorolni. Más a helyzet akkor, ha a hallgatók a metallurgiai műveleteket és folyamatokat a fizikai-kémiai összefüggésekre, a termodinamikai és kinetikai alapokra építve ismerik meg, a receptszerű műveletekről gyűjtött ismeretanyag pedig csak másodlagos szerepet kap. Ilyen esetben nem okoz nehézséget az újabb megoldásokat és változatokat a „helyükre rakni" vagy újabb és újabb változatokat kidolgozni.

Erre a tankönyvre az utóbbi a jellemző, alapjaiból felépítve találjuk meg benne azokat a módszereket, amelyekkel a kohászati folyamatok egyensúlya és kinetikája vizsgálható, majd a könyv ezek segítségével alapozza meg a pirometallurgiai, a hidrometallurgiai, az elektrometallurgiai és végül a termikus eljárások elméleti összefüggéseit, tárgyalja a gyakorlati megoldásokat és mutat rá a fejlődés lehetőségeire is. Ebben a könyvben tükröződik az a felismerés, hogy a modern vas- és fémkohászatban az új és különleges ötvözeteket, a gazdaságosabb eljárásokat vagy a termelékenyebb berendezéseket ma már nem a próbálgatások véletlenjei, hanem az elméleti ismeretek alapján megtervezett és végrehajtott kísérletek és kutatások teremtik meg.

Az „Elméleti kohászattan" a termodinamikára épül; e tekintetben mai ismereteink alapján teljesnek mondható. A vegyi folyamatoknak a tömegátadás elméletén alapuló leírása ugyanis napjainkig még nem érte el azt a fokot, hogy a kohászati műveletek teljes skáljának a tanulmányozásában eredményesen helyettesítené a termodinamikát.

Az alábbiakban bemutatjuk a könyv tartalmi vázlatát, kiemelve belőle néhány érdekes fejezetet.

1 Bevezetés

2. Módszerek kohászati folyamatok egyensúlyának és kinetikájának vizsgálatára
   213. A rekacióban részt vevő anyagok mennyiségének számítása együttreagálásig, illetve végállapotig
   214. A kémiai potenciál és felhasználásnak lehetőségei
   222.4. A reakció rendűségének meghatározása
   222.5. Az aktiválási szabadentalpia meghatározása
3. Pirometallurgiai eljárások (és berendezéseik): égetés, pörkölés, redukálás szilárd halmazállapotban, feltárás tűzi úton, olvasztás, lepárlás
4. Hidrometallurgiai eljárások (és berendezéseik): előkészítés, lúgzás, lúg és kilúgzott anyag elkülönítése, lúg tisztítása, fém kiejtése az oldatból
5. Elektrometallurgiai eljárások (és berendezéseik): az elektrolízis elmélete, vizes oldatok elektrolízise, elektrolízis olvadékból
6. Termikus eljárások (és berendezéseik): karbotermikus eljárások, metallotermikus eljárások, vákuummetallurgia, plasmametallurgia
7. Irodalomjegyzék

A könyv teljes terjedelme 360 oldal. Ábra: 289 db. A szép kivitel dicséri a rajzolót és az Állami Könyvnyomdát.

A kiadásért, a könyv forgalomba hozásáért (és az áráért!) köszönet illeti a Tankönyvkiadót. A könyv példányszáma: 1000; kereskedelmi irányára: 35 Ft.

Sz. J.

Műszaki és gazdasági hírek

Üzembe lépett Egyiptom 3. kohója Heluanban

Az egyiptomi Heluan acélműben 74. augusztusában helyezték üzembe a harmadik nagyolvasztót. Ezzel Egyiptom acélgyártása a jelenlegi 300 et/évről 900 et/év-re növekszik. A felavatási ünnepségen *Higazi* miniszterelnökhelyettes kijelentette, hogy az utolsó hét évben 355 millió egyiptomi fontot fordítottak a heluani acélmű bővítésére. (P)

Montan, 1974. aug. 9.

*

4,5 millió t acél/év lesz a katowicei acélmű kapacitása

A lengyel hírügynökségi jelentés szerint az építés alatt álló katowicei acélmű kapacitása 4,5 millió t acél/év, és 3,8 millió t hengereltárú/év lesz. Az üzembehelyezés 1976. októberében várható. Egy 3200 m^3-es nagyolvasztó mellett 1976-ig 2 db 300 t-ás konvertert, valamint bugasort és durvahengerművet építenek. Ezen túlmenően 1978-ig három további hengerművet terveznek felépíteni.

A Schloemann-Siemag képviselője közölte, hogy egy nyugatnémet—francia konzorcium modern profilhengerművet épít Katowicében, amelynek kapacitása 850 000 t/év lesz. A hengerlési program normál és párhuzamos talpú tartók (220 mm-ig), szélestalpú tartók (160 mm-ig) kerékpánt-profilok, szög-, T-, és U-acélok. A konzorcium tagjai: az „Engrenages" és a „Reduteurs Citroen" cégek. (P)

Montan, 1974. augusztus 13, 14.

*

Direktredukciós üzem Egyiptomban

Egy japán, nyugatnémet és brazil cégekből álló konzorcium vasszivacsgyártó direktredukciós üzemet épít Egyiptomban Alexandriától nyugatra, Deikhelaban. A direktredukciós berendezést a Korf szállítja, az ércet Brazíliában szerzik be. A japán Itoh-csoport a Korf-al közösen az évi 1,6 millió t vasszivacs értékesítését vállalta magára. A földgázzal üzemelő berendezés 1977. végén kezdi meg a termelést. (P)

Stahl und Eisen, 1974. aug. 29.

*

Új vasércbányát helyeznek üzembe a Szovjetunióban

1953-ban hatalmas vasérc-telepet fedeztek fel a Szovjetunióban Jakolevo, Kurszk és Belborod között, melynek ércvagyona 10 ezer millió t-ra becsülhető. Avasércbánya építését 1974. évben kezdték el, s ez majd része lesz a kurszki feldolgozóműnek.

Jakovlevo hozzávetőlegesen 20 millió t/év ércet fog termelni és ezáltal a kurszki mező legnagyobb hozamú bányája lesz. A vasércbánya kapacitása kezdetben 4,5 millió t/év lesz, s ekkor minimum 500 m mélységben fogják kezdeni a kitermelést. (P)

Metal Bulletin N° 5923

*

A világ pellet termelésének alakulása

A világ pellet termelése 10 évvel ezelőtt 30 millió t/év volt, jelenleg 150 millió t-t állítanak elő, 1976-ra 200 millió t/év, 1980-ra pedig 300 mt évi termelés várható még akkor is, ha a jelenlegi tanulmányterveknek csak a fele valósul meg. (P)

L. N. 74/42

*

Az USA elektroacél termelésének fejlesztése

1980-ra az USA acéltermelésének 30%-át elektromos ívkemencékben állítják elő. Ennek figyelembevételével növeli pl. az Union Carbide gyártási kapacitását. 1974. januárjában a columbiai (USA) és Yabucoa-i (Porto-Rico) üzemek kapacitását már 20%-kal növelték.

A közeljövőben eddig még meg nem állapított helyen 75 millió dollár költséggel újabb grafitelektród üzemet építenek, melynek többezer tonnás kapacitása 1977-ben kerül üzembe.

Európában egy új grafitelektród üzem (PVK) Belgiumban szintén a növekvő igényekre való tekintettel épült. (HW)

L'Usine Nouvelle 1974. 35 sz.

*

A luxemburgi acélgyártás fejlesztése

A luxemburgi ARBED cég acélműveiben a 1974. első felében a Thomas acél arány az előző évi 55%-ról 38%-ra csökkent, az LD acélé 60%-ra nőtt, az elektroacélé 2%. A vállalat 10 milliárd luxemburgi frank értékben új nagy teljesítményű középhengersort szándékozik üzembe helyezni. A Thomas acél gyártását 3,2—3,5 milliárd lfr. ráfordítással teljesen ki fogják küszöbölni (HW)

Handelsblatt 1974. 191. sz.

*

Osztrák—szovjet acélipari megállapodás

1974. novemberében szovjet részről *Oszipov* külkereskedelmi miniszter, osztrák részről az Österreichische Mineralölverwaltung, az Österreichische Kontrollbank és a VÖEST-ALPINE képviselői irták alá azt a megállapodást, melynek keretében a Szovjetunió vállalja, hogy 1978—2000 időszakban legalább évi 500 millió m^3 földgázt (ami 1 milliárd m^3-re növelhető) szállít Ausztriának, míg a VÖEST-ALPINE ellentételként 1975—1978 időszakban összesen 200 et ∅ 1220×17 méretű csövet szállít. A csöveket a 4,2 m-es kvartohengersoron előállított lemezekből a nyugatnémet Mannesmann cég szállítja le. A szerződés az 1968. évi földgáz cső ügylet folytatása (HW)

VÖEST-Alpine Information 1974. 3. sz.

*

Az energiafelhasználás csökkentése a japán vaskohászatban

A Nippon Steel 20 év alatt több mint 30%-kal csökkentette az 1 t acél előállításához szükséges energiafelhasználást (9,6 mió kcal/t-ról 6,17 mió kcal/t-ra). Az energiahordozók közül legjobban a kokszfelhasználás csökkent, ugyanakkor nőtt az olaj és villamos energia aránya az összes felhasznált energián belül és az abszolút felhasználás is ezekből.

Az eredmény elsősorban az oxigénbefúvásos konverterek bevezetésével függ össze. Az eljárást 1953-ban vezették be, 1973-ban már 90 ilyen egység üzemelt és ezekben állították elő az 1973. évi nyersacéltermelés (120 mió t) 80%-át. A Martin-kemencékben előállított acélmennyiség az 1961. évi 17 mió tonnás legnagyobb értékről 1973-ra 1,8 mió tonnára csökkent. Az elektrokemencés acélgyártás majdnem 20%-át teszi ki az 1973. évi termelésnek.

Az acélgyártás energiafelhasználásának csökkentésében jelentős tényező a folyamatos öntés elterjedése is, ma már a gyártás 23%-a ezzel a módszerrel készül.

A jövőben a Nippon Steel a tíz legnagyobb acélművére kívánja koncentrálni az energiatakarékossági intézkedéseket, amivel további 10% csökkentést várnak. (HW)

Nippon Steel News 1974. 54. sz.

*

Az új lengyel középhengermű jellemző adatai

A CENTROSAP lengyel külkereskedelmi vállalat a francia—lengyel hitelmegállapodás értelmében Huta Katowice részére középhengerművet rendelt német és

francia vállalatokból álló konzorciumtól. A berendezések egy részét a szállítócégek know-howja alapján Lengyelországban állítják elő.

A 850 et/év kapacitásra tervezett üzem különféle I, U, T és szögvas idomokat fog előállítani 250×200 mm keresztmetszetű bugákból. A hengerlési sebesség 9 m/mp.

A berendezés a hengerlésre kerülő bugák tisztítására és ellenőrzésére alkalmas gépeket, 2 felső- és alsófűtésű, egyenként 180 t/h teljesítményű emelőgerendás kemencéből, a hengersorból és nagymértékben automatizált vágó és rakodógéprendszerből áll. (HW)

Technik Aktuell 1974. 9. sz.

*

A tőkés országok acéltermelési kapacitásának fejlesztési tervei

Az egyre növekvő acéligény kielégítésére 290 millió t új kapacitást kell üzembe helyezni a következő évek során. Ehhez 170 millió t kiegészítő kapacitás megvalósítása is szükséges. Az 1974—1985 időszakban kerek 460 millió t acélkapacitás létesítését tervezik a tőkés országokban. A tőkés világ becsült kapacitásbővítése a következőképpen oszlik meg millió t/évben: Közös piac 41, többi nyugat-európai ország 27, Észak-Amerika 29, Latin-Amerika 37, Afrika 12, Közel-Kelet 24, Távol-Kelet 68. Az egyes országok között Japán vezet 43 mió t bővítéssel, amivel 1980-ra eléri az évi 163 mió t termelést. A világ acélipari beruházásainak 60%-át állami vállalatok intézik. (HW)

Handelsblatt 1974. 198. sz.

*

A japán acélipar néhány üzeme szerződést kötött Felső-Volta kormányával a Tambao-i ércbánya fejlesztésére és ércvagyonának kitermelésére. Becslés szerint 10 mió t 56% mangántartalmú érc vár kitermelésre. A bánya 1500 km-re fekszik az Elefántcsontpart államban levő Abidjan-i tengeri kikötőtől, és még 350 km vasútvonal építésére van szükség a szállítás megindításához. Az 56 millió $ beruházási összeg fedezetét az NSZK, Franciaország, Japán, a Világbank az Afrikai Fejlesztési Bank (6—6 mió $), Románia (4 mió $) és az Európai Fejlesztési Alap (16 mió $) biztosítják. (HW)

Handelsblatt, 1974. 109. sz.

*

Bár India acélipara jelentős szakmai segítséget kap a Szovjetuniótól és az NSZK-tól, ugyanakkor az átvett szakmai tudás egyrészét más fejlődő országok felé továbbítja. A M. N. Dastur and Co, Calcutta cég, — mely nyugatnémet műszaki és amerikai közgazdasági résztvevőkkel működik együtt — a világ legnagyobb mérnökirodájának nevezi magát (1000 alkalmazottjából 600 fő mérnök).

Pillanatnyilag egy Líbiában épülő 500 et/év nyersacél kapacitású kohóüzemet terveznek, melynek építése 1975-ben kezdődik.

Egyiptommal 1 millió t/év nyersacél kapacitású üzemről tárgyalnak (Asszuán gát mellett épül), ugyanakkor tervezik egy algériai kis (100 et/év) kapacitású acélüzem berendezéseit.

Dastur szállította a terveket a salemi állami acélműhöz (300 et/év) is, és további 5 miniacélmű tervein is dolgozik. (HW)

Handelsblatt, 1974. 69. sz.

*

A Demag-Schloemann-Siemag konzorcium műszaki és kereskedelmi vezetői bejelentették a sajtó képviselőinek, hogy a Wuhan-i acélkombinát hideghengerművén kívül a Kínai Népköztársaság ettől a konszertől rendeli meg a meleghengersort is.

Míg a már korábban lekötött hideghengersor évi 750 et karosszériaszalag, 150 et ónozott lemez és 100 et konszervipari ónozott lemez gyártására alkalmas (520—1500 mm széles és 0,13—3 mm vastag), addig a meleghengersoron évi 4,5 millió tonna 2300 mm max. szélességű lemez hengerlésére alkalmas.

További tárgyalások folynak egy évi 1,5 millió DM értékű folyamatos acélöntőmű vásárlására. (HW)

Handelsblatt, 1974. 65. sz.

*

A jugoszláv hideghengerművek kapacitása

1970-ig nem gyártottak Jugoszláviában hidegen hengerelt lemezt. 1970. januárjában helyezték üzembe a skopjei acélműben az új hideghengersort, amely 900—1500 mm szélességű és 0,4—2 mm vastagságú lemezt gyárt. A közeljövőben 5 állványos tandem-sort indítanak be Skopjeban, reverzálható kvartó-sort Smederevoban és 1975-ig hideghengerművet Jeseniceben.

Az új kapacitások jellemzői:

Skopje:
- 0,9 millió t/év kapacitású pácolósor, 1,5—6 mm vastag tekercsekhez
- 5 állványos folytatólagos tandem hidegsor, 250—800 et/év kapacitással. Induló tekercsvastagság 1,8—5 mm, kész tekercsvastagság 0,15—2,5 mm. Max. szélesség 1300 mm, min. szélesség 600 mm. Hengerlési sebesség 1830 m/perc
- előmelegítő kemencesor
- hidraulikus vezérlésű dresszírozó tendem állvány ónozottlemez alapanyag hengerlésére
- 2 db 250 et/év kapacitású daraboló olló (3 mm vastagságig, 860—4880 mm hosszban)
- 200 et/év kapacitású tekercshasítósor 0,5—2,75 mm vastagsághoz
- horganyzósor 120—130 et/év kapacitással (tekercs, lemez) 0,35—3,5 mm vastagságra, 1000—6100 mm hosszúságra
- műanyagbevonatú lemezt gyártó sor 35 et kapacitással.

A beruházás értéke kb. 1 milliárd dinár, a berendezéseket az NSZK, Belgium, Svédország és Anglia szállítja.

Smederevo:
- melegtekercs pácoló üzem, 250 et/év kapacitással, 1500 mm szélességű tekercsre
- 1700 mm széles reverzálható quartó-állvány, 200 et/év kapacitással, 0,4—2 mm lemez vastagság, 650—1500 mm lemez szélesség. Hengerlési sebesség 720 m/perc.
- 1200 m/perc hengerlési sebességű dresszírozó quartóállvány
- daraboló olló 1500—3500 mm hosszra, 0,7—2 mm vastagságig

A beruházás decemberben fejeződik be, költségei 600 millió dinárt tesznek ki, s berendezéseit az NDK, NSZK, Belgium és Csehszlovákia szállítja.

Jesenice:
- tekercs előkészítő (hőkezelő, pácoló) sor
- Sendzimir (20 hengeres) hengerállvány, max. 1000 mm szélességű dinamó, trafó, rozsdamentes és normál lemezek hengerlésére. Kapacitás: 115 et/év, hengerlési sebesség 600 m/perc.
- duó-quartó dresszírozó állvány
- dekarbonizáló-sor
- előmelegítő kemencesor
- vágóberendezések

A beruházás 1975-ig valósul meg, 800 millió dinár értékben.

A jugoszláv kohászat várható hideglemez termelése:

1974: 500 —550 et/év
1975: 800 —900 et/év
1976: 1,1— 1,2 millió t/év

A hideghengerművi kapacitások kihasználásához a megfelelő féltermék import biztosítása, a smederevoi konverteracélmű és a skopjei folyamatos öntőmű felépítésének befejezése szükséges. (P)

Celik 1973. aug.

Egyesületi hírek

Szakosztályvezetőségi ülés okt. 24-én

A szakosztályvezetőségi ülés első napirendi pontja szerint először *Latinák István*, a Kovács Szakcsoport vezetője számolt be a szakcsoport 1973—74. évi munkájáról. A beszámolóból kitűnt, hogy a szakcsoport továbbra is igen rendszeres aktív egyesületi munkát végez. Tagjainak száma kb. 200, ebből 40—50 fő a havonta tartott klubnapokon és szinte minden rendezvényen rendszeresen résztvesz. A belföldi tanulmányutak iránt mindig nagy az érdeklődés. Az ez évre tervezett lengyel tanulmányút azonban elmaradt, mert a részvételi költségeket nem sikerült előteremteni. Jelenleg előtérben álló problémájuk a Kovács Múzeum szervezése. A kovács üzemekben igen kevés a szakember utánpótlás, a szakma iránt csökkent az érdeklődés és ez már az egyesületi munkában is megmutatkozik.

A beszámoló nagy érdeklődést váltott ki, a vezetőség tagjai közül *Selmeczi Béla*, *dr. Kismarthy Lóránd*, *dr. Remport Zoltán*, *Szij Zoltán*, *Lantos István*, *Éles László*, *Horváth Gyula*, *Szűcs Endre*, *Szeless László* és *Gruber Imre* szóltak hozzá és tettek javaslatokat a beszámolón érintett problémákkal kapcsolatban.

A vitát *Nagy Zoltán* elnökhelyettes foglalta össze. Megköszönte a szakcsoport vezetőségének eredményes munkáját, hiszen eddig is mintául szolgált a később megalakult szakcsoportnak. Az eddigi jól bevált módszereken változtatni nem volna indokolt, csupán a fiatalok fokozatos bevonását kell előtérbe helyezni. Reméli, hogy a Kovács Múzeum ügyében kifejtett lelkes munkát siker koronázza és sikerülni fog az eléggé jelentős anyagi alapot is megszerezni. Célszerű volna egy vidéki telepen tartandó kovács nagyrendezvény szervezését már most megkezdeni.

Második napirendi pontként *dr. Tardy Pál* titkár ismertette azokat az 1975. évi csehszlovák, lengyel és NDK-beli konferenciákat, amelyeken a szakosztály előadóval képviselteti magát. A végleges programot szakcsoportokkal együtt alakítják ki *Sütő Zoltán*, *Répás Pál*, *Óvári Antal* és *dr. Remport Zoltán* a tartandó előadások színvonala, a kiküldöttek nyelvtudása tekintetében fejtették ki véleményüket, majd a szakosztályülés a beterjesztett programot jóváhagyta.

Ezt követően *Clement Andor*, a 117 hazai és 41 külföldi szakember részvételével tartott hidegalakítási konferencia egyik szervezője számolt be a jól sikerült rendezvényről. (A részletes beszámolót lapunkban közöljük.)

Az ülés végén *Nagy Zoltán* elnökhelyettes, megköszönte *Szécsi Károly* titkárhelyettes, *dr. Tardy Pál* 10 hónapos külföldi távolléte alatt végzett eredményes munkáját.

Brezniczky János röviden tájékoztatta a vezetőséget 34 fős csehszlovákiai tanulmányútról, és rámutatott az Express szervezési hibáira is.

Végül a szakosztályülés a beérkezett belföldi és külföldi tagfelvételi jelentkezéseket tárgyalta meg, ill. hagyta jóvá. *(Ó. A.)*

Az MTESZ X. küldöttközgyűlése

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége 1974. december 10-én a Fővárosi Művelődési Házban tartotta X. (évi, rendes) küldöttközgyűlését.

A művelődési ház nagytermét teljesen megtöltő hallgatóság között ott volt *Dégen Imre* államtitkár, az Országos Vízügyi Hivatal elnöke, *Klézl Róbert*, a párt *Központi Bizottságának* osztályvezető-helyettese, dr. *Madas András* mezőgazdasági és élelmezésügyi miniszterhelyettes, *Kallós Ödön*, a Magyar Kereskedelmi Kamara elnöke és dr. *Osztrovszki György*, az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság elnökhelyettese.

Dr. Ajtai Miklósnak, az MTESZ elnökének megnyítója után *dr. Valkó Endre*, a szövetség főtitkára fűzött szóbeli kiegészítést az országos elnökség írásos beszámolójához. Rámutatott: a társadalmi egyesületek jelentős feladata, hogy a gazdasági életben felmerülő energiagondok megoldását sajátos eszközökkel elősegítsék. Ehhez az eddiginél még szélesebb körű társadalmi aktivitás szükséges, amelyhez a párttól és az államtól már eddig is megfelelő támogatást kapott a szövetség.

A szövetségbe tömörült egyesületek eddig is elősegítették a különböző iparágak műszaki, technikai és tudományos haladását, sokoldalú közvetett és közvetlen segítséget nyújtottak a vállalatok munkájához. A következő években az egyesületektől még több közvetlen támogatást várnak a vállalatok konkrét feladataik megoldásához. A szövetség irányelvekkel ösztönözhet, tapasztalatcserét közvetíthet, koordinálhat, de emellett az egyesületeknek kell jól megválasztaniuk az egy-egy ágazatnak, s üzemnek nyújtott társadalmi segítség leghatékonyabb formáját.

A szövetség egyesületeinek és az üzemek kapcsolatainak kibővítésére jó lehetőséget kínál a szakszervezettel és a KISZ-szel való együttműködés.

Sokoldalúan fejlődnek a nemzetközi kapcsolatok is, hiszen az MTESZ egyik legfontosabb feladata, hogy a világ bármely táján feltalálható hasznos, új technológiai megoldások, műszaki-tudományos újdonságok közvetítését megszervezze a tagság számára. Különösen a KGST-országok tudományos egyesületeivel alakul ki szoros kapcsolat, a társadalmi szervezetek együttműködése nagyban elősegítheti a KGST komplex integrációs programjának megvalósítását. A tudományos és műszaki egyesületek, az MTESZ megyei szervezetei segíteni kívánják az ötödik ötéves terv előkészítését, s felkészítik a műszaki, természettudományi és agrárértelmiséget azokra a feladatokra, amelyeket a párt XI. kongresszusa határoz meg.

A hozzászólások közül *Klézl Róbert* boncolta legrészletesebben a főtitkári beszámoló téziseit, adott tanácsot, és ígért támogatást a párt részéről a minden eredménye mellett is még kiszélesíthető és elmélyíthető szövetségi munka hatékonyabbá tételéhez.

A hozzászólásokat követően *dr. Ajtai Miklós* elnök 17 tagnak nyújtotta át az MTESZ-díjat kiemelkedő munkájuk elismeréseként. Egyesületünk tagjai közül *dr. Martos Ferenc* okl. bányamérnök, akadémiai levelező tag, ügyvezető alelnökünk részesült e jól megérdemelt kitüntetésben. *(B. B.)*

Szakosztályvezetőségi ülés dec. 17-én

A vezetőségi ülést *Nagy Zoltán* szakosztályi elnökhelyettes nyitotta meg, külön üdvözölte *Komjáthy Lászlót*, az OMBKE alelnökét és *dr. Varga Ferencet*, az OMBKE főtitkárhelyettesét.

Az 1. napirendi pontban *Szécsi Károly* titkárhelyettes adott áttekintést a Szakosztály 1974. évi munkájáról. Beszámolójának lényegesebb megállapításai a következők voltak:

— a Szakosztály szakmai tevékenysége elsősorban a Szakcsoportokban folyt. Helyes volt tehát az 1972-ben megindult törekvés, amely új szakcsoportok létrehozását célozta. A szakcsoportok ülései erősítik az Egyesület ipari kapcsolatait, növelik szakmai tekintélyüket és alkalmat adnak a közvetlen baráti kapcsolatok kiépítésére,
— a helyi csoportok munkájáról továbbra is rendszeresen tájékozódtunk. Új vonás, hogy a beszámolót a helyi csoport központjában hallgatjuk meg, mint pl. a csepeli csoport beszámolóját. A beszámolók igen hasznos tapasztalatokkal szolgáltak,
— a vezetőségi ülések mellett rendszeresen tartottunk titkári értekezleteket a helyi- és szakcsoportok titkáraival. Ezek a Szakosztály napi problémáinak, feladatainak megoldására, megbeszélésére igen jól beváltak,
— 1974-ben is nagyszámú tagtársat utaztattunk külföldre, az utazások lebonyolítása azonban nem ment mindig probléma nélkül,
— egyetlen nagyrendezvényünk, a IV. Országos Hidegalakító Konferencia jól sikerült,

— a Szakosztály gazdasági helyzete 1974-ben is egyensúlyban volt.

A 2. napirendi pontban *dr. Tardy Pál* szakosztályi titkár ismertette a novemberi titkári értekezlet állásfoglalását a külföldi utaztatás új irányelveiről. Hangsúlyozta, hogy Szakosztályunk az elmúlt években igen nagy számban utaztatta a szakembereket külföldre, ami hasznos és szükséges volt, mert növekedett szakembereink látóköre, ismeretanyaga. A pozitívumok mellett azonban néhány negatívumra is fel kellett figyelnünk. Ezek a következők:

- a konferenciára kiutazó szakemberek aktivitása számos esetben kívánni valót hagy maga után. A magyar egyesületi delegációk tagjai közül viszonylag csak kevés tart előadást, ill. hozzászólást; az utazók és előadók aránya így lényegesen kedvezőtlenebb, mint a mi konferenciáinkra utazó külföldi delegációk esetében,
- többször előfordul, hogy a konferencia hivatalos nyelvét nem beszélő tagtársak utaznak ki és így az aktív szereplés lehetősége már eleve kizárt,
- a nagycsoportos utazásokat elsősorban utazási irodákon keresztül bonyolítottuk; az utazási irodák viszont nem mindig állnak hivatásuk magaslatán,
- a tömeges (szakosztályi viszonylatban 100-nál több fős) utaztatás igen nagy terhet ró a szakosztály külügyi felelősére és az egyesület utaztatási megbízottjára,
- a kiutazók csak ritkán adják át tapasztalataikat, új ismereteiket a hazai szakembereknek.

Ezeket a problémákat megtárgyalva a novemberi titkári értekezlet a következő állásfoglalást alakította ki.

a) javítani kell a kiutazók és a külföldön aktívan szereplők (előadók, hozzászólók) arányát; ennek érdekében segíteni kell az előadást tartók kiutazását és — konferenciák vonatkozásában — korlátozni kell a nyelvet nem beszélő, előadást, hozzászólást nem tartó kiutazók számát,

b) a kétfajta utazástatásra kerülhet sor:
részvétel tudományos konferenciákon, ahová reprezentáló tagtársainkat küldjük ki, és
vásárlátogatás, céltanulmányút, ahol a delegáció vezetői tárgyalóképesek és segítségükkel a többi kolléga is megfelelő ismeretanyagra tehet szert. Olyan egyesületi aktivistáinkat, akik az előző feltételeknek nem tudnak eleget tenni, elsősorban ily módon utaztatjuk,

c) nagylétszámú céltanulmányutakat elsősorban a helyi csoportok bonyolítsák, saját szervezésben,

d) a kiküldendő előadások kiválasztásánál az illetékes szakcsoportok vezetőire kell támaszkodni,

e) követeljük meg az egyesületi úton utazóktól, hogy szerzett ismereteiket megfelelő módon ismertessék, a konferencia kiadványokat pedig tegyék hozzáférhetővé,

f) fenti elveket azon az áron is tartsuk be, hogy a kiutazó létszám csökken, hiszen hazai kohász-gárdánk nemzetközi hírnevének öregbítéséről van szó.

A 2. napirendi ponthoz *dr. Károly Gy., Óvári A., Gorondi I., Varró K., Éles L., Latinák I.* és *Lantos I.* szólt hozzá; valamennyien egyetértésüket fejezték ki. *Dr. Varga Ferenc* főtitkárhelyettes is pozitívan értékelte az irányelveket és javasolta, hogy azokat terjesszük fel a főtitkárhoz is, hiszen hasonló problémák tapasztalhatók a többi szakosztálynál is.

A pályázatok ügyében *Óvári Antal* előterjesztésére *dr. Remport Zoltán, Schmidt György* és *Lantos István* hozzászólásai után a vezetőség úgy döntött, hogy az lényegében változatlanul az eddigi feltételekkel kerül kiírásra, dec. 31-i beadási határidővel.

Egyebekben *Nagy Zoltán* elnökhelyettes röviden értékelte a Szakosztályvezetőség 1974. évi munkáját; megköszönte a vezetőségi tagok áldozatkész munkáját és aktivitását, végül átadta a szakosztályvezetőség jutalmait azoknak a tagtársaknak, akik 1974. év folyamán különösen jól dolgoztak. *(T. P.)*

Évzáró gyűlés a KGYV csoportnál

A Szakosztályunk KGYV Helyi Csoportja 1974. dec. 18-án tartotta évzáró taggyűlését.

Farkas Sándor műszaki igazgatóhelyettesnek, a Helyi Csoport elnökének megnyitó szavai után *Lantos István* titkár beszámolt az 1974. évben végzett munkáról.

Beszámolójában elmondta, hogy a Helyi Csoport a Vaskohászati és az Öntödei Szakosztályok irányelveinek megfelelően készítette el és hajtotta végre az 1974. évre vonatkozó munkatervét.

A Helyi Csoport munkája — figyelembe véve Vállalatunk telephelyeinek szétszórtságát — pozitívan értékelendő.

Az 1974-es év legjelentősebb rendezvénye az októberben megtartott MORGAN—KGYV—OMBKE Szakmai Nap. Angol részről *Ron Atkins* kereskedelmi igazgató, magyar részről *Peres Sándor* tervezési főmérnök tartott színvonalas előadást az ország különböző kohászati üzemeiből összegyűlt mintegy 120 főnyi hallgatóságnak. Itt mutatták be a vállalat tevékenységéről készült színes propagandafilmet.

Folytatva a hagyományt, más vállalatok helyi csoportjaival rendszeres kapcsolatot tartunk fent. Ennek eredményei a júniusi borsodnádasdi, ózdi, valamint az októberi salgótarjáni, zagyvárónai tanulmányutak, melyeken a szakmai előadásokat és üzemlátogatásokat jól sikerült szakestélyek zárták. A tanulmányutakon túl 4, szakmai előadásokkal bővített klubdélutánt tartottunk.

Külön ki kell emelni Tűzállóanyag Munkabizottságunk 1974. évi munkáját. Az anyaegyesület munkabizottságaiban pedig egyre aktívabb tagtársaink tevékenysége. Helyi Csoportunk 1974-ben hat külföldi szakmai konferenciára 10 fővel, míg négy hazai konferencián 21 fővel képviselte magát.

Fontosnak tartottuk, hogy Helyi Csoportunk és a Vállalat életének jelentősebb eseményeit, valamint műszaki és gazdasági eredményeit propagáljuk. 1974-es évben 6 szakmai cikk, 4 egyesületi hír és egy gazdasági hír jelent meg tagtársaink tollából a Kohászati Lapokban, valamint a Műszaki Életben. Az Öntödei Szakosztály Fiatalokat Szervező Munkabizottsága évzáró rendezvényének Helyi Csoportunk volt a házigazdája. A Munkabizottság beszámolóján és a munkaterv megvitatásán túl, tagtársaink két előadást tartottak és a fiatal szakembereknek levetítették a fentebb már említett KGYV filmet.

Taglétszámunk 1974-ben növekedett. Jelenleg 88 vaskohász és 38 öntő tagunk van. Örvendetes a két szakosztályhoz tartozó tagtársak együttműködése és megértése.

Beszámolója végeztével *Lantos István* megköszönte a KGYV, az Öntödei- és Vaskohászati Szakosztály vezetőinek segítségét és támogatását, illetve az aktív tagtársak odaadó munkáját.

A beszámolót követően vendégeink, az Öntödei Szakosztály részéről *dr. Vörös Árpád*, a szakosztály elnöke, a Vaskohászati Szakosztály részéről *Selmeci Béla* méltatta Helyi Csoportunk munkáját. Jó szerencsét és sok sikert kívántak az új esztendőhöz.

Harmadik napirendi pontként *Mácsay József* előterjesztette az 1975. évi munkatervet, mely a sikeres 1974-es év eseményeire alapozva további szakmai előadások és klubdélutánok, többek között egy nagyobb méretű ívkemence-ankét és egy bulgáriai tanulmányút tervezetét tartalmazza.

A munkaterv előterjesztését élénk vita követte. A tagtársak egyes programpontok korrigálását, illetve új programok felvételét kérték a munkatervbe.

Ezt követően a Helyi Csoport vezetősége jutalomba részesítette az 1974. évben jó munkát végzett tagtársakat.

A szünet után *Csépai Dezső* tagtársunk, a KGYV szaktanácsadója beszámolt az Amerikai Egyesült Államokbeli tanulmányútjának tapasztalatairól, különös tekintettel az oxigénes acélgyártó eljárásokra. Az acélgyártó kemencék fejlődése történetének ismertetése után az előadó részletesen ismertette a Q—BOP és SIP acélgyártó eljárásokat, elemezve az utóbbi eljárás hazai bevezetésének lehetőségeit. A beszámolót élénk vita követte.

Végül *Farkas Sándor* műszaki igazgatóhelyettes, a Helyi Csoport elnöke mindenkinek kellemes ünnepeket és boldog újévet kívánva zárta be a taggyűlést.

Tölgyesi Zoltán

Elnökségi ülés dec. 19-én

A *dr. Dobos György* elnök vezetésével tartott elnökségi ülés először az 1975. évi közgyűlés ügyével foglalkozott és az előterjesztett javaslat alapján úgy határozott, hogy októberben tartjuk és egyidejüleg áttérünk a MTESZ ügyrendjéhez igazodva a 4 éves ciklusra.

Ezután *dr. Kovács Mihály* néhány javaslatot fűzött a legújabb szövegezésben szétküldött alapszabály javaslathoz és felsorolta a még eldöntendő kérdéseket. Ezek ügyében az elnökség döntött és a határozat szerint a véglegesítésre májusban kerül sor.

Éles László az egyesületi érmek és oklevelek ügyében tett előterjesztésének megvitatása után, az elnökség úgy határozott, hogy ezek az alapszabály függelékét fogják képezni és a 40 és 50 éves tagság után esedékes oklevelek ezután rendszeresen adományozásra kerülnek.

Ezután *Moharos Jenő* főtitkár bejelentette, hogy az élő határozatok gyűjteménye elkészült és a titkárságon a szakosztályok vezetőségének rendelkezésére áll.

Ezt követően a tagdíjhátralékok helyzetéről számolt be a főtitkár. Határozat: hosszabb idejű hátralék esetén a jövőben kizárási indítvány helyett „törlés"-sel zárja le ezeket az ügyeket a titkárság.

A lapok eddigi évfolyamának bekötéséhez szükséges összeget a jövő évi költségvetés biztosítani fogja.

Az elnökség hozzájárult az ICSOBA-Bizottság javaslatára *Bányai Bálintnak* Zorkóczy emlékéremmel való kitüntetéséhez.

Ezt követően megtárgyalta az elnökség a kettős MTESZ-tagság ügyét.

Utolsó napirendi pontként *dr. Aba Iván*, a Műszaki Élet szerkesztője terjesztett elő egy indítványt az egyesületi és a bányászat-kohászat szakterületéről szóló híranyagok rendszeres szolgáltatásáról.

Az elnökség úgy határozott, hogy a lapok főszerkesztőinek bevonásával tesz eleget a Műszaki Élet kérésének.

Végül az elnök megköszönte az elnökség tagjainak 1974. évi aktív munkáját. *(ÓÁ)*

Döntés az 1974. évi pályadíjakról és cikkjutalmakról

A Vaskohászati Szakosztály 1974. évre kiírt nívódíj pályázati felhívására az előírt határidőig 9 pályamunka érkezett be. A Bíráló Bizottság a pályázatokat felülvizsgálta és a díjazásra vonatkozó javaslatát a febr. 11-én tartott szakosztályvezetőségi ülés elé terjesztette. Ugyanekkor tett javaslatot a Szerkesztő Bizottsági tagok véleményét is figyelembe véve a lapunk 1974. évi számaiban megjelent „legidőszerűbb témákat kiemelkedően jól feldolgozó cikkek" szerzőinek jutalmazására.

A szakosztály vezetősége mindkét javaslatot egyhangulag elfogadta. Eszerint az alábbi pályázatok, ill. cikkírók nyertek pályadíjat, ill. cikkjutalmat:

5000 Ft-os nívójutalmat kapott:

Dr. Nagy Géza (NME Tüzeléstani Tsz.): *„Kátrány-dolomit tégla gyártásának hazai lehetőségei különös tekintettel az LD-konverterek tűzállóanyag igényére."*

4000 Ft-os nívójutalmat kapott:

Polencsik József (ÓKÜ): *„A folyamatos acélöntőmű termelési feltételeinek elemzése az Ózdi Kohászati Üzemekben."*

3000 Ft-os nívójutalmat kaptak:

Barabás Sándor (KGYV): *„A tolókemencék hűtővizének minimalizálása."*

Gondi Sándor (KGYV): *„Magaskémények a környezetvédelemben."*

1000 Ft-os cikk-jutalmat kaptak:

1. **Dolgos László** (KGMTI): *Az első hazai folyamatos öntőművekkel kapcsolatos tervezési és telepítési tapasztalatok.* Megjel.: 1. sz. 1—10. old.

2. **Hajtó Zsolt** (GTI): *A kristályközi korróziós hajlam megjelenése és eltűnése a nem stabilizált korrózióálló acélokban.* Megjel.: 2. sz. 70—74. old.

3. **Csépai Dezső—Román István** (KGYV): *Néhány korszerű monolitikus tűzálló falazattal szerzett hazai tapasztalat.* Megjel.: 2. sz. 55—61. old.

4. **Könye Zoltánné** (DV): *A 0,3%-nál kisebb C-tartalmú szerkezeti acélok felületi dekarbonizálódásának mechanizmusa 600—980 °C közötti hevítés hatására.* Megjel.: 3. sz. 110—114. old.

5. **Dr. Kisfaludy Antal** (Bánki Donát Gépipari Főiskola): *Nagyszilárdságú patentozott betonfeszítőhuzalok feszültségmentesítése.* Megjel.: 3. sz. 118—123. old.

6. **Dr. Csabalik Gyula** (NME): *A légszennyezés forrásai és csökkentésének lehetőségei az oxigénes acélgyártásban.* Megjel.: 9. sz. 368—372. old.

7. **Filep Gyuláné—Filep Gyula** (OKÜ): *Tűzállóanyagok optimális nedvességtartalmának meghatározása gázáteresztőképességük alapján.* Megjel.: 9. sz. 383—387. old.

8. **Marosváry László—Sebe Bertalan** (LKM): *Az 54 típusú nagyvasúti sín gyártásának bevezetése Diósgyőrben.* Megjel.: 11. sz. 487—494. old.

9. **Takács Sándorné—dr. Tardy Pál—dr. Verő Balázs** (Vaskút): *A csíraképződés lágyacélok újrakristályosodásakor.* Megjel.: 11. sz. 502—506. old.

Néhány életrajzi adat a nívódíjat és cikkjutalmat nyertekről

Barabás Ferenc Sopronban született, 26 éves, 1971-ben szerzett Miskolcon technológus kohómérnöki oklevelet. Azóta Budapesten a Kohászati Gyárépítő Vállalatnál dolgozik, kezdetben az Üzembehelyezési Osztályon, 1973 óta pedig a Kemencetervezési Osztályon működik.

Dr. Csabalik Gyula Hámorban született, 44 éves, 1952-ben Sopronban szerzett vaskohómérnöki oklevelet. Azóta a soproni, ill. a Nehézipari Műszaki Egyetem Vaskohászattani Tanszékén működik, egyetemi docens. Közben 1955—57-ben a Lenin Kohászati Művek Acélművében kutatómérnökként is dolgozott. Számos cikk szerzője, több főiskolai és egyetemi jegyzetet írt az acélgyártásról. 1965-ben műszaki doktori címet szerzett, 1972 óta a műszaki tudományok kandidátusa.

Csépai Dezső Szolnokon született, 50 éves 1946-ban szerzett Sopronban kohómérnöki oklevelet. 1946—57-ig Csepelen a Martin- és Elektroacélműben dolgozott, 1952-től gyárrészlegvezetőként. Ezt követően az LKM-ben és a KGMTI-ben működött acélgyártási szaktanácsadóként, 1966-tól a KGYV műszaki-gazdasági tanácsadója. Számos szakcikke jelent meg lapunkban acélgyártás és kohászati kemencék témaköréből. Több külföldi konferencián tartott előadást.

Dolgos László Gasztonyban született, 43 éves, 1955-ben szerzett a Szovjetunióban, a Szverdlovszki Műegyetemen metallurgus kohómérnöki oklevelet. 1955—1962-ig a Dunai Vasmű Acélművében dolgozott, kezdetben üzemmérnökként, később üzemvezetőként. 1962-től a KGMTI-ben működik, 1964-től az acélgyártási osztály vezetője.

Filep Gyula Debrecenben született, 40 éves, 1970-ben szerzett Veszprémben vegyészmérnöki oklevelet. 1953-tól dolgozik az Ózdi Kohászati Üzemekben. 1970 óta a Technológiai és Kutatási Főosztályon kutató mérnök, 1971-től több szakcikke jelent meg, 1972-ben „Kiváló újító" aranyfokozat kitüntetést kapott.

Filep Gyuláné, Mészáros Erzsébet, Miskolcon született, 28 éves, 1971-ben szerzett Miskolcon technológusi kohómérnöki oklevelet, 1968 óta dolgozik az Ózdi Kohászati Üzemekben, anyagvizsgáló mérnök, a Technológiai és Kutatási Főosztályon. Több szakcikke jelent már meg.

Gondi Sándor Pécsett született, 34 éves, 1971-ben szerzett a Budapesti Műszaki Egyetemen gépészmérnöki oklevelet, 1958—1971 között Csepelen, majd 1971 óta a Kohászati Gyárépítő Vállalat Műszaki osztályán dolgozik, osztályvezető. Több cikke jelent már meg.

Hajtó Zsolt Budapesten született, 25 éves, 1972-ben a Dunaújvárosban a NME Kohó- és Fémipari Főiskolai Karán szerzett metallurgus üzemmérnöki oklevelet. Azóta a Gépipari Technológiai Intézet Hőkezelési osztályán tud. segédmunkatársként dolgozik, és egyidejűleg BudapestiMűszaki Egyetem esti tagozatán vegyészmérnök hallgató.

Dr. Kisfaludy Antal Budapesten született, 39 éves, 1963-ban szerzett Miskolcon kohómérnöki, 1968-ban pedig hőkezelő szakmérnöki oklevelet. 1956—71-ig a Vasipari Kutató Intézet Fémtani osztályán működött, 1971-től a Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskola Mechanikai Technológiai Tanszékén adjunktus, 1967-ben műszaki doktori címet szerzett. Ezideig 22 szakcikke jelent meg és egy anyagvizsgáló berendezésre vonatkozó szabadalmat szerzett.

Könye Zoltánné Dunaharasztiban született, 34 éves, 1973-ban Miskolcon szerzett metallurgus kohómérnöki oklevelet a levelező tagozaton. 1973-ban a Dunai Vasmű Kutatási osztályán, 1974-től a MVAE Fejlesztési Főosztályán működik.

Marosváry László Ózdon született, 57 éves, 1941-ben szerzett Sopronban kohómérnöki oklevelet, 1941—1948-ig az Ózdi Kohászati Üzemek Durva- és Finomhengerművében dolgozott üzemmérnökként, 1948-tól a Lenin Kohászati Művek Hengerművében üzemvezető, majd gyáregységi főmérnök, 1969-től gyáregységvezető. 1954-től 5 szakcikke jelent meg, több előadást tartott külföldi nemzetközi konferenciákon.

Dr. Nagy Géza Aszalóban született, 29 éves, 1969-ben szerzett Miskolcon metallurgus öntőtagozatos kohómérnöki oklevelet. 1969—70-ig Győrben, a Magyar Vagon- és Gépgyár öntödéjében dolgozott, 1970-től a NME Tüzeléstani Tanszékén tanársegéd, 1974-ben műszaki doktori címet szerzett. Nemzetközi konferenciákon több előadást tartott, két szakcikke jelent meg, és négyízben nyert ez ideig pályadíjat a NME-en, illetve Egyesületünknél.

Polencsik József Ózdon született, 34 éves, 1966-ban szerzett Miskolcon metallurgus kohómérnöki, majd ugyanott 1973-ban kohóipari gazdasági mérnöki oklevelet. 1966 óta az Ózdi Kohászati Üzemekben dolgozik, 1973-ig a Nagyolvasztóműben, 1973-tól az Acélműben, 1974-től a Folyamatos öntőműben üzemvezető. Több szakcikke jelent már meg.

Román István Budapesten született, 32 éves, 1966-ban Miskolcon szerzett metallurgus-kohómérnök oklevelet. 1966-tól a Kohászati Gyárépítő Vállalatnál dolgozik. Ezideig két szakcikke jelent meg. A korszerű tűzálló anyagokról előadást tartott külföldi nemzetközi konferencián. Jelenleg a BME Gazdasági Szakán végez gazdasági-mérnöki tanulmányokat.

Sebe Bertalan Mezőkövesden született, 52 éves, 1959-ben Miskolcon szerzett technológus kohómérnöki oklevelet, 1938 óta dolgozik a Lenin Kohászati Művek Hengerművében, kezdetben hengerészként, majd üzemvezetőként, 1960-tól a Műszaki osztály vezetője. Ezideig két szakcikke jelent meg.

Takács Sándorné Budapesten született, 30 éves, 1969-ben technikusi, 1973-ban Dunaújvárosban metallurgus üzemmérnöki oklevelet szerzett. 1973 óta a Vasipari Kutató Intézet Fémtani osztályán tudományos segédmunkatársként dolgozik.

Dr. Tardy Pál Budapesten született, 35 éves, 1964-ben szerzett Miskolcon kohómérnöki oklevelet, 1968-ban műszaki doktori címet nyert. 1964 óta dolgozik a Vasipari Kutató Intézet Fémtani Osztályán tud. főmunkatársként. 1974 óta az Elektronmikroszkópos csoport vezetője. Több cikket írt, és előadásokat is tartott külföldi nemzetközi konferenciákon. Egyesületünk Vaskohászati Szakosztályának több ciklus óta titkára.

Dr. Verő Balázs Sopronban született, 30 éves, 1967-ben szerzett Miskolcon kohómérnöki oklevelet, 1972-ben műszaki doktori címet nyert. 1967 óta a Vasipari Kutató Intézet Fémtani osztályán dolgozik, tud. főmunkatárs, a Metallográfiai Laboratórium vezetője. Több szakcikke jelent meg. (OA)

Műszaki és gazdasági hírek

A nyugatnémet Beuteler cég 220 et/év kapacitású mini acélművet helyezett üzembe Lingen/Ems térségében. Az 1974. április 4-én üzembehelyezett ívkemencét, melyben 75 tonnás adagokat olvasztanak, rövidesen egy második egység építése követi.

A Beuteler csoport elsősorban az autó- és hidraulikus ipar számára gyárt csöveket és félkészárut. (HW)

Handelsblatt, 1974. 81. sz.

*

Toulon-ban befejezés alatt áll a beruházás, amely 60 tonnás elektrokemencéből, folyamatos öntőműből, két rúdacél hengersorból és egy dróthúzóműből áll (üzemi kapacitás 200 et/év). A svájci Monteforno csoporthoz tartozó Sudacier vállalat által kezdeményezett munkák 1974-ben fejeződnek be.

Monteronban 1975-re tervezett indulással épül 60 tonnás elektrokemencéből, folyamatos öntőműből és betonköracél hengerműből álló miniacélmű (150 et/év) a Société des aciéries de Montereau (SAM) (Société métallurgiques de Normandie és Korf Stahl AG) gondozásában.

Tervezés alatt állnak:

Strassbourg-ban a Monteforno 200 et/év kapacitású üzemet, Oltmarsheim-ben a Korf és a Von Moss (Luzern) közös vállalat (RFA) 500 et/év acélművet tervez.

Bordeaux—Toulouse környékén az Usinor — Otto Lazar egyesülés tervez 160 et/év kapacitású üzemet (a Porcheville-i üzemhez hasonlót) köracél- és könnyűprofilhengersorral.

Rouen-ban a város felső és alsó részében van tervbe véve egy-egy 200 et/év köracél, illetve 300/400 et/év szalagacél kapacitású a svájci Ferrovolens érdekeltség kezdeményezésére.

A Companies francaise des ferailles és a PUK (Pechinay) a Bonniéres-i üzemhez hasonló gyárat kívánnak létesíteni (80 et/év) Nantes-Paimboeuf környékén, hengermű nélkül. (HW)

L'Usine Nouvelle, 1974. 28. sz.

*

Néhány adat a francia miniacélművekről

Franciaországban is számos miniacélmű üzemel, másokat most építenek, vagy terveznek.

Saint-Etienne-ben 80 tonnás elektrokemencével (140 et/év) termel 1973 óta a Creusot-Loire fióküzeme különleges acélfajtákat Marais-i üzeme számára.

Az Iton-Seine (Usines metallurgiques de Saint-Eloi et Compagnie francaise des ferrailles) vállalat 45 tonnás kemencéje (80 et/év) folyamatos öntőberendezést szolgál ki 1973 óta Bonniéres-sur-Seire-ben.

Thionville-ben az USINOR épített fel 60 tonnás elektrokemencét (200 et/év) 1973-ban, hogy gyártmányválasztékát javítsa.

Porcheville-ben építés alatt áll egy 60 tonnás elektrokemence, folyamatos acélöntőmű és betonacél-hengersor (160 et/év), melyet az Alpa társaság (Usinor és Otto Lazar) ruház be. Az elektroacélmű és a folyamatos öntőmű már termel napi 4—5 öntés ütemben. A hengermű indítását augusztusra tervezték. (HW)

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezetők: GARAY LÁSZLÓ, KOLOSY ERNŐ

Folyamatosan öntött automata sárgaréz ólomeloszlása

MADARÁSZ BÉLÁNÉ SIPOS DOMOKOS okl. kohómérnökök
Csepeli Fémmű

DK: 669.35'5'—147

A folyamatos öntőberendezéseken gyártott öntött anyag kristályszerkezete — az intenzív hűtés és gyors megdermedés következtében — eltér a hagyományosan öntött anyagétól. A cikk ismerteti az ólommal ötvözött sárgaréz kristályosodásának jellemzőit, valamint összefüggést állapít meg az öntési sebesség és ólomeloszlás jellege között.

Bevezetés

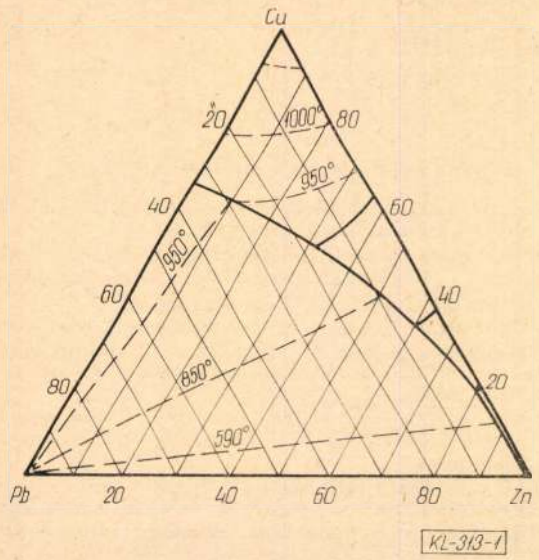
Sárgaréz tuskógyártás területén a folyamatos öntési technológia napjainkban kezd térthódítani, ezért kevés ismeretanyag áll rendelkezésre az elméleti és gyakorlati kérdések megoldásához.

A sárgaréz ötvözetek egyik csoportját alkotják az 1—3% ólmot tartalmazó réz-cink ötvözetek (automata sárgaréz), amelyek forgácsolással történő megmunkálhatóságát az ólomtartalom lényegesen javítja. Az ólom a sárgarézben szilárd állapotban gyakorlatilag nem oldódik, ezért lehűlés közben külön fázist alkotva kiválik és a rézkristályok szemcsehatárain helyezkedik el. Fontos számunkra megtudni, hogy az ólommal ötvözött sárgaréz tuskó inhomogenitása milyen jellegű és mértékű, valamint azt, hogy a folyamatos öntés paramétereinek kellő megválasztásával hogyan tudjuk befolyásolni az ólom dúsulását.

Irodalmi áttekintés [2—5]

Dúsulási jelenségek

A réz-cink-ólom ötvözetekben lehűlés közben az ólom gömbszemcsék alakjában kiválik, anyaga



1. ábra. A Cu—Zn—Pb háromalkotós ötvözetek egyensúlyi állapotábrája

0,058% rezet és 0,04% Zn-t tartalmazó ternér eutektikum. A Cu-Zn-Pb ötvözetek egyensúlyi diagramját az *1. ábra* szemlélteti.

A sárgarezet itt homogén anyagként tárgyaljuk, az ólom ennek ötvözőjeként szerepel.

A lehűlés közben kivált ólomcseppek igen hajlamosak a dúsulásra. A dúsulásnak két alapvető oka van:

— az ólom és a sárgaréz közötti fajsúlykülönbség ($\gamma_{Pb} = 11{,}34$ kp/dm^3; $\gamma_{Cu} = 8{,}93$ kp/dm^3; $\gamma_{Zn} = 7{,}13$ kp/dm^3; $\gamma_{SrA58} = 8{,}15$ kp/m^3)
— az ólom és a sárgaréz olvadáspontja közötti hőmérséklet különbség (O.p.$_{Pb} = 327$ °C; O.p.$_{Sr58} = 908$ °C)

Az ötvözet megdermedéséhez bizonyos időre van szükség, a tuskó összetétele hosszirányban változik. Ezt a jelenséget fajsúly szerinti dúsulásnak nevezzük [1].

Folyamatos öntésnél a fajsúly szerinti dúsulás nem tud kifejlődni, mert

— az anyag hűtése igen intenzív
— egy adott időpillanatban csak kismennyiségű olvadt fém van a tuskó felső szakaszában
— a dermedés alulról felfelé irányított és az öntési sebességnek megfelelően egyenletes.

Az öntött szál mentén kialakuló kismértékű ólomdúsulás, a pihentető kemencében létrejövő fajsúly szerinti különválásra vezethető vissza.

Nagyobb jelentőségű az ólomtartalmú sárgarezek folyamatos öntésénél a kristályon belüli dúsulás (dendritközi dúsulás).

A kristályon belüli dúsulás magyarázata az, hogy az ötvözet dermedése kezdetén magasabb olvadáspontú szilárd oldatot képező réz-cink kristályok, illetve dendrittengelyek válnak ki, amelyre a dermedés folyamán egyre alacsonyabb olvadáspontú részek rétegződnek. A kristályok határain, illetve a dendritágak között a legalacsonyabb olvadáspontú alkotórész helyezkedik el [3]. A kristályon belüli dúsulás az öntött tuskó térfogatában bizonyos törvényeszerű eloszlást mutat. Ha a könnyen olvadó ötvöző a tuskó belső zónáit dúsítja, akkor normális (közvetlen) dúsulásról, ha pedig a tuskó felületi zónáit dúsítja, akkor fordított dúsulásról beszélünk.

Normális és fordított dúsulást kiváltó tényezők

Folyamatos öntés során az olvadék dermedése oldalról középfelé, illetve alulról felfelé történik. A tuskó kerületén sugárirányú magasabb olvadáspontú kristályok válnak ki, a visszamaradó

olvadt rész az alacsony olvadáspontú ólomalkotóban dúsul. A szilárd részek (dendritek) ugyanakkor a lehűlés következtében zsugorodnak. Ez a térfogatcsökkenés a még olvadt részre szívó hatással van, tehát a kristályközöket és a dendritek közötti teret ólomban dús olvadék fogja kitölteni.

A dúsulás normális vagy fordított megjelenésének egyik fő előidézője a kristályosodás folyamán visszamaradó alacsony olvadáspontú olvadék mennyisége. Ha az ötvözőkben dús olvadék nagyobb mennyiségben keletkezik, mint a zsugorodási üregek térfogata, akkor a kiváló ötvöző a tuskó tengelyében dúsul, normális dúsulás figyelhető meg. A zsugorodási üregek térfogatánál kisebb mennyiségű ötvözőben dús olvadék esetében viszont egyrészt a megszilárdult kerületi réteg térfogatcsökkenése miatti szívóhatásra, másrészt a még olvadt fémoszlop metallosztatikus nyomására, az ötvöző anyagban dúsult olvadék a kerületi dendritek közötti térbe nyomódik. Mivel a tuskó tengelyében levő szívódási üreg kitöltésére már nem elegendő, azt az utánfolyó közepes összetételű fémolvadék fogja kitölteni [2].

A dúsulás kifejlődésében lényeges szerepet játszik a dermedési sebesség. A mechanikai keverékeket alkotó ötvözetek a hűtés lassításánál normális dúsulást mutatnak.

A tuskó oldalfelülete hűlési sebességének növekedése arányában a normális dúsulást fordított fogja felváltani.

A fordított dúsulást kísérő jelenségek

A fordított dúsulást gyakran folt megjelenése kíséri. Ólommal ötvözött sárgaréz esetén a folt a tuskó felületén erősen fénylő cinkben dús rész, amelynek megjelenése a folyamatos öntés sajátosságaiból fakad. A magas hőmérsékletű olvadt fém a vízhűtéses kokilla falával érintkezve hirtelen megdermed és lefelé haladva kristályosodik.

A tuskó felülete rétegeiben a magasabb olvadáspontú komponens kristályai már szilárd állapotban vannak, de a dendritágak között még folyékony fém van bezárva. Ha a további lehűlés közben a szilárd fém térfogata nagyobb mértékben csökken, mint a folyékony fémé, akkor a folyékony fémre nyomás hat. Ennek következtében a folyékony fém a dendritek közötti hézagokon keresztül a felszínre nyomódik kisebb, nagyobb cseppek formájában.

A cseppképződés feltétele matematikailag kifejezve:

$$K_{foly}(t_1 - t_2) + V_{kn} < K_{szil}(t_3 - t_4) \qquad (1)$$

ahol K_{foly} a folyékony fázis térfogati hőtágulási tényezője,

K_{szil} a szilárd fázis térfogati hőtágulási tényezője,

t_1 a folyékony fázis hőmérséklete a vizsgált periódus kezdetén,

t_2 a folyékony fázis hőmérséklete a periódus végén,

t_3 a szilárd fázis hőmérséklete a periódus elején,

t_4 a szilárd fázis hőmérséklete a periódus végén,

V_{kn} ugyanezen időközben kikristályosodott ötvözet térfogata

Minél intezívebb a hűtés, annál nagyobb az (1) egyenletben szereplő egyenlőtlenség mértéke és fokozódik a tuskó felületén a cseppkiválás. A tuskóból kinyomódó alacsonyabb olvadáspontú foltot a kokilla szétlapíthatja. Ha cinkben dús fázis (amelynek összetétele elemzések szerint 90% Zn, 10% Cu — függetlenül a sárgaréz összetételétől) akkor nyomódik ki a tuskó palástjára, amikor a tuskó már jelentősen összezsugorodott, úgy a kokilla nem tudja szétlapítani és a palláston lecsorog, vagy cseppek formájában marad a tuskón.

A kísérletek leírása

Az ólommal ötvözött sárgaréz folyamatos öntésének vizsgálatát a *Csepeli Fémmű Finomkohászati Öntöde I.* üzemében végeztük. A vizsgált anyag minősége SrA58 (MSZ 770/1) volt.

Az öntőberendezés ismertetése

Az ólmos sárgarezet mintegy évi 8000 t mennyiségben függőleges elrendezésű folyamatos öntőgépen öntik (angol *Albert-Mann* cég gyártmánya). Az öntés pihentető kemencéből történik, amelynek a hőmérsékletét automatikusan szabályozzák. A csatornás indukciós kemence (a *Birlec*-cég gyártmánya) kézi vezérléssel hidraulikusan billenthető. Az olvadt fém az elosztóvályún és egy grafitdugós szabályozóval ellátott ún. öntőcsövön átfolyva jut a vízhűtéses kokillába, amely alaplappal együtt vibrátorasztalra van felszerelve. A kokillába ömlő fém a közvetett és a közvetlen vízhűtés hatására teljesen megdermed. A kokilla ± 2 mm amplitúdójú, a kokillák irányába adott rezgésszámmal mozog, ami a fémnek a kokillához való tapadását megakadályozza.

A tuskó lehúzását hidraulikus meghajtású vonógörgők végzik. A tuskók vágása vízszintes irányban előrehaladó körfűrésszel történik, amelynek mozgása a tuskóéval azonos sebességű. A megfelelő hosszúra levágott tuskót buktatószerkezet továbbítja a leszedő görgősorra, majd a gurítóasztalra.

Az öntőgép automatikus vezérlésű, egyes részei hidraulikus működtetésűek.

Az öntés során változtathatóak az öntési paraméterek, az öntési hőmérséklet, az öntési sebesség, a hűtővíz mennyisége és a vibráció mértéke.

Olvasztás

A betét összeállítása az alábbi volt:

Finomhorgany	139 kg
Ólom	11 kg
Sárgaréz tűforgács	450 kg
SrA58 hulladék	500 kg
Sr72 hulladék	430 kg

Az anyag olvasztása 2,5 tonnás ILK típusú indukciós, ikercsatornás kemencében történt.

A kemence befogadóképessége max. 8 t,
olvasztó teljesítménye 2,5 t/ó,
villamos teljesítménye 425 kW.

Beolvadás és kellő hőmérsékletre történő hevítés után a fémet üstbe csapolják, majd ebből az öntőgép pihentető kemencéjébe öntik.

A pihentető kemencében a fémet megfelelő hőmérsékleten tartják és a kemence buktatásával folyamatosan öntik elosztón keresztül a kokillába, ahol a fém megszilárdul. A pihentető kemence befogadóképessége 5 t, villamos teljesítménye 150 kW.

Öntés

Kísérleteink során a fémet ∅220 mm átmérőjű tuskóvá öntötték. Öntési hőmérséklet 1040 °C volt.

A fém hőmérsékletét állandó értéken tartottuk, ezáltal kiküszöböltük az öntési hőmérsékletváltozás befolyását a tuskó szövetszerkezetének kialakulására.

A dúsulás folyamatainál igen jelentős szerepe van a dermedési sebességnek. Esetünkben a dermedési sebességet az öntési sebességgel szabályoztuk. Az öntési sebességet a következő fokozatokban változtattuk:

$v_1 = 140$ mm/p
$v_2 = 170$ mm/p
$v_3 = 190$ mm/p
$v_4 = 200$ mm/p
$v_5 = 220$ mm/p
$v_6 = 250$ mm/p

Az öntés folyamán a hűtővíz mennyisége állandóan $Q = 450$ l/p volt, ezáltal kiküszöböltük a hűtővíz mennyiségének mint paraméternek befolyását a dermedési viszonyokra.

A kokilla függőleges irányú vibrációját ugyancsak állandó értéken tartottuk: $f = 80$/perc.

Próbavétel

A különböző sebességgel öntött tuskóból szeletet vettünk anyagvizsgálat céljára. A szeletekről makro és mikro szövetvizsgálat és vegyvizsgálat készült.

A 200 mm/p sebességgel öntött tuskókból 5 órán keresztül óránként vágtunk szeletet az összetételi változások vizsgálatára a tuskó hossza mentén.

A próbákat a következő jelekkel láttuk el:

Jel	Öntési sebesség
1	140 mm/perc
2	250 mm/perc
3	170 mm/perc
4	190 mm/perc
21/1	220 mm/perc
21/2	200 mm/perc
21/3	200 mm/perc
21/4	200 mm/perc
21/5	200 mm/perc
21/6	200 mm/perc

A vizsgálatok értékelése

Vegyvizsgálat

Az *1. táblázat* a különböző adagokból vett próbák kémiai összetételét tartalmazza.

Az ólom és rézmennyiség meghatározása röntgenfluoreszcens kvantométerrel, a Pb-eloszlás és a szennyezők kémiai elemzése Q_{24} Spektrográffal történt. Az egyes alkotók mennyiségét a fotólemezre felvett színképvonalak feketedésének mértékéből határozzuk meg.

Az elegyösszetétel minden adagnál azonos volt, így az egyes adagokból öntött tuskók összetételénél lényeges eltérés nem adódott. Mivel az adagokat forgácsból és hulladékból állították össze, teljesen azonos összetételt nem lehetett biztosítani.

Tudva, hogy az ólom igen hajlamos a sárgarézben kristályközi dúsulásra, ezért a próbák ólomeloszlását részletesen kielemeztük.

A 220 mm átmérőjű szeletek két egymásra merőleges átlója mentén 15—20 mm-es távolságban ólomelemzést végeztünk.

Az áttekinthetőség kedvéért az elemzési értékeket keresztmetszetben tüntettük fel *(2. ábra)*.

A 140 és a 170 mm/perc sebességgel öntött tuskókból vett szeletek ólomeloszlásának jellege mindkét esetben azonos *(2a ábra)*. A tuskó külső rétegei az átlagos értéknél kevesebb ólmot tartalmaznak (1,7—1,9%), majd a központ felé haladva az ólomtartalom értéke nő, középen erős dúsulás figyelhető meg (2,9—3,1%). Megjegyezzük, hogy az ólomeloszlás nem centrálszimmetrikus, bizonyos eltolódás figyelhető meg. Ennek elsődleges oka, amint ezt előzetes vizsgálatokkal megállapítottuk, hűtési aszimmetria. Ilyen kismértékű összetételi aszimmetriának a tuskó minősége szempontjából nincs jelentősége.

A 190, illetve a 200 mm/perc sebességgel öntött tuskó ólomeloszlása hasonló jellegű *(2b. ábra)*. Ezekben a legegyenletesebb az alacsony olvadáspontú ötvöző eloszlása. Mindkét esetben találhatunk kb. a sugár felénél húzódó ólomban dúsabb körgyűrű részt. A 190 mm/perc sebességgel öntött tuskónál a peremrészen ólomban szegényebb ötvözet helyezkedik el. Méréseink szerint ez az öntési sebesség, amelynél a jelen öntési körülmények között a normális dúsulást fordított dúsulás váltja fel. Ezt igazolja a sebesség további növelése során kialakult eloszlás is. A 220 mm/perc sebességgel öntött tuskó kismértékű fordított dúsulást mutat, amely a 250 mm/perc sebességgel öntött tuskónál fokozódik *(2c ábra)*.

Az öt órán keresztül azonos sebességgel öntött tuskóknál fajsúly szerinti dúsulást nem figyeltünk meg.

Mettallográfiai vizsgálat

Makroszövet vizsgálat

A különböző sebességgel öntött tuskókon makroszövet vizsgálatot végeztünk. A tuskókból szeleteket vágtunk, ezeket leesztergáltuk és megcsiszoltuk. A makroszövetet maratlanul és 30%-os ammóniumperszulfátos oldatban való maratás után vizsgáltuk meg. Az ötvözet szövete homogén poligonális kristályokból épül fel, csupán a kerület mentén látható finom középpont felé irányuló kristálykoszorú. Az anyag heterogén finomszemcsés szerkezet miatt nehezen maródik.

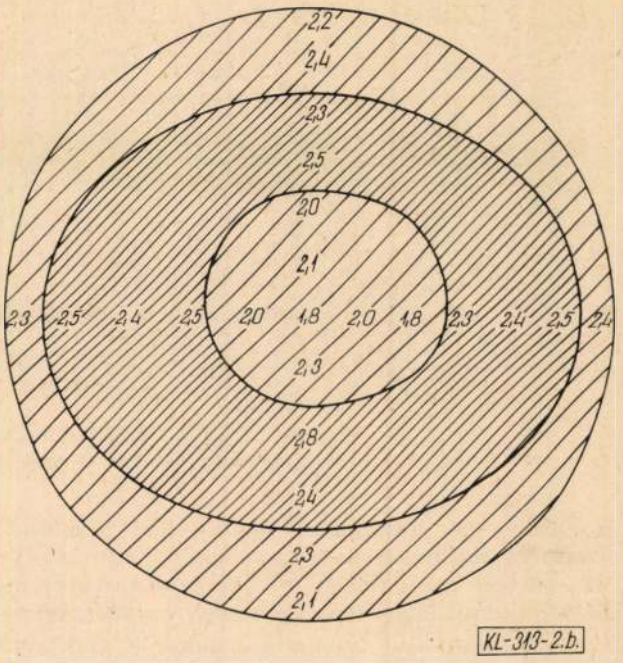
Mikroszövet vizsgálat

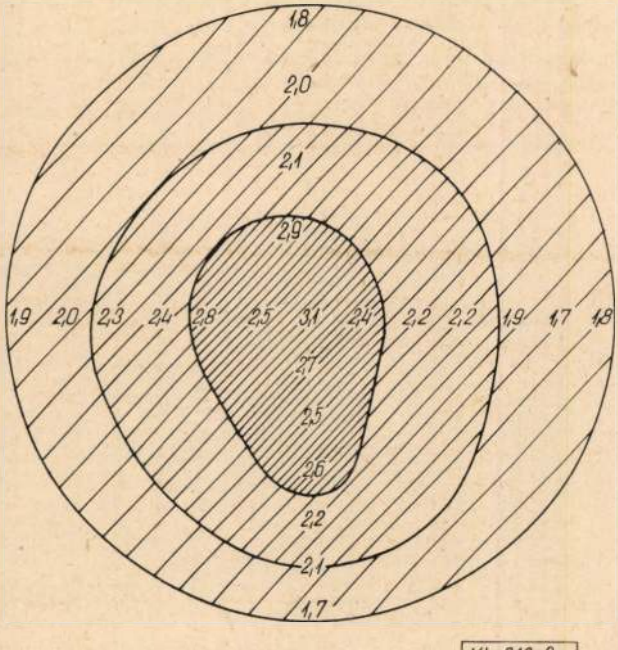
Mikroszövet vizsgálatkor a körszelvényű tuskószelet egyik átlója mentén sávot vágtunk ki és feldaraboltuk mikroszövet vizsgálathoz. Az ólomeloszlást maratlan próbán, a mikroszövetet az α ill. β fázisok jól láthatósága érdekében, sósavas ferriklorid oldatban történő maratás után vizsgáltuk meg.

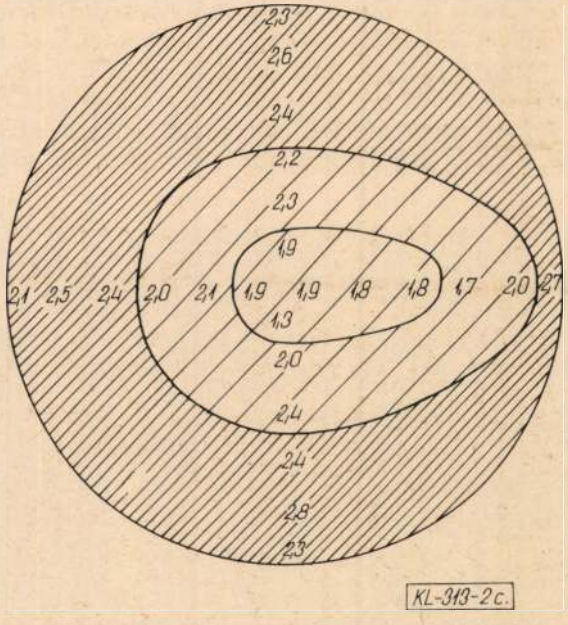
Mint már említettük az ólom sem a rézben, sem a cinkben, sem azok ötvözetében gyakorlatilag nem oldódik, dermedés közben külön fázis alkotva kiválik. A fémolvadékból lehűlés közben a likvidus görbe hőmérsékletének elérésekor szilárd β-fázisú rézkristályok válnak ki, miközben az olvadék ólomban dúsul. További hűlés közben $\beta + \text{olv} \rightarrow \beta + \text{Pb}$ monotektikus folyamat játszódik le, miközben az ólom folyékony állapotban kiválik, s végül 327 °C-on az ólom is megszilárdul a kristályhatárok mentén, ill. dendritágak között elszórtan [3].

A mikroszövet vizsgálat kiértékelésénél ki kell térnünk a rézkristályok közé beépülő ólomfázis alakját meghatározó tényezőkre.

Azt, hogy a két fázis nedvesíti vagy nem nedvesíti egymást, függ a két érintkező fázis felületi feszültségétől [4]. Szélső esettel állunk szemben ak-





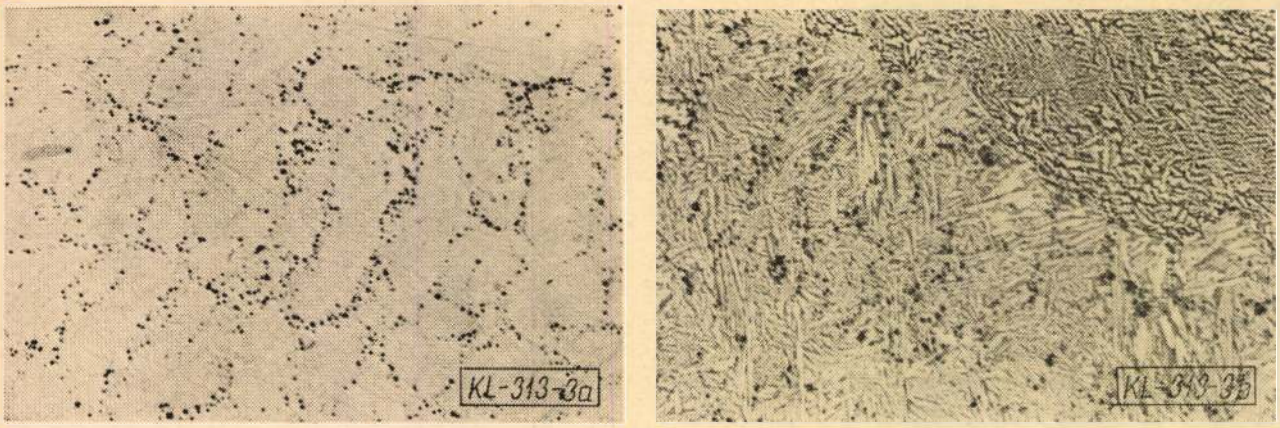


2. ábra. Különböző öntési sebességgel öntött 220 mm átmérőjű tuskók ólomeloszlása
a 170 mm/perc, *b* 200 mm/perc, *c* 250 mm/perc

1. táblázat

Egyes adagok vegyi összetétele

Anyagminőség	Próbaszám	Összetétel, %										
		Cu	Pb	Zn	Mn	Sn	Sb	As	Fe	Ni	Bi	Al
SrA58	1	58,9	2,2	R	0,1	0,17	0,005	0,01	0,45	0,04	0,001	0,02
SrA58	2	59,0	2,1	R	0,1	0,17	0,005	0,01	0,45	0,04	0,001	0,02
SrA58	3	58,8	2,1	R	0,1	0,18	0,005	0,01	0,45	0,04	0,001	0,02
SrA58	21/6	58,5	2,0	R	0,1	0,19	0,005	0,01	0,40	0,04	0,001	0,02



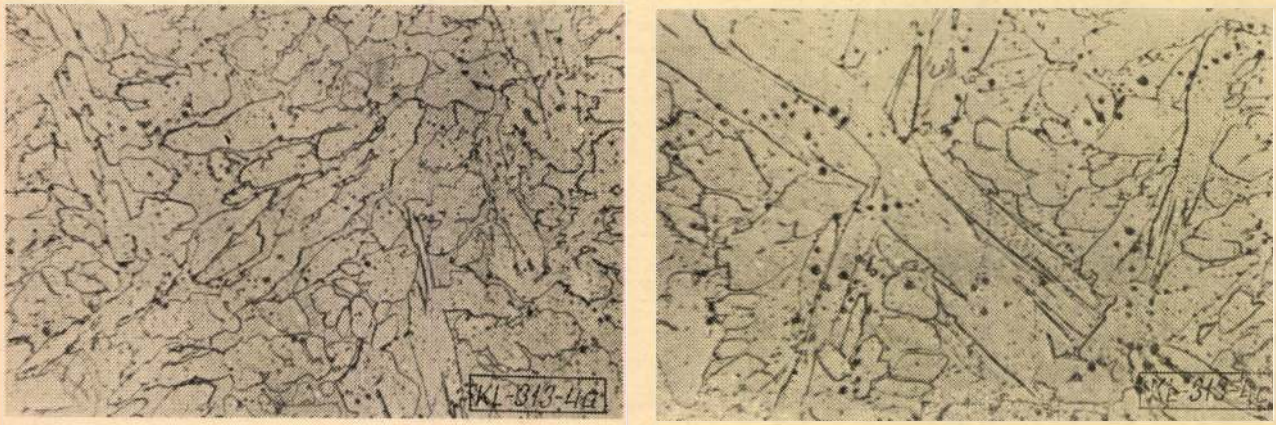
3. ábra. A 2,1% Pb-t tartalmazó tuskó ólomeloszlása és szövetszerkezete
a ólomeloszlás (maratlan, N = 100 ×), *b* szövetszerkezet (maratott, N = 100 ×)

kor, ha a két különnemű fázis felületi feszültség vektorai által bezárt szög nagysága $\Theta = 180°$. Ebben az esetben az alacsony olvadáspontú folyékony fázis a szilárd fázist nem nedvesíti, vagyis a kristályok határán kisebb-nagyobb gömbök alakjában helyezkedik el. A másik szélső eset, ha a $\Theta = 0°$, az olvadt fázis a szilárd halmazállapotú részek felületén szétterül, s még igen csekély likvidum esetén is hártyaként vonja be a kristályok felületét. A réz-ólom ötvözet a két szélső érték között foglal helyet, s hogy az ólomfázis milyen alakot vesz fel, függ a két elem mennyiségi arányától, és az egyéb ötvözők minőségétől és mennyiségétől [5].

Ahhoz, hogy az ólom összefüggő felületet alkosson, a kristályok határain 35% ólomnak kell jelenlenni. Az ötvözőket vizsgálva a cink például növeli a Θ lapszög értékét, vagyis az ólomszemcsék egyre domborúbbá válnak, s 10% cink elég ahhoz, hogy az összefüggő olvadék hártyát elszórt szemcsék váltsák fel. Ezzel szemben a 99% Cu + 0,25% Pb ötvözethez elegendő 0,75% bizmutot ötvözni ahhoz, hogy a rézszemcséket összefüggő ólomhártya borítsa. Hasonló hatást vált ki az ezüst, nikkel és a kén [5].

Az SrA58-as anyagnál mérések szerint a Θ lapszög 110°, tehát az ólom apró elszórt szemcsék alakjában épül be a dendritágak, illetve kristályok határai közé *(3. ábra)*.

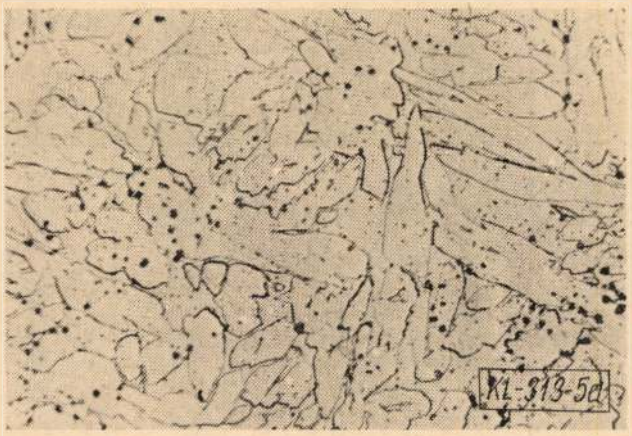
A mikroszövet vizsgálat alátámasztja a vegyvizsgálat kiértékelésénél tett megállapításokat az

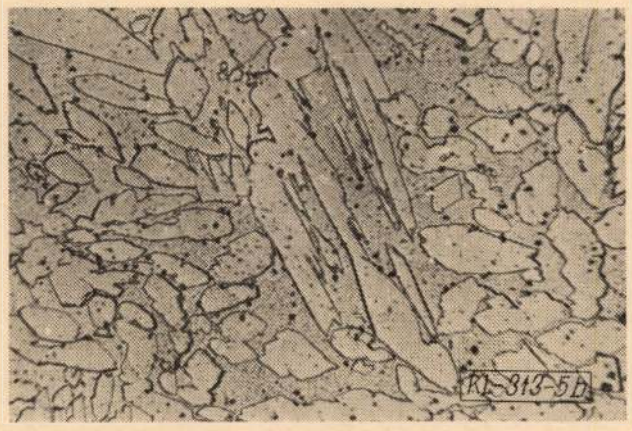


4. ábra. 250 mm/perc sebességgel öntött tuskó szövetszerkezete (maratott, N = 250 ×)
a tuskó szélén, *b* a széltől 10 mm távolságban, *c* a tuskó közepén

ólomeloszlás — öntési sebesség összefüggésére. A *4. ábrán* jól látható, hogy a 250 mm/perc sebességgel öntött tuskó keresztmetszetében a tuskó legszélén ólomzárványok alig találhatók *(4a ábra)*. A tuskó szélétől 10 mm-re a zárványok mérete és mennyisége ugrásszerűen megnő *(4b* ábra*)*, közép felé haladva ismét kevesebb a zárvány *(4c ábra)*.

A kristályok mérete a tuskó keresztmetszetében nem mutat jelentős különbséget, amely a folyamatos öntéssel biztosított egyenletes lehűlésre utal.

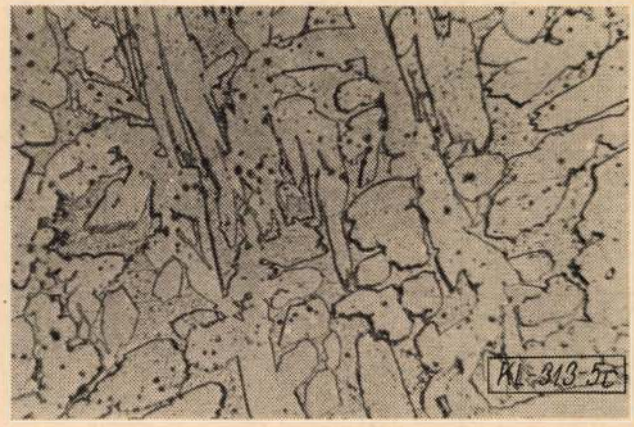




A 200 mm/p sebességgel öntött tuskó ólomeloszlása egyenletesnek mondható *(5. ábra)*. A tuskó széle és közepe azonos eloszlást mutat *(5a, 5c, ábra)*, a közötte levő rész egészen kismértékű dúsulás állapítható meg *(5b ábra)*.

Következtetések

Ólomtartalmú sárgaréz folyamatos öntésének vizsgálata alapján megállapítottuk, hogy a tuskó keresztmetszetében az ólomeloszlás szoros összefüggésben áll az öntési sebességgel (dermedési sebességgel). Minden adott berendezés esetén található egy olyan optimális öntési sebesség, amikor a tuskó keresztmetszetében az ólomeloszlás közel egyenletes. Az általunk vizsgált öntőberendezésen ez az érték 190—200 mm/perc, amikor a normális dúsulást fordított váltja fel, amely az öntési sebesség növelésével fokozódik.



5. ábra. 200 mm/perc sebességgel öntött tuskó szövetszerkezete (maratott, N = 250 ×)
a a tuskó szélén, *b* a széltől 40 mm távolságban, *c* a tuskó közepén

Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy az ólom dúsulás és a felületi foltosodás nincs szoros összefüggésben. A kivált foltok ólomtartalma ugyanis az ötvözet átlagos összetételének megfelelő, míg cinktartalma 90%. Ezen probléma tisztázása további vizsgálatot igényel.

IRODALOM

[1] *Malcev—Barszukova:* Színesfémek és ötvözetek metallográfiája 1960.
[2] *Gorskov:* Színesfém tuskóöntészet I—II. 1956.
[3] *Verő József:* Általános metallográfia I. 1962.
[4] *Szkoda, F.:* Ksztalt miskotopliwej fazy w dwufazowym stopie na prizykledzie stopu miedzolow 1970. Poznan.
[5] *Smith, S.:* Metallurgical Review 1964. Nr. 9.

A gallium koncentrációjának vizsgálata a Bayer-technológiában

Dr. SOMOSI ISTVÁN okl. vegyész — PÁLOVITS PÁLNÉ okl. vegyészmérnök
Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó

DK: 669.712.111.1 : 669.871

A szerzők laboratóriumi kísérletekre, illetve üzemi mérésekre támaszkodva vizsgálják a gallium beoldódását, változását és az egyensúlyi koncentráció kialakulását a Bayer-körfolyamatban.

Megállapítják, hogy a bauxit galliumtartalmának mintegy 60—70%-a a feltáráskor beoldódik. Fémként viszont ennek csak egy része nyerhető ki, mivel a gallium nagyobb hányada kikeveréskor az alumínium-hidroxiddal együtt kiválik.

Az utóbbi években az elektronika és a hozzá kapcsolódó félvezető ipar intenzív fejlődése tapasztalható. E félvezetők gyártásánál a gallium, mint alapanyag, rendkívül jelentős szerepet játszik. A felhasználók a galliummal szemben mind nagyobb mennyiségi és minőségi igényeket támasztanak.

A gallium ipari előállítása főleg timföldgyári aluminátlúgok közvetlen elektrolízisén, illetve cementálásán alapul.

A termelés intenzív fejlesztési koncepciója szükségszerűleg vonja maga után a gallium beoldódás — változás és — kiválás mértékének tisztázását a *Bayer*-technológián belül, ezáltal a kinyerhető gal-

lium mennyiségének megállapítását annál is inkább, mivel mindezek irodalmi közlésekből nem ismertek, illetve nem egyértelműek.

A gallium vizsgálata

A témával kapcsolatos kutatás érzékeny analitikai módszer alkalmazását igényelte.

A gallium kis koncentrációja, valamint a sok zavaró elem miatt oldószeres dúsítással kombinált fotometrikus vizsgálati módszert dolgoztunk ki. A módszer alkalmas a különböző timföldgyári anyagok (bauxit, vörösiszap, alumínium-hidroxid, szódasó, vanádiumsó, aluminátlúg, mosóvíz) gallium tartalmának meghatározására néhány mg/l ill. $10^{-3}-10^{-4}$ %-os koncentrációban.

A vizsgálat alkalmazott körülmények, között a gallium malachitzölddel erősen savas közegben kékes-zöld komplexet képez, amely benzollal extrahálható. A kedvező savkoncentráció 6,0—6,5 n HCl. Az extinkciós maximum 635 nm-nél van. A koncentráció-extinkció görbe 0,06—1,0 μg gallium/ml benzol intervallumban egyenes.

A módszerrel kapott vizsgálati eredmények középértéktől való átlagos relatív eltérése ± 10%, ami 10^{-3} % nagyságrendű szennyezők vizsgálatánál kimondottan jónak mondható [1].

A gallium koncentrációjának változása a Bayer-eljárás technológiai körfolyamatában

A bauxit gallium tartalmának, valamint a gallium beoldódás és változás mértékének megállapítására anyagmérleg jellegű felmérést végeztünk mindkét ajkai timföldgyártban, kiterjesztve a vizsgálatokat a rendszer teljes körfolyamatára. *(1—4. táblázat).*

A Halimba-Nyirád térségben levő bányák bauxitjának gallium tartalma közel azonos, mintegy 0,004—0,005% között ingadozik. A felhasznált bauxit gallium tartalma tehát gyakorlatilag független a bányahelyektől és értéke állandónak tekinthető.

Irodalmi közlések alapján, a Bayer-technológia feltárási körülményei között a bauxit gallium tartalmának mintegy 60—70%-a az aluminátlúgban oldódik [2].

Az anyagmérleg adataiból megállapítható, hogy a beoldódás mértéke, a vizsgálat időszakában, az irodalmi adatokkal megegyezően átlagosan 67% volt.

A gallium-hidroxid savasabb jellegű az alumíniumhidroxidnál. A nagyobb stabilitás miatt a kikeverés alatt a gallium az aluminátlúgban feldúsul mindaddig, míg — az irodalmilag is rendkívül különböző, — 0,15—0,25 g/l Ga_2O_3 egyensúlyi koncentráció értéket el nem éri [2].

Ugyancsak ellentmondó irodalmi közlések találhatók a kikeverés folyamán kiváló gallium-hidroxid mértékét illetően, amikor is azt 3—20%-ban határozzák meg [2].

A felvett anyagmérleg szerint, kikeverés alatt, a gallium kiválás mértéke a beoldódott mennyiség 67,5—92,5%-a.

1. táblázat

1974. januári gallium-mérleg

	Ga, %	Ga, t
Rendszerbe bevitt gallium:		
Felhasznált bauxittal	0,0053	1,4403
Rendszerből eltávozó Gallium:		
Dorr VI. iszappal	0,0038	0,5353
Vörösiszap folyadékfázis kauszt. lúggal korrigálva	0,0005	0,1288
Termelt alumínium-hidroxid	0,0040	0,7669
Becsült átl. sókausztif. veszt.	0,0100	0,0200
Termelt gallium		*0,0775*
		1,5285

Beoldódott a bauxit Ga-tartalmának 62,8%-a
Alumínium-hidroxiddal kivált a beoldódott Ga 84,7%-a.

A körfolyamati lúgok Ga-tartalma január végén

	$Na_2O_{össz.}$	$Na_2O_{kauszt.}$	Ga, mg/l
	g/l		
Sűrűlúg	267,6	224,2	162
Ülepítő Dorr túlfolyó		141,0	110
Híglúg		158,1	112
Kausztifikált lúg	12,1		5
Hidrát mosóvíz			23
Mosó Dorr I. ...	82,1	70,1	62
III. ...	65,0		44
IV. ...	35,9		24
V. ...	18,1		11
VI. ...	9,8		5

2. táblázat

1974. februári gallium-mérleg

	Ga, %	Ga, t
Rendszerbe bevitt gallium:		
Felhasznált bauxittal	0,0053	1,4573
Rendszerből eltávozó gallium:		
Dorr VI. iszappal	0,0031	0,4525
Vörösiszap folyadékfázis kauszt. lúggal korrigálva	0,0003	0,0774
Termelt alumíniumhidroxid	0,0041	0,7384
Becsült átl. sókausztifik. veszt. ..	0,0100	0,0200
Termelt gallium		*0,0809*
		1,3692

Beoldódott a bauxit Ga-tartalmának 69%-a
Alumínium-hidroxiddaal kivált a beoldódott Ga 73,5%-a

Lúgok galliumtartalma február végén

	$Na_2O_{össz.}$	$Na_2O_{kauszt.}$	Ga, mg/l
	g/l		
Sűrűlúg	251,1	201,5	165
VI. mosó Dorr ...	7,1		3,3
Kausztifikált lúg	13,0		2,4

3. táblázat

1974. márciusi gallium-mérleg
1. timföldgyár

	Va, %	Ga, t
Rendszerbe bevitt gallium:		
Felhasznált bauxittal	0,0051	1,6743
Rendszerből eltávozó gallium:		
Dorr VI. iszappal	0,0032	0,5319
Vörösiszap folyadékfázis kauszt. lúggal korrigálva		0,1872
Termelt alumínium-hidroxid	0,0037	0,7716
Becsült átl. sókausztifik. veszt. ..		0,0200
Termelt gallium		*0,0573*
		1,5680

Beoldódott a bauxit Ga-tartalmának 68,2%-a
Alumínium-hidroxiddal kivált a beoldódott Ga 67,5%-a

Sűrűlúg galliumtartalma

	$Na_2O_{össz.}$ g/l	Ga, mg/l
I. dekád	251	162
II. dekád	245	166
III. dekád	254	168

Megjegyzés: Az. I. n. év havonta elkészített gallium-mérlegei alapján a körfolyamat galliumtartalmának változása a következőképpen alakul:

	Január	Február	Március
Beoldódott Ga, t	0,9050	1,0048	1,1424
Össz. veszt.+term. Ga, t	0,9932	0,9167	1,0361
Körfolyamatban Ga vált.	−0,0882	+0,0881	+0,1063

A körfolyamat galliumtartalmának változása az I. n. évben:

$$0{,}0881+0{,}1063-0{,}0882=+0{,}1062 \text{ tonna}$$

Az I. n. évben termelt gallium:

$$0{,}0775+0{,}0809+0{,}0573=0{,}2157 \text{ tonna}$$

A lúg galliumkoncentrációjának változása nélkül kinyerhető átlagos havi galliummennyiség:

$$\frac{0{,}1062+0{,}2157}{3}=0{,}1073 \text{ tonna},$$

azaz 107 kg/hó.

4. táblázat

1974. I. n. év gallium-mérleg
2. timföldgyár

	Ga, %	Ga, t
Rendszerbe bevitt gallium:		
Felhasznált bauxittal	0,0054	6,5048
Rendszerből eltávozó gallium:		
Dorr VI. iszappal	0,0030	1,9102
Termelt alumínium-hidroxid	0,0053	4,2494
Becsült átl. sókausztifik. veszt. ..	0,0100	0,0200
Dorr VI. iszap folyadékfázisával		1,2605

Beoldódott a Bauxit galliumtartalmának 70,6%-a
Alumínium-hidroxiddal kivált a beoldódott gallium 92,5%-a
Körfolyamat változás
Dorr VI. víz figyelembevételével .... −0,9353 t
Dorr VI. víz nélkül ..... +0,3252 t

Sűrűlúg galliumtartalma

Január 20.	170 mg/l
Márc. I. dekád	190 mg/l
Márc. II. dekád	195 mg/l
Márc. III. dekád	196 mg/l

Egyensúlyi vizsgálatok

Az irodalmilag közölt és az általunk felvett anyagmérlegből kapott gallium kiválás lényegesen eltérő mértéke a kikeverés körülményeinek, továbbá az aluminátlúg gallium koncentrációjának determináló hatására engedett következtetni.

Ennek megállapítására egyensúlyi vizsgálatokat végeztünk. A kísérleteknél, mivel az alumíniumhidroxid és feltehetően a gallium-hidroxid kiválását is befolyásoló kikeverési körülmények egy üzemen belül gyakorlatilag állandónak vehetők, változó paraméterként az aluminátlúg gallium koncentrációját vettük.

Az aluminátlúg gallium koncentrációja és a belőle kivált alumínium-hidroxid gallium tartalma közti összefüggés tanulmányozására szintetikus, valamint üzemi aluminátlúgokkal kikeverési kísérleteket végeztünk.

Az aluminátlúgok gallium tartalmát nátriumgallát oldat adagolásával állítottuk be. Az 5—5 tagú mintasorozatban a gallium koncentrációját, az alumíniumhidroxidban való kiválás mértékének biztonságosabb észlelése érdekében, két nagyságrend között változtattuk.

Azonos megfontolásból az aluminátlúgok megbontását oltóanyag hozzáadása nélkül szobahőmérsékleten, mechanikai mozgatással végeztük. A kivált alumíniumhidroxidot leszűrtük, mostuk és meghatároztuk gallium tartalmát *(5. táblázat)*.

Az adatokból egyértelműen megállapítható, hogy az aluminátlúg gallium tartalmával együtt nőtt az alumínium-hidroxid gallium tartalma is, a szintetikus és üzemi aluminátlúgokban egyaránt.

A kiinduló aluminátlúgok és a belőlük kiválasztott alumínium-hidroxid minták Ga/Al_2O_3 viszonyszáma gyakorlatilag állandónak adódott. Tehát az azonos körülmények között kikevert üzemi és szintetikus aluminátlúgból egyaránt az aluminát-

lúg gallium tartalmától függő, azzal arányos mennyiségű gallium kiválás következett be oly módon, hogy az aluminátlúg és a belőle kivált alumínium-hidroxid Ga/Al_2O_3 viszonyszám 7,5—8,5 közötti érték, a tíz mérés átlagában kb. 8 *(6. táblázat)*.

Az azonos viszonyszám egyben arra enged következtetni, hogy az üzemi aluminátlúgok adott szennyezői a gallium-hidroxid kiválását gyakorlatilag nem befolyásolják.

Az összefüggés az üzemi kikeverés viszonyai között is fennáll, de a kísérleti és üzemi kikeverés eltérő körülményei, — elsősorban az oltóanyag bevitele miatt, — a Ga/Al_2O_3 viszonyszám az ajkai timföldgyárak kikeverési körülményeinél 15—20 között alakult ki. Üzemi körülmények között tehát az azonos gallium tartalmú aluminátlúgból lényegesen kisebb gallium tartalmú alumínium-hidroxid válik ki, mint a kísérleti mintákból.

5. táblázat

Az aluminátlúg és az alumínium-hidroxid galliumtartalmának összefüggése

Sorsz.	Szintetikus aluminátlúg $Na_2O_{kauszt.}$ = = 156 g/l Ga, mg/l	Üzemi aluminátlúg $Na_2O_{kauszt.}$ = = 142 g/l Ga, mg/l	Ga% az alumínium-hidroxidban	
			szintetikus lúg	üzemi lúg
1.	92,5	120,0	0,0058	0,0069
2.	462,5	576,5	0,0255	0,0340
3.	915	1031	0,0447	0,0670
4.	4380	4602	0,242	0,306
5.	8250	8357	0,41	0,51

6. táblázat

Ga/Al_2O_3 viszonyszám vizsgálata a kikeverés során

Sorszám	Szintetikus lúg			Üzemi lúg		
	$Ga \cdot 10^4/Al_2O_3$		1/2 hányados	$Ga \cdot 10^4/Al_2O_3$		4/5 hányados
	lúgban	hidrátban		lúgban	hidrátban	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	5,9	0,88	6,36	8,88	1,05	8,45
2.	29,0	3,88	7,62	42,66	5,17	8,25
3.	58,5	6,79	8,61	76,29	10,18	7,49
4.	280	36,8	7,61	340,5	46,51	7,32
5.	530	62,3	8,50	618,4	77,52	7,97
		átlag:	7,74			7,89

A gallium feldúsulása az aluminátlúgban a kikeverés során

Az anyagmérleg szerint, a kikeverés folyamán, az aluminátlúg gallium tartalmának csak kb. 2—3%-a válik ki az alumíniumhidroxiddal. Az aluminátlúg gallium koncentrációjára vonatkoztatott ezen 2—3%-os kiválást, valamint a hasonló nagyságrendű beoldódást +10% hibával bíró elemzési módszerrel érzékelni nem lehet. Természetesen ezért az aluminátlúg gallium tartalmának változásából a beoldódás és kiválás mértéke biztonságosan nem állapítható meg.

Az aluminátlúg gallium koncentrációjától függő gallium-hidroxid-kiválás magyarázatot ad arra is, hogy miképpen dúsulhatott fel az aluminátlúgban a gallium az egyensúlyi szintre.

Matematikai modellt állítottunk fel és közelítő számítást végeztünk a gallium feldúsulás folyamatának tanulmányozására. Számításaink szerint „n" feltárás után az aluminátlúg gallium tartalmát a

$$Ga \text{ mg/l} = a \frac{x(x^n - 1)}{x - 1}$$

képlettel fejezhetjük ki, ahol:

a egy feltárás során beoldódott Ga mg/l, az aluminátlúg koncentrációra számoltan,

x kikeverés után oldatban maradt és kikeverés előtti Ga mg/l hányadosa.

Az ajkai timföldgyárak technológiai körülményei között az aluminátlúg gallium tartalmának feltételezett dúsulási folyamatát a *7. táblázat*ban adjuk meg. Az általános képletből „n" feltárás után, az aluminátlúg gallium tartalma:

$$Ga \text{ mg/l} = 4{,}4 \frac{0{,}98(0{,}98^n - 1)}{0{,}98 - 1}$$

Ezen összefüggés alapján az aluminátlúg gallium tartalma az *1. ábra* 1. görbéje szerint alakul, mely csak az alumínium-hidroxiddal kivált gallium veszteséget feltételezi.

Ha figyelembe vesszük, hogy a körfolyamat gallium tartalma, az abból távozó különböző lerakódások és körülmények (szódasó, kausztifikálás, mosóvizek, stb.) miatt csökken, és a veszteség mértékét a beoldódott gallium 15, illetve 25%-ában

7. táblázat

A gallium feldúsulása az aluminátlúgban

Felt. száma	Az aluminátlúg galliumtartalma, mg/l		
	feltárás előtt	a kikeverés előtt	a kikeverés után
1.	0	4,4	$0{,}98 \cdot 4{,}4$
2.	$4{,}4 \cdot 0{,}98$	$4{,}4 \cdot (0{,}98 + 1)$	$4{,}4 \cdot (0{,}98^2 + 0{,}98)$
n.	$4{,}4 \cdot (0{,}98^{n-1} + \ldots + 0{,}98)$	$4{,}4(0{,}98^{n-1} + \ldots + 0{,}98 + 1)$	$4{,}4(0{,}98^n + 0{,}98^{n-1} + \ldots + 0{,}98)$

vesszük, úgy az „a" értéke 3,8 illetve 3,4 lesz, következésképp a gallium dúsulása az *1. ábra 2.*, ill. *3.* görbéje szerint megy végbe.

Az aluminátlúg gallium tartalmának dúsulását jelző görbe alakulása szempontjából tehát nem közömbös a körfolyamatból egyéb úton távozó gallium mértéke. Példaként hozunk fel olyan körülményt, amikor az összes veszteség meghaladta a beoldódás mértékét, csökkentve ezzel a körfolyamat gallium koncentrációját.

A vizsgálat időszakában felvett anyagmérleg adatai az aluminátlúg galliumra nézve telítetlen állapotát jelzik.

A körfolyamat gallium tartalmának változását az elmúlt év második felében tapasztaltuk, amikor nemcsak a kikeverés alatti aluminátlúg, hanem a teljes körfolyamat gallium koncentrációja is lecsökkent. Az ajkai galliumgyártás eddigi időszakában mindössze egy esetben tapasztaltuk az aluminátlúg teljes körfolyamat gallium tartalmának ily mértékű (kb. 105 mg/l) csökkenését. Oka ismert, sőt előre várható volt, mivel a 2. timföldgyár aluminátlúg körfolyamatának az 1. timföldgyáron keresztül való feltöltése a gallium koncentrációt természetszerűleg lecsökkentette. Az aluminátlúg gallium koncentrációja, mind korábban, mind jelenleg is, kb. 45 mg/l értékkel csökkent.

Korábban az eredeti gallium koncentráció eléréséhez kb. 20 hónapra volt szükség, ami megegyező az *1. ábra 3.* görbéjéből adódó idővel.

Az említettek alapján a körfolyamat gallium koncentrációjának jelenlegi alakulása, változatlan timföldgyári technológia mellett, indokolatlannak tűnik, mivel 1973-ban a gallium kinyerés nem haladta meg lényegesen a korábbi időszak értékét.

A körfolyamat gallium tartalom változása viszont tényként jelentkezett. Okát csak a timföldgyári technológia megváltozásával lehet magyarázni. Ilyen okként említhető az elmúlt év elejétől már jellemző, a sószint csökkentése érdekében bevezetett és volumenében lényegesen megnövekedett szódasó kiválasztás. A szódasó gallium tartalma a tapadó aluminátlúg arányától függ. Amennyiben a szódasó a rendszerből távozik, úgy annak teljes gallium tartalma (0,01%), kausztifikáláskor pedig kb. 10%-a mint veszteség jelentkezik. Figyelembe véve, hogy 1973-ban a szódasó részben kausztifikálás nélkül távozott a rendszerből, egyebekben pedig folyamatos és intenzív kausztifikálás történt, ez a körfolyamatból mintegy 540 kg gallium eltávozását okozta *(8. táblázat)*. Ez a változás az aluminátlúg körfolyamatban aránylag hirtelen (2—3 hónap) következett be, így az a körfolyamat gallium tartalmának mintegy 22 mg/l csökkenését eredményezte. A 23 mg/l koncentráció különbözet feltehetően az anyagmérlegben szereplő mennyiségek, elsősorban a rendszerből eltávolított, illetve kausztifikált szódasó mennyiség adta bizonytalanság következménye.

8. táblázat

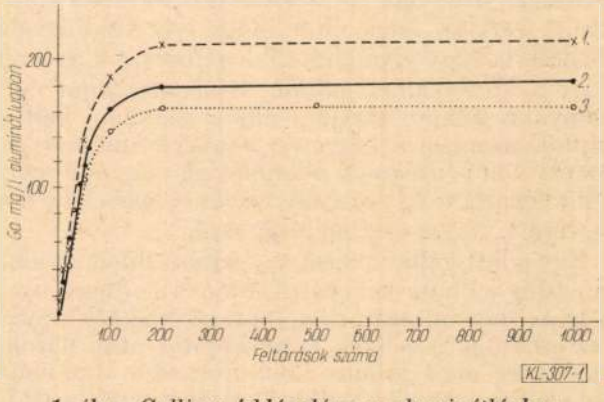
Galliumveszteség sóleválasztással

	Száraz só, t	Ga, %	Ga-veszt. t
10% kausztifikálási Ga veszt.*			
május 21—augusztus 31.	5040	0,01	0,0504
nov. 16—dec. 31.	2981	0,01	0,0298
Rendszerből eltávolított só Ga vesztesége			
május 1—május 20.	720	0,01	0,0720
szept. 1—nov. 16.	3881	0,01	0,3881
			0,5403

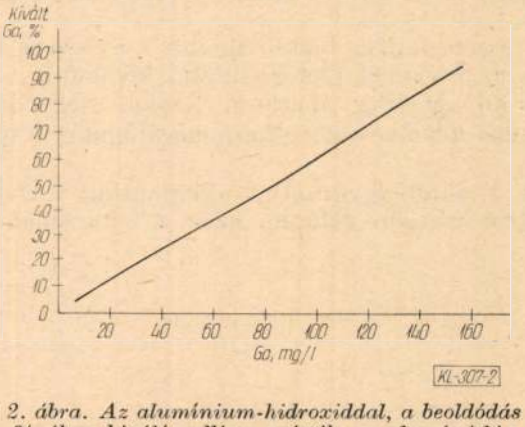
* 1973. május 1-től december 31-ig a kalkulálható Ga-veszteség összesen 540 kg volt, amely a sűrűlúgban 22 mg/l koncentráció-csökkenésnek felel meg.

Az aluminátlúg-körfolyamatból kinyerhető gallium volumene

Az *1. ábrán* közölt görbék, mint már említettük, az aluminátlúg gallium tartalmának számított változását mutatják a feltárás gyakoriságának függvényében. A görbék iránytangense az aluminátlúg gallium tartalmának növekedésével ellentétes tendenciájú. Bármely görbe szerint két különböző gallium tartalmú aluminátlúgból az alumínium-hidroxid, az egyensúlyi vizsgálatoknál megadott Ga/Al_2O_3 viszonyszám állandósága miatt, különböző gallium tartalommal válik ki, vagyis a feltárás folyamán beoldódott galliumnak többkevesebb része távozik a rendszerből *(2. ábra)*.



1. ábra. Gallium feldúsulása az aluminátlúgban a feltárások függvényében



2. ábra. Az alumínium-hidroxiddal, a beoldódás %-ában kiváló gallium mértéke az aluminátlúg galliumtartalmának függvényében

Az említettekből feltételezhető, hogy ha a feltárás folyamán a gallium beoldódás hatásfoka nem változik, és a kikeveréskor az alumínium-hidroxiddal kiváló gallium mértéke az aluminátlúg gallium tartalmának görbe szerinti függvénye, akkor a kisebb gallium-tartalmú aluminátlúgban a beoldódott gallium nagyobb hányada marad vissza, azaz a rendszerből több gallium nyerhető ki.

Mindez egyelőre csak elméletileg látszik igazoltnak és nélkülöz minden számszerű gyakorlati bizonyítást. Egy rendszer változásának követése ugyanis vizsgálatokkal is körülményes, mivel az a mindenkori egyensúly beállását kívánja meg.

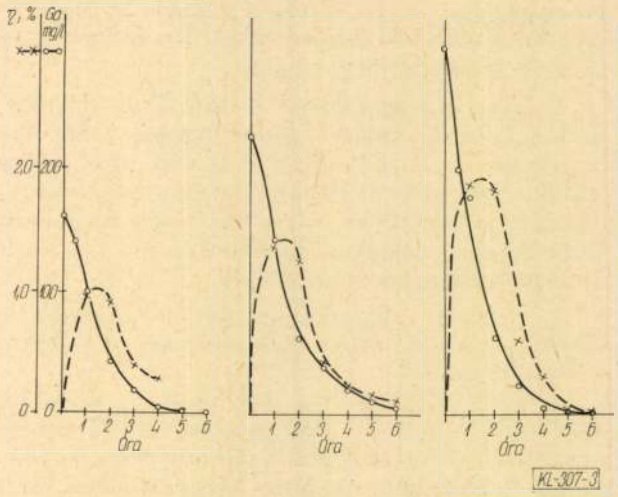
Ezzel kapcsolatban utalni kívánunk egy kikeverőrendszer adta lassú egyensúly beállásra, amikor az aluminátlúg gallium tartalma pl. megváltozik. Ilyen esetben a tényleges Ga/Al_2O_3 viszonyszám azonnali megbízható értékelése lehetetlen a kivált alumíniumhidroxidhoz viszonyított többszörös oltóhidrát hatása miatt. Példaként kívánjuk felhozni az anyagmérleg három hónapjának adataiból az aluminátlúg kisebb gallium tartalmához lassan igazodó alumínium-hidroxid Ga%-át, illetve az alumínium-hidroxiddal kiváló gallium mennyiségének %-át, ami a Ga/Al_2O_3 viszonyszám konstans értékének beállásából adódik.

A termelhető, illetve a rendszerből elméletileg kinyerhető gallium volumene tehát az aluminátlúg gallium koncentrációjának függvénye. Egy adott galliumüzem termelése azonban ugyancsak az alapanyagként felhasznált aluminátlúg gallium koncentrációjától függ. Ha tehát csak a termelés volumenét tartjuk szem előtt, azaz egy timfölgyári rendszerből úgy kívánunk több galliumot kinyerni, hogy a körfolyamat gallium koncentrációját alacsonyabb szinten tartjuk, akkor számolni kell a galliumüzemben a kinyerési hatásfok romlásával. Az ezt kompenzálandó aluminátlúg nagyobb mértékű bepárlása ugyanis egy üzemnél már eleve betervezett, illetve maximált tényező.

Egy adott galliumüzem kapacitása tehát az aluminátlúg gallium koncentrációjának is függvénye. A kapacitás változására a *3. ábra* görbéiből következtethetünk, amelyek betöményítés után három különböző mg/l gallium koncentrációjú aluminátlúg elektrolizisénél a gallium elszegényedés mértékének és kinyerés hatásfokának változását mutatják. Ezen túlmenően számolni kell a fajlagosok romlása miatt bekövetkező önköltség növekedéssel is.

A gyakorlatilag biztonságosan kinyerhető gallium mennyiségét illetően utalni kívánunk a felvett anyagmérleg adataira. Azokat negyedéves szinten értékelve a következő megállapítások tehetők.

Az 1. timföldgyárnál az aluminátlúg körfolyamatban maradó gallium, azaz a feltárásnál beoldódott és a kikeverés folyamán kivált különbség mértéke és egyben körfolyamat változás, 107 kg/hó, amely az aluminátlúg körfolyamat gallium tartalmának változatlanul tartása mellett kinyerhető.



3. ábra. Az aluminátlúg galliumtartalmának és kinyerési hatásfokának változása

A 2. timföldgyárnál az anyagmérleg adataiból az aluminátlúg körfolyamat gallium tartalmának növekedését, illetve változását egyértelműen megállapítani nem tudtuk.

A bizonytalanságot az ugyancsak gallium veszteséget okozó Dorr VI. mosóvíz-recirkuláció különböző mértéke okozza. Valószínűnek látszik viszont, hogy ezen anomália az aluminátlúg körfolyamat telített, illetve közel telített állapotával is kapcsolatba hozható. Erre utal, hogy az alumínium-hidroxiddal a gallium mintegy 92—93%-a eltávozik. Telítettségre utal az aluminátlúg jelenlegi gallium szintje is. Az ajkai timföldgyárak aluminátlúgjai ugyanis, tapasztalataink szerint, az alkalmazott technológiai körülmények mellett, galliumra nézve telítettnek tekinthetők abban az esetben, ha számszerűleg a gallium tartalom mg/l értéke a kausztikus Na_2O g/l értékével megegyező.

A körfolyamatból kinyerhető gallium értéke mintegy 175 kg/hó értékre becsülhető.

A két timföldgyár aluminátlúg körfolyamatából kinyerhető említett értékek mellett a kikeverés utáni aluminátlúg 150 mg/l gallium koncentráció tartása biztosítottnak tűnik.

IRODALOM

[1] *Dr. Somosi István—Pálovits Pálné:* Vizsgálati módszer kidolgozása bauxit, vörösiszap, hidrát és szódasó galliumtartalmának meghatározására. (Az Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó laboratóriumának 1973. VI. 22-én kelt jelentése.)

[2] *Sheka, J. A.—Chaus, I. S.:* Chemistry of Gallium. Elsevier, London, 1965.

Aluminátlúgoldatok extrakciójának dielektromos vizsgálata

RIEDL ISTVÁN
okl. kohómérnök
Nehézipari Műszaki Egyetem, Fémkohászattani Tanszék

CISMARU VASILE
okl. kohómérnök
Uzina de Alumina Tulcea, RSZK

Dr. KLUG OTTÓ
a kémiai tud. kandidátusa
Magyar Alumíniumipari Trösztt

DK: 661.862.27.061 : 621.317.33

A nátriumaluminát-oldatok dioxános extrakcióját vizsgáltuk oly módon, hogy a szerves fázis dielektromos tulajdonságainak változását mértük. Megállapítottuk, hogy a dioxános extrakció első két lépcsője mutat csak eltérést a víztartalomban, a további extrakciónál azonos mennyiségű vizet tudunk kivonni, függetlenül a lúgoldat koncentrációjától. Meghatároztuk, hogy a kiextrahált víztartalom az adagolt dioxán függvényében exponenciális függvény szerint változik. A többszöri extrakció eredményeként Al_2O_3, ill. ennek hidrátjaiból álló csapadék képződik.

A dielektromos méréstechnikát a timföldgyártásnál eddig lényegében a nedvesség meghatározására használták. Ezek a mérések főként a szilárd anyagok (bauxit, vörösiszap és timföldhidrát stb.) tapadó nedvességének megállapítását célozták [1—3], csupán előkísérletek folytak az oldatfázis vizsgálatára [4], ill. szerkezetkutatás szempontjából is történtek különböző mérések [5, 6].

Célunk az volt, hogy megvizsgáljuk az aluminátlúgoldatok dioxános extrakcióját, dielektromos méréstechnikával nyomon kövessük a változásokat, és a mérések alapján következtetéseket vonjunk le az egyes fázisokra vonatkozóan, valamint kísérletet tegyünk a mérőmódszer alkalmazására az üzemellenőrzésben.

Kísérleti rész

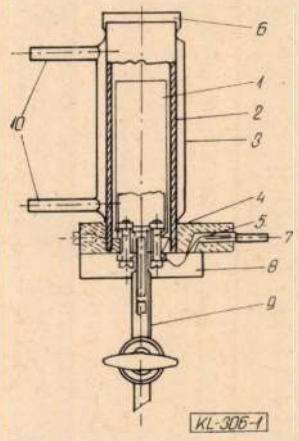
Méréseinkhez a hazailag gyártott OH—301 tip. „Universal Dielectrometer"-t [7] használtuk 10 pF-os, termosztálható mérőcellával *(1. ábra)*. A cella kalibrálását 20°, továbbá 50° és 70 °C-on végeztük, mivel méréseinket az üzemi oldatok hőmérsékletéhez kívántuk közelíteni. A mérőcella főbb kapacitás-értékeit az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

Méréseink, továbbá az irodalmi adatok [7—9] alapján megállapítható, hogy a dioxán-víz elegyek dielektromos állandó (DK)-változása csak 30% víztartalom fölött lineáris, az általunk vizsgált 0—16% H_2O tartományban azonban görbe mentén változik *(2. ábra)*. Az elegyek DK-értékeit a

1. táblázat

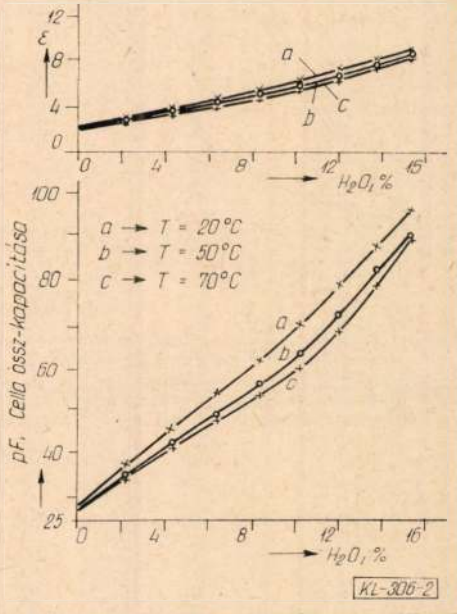
A 10 pF névleges kapacitású mérőcella kalibrálása 1,4-dioxánnal

Hőmérséklet °C	Effektív mérőkapacitás pF	Szórt kapacitás pF	Cella össz-kapacitás pF		A dioxán dielektromos állandója, ε [7,8]
			levegővel	dioxánnal	
20	10,20	5,60	15,80	28,40	2,235
50	10,01	5,69	15,70	27,30	2,158
70	9,98	6,12	16,10	27,20	2,132



1. ábra. 10 pF alapkapacitású, termosztálható dielektromos mérőcella vázlata

1 — belső elektród; 2 — külső elektród; 3 — termosztáló köpeny; 4 — teflon szigetelő gyűrű; 5 — textilbakelit tartó-szigetelő; 6 — műanyag fedősapka; 7 — elektromos csatlakozó; 8 — árnyékolóbura; 9 — leeresztő üvegcsap; 10 — a termosztáló folyadék be-, ill. kivezetése



2. ábra. A dioxán-víz elegy dielektromos állandójának, ill. az eleggyel megtöltött mérőcella összkapacitásának változása a víztartalom függvényében 20, 50 és 70 °C-on

2. táblázatban mutatjuk be. Ezek a kiinduló értékek képezték a további vizsgálatok alapját is.

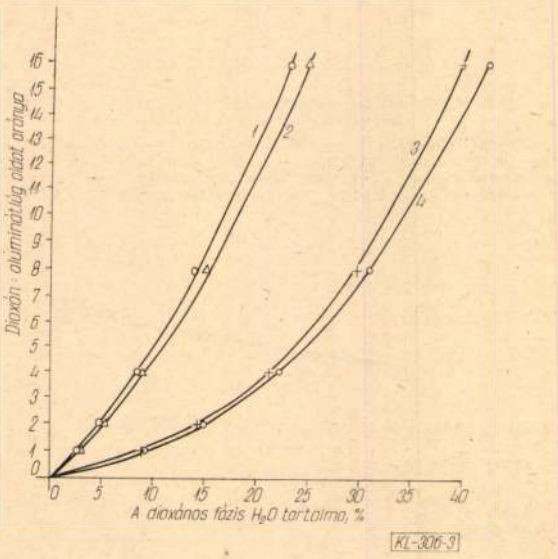
Aluminátlúg-oldatok extrakciós vizsgálata

Aluminátlúg-oldatok vizsgálatánál elsőrendű fontosságú volt az oldószer-lúg arány vizsgálata és rögzítése. A dioxán ugyanis azonos lúgkoncentrációjú oldat esetén nagyon különböző mennyiségű vizet (ill. NaOH-oldatot) extrahált a rendszerből.

2. táblázat

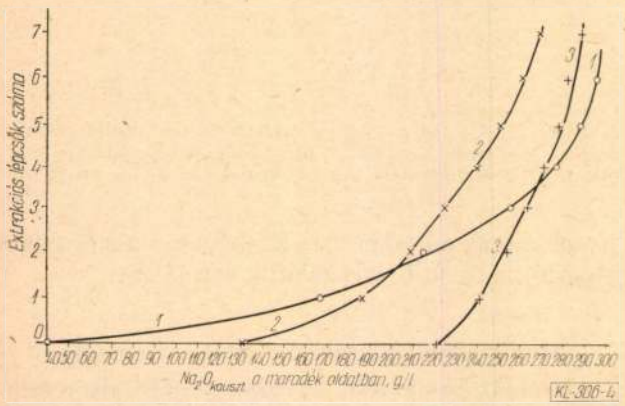
A víz—dioxán elegy DK-értékei 20' 50 és 70 °C-on

H_2O %	Dielektromos állandó, ε		
	20 °C	50 °C	70 °C
0,00	2,24	2,16	2,13
2,22	3,09	2,93	2,89
4,34	3,88	3,65	3,44
6,38	4,76	4,32	4,01
8,33	5,58	5,04	4,79
10,20	6,40	5,81	5,44
12,00	7,17	6,70	6,29
13,72	8,03	7,61	7,30
15,38	8,86	8,44	8,32



3. ábra. A dioxános fázis víztartalmának változása aluminátlúgok extrakciója során

1 — $Na_2O_{kauszt.}$=222,72 g/l; 20 °C-on (feltárólúg), 2 — $Na_2O_{kauszt.}$= 222,72 g/l; 50 °C-on, 3 — $Na_2O_{kauszt.}$=131,20 g/l; 20 °C-on (kikevert lúg), 4 — $Na_2O_{kauszt.}$=131,20 g/l; 50 °C-on



4. ábra. Az aluminátlúg-tartalmú vizes fázis Na_2O_{kauszt} koncentráció változása 3,07 mólviszonyú oldatból kiindulva, az egyes extrakciós lépcsők után

A kiindulási oldat koncentrációja: 1 — $Na_2O_{kauszt.}$= 39,77 g/l, 2 — $Na_2O_{kauszt.}$=131,20 g/l, 3 — $Na_2O_{kauszt.}$=222,72 g/l

Ezt szemlélteti a *3. ábra*, amelynél két, üzemileg gyakran előforduló koncentrációjú lúgoldatnál vizsgáltuk a dioxános fázis víztartalmát.

Jól látható, hogy a dioxán arányának növelésével jelentősen megnövekszik a kivont víztartalom is. Ez a hatás jóval felülmúlja az ugyancsak 3. ábrából leolvasható hőmérsékleti hatást. Az extrakció hőmérsékletét 20-ról 50 °C-ra növelve, a kiextrahált víztartalom alig 1—2%-kal nő.

Azonos dioxán-aluminátlúg oldat arány beállítás után, amelyre vonatkozóan a 4 : 1 arányt találtuk optimálisnak (adott dioxán-térfogara a fajlagosan legnagyobb kivont vízmennyiség jutott), vizsgáltuk a többszöri extrakció hatását és a vízeltávolítás további lehetőségeit. Ennek során a 4 : 1 arányban adagolt dioxánnal egymásután hétszer végeztük az extrakciót, és mértük az oldatfázisból elvett vízmennyiséget, valamint a visszamaradt oldatfázis koncentrációját. A kísérletek során azt tapasztaltuk, hogy — a kiinduló oldat koncentrációjának függvényében, — a 6. és 7. extrakciós lépcsőben fehér, laza szerkezetű csapadék vált ki a vizes fázisból (túltelítettség miatt). Ha a dioxán arányát ilyen esetben növeltük (pl. 8 : 1-re), akkor fehér, kristályosnak látszó csapadékkiválást tapasztaltunk.

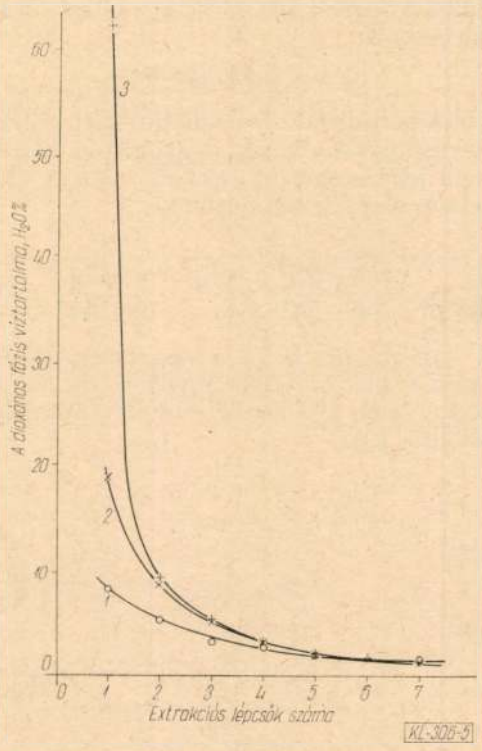
A vízartalom csökkenésével együtt jár az oldatfázis Na_2O_{kauszt} koncentrációjának növekedése is. Emellett azonban a Na^+-ionok egy része az extrakció során a dioxános fázisba megy át. A Na^+-ionok extrakciója azonban nem zavarja a mérések értékelését. Erre vonatkozó vizsgálataink ugyanis azt mutatták, hogy a nátrium jelenléte a DK-méréseredményét csak elhanyagolható mértékben befolyásolja.

A *4. ábrán* három, különböző kiindulási koncentrációjú, 3,07 mólviszonyú oldat többszöri extrakciójánál fellépő töménye dést ábrázoltuk, 20 °C-on végezve a kísérleteket 4 : 1 dioxán-lúgoldat aránynál. Jól látható, hogy a koncentrálódás mintegy 290—300 g/l határértékhez közelít, és eközben ebben a koncentrációtartományban megindul a csapadékképződés is. Nagyobb mólviszonynál természetesen nagyobb koncentrációig töményedik be a „vizes"-fázis.

Az *5. ábrán* az egyes extrakciós lépcsőkben a dioxán víztartalmát tüntettük fel. Ennél figyelemre méltó az, hogy lényegében az ötödik extrakciós lépcsőtől fogva a 4 : 1 arányú extrakciónál a dioxán mindegyik további lépcsőben gyakorlatilag ugyanannyi vizet vesz el a rendszerből, azaz az ötödik lépcső után a két fázis között kialakult egyensúlyi állapot határhelyzethez ért el.

Megjegyezzük, hogy az extrahált víz mennyiségét illetően csak az első két lépcsőnél tapasztaltunk különbséget, míg a további extrakciós lépcsőnél lényegében azonos mennyiségű vizet vittünk át a szerves fázisba, függetlenül attól, hogy milyen koncentrációjú oldatból indultunk ki a vizsgálatnál.

Az extrakció sebességi vizsgálata azt mutatta, hogy a szerves fázisba egy perces rázogatás során átmegy a víz és kialakul a két fázis közötti egyensúlyi helyzet. Amikor azonban megjelenik a laza



5. ábra. Az egyes extrakciós lépcsők során a szerves fázis víztartalmának változása 20 °C-on végezve az extrakciót 4 : 1 dioxán—lúgoldat aránynál

A kiindulási oldat koncentrációja: 1 — $Na_2O_{kauszt.}$ = 222,72 g/l; 2 — $Na_2O_{kauszt.}$ = 131,20 g/l; 3 — $Na_2O_{kauszt.}$ = 39,77 g/l

csapadék (az ötödik vagy hatodik extrakciós lépcsőnél), a reakcióidő megnövekszik.

Ha a vizsgálatot tiszta NaOH-oldattal végezzük, akkor az egyes lépcsőkben a szerves fázisba átment víz mennyisége mintegy 4—5%-kal meghaladja az aluminátlúg extrakciójakor mért víztartalmat [10].

A kísérletek eredményének matematikai értékelése

A leírt kísérleti eredmények matematikai értékelésében a kiextrahált víz mennyiségének változása az adagolt dioxán függvényében adja az extrakció hatékonyságára vonatkozó legjobb tájékoztatást. Ha a *6. ábrán* bemutatott görbék közül a feltárólúgra vonatkozó (222,72 g/l Na_2O_{kauszt}) összefüggést vizsgáljuk 20 °C hőmérsékleten, akkor ez egy exponenciális görbe egyenletével közelíthető:

$$y' = a \cdot n^b$$

ahol y' — a kiextrahált víz (számított) kumulált mennyisége %-ban, n — az extrakciós fokozatok száma (azaz az adagolt dioxán mennyisége), a és b — állandók. Ez az egyenlet lineárissá tehető, így

$$\log y' = \log a + b \cdot \log n$$

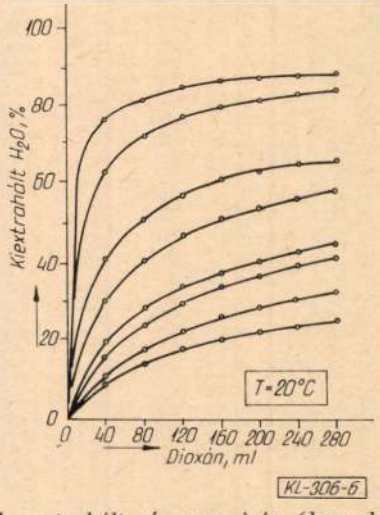
lesz, amelyből a két állandó meghatározható:

$$\log a = \log \bar{y} - b \cdot \log \bar{n}$$

és

$$b = \frac{\Sigma (\log n - \log \bar{n})(\log y - \log \bar{y})}{\Sigma (\log n - \log \bar{n})^2}$$

A számítás részletezését mellőzve csupán a kiszámolt értékeket mutatjuk be a *3. táblázatban*. Ezek



6. ábra. Az extrahált vízmennyiség (kumulatív %-ban) változása a kumulatívan adagolt dioxán függvényében, 20 °C-on

3. táblázat

Regressziós függvény számítási adatai hét extrakciós lépcső esetén, kumulált H_2O%-kal

X, n	Y, %	log X	log Y	(log X—log $\bar{X}$)	(log X—log $\bar{X}$)²	(log X—log $\bar{Y}$)²
1	8,33	0,00000	0,92065	0,165890	0,279756	0,098370
2	13,41	0,30103	1,12743	0,024352	0,051933	0,011419
3	16,74	0,47712	1,22376	0,000454	0,002683	0,000111
4	19,48	0,60206	1,28959	0,004044	0,005349	0,003058
5	21,23	0,69897	1,32695	0,015756	0,028917	0,008585
6	22,93	0,77815	1,36040	0,031430	0,062115	0,015903
7	24,62	0,84510	1,39129	0,049640	0,099969	0,024649
Σ	—	3,70243	8,64007	0,291657	0,530722	0,162095
Átlag	—	0,52892	1,23429	—	—	—

4. táblázat

A korrelációs index számításának részadatai hét extrakciós lépcsőnél a regressziós függvényre vonatkozóan

n	Y, %	Y',%	Y—Y'	Y—Ŷ	(Y—Y')²	(Y—Ŷ)²
1	8,330	8,78	—0,45	—9,7755	0,2025	95,5604
2	13,41	12,61	0,80	—4,6955	0,6400	22,0477
3	16,74	16,07	0,67	—1,3655	0,4489	1,8645
4	19,48	18,11	1,37	1,3745	1,8769	1,8892
5	21,23	21,27	—0,04	3,1245	0,0016	9,7625
6	22,93	23,51	—0,58	4,8245	0,3364	23,2758
7	24,62	25,59	—0,97	6,5145	0,9409	42,4387
Σ	126,74	—	—	—	4,4472	196,8388
Átlag	18,1055	—	—	—	—	—

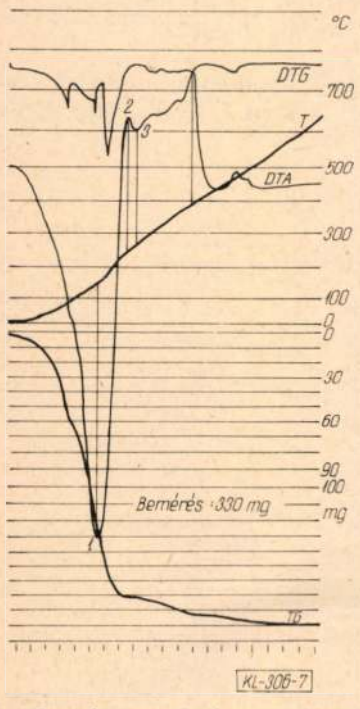
és ezekkel a regressziós görbe egyenletbe a következő formát ölti:

$$y' = 8{,}7828 \cdot n^{0{,}549547}$$

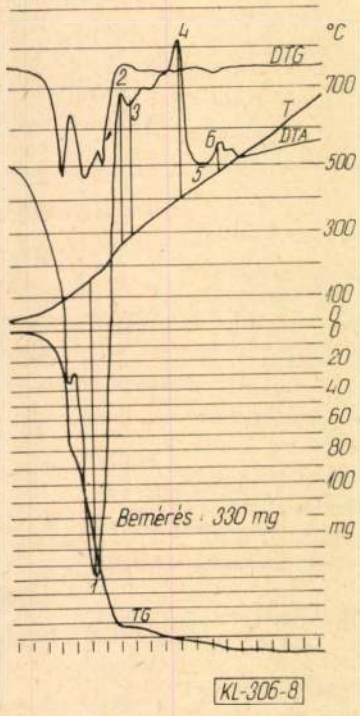
A mért pontok által meghatározott görbe és a regressziós függvény közötti egyezést a korrelációs indexszel jellemezhetjük. Ezt az indexet a *4. táblázat* adatai alapján számoltuk ki:

$$I = \sqrt{1 - \frac{\Sigma(y-y')^2}{\Sigma(y-\bar{y})^2}} = \sqrt{1 - \frac{4{,}4472}{196{,}8388}} = 0{,}988$$

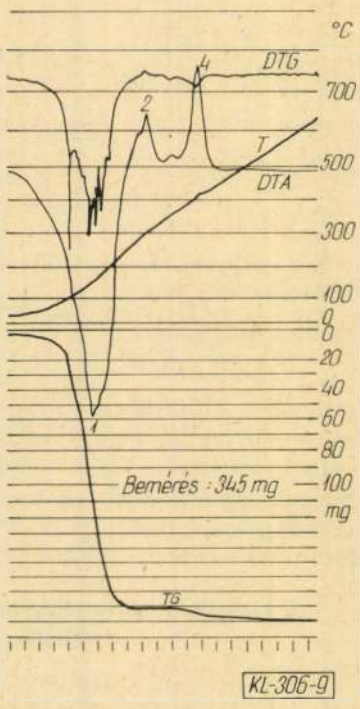
Ebből következik, hogy a megadott regressziós függvény a mérési eredményeket, ill. az összefüggést helyesen írja le, és további számításokhoz használható [10].



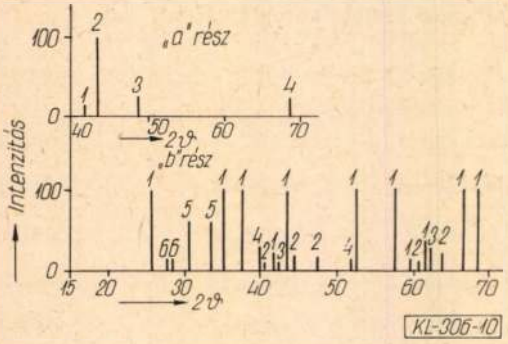
7. ábra. Az extrakció után kapott csapadék (kevéssé öregedett) derivatogramja



8. ábra. Az extrakció után kapott, 6 napon át öregített csapadék derivatogramja



9. ábra. Az extrakció után kapott, 10 napon át öregített csapadék derivatogramja



10. ábra. A kevéssé öregedett csapadék röntgenfelvétele (a) és a kiizzított csapadék röntgenfelvétele (b)

alapján az egyenlelt állandói a következő értékűek voltak:

$$a = 8{,}7828$$
$$b = 0{,}549547$$

Következtetések

A bemutatott kísérleti anyag és a mérési eredmények [10] lehetőséget adnak bizonyos anyagszerkezeti következtetésekre.

Az oldatfázisban, amint azt több közlemény is tárgyalja [5, 11—14], ha a NaOH nátriumaluminátté, azaz nátrium [dioxo-aluminát (III)]-tá alakul át, ez vezetőképesség csökkenéssel jár, de ezek az oldatok is ionos szerkezetűek és erős elektrolitként viselkednek. Az eddigi közlések szerint [11] a nátrium [dioxo-aluminát (III)] legvalószínűbb formája 25% Na_2O-ig terjedő koncentráció tartományban (tehát a feltárólúg tartományáig) az $Al(OH)_4^-$[tetrahidroxoaluminát (III)]-ion. A koncentráció növelésével ez fokozatosan dehidratálódik:

$$Al(OH)_4^- \rightarrow AlO(OH)_2^- + H_2O \rightarrow AlO_2^- + 2H_2O$$

Az üzemileg előforduló koncentráció tartományokban ezen ionok között bizonyos egyensúly alakul ki, amelyre a hőmérsékletváltozás is hatással van.

Az extrakciók után kapott csapadékot külön vizsgáltuk. Felmerült annak lehetősége, hogy ez szilárd nátriumaluminátból áll. Az extraktumokban azonban nátriumot tudtunk kimutatni, így várhatóan csak alumíniumvegyület maradt viszsza. Ezt a feltételezést alátámasztják a *Bukun* és munkatársai által közölt eredmények [15] a szilárd nátriumaluminátra vonatkozóan. A kísérleteink során kapott csapadék röntgenvizsgálata és derivatográfiás elemzése — amelynek eredményei a *7—10. ábrán* láthatók — lehetővé tette a következők megállapítását:

140 °C-ig tapadó víz és dioxán leadás játszódik le (7. ábra), a 2—4 pontok között 280—390 °C között bomlási rekació fut le, és szürkeszínű anyag képződik. Ha a csapadékot öregítjük, és néhány napig állni hagyjuk, akkor a 8. ábra (6 napos öregítés) és a 9. ábra (10 napos öregítés) görbéit kaptuk. Lényegében hasonló folyamatokat figyeltünk meg itt is, kissé előbb (kisebb hőmérsékleten) jelentkező bomlással. A szervesanyagot is tartalmazó csapadék teljes bomlása 500 °C-on befejeződik, de még ez előtt, a 300—400 °C közötti tartományban — valószínűleg oxidativ eredetű — súlynövekedést tapasztalunk.

A röntgenfelvételek a friss anyagnál amorf jelleget mutattak, az öregített mintáknál (10. ábra) pedig α-Al_2O_3 és ennek hidrátjai (mono-, di- és trihidrát), ill. β-Al_2O_3 és hidrátjainak megfelelő csúcsok jelentkeztek. A röntgenfelvételek tehát Al_2O_3-fázisok jelenlétére engednek következtetni. Ezt *Sarc-Lahodny* vizsgálatai [5] is alátámasztják abból a szempontból, hogy az aktivált alumínium és a dioxán reakcióját vizsgálva a rendszerben alumíniumot tartalmazó komplex vegyületet állapítottak meg.

Az eddig vizsgálatok tehát azt bizonyították, hogy az aluminátlúg oldatokból a víz, ill. a nátrium a dioxános fázisba extrahálható, míg az extrakció többszöri ismétlésével alumíniumhidroxid, ill. alumíniumoxid tartalmú csapadék választható ki. Az extrakciós lépcsők vizsgálata alapján az extrahált víztartalom változását exponenciális függvény írja le. Mindezen eredmények felhasználásával dolgoztuk ki azt a gyors Na_2O_{kauszt} meghatározására alkalmas elemzési módszert [16], amely üzemi laboratóriumokban az üzemellenőrzésre használható.

IRODALOM

[1] *B. Nagy S.—Klug O.—Varga B.:* BKL-Kohászat, *103.* 555. (1970).

[2] *Klug O.—B. Nagy S.—Varga B.:* Proc. IMEKO Symp. Moisture Measurement (Esztergom, H), *1971.* 365. (Publ. 1972.)

[3] *Varga B.—B. Nagy S.—Klug O.—Mátyási J.:* BKL-Kohászat, *106.* 471. (1973).

[4] *Klug O.—Riedl I.:* BKL-Kohászat, *105,* 331. (1972).

[5] *Sarc-Lahodny, O.:* Proc. 1st Symposium ICSOBA, Zagreb, 1963. Vol. 2. 143. (Publ. 1964.)

[6] *Berecz E.—Szita L.—Hegedüs B.:* Kutatási jelentés, Miskolc, 1972.

[7] *B. Nagy S.:* Dielektrometria. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1970.

[8] *Herned, H. S.—Owe, B. B.:* Physical Chemistry of Electrolytic Solutions. Reinhold Publ. Co., New York, N. Y., 1963.

[9] *Oehme, F.:* Dielektrische Messmethoden. (Monogr. Angew. Chem. No. 70), Verlag Chemie, Weinheim/Bergstr., 1962.

[10] *Cismaru V.:* Diplomamunka. Nehézipari Műsz. Egyetem, Fémkohászattani Tsz. Miskolc, 1973.

[11] *Glastonbury, J. R.:* Chem. & Ind., *1969.* (1. Feb.) 121.

[12] *Pearson, T. G.:* The Chemical Background to the Aluminium Industry. (Monogr. No. 3.) Royal Inst. Chem., London, GB, 1955.

[13] *Kuznecov, S. I.—Antipin, L. A.—Sryvalin, I. I.—Serebrennikova, O. V.—Derevyakin, V. A.:* Tr. Uralsk. Politekh. Inst. im. S. M. Kirova, *58,* 36. (1957).

[14] *Maksimova, I. N.—Mashovets, V.—Yushkecivh, V. F.:* Zhur. priklad. Khim., *38.* 1400. (1965).

[15] *Bukun, N. G.—Lapin, A. A., Ukshe, E. A.:* Elektrokhimiya, *8.* 1248. (1972).

[16] *Horváth Z.—Cismaru V.—Riedl I.—Wéber J.—Klug O.:* Magyar találmányi bejelentés (1973).

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Guinea és Románia a közelmúltban együttműködési szerződést írt alá, melynek keretében egy alumíniumkohót építenek majd Guineában.

Alumínium 1974. június

*

A Fria Compagnie Internationale pour la Production de l'Alumine vállalat beleolvadt a Frignia Société d'Economie Mixte vállalatba, melyben a gunineai államnak 49%-os részesedése van.

Alumínium, 1974. június

*

India új timföldgyár építését tervezi, melynek kapacitása 300 000 tonna/év lesz. A terv kivitelezésében előreláthatólag Irán is részt fog venni. Ellenszolgáltatásként Irán szállítási opciót kap.

Alumínium, 1974. június

*

Landau-ban (NSZK, Pfalz) 1976, évi tervezett üzemindulással Alumínium-rúdprésművet épít, amelyet 1977-ben egy második prés követ. A terméket elsősorban Franciaország északi és keleti részeiben kívánja Péchiney eladni. Jelenleg a cég Crailsheim-i présüzemében 2 géppel dolgozik és 1973-ban 6300 t termelést ért el.

Handelsblatt, 1974. 115. sz.

*

Az *ALUSUISSE* 1973-as gazdasági évében 170 mó dollár forgalmat ért el (1972-ben 160 mió dollár).

A bauxittermelés 2,3 miótonnára emelkedett (43%) (*Gove* 1,1 mió t, *Sierra-Leone* 700 et, *Franciaorszá* 300 et). A timföldgyártás 800 et fölé emelkedett (47%). Ebből legjelentősebb *Gove* kapacitásnövelése 500 et/év-ről 1 mió t/év értékre. A társaság osztrák üzeme, a *Salzburger Aluminium Ges. lendi* kohója 10 et/év mennyiséggel növelte kapacitását.

(BIKI, 1974. aug. 17.)

*

A *VAW (NSZK)* augusztus 12.-i hatállyal 2,35 DM/kg-ról 2,50 DM/kg-ra emelte a 99,5%-os alumíniumtömbök árát az önköltség növekedésére hivatkozva.

BIKI, 1974. aug. 27.

*

1975. év elején kezdi meg a japán *FURUKAWA* társaság 140 et/év kapacitású alumíniumkohójának építését.

Mining Journal, 1974. aug. 23.

*

100 et/év induló kapacitású alumíniumkohó létesítésére kért engedélyt öt japán társaság a brazil kormánytól. A 200 mió dolláros létesítmény 1976-ra készül el.

Mining Journal, 1974. aug. 23.

*

Japánban is rátértek az alumínium konzerv- és italdobozok begyűjtésére és visszaolvasztására.

A *Toyota Motor Co* ezen túlmenően kohóalumúniumot is akar importálni, mivel az import alumínium olcsóbb a hazai terméknél. Az igény havi 1000 tonna kohóalumínium és 1200 t átolvasztott fém.

Alumínium, 1974. 7. sz.

*

Az *Alcan Aluminium* és a *Billiton International Metals* megállapodása értelmében *Surinamban* kormányhozzájárulással 1976. évre tervezett indulással 150 et kibocsátású üzem létesül tűzálló bauxit kitermelésére.

Mining Journal, 1974. 7248 sz.

*

Öt japán társaság *(Mitsui Aluminium, Nippon Light Metal, Sumitomo Chemical, Showa Denko* és *Mitsubishi Chemical)* tárgyal a japán kormánnyal az *Amazonas* melletti *Belem*-ben létesítendő alumíniumipari kombinátról, mely vizierőműből, 1,2 miót/év kapacitású timföldgyárból és 600 et/év kapacitású kohóból állna. Beruházási érték 1,3 milliárd dollár. Az üzem indulását 1976-ra tervezik.

Mining Journal, 1974. aug. 23.
Financial Times, 1974. aug. 7.,
Metal Bulletin, 1974. aug. 13.)

*

Az *NDK* 1974-ben 10 000 t bauxitot vásárol *Guyanától*. Folyó év végén valószínűleg hosszúlejáratú szerződés aláírására kerül sor a két ország között.

Financial Times, 1974. aug. 6.

*

Az államosított *Guyana Bauxite Co. Ltd.* növelni akarja kalcinált bauxit termelését a jelenlegi 650 et/év-ről 1977-ig 900 et/év mennyiségre.

Alumínium, 1974. 7. sz.

*

A *guyanai kormány* várhatóan államosítani fogja az év végére a *Reynolds Mines Guyana* bauxitbányáit. Az *Alcan* bányáit már 1971-ben államosították. A *Reynolds* 1973-ban 800 et fölötti mennyiségű bauxitot termelt ki.

Alumínium, 1974. 8. sz.

*

Az American Metal Climax Inc. (Amax) részvényeinek 50%-át átvette a japán Mitsui and Co vállalat. Az új közös társaság továbbra is Amax néven működik. San Mateo (Kalifornia) székhellyel. A cég tevékenységi köre elsődleges és másodlagos alumíniumtömb és félkészárú gyártása.

Mining Engineering, 1974. 4. sz.

*

Brazíliában Amapa környékén (Amazonas vidéke) az Elhyl Co. Brazilian fiók vállalata az Empress Santa Rita de Mineracao Lfda nagykiterjedésű bauxittelepeket fedezett fel. A vállalat két másik Ethyl Brazilian megkapták a kitermelésre a koncessziót.

A beruházási programot és terveket 37 hónapon belül elkészítik és további egy éven belül készül el a komplett megvalósíthatósági és gazdaságossági tanulmány.

Mining Engineering, 1974. sz. 4.

A Rio Done Geologia a Mineracao (Docegeo) vállalat a Brazília-i Para államban 61% Al_2O_3 és 2% Fe_2O_3 tartalmú tűzállóminőségű, kiterjedt bauxitkészletet fedezett fel.

Industrial Minerals, 1974. június

*

Peru Areguipa tartományban üzembehelyezték az Abrasivos Industriales köszörűidomgyárának első lépcsőjét.

Industrial Minerals, 1974. június

*

A spanyolországi Brion-ban a Refractarios Sant-Yago (Santiago de Comostela) havi 1500 t kapacitású tűzállóanyaggyár építését kezdi el kerek 57 millió pezeta költséggel.

Industrial Minerals, 1974. június

*

A Szovtiaspromexport és az indiai Kerala State Industrial Development Corp. között létrejött szerződés alapján Kerala államban 31 000 t/év kapacitású tűzállóanyaggyár létesül különleges minőségű tűzállóanyagok előállítására, az üzem tanulmányát a szovjet szakértők 6 hónap alatt készítik el.

Industrial Minerals, 1974. június

*

A norvégiai *Norsk Hydro Karmay*-i üzemének elektrolizáló kapacitását évi 70 000 tonnáról 190 000-re kívánja emelni.

A norvég *Aardal of Sunndal Werk* 1973. évi nyersalumínium-termelése az előző évhez viszonyítva 12,7%-kal emelkedett és megközelítette a 300 ezer tonnát. A vállalat primér és ötvözött alumínium eladása egy év alatt 14%-kal nőtt.

REVUE DE L'ALUMINIUM, 1974. 431. szám

*

Az NSZK alumínium és elsődleges tömb importja az előző évhez viszonyítva 13%-kal emelkedett és elérte a 360 ezer tonnát.

A szövetségi Köztársaság legnagyobb szállítója Norvégia volt, ahonnan a behozatal 40%-át, 145 ezer tonnát biztosítottak. Az Egyesült Államokból származó import 76%-kal, a svájci behozatal 27%-kal emelkedett.

Az ausztráliai import 57%-kal, a jugoszláviai 60%-kal a ghanai 20%-kal csökkent.

Az európai szocialista országok az össz-szükséglet 6%-át adják. Ezek közül a legnagyobb szállító — évi 14 ezer tonnával — az NDK.

Az NSZK alumíniumtermelésének intenzív növekedését mutatja, hogy 1973. első negyed évhez viszonyítva 1974. hasonló időszakában a primér alumíniumtermelés 29,6%-kal, a finomított alumíniumtermelés 30,5%-kal, az ötvözött alumíniumtermelés 3,9%-kal a félkésztermék termelés 13,3%-kal a vezetőképes alumínium termelés 16,2%-kal emelkedett.

REVUE DE L'ALUMINIUM, 1974. 431. szám

*

A pakisztáni Karachi-ban 20 et/év termelési előirányzattal mini-acélművet helyeztek üzembe. Az acélmű rozsdamentes, valamint ötvözött acélokat gyárt és teljes kapacitása 30 et/év körül van. (HW)

Handelsblatt, 1974. 114. sz.

*

A *Bharat Alumínium of India* vállalat 1973. április végén beindította 200 et évi teljesítményű timföldgyárát Korbában. A művet magyar közreműködéssel létesítették és beruházása 392 millió rupiát tett ki. Az *Amarkantak* és *Pnutkapahar*-i bányák szállítják a bauxitot a gyárnak évi 420, illetőleg 130 et. mennyiségben. A *Korba terv* második építési fokozata egy 100 et teljesítményű alumíniumkohót és egy alumíniumhengerművet foglal magában. Ezeket szovjet támogatással építik. Ezen második építési lépcső beruházása kb. 1,5 milliárd rúpia körül mozog és 1974 elejére kell elkészülnie. *K. J.*

A világ kohóalumínium termelése
(1000 metrikus tonna)

	1971.	1972.	1973.
VILÁG	10 988	11 777	12 785
Észak-Amerika	4 564	4 646	5 042
USA	3 561	3 739	4 112
Kanada	1 003	907	930
Európa (Tőkés)	2 250	2 430	2 751
Franciaország	375	394	359
NSZK	428	444	534
Olaszország	136	150	186
Hollandia	117	163	182
Görögország	114	130	141
Anglia	119	171	252
Norvégia	531	541	618
Ausztria	91	84	89
Izland	42	47	62
Svédország	76	78	83
Svájc	94	83	85
Spanyolország	127	145	160
Ázsia (tőkés)	1 120	1 320	1 440
Japán	887	1 009	1 097
India	178	179	154
Bahrein	12	78	103
Tajvan	27	32	35
Irán	—	7	34
Dél-Korea	16	15	17
Ausztrália	202	206	206
Új-Zéland	21	88	117
Afrika	191	232	249
Ghana	111	133	152
Dél-Afrika	29	53	53
Kamerun	51	46	44
Közép- és Dél-Amerika	197	214	247
Brazília	81	98	115
Surinam	54	53	52
Venezuela	22	23	41
Mexikó	40	40	39
Szocialista országok	2 445	2 644	2 751
Szovjetunió	1 850	2 000	2 050
Kína	150	154	156
Románia	110	121	141
Lengyelország	100	102	108
Jugoszlávia	47	73	91
NDK	60	64	69
Csehszlovákia	61	62	69
Magyarország	67	68	67

A 6 vezető tőkés alumíniumkonszern kohóalumínium termelése és kapacitás-kihasználtsági mutatói

Jelölések:

T = kohóalumínium termelés (1000 metr. tonna)
K = olvasztó kapacitás kihasználtság (%)

	1971.		1972.		1973.	
	T	K	T	K	T	K
Alcan (kanadai)	1312	93,7	1281	87,3	1363	89,6
Alcoa (USA)	1424	97,5	1403	86,9	1606	94,2
Reynolds (USA)	906	84,7	908	79,1	1074	93,6
P. I. K. (francia)	801	93,4	891	91,9	867	91,0
Kaiser (USA)	781	96,0	814	87,0	891	92,6
Alusuisse (svájci)	426	95,7	431	73,8	428	89,4
Összesen	5650	93,6	5638	85,7	6229	92,1

A 6 vezető tőkés alumíniumkonszern összesített kohóalumínium termelése a tőkés világ kohóalumínium termeléséhez viszonyítva:

1960.	74,1 %
1965.	72,2 %
1970.	70,6 %
1971.	65,8 %
1972.	61,2 %
1973.	61,4 %

*

1985-re Japán alumínium szükséglete előreláthatólag 3,5 millió tonna lesz, amelyből 1,8 millió tonnát saját termelésből fedeznek, 1,7 millió tonnát pedig importból. Az importált mennyiség 60%-a olyan olvasztókból származik majd, amelyben a japán alumíniumtermelők is részesednek.

METAL BULLETIN, 1974. szeptember 24.

A tőkés világ elsődleges alumínium fogyasztása
(1000 metrikus tonna)

	1970.	1971.	1972.
Összesen	7883	8473	9365
Észak-Amerika	3706	4183	4566
USA	3488	3927	4296
Kanada	218	256	270
Európa	2506	2449	2725
Franciaország	406	377	398
NSZK	670	684	724
Olaszország	279	254	304
Hollandia	54	60	69
Belgium/Luxemburg	175	189	201
Görögország	30	20	24
Törökország	14	28	30
Anglia	401	332	408
Dánia	9	9	9
Ausztria	75	73	71
Finnország	16	16	16
Norvégia	63	84	97
Svédország	82	81	91
Svájc	92	88	100
Portugália	2	2	2
Spanyolország	130	143	170
Egyéb országok	8	9	11
Ázsia	1197	1295	1411
Japán	910	973	1193
India	162	193	183
Egyéb országok	125	129	35
Közép- és Dél-Amerika	203	232	261
Brazília	84	107	121
Argentina	51	55	60
Mexikó	36	35	40
Egyéb országok	32	35	40
Ausztrália	115	138	111
Új-Zéland	10	15	15
Afrika	69	83	95
Dél-Afrika	49	55	60
Kamerun	11	18	22
Egyéb országok	9	10	13

Japán termelők a ghanai kormánnyal közösen 100 ezer tonna/év kapacitású alumíniumgyártó üzem létesítését tervezik Ternában. A gyártás beindítása 1980-ra várható.

A létesítmény ellátása a ghanai bauxitmezők nyersanyagára épül, amelyet ott dolgoznak fel timfölddé. Az energiaellátást vízierőművel fogják biztosítani.

REVUE DE L'ALUMINIUM, 1974. 431. szám

*

Az *Alusuisse* 1972-höz viszonyítva 1973-ban 43%-kal több bauxitot hozott a felszínre, és termelése elérte a 2,3 millió tonnát.

Timföldtermelése 47%-kal 814 ezer tonnára emelkedett. A cég alumíniumtermelése országok szerint 1972-höz viszonyítva 1973-ben a következőképpen alakult:

Ország	Tonna	Változás %-ban
Svájc	76 000	+ 3,1
NSZK		
Rheinfelden	54 000	+ 7,0
Essen	54 000	+66,8
Izland	72 000	+57,9
Olaszország	28 000	—31,5
Norvégia	65 000	+24,4
USA	58 000	+25,9
Dél-Afrika	12 000	—

REVUE DE L'ALUMINIUM, 1974. 431. szám

H. W.

A közelmúltban elkészült mostári timföldgyár után Jugoszlávia tovább kívánja bővíteni timföldgyártó kapacitását a hazai bauxitkincsre építve. Zvornikban megkezdődtek egy 600 000 tonna kapacitású gyár építési munkálatai. Termelését 1977-ben kell megkezdenie. Tervek szerint az obrováci gyárnak is 1977-ben kell elkészülnie, ennek kapacitása 300 000 tonna lesz. A titográdi már meglevő gyár kapacitását 100 000 tonnával bővítik.

A kohóalumínium termelést 300 000 t/évre kívánják fejleszteni, ennek timföldellátását hazai termelésből fedezik. A timföldkapacitásának bővítése lehetővé teszi az exportált mennyiség növelését.

ALUMÍNIUM, 1974. szeptember

*

A jugoszláviai Bosznia-Hercegovinában levő Zvornikban épülő 600 ezer tonna kapacitásúra tervezett timföldgyár építését 117 millió rubeles szovjet kölcsönből valósítják meg, és a tervek szerint 1977-ben fog üzembe lépni.

REVUE DE L'ALUMINIUM, 1974. 431. szám

*

1975 elején készült el a *Sumitomo Chemical* új alumíniumkohója Shikokuban. Az üzem kezdeti kapacitása 50 000 t/év lesz, amit 1977-re 100 000 t/évre kívánnak bővíteni.

METAL BULLETIN, 1974. szeptember 6.

*

Indonézia kohóalumíniumot exportál Singapurba, Japánba és Hong-Kong-ba. Az ország termelése 15 000 t/év, szükséglete pedig csak 5000 t/év.

METAL BULLETIN, 1974. szeptember 6.

*

Új-Zélandban a bluffi alumíniumkohó kapacitását 1976-ra 150 000 t/év kapacitásúra tervezik kibővíteni. Új-Zélandon igen kedvezőek a viszonyok az elektromos energiaellátás terén, mivel az ország jelentős vízienergiával rendelkezik.

METAL BULLETIN, 1974. szeptember 6.

*

Irak egy 100 000 t/év kapacitású alumíniumkohó építését mérlegeli. A tervezési munkába az öt nagy japán alumíniumtermelőt is bevonnák. A szükséges energiát olaj szolgáltatná.

METAL BULLETIN, 1974. október 4.

*

A norvég kormány az *Aardal of Sunndal Werk*-ben át kívánja venni az *ALCAN Aluminium* 50%-os részesedésének felét. Ha a megegyezés létrejön a kormánynak 75%, az Alcannak 25%-os részesedése lesz majd.

METAL BULLETIN, 1974. október 1.

Sajtójelentések szerint az indiai *Uttan Oradesh* alumíniumgyártó üzem — melynek évi kapacitása 95 ezer tonna — energiahiány miatt leállította termelését.

REVUE DE L'ALUMINIUM, 1974. 431. szám

*

A tőkés világ alumíniumkohói teljes kapacitással üzemelnek, a kereskedelmi készletek leapadtak — jelentette ki a Vereinigte Aluminium Werke AG egyik vezető képviselője.

1973-ban a tőkés világ alumíniumfogyasztása 11 millió tonna volt, 18%-kal több, mint a megelőző évben. A termelés ugyanakkor 10%-kal, 10 millió tonnára emelkedett. Az 1 millió tonnás különbséget a felhalmozódott készletekből elégítették ki.

1974-ben az alumínium iránti kereslet mintegy 5%-os növekedése várható.

Financial Times, 1974. június 18.

*

Három Karib-tengeri ország — Jamaica, Guayana és Trinidad-Tobago — együttműködésképpen a térség alumíniumtermelő kapacitását évi 200 000 tonnával fogják növelni. A beruházás két igen jelentős hatása a devizamegtakarítás és foglalkoztatottság növelése.

Tervek szerint Guayanában timföldüzemet, Trinidad-ban pedig alummíniumkohót létesítenek, az utóbbi számára a szükséges energiát az ország keleti partvidékén elhelyezkedő tenger alatti mezőről kitermelt földgázból állítják elő.

A Guayana-i tervezett üzemben előállítandó timföldön kívül Jamaica szállítana még timföldet a Trinidad-i alumíniumkohó számára.

A két új üzem a 3 ország közös tulajdona lesz: a Trinidad-i alumíniukohóban Jamaica és Guayana 33—33, Trinidad-Tobago pedig 34%-ban részesedik. A jamaicai alumíniumkohó tulajdoni megoszlása pedig: Guayana 52%, Jamaica és Trinidad-Tobago pedig 24—24%.

Mining Journal, 1974. június 14.

*

A jamaicai adóemelés által érintett 6 észak-amerikai vállalat — abban a reményben, hogy a jamaicai kormány mérsékelni fogja követeléseit — ajánlatot készít a szigetországban történő jelentős tőkebefektetésekre.

Várhatóan a közeljövőben vitatják meg a kormány javaslatát, mely arra irányult, hogy a Jamaicában működő külföldi alumíniumipari vállalatok adják el érdekeltségeiket a jamaicai kormánynak.

Metal Bulletin, 1974. június 18.

*

Jamaica a bauxitbányászatból származó részesedést és adókat a jelenlegi évi 25 millió $-ról a jövőben 200 millió $-ra akarja emelni. A társaságok 80 millió $-t ajánlottak fel. A 6 nagy vállalat Jamaicában 800 millió $-t ruházott be a bauxittermelésbe.

Die Welt, 1974. június 4.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

108. ÉVFOLYAM



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

BUDAPEST, 1975. ÁPRILIS HÓ

4

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал **Металлургия**

Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen Hüttenwesen

Mining & Metallurgical Journal Metellurgy

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. 105.
Tel.: 426-795

TARTALOM

DR. SZOMBATFALVY ÁRPÁD: Patentozott és hidegen alakított nagyszilárdságú acélhuzalok megeresztése 145

GREGA OSZKÁR—IFJ. GREGA OSZKÁR: Az elegyviszonyok változásának vizsgálata, különös tekintettel a zsugorítvány részesedésre 149

FEHÉRVÁRI ATTILA: Kapcsolat az ütve hajlító vizsgálat és a COD-mérés eredménye között ... 155

DR. SZŰCS LÁSZLÓ: A kén-dioxid gázatmoszférában lefolyó kénredukció vizsgálata az acél nikkeltartalmának függvényében 158

DR. KRAKSZNER GYÖRGY: Kis mennyiségű bór hatása egy betétben edzhető króm—mangán—acél törési erő értékére 162

BALAZSOVICS GÉZA: Földgáz- és olajtüzelésű mészégető aknamedence típusok összehasonlító értékelése 165

Üzemi hírek 169

Beszámoló külföldi konferenciáról 170

Egyesületi hírek 171

Beszámoló konferenciáról 174

1975. évi nívódíj pályázati felhívás 174

Szabványosítási hírek 175

FÉMKOHÁSZAT

DR. KÁLDOR MIHÁLY—DR. BÁRCZY PÁL: Zónaképződés ötvözetekben 176

DR. SCHIPPERT LÁSZLÓ—SAPSÁL VERA: A súrlódási tényező és a semleges szög nagysága szalagok hidegenhengerlésekor feszítéssel és feszítés nélkül 179

DR. TÓTH BÉLA—DR. VALLÓ FERENC—DR. PUNGOR ERNŐ: Kausztikus Na_2O automatikus elemzése timföldgyári laboratóriumban ... 185

A Fémkohászati Szakosztály hírei 188

A Fémkohászati Tanszék hírei 188

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek 189

Szabványosítási hírek 184, 191

ÖNTÖDE

III. Országos Nyomásos Öntészeti Konferencia 73

IMRE JÁNOS—DR. PILISSY LAJOS—BENESCH FERENC—SÁNDOR JÓZSEF: A Vasipari Kutató Intézet által kifejlesztett kokilla- és nyomásos öntészeti bevonó- és kenőanyagok 76

GÁBOR ANDRÁS: Nyomásos öntőszerszámok gyártásának helyzete és fejlesztési irányai ... 81

VIDA LÁSZLÓ—VLCSOVSZKY REZSŐ: Hálótervezési módszer alkalmazása az öntödei formakészítés normaidejének képzésében 84

Könyvismertetés 88

Szakosztályi hírek 89

Folyóiratszemle 93

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**

Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 426-795.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

75. 4., 4218 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16. F. v.: Povárny Jenő

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámára.

Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.
Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770.
Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft.

Index: 25,155

ÉVFOLYAM 108
ГОД
JAHRGANG
YEAR

SZÁM 4
№
Nr.
No.

ÁPRILIS 1975
APRIL
APRIL
АПРЕЛЬ

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ **МЕТАЛЛУРГИЯ**
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN HÜTTENWESEN
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY METALLURGY

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р Арпад Сомбатфалви: **Отпуск патентированных и холоднодеформированных высокопрочных стальных проволок** ..... **С 145**

Прочностные свойства холоднодеформированной высокопрочной стальной проволоки, содержашей 0,85% С после отпуска при температурах 80—300 °С. Механические и магнитные испытания. Устоновлено, что изменение прочностных свойств во время термической обработки является результатом старения, релаксации и восстановления.

Оскар Грата—Оскар Грата младший: **Исследование состава агломерационной шихты** ..... **С 149**

Влияние повышения производства шихтоподготовительного завода в Боршоде на шихтообеспечение металлургического завода в Озде. По данным, накопленным за 10 лет, исследовано благоприятное влияние повышения содержания агломерата в шихте на технические показатели производства чугуна. Приведены типы коксов, применённых за 10 лет, и накопленный заводский опыт. Подчёркивается сушественное уменьшение расхода кокса и повышение качества чугуна. Даётся сопоставление отечественных и заграничных результатов, достигнутых в области производства чугуна.

Аттила Фехервари: **Зависимость между результатами иссπытания на ударную вязкость и СОД измерения** ..... **С 155**

Тесная зависимость между переходными температурами, определёнными иссπытанием шва на ударную вязкость и СОД измерением. На основе этой зависимости становится возможным учесть размеры дефекта шва и установить минимальную рабочую температуру сварных конструкций. Таким образом, в зависимости от контроля дефектов шва можно расширить область применения конструкционных материалов, контролируемых предписаниями стандарта.

Д-р Ласло Сёч: **Исследование зависимости между содержанием серы и восстановлением серы в атмосфере сероокисного газа** ..... **С 158**

По экспериментальным данным автора содержание никеля в стали влияет не только на процесс окисления серы и на процесс равновесной реакции обесеривания но и на процесс восстановления серы. Стали, содержащие никель сильно корродируются в серной атмосфере. При применении сталей, содержащих никель, следует принимать во внимание совместное влияние серы и никеля для того чтобы избежать коррозию.

Д-р Дёрдь Кракснер: **Влияние малых добавок бора на силу разрушения цементируемой хромо-марганцовистой стали** ..... **С 162**

Влияние малого добавка бора на силу разрушения цементированной и закалённой с температуры цементации хромо — марганцовистой стали. Иссπытание на ударную вязкость проводилось не на стандартном образце. Благоприятное влияние бора наблюдается только в том случае если он или же одна его часть связана с азотом.

Г. Балажович: **Сопоставительная оценка отопливаемых природным газом и нефтью миновых печей для отжига извести** ..... **С 165**

Схемы более распространённых в Венгрии и заграницей печей для отжига извести. Анализ процесса отжига. Создание печи встречного потока на основе теплотехнических углеводородов. Сопоставление разных конструкций печей с точки зрения экономических показателей.

Д-р Михай Калдор—д-р Пал Барци: **Образование зон в сплавах** ..... **С 176**

Исходя из общих термодинамических принципов показаны условия образования зон в твёрдом растворе и влияние различных факторов. Обсуждается спинодальный распад и подробно описана кинетика и важность образования зон.

Д-р Шипперт Ласло—Шапшал Вера: **Величины коэффициента трения и нейтрального угла при холодной прокатке лент с натяжением и бес натяжения** ..... **С 179**

В статье обсуждается связь между нейтральным углом и коэффициентом трения, учитывая упрочнение при холодной обработке давлением с натяжениями ленты. На конкретных примерах сравниваются наиболее известные связи между нейтральным углом и силами натяжения.

Д-р Бела Тот, д-р Ференц Валко, д-р Эрнё Пунгор: **Автоматический анализ каустического Na_2O в лаборатории глинозёмного завода** ..... **С 185**

Авторы приводят приборы разработанные для лабораторного анализа алюминатных щёлочей каустической концентрации Na_2O на глинозёмном заводе. После вставления образца в прибор непосредственно определяется концентрация. Для проведения анализа не требуются химикаты. Точность измерения $\pm 1\%$. Приборы работают автоматическим путём.

INHALT

Dr. Á. Szombatfalvy: **Das Anlassen von patentierten und kaltgezogenen hochfesten Stahldrähten** .. S 145

Die Festigkeitseigenschaften von 0,85% kohlenstoffhaltigen, kaltgezogenen, hochfesten Stahldraht nach einem Anlassen auf 80 bis 300 °C. Die mechanischen Untersuchungen wurden mit magnetischen Messungen ergänzt. Mit Hilfe letzteren konnte festgestellt werden, dass die Anderung der Festigkeitswerte eine Folgerung der als Wirkung des Anlassens entstehenden Alterung, weiter der Ralaxations- und Erhohlungsprozesse betrachtet werden kann.

O. Grega—O. Grega jun.: **Die Untersuchung der Möllerverhältnisse mit Rücksicht auf den Sinteranteil** ..... S 149

Die ungünstigen Möllerverhältnisse im Hochofenwerk zu Ózd wurden durch die Inbetriebnahme und Zunahme der Erzeugung der Erzvorbereitunsanlage in Borsod sprunghaft verbessert. Aufgrund von 10-jährigen Aufzeichnungen wurde die günstige Wirkung des zunehmenden Sinteranteils auf die Ergebnisse der Roheisenherstellung untersucht. Die Eigenschaften der in der Prüfperiode verwendeten Kokssorten und die mit ihnen erreichten Betriebserfahrungen. Die erhebliche Verminderung des Koksverbrauches und die Verbesserung der Roheisenqualität wird betont. Vergleich einiger ausländischen Ergebnisse mit den Angaben der einheimischen Hochöfen.

A. Fehérvári: **Verknüpfung der Ergebnisse von Schlagbiegeproben und von COD-Messungen** .. S 155

Es besteht eine fest Verknüpfung der mit Schlagbiegeproben und mit COD-Messungen bestimmten Übergangstemperaturen. Dieser Zusammenhang ermöglicht die Feststellung der Abmessungen von Schweissnahtfehlern. Somit können die Grenzen der Anwendbarkeit von kontrollierten Werkstoffen erweitert werden. Die Kontrolle wird mit Übernahme-Prüfung der Schweissnähte durchgeführt.

Dr. L. Szücs: **Die Untersuchung der Schwefelreduktion in einer SO_2-Gasatmosphäre in Abhägigkeit vom Schwefelgehalt des Stahles** ..... S 158

Aufgrund von Versuchsergebnissen wird festgestellt, dass der Ni-Gehalt der Stähle übt eine Wirkung nicht nur auf den Oxydationsprozess des Schwefels und auf die Ausbildung des Gleichgewichtes der Entschefelungsreaktion, sonern auch auf die Reduktion des Schwefels aus. Die Nikkelstähle korrodierer stark in einer schwefelhaltigen Atmosphäre, deshalb soll bei Anwendung von nickelhaltigen Edelstählen die gemeinsame Wirkung des Nickels und Schwefels in Acht genommen werden. Diese Wirkung kann gegebenenfalls zur starken Korrosion der Erzeugnisse führen.

Dr. Gy. Krakszner: **Die Wirkung kleiner Borgehalte auf die Werte des Schlagkraftes von einem Cr-Mn-Einsatzstahles** ..... S 162

Die Wirkung kleiner Borgehalte auf die Schlagkraft-Werte eines zementierten und abgeschreckten Cr-Mn-Stahles. Die Schlagbiegeversuche wurden mit genormten Probekörpern, Typ ZF, durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten, dass ein Borgehalt nur dann günstig wirkt, wenn das Bor wenigstens teilweise zu Stickstoff gebunden ist.

G. Balázsovics: **Vergleichende Bewertung der Erdgas- und Ölbeheizten Kalkbrennöfen** ..... S 165

Beschreibung der bekannten in- und ausländischen Typen von Kalkbrennöfen. Analyse des Kalkbrenn-Prozesses. Aufgrund der heiztechnischen Eigenschaften von Kohlenwasserstoffen wird eine neuartige Lösung, ein Gleichstrom-Gegenstrom-Ofen entwickelt. Vergleich der verschiedenen Ofenkonstruktione und ihre wichtigeren Wirtschaftsmerkmale.

Dr. M. Káldor—Dr. P. Bárczy: **Zonenbildung in Legierungen** ..... S 176

Von allgemeinen thermodynamischen Prinzipien ausgehend werden die Bedingungen der Zonenbildung in festen Lösungen der Legierungen gezeigt. Behandlung des spinodalen Zerfalles und die Kinetik der zonenbildung und ihre Bedeutung.

Dr. L. Schippert—V., Sapsál: **Beziehungen zwischen Einspannwinkel, Neutralwinkel, Reibungsfaktor und dem linearen Härtungsfaktor beim Kaltwalzen** ..... S 179

Beim Kaltwalzen ändern sich die Festigkeitseigenschaften der Stoffe und sie werden härter. Die Ekelund-Pavlov- Beziehung, welche den Zusammenhang zwischen dem Einspannwinkel, dem Neutralwinkel und dem Reibungsfaktor darstellt, lässt die Anderung der Festigkeitseigenschaften im Lauf des Walzens ausser Acht. Die Arbeit enthält einen Vorschlag einer Modifizierung, welche den Einfluss der Härtung ausdrückt.

B. Tóth—F. Valkó—E. Pungor: **Die automatische Analyse des kaustischen Na_2O-Gehaltes im Laboratorium der Tonerdefabrik** ..... S 185

Die Verfasser beschreiben ihr Laboratoriumsanalysegerät für die Bestimmung des kaustischen Na_2O-Gehaltes in Aluminatlaugen und Trüben der Tonerdefabrik. Nach der üblichen Verdünnung wird die Probe in das Instrument eingeführt und der Konzentrationswert wird abgelesen. Die Messungen erfordern keine Chemikalien; der Messfehler ist max. ¾1 Rel%. Die Instrumente arbeiten automatisch.

CONTENTS

Dr. Á. Szombatfalvy: **Tempering of high-strength steel wire after patenting and cold forming ... P 145**

The strength properties of high-strength steel wire with 0,85% C content were tested after cold forming, and tempering at 80—300 °C. Magnetic tests were made in addition. These indicated that the change in parameters is due to a combination of segregation (aging) caused by the heat treatment, relaxation and recovery.

O. Grega—O. Grega Jr.: **Testing the effect of varying burden ratios, with special regard to the sinter ratio ..... P 149**

The unfavourable burden ratios of the Ózd Metallurgical Works have suddenly improved since the production of the Borsod Ore Sintering Plant increased its production. From 10 years' data the authors study the influence of the increased ratio on the technical parameters of iron production. They furnish the data of the coke types consumed during this period and the experiences gained with these cokes. The significant decrease in coke consumption and the improvement of pig iron quality are stressed. Finally a comparison is instituted with the results of some domestic and foreign blast furnace shops.

A. Fehérvári: **A relationship between the results of the impact bending test and COD measurement P 155**

A close relationship exists between the transition temperatures of welds measured by the impact test and COD measurement. This relationship permits the inclusion of the size of the weld defect among the parameters which define the minimal operating temperatures of welded structures. Accordingly the area of application of structural materials checked with standardized acceptance tests can be extended depending on the checking of weld defects.

Dr. L. Szücs: **A study of sulphur reduction in a sulphur dioxide atmosphere as a function of the sulphur content of steel. ..... P 158**

According to the experimental results of the author the nickel content of steel influences not only the oxidation of steel and the equilibrium of the desulphurizing reaction but also the sulphur reduction. Nickel-bearing steels corrode seriously in a sulphur-containing atmosphere. Therefore the combined effect of nickel and sulphur should be considered in the applications of high-quality steels since in certain conditions it may produce an extended corrosion of the product.

Dr. Gy. Krakszner: **Influence of small amounts of borone on the fracture force of a case-hardening chromium-manganese steel ..... P 162**

The influence of small amounts of borone on the value of the fracture force in a chromium-manganese steel hardened directly from the carburizing temperature. Impact bending tests were carried out on a ZF type non-standardized specimen. Boron has a favourable influence only when it is bonded — partly at least — to nitrogen.

G. Balázsovics: **A comparative assessment of lime calcining shaft furnaces fired with natural gas and fuel oil ..... P 165**

A short description of the better-known domestic and foreign lime calcining shaft furnace types. Analysis of lime calcining and development of a concurrent-countercurrent furnace on the basis of the combustion properties of hydrocarbons. An economic comparison of the furnace constructions.

Dr. M. Káldor—Dr. P. Bárczy: **Zone formation in alloys ..... P 176**

Starting from general thermodynamical principles, the authors present the conditions of zone formation in the solid solution of alloys and the influence of various factors. They discuss spinodal decomposition and the kinetics and significance of zone formation.

Dr. L. Schippert—V. Sapsál: **The relationship between the gripping angle, the neutral angle, the friction factor and the linear hardening factor in cold rolling ..... P 179**

In cold rolling the strength characteristics of materials change and hardening occurs. The Ekelund—Pavlov relationship which expresses the connection between the gripping angle, the neutral angle and the friction factor does not take into account the variation of strength properties during rolling. The author proposes a modification of this relationship to include the effect of hardening.

B. Tóth—F. Valkó—E. Pungor: **The automatic analysis of caustic Na_2O in the laboratories of alumina plants ..... P 185**

The authors describe their laboratory analyzers for measuring teh caustic Na_2O concentration in alumina liquors and slurries of alumina plants. The sample is diluted as usual, placed in the instrument and the concentration is read. No reagents are required. The error is less than $^3/_4$ l relative%. The instruments operate automatically.

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
DR. FUCHS ERIK, GARAY LÁSZLÓ, KOLOSY ERNŐ, RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, CSEH MIKLÓS, DR. HAJTÓ NÁNDOR, HARRACH WALTER, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOLLÁR SÁNDOR, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VAS IVÁN, DR. VERŐ BALÁZS.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

108. évfolyam 4. szám 1975. április

Patentozott és hidegen alakított nagyszilárdságú acélhuzalok megeresztése*

Dr. SZOMBATFALVY ÁRPÁD okl. gépészmérnök
Vasipari Kutató Intézet

DK: 669.14.018.295—426 : 621.785.7

A szerző a 0,85% C-tartalmú, hidegen alakított, nagy szilárdságú acélhuzal szilárdsági tulajdonságait vizsgálta 80—300 °C hőmérsékletű megeresztés után. A mechanikai vizsgálatokat mágneses mérésekkel egészítette ki. Ezek segítségével megállapította, hogy a szilárdsági mérőszámok megváltozása a hőkezelés hatására végbemenő szegregáció (öregedés), továbbá ernyedési és megújulási folyamatok együttes következménye.

A gép- és építőipar igen nagy mennyiségű hidegen alakított, nagyszilárdságú acélhuzalt használ fel, részben rugógyártásra, részben feszített betonszerkezetekben. A huzalokat sok esetben hőkezelik; ez lényegesen módosítja a szilárdsági tulajdonságaikat. A hőkezelés hatása a különféle tulajdonságra azonban általában nem ismert és nem vizsgálták a hazai acélokon kellő részletességgel azt sem, hogy a szilárdsági mérőszámok megváltozása mire vezethető vissza.

E kérdések tisztázására alapos, sok részletre kiterjedő vizsgálatokat végeztünk. Ezek egy része a „December 4" Drótművek megbízatása révén vált szükségessé, zömét azonban magunk kezdeményeztük.

Kísérleteink voltaképpen abból álltak, hogy egyetlen huzalgyártmányt különböző hőmérsékleten hőkezeltünk, és különféle berendezésekkel mértük az egyes tulajdonságok megváltozását.

A kísérleti anyag

A vizsgálatokhoz 2,5 mm átmérőjű huzalt választottunk.

Alapanyaga ∅8,5 mm-es hengerhuzal, amit négy fokozatban húztak ∅5,1 mm-es méretre. Az itt végzett második patentozás után 76%-os alakítással, hét fokozatban történt a készre húzás. A kész huzal névleges szakítószilárdsága 190 (1863 N/mm²) kp/mm². A huzalt a „December 4" Drótművek gyártotta, jellemző összetétele 0,85% C, 0,16% Si, 0,43% Mn.

A próbatesteket zsírtalanítás után öntöttvas forgácsba ágyazva kamrás kemencében hőkezeltük. A megeresztés időtartama minden esetben 2 óra volt, a hőmérsékletek a következők:
80, 100, 120, 150, 180, 210, 240, 270 és 300 °C.

Vizsgálati módok és eszközök

A szakítókísérleteket elektronikus, INSTRON gépen végeztük, a diagramok közvetlen felrajzolásával. A nyúlást 250-szeres nagyítással regisztráltuk. A technológiai próbákhoz hagyományos, szabványainknak megfelelő készülékeket használtunk. A csavaró rugalmassági modulust és a mechanikai csillapodás tényezőjét Intézetünkben tervezett és összeállított torziós ingával határoztuk meg. Tekintve, hogy ezt nagyméretű, legfeljebb 4 mm átmérőjű huzalok vizsgálatára szántuk, az ebből adódó különleges problémák miatt nagyobb pontatlansággal, illetve bizonytalansággal kell számolnunk. Ezért a torziós ingával végzett mérések eredményei ± 10% pontossággal fogadhatók el.

A szegregációs folyamatok ellenőrzésére mágneses vizsgálati módszereket használtunk. Egyrészt mértük a koercitiv erőt, házilag összeállított, ± 0,5 Oersted (40 A/m) pontosságú készülékünkön. Ezenkívül méréseket végeztünk az Intézetünkben egy újabban kifejlesztett berendezésen is, amely az interszticiósan oldódó C és N atomok kimutatására alkalmas [1]. Fizikai alapja a mágneses utóhatás egyik fajtája: az anyagot kis frekvenciájú, váltakozó mágneses térbe helyezzük és a hőmérséklet növelése közben mérjük az állandó nagyságú indukció fenntartására szükséges energiát.

A kísérlet eredményeit grafikusan ábrázoljuk: elméleti megfontolások miatt abszcisszán az ab-

* E tanulmány rövid kivonata elhangzott a Drótkötelek Élettartamát Tanulmányozó Nemzetközi Szervezet (OIPEEC) 1973. szept. 26—28. között Milanóban rendezett Kerekasztal Konferenciáján.

szolút hőmérséklet reciprok értékét, az ordinátán az utóhatás nagyságát tüntettük fel önkényes mértékegységben. Az utóhatás mértéke az intersztíciósan oldott atomok számával arányos, a hőmérséklet pedig, amelyen a görbe deriváltjának maximuma van, az illető atom fajtájára jellemző.

Vizsgálati eredmények

1. Szilárdsági tulajdonságok

A szakítókísérletek eredményeit az *1. ábra* felső diagramján mutatjuk be.

Ebből kitűnik, hogy megeresztés hatására a szilárdsági jellemzők lényegesen megváltoznak: a szakítószilárdság, a 0,2 és a 0,05%-os nyúláshatár lényegesen megnövekszik. A legnagyobb javulás: mintegy 50%-os az egyezményes (0,05%-os) rugalmassági határban tapasztalható. Ennek azért van jelentősége, mert a betonfeszítő huzalok méretezésekor ezt veszik alapul. Bizonyos hőmérsékleten túl ezek a jellemzők ismét csökkennek; figyelemre méltó, hogy a csúcsérték nem azonos hőmérsékletű megeresztés után jelentkezik: a szakítószilárdság kb. 140 °C, a 0,05%-os nyúláshatár 180 °C körül éri el a legnagyobb értéket. A szilárdság mértékének növekedése és az optimális hőmérséklet az anyag összetételétől, az alakítás mértékétől és a húzás technológiájától is függ, de ilyen minőségű huzaloknál mindig hasonló értékeket találtunk. Természetesen a hőntartási idő is szerepet játszik abban, hogy a csúcsérték milyen hőmérsékleten jelentkezik.

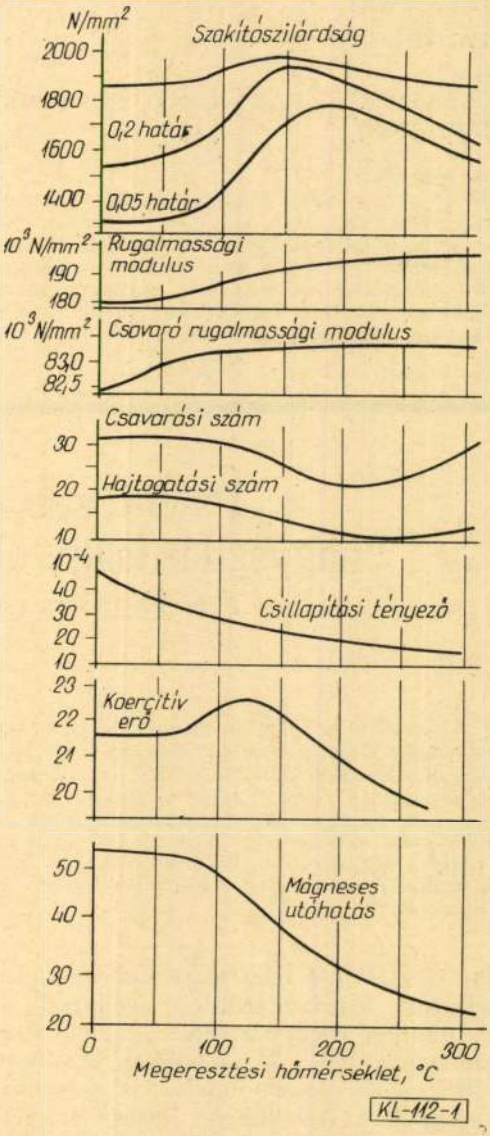
Az anyagok minősítésére, fajlagos kihasználhatóságának jellemzésére alkalmasnak bizonyult a szakítószilárdságra vonatkoztatott folyási, illetve egyezményes rugalmassági határ. E két viszonyszám hőkezelés okozta százalékos változását a *2. ábrán* mutatjuk be. Mindkét érték közel 20%-os javulása a megeresztés gazdaságosságát tanúsítja.

Igen jól szemlélteti a megeresztés hatását a *3. ábra*, amelyen a hőkezeletlen, továbbá a 100, 180 és és 300 °C-on megeresztett huzalok szakítódiagramját tüntettük fel. A húzott anyag diagramjának alig van egyenes szakasza, már kis feszültségeknél megindul a maradó alakváltozás. Megeresztés hatására mintegy 180 °C-ig nő a rugalmas alakváltozás határa, ezen túl már ismét csökken.

Megeresztés hatására a rugalmassági modulusz szintén megváltozik, az 1. ábrán bemutatott görbe szerint. Korábbi kísérleteink során azt is megállapítottuk, hogy ez a változás annál nagyobb mérvű, minél alacsonyabb a húzott állapotban, hőkezelés előtt mért érték, továbbá, hogy nagyobb hőmérsékletű megeresztéssel (200—400 °C között) a $2{,}05 \cdot 10^4$ kp/mm² ($201 \cdot 10^3$ N/mm²) körüli határértéket közelítjük meg. A különböző hőmérsékletű megeresztés a rugalmassági moduluszt kereken 10%-kal változtatja meg.

2. Torziós ingával végzett mérések eredményei

A torziós ingával végzett kísérletek segítségével a lengések amplitúdójából és periódusidejéből meghatároztuk a különféle hőmérsékleten megeresztett próbák csillapodási tényezőjét és csavaró rugalmassági moduluszát. Amint az 1. ábrából kitűnik, a szobahőmérsékleten mért csillapodási tényező kisebb hőmérsékletű megeresztés után gyorsabban csökken; erőteljesebb megeresztés egyre mérsékeltebb csillapodásváltozást idéz elő.



1. ábra. A különböző tulajdonságok változása megeresztés hatására

A csavaró rugalmassági modulusz növekszik a megeresztés hőmérsékletével: kezdetben gyorsabban, majd lassabban és kb. 250 °C-on túl már nem változik. A növekedés a mérési pontatlanság figyelembevételével sem haladja meg a 2,5%-ot.

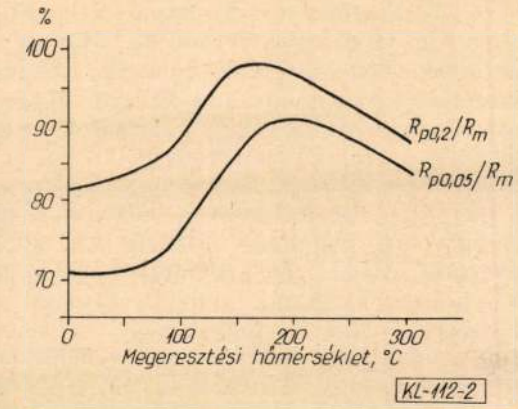
3. Technológiai próbák

A szabványos csavaró és hajtógató kísérlet eredményeit ugyancsak az 1. ábrán láthatjuk. Figyelemre méltó, hogy mindkét mérőszám 80 °C körüli megeresztés után csökkenni kezd, és 200 °C-nál valamivel nagyobb hőmérsékleten minimumot ér el, majd ismét nő.

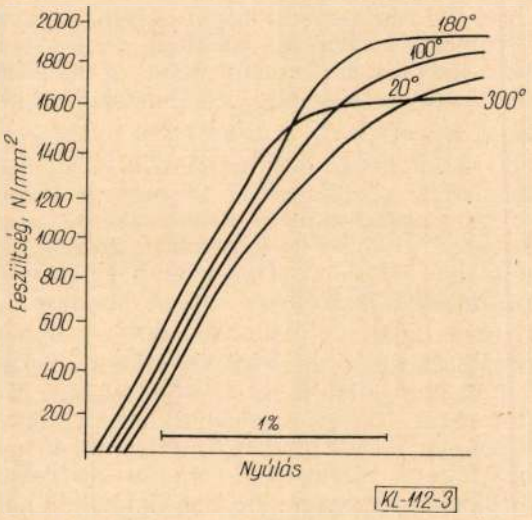
4. Mágneses tulajdonságok

Az anyag szerkezetének pontosabb megismerésére a mágneses tulajdonságokat is vizsgáltuk.

Elsősorban mértük a koercitív erőt a megeresz-



2. ábra. A $\sigma_{0,2}/\sigma_B$ és a $\sigma_{0,05}/\sigma_B$ arányának változása a megeresztés következtében



3. ábra. Eredeti és megeresztett próbák szakítódiagramjának kezdeti szakasza

tés hőmérsékletének függvényében. A mérések eredményét az 1. ábrán tüntettük fel; ez azt tanúsítja, hogy a koercitív erő maximumos görbe szerint változik. A csúcsérték kb. 120 °C-on való megeresztés hatására jelentkezik. A hőmérséklet további növelése után a koercitív erő erősebben, 250 °C-on túl mérsékleten csökken.

Vizsgáltuk továbbá a már leírt módszer segítségével a különböző hőmérsékleteken megeresztett próbákon a mágneses utóhatás nagyságát. A kísérletek során felvett görbék közül néhányat a *4. ábrán* mutatunk be. A görbék maximuma az utóhatás nagyságát jelenti és az intersztíciósan oldott atomok relatív mennyiségével arányos. E görbék azt tanúsítják, hogy nagyobb hőmérsékleten az oldott atomok száma csökken és már 100 °C alatt megindul egy szegregációs folyamat. A jellemző hőmérséklet nitridek kiválását bizonyítja. E megállapítás ellenőrzésére néhány próbát 700 °C-ig melegítettünk, majd igen lassan hűtöttünk. Ezeken már alig volt mérhető utóhatás; a 820 °C-ról vízben hűtött anyagon végzett vizsgálat viszont nagymennyiségű oldott ötvöző jelenlétét mutatta. Az utóhatásra jellemző hőmérsékletből ez esetben C-atomokra kell következtetni.

Az utóhatás mértékét a megeresztési hőmérséklet függvényében ábrázoltuk és a jobb áttekinthetőség érdekében ugyancsak az 1. ábrán tüntettük fel.

5. Fárasztó vizsgálatok

A szakítókísérletek alapján 150°, 210° és 240 °C-on megeresztett, továbbá hőkezeletlen próbák fárasztóvizsgálata látszott célszerűnek. Az eredményeket Weibull-féle eloszlási függvény szerint értékelve, az 50% törési valószínűséghez tartozó élettartamok a következők:

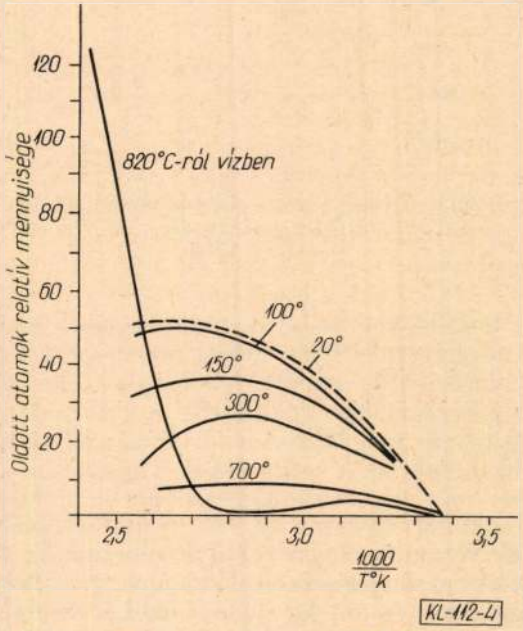
Hőkezeletlen:		49 000
Megeresztve:	150 °C	65 000
	210 °C	72 000
	240 °C	57 000

A legeredményesebbnek bizonyult 210 °C-os hőkezelési kísérlet egyes próbáinak Weibull-szerinti eloszlását az *5. ábra* szemléleti.

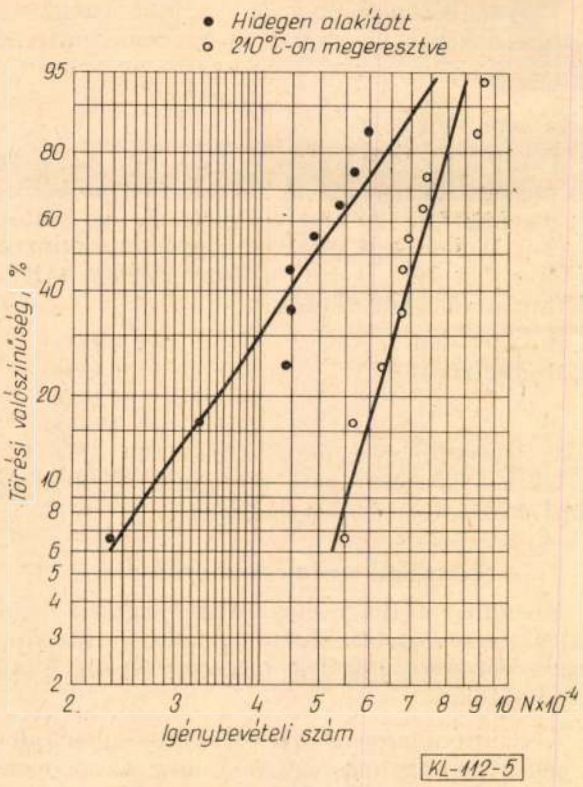
Vizsgálati eredmények értékelése

A bemutatott diagramokból igen nagy valószínűséggel lehet következtetni a hidegen alakított, nagyszilárdságú huzalok megeresztésekor lezajló folyamatokra:

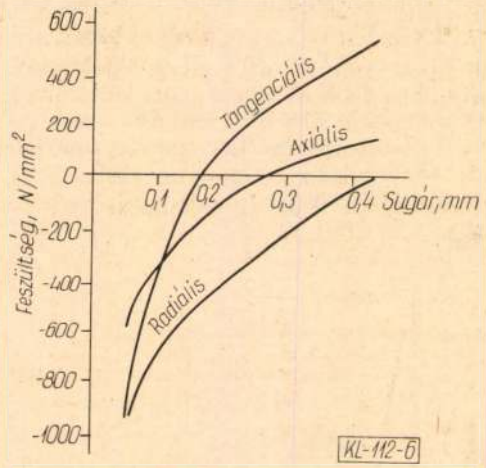
1. A szakítószilárdság és a rugalmassági tulajdonságok: a rugalmassági modulusz, az egyezményes folyási határ, de főképpen a 0,05%-os határ erős növekedését elsősorban Bauschinger-hatás fokozatos csökkenésének kell tulajdonítani. A hidegen húzott, nagymértékben alakított acélokban ugyanis jelentős belső feszültségek érbednek [2, 3]. Ezek nagyságáról és arányáról a példaképpen bemutatott *6. ábra* tájékoztat. Ez elárulja, hogy a különböző irányú feszültségek között a tangenciális és a radiális irányú a mérvadó. A szakítókísérlet (a rugalmas tartományban csak tengelyirányú igénybevételt okoz, ezért nyilvánvaló a Bauschinger-hatás erős érvényesülése.



4. ábra. Mágneses utóhatási görbék különböző hőkezelés után



5. ábra. 210 °C-on megeresztett, valamint hőkezeletlen próbák élettartamának Weibull szerinti eloszlása



6. ábra. A belső feszültségek változása 0,86 mm átmérőjű huzal keresztmetszetében 82,7%-os alakítás után

Melegítéskor a belső feszültségek mérséklődnek. A megeresztési hőmérséklet növelésével a Bauschinger-hatás emiatt fokozatosan elenyészik. A jelenséget igen jól tükrözi a szakítódiagram alakjának megváltozása (3. ábra): az alakított huzal diagramja csak a kezdeti szakaszon egyenes, már kis feszültségeknél görbülni kezd, a Hooke-törvény csak kb. 600 N/mm²-ig érvényes. Már viszonylag kismértékű megeresztés hatására ez a pont lényegesen eltolódik a nagyobb feszültségek felé és mintegy 180 °C-os hőkezelés után már 1600 N/mm² értékig lineáris a feszültség—nyúlás összefüggés. A belső feszültségek ernyedésének következménye a Young- és a csavaró rugalmassági modulusz növekedése. Minthogy ennek értéke 300—350 °C-ig változik, és további megeresztés hatástalan, arra kell következtetni, hogy a belső feszültségek csökkenése ebben a hőmérséklet-tartományban ér véget.

2. Az 1. ábrából kitűnik, hogy egyes tulajdonságok, ill. mérőszámok: csavarási és hajtogatási szám, koercitív erő, mágneses utóhatás, kb. 80 °C-ig nagyjából állandó. Ez arra utal, hogy ez lehet az a hőmérséklethatár, ameddig egyedül a feszültségernyedési folyamat megy végbe. Nagyobb hőmérséklet hatására ezek a mérőszámok már változnak, a 0,05 és 0,2%-os nyúláshatár rohamosan kezd emelkedni; ez további folyamatok kezdetének a jele. Nem magyarázható meg a belső feszültségi állapot megváltozásával a szakítószilárdság megnövekedése sem. Mindebből arra kell következtetni, hogy valamilyen kiválási folyamattal, mégpedig alakítási öregedéssel állunk szemben. Ez keményedéssel és ridegedéssel jár: a szakítószilárdság, rugalmassági tulajdonságok növekednek, a szívósságra jellemző értékek csökkennek. Szegregátumok megjelenését bizonyítja a csillapodási tényező, a koercitív erő és a mágneses utóhatás mértékének megváltozása. A 4. ábra és a kapcsolatos részletes vizsgálataink arra is rávilágítanak, hogy elsősorban nitridek kiválásáról van szó. A kiválási folyamatnak minden előfeltétele adott: a hidegalakítás hatására a diszlokációk erősen megszaporodtak és elszakadtak a köréjük települt N és C atomoktól. Nagyobb hőmérsékleten pedig ezek viszonylag rövid idő alatt ismét kiválnak, a diszlokációkhoz vándorolnak, illetve nitrideket és karbidokat képeznek. Ezáltal blokkolják a diszlokációk mozgását, ami ridegedésben nyilvánul meg. A folyamat diffúzióval megy végbe, így annál gyorsabb, minél nagyobb a hőmérséklet. Valószínű, hogy már közönséges hőmérsékleten elkezdődik, de igen lassan.

A szilárdsági és szívóssági mérőszámok, valamint a mágneses tulajdonságok változását mutató görbék alapján arra lehet következtetni, hogy a gyakorlati szempontból figyelemre méltó kiválási folyamat 80 °C körül indul meg és kb. 300 °C-ig tart.

A szegregáció okozta keményedés további eredménye a kifáradási tulajdonságok lényeges javulása is. A hőmérséklet növelésével az élettartam mindaddig javul, amíg a lágyulás hatása nem kezd érvényesülni.

3. A belső feszültségek relaxációja természetesen csak a rácshibák mozgása, a diszlokációk számának csökkenése révén mehet végbe. Ez a jelenség a megújulás (Erholung, restauration), ami bizonyos határon túl *lágyulással* járó folyamat: csökken a keménység, a szilárdság, a szívósság pedig növekszik. A folyamat már kisebb hőmérsékleten, pl.: 100 °C-on elkezdődik. A vele ellentétes hatású keményedés azonban kedetben elnyomja, ezért csak 150—250 °C közötti tartományban kezd érvényesülni.

Az utóbbi hőmérsékleten fejeződik be a nitridek szegregációja, ezen túl már csak a lágyulási folya-

mat érvényesül; főleg ennek következménye a szilárdság csökkenése, a szívósság növekedése.

A kísérleti eredményekből és az elméleti megfontolásokból egyaránt következik, hogy a melegítés hatására végbemenő egyes folyamatok részben egyidejűleg mennek végbe, átfedik egymást. Az alkalmazott vizsgálati módszerekkel nem is választhatók szét. Ez nehezíti az egyes mechanizmusok felismerését és kvantitatív következtetések leszűrését.

Megállapítható azonban, hogy közöttük legjelentősebb a nitrid kiválás okozta szegregáció, ezért a megeresztés hatására lezajló jelenséget elsősorban alakítási öregedésnek kell tekinteni.

A szilárdsági tulajdonságok javítása szempontjából legkedvezőbb a 180—200 °C-os megeresztés, kétórás hőntartási időt véve alapul.

Összefoglalás

Szakítókísérletek, technológiai vizsgálatok, mágneses mérések és torziós ingán végzett kísérletek segítségével tanulmányoztuk a hidegen alakított feszítő és rugóacélok tulajdonságainak változását, amelyek 2 órás, 80—300 °C közötti megeresztés hatására végbemennek. A szakítószilárdság és a 0,2%-os egyezményes folyáshatár, de főleg 0,05%-os nyúláshatár erőteljesen növekszik, 200 °C-nál nagyobb hőmérsékletű megeresztés után azonban már csökken. Ebben a hőmérséklettartományban a szívósság mérőszámai: a csavarási és hajtogatási szám minimális. A normális és a csavaró rugalmassági modulus folyamatosan növekszik és 300 °C körül az acélokra jellemző határértékeket közelíti meg.

A tulajdonságok változásából, de főleg a vizsgált mágneses jellemzők alapján következetni lehet a megeresztéskor végbemenő folyamatokra: a megeresztés első szakaszában, mintegy 100 °C-ig a nyúláshatár és a rugalmassági modulus növekedése főleg a *belső feszültségek ernyedésének*, a Bauschinger-hatás leépülésének tulajdonítható. 100 °C körüli hőmérsékleten *szegregációs* folyamat indul meg és tart kb. 250 °C-ig; ennek hatására erőteljesen növekednek a szilárdsági jellemzők, a szívósság mérőszámai azonban csökkennek: az anyag ridegebbé válik. E folyamatokkal párhuzamosan elkezdődik a *megújulás* folyamata; ezt azonban kezdetben ellensúlyozza a szegregációval járó keményedés, ezért hatása csak 150—250 °C között kezd érvényesülni.

IRODALOM

[1] VII. Kohászati Anyagvizsgáló Napok Előadásai, Balatonszéplak 1973. II. 189.

[2] *Tulenkov, K. I.—Gajducsenko, B. I.:* Vlijanie osztatocsnüh naprjazsenij v provoloke na rabotoszposzobnoszt'kanatov. Sztal', 1964. 3. sz. 280—281. p.

[3] *Théolier, M.—Fougères R.:* Étude de la répartition des contraintes résiduelles dans les fils d'acier tréfilés. La Machine Outil Francaise, 244, 245, 246 (1968.

Az elegyviszonyok változásának vizsgálata, különös tekintettel a zsugorítvány részesedésre

GREGA OSZKÁR — ifj. GREGA OSZKÁR okl. kohómérnökök
Ózdi Kohászati Üzemek — Borsodi Ércelőkészítő Mű

DK: 669.162.1

Az Ózdi Kohászati Üzemekben az ez ideig mostoha nagyolvasztói elegyviszonyok a Borsodi Ércelőkészítő Mű termelésének fokozódásával ugrásszerűen kedvezőbbekké alakultak. A szerzők 10 éves időszak adatai alapján részletesen vizsgálják a zsugorítványrészesedés növekedésének a nyersvasgyártás műszaki mutatókra gyakorolt igen kedvező hatását. Ismertetik a 10 éves ciklus alatt felhasznált kokszféleségek adatait és a kokszfajtákkal szerzett üzemi tapasztalatokat. Kiemelik a kokszfogyasztás erőteljes csökkenését és a nyersvas minőségének javulását. Végül összehasonlítást tesznek néhány külföldi és hazai nagyolvasztóműben elért eredményekkel.

A Borsodi Ércelőkészítő Mű beindulásával, termelésének felfutásával, a gyártott zsugorítvány minőségének stabilizálásával a borsodi térségben is megteremtődtek a nagyolvasztók üzemeltetésének korszerűnek mondható feltételei. Ez a tény lehetőséget nyújtott arra, hogy az egyik borsodi kohómű, az Ózdi Kohászati Üzemek (ÓKÜ) Nagyolvasztóművének elegyviszonyait visszamenőleg hosszabb távon megvizsgáljuk, és az eltelt időszak alatt bekövetkezett változásoknak a műszaki mutatókra gyakorolt hatását értékeljük.

Az elegyviszonyok alakulása

Az ózdi kohómű termelési kapacitása és az acélmű igénye között 1950-től 1970-ig terjedő időben nem volt meg a szükséges összhang. A kohómű 1950-ben korszerűségét tekintve lényegében még az 1930-ban adott szinten volt. Népgazdaságunk dinamikus fejlődése egyre több acélt és nyersvasat igényelt. Ez a fejlődés 1949—1953-as évek között valóban bekövetkezett. 1953-ban a nyersvastermelés közel 36%-kal haladta meg az 1949. évi szintet. Jelentős ez az eredmény, ha figyelembe vesszük azt a körülményt, hogy ebben az időszakban a kohók térfogatában, a léghevítők kapacitásában és a kiszolgálásban növekedés egyáltalán nem következett be. Az elegykihozatal viszont 34,2%-ról 38,9%-ra emelkedett. Kizárólag az elegyminőség megjavításával lehetett a termelést 274 ezer tonna/év szintről 372 ezer tonna/év-re növelni. Figyelemre méltó körülmény, hogy a kohók ércellátási helyzete változatlan maradt. (A zsugorítómű 1950-ben lépett be.)

Az elegy Fe-tartalmának dúsítására az egyetlen eszköz az országban és az ÓKÜ salakhányóján ren-

delkezésre álló nagy vastartalmú hulladék felhasználása volt. A fajlagos vashulladék felhasználás 1949-ben 31 kg/t, 1953-ben 304 kg/t. A készletek csökkenése természetesen a felhasználás terén is éreztette hatását, és 1960-ra már 70 kg/t-ra esett vissza. Az elegykihozatal ekkor 31,1% volt. Az elegyminőség javításával elérhető belső termelésfokozási lehetőségek ezzel kimerültek.

Az ózdi ércviszonyok részletesebb vizsgálatakor érdemes a múltba visszatekinteni. Ismeretes, hogy az ózdi kohómű nem rendelkezik megfelelő anyagbázissal. A mű telepítésének időszakában a gömöri érctelepek lényegében az alapító részvényesek birtokában voltak. Gyakorlatilag tehát az ózdi kohóművet a *Rozsnyó* környéki ércbányák látták el részben nyers, részben pörkölt érccel. A betét bizonyos hányadát ugyancsak a vállalati tulajdonban levő *rudabányai* érctelep biztosította. Ez a telep nagyrészt limonitot, kisebb részben vastartalmú mészkövet — ankeritet — és pátércet szolgáltatott az ózdi kohósítás céljára. Időszakonként jugoszláv ércet, öntödei és speciális vasak gyártására kisebb mennyiségben svéd ércet importáltak. A marokkói és a bulgár érc mennyisége nem volt számottevő.

A nyersvasgyártás mangán-ércszükségletét alapvetően a hazai bányák (elsősorban Eplény), kisebb mennyiségben bulgár és román importérc fedezte. A rövid felsorolásból is látható, hogy az ércek sokfélesége, a felhasználás arányában állandóan fennálló változások nem teremtették meg a stabilitás alapvető követelményeit a vashordozók tekintetében. *Az ózdi kohómű évtizedekig nem rendelkezett közel állandó kémiai összetételű és szemnagyságú betéttel.* Ez az állapot lényegében 1947—48-ig volt jellemző.

Az ezt követő időben a szovjet szállítások a kohók ércellátását alapvetően stabilizálták.

1962-ben a kohóbetét a következő anyagokból állt:

Ózdi zsugorított érc	25%
Szovjet darabos és vegyes ércek	40%
Rudabányai ércek	20%
Mangánérc	2%
Vastartalmú hulladék, salakok	13%
	100%

Figyelembe véve azt a körülményt, hogy az ózdi zsugorítómű túlnyomórészt szovjet agló ércet és a vegyes érc osztályozása útján nyert porércet dolgozta fel, megállapítható, hogy 60%-ban szovjet vasérc állt a mű rendelkezésére.

Bár a kohómű már 1940-ben is 55—60%-ban pörkölt ércekkel dolgozott, a nagy portartalom miatt előtérbe került az érceknek zsugorító eljárással történő darabosító előkészítése.

Az akkor járatos ércek zsugorítási kísérleteit Magdeburgban végezték el. A kísérletek eredményei alapján kezdődött el az ózdi zsugorítómű tervezése. A háborús események a megkezdett munkát megbénították, és csak 1948-ban kezdődhetett meg a kivitelezés.

Az új zsugorítóművel kapcsolatos alapkoncepció a következő volt: Az ózdi kohóműbe érkező szovjet vegyes ércet a kívánt szemnagyságra törték, osztályozták. Az osztályozó mű három frakcióra választotta az alapterméket:

0—10 mm, 10—25 mm, 25—50 mm.

A porércet, valamint a 10—25 mm-es frakciót a zsugorítóműbe szállították, az utóbbi rostvédő anyagul szolgált.

Megjegyzendő, hogy kezdetben mészkőkavicsot használtak rostvédő anyagként, de a kiégetlen mészkő gócokat képezett a zsugorítványban, és rontotta annak minőségét. A darabos nyers ércet a kohók feldolgozták.

A Greenawalt rendszerű zsugorítóművet 1950-ben helyezték üzemben. Kezdetben három, majd később öt zsugorító teknővel működött. A berendezést évi 300 ezer t kapacitásra tervezték. A tervezett kapacitást hosszú éveken keresztül nem sikerült elérni, és csak az 1960-as évek végén emelkedett a termelés 320 ezer t/év-re. Ez a mennyiség 1962—67 években 24,5—25,0%, 1968-ban 27,4% zsugorítvány-részarányt biztosított az elegyben.

Az 1962-től 1972-ig terjedő tíz év vashordozó anyagok felhasználása tekintetében három időszakra osztható.

1962—65 között a viszonylag állandónak mondható zsugorítvány-részesedés mellett még elég jelentős szovjet vegyes darabnagyságú Krivoj-Rog-i ércet, valamint a gyengébb minőségű Tula-i ércet is felhasznált a kohómű.

A szovjet osztályozott érc ebben az időszakban 25—38% közötti arányban került fölhasználásra. A rudabányai limonit érc mellett ércpótló vastartalmú mészkövet, valamint dúsított pátércet is feldolgozott az üzem. A rudabányai ércek aránya a jelzett időszakban 20—13%-ig csökkenő tendenciát mutatott. 1964-ben elég jelentős jugoszláv limonit érc került felhasználásra (11%). A 2%-nak megfelelő mangánércek mellett 1962, 63-ban még jelentős SM salak felhasználás is volt. Ezt követően a kis Mn tartalmú betétanyagokat a vas- és acélforgács, valamint egyéb vastartalmú belső hulladék egészítette ki.

1965—68 között már kizárólagosan szovjet darabos osztályozott érc érkezett be a műhöz. 1968-ban megszűnt a rudabányai ankerit-felhasználás és a teljes időszakban hiányzott a betétből a gyakorlatilag finom por alakú pátérc. A belső hulladék mennyisége változatlan volt.

1969—71 az elegyviszonyokban bekövetkezett döntő változások időszaka. A Borsodi Ércelőkészítő Mű 1969 márciusában két szalaggal történt beindulása — a kezdeti nehézségek ellenére — lehetővé tette, hogy éves viszonylatban a zsugorított ércek aránya az ózdi zsugorítómű termelésével együtt a betében 42,3%-ra növekedjen. Időközben a Rudabányai Vasércbánya és Ércelőkészítő Mű is megoldotta termékének osztályozását. A szovjet darabos ércel együtt így az osztályozott nyers érc aránya 45%-ra növekedett. Az osztályozott és zsugorított érc mennyiségének növekedése így a kohóbetétben domináló lett, 87%-os részesedéssel. Ugyanez az érték 1970-ben már 94,5%-ra növekszik azáltal, hogy a BÉM normalizálódott termelési viszonyai mellett a zsugorított érc részarány 80,9%.

1. táblázat

A fémes betét alkotóinak részesedési aránya, %

Anyag megnevezése	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1970	1971
Zsugorítvány	25,0	24,5	24,8	25,5	24,8	24,4	28,4	80,9	82,7
Szovjet darabos érc	25,4	30,6	38,2	47,9	48,6	55,0	52,4	8,4	9,8
Szovjet vegyes érc	15,2	12,2	3,8	—	0,6	0,6	—	—	—
Rudabányai érc	19,8	19,9	13,6	12,5	10,9	6,7	9,0	5,4	2,5
Egyéb külföldi érc (jugoszláv, bulgár, albán)	0,9	2,4	10,7	0,8	1,5	—	—	—	—
Vas- és acélforgács	4,6	4,0	2,6	5,4	4,9	4,7	4,7	2,3	2,9
Egyéb hulladék, salak	6,1	4,4	5,3	6,0	5,9	6,7	2,7	2,2	1,4
Mangánércek	3,0	2,0	0,9	1,9	2,8	1,9	2,8	1,8	0,7
Összesen	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

A BÉM harmadik és negyedik szalagja 1971. október hónapban indult meg, így éves viszonylatban már jelentős változás nem következett be a felhasználásban (82,7%).

Szükséges annak a megállapítása, hogy a szovjet darabos érc kohósítási szempontból nem tekinthető ideális ércnek, mert portartalma elég jelentős, 10—30% között változott.

Az elegyösszetétel változása az *1. táblázatban* látható.

A kokszhelyzet

A nagyolvasztómű üzemviszonyaira és gazdasági munkájára jelentős kihatással bíró fűtőanyag vonatkozásában sincs kedvezőbb helyzetben az ÓKÜ, mint 1969-ig a vastartalmú betétanyagok tekintetében volt. 1964-től a vállalat kokszszükségletét a Szovjetunióból, Lengyelországból és Csehszlovákiából fedezte. Ezen túlmenően a Dunai Vasmű kokszfeleslegét a mindenkori helyzetnek megfelelően kellett felhasználni. *A kokszellátás kedvezőtlen voltát elsősorban tehát a kokszok sokfélesége jelentette.* 1962—65 közötti években 10—13 fajta kokszot használt fel az ÓKÜ kohóműve, 1966-ban 4, 1967-ben 7, 1968—69-ben 9—9 fajtát. 1970—71-ben a nemzetközi piacon bekövetkezett keresletnövekedés miatt a szocialista országokból nem volt fedezhető a teljes szükséglet. Ezen években ismét 11—11-re növekedett a kokszfajták száma, holland, spanyol, svéd, olasz szállítások révén. 1964-ben a KGM Vaskohászati Igazgatóság az egyes vállalatok kokszféleségének csökkentése érdekében bizonyos fokú felhasználási profilt írt elő. A rendelkezés értelmében a DV önellátó lett, a rendelkezésre álló szovjet kontingens az LKM és ÓKÜ között került a továbbiakban felosztásra. A hiányzó mennyiséget ÓKÜ Lengyelországból szerzi be. A szovjet koksz magas kéntartalma miatt nem nevezhető ideális kohókoksznak, mégis, stabil összetétele miatt ez soha nem okozott különösebb zavart a kohók járatában.

A lengyelországi Nova-Hutai és Waldenburgi Wiktória kokszolókból származó kokszok minőségi tulajdonságaikban kedvezőek, de a szállított mennyiségek rapszodikusak voltak, időszakonként teljesen leálltak a szállítások. A lengyel kokszok további része (Gliwice, Mirov stb.) igen változó összetételű a felhasznált szén minőségétől függően.

A kokszpiaci helyzet adottság, többnyire a kereslet a domináló. Az ÓKÜ számára deviza okok miatt nem kedvező a tőkés forrás igénybevétele, tehát az adottságokhoz kell alkalmazkodnia.

Az elegytér rekonstrukcióját követően az anyagtároló bunkerokon megszűnt a kézi rakodás. A spetiális önürítő kocsikban érkező BÉM-zsugorítmányon és a mészkőbányából érkező mészkő egy részén kívül minden beérkező anyagot a vállalat külső rakterületén tárolnak. Ezt a szükségszerű raktározást használja fel a nagyolvasztómű arra,

2. táblázat

A felhasznált koksz jellemzői

Év	Származási hely	Fajták száma	Nedv., %	Hamu, %	S, %	Dobszil.	Porlás., %	Normálkoksz faktor
1962.	lengyel, szovjet, cseh, DV.	12	7,38	11,14	1,31	78,41	7,79	0,822
1963.	szovjet, lengyel, cseh, DV.	13	6,35	10,95	1,29	77,71	8,36	0,821
1964.	szovjet, lengyel, cseh, DV.	12	5,97	10,86	1,24	77,26	7,55	0,834
1965.	szovjet, lengyel, cseh, DV.	10	5,61	10,81	1,36	78,00	7,06	0,843
1966.	szovjet, lengyel, DV.	4	5,94	10,77	1,36	78,73	6,65	0,851
1967.	szovjet, lengyel, DV, cseh.	7	5,38	10,54	1,40	75,19	6,68	0,819
1968.	szovjet, lengyel, DV.	9	5,59	9,92	1,40	77,13	6,83	0,847
1969.	szovjet, lengyel, DV, jugoszláv	9	5,29	10,08	1,39	77,20	6,37	0,853
1970.	szovjet, lengyel, holland, svéd, olasz, spanyol, DV.	8	5,73	10,66	1,29	77,90	6,34	0,854
1971.	szovjet, lengyel, DV, cseh, olasz, spanyol	10	6,04	10,11	1,41	78,09	6,14	0,857

hogy az ingadozó összetételű és szilárdsági tulajdonságú kokszokat bizonyos mértékig átlagosítsa.

Üzemi megfigyelések igazolták azt a tényt, hogy gyengébb minőségű koksszal is lehet egyenletes kohójáratot biztosítani, ha azt huzamosabb ideig használják föl, mert a gyakori kokszelegy változtatásból származó járatbeli rendellenességek korlátozhatók. A lengyel származású kokszfajtákat tehát két minőségi elkülönítésben használja fel a kohómű. A gyakorlati törekvés az, hogy egyes kohók ugyanazon koksszal minél hosszabb ideig dolgozzanak.

A felhasznált kokszok minőségi jellemzőit és a normálkoksz faktorokat a *2. táblázat* tartalmazza. Az 1967-es év kivételével a normálkoksz faktorok — s ennek alapján a felhasznált koksz — javuló tendenciát mutatnak. Éves intervallumban bizonyos nivellálódás tapasztalható. A számok sorából nem tűnik ki, hogy pl. a nedvességtartalom 2,5—15%-ig, a kéntartalom 0,9—1,5%-ig változik, a dobszilárdság esetenként 65% alá esik.

A felhasználandó koksz minőségében a későbbiekben sem várható lényeges változás.

A salakképző anyagok

A kohóbetétanyagok közül egyedül a salakképzők tekintetében nem szorul behozatalra az ország, mégis az ÓKÜ hosszú időn keresztül beszerzési nehézségekkel küzdött. Gazdaságilag indokolatlanul még dunántúli anyagokat is kényszerült fölhasználni.

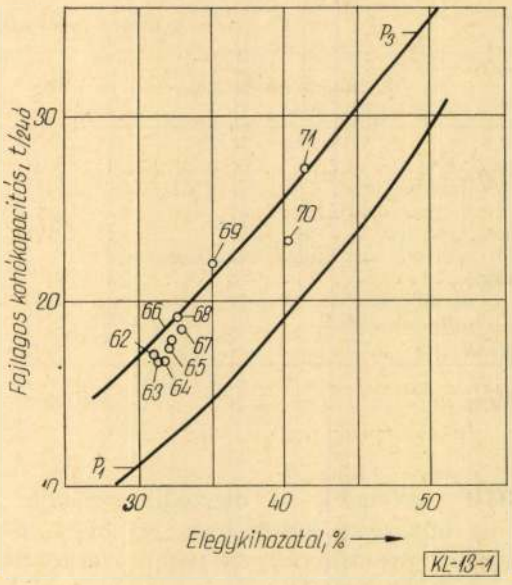
Hasonlóan a kohókokszhoz, volt olyan időszak, amikor 23 bányából szerezte be szükségletét. Természetesen ezek az anyagok az alapvető követelményeket nem elégítették ki sem kémiai, sem szemszerkezeti vonatkozásban. Az ÓKÜ a tornaszentandrási célbányájának fejlesztésével elérte, hogy mind a zsugorító, mind a kohóművet minden vonatkozásban ma már ellátja. A BÉM belépésével megváltozott elegyhelyzet következtében ma már a BÉM szükségletének mintegy 50%-át is kielégíti.

Időközben a mészkőbánya a KOKÖV kezelésébe került. A dolomitfölhasználás mértéke az ideális salakösszetétel biztosításához nem mindig volt megfelelő. Ennek oka elsősorban a beszerzés nehézségén múlt. Az MgO mennyisége a salakban az elmúlt 10 év alatt 4,8—6% között változott.

Az elegyviszonyok alakulásának hatása a nagyolvasztómű teljesítménynövekedésére és a műszaki mutatókra

Az 1950-es évek elején megkezdődött kohórekonstrukció a III-as számú kohó 1962-ben történt átépítésével befejeződött. A kohók kiszolgálását javító elegytér-rekonstrukció 1965-ben a IV-es számú kohónál fejeződött be.

Az 5-ös számú fúvógép üzembehelyezésével a levegőellátás a fúvógépek főjavításának idejére is megoldást nyert. A felsoroltak figyelembevételével megállapítható, hogy a kohókapacitásban 1962 és 1971 között nem történt változás. Az adott kohókapacitás mellett a törekvés a kohók teljesítménye fokozása volt. A legkézenfekvőbb módra, az elegy dúsítására csak korlátozott lehetőségek álltak rendelkezésre. A metallurgiai előkészítés fokozására a saját zsugorítómű termelésfokozásán keresztül csak igen kis mértékben nyílt mód. Ennek hatásaképpen 1968-ban 1962-höz viszonyítva a termelés fehérnyersvas paritásban 32,4%-kal volt magasabb.



1. ábra. A nagyolvasztók kapacitása

Az elegy vonatkozásában 1969-ben bekövetkezett döntő változás eredményeként 1971. évben a mű már 86,4%kal termelt többet a bázisként választható 1962. évinél.

A fajlagos kohókapacitásnak az elegykihozataltól való függése az *1. ábrán* látható.

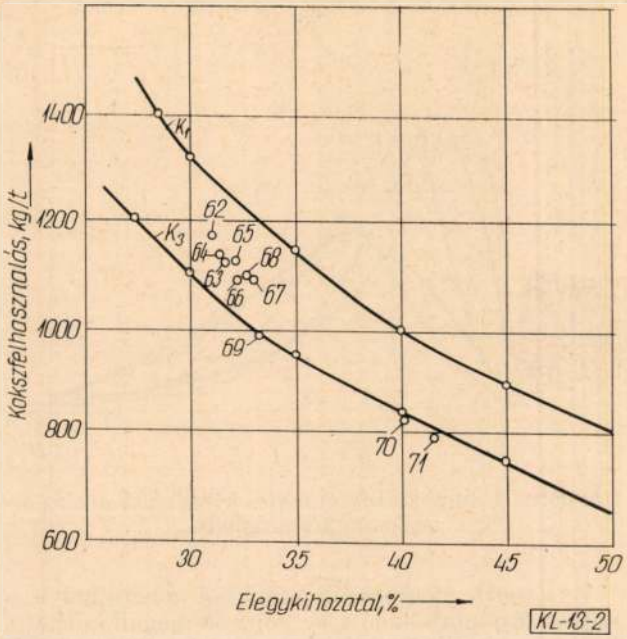
Az ózdi kohók 1962—71 közötti eredményei is láthatók ezen az ábrán. Megállapítható, hogy ezek a pontok 1968-ig szükségszerűen a P_3 görbe alatt helyezkednek el. 1971. év a realitásnak megfelelően jelentős teljesítménynövekedéssel a P_3 görbe fölött. A gyakorlati eredmények tehát az ÓKÜ esetében az elméleti megfontolásokat alátámasztották. Megjegyzendő, hogy a P_1 görbe előkészítettlen, a P_3 előkészített elegyre vonatkozik.

A *2. ábra* az elegykihozatalnak a fajlagos kokszfogyasztásra gyakorolt hatását szemlélteti az ózdi eredmények feltüntetésével. 1962—68-ig a kisebb mozgást mutató elegykihozatalnak megfelelően viszonylag kis területi szórást mutat.

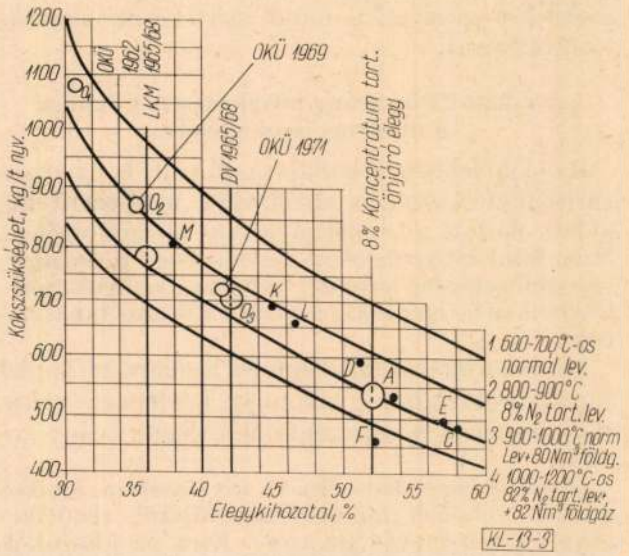
A már több alkalommal említett zsugorítványrészesedés növekedésével a fajlagos kokszfogyasztás igen kedvező csökkenést mutat.

A *3. ábra* az ÓKÜ nagyolvasztóinak elegykihozatali és kokszfogyasztási összefüggéseit a hazai és világszínvonalon álló kohóművek eredményeivel hasonlítja össze. Ezt az ábrát a *3. táblázat* egészíti ki. Megállapítható, hogy az ÓKÜ az adottságainak megfelelő helyet foglalja el.

Az elegykihozatal javulásának megfelelően a salakképző felhasználás csökkenést a *4. ábra* szemlélteti. 1965-től kezdődően a két görbe tükörképet mutat, tehát a változás kedvező.



2. ábra. A fajlagos kokszfogyasztás és elegykihozatal összefüggése

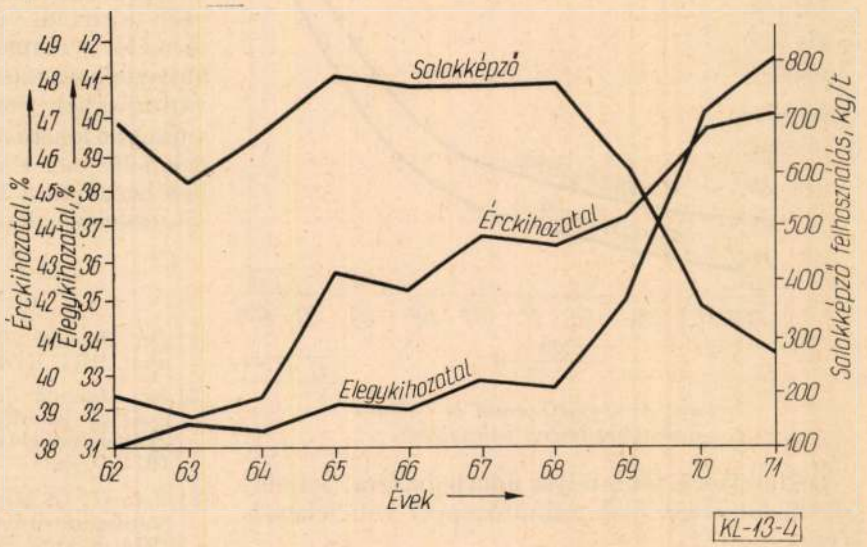


3. ábra. Az érc--elegykihozatal és fajlagos mészkőfogyasztás összefüggése (acélnyersvas)

3. táblázat

Különböző nagyolvasztók fajlagos teljesítményei és üzemi jellemzői

Üzemi jellemzők	Mért. egység	Mannesmann, NSZK	Fuji, Japán	Cserepovec, SZU	Dunai Vasmű I. kohó (1968)	LKM III. kohó (1968)	ÓKÜ		
							1962.	1969.	1971.
		A	C	E	K	M	O_1	O_2	O_3
Medenceátmérő	m	7,0	7,61	9,75	6,2	6,2	5,0	5,0	5,0
Medenceszelvény	m²	38,5	45,6	74,00	30,2	30,2	19,73	19,73	19,73
Hasznos térfogat	m³	821	1088	2000	760	768	450	450	450
Zsugorítv. pellet	%	p70	zs 50	zs 98	zs 84,6	zs 46,2	zs 25,0	42,3	82,7
Elegykihozatal	%	53	58	57,3	44,9	37,5	31,0	35,0	41,6
Medenceterhelés	kg/m²·ó	1305	1040	1130	888	845	759	853	814
Fajlagos koksz	kg/tnyv.	587	490	480	699	802	1092	924	719
Olaj	kg/tnyv	—	47	—	—	—	43	—	—
Földgáz	Nm³/tnyv.	—	—	92,3	50,3	134	—	69	70
Kokszterhelés	t. elegy/t koksz	3,28	3,52	3,50	3,19	3,33	2,76	2,88	3,05
Termelés	t/nap	2091	2067	4120	905	1124	324	441	530
Szélhőmérséklet	°C	882	950	1150	907	906	670	720	820



4. ábra. A különböző nagyolvasztók fajlagos kokszfogyasztása az elegykihozatal függvényében

Végezetül az *5. ábra* szemléletesen mutatja, hogy az ózdi kohók viszonyai között a fajlagos kohóteljesítmény az elegykihozatal mértékének megfelelően változott.

A zsugorítványarány növekedésének hatása a nyersvas összetételére

Az előbbiekben megállapítható volt, hogy a zsugorítványfelhasználás növekedése ugrásszerű fejlődést okozott a termelt nyersvas mennyiségében. Ezen felül célszerű megvizsgálni, hogy a zsugorítványfelhasználás hatással volt-e a nyersvas összetételére, és ha igen, akkor milyen változás tapasztalható.

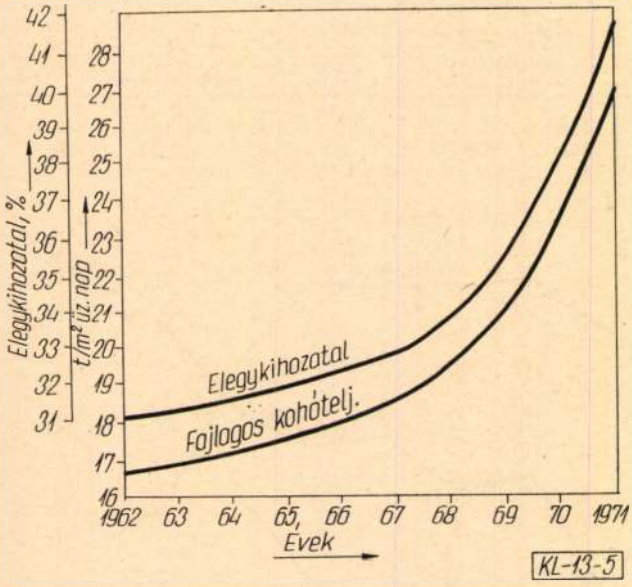
Mivel a nyersvas minőségére a legnagyobb hatást annak kéntartalma gyakorolja, így ennek változása megfelelően reprezentálja a zsugorítvány hatását.

Olyan időszakokat célszerű kiválasztani, amikor minden kohónak minden csapolásáról rendelkezésre áll a nyersvas elemzése. Ezek az időszakok jellemzőek a zsugorítványfelhasználás változására.

Ennek az elgondolásnak megfelelően bázisnak választható az 1968 május—június kéthónapos terminus, amely jellemző a BÉM belépése előtti időszakra. Az 1969 május—június a BÉM kétszalagos felfutási szakaszát jellemzi, 1969 november—december és 1970 november—december a kétszalagos teljes felfutásra jellemző, míg az 1971 november—december a másik két szalag belépésének a vizsgálatára lett kiválasztva.

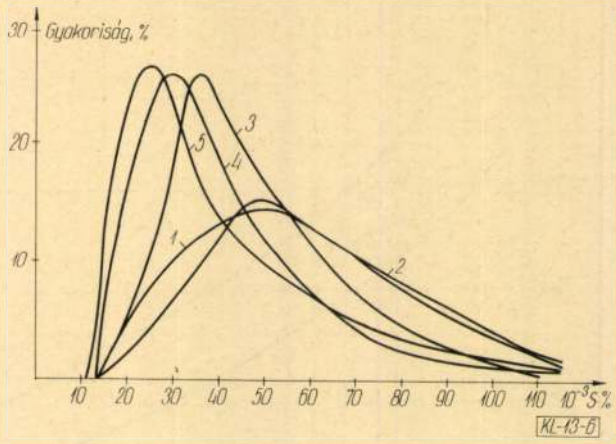
Az egyes időszakokban fölhasznált zsugorítvány mennyisége:

1. 1968. május—június 26,0%
2. 1969. május—június 35,0%
3. 1969. november—december 67,0%
4. 1970. november—december 78,5%
5. 1971. november—december 92,5%



5. ábra. Az elegykihozatal és fajlagos kohóteljesítmény jelleggörbéje

Tekintettel a tekintélyes adathalmazra, az adatok földolgozása csak számítógéppel volt lehetséges.



6. ábra. A zsugorítványrészesedés növelésének hatása a nyersvas kéntartalmára

A kapott gyakorisági sorokból megrajzolva a megoszlási görbéket a *6. ábráról* megállapítható, hogy az egyes maximumok a zsugorítványarány növekedésével egyre kisebb kénkoncentráció-értéknél jelentkeznek. Már ebből is látható, hogy a zsugorítvány ilyen értelemben is kedvező hatást gyakorolt a nyersvasgyártásra.

Nézzük meg még, hogy a zsugorítványarány és a kéntartalom között milyen számszerű összefüggést lehet megállapítani.

A maximumokhoz tartozó kénkoncentráció-értékeket ábrázoljuk a hozzátartozó zsugorítvány% függvényében. A pontok által alkotott görbe jól közelíthető egyenessel, az egyenes egyenlete:

$$S = -0{,}982\ Zs + 61{,}3.$$

Az egyenesből megállapítható, hogy az ózdi viszonyok között 25% zsugorítványnövekedés 0,01% kéntartalom-csökkenést idéz elő.

Látható, hogy a zsugorítványfelhasználás a termelés növelése mellett a nyersvas minőségére is kedvező hatást gyakorol.

Az elmondottakból megállapítható, hogy a Borsodi Ércelőkészítő Mű termelésének felfutásával az ÓKÜ mostoha elegyviszonyai ugrásszerűen kedvező irányban változtak. Ennek eredményeként a termelés volumenének növekedésén túl tüzelőanyagfelhasználásban, a nyersvas minőségének változásában pozitív változások következtek be, valamint lehetővé vált a nagyolvasztók egyenletes üzemeltetése. Ezek a gyakorlati eredmények egyben igazolják a Borsodi Ércelőkészítő Mű létesítését megelőző alapkoncepciók helyességét.

IRODALOM

[1] *Dr. Horváth János:* Vaskohászatunk fejlődési irányai. BKL KOHÁSZAT, 1974. 5. sz.

[2] *Dr. Horváth János—Zipszer Konrád:* A nyersvasgyártás jelenlegi színvonala és a hazai nyersvasgyártás növelésének lehetőségei. BKL KOHÁSZAT, 1974. 7. sz.

[3] *Volovik, G. A.—Marder, B. F.:* Izmenenie szoderzsanija szerü po hodu vüpuszka csuguna. Metallurg, 1974. 8. sz.

Kapcsolat az ütve hajlító vizsgálat és a COD-mérés eredménye között

FEHÉRVÁRI ATTILA okl. gépészmérnök
Vasipari Kutató Intézet

DK: 621.791.053:620.178.74

Szoros összefüggés van a varratok ütő vizsgálattal és COD-méréssel megállapított átmeneti hőmérséklete között. Az összefüggés lehetővé teszi a varrathiba méretének figyelembevételét a hegesztett szerkezetek minimális üzemi hőmérsékletének megállapításában. Ezzel kiterjeszthetők a szabványos átvételi vizsgálattal ellenőrzött szerkezeti anyagok alkalmazási határai a varrathibák ellenőrzésétől függően.

A hegesztett szerkezetek építésének jelenlegi gyakorlatában a rideg törés elkerülésére a szerkezet anyagának átmeneti hőmérsékletével szemben támasztunk követelményt. Az átmeneti hőmérséklet nagyságát ütve hajlító vizsgálattal ellenőrzik.

A rideg törés elkerülésének ez a módszere feltételezi egy hőmérsékleti tartomány létezését, amely fölött a szerkezeti anyag szívósan, és amely alatt ridegen viselkedik. A vizsgálattal megállapítható átmeneti hőmérséklet természetesen nem azonos a szerkezet megengedhető minimális üzemi hőmérsékletével, mert a feszültségi állapot és annak időbeni változása befolyásolja az átmenet helyét. Alkalmazhatók viszont korrelációs összefüggések, amelyek a szerkezet típusától és méretétől függő kapcsolatot fejeznek ki a szerkezetre és a próbatestre érvényes átmeneti hőmérséklet között.

A képlékeny törésmechanika (=general yielding fracture mechanics) bevezetése új alapokra helyezi a rideg töréssel veszélyeztetett szerkezetek tervezését és gyártását. Alkalmazásával megállapítható a maximális megengedett hibaméret a szerkezet terhelésétől és anyagától függően. Az ebből a szempontból lényeges anyagtulajdonságot *a repedést megindító elmozdulással* (COD = *C*rack *O*pening *D*isplacement) mérjük, és üzemi hőmérsékleten ellenőrizzük.

A szerkezeti anyagok ellenőrzésének jelenlegi gyakorlata és megengedett hibaméret becslésének jelentősége aktuálissá teszi összefüggés keresését az ütve hajlító vizsgálat és a COD-mérés eredménye között. Ha a COD-mérés alkalmas a méretezésre, és a szerkezet rideg törése az átmeneti hőmérséklettel korrelációban van, akkor ilyen összefüggésre jogosan számíthatunk.

Saját kísérletek

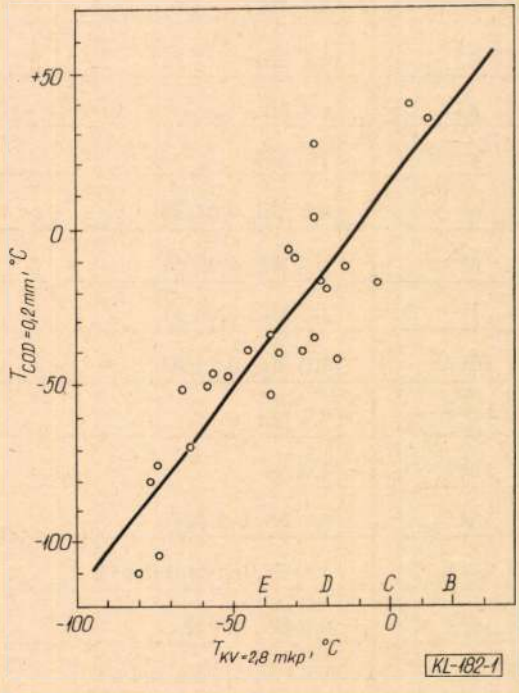
A hegesztett szerkezetek rideg törése leggyakrabban varrathibák hatására következik be, ezért kísérleteinket varratfém vizsgálatával végeztük. Az eredmények általánosíthatósága érdekében különböző összetételű és különböző eljárásokkal hegesztett varratokat hasonlítottunk össze *(1. táblázat)*. A hegesztést 30 mm vastag, 52 kp/mm² névleges szilárdságú acélok felhasználásával, kézi ívhegesztéssel (11 varratsor, 160 A, 12,5 cm/min) és széndioxid védőgázas hegesztéssel (5 varratsor, 380 A, 25 cm/min) végeztük.

Az ütve hajlító vizsgálatokat ISO — V próbatesttel, 7 m/s sebességű, 30 mkp energiájú ütőművel végeztük. A COD-mérésekhez 20×20 mm keresztmetszetű, fárasztással berepesztett, három ponton hajlított próbatestet alkalmaztunk. A COD-próbatesteket 8 mm/min sebességgel hajlítottuk, ami a repedés tövének 2—2,5 mm/min sebességű elmozdulását eredményezte. A bemetszés, illetőleg a fáradási repedés éle a lemez felületére merőleges volt.

Az ütve hajlító vizsgálatot —196 °C és +200 °C közötti hőmérsékleten, a COD-mérést —196 °C és az egyenletes alakváltozáshoz tartozó maximális hőmérséklet között végeztük. Megállapítottuk a 2,8 mkp és a 4,2 mkp ütőmunkához, valamint a 0,2 mm és 0,4 mm COD-hez tartozó hőmérsékletet, és vizsgáltuk ezek összefüggéseit. A kísérleti eredményeket ugyancsak az 1. táblázat tartalmazza. A táblázat üres helyei azt jelzik, hogy az egyenletes alakváltozás határához tartozó COD kisebb mint 0,4 mm.

Megállapítások

Valamennyi vizsgált jellemző között lineáris kapcsolat állapítható meg. A mérési pontok illeszkedésére végzett F-próba alapján $P(\sigma_R^2/\sigma_r^2 > F) >$



1. ábra. A 0,2 mm COD-hez tartozó hőmérséklet az ütve hajlító vizsgálattal megállapított átmeneti hőmérséklet függvényében

> 99,9% mindegyik összefüggésre nézve, vagyis az egyenes jól illeszkedik a mérési pontokra. A regresszió paramétereit és a korrelációs együtthatót a *2. táblázat* tartalmazza.

A 2,8 mkp és 4,2 mkp ütőmunkával kijelölt hőmérséklet különbsége állandó (20 °C), ezért a COD-mérés és az ütve hajlító vizsgálat kapcsolatának elemzésében elegendő a 2,8 mkp ütőmunkához tartozó hőmérsékletet figyelembe venni. A 0,2 mm COD-hez és 0,4 mm COD-hez tartozó hőmérsékletet az *1.* és *2. ábra* mutatja az ütve hajlító vizsgálattal meghatározott átmeneti hőmérséklet függvényében.

A *3. ábrán* a COD-mérés hőmérsékletének a COD értékével való kapcsolatát szerkesztettük meg a *B*, *C*, *D* és *E* szabványos acélkategóriákhoz tarto-

1. táblázat

A kísérleti varratok átmeneti hőmérséklete °C-ban, ütve hajlító vizsgálat és COD-mérés esetében

Jel	Jellemző összetétel	$\overline{KV}$		$\overline{COD}$		Eljárás
		2,8 mkp	4,2 mkp	0,2 mm	0,4 mm	
SK 3	0,5 Mn	+12	+16	+ 35	+61	kézi ívheg.
SK 5	1,3 Mn	−64	−47	− 68	− 7	
SK 2*	1,3 Mn	−56	−43	− 46	−24	
SK 12	1,3 Mn, 0,03 Ti	−45	−32	− 39	−12	
SK 4	1,7 Mn	−74	−64	−104	−17	
SK 10	0,4 Mo	−28	−13	− 40	0	
SK 6	1,5 Ni	−74	−58	− 74	−40	
SK 7	2,5 Ni	−58	−42	− 50	−14	
SK 8	3,5 Ni	−80	−58	−110	−48	
SK 9	3,5 Ni, 0,4 Mo	−76	−34	− 80		
SK 11	0,6 Cu, 0,9 Ni	−32	− 8	− 6		
SV 7**	1,1 Mn, 0,1 Si	−35	−22	− 40	−18	CO_2
SV 8	1,1 Mn	−30	−12	− 8	+10	
SV 2	1,1 Mn	− 4	+14	− 16	+14	
SV 3	1,1 Mn	−20	− 4	− 18	+12	
SV 4	1,3 Mn	−22	− 3	− 16		
SV 5	0,8 Mn, 0,01 Ti	−14	+ 6	− 11		
SV 6**	1,2 Mn, 0,02 Ti	−24	+ 2	− 35		
SV 1	1,0 Mn, 0,06 Ti	+ 7	+36	+ 40		
SV 10**	1,0 Mn, 0,25 Al	−24	0	+ 27		védelem nélkül
SV 11**	0,4 Mo	−17	+ 4	− 42		CO_2
SV 12**	1,0 Ni	−38	−22	− 53	−22	
SV 13**	0,8 Ni, 0,4 Mo	−52	−33	− 47		
SV 14**	1,5 Ni, 0,4 Mo, 0,4 Cr	−66	−38	− 51		
SV 15**	0,6 Cu, 0,8 Ni	−38	− 7	− 34	− 8	
SV 9	0,6 Cu, 0,4 Ni, 0,4 Cr	−24	+ 4	+ 4		

* SK feszültségmentesítve
** csőelektróda

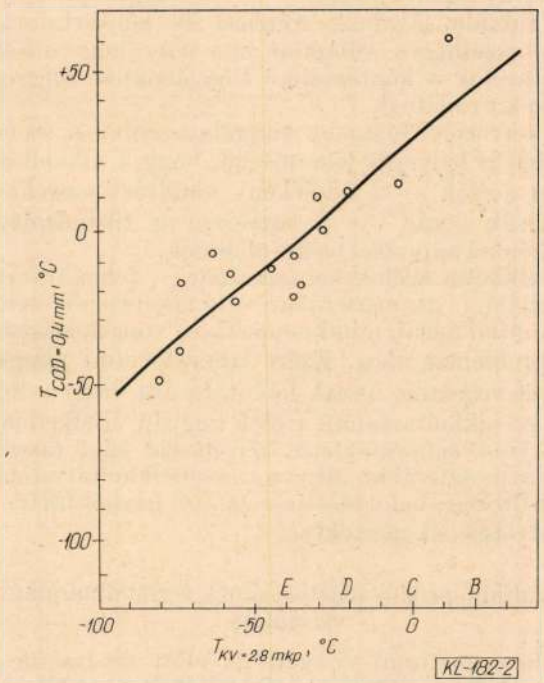
2. táblázat

Összefüggés az ütve hajlító vizsgálattal és a COD-méréssel megállapított átmeneti hőmérséklet között

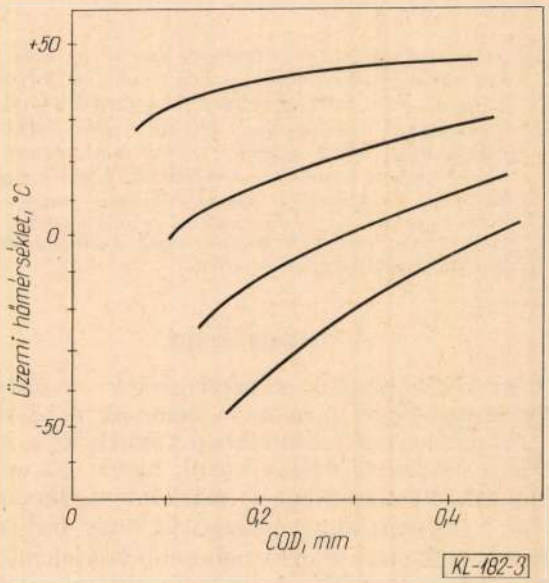
$y(x)$	$TTKV_{4,2}$ ($TTKV_{2,8}$)	$TTCOD_{0,2}$ ($TTKV_{2,8}$)	$TTCOD_{0,4}$ ($TTKV_{2,8}$)	$TTCOD_{0,2}$ ($TTKV_{4,2}$)	$TTCOD_{0,4}$ ($TTKV_{4,2}$)
N	26	26	15	26	15
$\bar{x}$	−37,538	−37,538	−42,133	−17,615	−26,266
$\bar{y}$	−17,615	−33,923	− 7,533	−33,923	− 7,533
$r=\frac{\Sigma xy - N\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{(\Sigma x^2 - N\bar{x}^2)(\Sigma y^2 - N\bar{y}^2)}}$	0,954	0,877	0,876	0,876	0,812
$B=\frac{\Sigma xy - N\bar{x}\bar{y}}{\Sigma x^2 - N\bar{x}^2}$	0,961	1,290	0,860	1,275	0,822
$A=\bar{y}-B\bar{x}$	18,459	14,501	28,701	−11,464	14,057
$B_{korr.}$	1,000				
$A_{korr.}$	19,923 ≈ 20 °C				

zóan. A képlékeny törésmechanika törvényszerűségei szerint a szerkezet üzemi hőmérsékletén mérhető COD-érték arányos a szerkezetben megengedhető varrathiba méretével, ezért a 3. ábra a varrathiba méretének a szerkezet megengedett minimális hőmérsékletére gyakorolt hatását fejezi ki.

A hegesztett szerkezetek megengedett minimális hőmérséklete nem függ lényegesen a varrathibák méretétől, ha elegendő a *B*-kategóriájú szerkezeti anyagot előírni. Ha azonban a szerkezet anyagával szemben szigorúbb követelményt kell támasztani, akkor a varrathibák mérete befolyásolja a megengedett minimális üzemi hőmérsékletet. *Minél szigorúbb a szerkezet anyagával szemben támasztott követelmény, annál nagyobb a varrathibák méretének jelentősége.*



2. ábra. A 0,4 mm COD-hez tartozó hőmérséklet az ütve hajlító vizsgálattal megállapított átmeneti hőmérséklet függvényében



3. ábra. Különböző átmeneti hőmérsékletű varratok alkalmazási határai a COD-értékek függvényében

A varrathibák figyelembe vételének lehetősége jelenti az új összefüggés gyakorlati hasznát. Az ütő vizsgálatra épülő acélkiválasztási rendszerek ugyanis a gyakorlatban előforduló varrathibák esetén, tehát nagy varrathibák esetén is kizárják a rideg törést. Ha a varrathibák méretét limitáljuk, akkor az összefüggés ismeretében szerkezeti anyagaink alkalmazási határai kiterjeszthetők. Az alkalmazási határok kiterjesztésének mértéke a roncsolásmentes vizsgálattal megbízhatóan felismerhető hiba méretétől függ.

Összefoglalás, következtetések

Varratfémen végzett kísérletekkel szoros korrelációt állapítottunk meg az ütve hajlító vizsgálat és a COD-mérés eredménye között. Az összefüggés elvi alapja a szívós és rideg viselkedés átmeneti hőmérséklete, amely mindkét vizsgálat körülményei között szükségképpen jelentkezik.

Az összefüggést a mangánnal ötvözött, a nikkellel ötvözött és a molibdénnel ötvözött varratokon kívül a nagyszilárdságú, NiMoCr-ötvözésű, valamint az időjárásálló CuNiCr-ötvözésű varratokra is érvényesnek találtuk. Az érvényesség elvi határát az átmeneti hőmérséklet létezése szabja meg. Az átmeneti hőmérséklet a ferrit tulajdonsága. Ennél fogva azoknál a varratoknál, amelyeknek a szerkezetében a ferrit a meghatározó, lehetőség van törésmechanikai mérőszámok becslésére az ütve hajlító vizsgálat eredményéből.

A becslés 0,2 mm COD-hez tartozó hőmérsékletre mechanikusan elvégezhető, mivel az egyenletes alakváltozáshoz tartozó COD minden esetben meghaladja a 0,2 mm-t .Ha a repedés mérete nagyobb COD-t tesz szükségessé, mint ami az egyenletes alakváltozáshoz tartozik, akkor a szerkezet üzemeltetése szempontjából az egyenletes alakváltozáshoz tartozó minimális hőmérséklet a mértékadó.

A kén-dioxid gázatmoszférában lefolyó kénredukció vizsgálata az acél nikkeltartalmának függvényében

Dr. SZŰCS LÁSZLÓ okl. kohómérnök, a műsz. tud. kandidátusa, főisk. tanár
Ho Si Minh Tanárképző Főiskola Kémiai Tanszéke, Eger

DK: 669.15' 24—194.014.6 : 669.775

A szerző kísérleti eredményei szerint az acél nikkeltartalmának nemcsak a kén oxidációs folyamatára, ill. kéntelenítési reakciója egyensúlyának kialakulására van hatással, hanem a kén redukciós folyamatára is. A nikkeles acélok kéntartalmú atmoszférákban erősen korrodálódnak. Ezért a nikkel tartalmú nemesacélok felhasználásakor messzemenően figyelembe veendő a nikkel és kén együttes hatása, mely megfelelő körülmények között erőteljes gyártmánykorrózióhoz vezethet

A vizsgálat célja

A nikkeltartalmú szerkezeti acélok — melyek nagy jelentőséggel bírnak — nemcsak a használati tulajdonságok tekintetében tűnnek ki a nem nikkeles szerkezeti acélok közül, hanem az egyes kohászati folyamatokban is másként viselkednek. Így pl. a tapasztalat azt bizonyítja, hogy acélgyártáskor a nikkeles acélokat nehezebb kénteleníteni. Kéntartalmú gázokban a nikkeles acélok gyorsan tönkremennek, azonos hőállóság mellett általában annál gyorsabban, minél nagyobb a nikkeltartalmuk.

Mivel a nikkelacélok és egyébb nikkeles acélok különleges viselkedésének komoly gazdasági következményei vannak, az üzemekben különös gondot fordítanak a nikkeles acélok gyártására és képlékenyalakítás alatti viselkedésére. Mind ez ideig azonban nem derítették ki, hogy ennek a különleges viselkedésnek mi az alapvető oka. Ismert, hogy a nikkeles acélokra jellemző az erős dentrites kristályosodás, a ferrit maradványok jelenléte és a kén-felvételi hajlam. Gondolhatunk ezzel kapcsolatban pl. a kén és a nikkel közötti olyan vegyületekre, amellyel a tapasztalt rendellenességek megmagyarázhatók, avagy — mint az általános felfogás tartja — ilyesmiről nem lehet szó; az eltérő magatartás oka talán másban keresendő, elképzelhető, hogy ez a magatartás csak látszólagos és egyszerűen technológiai okokra vezethető vissza? Ezek mind megválaszolásra váró fontos kérdések.

E kérdéscsoportból — melyek felderítésére szolgáltak az elmúlt években végzett kutatásaim és termodinamikai számításaim — e közlemény keretében csupán egyet szeretnék bemutatni.

Az acél gyártásával és főleg meleg-megmunkálásával foglalkozó szakemberek körében ismertek a Ni-tartalmú acélfürdő kéntelenítésében tapasztalt nehézségek, a nikkeles acélok melegképlékenységi tulajdonságainak romlása és kéntartalmuk közti összefüggés, valamint az a tény, hogy a nikkeles acélok a kéntartalmú füstgázokban nagyon erősen korrodálnak.

A korróziós folyamat vizsgálata abból a szempontból is lényeges jelentőségű, hogy a nikkeltartalmú acélok — a képlékeny alakítást megelőző hevítésük során — a tüzelőanyag füstgázában levő kénnel kapcsolatba kerülhetnek.

A nikkeles acélok kéntartalmú — tehát erősen korrodáló — atmoszférában való hevítéséből eredő selejt mind hazai, mind nemzetközi vonatkozásban sok problémát okoz. Ezért laboratóriumi vizsgálatokat végeztem annak felkutatására, hogy a különböző nikkeltartalmú acélok hogyan viselkednek a nagyobb hőmérsékletű, kén-dioxid gázt tartalmazó atmoszférában, illetve az acél nikkeltartalmának változása befolyásolja-e az acél gázból történő kénfelvételének mértékét.

A szulfidképződés lehetőségének termodinamikai vizsgálata

A laboratóriumi vizsgálatok előtt tisztáztuk a FeS, a MnS és a NiS képződési feltételeit kén-dioxid tartalmú atmoszféra esetén. Számításaikhoz a következő reakciókat tételeztük fel:

1. táblázat

Szulfidképződési normál szabadentalpia változások kiszámításához szükséges adatok

Reakcióegyenlet, (*)	T, K°	Átalakulás	$\Delta G^{\circ}_{Me_6}$	$2\Delta G^{\circ}_{MeO}$	$\Delta G^{\circ}_{SO_2}$	ΔG°_{x}
			Kal.mól^{-1}			
1	800	$\alpha-\gamma$	−25 850	−101 200	−72 400	− 53 650
	1184	FeS olv.	−21 230	− 89 400	−65 770	− 44 910
	1468		−17 850	− 80 690	−60 860	− 37 680
	1500		−17 650	− 79 700	−60 310	− 36 740
2	800		−51 500	−156 000	−72 400	−135 100
	990	$\alpha-\beta$	−48 600	−149 500	−69 110	−128 990
	1360	$\beta-\gamma$	−42 700	−136 300	−62 730	−116 270
	1410	$\gamma-\delta$	−41 900	−134 500	−61 860	−114 540
	1500		−40 400	−131 200	−60 310	−110 990
3	800		−22 900	− 79 940	−72 400	− 30 440
	1300		−14 300	− 55 780	−63 760	− 10 320
	1500		−11 450*	− 51 620	−60 310	− 2 760

* Interpolált érték.

$$3\,Fe + SO_2 = FeS + 2\,FeO \quad (1)$$
$$3\,Mn + SO_2 = MnS + 2\,MnO \quad (2)$$
$$3\,Ni + SO_2 = NiS + 2\,NiO \quad (3)$$

Vonatkozási állapot: a kémiailag tiszta vegyületek. A számításokat 800—1500 K°-ig végeztem irodalmi adatok alapján és meghatároztuk a szulfidok képződési normál szabadentalpia változásának értékeit. A kapott eredményeket az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

A táblázat adataiból látható, hogy a vizsgált hőmérsékleten mindhárom szulfidképződési reakció termodinamikai feltételei adottak, de a hőmérséklet növekedésével a reakciók termodinamikai hajtóereje (ΔG°_{x}) csökken.

Ez a megállapítás nincs összhangban az acél képlékenyalakítási hőmérsékletén szerzett gyakorlati tapasztalatokkal, mivel az üzemi adatok alapján az izzítási hőmérséklet növekedésével a kénfelvétel mértéke is növekvő tendenciát mutat.

Ezért a továbbiakban megvizsgáltuk annak a szulfidképződési reakciónak (4) feltételét is, amelyben a NiS képződése a vas oxidációjával együtt megy végbe, ugyancsak tiszta SO_2 atmoszférában.

A feltételezett reakció az alábbi:

$$Ni + 2\,Fe + SO_2 = NiS + 2\,FeO \quad (4)$$

A reakció normál szabadentalpia változásának értékét az alábbiak szerint határoztuk meg:

$$\Delta G^{\circ}_{4} = 2\,\Delta G^{\circ}_{FeO} + \Delta G^{\circ}_{NiS} - \Delta G^{\circ}_{SO_2} \quad (5)$$

A kapott eredményeket a *2. táblázatban* foglaltuk össze.

A táblázat adataiból látható, hogy a NiS-képződés termodinamikai feltételei a vizsgált hőmérsékleti intervallumban adottak és közel olyan értékűek, mint az (1) reakció szerint FeS keletkezésénél.

A hőmérséklet hatása ennél a reakciónál is ugyanúgy érvényesül, mint az előző három reakciónál. Ha összehasonlítjuk a NiS képződésének mindkét reakció szerinti normál szabadentalpia változásának értékeit, akkor egyértelműen megállapítható, hogy a NiS képződésének feltétele a vas oxidációval együtt (4) összehasonlíthatatlanul kedvezőbbek, mint a vasmentes reakció (3) esetében.

2. táblázat

A nikkel(II)-szulfid-képződés kiszámításához szükséges termodinamikai értékek

T, K°	Átalakulás	ΔG°_{NiS}	$2\Delta G^{\circ}_{FeO}$	$\Delta G^{\circ}_{SO_2}$	ΔG°_{4}
		Kal. mól^{-1}			
800		−22 900	−101 200	−72 400	−51 700
1184	$\alpha-\gamma$	−15 980	− 89 400	−65 770	−39 610
1468	FeS olv.	−11 950	− 80 690	−60 860	−32 070
1500		−11 450	− 79 700	−60 310	−30 840

Szükséges megjegyezni, hogy noha a (4) reakció termodinamikai hajtóereje (ΔG°) elég nagy, tehát a folyamat végbemehet még a hőmérséklet-emelkedés esetében is, ezzel a redukcióval azonban mégsem lehet magyarázni a nagyobb korrózió hatását, mivel a hőmérséklet növekedésével csökken a hajtóerő és növekszik a korrózió mértéke.

A következőkben ismertetett kísérleti eredményeink, valamint az üzemi tapasztalatok alapján joggal feltételezhetjük, hogy *a nikkeltartalom növekedése nem a szulfidképződés kedvezőbb termodinamikai feltételeit idézi elő, hanem valószínű, hogy az acél korrózió sebességét növeli a kinetikai feltételek megváltoztatásával.*

Laboratóriumi kísérletek

A kutatások kapcsán több kísérletsorozatot végeztünk különböző nikkeltartalmú acélokkal, különböző hőmérsékleten és változó ideig tartó hevítéssel. A vizsgálatokhoz kis kemencében öt adag különböző nikkeltartalmú acélt gyártottunk le, melyek átlagos összetételét a *3. táblázatban* foglaltuk össze.

Minden adagból öt darab 10 mm ∅-jű, 60 mm hosszú hengeres próbatestet munkáltunk ki. A nikkeltartalom adagonként változott: 1, 2, 3, 4 és

3. táblázat

Különböző nikkeltartalmú kísérleti acéladagok átlagos összetétele

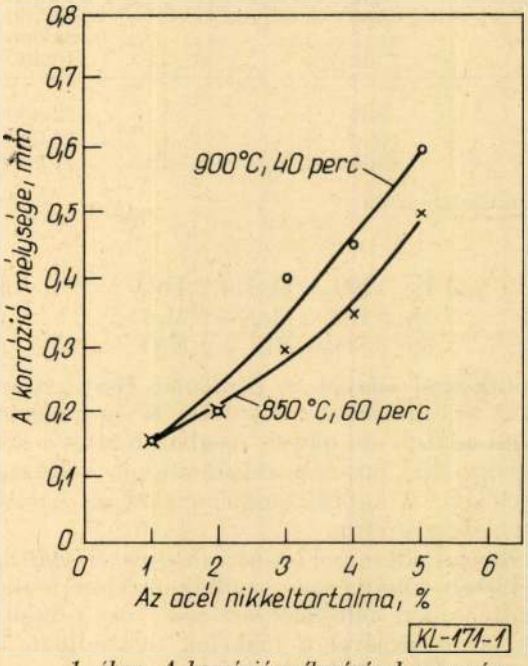
Agad-szám	Acél összetétel, %									
	Ni	C	Mn	Si	S	P	Cr	Cu	Al	Mo
1.	1,09	0,17	0,22	0,12	0,045	0,025	0,15	0,15	0,09	0,02
2.	2,03	0,17	0,36	0,18	0,046	0,026	0,19	0,15	0,09	0,02
3.	3,02	0,17	0,35	0,18	0,044	0,026	0,18	0,15	0,10	0,03
4.	4,08	0,18	0,44	0,21	0,055	0,025	0,17	0,16	0,10	0,03
5.	5,08	0,16	0,29	0,15	0,055	0,029	0,16	0,14	0,02	0,03

5% Ni-tartalommal. Az előkészített próbatesteket Marsch-kemencében porcelán csónakban 800, 850, 900, 1100 és 1200 °C hőmérsékleten 15, 20, 30, 40 és 60 percig 1 atmoszféra nyomású kén-dioxid gázáramban hevítettük. A hőmérsékletet szabályoztuk és a kén-dioxid gázt nátrium-szulfitból kénsav segítségével állítottuk elő és kalcium-kloriddal szárítottuk.

A próbatesteken a *kéndiffúzió mélységét* vizsgáltuk. Megfigyeltük, hogy az acél növekvő nikkeltartalma milyen befolyással van a kén-dioxid atmoszférában izzítás hatására bekövetkező felületi hibákra. Az égetés során tapasztalalt nagyfokú leégés miatt értékelhető kísérletsorozatot az 1100—12000 °C-on a legkisebb idővel sem lehetett biztosítani, ezért a sorozatvizsgálatokat a továbbiakban csak 800, 850 és 900 °C hőmérsékleten végeztük. A próbatestekről 100-szoros és 250-szeres szövetszerkezeti felvételeket készítettünk és ezek segítségével állapítottuk meg a kén-dioxid gáz diffúziójának mélységét a hőmérséklet, az idő és a nikkeltartalom függvényében. A szövetszerkezeti felvételek mellett mikroszkóp alatt is megvizsgáltuk a korrózió mélységét, ugyanis a lehűlt próbatestek felületén olyan korróziós hibákat észleltünk, amelyek szabadszemmel megítélve is azonosíthatók voltak a gyakorlatban sokszor tapasztalt elégetéshez. A korrózió legnagyobb mélységét mikroszkóp alatt megmérve kaptuk a *4. táblázatban* feltüntetett adatokkal.

A legnagyobb korróziós mélységeket a nikkeltartalom függvényében diagramban is ábrázoltuk. Ezt mutatja be az *1. ábra.*

A vizsgált próbatestek felületén bekövetkezett változások szemléltetése céljából a *2. ábra* mutatja be a 900 °C-on 40 percig izzított próbatestek felületéről 100-szoros nagyításban készült szövetszerkezeti felvételeket. A fényképekből jól látható, hogy *azonos hőmérsékleten és azonos időtartam mellett a korrózió mélysége a nikkeltartalom növekedésével arányosan nőtt.*



1. ábra. A korrózió mélységének nagysága a nikkeltartalom függvényében

4. táblázat

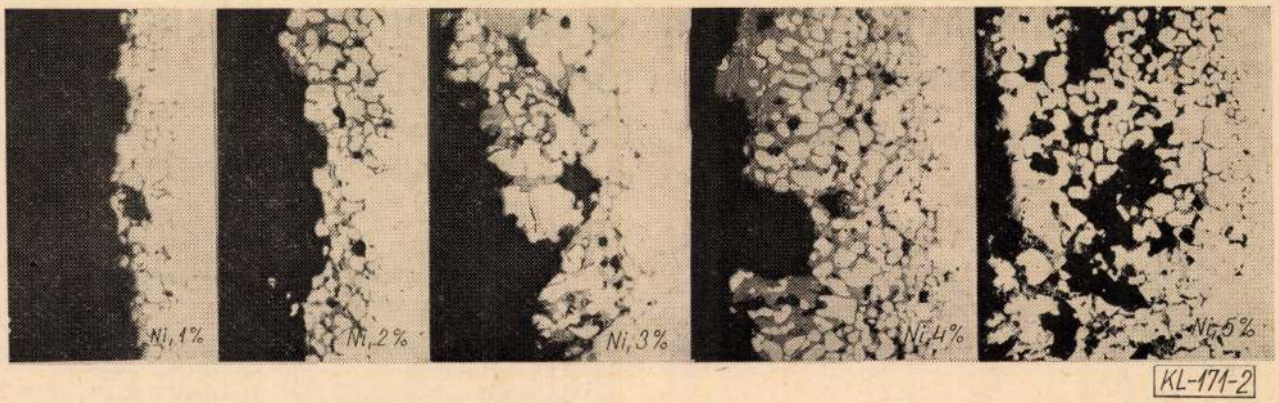
Nikkeltartalmú próbák izzítási vizsgálatának eredményei

A próbák nikkeltartalma, %	Az izzítási hőmérséklet és időtartam	
	850 °C, 60 perc	900 °C, 40 perc
	A korrózió mélysége, mm	
1	0,15	0 15
2	0,20	0,20
3	0,30	0,40
4	0,35	0,45
5	0,50	0,60

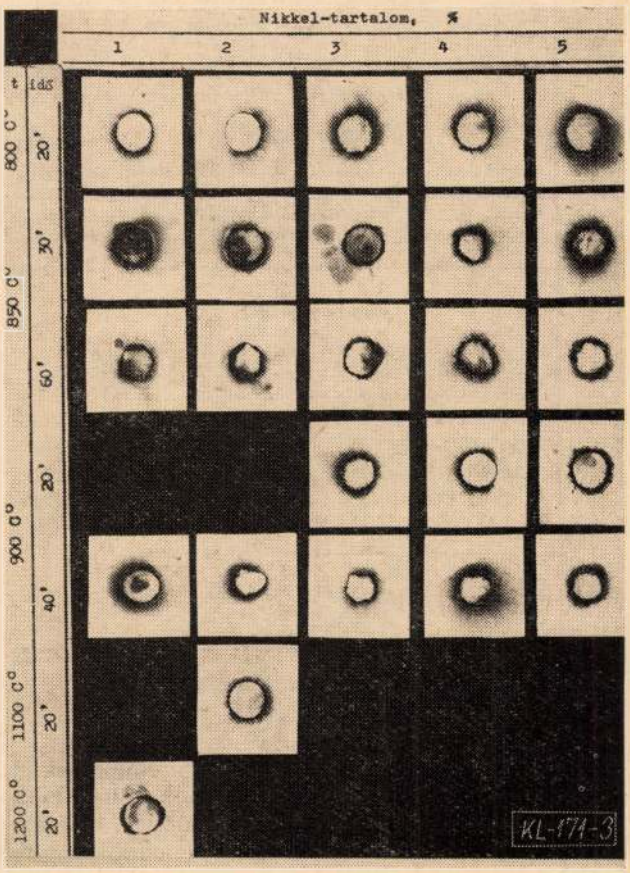
A szövetszerkezeti vizsgálatokon túlmenően, a próbatestek csiszolatairól Baumann-lenyomatokat is készítettünk az égetési idő és az acél nikkeltartalmának függvényében. A lenyomatokról készített fotokópiákat a *3. ábra* szemlélteti. A Baumann-lenyomatokból látható, hogy a *leégés mértéke — amely arányos a kénfelvétel nagyságával — a nikkeltartalom növekedésével valamennyi hőmérsékleten növekedett és az izzítási idővel arányosan változott.* Ha összehasonlítjuk a 800, a 850 és a 900 °C hőmérsékleteken végzett kísérletek Baumann-lenyomatait, akkor még azt is tapasztaljuk, hogy az acél nikkeltartalmának növekedésével együtt a hőmérséklet növekedésének is, valamint az izzítási időtartamnak is szembetűnő hatása van. Így pl. a 850 °C 60 percig tartó izzítás során majdnem olyan mértékű kénfelvételt tapasztaltunk, mint a 900 °C hőmérsékleten 40 perc izzítási idő alatt.

Az eredmények összefoglalása

Kísérleti eredményeink azt bizonyítják, hogy az acél nikkeltartalmának nemcsak a kén oxidációs folyamatára, illetve kéntelenítési reakciója



2. ábra. A 900 °C-on 40 percig izzított próbák korróziója a mikroszkóp alatt 100-szoros nagyításban



3. ábra. A próbatestek csiszolataiból készült Baumann-lenyomatok az égetési idő és az acél nikkeltartalma függvényében

egyensúlyának kialakulására van hatással, hanem a *kén redukciós folyamatára is.* Ez a kísérletsorozat tehát nagyon jellemző módon bizonyította, hogy a nikkeles acélok kéntartalmú atmoszférákban erősen korrodálódnak. Ezért a nikkeltartalmú nemesacélok felhasználásakor messzemenően figyelembe veendő a nikkel és kén együttes hatása, mely megfelelő körülmények között erőteljes gyártmánykorrózióhoz vezethet.

IRODALOM

[1] *Alcock, C. B.—Cheng L. L.:* Journal of The Iron and Steel Institute 1960. jul. p. 169—173.

[2] *Leitner, M.—Plöckinger, E.:* Die Edelstahlerzeugung. Springer Verlag. Wien—New York 1965. p. 228.

[3] *Lória, E. A.:* Elektric furnace proceedings, AIME. 1960. p. 202.

[4] *Prabhala, K. S.:* Kandidátská dizertacni práce. 1964.

[5] *Prabhala, K. S.—Búzek, Z.—Benda, M.:* Sbornik vedeckych praci Vysoké skoly bánské v Ostrave Rocnik XI, rok 1965, cisko 3, rada hutnická, clánek 212.

[6] *Tesche, K.:* Révne de Métallurgie 66. Köt. 1969. február p. 103—104.

[7] *Elliott, J. F.—Gleiser, M.:* Thermochemistry for Steelmaking 1960. London.

[8] *Simon S.:* Vizsgálatok az oxigénes acélgyártásban végbemenő kénoxidáció termodinamikai és reakciókinetikai törvényszerűségeinek feltárására. Doktori értekezés. Miskolc, 1965.

[9] Basic Open Hearth Steelmaking. New York. 1951. p. 650.

[10] *Mika J.:* Kohászati elemzések. Műszaki Könyvkiadó, 1959.

[11] *Simon S.—Benkő Gyné:* NME Közleményei 1965. XI. kötet p. 109—20.

[12] *Szűcs L.:* Kandidátusi értekezés. Miskolc, 1971.

FELHÍVÁS SZERZŐINKHEZ

1. Az anyagtorlódás miatt csak rövidebb, legfeljebb 25 gépelt oldal terjedelmű cikkeket fogadunk el közlésre. Terjedelmesebb cikkek közlését ez idő szerint nem vállalhatjuk.

2. Az anyagtorlódás, ill. a rendszeressé vált nyomdai késés miatt a cikkek átfutási ideje jelenleg legalább 6—9 hónap.

3. Kérjük a nyomdai szabványelőírások betartását: kéziratoldalanként legfeljebb 25 sor, soronként 50 leütés. Minden táblázatot, továbbá az irodalomjegyzéket és az ábrajegyzéket külön lapokon kérjük.

4. A kéziratokat két példányban kérjük beküldeni. Kérjük ezekre rávezetni a szerző (szerzők) pontos címét, végzettséget, munkahelyét, lakáscímét (ezek telefonszámait).

Szerkesztőség

Kis mennyiségű bór hatása egy betétben edzhető króm-mangán-acél törési erő értékére*

Dr. KRAKSZNER GYÖRGY okl. kohómérnök
Kohászati Kutató Intézet, Zenica, Jugoszlávia

DK: 669.15'26'74—194 : 669.781 : 620.178.74

Kis mennyiségű bór hatása egy cementált, s a cementálás hőmérsékletéről közvetlenül edzett CrMn-acél törési erő értékére. Az ütve hajlítást ZF-típusú, nem szabványos próbatesteken végezték. Az eredményekből kitűnt, hogy a bór a kedvező hatását csak akkor fejti ki, ha legalább részben nitrogénhez kötődik.

A jugoszláv motoripar nemzetközi együttműködése megköveteli, hogy az acélművek megfelelő mennyiségben, olcsón állítsanak elő jó minőségű, betétben edzhető acélt. A motoripar többek között a nyugatnémet *Zahnradfabrik Friedrichshafen (ZF)* céggel kooperál, mégpedig Diesel-motorok sebességváltó mechanizmusával kapcsolatban. Kezdetben a kooperációs szerződésben előírt acélfajta gyártási technológiája nem volt ismeretes a jugoszláv fél előtt. Gazdasági okok miatt ezért az acélfajtát országon belül kellett kifejleszteni.

Az általunk *ZF 7*-minőségűnek jelölt acél fontosabb, előírt tulajdonságait az *1. táblázat*ban állítottuk össze. Ebből a táblázatból is látszik, hogy a *ZF 7*-acéllal szemben támasztott követelmények részben eltérnek a járatos, betétben edzhető CrMn-acélok előírásaitól. Az acélnak a cementálás hőmérsékletéről közvetlenül edzhetőnek kell lennie. Edzhetőségi tulajdonságai lehetőleg ne szórjanak; a cementált és közvetlenül edzett próbáknak ezenkívül a Zahnradfabrik Friedrichshafen által kifejlesztett, különleges ütvehajlító kísérlet során megfelelő törési erőt kell elérniök.

A kutatást és a félüzemi kísérleteket a zenicai vasmű Kutató Intézete (Metalurski Institut) vállalta. Célunk az volt, hogy az említett kooperációs szerződésben előírt tulajdonságú acél gyártása megvalósulhasson. Az alábbiakban annak a kutatómunkának néhány eredményét ismertetjük, amelynek nyomán az acélt a zenicai acélmű ma már üzemszerűen gyártja.

1. táblázat

A ZF-7 jelű acél előírt tulajdonságai

Vegyi összetétel:	
C=0,16—0,20%	Si=0,15—0,35%
Mn=1,0 —1,3%	P=max 0,035%
Cr=1,0 —1,3%	S=0,015—0,035%
Austenit szemnagyság (930 °C/6^h/víz/180 °C/2^h/levegő): min. 5. ASTM-fokozat	
Nemfémes zárványok	
„A" típus max. 3 fokozat az ASTM skála szerint	
„D" típus max. 3 fokozat az ASTM skála szerint	
„B" típus max. 2,5 fokozat az ASTM skála szerint	
„C" típus max. 2,5 fokozat az ASTM skála szerint	
Jominy-próba:	
A véglaptól 5 mm távolságban 36—43 HRC	
A véglaptól 10 mm távolságban 31—39 HRC	
A véglaptól 25 mm távolságban 23—30 HRC	
A véglaptól 50 mm távolságban ≥ 20 HRC	
Ütve-hajlításkor elérendő dinamikus erő-érték, cementált, edzett és 180 °C-on megeresztett, 7×20 mm^2 keresztmetszetű próbán: $P_d \geq 50$ kN	
A buga súlya: ≤2000 kg	
Meleghengerlés utáni keménység: HB ≤ 285	

A bór hatása a betétben edzhető acélok egyes mechanikai tulajdonságaira

Wray [1] kutatási eredményei szerint az ilyen típusú acélok esetében kevés bórnak nincs jelentősebb hatása a szilárdsági tulajdonságokra és az ütőmunka értékére, ha az acélt 220—420 HB keménységűre eresztik meg. *Digges* és *Reinhart* [2] nagyszámú bórral mikroötvözött acéladagot vizsgált meg. Megállapították, hogy a bór hatása csak akkor jut szerephez, ha a megeresztés hőmérséklete nem haladja meg a 180—250 °C-ot.

Grange és munkatársai [3] bórral mikroötvözött és mikroötvözés nélküli adagokat hasonlítottak össze különböző hőkezelési programok után. Az eredmények megerősítették a korábbi mérések helyességét. Alacsony megeresztési hőmérséklet esetén a bórral mikroötvözött lemezek voltak kedvezőbb tulajdonságúak, míg 540—650 °C-on végzett megeresztés után a bór nélküli adagok a jobbak.

Az első vizsgálatok természetesen nem tisztázhatták a probléma minden részletét. Az alapvető kérdés ugyanis az, hogy a bór kedvező hatása akkor érvényesül-e, mikor intersztíciósan van oldva, vagy amikor bórnitridet képez.

A kötött állapotban levő bór hatása az acél szívósságára

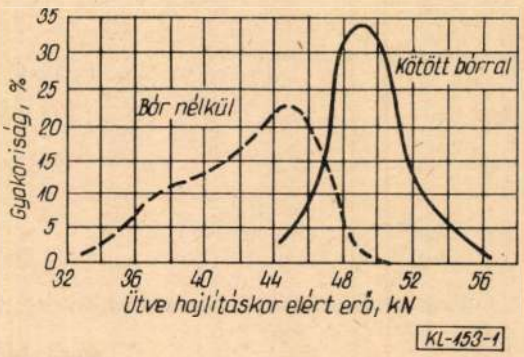
A A *ZF*-cég 1963 óta kutatásokat végzett a betétben edzhető acélok szívósságának növelésére. Különböző mikroötvözőket próbáltak ki. Megállapították, hogy a CrMn-acél cementált kérgében levő bórnak kedvező hatása van, s hogy ez a kedvező hatás elsősorban a szívósság növekedésében nyilvánul meg [4, 5]. Az is bebizonyosodott, hogy a bór csak akkor fejti ki kedvező hatását, ha BN-ként van jelen. Az *1. ábra* alapján a bór ked-

* Előadás a VII. Kohászati Anyagvizsgáló Napokon, Balatonszéplakon, 1973. máj. 30-án.

vező hatása egyértelmű. Az ábrából látható, hogy az ütve-hajlítás során adódó dinamikus erő-értékek a 7×20 mm² keresztmetszetű fogaskerék-modelleknél, egyforma cementált rétegvastagság esetén a bór nélküli adagoknál *3,2* és $5{,}0 \cdot 10^4$ *N* határokon belül változtak, míg a bórnitrid tartalmú acéladagoknál ez az érték $4{,}4—5{,}6 \cdot 10^4$ N volt.

A 2. *ábrán* a nyúlás és a dinamikus törőerő összefüggése látható: a BN-t tartalmazó próbák törés előtti nyúlása nagyobb volt, mint a bór nélkülieké.

Ha feltételezzük, hogy az acélban megfelelő mennyiségű szabad nitrogén van, akkor a bór mennyiségének növelésével a bórnitrid mennyisége is növekedni fog; evvel arányosan pedig javulnak a szívóssági jellemzők is, mint ahogy azt a *3. ábra* mutatja.



1. ábra. A törési erő ütve-hajlításkor kapott értékeinek eloszlási görbéi egy cementált és edzett CrMn-acél esetében

A kísérleti acéladagok gyártása és kovácsolása

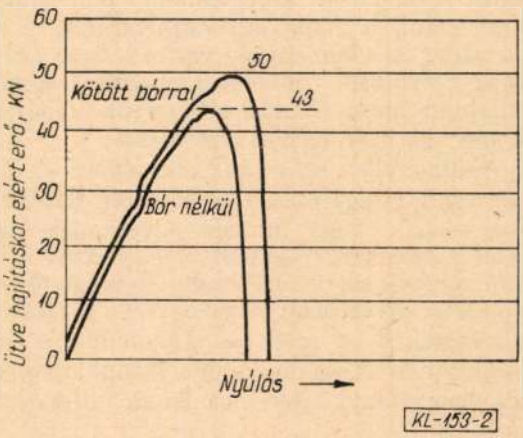
Az irodalmi adatok alapján kezdtünk hozzá a kísérleti adagok gyártásához. Olyan technológiát kellett kidolgoznunk, mellyel elérhető, hogy a bór részben kötött, részben oldott állapotban legyen jelen az acélban. Ismeretes ugyanis, hogy az oldott állapotú bór a kis karbontartalmú acél edzhetőségét nagyban növeli, míg a kötött állapotú bór a cementált kéreg szívósságát volt hivatott növelni.

Az acéladagokat MgO-bélésű, 60 kg-os, középfrekvenciás indukciós kemencében készítettük ki. A végső dezoxidálás és mikroötvözés technológiáját előre megterveztük, a legkedvezőbb körülmények megállapításához.

A végső dezoxidálás a csapolás előtt 2—3 perccel, szilikokalciummal és alumíniummal történt. A szilikokalcium mennyisége mindegyik adagnál állandó volt (0,8 kg/tonna). Az alumínium mennyiségét 0,015—0,160% között változtattuk. Néhány acéladagot titánnal, illetve vanádiummal is ötvöztünk (Ti = 0,03—0,07%0; V = 0,02 –0,04%).

A bór mennyiségét 0,001—0,07% határok közé állítottuk be és mindegyik variációból 3—3 adagot gyártottunk. Bórral az acéladag elkészülte után ötvöztünk 15,4% bórtartalmú ferrobórral. A ferrobórt lemezbe csomagoltuk, mielőtt mennyiségét pontosan megmértük. Az így előkészített ötvözőt csak akkor merítettük a fürdőbe, amikor az üst már körülbelül $^1/_3$ részéig megtelt.

Az 55—60 kg-os tuskókat 35 mm átmérőjű rudakká kovácsoltuk. Evvel elértük, hogy az átkovácsolási szám megfeleljen a 2 tonnás tuskók esetén kiadódó átkovácsolási számnak, mert az ipari gyártás esetén ilyen súlyú tuskókat gyártanak.

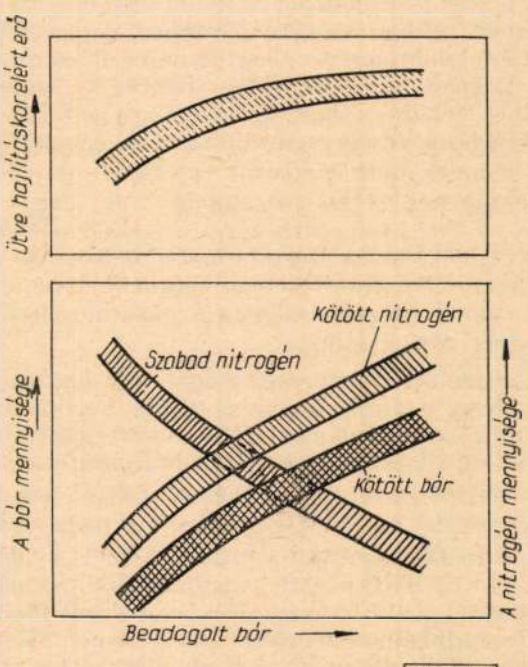


2. ábra. A cementált és edzett CrMn-acélok nyúlásának és törési erejének összefüggése bór jelenlétében, illetve bór nélkül

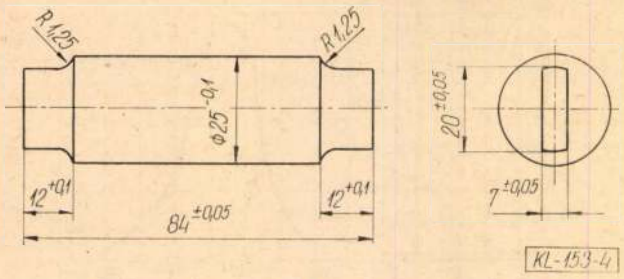
Az acéladagok tulajdonságainak jellemzése

Az adagok kémiai összetételét nagyhőmérsékletű, 950 °C-os lágyítás után határoztuk meg. Az elemzés kiterjedt a B, a BN, a TiN,, a V, az O és a N mennyiségének meghatározására is. Vizsgáltuk továbbá a kialakuló szemnagyságot, az edzhetőséget és a nemfémes zárványok mennyiségét. A Jominy-próbán a keménységet 5, 10, 25 és 50 mm távon mértük meg.

E vizsgálatok alapján az adagokat kétfelé választottuk. A megfelelőnek bizonyult adagokból el-



3. ábra. A cementált és edzett állapotú CrMn-acél szívósságának, valamint bór- és nitrogéntartalmának kapcsolata



4. ábra. A vizsgálatokhoz használt próbatest rajza

készítettük a *4. ábra* szerinti próbákat, ezeket cementáltuk. A cementálási hőmérsékletről közvetlenül edzettünk, majd 170 °C-on megeresztettünk. A próbákon megmértük a cementált kéreg vastagságát, a cementált kéreg felületi keménységét, meghatároztuk a réteg karbontartalmát, a karbontartalom és a keménység változását az átmérő mentén. Vizsgáltuk továbbá a magrész mechanikai tulajdonságait. Ezután elvégeztük a már említett, speciális ütve-hajlító vizsgálatot.

Végeredményben ez a vizsgálat jelenti az ZF-7 acél átvételi vizsgálatát. Az átvételi feltétfüzet ugyanis előírja, hogy minden egyes acéladagból legalább 4 fogaskerék-modellt kell az alább ismertetendő módszer szerint hőkezelni, és meghatározni rajta a törési erő értékét. Mivel egy-egy fogaskerék-modell esetén 2—2 érték adódik, a mérés során legalább 8 mérési eredményhez jutunk. Közülük egynek sem szabad kisebbnek lenni, mint 50 kN.

A fogaskerék-modell cementálása, edzése és az ütve-hajlító vizsgálat eredményeinek értékelése

A fogaskerék-modelleket külön erre a célra előkészített, szilárd cementálószerben cementáltuk. A kísérletekhez azért választottunk szilárd cementáló közeget, mert ha ebben sikerül a megfelelő értékeket elérni, akkor várható, hogy az általában kedvezőbb gáz- vagy sófürdőben való cementáláskor is megkapjuk a kívánt értékeket. A szilárd cementálószer olyan összetételű volt, hogy 930 °C-on, 9 órai cementálás után a modell palástján 0,80—0,90% karbontartalmú, és 0,85—1,00 mm vastagságú cementált kéreg alakult ki. Ilyen értékek vannak ugyanis előírva a gázatmoszférában való ipari cementáláskor.

A cementált réteg vastagságát úgy határoztuk meg, hogy a határvonalat a 0,45% karbontartalomnál választottuk meg. Ehhez a karbontartalomhoz adott állapotban 610 HV keménység tartozik.

A cementálás után a próbákat közvetlenül olajban edzettük és 170 °C-on két óráig megeresztettük. A betétedzés után a próbák felületi keménysége 59—62 HRC között változhat. Ezt a keménység-közt csak abban az esetben lehet a próbatestekkel reprodukálhatóan elérni, ha a cementálószert előzetesen gondosan kiszárítjuk, illetve, ha az alkatrészek dobozbani — illetve a doboznak a kemencén belüli — helyzete a kísérletek során nem változik.

A próbákat ütve-hajlítással, Charpy-gépen törtük el. A fogaskeréknek az ütőgépbeni helyzete megegyezett a váltóműben elfoglalt helyzetével. A kalapácsot átalakítottuk úgy, hogy annak energiája minden esetben elegendő legyen a fogaskerék-modell eltöréséhez. A töréshez szükséges erőt Tetronix-oszcilloszkóppal regisztráltuk, melynek képét polaroid kamerával fényképeztük le. Minden egyes adagból 4 próbatestet vizsgáltunk meg, így 8—8 mérési eredményhez jutottunk adagonként.

Az ütve-hajlításkor kapott eredmények értékelése

Az ütve-hajlításkor kapott eredmények értékelésénél feltétlenül figyelembe kell vennünk a bórnitrid mennyiségét. Hibát követnénk azonban el, ha nem vennénk figyelembe a szemcseméret, valamint a bór, titán és vanádium nitridjeinek — esetleg összetett — hatását is. Véleményünk szerint ugyanis ezeknek a tényezőknek összetett hatása van, mely esetünkben éppen az ütve-hajlító-vizsgálatkor kapott értékek alakulásában jelentkezhet.

A mérési eredményeket a *2. táblázat*ban közöljük. Segítségükkel a következőket állapíthatjuk meg:

1. Az „*1*" acélt nem ötvöztük bórral, így — mint az várható volt — nem felelt meg a követelményeknek.

2. A „*3*", „*5*", „*9*" és „*11*" jelű adagok austenitszemcseméret megfelelő volt. Itt már igen kis mennyiségű bórral elértük a kívánt törési értéket. A bórnitrid mennyisége ebben az esetben már 0,0003% mennyiségben is hatásos volt. A „*2*",

2. táblázat

A törési erő, az austenit szemcseméret és a nitridek mennyisége

Az acél-adag jele	BN	TiN súly%	VN	Austenit szem-cse-méret	Törési erő
1				(+)	—
2	0,0005			(—)	—
3	0,0003			(+)	+
4	0,0011			(—)	—
5	0,0012			(+)	+
6	0,0027			(—)	+
7	0,0019			(—)	+
8	0,0020			(—)	+
9	0,0015			(+)	+
10	0,0014			(—)	—
11	0,0019			(+)	+
12	0,0022	0,028		(—)	—
13	0,0003	0,047		(+)	—
14	0,0012	0,030		(—)	—
15	0,0005	0,056		(+)	—
16	0,0023	0,032		(+)	—
17	0,0015	0,040		(+)	—
18	0,0033		0,038	(+)	+
19	0,0028		0,037	(+)	+

(+) Szemcsenagyság ≥5 ASTM fokozatnál.
(—) Durva szemcsenagyság.
\+ A dinamikus erő értéke ≥50 kN.
— A dinamikus erő értéke ≤50 kN.

„4", „6", „7" és „8" jelű adagoknál, melyek durvább szövetűek, a nagyobb austenit szemcseméret kedvezőtlen hatását csak nagyobb mennyiségű bórral lehetett ellensúlyozni.

3. A „12"—„17" jelű adagoknál a *BN* mellett *TiN* is keletkezett a *Ti*-ötvözés hatására. Annak ellenére, hogy a szemcseméret itt általában megfelelt, a törési erő értéke nem érte el a kívánt értéket. Ennek magyarázatát abban lelhetjük meg, hogy a titán erősebben kötődik a nitrogénhez, mint a bór, és így gátolja a megfelelő mennyiségű bórnitrid kialakulását.

4. A bór—vanádium mikroötvözésű „18" és „19" jelű acélok egyértelműen megfeleltek. Ezt avval magyarázhatjuk, hogy a vanádium biztosította a megfelelően finom szemcseméretet, de nem vonta el a nitrogént a BN-képződéstől. A vanádium—bór mikroötvözés ezek szerint kedvező hatású, mert a vanádium csökkenti az oldott bór szemcsedurvító hatását. A vanádiumnak a nitrogénhez való affinitása kisebb, mint a titáné. Így cementáláskor kellő mennyiségű *BN* keletkezik, ami a nagy törési erőt okozza.

Természetes, hogy az eddig elmondottak nem magyarázzák meg a BN-nek az acél szívósságára gyakorolt kedvező hatását. A problémát teljesen tisztán ma még nem látjuk, valószínű azonban, hogy lényeges szerepe van a bórnitrid és az oxidzárványok kölcsönhatásának.

IRODALOM

[1] *Brugger, H.:* Härterei-Techn. Mitt. *16* (1961) 12.
[2] *Grange, R. A., Garvey, T. V.:* Trans. Amer. Soc. Metals. *37* (1946) 136.
[3] *Knowlton, H. O.:* Metal Progr. *63* (1953) 67.
[4] *Treppschuh, H.—Randak, A.:* Stahl u. Eisen *87* (1967) 1355.

Földgáz- és olajtüzelésű mészégető aknakemence típusok összehasonlító értékelése

BALÁZSOVICS GÉZA gépészmérnök
KGM Tervező Irodái

DK: 666.92.041 : 662.94/95

Az ismertebb mészégető-kemencetípusok vázlatos ismertetése. A mészégetési folyamat elemzése és a szénhidrogének tüzeléstechnikai tulajdonságai alapján újszerű megoldás az egyen-ellenáramú kemence kialakítása. A különféle kemenceszerkezetek összehasonlítása főbb gazdaságossági tényezők tükrében.

Bevezetés

Napjainkban egyre inkább előtérbe kerülnek az energiaigényes mészégetés területén is a magas égéshőmérsékletű tüzelőanyagok, a földgáz és az olaj. Ezek gazdaságosságát nemcsak kisebb beszerzési költségük indokolja, hanem az a közismert tény is, hogy a magasabb égéshőmérsékletű tüzelőanyaggal kedvezőbb fajlagos hőfelhasználást lehet biztosítani. Ennek figyelembevételével a tüzelőanyagköltség 1 t mészre átszámítva még szembetűnőbb különbséget mutat.

Másfelől azonban a magas égéshőmérséklet — amelyet még fokoz a lehűlő mész által előmelegített égési levegő érzékelhető hőtartalma — mészminőség szempontjából nem előnyös. Ugyanis a mész minősége akkor lesz megfelelő, ha a meszet nem hevítjük huzamosabb ideig valamilyen meghatározott hőmérsékleti határ fölé. Ez a hőmérsékleti határ mészkőfajtánként változó [1]. Értékét — mely 1100 °C és 1250 °C között változik — kísérleti úton lehet meghatározni.

A magas égéshőmérsékletű tüzelőanyag alkalmazása és a mész égetési technológiája által megkövetelt alacsonyabb hőmérsékleti határ ellentéte komoly problémát jelent a mészégető aknakemence égetőzónájának kialakításánál.

A probléma megoldását a kemenceszerkesztők több oldalról próbálják megközelíteni. Jelen tanulmány célja ezen megoldások összefoglalása és összehasonlító értékelése.

Hazai tervezésű mészégető aknakemencék

A legegyszerűbb és a legelterjedtebb kemencekonstrukció egyszerű ellenáramú égetőzónát alkalmaz. Az égetőzóna alján bevezetett gáz — mint az előzőkben leírtuk — magas kemence hőmérsékletet okoz és ez a mész zsugorodását, agyonégetését eredményezi. Ezért ez a konstrukció csak alacsony égéshőmérsékletű tüzelőanyag (pl. kohógáz) alkalmazása esetén biztosít megfelelő mészminőséget.

Magasabb égéshőmérsékletű tüzelőanyag használatakor (pl. generátorgáz) az ún. *megosztott gázbevezetéssel* mérsékeljük az égéshőmérsékletet. Az egymás felett kb. 3—4 m távolságban elhelyezett égősorok egyfelől hosszú és hatásos égetőzónát adnak, másrészt a hűtőzónából érkező nagymennyiségű levegőhöz az alsó égősoron kis gázmennyiséget adva nagy légfelesleget és így alacsony égéshőmérsékletet kapunk. A felsőbb égősorok szintjén a karbonátbomlás hűtőhatása elég intenzív ahhoz, hogy a mindinkább csökkenő légfelesleg ellenére az égéshőmérséklet nem lépi túl a megengedett mértéket.

A generátorgázzal elért eredmények azzal a következménnyel jártak, hogy a hazai szerkesztők a földgáztüzeléshez és olajtüzeléshez a generátorgáznak megfelelő szerkezet alkalmazását szorgalmazták. Ezért olajtüzeléshez az olaj elgázosítását és gáz alakban való befúvását is meg kellett oldani. Üzembiztos tüzelés csak megfelelően elgázosítható

olajjal lehetséges. Az olajgázosításos mészégetéssel kísérletek Bélapátfalván folytak, s ezek kb. 1350 kcal/kg mész fajlagos hőfelhasználást eredményeztek [2]. Később Bélapátfalván ún. *pörgetőkamrás* olajgázosítókat szereltek a kemencékre, amelyekkel kb. 1250 kcal/kg mész fajlagos hőfelhasználás biztosítható [3]. A kedvezőtlen eredmények oka abban keresendő, hogy az olajgáz 900—1000 °C hőmérsékletű, és kb. 2000 kcal/Nm³ fűtőértékű, míg a gáz bevezetési helyén a megengedhető hőmérséklet max. 1200 °C. A 600—700 °C hőmérsékletre előmelegített égési levegő csak igen nagy légfelesleg mellett biztosít ilyen alacsony égéshőmérsékletet. Ehhez még hozzájárul az is, hogy az aknakemence meglehetősen nagy szélességi mérete a gáz és a levegő egyenletes keveredését nem biztosítja. Ugyanis az égési levegő az akna-keresztmetszetben nagyjából egyenletes eloszlásban áramlik, míg a tüzelőanyagot csak az akna kerülete mentén lehet bevezetni. Ha több égősoros a tüzelés, a mészégetés hőigényének megfelelően az égetőzóna alján viszonylag kevés kalóriára van szükség, hiszen ezen a helyen a mész túlnyomó része már teljesen kiégett és csak a legnagyobb szemcseméretű mészdarabok magjában maradt elbontatlan karbonát. A koncentráltan bevezetett kevés olajgáz lassan és bizonytalan módon keveredik az aknában áramló égési levegővel. A lassú keveredés során — amíg a koncentrált olajgázból megfelelő légfelesleggel rendelkező keverék lesz — minden közbenső keveredési fázis, tehát a sztöchiometriai keverék is kialakul. Mivel a hőelvonás a környezet felől csekély, az elméleti égéshőmérséklethez közeleső lánghőmérséklet alakul ki a befúvás közelében. Még az alacsonyabb égéshőmérsékletű generátorgáz alkalmazása esetén is megfigyelhető az alsó égősor felett a samott falazat kimaródása, amit a mész és a falazat magas hőmérsékleten fellépő vegyi egymásrahatása okoz.

A viszonylag kevés gáz az aknakemence közepéig érve viszont annyira felhígul, hogy a mészégetéshez szükséges hőmérsékletet sem tudja biztosítani. Ezért kapunk egyenetlenül égetett terméket az ilyen rendszerű, kb. 2 m széles kemencéből.

A másik lehetséges megoldás az égéshőmérséklet mérséklésére a füstgáz visszakeringetése. A hazai kemencékben ennek hőtechnikailag egy előnytelen változtatát alkalmazzák, nevezetesen a kemence tetejéről szívják el a hideg füstgázokat és ezeket a gázfúvókák környezetében fújják a kemencébe.

A $CaCO_3$ elbomlása a mészégető kemencében 800 °C felett megy végbe. Ha a kemence tetejéről elszívott kb. 300 °C-os füstgázokat vezetjük be az égetőzónába, számolnunk kell azzal, hogy ezek kb. 800 °C-ra való felmelegítése külön hőenergiát, tüzelőanyagot igényel. Ezért a fajlagos hőfelhasználás értéke emelkedik és alig különbözik a nagy légfelesleggel végzett tüzelésétől.

A hazai földgáztüzelésű kemencékhez e két lehetőség kombinációját alkalmazzák. A füstgáz recirkuláció és fokozatos gázelégetés együttes alkalmazása a generátorgáz tüzelésű kemencékkel elérhető fajlagos hőfelhasználást biztosítja (1050—1100 kcal/kg).

Az ellenáramú égetőzóna alsó részén szükségszerűen mutatkozó nagy légfelesleg hasznosítását *Eigen* [4] a kemencébe beadagolt koksz elégetésével oldja meg. Ez nemcsak jó fajlagos hőfelhasználást, hanem egyúttal nagyobb kemencetejesítményt is biztosít. A Leccoban felépített export mészégető kemencét is ilyen kettős tüzelőrendszerrel üzemeltették. A megoldás nyilvánvaló hátránya a kétféle tüzelőanyag kezeléséből, tárolásából, adagolásának összhangjából adódik, ami mind bonyolulttá teszi a kemence kiszolgálását.

Egyen-ellenáramú aknás mészégető kemence

A darabos mészkő elbomlási folyamatát elemezve megállapítható, hogy a folyamat kezdetén, amikor a bomlás a darab felületéhez közel zajlik, a disszociáció hűtő hatása folytán sokkal magasabb füstgázhőmérséklet engedhető meg a betét túlégetése nélkül, mint mikor már csak egyes darabok magjában van még elbontásra váró karbonát. Ezek szerint tehát a mészégetés technológiája szempontjából a füstgázok és a mész egyirányú áramlása lenne ideális. A tisztán egyenáramú égetőzóna azonban hőgazdálkodási okokból nem előnyös. Az egyirányú áramláskor ui. a füstgázok csak kb. 900—1000 °C-ig hűlnek le. Ezzel szemben ellenáram esetén az égetőzónából távozó füstgázok olyan mészkőrétegen haladnak át, amelynek felületi rétegeiben zajlik a disszociáció, s így a füstgázok 800 °C körüli hőmérsékleten távozhatnak az égetőzónából.

A darabos mészkő elbomlásának elemzése alapján megállapítható, hogy a hőfelhasználás és termelékenység miatt olyan égetőzónát kell kialakítani, amelynek felső részén ellenáramban, alsó részén pedig egyenáramban haladnak a füstgázok a mésszel. Így a felső szakaszban a mészkő elporladásának veszélye nélkül, jó hőkihasználással ellenáramban, míg az alsó égetőzónaszakaszban fokozatosan csökkenő kezdeti nagy hőterheléssel, a mész túlégetésének veszélye nélkül, egyenáramban kell vezetni a füstgázokat.

A hőtechnikai számítások azt mutatják, hogy az olaj, illetve a földgáz égéshőmérséklete még ilyen kemencerendszer esetén is túl magas mészégetés céljára. Gazdaságos módon pedig csak főhőrendszeren belüli — tehát min. 850 °C-os — füstgázok visszakeringetésével mérsékelhetjük az égéshőmérsékletet.

A kemencetípusok összehasonlító értékelése

Beruházási költség és termelékenység

Az egyes megoldások precíz gazdaságossági összehasonlításához a rendelkezésre álló anyag kevés. Elsősorban beruházási költség vonatkozásában nincsenek megfelelő adataink. A műszaki megoldás, a különleges kialakítási mód azonban némi tájékoztatást nyújt arról, hogy a szokásosnál drágább szerkezetekkel van dolgunk.

Nyilvánvalóan a legolcsóbb megoldást a hazai konstrukciók nyújtják. Ezek a normál kialakítástól csak a füstgázrecirkulációs ventillátor és csővezetékrendszer költségével térnek el. Az amerikai konstrukció azért drágább, mert nagyobb hőállóságú recirkulációs ventillátort kell alkalmaznia.

A ferdeaknás, a gyűrű-keresztmetszetű, a keresztáramlású kemence építésmódja egyértelműen mutatja, hogy ezek beruházási költségei sokkal nagyobb értéket képviselnek. Ugyanez vonatkozik az egyenáramú regeneratív kemencére is, mivel ez csak kétaknás elrendezésben építhető és ezen felül még az átváltó berendezések költségei is terhelik. Az egyenellenáramú aknakemencén levő szerelvények az egyszerű aknakemence konstrukcióhoz képest szintén többletköltséget idéznek elő, bár az égők és a kezelőpódiumok számának csökkenése végső soron a beruházási költség csökkenése irányában hatnak.

Gazdaságossági szempontból nem közömbös az sem, hogy az alkalmazott kemencetípus milyen termelékenységgel dolgozik. A beruházási költség ugyanis nemcsak a berendezés bonyolultságától, hanem méreteitől is függ. Nagyobb termelékenységű berendezés — azonos teljesítményre — kisebb méretekkel, tehát olcsóbban alakítható ki.

A kemence termelékenysége elsősorban a füstgázok és a mész között kialakuló hőfeszültség nagyságától függ. Az *Azbe*-féle kemencékben — mivel a füstgázhőmérséklet maximuma az égetőzóna aljára esik — az elérhető hőfeszültség meglehetősen kicsi. A ferdeaknás és a körgyűrű keresztmetszetű kemencék, valamint a hazai konstrukciók felső égősorai az előzőknél nagyobb hőfeszültséget biztosítanak. A legnagyobb hőfeszültség az egyenáramú regeneratív kemence egyenáramú égetőzónájában keletkezik.

A megoldás hátránya, hogy ez a magas szint nem hat állandóan, mivel a fele égetési idő alatt az ellenáramú égetőzóna kis hőfeszültségével üzemel a kemence.

A *Heiligestaedt*-féle keresztáramlású kemence nagy fajlagos teljesítőképessége az alkalmazott kis hőfeszültség ellenére az erőltetett füstgázsebesség és az apró kőméretek következménye. Ennek hátránya az elektromos áramfelhasználásban mutatkozik meg.

A mészégetési technológia lehetőségeit a termelékenységi és hőfelhasználási szempontok együttes érvényre juttatásával, leggazdaságosabban az egyenellenáramú kemence használja ki. Az égősík megfelelő magasságban való elhelyezésével optimális hőmérsékleti viszonyok alakulnak ki a kemencében [5].

Falazattartósság és felújítási költségek

Igen fontos követelmény, hogy a kemence kiszolgálása ne követeljen erős fizikai munkát, vagy nagyfokú szakképzettséget. Figyelmetlenségből, kényelmességből eredően a kemencehőmérséklet helyi megemelkedése könnyen vezethet összesülésekre, ami üzemzavarokat, a kemence leállítását és a falazat megrongálódását okozhatja. Ezért alapvető követelmény, hogy a hőmérséklet viszonyok ellenőrzése, a tüzelés szabályozása könnyen keresztülvihető, esetleg automatikus megoldású legyen.

Ebből a szempontból legelőnyösebb a keresztáramlású és az egyen—ellenáramú kemence. Ezeknek ugyanis kevés számú égőjük van és a láng által fejlesztett hőmérséklet szabatosan ellenőrizhető. A technológia által előírt hőmérséklet a recirkulációs füstgázok mennyiségének szabályozásával akár automatikusan is tartható. A ferde aknás kemencében a lánghőmérséklet ugyan mérhető, de szabályozása a légfelesleg változtatásával csak szűk határok között lehetséges, ill. meg kell változtatni a kokszadalék arányát.

A többi megoldásnál a tüzelő és az égési levegő az akna töltetét képező mészkövek között, ellenőrizhetetlen módon keveredik, és így egzakt hőmérsékletmérés és szabályozás nem lehetséges. Egyedül az egyenáramú regeneratív kemence nem kényes a hőmérsékleti viszonyokra, mivel egyenáramú égetőzónája van és a magas hőmérséklet a gyakori átváltások következtében nem hat huzamosabb ideig.

Fajlagos hőfelhasználás

A fajlagos hőfelhasználás az egyik legjelentősebb tényező a gazdaságosság megítélése szempontjából. A rendelkezésre álló adatokat azonban kellő kritikával kell fogadni. A hőfelhasználás ugyanis a kemencekonstrukció jóságán kívül a felhasznált mészkő karbonáttartalmától és a termelt mész CO_2 tartalmától is erősen függ.

A mész CO_2 tartalma arra utal, hogy a mészben $CaCO_3$ van jelen. Mivel az égető és hűtőzóna egyaránt a mészégető kemence főhőrendszeréhez tartozik, hőfelhasználási szempontból teljesen közömbös, hogy a CO_2 a mészkőből elbontatlanul marad-e vissza, vagy a hűtőzónában a mész utólagos CO_2 felvételéből származik.

A mészkő disszociációs hőigényét tehát a mész CO_2 tartalmának figyelembevételével kell meghatározni.

A reakcióhő helyes értéke:

$$Q_R = 7{,}53(CaO - 1{,}2742 \cdot CO_2) \text{kcal/kg mész.}$$

A fenti összefüggés feltételezi, hogy a mért százalékos összetétel a mészégető kemencében alakult ki és további rekarbonizáció, illetve hidratáció a szabad levegőn nem következett be. A próbavétel és mérés megszervezésekor mindenképpen gondoskodni kell arról, hogy a tényleges helyzet ennek a feltételezésnek megfeleljen.

A kemence hatásfokának megállapításánál tehát nem

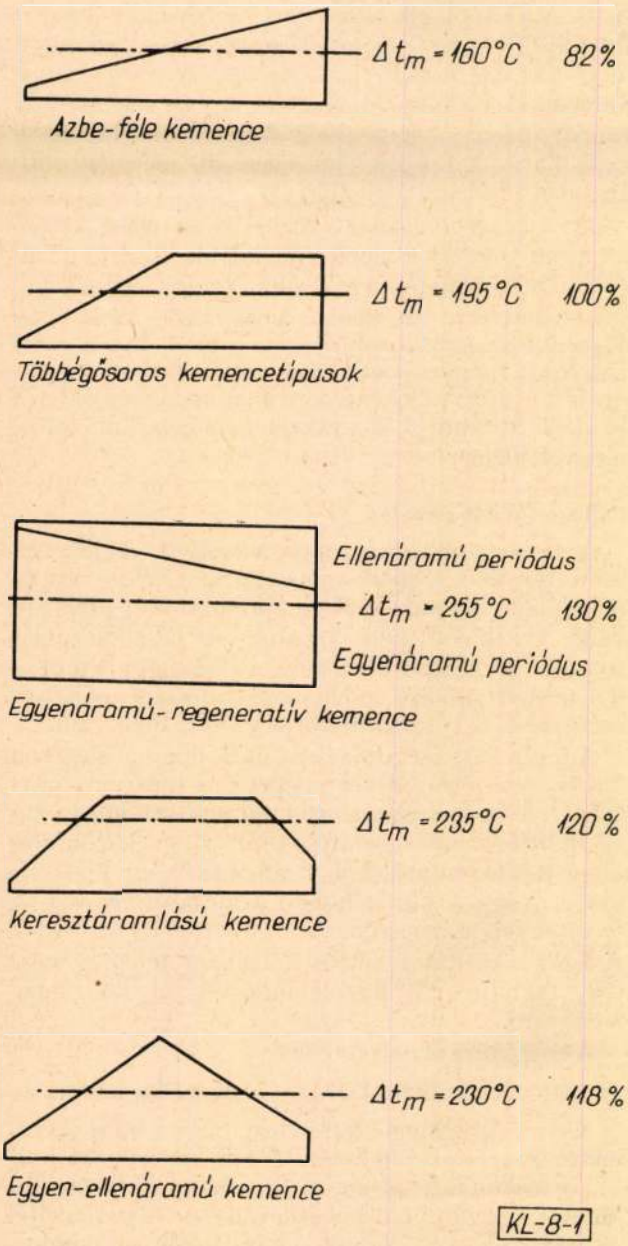
$$\eta = \frac{753}{Q_{\text{felh}}} \cdot 100, \text{ sem pedig } \eta = \frac{7{,}53 \cdot CaO}{Q_{\text{felh}}} \cdot 100$$

összefüggés adja a helyes értéket, hanem az alábbi képlet:

$$\eta = \frac{7{,}53 \cdot (CaO - 1{,}2742 \cdot CO_2)}{Q_{\text{felh}}} \cdot 100$$

A kemenceszerkezetek értékelése alapján belátható, hogy mindazok a berendezések, amelyek a szénhidrogének hőtartalmát kis légfelesleggel és főhőrendszeren belüli füstgáz-recirkulációval képesek hasznosítani, vagy — mint az egyenáramú regeneratív kemence — megfelelő hővisszanyerő berendezést tartalmaznak, nagyjából azonos eredményt biztosíthatnak.

Teljesítménynövelési szempontból elsősorban a hőmérsékleti viszonyok helyes kialakítására kell



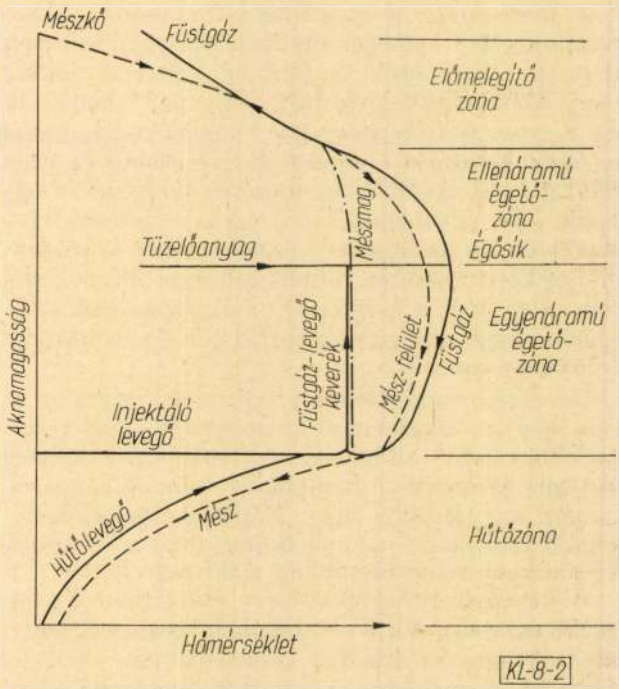
1. ábra. Az átlagos hőfeszültség alakulása az egyes kemencetípusok égetőzónájában

súlyt fektetnünk. A hőfeszültség növelésének csak a mészminőség követelményei szabnak határt.

Az egyen-ellenáramú kemence ebből a szempontból is ideális megoldást nyújt.

Az égetőzóna felső részében beállított hőmérsékleti maximum 100—150 °C-kal magasabb lehet, mint a többi kemencéknél, ahol ez az égetőzóna alsó részén alakul ki.

Ennek megfelelően az égéshőmérséklet csökkentésére visszakeringetett füstgáz mennyisége is



2. ábra. Az egyen-ellenáramú aknakemence elvi vázlata

kevesebb lehet. A visszakeringetett füstgázok amúgysem növelik meg az áramlási ellenállást, mivel a füstgázáram aknába lépése helyén kétfelé ágazik. Az ellenáramú és az egyenáramú égetőzóna is áramlási szempontból nem sorbakötve, hanem párhuzamosan kapcsolódik egymáshoz. A hőszükséglet által indokolt füstgázmennyiségen felül ezért többlet füstgáz nem áramlik azonos aknakeresztmetszetben, az alkalmazott füstgázvisszakeringetés ellenére sem. A *2. ábrán* vázolt elvi sémán jól követhető a füstgázáram útja.

Az összehasonlítás egyes tényezői alapján megállapítható, hogy magas égéshőmérsékletű szénhidrogéntüzelés esetén mind beruházási költség, szabályozhatóság és üzembiztonság, mind fajlagos hőfelhasználás és áramfelhasználás szempontjából az egyen-ellenáramú égetőzónás mészégető aknakemence adja a legelőnyösebb megoldást. Ezért új berendezés létesítésénél feltétlenül meg kell vizsgálni ezen kemencetípus alkalmazásának lehetőségét.

IRODALOM

[1] *Wuhrer, J.—Lehmann, H.:* Tonindustrie-Zeitung *82.* (1958) 434. o.
[2] Éakki jelentés az 1965. X. 7—10 között a BCM-ben folytatott kísérleti üzemről.
[3] *Horváth J.—Székely I.:* Építőanyag 20. (1968) 83. o.
[4] *Eigen, H.:* Zement-Kalk. Gips *8.* (1955) 381. o.
[5] *Balázsovics G.:* Tonindustrie Zeitung 84. (1961) 489. o.

Szerkesztőségi órák:

Minden csütörtökön 16—18 óra között

VI. kerület, Anker köz 1. I. emelet 105. szoba.

Üzemi hírek

Üzembehelyezték a IX. számú SM-kemencét az Ózdi Kohászati Üzemekben

Az Ózdi Kohászati Üzemek Acélművében dec. 6-án üzembe helyezték a IX. számú SM-kemencét.

A kemence tervezését és építését a Kohászati Gyáripító Vállalat végezte. Az építés ideje 36 nap volt. Az építést nehezítette, hogy folyamatosan üzemelő VII. és VIII. számú kemence között épült az új kemence.

A IX. számú SM-kemence műszaki adatai:

A kemence névleges kapacitása: 105 tonna
Teljesítménye: 14 tonna/óra
Az acélfürdő hossza: 12 000 mm
szélessége: 4 000 mm
felülete: 134 m²
mélysége: 750 mm (középen)

A kemence tüzeléstechnikai jellemzői:
Tűzfej: 1 felszállós Maerz rendszer
Égő: Előporlasztásos Breinkmann
Tüzelőanyag: 55% földgáz és 45% pakura
Hasznos rácstérfogat: 134 m³(oldalanként)
Átlagos hőkapacitás: $18 \cdot 10^6$ kcal/óra

A hőhasznosító rács méretei kisebbek a kemence befogadó képességéhez tartozó optimális értékeknél, mert a rácsméretek növelését, csak költséges építéssel lehetett volna biztosítani.

Az új IX. számú SM-kemence az acélfejlesztési komplex program első lépéseként épült és az ÓKÜ acéltermelő kapacitását kb. 10%-kal növeli.

Polencsik József

Késszülő kohászati tervek a KGMTI-ben

A KGM illetékesei, egyes kohászati vállalatok az V. 5 éves terv feladatainak előkészítése jegyében a KGMTI-t olyan, több változatban kidolgozandó tervezési munkák végzésével bízták meg, melyek alapján megfelelő szintű döntések születhetnek.

Az alábbiakban hangsúllyal fenti tervezési munkák főbb jellemzőit ismertetjük, egyben a folyamatban levő nagyobb tervezési munkákat is megemlítjük.

DUNAI VASMŰ

A *DV. acéltermelésének* évi 1,8 millió t-ra történő növelésére beruházási javaslat készül, melyben 2 szovjet szállítású, kb. 100 m³-es konverter létesítésével egy új acélmű építése szerepel, a szükséges hozaganyagellátó, füstgáztisztító berendezésekkel, oxigéngyárral és mészművel, valamint a szükséges energiaellátó rendszerekkel, szállító és egyéb kiszolgáló berendezésekkel.

A konverter-acélműben gyártott acél leöntésére 1 két szálas ívelt folyamatos öntőgép épül. Bővítik az ércelőkészítő és darabosító üzemet. Az elhasználódott két kokszolóblokk helyett egy nagyteljesítményű kokszolóblokk létesítése szerepel a tervekben.

A felsorolt létesítményeket, mint a további fejlesztés első lépcsőjét célszerű tervezni. A távlati koncepcióban a 2. fejlesztési lépcsőben (1985 utáni időszakban) évi 2,4 millió t acéltermeléssel egy 3. konverter, egy új kohó és egy új nagyteljesítményű darabosító szalag létesítésével szerepel.

A KGMTI foglalkozik a *meleghengermű* fejlesztésének problémáival is. Kiviteli tervezés, ill. megvalósítás alatt áll egy nagyteljesítményű tolókemence, két korszerű tekercselő, a bugatéri bővítés és a lamináris szalaghűtés. Átfogó tanulmány készül a meleghengermű fejlesztésére, amelynek célkitűzése a DV-elérhető acéltermelés feldolgozási lehetőségeinek megteremtése, a laposárugyártás racionalizálása és a termékek minőségének korszerű színvonalra való emelése. A célkitűzés olyan, kb. 2 millió t/év kapacitású üzem létrehozása, amely a külföldi hengerművekkel azonos minőségű termékeket gyárt, lehetővé teszi 1,5—12,7 mm vastagságú lemezek és tekercsek előállítását, biztosítva a feldolgozóipar, különösen a hideghengerművek és a nagyszilárdságú csőgyártás alapanyagát.

LENIN KOHÁSZATI MŰVEK

Új acélmű tervezésére két alapvetően eltérő változat koncepciós tervei készülnek.

Az egyik változat szerint évi 1,1 millió t acéltermelésre a lebontott régi ércdarabosító és a kohói rendező pályaudvar területén új konverter-acélmű építését tervezik. Az acélműben 2 kb. 100 t-ás konverter kerül elhelyezésre a hozzátartozó füstgáztisztító berendezésekkel. Tervezik a hozaganyagellátó rendszert, a szükséges oxigéngyárat, a mészművet, az energiaellátó rendszereket, illetve azok bővítését, a szállító létesítményeket és eszközöket.

A konverter-acélműben gyártott acél leöntésére egy 4 szálas, évi kb. 300 ezer t kapacitású, ívelt folyamatos öntőmű létesül. A folyamatosan öntött bugák közvetlenül hengersori felhasználásra kerülnek. A fennmaradó évi 800 ezer t acélt kocsizó öntéssel kokillákba öntik és a tuskókat a meglevő blokksor dolgozza fel. A minőségi acélok finomítására egy vákuumozó berendezést terveznek.

A konverter-acélműhöz szükséges folyékony nyersvas biztosítására a legcélszerűbb a meglevő 700 m³-es kohó térfogatát 100 m³-re bővíteni és egy új 1000 m³-es kohót létesíteni. A meglevő két kis kohó ebben az esetben megszűnne.

Az új konverter-acélmű üzembehelyezésével a meglevő SM-acélmű leáll.

A másik — megvalósítás szempontjából valószínűbbnek látszó — *változat* szerint az LKM távlatban az ország minőségi acélt termelő bázisa lesz. Ennek érdekében Diósgyőr belső acéltermelését elsősorban korszerű elektro eljárással állítanák elő évi 600—700 ezer t termelési szintten. A jelenlegi évi 200 ezer t elektroacél termelést tehát évi 400—500 ezer t kapacitású, új korszerű üzem építésével kellene növelni.

Ez a fejlesztés több változatban is megvalósulhat. Lehetséges 2 korszerű, üstmetallurgiával dolgozó 80 t-ás UHP-kemence egylépcsőben történő megvalósítása. De lehetséges az első lépcsőben egy UHP-kemence, a második lépcsőben pedig vagy a második elektrokemence, vagy kis konverterek létesítése attól függően, hogy a véglegesen kialakuló távlati koncepcióhoz melyik eljárás illeszkedik jobban.

ÓZDI KOHÁSZATI ÜZEMEK

Az *ÓKÜ SM acélgyártásának* fejlesztése az ATB vonatkozó határozata alapján folyamatban van. A KGMTI-ben olyan kiviteli tervek készülnek, melyek megvalósítása után az OKÜ SM acéltermelése évi 1,4 millió t-ra növekszik.

A fejlesztés keretében a lapos keverő helyére 110 t-ás KGYV SM-kemence épül, 800 t-ás hazai gyártású körkeverőt terveznek. Létesül egy 10 ezer Nm³/ó teljesítményű NDK szállítású oxigénfejlesztővel rendelkező oxigéngyár és a 9 db SM-kemencéhez Lurgi-SzIKTI szállítású elektrosztatikus gáztisztító. Az új oxigéngyár lehetővé tenné, hogy az acélgyártás intenzifikálására a jelenlegi kb. 11 Nm³/t oxigénfelhasználást kb. 40 Nm³/t értékre növeljék.

A nagyobb termeléshez bővülnek a kiszolgáló létesítmények is. Az úgynevezett Sárli-telepen az ócskavas és a hozaganyagok kezelésére daruzott tér létesül. Bővülnek a közlekedési, vízellátási és elektromos energiaszolgáltató, illetve elosztó létesítmények is.

Befejezés előtt áll a *rúd-dróthengermű* építése, amely szintén a KGMTI generáltervezésében készül. Ez a hengermű a nemrég üzembehelyezett öntőműi bugából — a legkorszerűbb gyártási módszerekkel — köracélt, betonacélt és drótot gyárt. A hengermű kapacitása 300—350 000 t/év, gyártási mérettartománya 5,5—40 mm Ø. A hazánkban először nyílik lehetőség 1000 kg-os tekercsek és a hengerlési hőmérsékletről szabályozottan hűtött (patentozott) hengerdrót előállítására.

A KGMTI részt vesz ezen felül az OKÜ hengereltárutermelő és feldolgozó rendszerének korszerűsítési tevékenységében is.

Borsod térsége

A távlati tervek előkészítéseként, arra az időszakra, amikor nemcsak az LKM, hanem az OKÜ SM-acélműve is leáll, koncepciós terv készül egy Borsod térségében megépülő metallurgiai bázis létesítésére. A megvalósítás két lépcsőben történne.

Az első lépcsőben egy 2000 m^3-es kohó, két 100 t-ás konverter, egy nyersvaskeverő, folyamatos öntőmű, oxigéngyár és a szükséges közlekedési, vízellátási, elektromos energiát szolgáltató, illetve elosztó létesítmények épülnének.

A másik lépcsőben az első lépcső termelését megduplázó létesítmények megvalósítását tervezik.

A mű a zsugorított ércet a BÉM-ből kapná. A tuskókat, folyamatosan öntött bugákat közúton szállítanák az OKÜ-be, ill. az LKM-ben. A tuskók szállítását természetesen termosz-kocsikban tervezik.

Kollár Sándor

Beszámoló külföldi konferenciáról

Kohászati konferencia Freibergben

A Freibergi Bányászati Akadémia számos más intézménnyel karöltve szept. 4—7-ig „A fémek gázmeghatározásának aktuális kérdései" című tudományos ülésszakot rendezett az NDK megalapításának 25-ik évfordulója, a Freibergi Fémipari Kutató Intézet 25 éves fennállása, valamint a Freibergi Bányászati Akadémia Vaskohászati Szakosztályának 100. éves alapítási évfordulója alkalmából Freibergben.

A tudományos ülésszaknak nagyszámú külföldi résztvevője volt. Ezek közül sokan előadást is tartottak. Az ünnepi megnyitó után a plenáris előadást *dr. Kunin* professzor (Szovjetunió) tartotta. Előadásának címe: „Fémek gázmeghatározási módszereinek elméleti alapjai". Ezenkívül négy szekcióra bontva 45 szerző 29 bejelentett előadása szerepelt a programban, amelyek megoszlása a következő volt: 9 keletnémet, 8 szovjet, 5 nyugatnémet, 4 lengyel, valamint 1 svájci, 1 francia és 1 magyar.

A magyar küldöttség tagjai az alábbiak voltak: *Dr. Vorsatz Bruno* és *dr. Szopory Béla* (NME Miskolc), *Répás Pál* (VASKÚT), *Kalmár Elemér* (Dunai Vasmű), *Csomós Lajosné* (OKÜ).

Az egyes szekciók témakörei az alábbiak voltak:

1. Elektrokémiai oxigén-meghatározás közvetlenül a fémolvadékokban.
2. Oxigén és nitrogén meghatározás fémekben aktivációs elemzéssel, gyors neutronok, ill. töltött részecskék segítségével.
3. A vákuum- és vivőgázas extrakciós eljárások berendezései és újonnan kifejlesztett eljárásai.
4. Normálpróbák előállítása és szabvány-eljárások kidolgozása fémek gáztartalmának a meghatározására.

Mint a szekcióülések témakörei is jelzik, a tudományos ülésszak uralkodó témái a korszerű oxigén, ill. nitrogénelemzés legújabb gyors meghatározási lehetőségei voltak. A használatos fémek és ötvözetek előállításánál a gyártás minden egyes fázisát befolyásolja az oldott oxigén, tehát a legújabb eljárások a gyártásközi ellenőrzést is lehetővé teszik. A kb. másfél évtizede kifejlesztés alatt levő elektrokémiai módszerek közvetlenül a fémolvadékokban, próbavétel nélkül, néhány sec. idő alatt jól reprodukálhatóan mérik az oxigénkoncentrációt ppm vagy ennél kisebb nagyságrendben is. Ma már kereskedelmi forgalomban vannak az e célra alkalmas ipari szondák különböző (LOXP, OXYTIP, FEA, CELOX, OXIPAC, TEMOTIP stb.) márkaneveken. Az előadók rámutattak a „zord körülmények" között végzett mérések hibalehetőségeire, azok kiküszöbölési módjaira is. Több előadás foglalkozott a ma már szintén kiművelés alatt álló folyamatos mérésekkel is. E témakörben 9 előadás hangzott el. Az előadásokból azonban még nem derült ki egyértelműen, hogy a szilárd elektrolitos elektrokémiai módszer gyakorlati alkalmazás szempontjából mennyire válik be.

A második témakörben elhangzott 4 előadás egyikét *dr. Vorsatz Bruno* tartotta „Neutronaktivációs oxigén és nitrogén meghatározás fémekben, különösen acélokban és alumíniumban" címmel.

Ugyancsak nagy érdeklődést váltott ki *dr. Kapica* professzor előadása, aki a Szovjetunióban az általa előállított „Mikroton"-nal nyert méréseit és eredményeit ismertette. E készülékkel < 1 ppm nagyságrendű oxigént határoztak meg rézben.

Az előadásokban ismertetett eredmények mutatják, hogy a neutronaktivációs elemzés a gyakorlatban is jól beválik acél- és alumíniumötvözetek oxigéntartalmának a meghatározására, a γ (gamma)-aktiválással működő Mikroton pedig nagy érzékenysége folytán nyújt előnyöket.

A harmadik témakörben 13 előadás foglalkozott behatóan a ma már közismert és széles körben használatos vákuum- és vivőgázas extrakciós gázmeghatározó eljárások berendezéseivel. A különféle anyagokban végzett mérések tapasztalatai alapján rámutattak a még jelentkező hibaforrásokra, azok kiküszöbölési módjára és az általuk alkalmazott módosításokra.

Végül a negyedik témakör 3 előadása nagyon helyesen mutatott rá a normálpróbák előállításának és szabvány eljárások kidolgozásának fontosságára.

Az egyes előadások után hozzászólások, élénk viták mind az aktuális témakörű konferencia sikerét bizonyítják. A maga nemében tartalmas és színvonalas konferenciát a Freibergi Bányászati Akadémia Lebedur-intézetében bonyolították le.

Dr. Szopory Béla

Legközelebbi szakosztályi nagyrendezvényeink:

1. Anyagvizsgáló Napok Siófokon június 3—6-án.

2. Hengerész Konferencia Egerben október I. felében.

Egyesületi hírek

A Hengerész Szakcsoport november 26—27-i ülése Diósgyőrben

A Hengerész Szakcsoport 1974. évi IV. negyedéves összejövetelét Diósgyőrben tartotta az LKM rendezésében. Az összejövetelen megjelentek a Szakcsoport állandó tagjai, továbbá az LKM hengerész szakemberei. *Dévényi György* elnököt, *dr. Remport Zoltán* helyettesítette. Az LKM nevében *Marosváry László* üdvözölte a megjelenteket és külön köszöntötte *Schön Gyula* arany diplomás kohómérnököt.

1. napirendi pont: A nemesacélhengermű technológiájának ismertetése

Schön Péter a középsor felépítését és technológiai folyamatát ismertette. A berendezést NDK-beli és csehszlovák cégek szállították, az üregezést és a teljes technológiát azonban helyi szakemberek alakították ki. A hengersor programjában elsősorban rúdacélok szerepelnek, ezenkívül bordásrugók, I-tartók és bányabiztosító ívek. A köracélokat kör-ovál, a négyzetacélokat négyzet-rauta üregezéssel hengerlik. A legnagyobb hengerelhető hossz 45 méter.

Kovács Ernő a folyamatos finomrúdsor működéséről számolt be. A hengersor 100—120 mm-es kiinduló szelvényből mintegy 200 féle kész szelvényt hengerel. A hengersor egy trió-sori előnyújtóból és 17 folyamatos készállványból áll, amely 3 szakaszra oszlik. A központi szabályozást automatika végzi, a beállítandó sebességeket számítógépes módszerrel határozták meg. Az előnyújtó szekrény-üregezéssel, a folytatólagos rész körovál rendszerrel működik. A végsebesség nagy határok között szabályozható.

2. napirendi pont: A nemesacélhengermű megtekintése

Az összejövetel résztvevői megtekintették a nemesacélhengerművet. A berendezések, valamint a már üzemben levő hengersorok elismerést váltottak ki, főleg a hengersor rendkívül gyors, kevés üzemzavarral járó beindulása és egyes korszerű automatizált berendezések működése. Sokat időztek a szakemberek a rúdacélokat kötegelő gép mellett.

3. napirendi pont: (November 27-én) A nemesacélhengermű hőtechnikai és gépészeti berendezéseinek ismertetése

A megbeszélésen résztvett *Zambó Pál* vezérigazgatóhelyettes az LKM műszaki igazgatója, aki felhívta a figyelmet a hengermű számos előnyére, az eddig elért sikerekre. Kiemelte a hengermű fiatal műszaki együttesének munkáját, és azt, hogy a fiatalok a technológia kidolgozásával szép sikereket értek el.

Csirikusz József az indulás tapasztalatairól adott számot. A régi hengermű munkáját már nagyrészt átvette az új nemesacélhengermű, profiltisztításra azonban kisebb-nagyobb mértékig szükség lesz. A régi hengersorokat már leállították, csupán a finomsor dolgozik még. Az új középsor már 1974-ben egymaga többet termel, mint amennyit a régi hengermű összes sorai együttesen termeltek.

Kárpáti István és *Pipoly Zoltán* a kemencék működéséről adtak áttekintést. A két bugaizzító kemence léptetőgerendás rendszerű és egyenként 50 t/óra teljesítményű. Üzemzavar esetén hátraléptetés is lehetséges. Az égők a földgázt jó hatásfokkal tüzelik el, s szükség esetén olajtüzelésre is rendkívül gyorsan átállítható.

Farkas László az indulás gépészeti vonatkozásairól számolt be. A berendezés igen korszerű, de zsírzást központi zsírellátó kamrából végzik. A beépített villamos teljesítmény mintegy 25 megawattot tesz ki. A fűrészek helyett sodorképződés miatt szívesebben használják a daraboló ollókat, 80 mm átmérőig. A hengersorokon igen jó tűréseket sikerült elérni és tartani.

4. napirendi pont: Szakmai megbeszélés

Először a szakcsoport munkaterve került megtárgyalásra. Aggteleken lesz az V. Hengerész Konferencia a jövő év októberében. A lemezhengerészek részére csehszlovák és lengyel üzemek megtekintésére egy tanulmányutat terveznek. A szakcsoport képviselteti magát a külföldi hengerész-rendezvényeken. A törekvés az, hogy a résztvevők előadást is tartsanak ezeken a konferenciákon.

Ezt követően a korábbi határozat alapján *Óvári Antal* a hazai hengerészet múltját összegyűjteni hivatott történészmunka egységes szempontjait tartalmazó programot ismertette. A javaslatot megvitatás után a szakcsoport jóváhagyta.

A tanácskozás végén *Zambó Pál*, az LKM műszaki igazgatója ismertette a Nemesacélmű beruházásának rövid történetét, az induló üzemben szerzett tapasztalatokat, valamint a hengermű felfutási terveit. Az ismertetést kötetlen szakmai konzultáció követte (RZ—OA)

Kovácsklubdélután januárban

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács Szakcsoportja jan. 28-án a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés, V., Október 6. utca 7. sz. alatti Pincetermében klubdélutánt tartott, amelyen „Szemelvények a magyarországi kovács céhek életéből" címen *Bors János* tagtársunk, Kossuth díjas tartott vetítettképes előadást. Ismertette a kovács-céhek szervezeti felépítését, működési szabályait, fegyelmezési, oktatási és szociális szokásait. Bemutatta Budán az Iskola u. sarkán évszázadokon keresztül állt vasfát, amelybe a fővárosba érkező céh-tanulók a nevük kezdőbetűjét tartalmazó szögeket beverték. Az építkezések miatt eltávolított vasfa a Kiscelli Múzeumban látható. Rendkívül érdekes előadást a hallgatóság nagy érdeklődéssel és figyelemmel hallgatta, majd *Kiszely Gyula* tagtársunk technika-történész kiegészítésképpen ismertette a mai Szlovákia területén fekvő Alsó- és Felső Mecenzéf céhekbe tömörült hámorosainak közösségi életét és néhány hazai kovács céh pecsétjét, céh-kancsót és mecenzéfi hámort mutatott be. Érdekes volt az egykorú térkép a Bódva-folyóról, parjain a vízi-hámorokkal.

A szórakoztató előadást és a kiegészítést baráti együttlét követte.

Latinák István

Kovácsklubdélután februárban

A Kovács-Szakcsoport febr. 4-én a Gépipari Technológiai Intézet XIII., Mauthner Sándor u. 156—158 szám alatti telepén bemutatóval összekötött klubdélutánt tartott. A szakmai vetítettképes előadást *Vollák Andor* tagtársunk, a GTI főosztályvezetőhelyettese, okl. kohómérnök tartotta a „Sorjamentes sajtolás nyitott kompenzátoros szerszámban" címen.

Mivel a térfogatpontos darabolást ipari méretekben még nem oldották meg, ezért a süllyesztékes kovácsolásnál a kiinduló darabok térfogat-ingadozása jelentős, átlagosan 5—16% között van. Ilyen térfogat, illetve súlyingadozás esetén is lehet sorjamentesen sajtolni, ha a sajtolószerszámon kompenzációs üregek vannak. Ennél a sorjamentes meleg sajtolásnál a kompenzátorokat az üregben úgy helyezik el, hogy azokba az anyagfolyás megindulása a sajtolás befejező szakaszában történjék. A kompenzációs üregbe a kovácsdarabok teljes kialakulása után csak a tényleges anyagtöbblet fut ki, különben anyaghiányos darabok készülnének. A munkadarabot készresajtolása után központi kilökő távolítja el az alakítóüregből és a kilökéssel azonos műveletben a kompenzátor-csatornákba kifolyt anyagtöbbletet levágja.

Az előadást egy 160 tonnás sajtón történő bemutató követte, a sajtolt darabokon a nagyszámú résztvevő az új sajtolási módszer célszerű előnyeiről meggyőződhetett.

Az egybegyűlt kovácsszakemberek megismerték a méretpontos darabolás GTI által szerkesztett és kivitelezett célgépét és technológiáját. Ezt a bemutatót

Vas Iván tagtársunk, okl. gépészmérnök, a GTI főosztályvezetője vezette. A szakemberek előtt a szálanyagból darabolt sárgaréz darabok pontosan síkban vágott, deformációmentes felületeket mutattak.

A bemutatók és előadások értékes szakmai tapasztalataival távoztak a résztvevők.

Latinák István

Szakosztályvezetőségi ülés febr. 11-én

Az elnök és elnökhelyettes akadályoztatása miatt a vezetőségi ülésen *Szücs Endre* látta el az elnöki tisztet.

Első napirendi pontként *dr. Tardy Pál* titkár a szakosztály 1975. évi munkaterv-javaslatát és a hozzátartozó költségvetést ismertette.

A munkaterv az év végén esedékes tisztújításig az elmúlt években kialakult és jól bevált egyesületi munkamódszeren nem kíván lényegesen változtatni. Az egyesületi munka súlypontját továbbra is a jól működő szakcsoportok és a helyi csoportok fogják képezni. Két nagyobb rendezvényt tervezünk: júniusban az Anyagvizsgáló Napokat és októberben Aggteleken a Hengerész Konferenciát. Kisebb tervezett rendezvények: Kovácsankét Salgótarjánban, Csőgyártási ankét Csepelen, Csővezetékanyag ankét Dunaújvárosban, Korrózióvédelmi ankét Diósgyőrben.

Két vezetőségi ülést a helyi csoportunknál fogunk tartani. A titkári értkezletekre és a szakosztály vezetőségi ülésekre havonta felváltva kerül sor.

A költségvetés az eddigi keretekben marad, jelentős bővítésre nincs lehetőség.

Stehlik László, *Surányiné* (Győr), *Latinák István*, *dr. Fuchs Erik*, *Csépe Ferenc* és *Lantos István* hozzászólásai után a vezetőség a munkatervet és a költségvetést elfogadta.

Második napirendi pontként *dr. Remport Zoltán*, a pályadíj bíráló bizottság vezetője ismertette az 1974. évi pályázatok díjazására vonatkozó javaslatot. Összesen 9 pályázat érkezett, ezek közül a bizottság két-két bíráló véleményezése alapján 4 pályázat díjazását javasolja. A döntések részletes megindokolására felolvasta minden egyes pályázatra vonatkozó bizottsági véleményt.

Ezt követően *Óvári Antal* főszerkesztő terjesztette elő lapunkban megjelent, kiemelkedő, a jutalmazásra javasolt cikkeket. A kiválasztást 17 felkért szerkesztő bizottsági tag és szakcsoport vezető véleménye alapján végezte a bíráló bizottság. Összesen 9 cikk jutalmazására tett javaslatot a bizottság.

A szakosztályvezetőség mindkét javaslatot egyhangúan jóváhagyta.

(A pályadíjat és cikkjutalmat nyertek nevét és adatait a lapban külön közöljük.)

Harmadik napirendi pontként *Óvári Antal* főszerkesztő a lapunk helyzetéről, a lapszerkesztés problémáiról tájékoztatta a vezetőséget.

Eszerint a cikkbeérkezés jelentősen megnőtt, és így lehetőség nyílik a legidőszerűbb témák kiválasztására. A várakozási idő rövidítése érdekében a cikkeket a szerkesztőség, ha lehetséges lerövidíti. Nemcsak a nagyrendezvényeken, hanem a szakcsoportok ülésein tartott előadások jó része is megüti azt a színvonalat, hogy ezeket a lapban leközöljük. Külföldről is több cikket kapunk. Ismertette a megjelent cikkekre vonatkozó adatokat szakterületek és a szerzők munkahelye szerint. Nyersvasgyártási, acélgyártási cikkek számához képest viszonylag kevés a hengerlési és a gazdasági cikk. A szerkesztőség szeretné az egy-egy szakterületet áttekintő cikkek számát növelni. Az üzemi szerzők által írt cikkek számát már sikerült növelni. A legtöbb üzemi cikket Ózdról kaptuk. Örvendetes, hogy kb. 20 új szerző jelentkezik évenként. A híranyag is bővült, a központi rendezvényekről tanulmányutakról, konferenciákról rendszeresen beszámol a lap, de az üzemi eseményekről, a helyi csoportok munkájáról még mindig kevés híranyagot kapunk.

A legfájdalmasabb probléma a nyomda rendszeres késése. Sajnos, ígérgetések ellenére ezen évek óta nem sikerült segíteni.

A szakosztályt 2 szerkesztőségi és 12 szerkesztőbizottsági tag képviseli a lapnál. Az új ciklusban ebbe a munkába néhány fiatalabb tagtárs bevonását tervezzük, főleg a szakcsoportok képviseletét szeretnénk növelni.

A beszámolóhoz *Latinák István*, *dr. Tardy Pál*, *Kondoray Egon*, *Lantos István*, *Varró Kálmán*, *Selmeczi Béla*, *Szalay Géza* és *Gruber Imre* szóltak hozzá. Véleményük szerint a lap színvonala örvendetesen nőtt, a nyomdaprobléma megoldására vidéki kapcsolatok keresését javasolták, a külföldi gazdasági hírek helyébe az üzemi híranyag növelését helyeselték és támogatást is ígértek ez ügyben. Javasolták, indítson vitát az acéltakarékosságról a gépipari lapokban a szerkesztőség, foglalkozzon a lap a magyar kohászati szabadalmakkal is és ismertesse a KGMTI jelentősebb munkáit.

A javaslatok megtárgyalása után *Szücs Endre* összegezte a vitát, megállapította, hogy a lap színvonala kielégítő, színesebbé vált, sok új szerzőt szólaltat meg, a cikkek zöme aktuális témákról szól és ezért a szerkesztőség és a szerkesztő bizottság tagjait elismerés illeti.

Végül *Clement Andor* beszámolt belgiumi és NSZK-beli útja során szerzett egyesületi vonatkozású tapasztalatairól, javasolta, hogy a jövőben hívjuk meg a belga szakembereket is rendezvényeinkre.

41 új tag felvételével fejeződött be az ülés. (Ó. A.)

•

Elnökségi ülés február 21-én

Az ülést *dr. Dobos György* elnök vezette.

Első napirendi pont az Egyesület 1974. évi pénzgazdálkodásának értékelése, valamint az 1975. évi költségvetés megtárgyalása volt. A költségvetéssel kapcsolatban az elnökség tagjai előzően részletes írásos beszámolót és értékelést is kézhez kaptak. Ehhez *Szabó Csaba* egyesületi titkár fűzött szóbeli kiegészítéseket.

Mindezekből kitűnik, hogy az Egyesület az elmúlt év során az ésszerű takarékosságot szemelőtt tartva végezte munkáját. A pénzgazdálkodás ellenőrzésére az év folyamán többször helyzetjelentés készült. A kb. 2,3 millió Ft-ot kitevő bevételek zömét (64%-át) továbbra is a jogi tagdíjak képezték, kisebbik részét pedig az egyéni tagdíjak adták. A kiadások megoszlása: központi igazgatási költségek 41%, szaklapok költségei 32% és a szakosztályok költségkeretei 27%.

A MTESZ részére juttatott egyesületi hozzájárulás 270 000 Ft-ot tett ki. Az Egyesületi költségvetést a jövő évre biztonságossá teszi 246 000 Ft-ot kitevő 1974. évvégi maradvány.

A szakosztályok által szervezett nagyrendezvények mindegyike jelentős bevételi többlettel zárult, gazdaságilag is sikeresek voltak a külföldi előadók által tartott előadások, az Öntödei Szakosztály tanfolyamai, valamint a Bányászati Szakosztály munkabizottságai. Ennek ellenére az egyesületi rendezvények összbevétele 1974-ben jóval kisebb volt, mint az előző években, ami a kormányzat részéről bevezetett takarékossági intézkedések (főleg konferencia résztvételi díjak vállalati fedezése) következményének tekinthető. Néhány nagyrendezvényt emiatt törölni kellett az évi programból.

A tervezett kereteket leginkább a külföldi utaztatási tervnél léptük túl, mert a jogi tagvállalatok részére több tervenfelüli utat szerveztünk, miután a vállalatok nem rendelkeznek azzal a joggal, hogy szocialista országokba a kiutazók egyéni devizakeretére utaztassanak. Ez a MTESZ egyesületek kizárólagos joga.

Az 1975. évi költségvetés teljesen azonos elvek szerint épült fel. Egyetlen jelentős eltérés mutatkozik a kiadások tekintetében: az 1975. év során esedékes tisztnyitó közgyűlés.

Az 1974. évi pénzügyi elszámoláshoz, ill. az 1975. évi költségvetéshez *Várhegyi Rezső*, *dr. Tardy Pál*, *Dr. Trethon Ferenc*, *Óvári Antal* és *Dr. Gagyi-Pálffy András* szóltak hozzá. A feltett kérdésekre *Szabó Csaba* egyesületi titkár adott kimerítő választ.

Ezt követően az elnökség az 1974. évi egyesületi elszámolást és az 1975. évi költségvetést egyhangúlag el-

fogadta azzal, hogy a Számvizsgáló Bizottság a közgyűlésig értékelje ki az utolsó 3—4 év pénzgazdálkodását.

Második napirendi pontként *Moharos Jenő* főtitkár az 1975. évi egyesületi munkatervet ismertette és előterjesztette a tervezett elnökségi ülések tématervét. Eszerint a korábbi célkitűzések változatlan fenntartásával főleg a helyi csoportokkal kíván foglalkozni az egyesület vezetősége, továbbá figyelemmel az új alapszabályra, gondosan előkészíti a tisztújító közgyűlést.

Ehhez a napirendi ponthoz *Binder Béla, dr. Trethon Ferenc, dr. Gagyi-Pálffy András* és *Szabó László* szóltak hozzá, majd az elnökség az 1975. évi munkatervet elfogadta. *Dr. Dobos György* elnök főleg az új alapszabályokra és az ifjúság fokozott bevonásának fontosságára hívta fel a figyelmet.

Egyéb témák közt *Óvári Antal* az egyesületi központban hónapok óta tartó és az egyesületi munkát hátráltató átépítési, ill. renoválási munkák befejezési időpontjáról érdeklődött. *Szabó Csaba* titkár válasza szerint az építési munkák egy hónapon belül befejeződnek, de egy későbbi időpontban a fűtési berendezéseket még majd kicserélik. (OA)

*

Szakosztályvezetőségi ülés március 21-én

Ezt a vezetőségi értekezletet a KGYV Központjában tartotta a szakosztály vezetősége. Az ülést *Nagy Zoltán* elnökhelyettes vezette és részt vett rajta *Farkas Sándor*, a KGYV helyi csoport elnöke is.

Első napirendi pontként *Lantos István* felolvasta a KGYV helyi csoportnak az utolsó 3 évben végzett egyesületi munkájáról készített beszámolót. Ebből kitűnt, hogy a ma már 130 fős létszámú csoport egyre rendszeresebb eredményes egyesületi munkát végez. Minden évben tartottak klubdélutánok keretében szakmai előadásokat, hazai üzemlátogatásokat és több külföldi tanulmányutat is szerveztek Jugoszláviába és Csehszlovákiába. Segítették a vállalat gazdasági munkáját, az előadások témái is ehhez igazodtak. Megalakultak a Tűzállóanyag, a Kemenceégő, az Acélgyártó és a Porártalmak csökkentésével foglalkozó munkabizottságok. Pályázatokat is hirdettek. Külföldi előadókat is felkértek aktuális témájú előadások tartására.

A beszámolóhoz *Szij Zoltán, dr. Tardy Pál, Gruber Imre, Selmeci Béla, Latinák István* és *Óvári Antal* szólt hozzá, majd *Nagy Zoltán* elnökhelyettes köszönte meg a csoport igen eredményesnek minősíthető munkáját. Kiemelte, hogy Budapesten a szakosztály legfontosabb bázisává nőtt a KGYV-csoport és a jó egyesületi munkának legfőbb okát abban lehet megtalálni, hogy a vállalat vezetői messzemenő támogatást nyújtanak az egyesületi munkához és ezen túlmenően aktívan is részt vesznek az egyesületi munkában.

Második napirendi pontként *Répás Pál* tájékoztatta a vezetőséget a VIII. Kohászati Anyagvizsgáló Napok szervezésének helyzetéről. A szokásos programmal Balatonszéplakon kerül megrendezésre a konferencia. A belföldi, főleg a külföldi szakemberek részéről igen nagy érdeklődés nyilvánul meg, úgyhogy a jelentkezettek elhelyezése és megfelelő előadótermek biztosítása gondot okoz. Igen sok előadást jelentettek be. Az előadásokat a kialakult szokásnak megfelelően 10—15 percre korlátozták, a tartalmi kivonatokat minden résztvevő kézhez kapja.

Nagy Zoltán elnökhelyettes ezután bejelentette, hogy az októberre tervezett Hengerész Konferencia valószínűleg nem Aggteleken, hanem Egerben kerül megrendezésre.

Végül az elnökhelyettes röviden tájékoztatta a vezetőséget a legutóbbi elnökségi ülésről és javasolta egy szűkebb körű bizottság megválasztását a küszöbön álló tisztújítási javaslatok kidolgozására. A vezetőség a javaslatot egyhangúan elfogadta és *Horváth Gyulát* választotta meg a jelölő bizottságba, aki feladatul kapta, hogy a következő gyűlésre részletes javaslatot állítson össze. (OA)

Szakosztályvezetőségi ülés április 22-én

Az ülést már az átépített egyesületi tanácsteremben tartotta meg a szakosztály vezetősége *dr. Nagy Zoltán* elnökhelyettes vezetésével.

Első napirendi pontként az előző ülésen történt megállapodás szerint lefolytatott szűkebb körű megbeszélések alapján az elnökhelyettes, a tisztújító közgyűlés munkájának előkészítését végző Jelölő Bizottság tagjaira terjesztett elő javaslatot. A javaslatot a vezetőség egyhangúlag elfogadta. Eszerint a Jelölő Bizottság vezetője: *Horváth Gyula*, tagjai: *Clement Gyula, Grega Oszkár* (Ózd), *Schmidt György, Stehlik László* (Diósgyőr), *Gruber Imre* (Cs), *Szalay Géza* (DV).

A Jelölő Bizottság már az új alapszabályoknak megfelelően végzi munkáját, tehát elsősorban azt kell figyelembe vennie, hogy a Választmány megszűnik és tisztségviselőként két ciklusnál hosszabb időre a tagok nem jelölhetők. Ez a szabály becslés szerint azt jelenti, hogy az eddigi választott tisztségviselőknek legalább az egyharmada nem választható újra. Az új szabály a helyicsoportok és szakcsoportok tisztségviselőire is vonatkozik.

Második napirendi pontként *Schmidt György* számolt be a szakosztály ifjúsági tevékenységéről. A fiatalokkal való behatóbb foglalkozás 1973-ban kezdődött meg. Minden csoport és szakcsoport választott egy ifjúsági felelőst. A fiatalok a rendezvényeken a korábbinál aktívabban vesznek részt, több pályázatot és szakcikket is beküldtek. A miskolci egyetemmel és a dunaújvárosi főiskolával nagyon jó kapcsolat alakult ki. A fiatalok főleg a Vaskútban, a KGYV és az ózdi csoportban végeznek kiemelkedő egyesületi munkát. Egy nagyobb rendezvényt is szerveztek a kohász fiatalok, a szilvásváradi Számítástechnikai Konferenciát. Az Egyesület minden évben megbeszélésre hívja össze a budapesti tanulmányúton levő miskolci V. éves hallgatókat. Ez az első kapcsolata az életbe kilépő végzős hallgatóknak az Egyesülettel.

Ezt követően *dr. Károly Gyula* a Miskolcon, a Nehézipari Műszaki Egyetemen folyó egyesületi csoport munkáját ismertette. A közös bányász-kohász csoport csak a közelmúltban kezdte meg az eddig szakmánként külön-külön végzett egyesületi munkát. A hallgatók nagy leterheltsége miatt csak kevés rendezvényt szerveznek. Fő feladatnak a hagyományok ápolását és a diákszokások felelevenítését tekintik. A diáknóták megismertetését, a szalagavató szakestélyeket már minden évben megszervezik. Érdeklődést váltottak ki a külső előadók, *dr. Horváth János, dr. Sziklavári János, dr. Tardy Pál* által tartott előadások is, amelyek a kohászatot és a hazai üzemeket ismertették meg a fiatalokkal. A Tudományos Diákköri munkák színvonala is emelkedőben van.

A beszámolókhoz *Sztehlik László, Latinák István, Óvári Antal, Selmeci Béla* és *Szőke László* szólt hozzá.

Ezt követően az elnökhelyettes megköszönte a két, egymást kiegészítő beszámolót és kérte, hogy a csoportok vezetői sokrétűen foglalkozzanak a fiatalokkal és vonják be őket minél nagyobb számban az aktív egyesületi munkába.

Ezt követően *Lántzky József* a szakosztály által tervezett külföldi utakról adott tájékoztatást. Ismertette az újabban felmerült nemzetközi rendezvényeket. Bejelentette, hogy az ózdi csoport Jugoszláviába tervez egy tanulmányutat.

Dr. Nagy Zoltán ezután bejelentette, hogy a KGM Műszaki Főosztálya a következő ötéves tervre vonatkozó javaslatokat vár az Egyesülettől. A javaslatok kimunkálásához kérte a szakcsoportok vezetőségeinek segítségét.

Várszegi Zoltán és *Éles László*, a Nyersvasgyártó és Acélgyártó szakcsoport vezetői ezzel kapcsolatban javasolták, hogy a következő rendezvényeken megtárgyalják és ezt követően összefoglalják a szakterület javaslatait. A Hengerész szakcsoport az őszi konferenciát használja fel erre a célra. *Stehlik László* javasolta a termelő üzemek vezetőinek messzemenő bevonását a javaslatok kimunkálásába.

Végül *Szécsi Márton* olvasta fel a tagfelvételre jelentkező 33 új kolléga nevét. A jelentkezők felvételét a vezetőség jóváhagyta. (OA)

1975. évi nívódíj pályázati felhívás

Az OMBKE Vaskohászati Szakosztály vezetősége 1974. december 17-i ülésén úgy döntött, hogy a múlt évekhez hasonlóan 1975-ben is jutalmazza a fiatal, de már gyakorlati tapasztalattal bíró tagtársak önálló, szakmába vágó értekezésekben kifejtett — az átlagosnál lényegesen többet nyújtó munkásságát —, nívódíjak odaítélésével.

A nívódíjra pályázni lehet bármilyen, 1974-ben vagy 1975-ben megjelent, vagy kéziratban összeállított és viszonylag kevés szerkesztői munkával közölhető vaskohászati tárgyú szakmába vágó értekezéssel a vaskohászat időszerű tudományos, műszaki, gazdasági, történelmi, szociológiai stb. témáival, ha az — legalább részben — önálló kutatás, elemzés, vizsgálódás eredménye.

A terjedelem a szokásos 25—30 gépelt oldalnyi kéziratterjedelmet lehetőleg ne lépje túl. Olyan pályázatok újból nem nyújthatók, be amelyek valamilyen egyesületi pályázatra már be lettek küldve.

Nívódíjban csak azoknak az 1975. év végéig legalább 2 éves egyesületi tagsággal rendelkező szakosztályi tagtársaknak munkái részesíthetők, akik 1975. évben 40. életévüket még nem töltötték be.

A nívódíjakra az Egyesület az eddigi pályázatokra kiírt összeget fordítja, a nívódíjak legkisebb összege 3000,— Ft, legnagyobb össze 5000,— Ft.

A pályázóknak csak egy tanulmánya kerülhet díjazásra.

A nívódíjak odaítélésénél az Egyesület bizottságot alakít, mely az alábbi fő szempontok szerint értékel:

— Az értekezés a maga által kitűzött témát feldolgozza-e?

— Lényegesen többet nyújt-e az átlagos tanulmánynál?

— Az értekezés mennyiben önálló kutatás, elemzés, vizsgálódás eredménye?

— A tanulmány mennyiben dolgoz fel időszerű problémákat?

— A tanulmány tárgyának kifejtésében világos, szabatos-e, megállapításait mennyire igazolja, támasztja alá?

— Stílusában megüti-e a publikált értekezések átlagos színvonalát?

Nívódíjra oly módon lehet pályázni, hogy a pályázó vagy a csoportosan pályázók a feltételek ismeretében és azokat betartva 1975. év december 31-ig

— értekezésüket két példányban beküldik az egyesületbe,

— amennyiben már valamely bel- vagy külföldi szaklapban értekezésük megjelent, közlik annak számát és azt a szándékukat, hogy értekezésüket a nívódíj elnyerésére is szánják (külföldi folyóiratban megjelent művek teljes magyar nyelvű szövegét mellékelni kell),

— nyilatkozatukat, hogy a nívódíj odaítélésének feltételeit betartották.

Nívódíjban nem részesíthetők azok a tanulmányok, amelyek

a) 1974. i. l. előtt jelentek meg,

b) újításokat, tanulmányokat tartalmaznak és már be vannak jelentve,

c) más határozott célból készültek, pl. diplomatervek, doktori értekezések,

d) valamely szerv (vállalat, intézet stb.) megbízásából közvetlen munkaköri feladatként készlütek és szakértői, vagy egyéb díjazásban — kivéve nyomtatásban megjelent publikációkért járó szerzői tiszteletdíjat — részesültek.

A Vaskohászati Szakosztály Vezetősége

*

A nívódíj pályázattól függetlenül a lapunk 1975. évi évfolyamában megjelenő, fiatalabb tagtársak által írt cikkek közül a legidőszerűbb témákat kiemelkedően jól feldolgozó cikkek, és a kiemelkedő tudományos diákköri munkák szerzőit is 1000—1000,— Ft-os jutalomban részesíti az év végén a Szakosztály vezetősége. Erre a jutalomra a Szerkesztő Bizottság tesz javaslatot. (Szerk.)

Beszámoló konferenciáról

Könnyűszerkezetes Építési Konferencia Dunaújvárosban

A Dunaújvárosi Műszaki Napok keretében nov. 26—28-án tartott konferencia, amelyet az OMBKE helyi csoportja és az ÉTE rendezett, számos elméleti, gyakorlati és szervezési kérdésre adott választ. Feltárta, hogy a kormányprogram végrehajtásában a mai napig milyen eredményt sikerült elérni, s megjelölte a további feladatokat. Rávilágított arra, hogy az egyes vállalatok, tervező intézetek és koordináló szervek milyen sok energiát fektetnek ebbe a munkába, hogy feltárják mindazon lehetőségeket, amelyek az ország adottságaiban és a különböző vállalatok együttműködésében rejlenek. Új technológiákat, építési rendszereket próbáltak ki, különböző rendeltetésű épület típusokat fejlesztettek ki a népgazdaság minden ágazatára, keresve a legjobb és leghatékonyabb módszereket, azokat az eljárásokat, amelyek a kormányprogram legmagasabb szintű megvalósításához vezetnek.

A résztvevő szakemberek nem hallgatták el a hibákat sem. Ezek őszinte hangja arról tanúskodik, hogy az egyik vállalat, vagy intézmény megóvja a másikat azoktól a tévelygésektől, amelyért már ők drága árat fizettek. Az ilyen tapasztalatok kicserélése mindenkor a haladást szolgálja.

A konferencia eredménye a határozati javaslatokban tükröződik.

1. A résztvevők egyértelmű állásfoglalása, hogy a konferencia a könnyűszerkezetes építés időszerű és fontos kérdéseivel foglalkozott.
   Hasonló jellegű tanácskozások, munkaértekezletek szervezése legalább évenként mindaddig indokolt, amíg a könnyűszerkezetes kormányprogram megvalósul.
2. A MTESZ Dunaújvárosi Intézőbizottsága az előadások és vita, valamint a határozati javaslat teljes anyagát kiadja és eljuttatja a szakminisztériumokhoz, a Könnyűszerkezetes Program Irodához és a Konferencián résztvett intézményekhez és vállalatokhoz.
3. A könnyűszerkezetes építés speciális szakmai követelményei a szakemberképzés megoldását igénylik szakmunkás, művezető-technikus és üzemmérnöki szinten egyaránt.
4. A rendszerkomponensek gyártása napjainkig különböző szintet ért el. Központi irányítással indokolt azon elemek katalógusszerű összefoglalását elkészíteni, melyek várhatóan a kormányprogram végrehajtása során széles körű felhasználásra számíthatnak. Ezek a katalógusok folyamatosan bővítendők.
5. A könnyűszerkezetes kooperáció a vállalkozási szervezetek bonyolult formáit igényli. Ezek működési kereteire, műszaki-gazdasági tartalmára vonatkozóan központi szabályozás szükséges.

Farkas Péter

Szabványosítási hírek

Új szabványok

ACÉL

MSZ 3156/1—74 *(MSZ 3156—62 helyett)*
Kőolaj- és gázipari acélcsövek és csőidomok. Varratnélküli bélés-, termelő- és fúrócsövek anyagminőségei és általános műszaki előírásai
MSZ 3156/2—74 *Kőolaj és gázipari acélcsövek és csőidomok. Varratnélküli vezetékcsövek anyagminőségei és általános műszaki előírásai*

A szabványok különféle olajbányászati és gázipari acélcsövek és karmantyúk anyagminőségeit, mérettűréseit, alaki előírásait, továbbá a tágíthatósággal, a tömörséggel, a menetekkel, valamint a szállítással, jelöléssel és a korrózió elleni védelemmel kapcsolatos követelményeket tárgyalják.

Az anyagminőségi választék nem tartalmazza az eddigi A 84.56 és A 88.56 jelű acélokat.

MSZ 4368—74 (MSZ 4368—68 helyett)
Korrózió- és hőálló acéllemez

Az anyagminőségi választék szűkült a szabvány előző kiadásához képest. Elmaradt a KO 3, KO 16, KO 21, KO 22, KO 31, H 1, H 2, H 3, H 4, H 11, H 12 és H 13 jelű acélból készült lemez, felvételre került viszont a KO 6 és a H 16 minőségű lemez.

A szállítási állapot valamennyi minőségnél lágyított. A mechanikai előírások a vonatkozó ISO és KGST szabványajánlással azonosak. A hidegen hengerelt lemezek négy, a melegen hengereltek három felületi minőségi kivitel szerint szállíthatók.

MSZ 6259—74 *Időjárásálló szerkezeti acél*

A szabvány rézzel, krómmal, nikkellel és esetenként foszforral gyengén ötvözött, hegesztésre is alkalmas szerkezeti acélokra vonatkozik. Az acélok festés és egyéb felületvédelem nélkül is növelt légköri korrózióállóságot mutatnak az ötvözetlen szerkezeti acélokhoz képest.

A szabvány öt acélminőséget tartalmaz LK 37 C, LK 45 C, LK 45 D, LK 52 C és LK 52 D jellel. Az anyagminőségi jelben az „LK" a légköri korrózióállóságra utal, a jel többi részének értelmezése az MSZ 6280 szerinti. A mechanikai követelmények gyakorlatilag azonosak az MSZ 6280 vonatkozó acéljaiéval, a karbontartalom azonban kisebb. A szabvány függeléke tájékoztat a szabvány szerinti acélok alkalmazhatóságáról.

MSZ 6447—74 *Hegesztőhuzal acélok fedettívű hegesztéséhez*

A szabvány szerinti kis karbontartalmú hegesztőhuzal ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok hegesztésére szolgál. Az anyagminőségi választék 10 minőséget ölel fel, amelyből kettő szilíciummal, kettő molibdénnel, egy nikkellel ötvözött. A karbontartalom általában max. 0,10 és 0,12%, de egy minőségnél max. 0,05%.

Huzalátmérők: 2; 2,5; 3; 4; 5 és 6 mm. A szabvány részletezi a felületi, a csomagolási és a megjelelölési előírásokat is.

KOVÁCSOLÁS

MSZ 17714—74 (MSZ 17714—63 helyett)
Fémek és ötvözetek kovácsolásának fogalommeghatározásai

A szabvány a kovácsolással kapcsolatban leggyakrabban használt (összesen 154) szakkifejezéseket értelmezi és magyarázza. Hatálya valamennyi fémre vonatkozik (az 1963. évi kiadás csak acélra volt érvényes).

ANYAGVIZSGÁLAT

MSZ 2636—74 (MSZ 2636—68 helyett)
Acélok dekarbonizálódott rétegvastagságának meghatározása

Az új szabvány az 1968. évi kiadásban is tárgyalt metallográfiai módszeren kívül kiterjed a keménységmérésen és a karbontartalom csökkenésen alapuló olcsóbb és gyorsabb vizsgálati lehetőségekkel. Az új módszerek előnye még, hogy metallográfiai laboratóriummal nem rendelkező üzemekben is alkalmazhatók.

A *metallográfiai módszer* lényegében nem változott, de az új szabványban jobban részletezett a próbavétel és főleg a vizsgálat értékelése.

A *keménységmérési módszer* azon alapszik, hogy a mag és a dekarbonizálódott réteg keménysége eltérő, a rétegmélységet az a zóna adja, amelynél a keménység növekedése megszűnik.

A *karbontartalom meghatározási módszer*rel a felületi réteg C-tartalmát vizsgálják, a rétegmélységet az a zóna adja, amelynél a C-tartalom eléri a magból vett minta C-tartalmát.

Új szabványtervezetek

ACÉL

MSZ 4369 T (MSZ 4369—66 helyett)
Hidegen húzott rúdacél általános rendeltetésű szerkezeti acélból

A tervezet az MSZ 500 szerinti acélokból húzott rudak mechanikai és általános műszaki előírásait tárgyalja. A tervezetből kimaradtak a betétben edzhető és a nemesíthető húzott acélokra vonatkozó előírások, amelyeket az MSZ 31—74, ill. az MSZ 61—74 tartalmaz.

Szállítási állapot szerint a tervezet megkülönböztet:

— húzás után hőkezeletlen,
— húzott, majd feketén lágyított,
— húzott, majd revementesen lágyított és
— húzott, majd normalizált
kivitelt.

A mechanikai tulajdonságokból a szakítószilárdság és a nyúlás minősítő tényező, a folyáshatár csak tájékoztató.

MSZ 11784 T (MSZ 17784—67, MSZ 17785—62 és MSZ 17786—62 helyett)
Acélhuzal hidegalakító csavargyártáshoz. Méretek

A szabványtervezet a hidegzömítéssel gyártott csavarok, lemezcsavarok, facsavarok, csavaralátétek és szegecsek acélhuzal alapanyagának méretválasztékát tárgyalja.

A méretválaszték 52 méretet tartalmaz 1,00 és 19,61 mm átmérőhatárok között. A mérettűrés h9 és h11.

MSZ 21052 T (MSZ 21052—55 helyett).
Rézbevonatos acélhuzal. Általános műszaki előírások

A tervezet az MSZ 210 és az MSZ 4377 szerinti kemény és félkemény állapotú, rézzel vegyi úton (cementálással) bevont acélhuzalokra vonatkozik. Tárgyalja a felülettel és a bevonattal szembeni követelményeket, a csomagolás és a raktározás módját, valamint a vizsgálati előírásokat.

KOVÁCSOLÁS

MSZ 5745 T (MSZ 5745—63 helyett).
Acél süllyesztékes kovácsolása. Hozzáadások, tűrések

A tervezett tűrések és hozzáadások a DIN 7526 (1969) előírásaival azonosak, de a szabvány 1963. évi kiadása szerinti vonatkozási alapok lényegében megmaradtak. A mérettűrések értékei az IT 13—IT 18 tűrésfokozatoknak felelnek meg. Az értéklépcsők aránya vízszintes és függőleges irányban 1,25. Az alakhoz nem kötött méretek tűrései az alakhoz kötött méretek tűréseinek kétszeresei. A szabvány 1963. évi kiadásában az arány ennél nagyobb, de méretpontossági vizsgálatok azt mutatták, hogy a kétszeres arány tartható. A DIN 7526-ban csak finom és normál pontossági fokozat van, a tervezetben viszont megmaradt a durva pontossági fokozat is, azokra a kovácsdarabokra, amelyekkel szemben nem támasztanak különösebb méretpontossági igényeket.

K. E.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezetők: GARAY LÁSZLÓ, KOLOSY ERNŐ

Zónaképződés ötvözetekben

Dr. KÁLDOR MIHÁLY egy. tanár — dr. BÁRCZY PÁL egy. adjunktus
NME Fémtani Tanszék

DK: 669.14.096.548.55

A szerzők általános termodinamikai elvekből kiindulva bemutatják az ötvözetek szilárd oldatában a zónaképződés feltételeit, a különböző tényezők hatását. Tárgyalják a spinodalis bomlást és behatóan kitérnek a zónaképződés kinetikájára és jelentőségére.

Alumínium, réz és egyéb ötvözeteket gyártó szakemberek gyakran — elsősorban nemesítéskor — találkoznak azzal a problémával, hogy a szilárdsági tulajdonságok fázisváltozás nélkül változnak. A szemlélet ilyenkor a termodinamikát — az egyensúlyi diagramokat — alkalmatlannak tartja a változások megjóslására. Közleményünk célja, hogy termodinamikai megfontolások segítségével leírja a legjelentősebb ilyen változás — a zónaképződés — törvényeit.

Régóta ismert a termodinamikában, hogy ha G, egy rendszer szabadentalpiája egy p paramétertől függ, akkor

$$\frac{\partial^2 G}{\partial p^2}=0$$

esetben e rendszer instabil állapotban van.

Ez azt jelenti, hogy bármely differenciális p változás stabilabb állapotot idéz elő, vagy más szóval, hogy az ilyen változásnak energetikai gátja (aktiválási energiája) nincs. A változás sebességét a mozgékonysági adatok határozzák meg. Az instabil állapot intervallum határát, a

$$\frac{\partial^2 G}{\partial p^2}=0$$

feltételből adódó p_s értéket spinodalis határnak nevezzük [1].

Valamely kétváltozós állapotábrán a spinodalis határt egy vonal jelzi. A vonal által határolt terület a spinodalis alatti terület. Az olyan rendszerben, amely ebbe a területbe jutott, spinodalis bomlás fog lejátszódni.

Spinodalis bomlás ötvözetekben

Ötvözetekben 1932—38 között ismerték fel először csíraképződés és aktiválási energia nélküli folyamatokat [2, 3, 4]. A folyamatot zónaképződésnek, a kialakuló formációkat zónáknak nevezték el. Megállapították, hogy folyamatos koncentrációváltozásokról, önálló rács nélküli ötvözőfém dúsulásokról van ilyenkor szó, éles fázishatár nélkül.

Csak sokkal később vált világossá, hogy ezek a folyamatok a spinodalis területbe jutás következtében jönnek létre. Korrekt fém állapotegyenlet hiányában a spinodalis határ még ma sem számítható. A leghasználhatóbb a közvetlen szomszédok kölcsönhatásán alapuló úgynevezett *Ising-modell* [5].

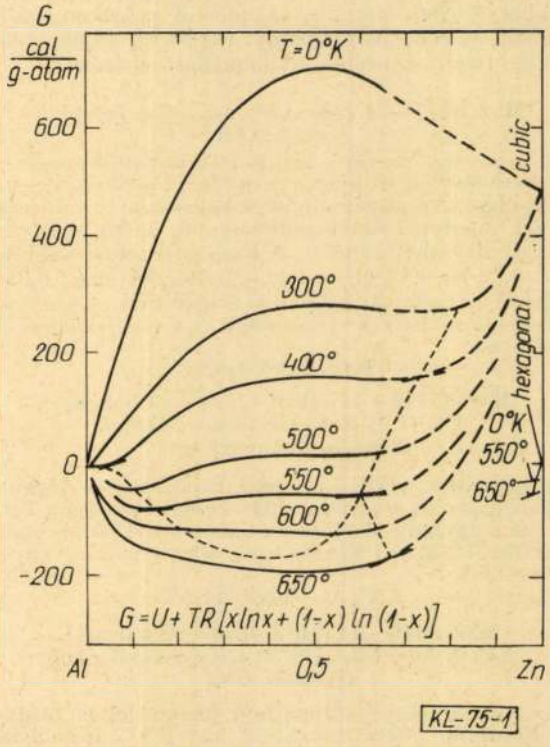
A modellből előállítható a kémiai spinodalis bomlás feltétele is zárt alakban [6]:

$$\frac{\partial^2 G_k}{\partial x^2}=-2zE_S+\frac{kNT}{x(1-x)}0\,, \qquad (1)$$

ahol x koncentráció
z koordinációs szám
$E_S=E_{AB}-(E_{AA}+E_{BB})^2$
k *Boltzmann*-konstans
N *Avogadro*-szám
T hőmérséklet

Miután a jobb oldal összes mennyisége pozitív, binér ötvözetrendszerben a spinodalis bomlás túltelítéskor vagy túlhűléskor játszódhat le. A szolvusz vonal alatti intervallumot tehát tovább kell osztani a spinodalis feletti s alatti területre.

A termodinamikai paraméterek mérése alapján *Al-Zn* rendszerben meg lehetett határozni a $G=f(T;x)$ görbéket, s az inflexiós pontokból a spinodalis határt is *(1. ábra)* [7]. Az ilyen mérés azon-



1. ábra. Al-Zn rendszer $G=f(T;x)$ függvénye

ban igen hosszadalmas és pontatlan. A spinodalis határt ma elsősorban villamos ellenállás és kisszögű röntgenszórás mérésekkel határozzák meg.

A mérésekből az tűnik ki, hogy a csupán atomközi kötőerőket figyelembe vevő modellekből adódó úgynevezett kémiai spinodalis határhoz képest az ötvözetek spinodalis határa kisebb hőmérsékleten, vagy nagyobb túltelítésnél van. Ennek oka a kialakuló teljesen koherens zónák esetenként igen jelentős rugalmas feszültségtere.

Kisebb rugalmas feszültségek vannak az *Al-Zn*, [8] és jóval nagyobbak például az *Au-Ni* rendszerben [9] *(2. és 3. ábra)*. A koherens állapotra tehát külön vonalak utalnak a fázisdiagramban. Míg a szolvusz vonal alatti kiválás történhet inkoherensen és koherensen is, addig a zónaképződés csak koherens lehet.

Fentiekből az alábbi következtetések adódnak:

a) A spinodalis határ a rugalmas feszültségektől függ; a zónák keletkezését, illetve eltűnését külső rugalmas feszültséggel is elő lehet idézni.

b) A meglevő zónák a spinodalis hőmérséklet felett jóval a szolvusz vonal alatt eltüntethetők.

c) A spinodalis határ a szabadentalpiát befolyásoló más tényezőkre (pl. vakanciaszám) is igen érzékeny.

d) A „spinodalis bomlás" tehát általános termodinamikai fogalom. Ötvözetek spinodalis bomlását zónaképződésnek nevezzük.

A szabadentalpia második deriváltja

Az előzőekben láttuk, hogy az *Ising-modell* csak az ötvözetet alkotó kétfajta atom kölcsönhatásaival számol. A valóságos helyzet leírásához feltétlenül figyelembe kell venni további hatásokat is.

A modell javítását Cahn [10] adta meg, aki a negatív

$$\frac{\partial^2 G_k}{\partial x^2}$$

taghoz egy, a rugalmas hatást kifejező tagot adott. *Bárczy* [11] külön tagban vette figyelembe a vakanciák hatását is. Így a spinodalis bomlás feltételét az alábbi alakban lehet felírni:

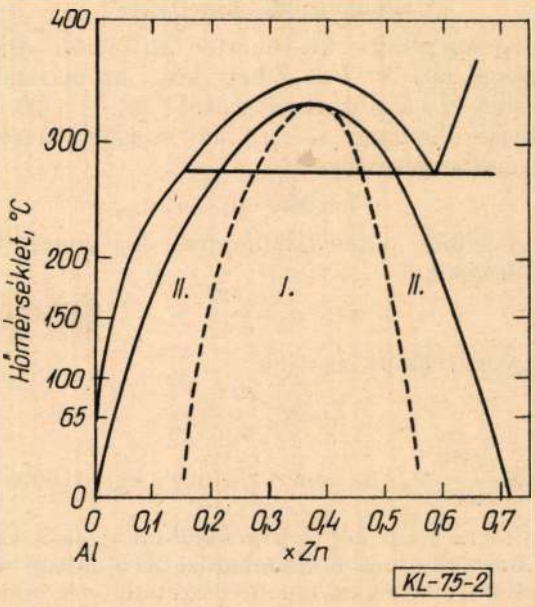
$$\frac{\partial^2 G}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 G_k}{\partial x^2} + \underbrace{2\left(\frac{1}{a}\frac{da}{dx}\right)^2 \frac{E}{1-\nu}}_{c} + \frac{TkN}{n} < 0 \qquad (2)$$

Itt a a rácsparamétert,
E a rugalmassági modulust,
ν a *Poisson*-számot,
n a vakanciák számát

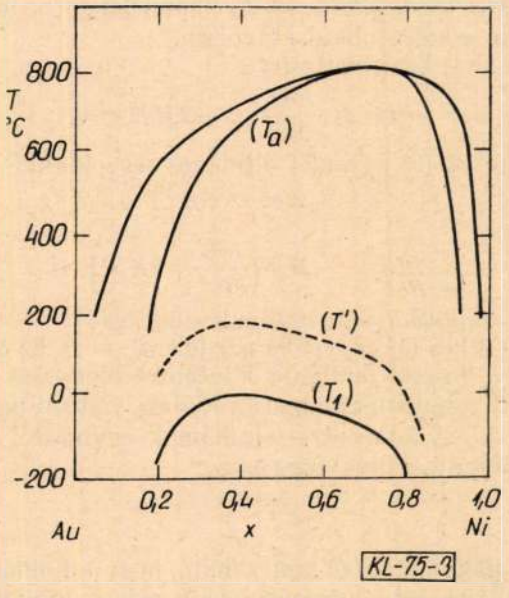
jelenti. A jobb oldal második tagja *(c)* kifejezi a koncentrációváltozás következtében fellépő rácsméretváltozáson keresztül a rugalmas energiát. A harmadik tag pedig a vakanciaszám hatásának a figyelembevételére alkalmas.

Mint már azt említettük, az ilyen jellegű leírás az egyes paraméterek kvalitatív hatásának kifejezésénél többre nem vállalkozhat.

Ha az (1)-et a (2)-be helyettesítjük, nullával teszszük egyenlővé és a spinodalis hőmérsékletet kifejezzük, az alábbi adódik:



2. ábra. Al-Zn rendszer
—— inkoherens diagram
▬▬ koherens szolvusz vonal
- - - - koherens spinodalis görbe
I. spinodalis terület
II. a csíraképződéses kiválás területe



3. ábra. Au-Ni rendszer inkoherens és koherens diagramja
T_a inkoherens szolvusz és spinodalis görbe
T' mért koherens spinodalis görbe
T_1 Cahn szerint számított spinodalis görbe

$$T_s = \frac{1}{kN} \frac{2zE_S - c}{\dfrac{1}{x(1-x)} + \dfrac{1}{n}} \qquad (3)$$

Az egyenlet kifejezi, hogy minél nagyobb a rugalmassági tag és minél kevesebb a vakancia, T_s annál kisebb, ami a tapasztalattal kitűnően megegyezik [9, 11, 12].

A zónaképződés kinetikája

A zónaképződés közismerten diffúziós atommozgással jár. Az *1* és *2* hely közti atomáramlás nagysága *(I)* a mozgékonyságtól *(M)* és a kémiai potenciálkülönbség $(\mu_1 - \mu_2)$ hely szerinti deriváltjától, gradiensétől függ

$$-I = M \nabla (\mu_1 - \mu_2) , \qquad (4)$$

ahol a kémiai potenciálkülönbség kis koncentrációváltozásokra

$$\mu_1 - \mu_2 = \frac{\partial G}{\partial x} \qquad (5)$$

vel egyenlő. Ezért írhatjuk

$$-I = M \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} \nabla x , \qquad (6)$$

ahol $M \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} = D$ az ismert diffúziós együttható.

Ha olyan nagy koncentrációkülönbségek is vannak, hogy az atomi kölcsönhatási távolságban sem tekinthető a közeg egyenletes összetételűnek, akkor (5) helyett

$$\mu_1 - \mu_2 = \frac{\partial G}{\partial x} - 2k \nabla^2 x \qquad (7)$$

-et kell írni [10]. A jobb oldal második tagja az atom közvetlen környezetében a koncentrációhely görbe görbületét jelenti, megszorozva K-val, ahol

$$K = Nk\, T_c \psi^2 \qquad (8)$$

Az egyes tagok jelentése: T_c a spinodal görbe maximuma, ψ kölcsönhatási távolság.
(7)-et a (4)-be helyettesítve

$$-I = M \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} \nabla x - 2MK \nabla^3 x \qquad (9)$$

adódik. A (9) egyenlet általános megoldása:

$$x - x_0 = e^{R(\beta)t} \cos \beta r , \qquad (10)$$

ahol

$$R(\beta) = -M\beta^2 \left(\frac{\partial^2 G}{\partial x^2} + 2K\beta^2 \right) \qquad 11)$$

R az amplitúdó változásának sebessége.

A (10) és (11) egyenlet azt jelenti, hogy az ötvözetben cosinus hullámú koncentrációeloszlás alakul ki β hullámszámmal és időben változó amplitúdóval. A koncentrációhullámok egymástól való távolsága λ, a β-val függ össze:

$$\lambda = \frac{2\pi}{\beta} \qquad (12)$$

(10), illetve (11)-ből kiolvasható, hogy a különböző β hullámszámú koncentrációdúsulások különböző sebességgel nőnek. (11) megmutatja azt is, hogy ilyen növekedés csak akkor jöhet létre, ha

$$\frac{\partial^2 G}{\partial x^2} < 0,$$

vagyis a spinodalis bomlás területében.

Kimutatható, hogy $R(\beta)$ maximumos görbe. A maximum helye

$$R_{max} = \frac{M}{8K} \left[\frac{\partial^2 G}{\partial x^2} \right]^2 \qquad (13)$$

$$\beta_{max} = \frac{1}{2\sqrt{K}} \sqrt{-\frac{\partial^2 G}{\partial x^2}} \qquad (14)$$

A (14) egyenlet lényeges tartalma az, hogy az ötvözetben a leggyorsabban növő periódusú koncentrációdúsulás, azaz zónaperiódus fog megfelelő idő elteltével dominálni. Igen fontos azt is látni, hogy ez a domináns zónaméret a szabadentalpia második deriváltjától, azaz a spinodalis hőmérséklethez képesti túlhűléstől függ.

Rá kell mutatni arra, hogy keletkező zónák méretei a termodinamikai paraméterekkel közvetlenül összefüggenek. Ez azt jelenti, hogy az ilyen átalakulás utáni szövet reverzibilisen függ a termodinamikai állapotparaméterektől. Így például a hőmérséklet vagy külső feszültség megváltozása maga után vonja a zónák méretének a megváltozását. Ez igen lényeges különbség bármely más heterogén, aktiválási energiákkal rendelkező átalakuláshoz viszonyítva.

Miután $\partial^2 G/\partial x^2$ a hőmérséklettel arányos (2) egyenlet), (14)-ből kimutatható, hogy

$$\lambda \alpha \frac{1}{\sqrt{T_s - T}} ,$$

vagyis minél kisebb a hőmérséklet, annál sűrűbbek a zónák (finomabb a szövet).

Ha a (13) egyenletbe a $\partial^2 G/\partial x^2$ fenti hőmérsékletfüggését, (2) egyenlet, az M mozgékonyság hőmérsékletfüggését, $M = M_0 \exp(-Q/RT)$-t behelyettesítjük és tudjuk, hogy $R_{max} = \alpha 1/t$-vel, akkor a zónaképződés időbeli lefutásáról is képünk lesz. Ez a lefutás *C-görbe* szerű, ahol a *C-görbe* „orrá"-hoz tartozó T_0 hőmérséklet a

$$\frac{T_s - T_0}{T_s} = \frac{2T_s kN}{Q} \qquad (15)$$

egyenletből adódik. Q értelemszerűen az oldott atom diffúziójának aktiválási energiája. (15) alapján megbecsülhető a különböző paraméterek hatása a zónaképződés időbeli lefutására.

A zónaképződés jelentőségéről

Az összes kiválásosan nemesíthető ötvözetben (*Al, Cu, γ-Fe* alapú ötvözetek), a mágnesötvözetekben a hőkezelés sikere a zónák jellegétől, periódusméretétől függ. Világos, hogy a zónaképződés törvényeinek ismerete ma már ezeken a területeken elengedhetetlen.

A mesterséges öregítés hőmérséklete mindig a spinodalis bomlás területében van. Így először zónaképződés történik, majd a kialakult zónák helyén keletkezik koherensen az önálló rácsú új fázis. E fázis eltérő rácsa és fajtérfogata miatt a környező alaprácsot igen erősen deformálja. Érthető, hogy az új fázis finomságát a zónák gyakorisága határozza meg. Az új fázis azonban minden határon túl nő, koagulál (a zóna nem!). A legnagyobb szilárdságú állapot az, amikor az új fázis még igen finom. Ha ennél tovább hőkezelünk, a szilárdság már csökken.

Kisebb hőmérsékleten finomabb lesz a zóna. Így érthető, hogy a legnagyobb szilárdságot azon a legkisebb hőmérsékleten kell várni, ahol még az új fázis megjelenik.

Ha ennél kisebb hőmérsékleten hőkezelünk, a szövetben csak zónák lesznek. Az új fázis keletkezésének aktiválási energiája van, így e folyamat elmarad. A csak zónás állapot szilárdsága nem olyan nagy, mintha új fázis is keletkezne. A tisztán zónás állapotok közül is a legkisebb hőmérsékletű a legszilárdabb.

A legtöbb nemesíthető Al-ötvözetben szobahőmérsékleten zónaképződés történik. A későbbi mesterséges öregítéskor a finom zónák már nem stabilak. A nagyobb hőmérsékletre jellemző zónaméret csak a finomabb zónák elbomlásával párhuzamosan — vagyis lassabban — alakulhat ki. A hevertetés tehát késlelteti a mesterséges öregítést.

IRODALOM

[1] *van der Waals, J. D.—Kohnstamm, P.:* Lehrbuch der Thermodynamik. Amsterdam, 1908, p. 133.
[2] *Merica, P. D.:* Trans. AIME *99* (1932) 13.
[3] *Preston G. D.:* Proc. Roy. Soc. *167* (1938) 526.
[4] *Guinier A.:* Nature, *142* (1938) 569.
[5] *Christian J. W.:* The Theory of Transformation in Metals and Alloys. Pergamon Press, Oxford—London, 1965.
[6] *Káldor M.:* Kohászat (megj. alatt).
[7] *Hilliard J. E.—Averbach, B. L.—Cohen M.:* Acta Met. 2 (1957) *621.*
[8] *Rundman K. B.—Hilliard J. E.:* Acta Met. *15* (1967) 1025.
[9] *Golding B.—Moss S. C.:* Acta Met. *15* (1967) 1239.
[10] *Cahn J. W.:* Trans. AIME *242* (1968) 166.
[11] *Bárczy P.:* megj. alatt.
[12] *Brichet C.—Wyon G.—Lacombe P.:* Mem. Sci. Rev. Met. *67* (1970) 691.

A súrlódási tényező és a semleges szög nagysága szalagok hideghengerlésekor feszítéssel és feszítés nélkül

Dr. SCHIPPERT LÁSZLÓ okl. kohómérnök, a műszaki tudományok kandidátusa

SAPSÁL VERA okl. vegyészmérnök

Fémipari Kutató Intézet

DK: 621.771.23 : 539.4.014

A cikk a hidegalakításkor bekövetkező keményedést is figyelembe véve tárgyalja a semleges szög és az ebből számítható súrlódási tényező kapcsolatát a szalagfeszítésekkel. Konkrét példákon keresztül hasonlítja össze a semleges szög és a feszítőerők kapcsolatára vonatkozó legismertebb véleményeket.

Az alkalmazott jelölések:

γ_0 semleges (kritikus) szög feszítés nélkül; rad
γ_H semleges (kritikus) szög feszítéssel; rad
α befogási szög; rad
n_k lineáris keményedési tényező
σ_{S0} folyáshatár szúrás előtt; kp/mm²
σ_{S1} folyáshatár szúrás után; kp/mm²
σ_S átlagos folyáshatár a deformációs zónában; kp/mm²
v henger kerületi sebessége; m/S
v_0 szalag befutó sebessége; m/s
a_1 szalag kifutó sebessége; m/s
h_0 szalag vastagsága szúrás előtt; mm
h_1 szalag vastagsága szúrás után; mm
b szalag szélessége; mm
F_0 szalag keresztmetszete szúrás előtt; mm²
F_1 szalag keresztmetszete szúrás után; mm²
T_0 hátsó (fékező) erő; kp
T_1 első (húzó) erő; kp
σ_1 fajlagos első feszítés; kp/mm²
σ_0 fajlagos hátsó feszítés; kp/mm²
μ_0 súrlódási tényező feszítés nélkül
μ_H súrlódási tényző feszítéssel
S relatív előresietés
τ_{C0} közepes súrlódó erő a visszamaradási zónában; kp/mm²
τ_{C1} közepes súrlódó erő az előresietési zónában; kp/mm²
τ_C közepes súrlódó erő a deformációs zónában; kp/mm²
λ: nyújtási tényező
ε: relatív magasságcsökkenés

Az energia megmaradása elvének a hideghengerlésre való alkalmazása úgy, hogy közben a keményedést is figyelembe vettük [1] a következő eredményre vezetett:

$$\gamma_0 = \frac{\alpha}{2}\left(\frac{2n_k}{3n_k - 1} - \frac{\alpha}{2\mu_0}\right) \qquad (1)$$

Ez a közismert *Ekelund—Pavlov* összefüggés módosított formája.

Az (1) összefüggés a feszítés nélküli hideghengerlés egyszerű esetére vonatkozik, mikoris a hengerrést felező vízszintes síkhoz képest teljes a szimmetria, azaz mindkét munkahenger átmérője azonos, azonos a hengerfelületek állapota, a hengerek meghajtottak és azonos sebességgel forognak, a hengerek alkotója egyenes és belapulás nincs, a hengerelt anyag keresztmetszete szabályos téglalap. Vékony anyagok hengerléséről lévén szó feltételezhető a deformáció síkbeli lezajlása, azaz a szélesedés elhanyagolható.

A levezetéskor *Vidrin* eljárását [2] követtük, aki szerint

$$N_B = N_F + N_T \qquad (2)$$

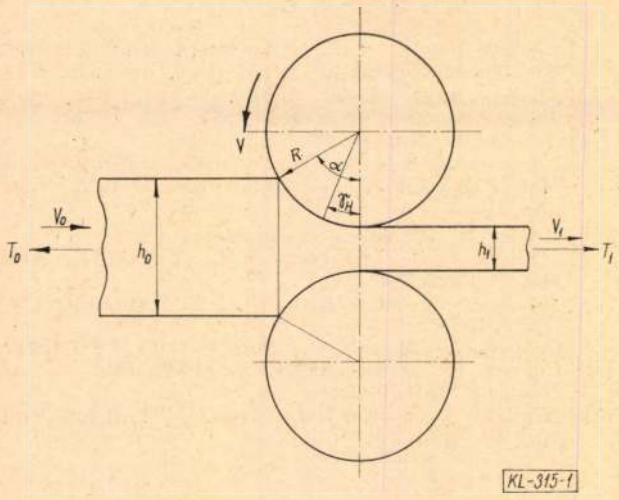
ahol

N_B a hengerek által kifejtett teljesítmény
N_F az alakváltozásra fordított teljesítmény
N_T a súrlódás legyőzésére fordított teljesítmény

A feszítéssel történő szalaghengerléskor (a hideghengerlés egyszerű esetére vonatkozó egyéb jellemzők érvényesülését továbbra is feltételezzük) a (2) szerinti teljesítmény-egyenletet ki kell egészíteni a mérleg szerint helyesen figyelembe vett feszítési teljesítményekkel *(1. ábra)*

$$N_B + N_1 = N_F + N_T + N_0 \qquad (3)$$

ahol N_1 az első feszítési (húzási) teljesítmény



1. ábra. A hengerrés keresztmetszeti vázlata szalaghengerléskor

N_0 a hátsó feszítési (fékezési) teljesítmény

Belátható, hogy

$$N_1 = T_1 \cdot v_1$$

és mivel

$$T_1 = \sigma_1 \cdot F_1$$

$$v_1 = v(1+S)$$

ahol

$$S = \frac{v_1 - v}{v}$$

és

$$F_1 = b \cdot h_1$$

felírhatjuk, hogy

$$N_1 = \sigma_1 \cdot F_1 \cdot v(1+S) \qquad (4)$$

A hátsó feszítési (fékezési) teljesítményt pedig a következőképpen fejezhetjük ki, ha figyelembe vesszük, hogy

$$F_0 \cdot v_0 = F_1 \cdot v_1$$

amiből

$$F_0 = \frac{F_1 \cdot v_1}{v_0}$$

és

$$T_0 = \sigma_0 \cdot F_0$$

$$N_0 = T_0 \cdot v_0$$

$$N_0 = \sigma_0 \cdot F_1 \cdot v(1+S) \qquad (5)$$

Az előbbi kifejezésekben

T_0 és σ_0 az abszolút és fajlagos hátsó (fékező) feszítő erő

T_1 és σ_1 az abszolút és fajlagos első (húzó) feszítő erő

F_0 a szalag befutó keresztmetszete

F_1 a szalag kifutó keresztmetszete

v_0 a szalag befutó sebessége

v_1 a szalag kifutó sebessége

v a henger kerületi sebessége

S a relatív előresietés

A (3) egyenletbe behelyettesítve N_B, N_F és N_T már az [1]-ben levezetett értékeit, valamint N_1 és N_0 (4) és (5) szerinti kifejezését, valamint feltételezve, hogy a kritikus szög értéke feszítéssel történő hengerléskor különbözni fog az ugyanezen szúrás feszítés nélküli lefolytatásakor jelentkező kritikus szög értékétől $\gamma_H \neq \gamma_0$

és alkalmazva a súrlódási erő *Siebel*-féle kifejezését

$$\tau_O = \mu_0 \sigma_S$$

a következő eredményhez jutunk

$$\gamma_H = \frac{\alpha}{2}\left(\frac{2n_k}{3n_k - 1} - \frac{\alpha}{2\mu_0}\right) + \frac{h_1}{4R\mu_0\sigma_S}(\sigma_1 - \sigma_0) \qquad (6)$$

Látható, hogy a (6) egyenlet felépítése

$$\boxed{\gamma_H = \gamma_0 + \Delta\gamma} \qquad (7)$$

illetve $\Delta\gamma = \gamma_H - \gamma_0$

és

$$\Delta\gamma = \frac{h_1}{4R\mu_0\sigma_S}(\sigma_1 - \sigma_0) \qquad (8)$$

Az $\Delta\gamma$ (8) szerinti kifejezése azonos a Vidrin által kapott eredménnyel, de az ellenőrző kísérletek nem igazolták a helyességét [3].

Annak ellenére, hogy a levezetés szigorúan vett elméleti megoldása még nem áll rendelkezésre, a következő formális módszerrel a kísérleti értékekkel összhangban álló kifejezéshez juthatunk:

Világos, hogy γ_0 értéke nem változik ($\Delta\gamma = \gamma_H - \gamma_0 = 0$), ha a (3) egyenletet a következőképpen írjuk fel

$$N_B + N_1 - N_1 = N_F + N_T + N_0 - N_0$$

Ebből az előbbieknek megfelelően

$$\Delta\gamma = 0 = \frac{h_1}{4R\mu_0\sigma_S}(\sigma_1 - \sigma_0) - \frac{h_1}{4R\mu_0\sigma_S}(\sigma_1 - \sigma_0)$$

illetve kissé átalakítva

$$\Delta\gamma = 0 = \frac{h_1}{4R\mu_0\sigma_S}(\sigma_1 - \sigma_0) + \frac{h_1\sigma_0}{4R\mu_0\sigma_S}\left(1 - \frac{\sigma_1}{\sigma_0}\right)$$

A [3]-ban leírt kísérletek eredménye azt igazolta, hogy feszítéssel történő hengerlés esetén a γ_0 változatlanul maradásának az a feltétele, hogy a fajlagos feszítő erők aránya azonos legyen a lineáris keményedési tényező nagyságával, azaz

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_0} \cong n_k$$

ezért felírható, hogy

$$\Delta\gamma = 0 = \frac{h_1}{4R\mu_0\sigma_S}(\sigma_1 - \sigma_0) + \frac{h_1\sigma_0}{4R\mu_0\sigma_S}(1 - n_k)$$

továbbá

$$\Delta\gamma = 0 = \frac{h_1}{4R\mu_0\sigma_S}(\sigma_1 - \sigma_0 + \sigma_0 - n_k\sigma_0)$$

és végül

$$\Delta\gamma = \frac{h_1}{4R\mu_0\sigma_S}(\sigma_1 - n_k\sigma_0) \qquad (9)$$

Nem szorul magyarázatra, hogy a (9) egyenlet jobb oldala akkor 0, ha

$$\sigma_1 - n_k\sigma_0 = 0$$

amiből

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_0} = n_k$$

A (9) egyenletben szereplő σ_S értékének meghatározása a [4]-ben leírtak szerint történik.

Látható, hogy keményedés nélküli hengerlés esetében ($n_k = 1$) a (9) formula teljesen megegyezik a *Vidrin* által eredményül kapott (8) kifejezéssel.

Itt mutatunk rá, hogy a lineáris keményedési tényező meghatározásából következik, hogy

$$n_k = \frac{\frac{\sigma_{S0}+\sigma_{S1}}{2}}{\sigma_{S0}} = \frac{\sigma_{Sv}}{\sigma_{S0}}$$

és mivel $\sigma_{SE} \approx \sigma_{S1}$ felírható, hogy

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_0} = \frac{\frac{\sigma_{Sv}}{\sigma_{S0}}}{\frac{\sigma_{SE}}{\sigma_{S1}}} = n_k \qquad (10)$$

A (10) egyenlet azt jelenti, hogy szalagok feszítéssel történő egyszerű hideghengerlése esetén a kritikus szög nagysága változatlanságának feltétele ugyanezen szúrás feszítés nélküli lefolytatásához képest ($\gamma_H = \gamma_0$) az, hogy az első és hátsó fajlagos feszítőerők fordítva legyenek arányosak a zónánkénti közepes folyáshatárok és ugyanezen zóna kezdeti folyáshatárainak viszonyszámaival.

Az (1) és (9) értékeket behelyettesítve (7)-be, megkapjuk a γ_H végleges kifejezését a keményedést is figyelembe véve a szalagok feszítéssel történő hideghengerlésének esetére:

$$\gamma_H = \frac{\alpha}{2}\left(\frac{2n_k}{3n_k-1} - \frac{\alpha}{2\mu_0}\right) + \frac{h_1}{4R\mu_0\sigma_S}(\sigma_1 - n_k\sigma_0) \qquad (11)$$

Az (1) (9) (10) és (11) összefüggések felismeréséhez igen sok kísérletet kellett elvégezni és kiértékelni. A kísérleteket a *Csepeli Fémmű Kutatási Osztálya* „**Stanat-Mann**" gyártmányú kísérleti hengerállványán végeztük. Az állvány jellemző adatai a következők:

munkahenger átmérő kvartó rendszerben ~37,0 mm
munkahenger átmérő duó rendszerben, ill. támhenger átmérő kvartó rendszerben ~150,0 mm
hengerek palásthosszúsága 203,0 mm
legnagyobb hengerlési nyomás $35{,}0 \cdot 10^3$ kp
meghajtó motor teljesítménye 14,6 kW
hengerlési sebesség 0,2 ÷ 1,3 m/s

A hengerállvány feszítő, ill. csévélőrendszerét pneumatikával működtetettt frikciós kapcsolaton keresztül a fő motor hajtotta. A hengerállványt csöpögtetős kenési rendszerrel láttuk el s kenőanyagként technikai petróleumot alkalmaztunk. A hengerek felületi finomsága 0,1 μ CLA volt.

Alapvető mérési módszerünk az előresietési lenyomatok kiértékelése volt.

Tekintettel arra, hogy a szalaghengerlési technikában már csak az elfogadható fel- és lecsévélés miatt is legalább minimális nagyságú feszítéseket kell alkalmazni (a kísérleteinkben leggyakrabban alkalmazott minimális feszítőerő $T_1 = T_0 = 122$ kp volt) a kapott értékeket át kell számítani a feszítés nélküli állapotra. Ez a következőképpen lehetséges:

Ismerve, hogy

$$\sigma_1 = \frac{T_1}{b \cdot h_1} \quad \text{és} \quad \sigma_0 = \frac{T_0}{b \cdot h_0}$$

továbbá, hogy a nyújtási tényező

$$\lambda = \frac{b \cdot h_0}{b \cdot h_1} = \frac{h_0}{h_1}$$

illetve

$$\lambda = \frac{1}{1-\varepsilon}$$

ahol a relatív fogyás (magasságcsökkenés)

$$\varepsilon = \frac{h_0 - h_1}{h_0} = \frac{\Delta h}{h_0}$$

a (9) egyenletet az abszolút feszítőerőkkel a következő formában írhatjuk fel

$$\Delta\gamma = \frac{1}{4Rb\mu_0\sigma_S}(T_1 - jT_0) \qquad (12)$$

ahol $j = n_k(1-\varepsilon)$ (13)

Ennek megfelelően a (11) egyenlet a feszítő erőkkel felírva a következő lesz:

$$\gamma_H = \frac{\alpha}{2}\left(\frac{2n_k}{3n_k-1} - \frac{\alpha}{2\mu_0}\right) + \frac{1}{4Rb_0\mu\sigma_S}(T_1 - jT_0) \qquad (14)$$

Az (1) összefüggés analógiájára igaz, hogy

$$\gamma_H = \frac{\alpha}{2}\left(\frac{2n_k}{3n_k-1} - \frac{\alpha}{2\mu_H}\right) \qquad (15)$$

ahol μ_H a súrlódási tényező feszítés alkalmazásával. Figyelembe véve, hogy

$$\gamma_{max} = \alpha \cdot \frac{n_k}{3n_k-1}$$

az (1) és (15) egyenletek egyszerű átalakításával kapjuk, hogy

$$\mu_0 = \frac{\alpha^2}{4(\gamma_{max} - \gamma_0)} \qquad (16)$$

illetve

$$\mu_H = \frac{\alpha^2}{4(\gamma_{max} - \gamma_H)} \qquad (17)$$

A (16) kifejezés felhasználásával kapjuk (12)-ből, hogy

$$\Delta\gamma = \frac{T_1 - jT_0}{R \cdot b \cdot \frac{\alpha^2}{\gamma_{max} - \gamma_0} \cdot \sigma_S}$$

majd ezt behelyettesítve (7)-be kifejezhetjük γ_0 értékét

$$\gamma_0 = \frac{\gamma_H - \gamma_{max} \cdot \frac{T_1 - jT_0}{Rb\alpha^2\sigma_S}}{1 - \frac{T_1 - jT_0}{Rb\alpha^2\sigma_S}}$$

Egyszerűbb formában felírva kapjuk, hogy

$$\gamma_0 = \frac{\gamma_H - \gamma_{max} \cdot a}{1-a} \qquad (18)$$

ahol

$$a = \frac{T_1 - jT_0}{R \cdot b \cdot \alpha^2 \cdot \sigma_S}$$

Tehát ha a feszítőerők alkalmazásával végzett hengerléskor sikerült meghatároznunk az előresietést és ismertek a szúrásra vonatkozó egyéb adatok, a

No	Anyag	h_0 mm	h_1 mm	ε %	α rad	σ_{S0} kp/mm²	σ_{S1} kp/mm²	n_k	σ_S kp/mm²	$\frac{n_k}{3n_k-1}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Al 99,5 k	1,0	0,8	20	0,0514	11,6	12,3	1,03	12,15	0,492
2	Al, 99,5 l	1,0	0,8	20	0,0514	4,1	9,1	1,61	7,9	0,421
3	AlMgSi 11.....	1,0	0,8	20	0,0514	7,0	14,4	1,53	12,5	0,428
4	AlMgSi 11.....	1,0	0,8	20	0,0514	4,9	14,4	1,97	12,0	0,400
5	AlMgSi 11.....	1,8	1,26	30	0,0844	7,0	15,4	1,60	13,3	0,422
6	Acél, l	0,98	0,83	15,3	0,0440	26,5	42,3	1,30	38,4	0,448

γ_H kiszámítása után a (18) összefüggés segítségével határozhatjuk meg az ezen szúrásban feszítés nélkül várható kritikus szög értékét (γ_0)

A [3]-ban ismertetett kísérletek lefolytatása során megfelelően nagy (első sorban húzó) feszítés alkalmazása esetén érdekes jelenséget figyeltünk meg: anélkül, hogy az anyag mozgása megállt volna a hengerállvány erősen remegni kezdett. A szúrásra vonatkozó előzetes számítások szerint a hengerlési folyamat normális lefolyása volt várható, szalagszakadás sem következett be és mint az utólagos ellenőrző számítások is igazolták sem a hengerállvány (hengerlési nyomás) sem a csévélőrendszerek nem voltak túlterhelve. Ezekben az esetekben egyébként rendkívül nagy előresietési értékeket mértünk.

A később elvégzett számítások is azt igazolták, hogy ezekben az esetekben a normális hengerlési folyamat megbomlott. A semleges szög nagysága — bár még nem érte el a 0,5 α értéket — már meghaladta az adott esetre érvényes γ_{max} nagyságát s az alakítási folyamat hengerlés helyett átalakult egy sajátságos forgó hengerek közötti „szalaghúzássá".

Az előresietés mértékét közvetlenül a hengerállvány „beremegését" megelőző pillanatban csak igen nehezen és ritkán sikerült meghatároznunk, az előresietésnek a „szalaghúzás" körülményei között mérhető értékei a semleges szög meghatározására nem alkalmasak. Ezért a hengerlési folyamat ezen határesetének megfelelő kritikus szögek meghatározása céljából a gyakorlati számításokban is jól bevált (12) és (16) összefüggések segítségével extrapolációhoz folyamodtunk s az így nyert adatokat (γ'_H) az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

A táblázatban szereplő anyagjelölések mellett az „*l*" és „*k*" betűk az anyag hengerlés előtti lágy és kemény állapotát jelzik. A szalagok szélessége 100 mm volt s a hengerlést 0,2 m/s sebességgel végeztük.

Példaként az 1. táblázat No 6 anyagára egy acélszalag hengerlésére közöljük a számítást:

$$\gamma_0 = 0{,}0143 \text{ rad}$$

$$\mu_0 = \frac{\alpha^2}{4(\gamma_{max} - \gamma_0)} = 0{,}090$$

$$\Delta\gamma = \frac{T_1 - jT_0}{4 \cdot R \cdot b \cdot \mu_0 \sigma_S} = \frac{1020 - 1{,}10 \cdot 600}{4 \cdot 75{,}8 \cdot 100 \cdot 0{,}090 \cdot 38{,}4} =$$

$$= 0{,}0034 \text{ rad}$$

$$\gamma'_H = \gamma_0 + \Delta\gamma = 0{,}0177 \text{ rad}$$

Az *1. táblázatban* az ismertetett módon nyert γ'_H értékeket (19 oszlop) összevetve γ_{max} értékeivel (18 oszlop) megállapítható, hogy a normális hengerlési folyamat minden esetben γ'_H-nek γ_{max}-hoz igen közeli, de 0,5 α-nál lényegesen kisebb értékeinél bomlott meg s ezért ez kísérleti igazolása az [1]-ben részletesen tárgyalt

$$\gamma_{max} = \alpha \cdot \frac{n_k}{3n_k - 1} \leq \frac{\alpha}{2}$$

egyenlőtlenségnek és az (1) összefüggés helyességének.

A hengerlési folyamat egyik határesetéről lévén szó ($\gamma_H \simeq \gamma_{max}$!) a meghatározás hibáját (20 oszlop) nagyság és eloszlás szempontjából is normálisnak tekinthetjük.

A pozitív előjelű hibák nem azt jelentik, hogy lehetséges $\gamma'_H > \gamma_{max}$, hanem csak jelzik, hogy az alkalmazott feszítőerők mellett a normális hengerlési folyamat már megbomlott.

Annak bemutatására, hogy a keményedés és a feszítőerők hatásának helyes figyelembevétele milyen jelentős a kritikus szög s a segítségével kiszámítható súrlódási tényező nagysága szempontjából példaként bemutatjuk a *2. táblázatban* foglalt mérési adatok kiértékelését.

A 2. táblázat mérési adatai *AlMgSi1* szalag hengerlésére vonatkoznak a következő feltételek mellett:

σ_{0S} = 5,0 kp/mm²
σ_{S1} = 16,0 kp/mm²
h_0 = 1,80 mm
h_1 = 1,26 mm
ε = 30,0%
v = 0,2 m/s

kísérleti meghatározásához

1. táblázat

j	T_0 kp	T_1 kp	σ_0 kp/mm²	σ_1 kp/mm²	γ_0 rad	γ_{max} rad	γ'_H rad	hiba %, $\frac{\gamma_{max}-\gamma_H}{\gamma_{max}}$	Megjegyzés
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
0,825	600	600	6,0	7,5	0,0218	0,0252	0,0233	− 7,5	P=8100 kp
1,29	300	660	3,0	8,25	0,0215	0,0216	0,0217	+ 0,5	
1,23	600	870	6,0	10,9	0,0143	0,0219	0,0185	−15,5	
1,58	400	924	4,0	11,55	0,0116	0,0206	0,0226	+13,0	
1,12	600	1362	3,34	10,8	0,0148	0,0356	0,0353	− 0,8	P=12 700 kp
1,10	600	1020	6,12	12,3	0,0143	0,0197	0,0177	−10,0	P=27 100 kp

kenőanyag: petróleum
hengerek felületi érdessége 0,1 μCLA
n_k = 2,1
j = 1,47
α = 0,0844 rad
γ_{max} = 0,0334 rad
σ_S = 13,3 kp/mm²
D = 151,6 mm

A mért és az előbbi adatokból a (18) összefüggés segítségével meghatározható, hogy
γ_0 = 0,0120 rad
A továbbiakban kiszámítottuk és a *2. ábrán* feltüntettük a különböző feszítőerők mellett mért és különböző módszerekkel [3] számított γ_H értékeket:

$$\Delta\gamma=0 \quad \text{ha} \quad \frac{T_1}{T_0}=(1-\varepsilon)$$

$$\Delta\gamma=0 \quad \text{ha} \quad \frac{T_1}{T_0}=1{,}0$$

$$\Delta\gamma=0 \quad \text{ha} \quad \frac{T_1}{T_0}=n_k(1-\varepsilon)=j$$

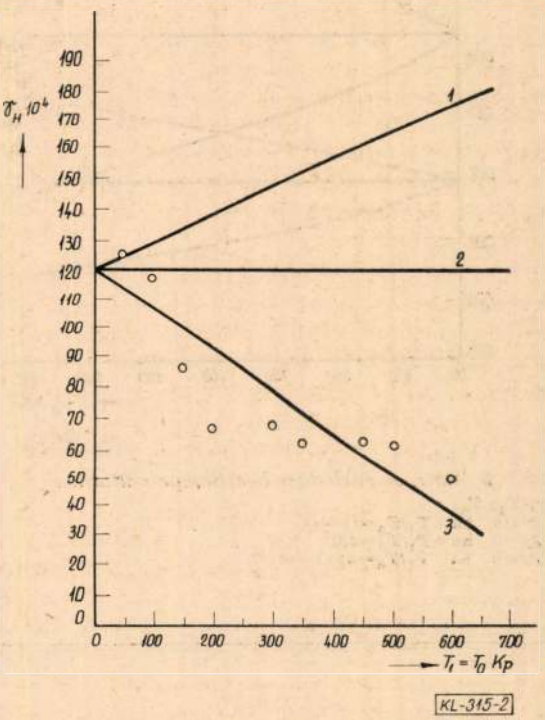
Az ábrából világosan látszik, hogy a mért és a

$$\frac{T_1}{T_0}=n_k(1-\varepsilon)$$

alapján számított adatok jól egyeznek, míg a $\Delta\gamma=0$ feltételre vonatkozó többi elképzelés a feszítőerők növekedésével egyre növekvő hibához vezet.

Ugyancsak a 2. táblázat adatai alapján a (16) és (17) formulák segítségével, valamint a keményedés hatását elhanyagoló *Ekelund-Pavlov* képlettel is kiszámítottuk és a *3. ábrán* feltüntettük a súrlódási tényező és a feszítőerők közötti összefüggést. Az ábrából látható, hogy a keményedés egyrészt növeli a súrlódási koefficiens értékeit a keményedés elhanyagolásával számítottakéhoz képest, másrészt a súrlódási tényezőt érzékenyebbé teszi a feszítő erők nagyságának és arányának változásaira.

A *2. táblázat* méréseihez használt *AlMSi1g* anyagra megszerkesztettük és a *4. ábrán* feltüntettük a



2. ábra. A $\gamma_H = f(T_1; T_0)$ mért és számított értékei (A 2. táblázat alapján)

1 — $\Delta\gamma=0$ ha $T_1/T_0=(1-\varepsilon)$
2 — $\Delta\gamma=0$ ha $T_1/T_0=1{,}0$
3 — $\Delta\gamma=0$ ha $T_1/T_0=n_k(1-\varepsilon)$
0 — mért adatok.

2. táblázat

A kritikus szög (γ_H) nagyságának értékei különböző első és hátsó feszítőerők alkalmazása mellett

$T_1=T_0$(kp)	50	100	150	200	300	350	450	500	600
γ_H (rad)	0,0126	0,0118	0,0086	0,0067	0,0068	0,0062	0,0062	0,0061	0,0049

$\mu_H = f(\gamma_H)$ függvényt a keményedés figyelembevételével és figyelembevétele nélkül. A nyert görbék alapján ismét ugyanaz a következtetés vonható le, mint a 3. ábrával kapcsolatban.

A súrlódási tényező minimális nagyságát akkor éri el, ha $\gamma_H \to 0$, azaz

$$\mu_{\min} = \frac{\alpha^2}{4\gamma_{\max}}$$

ha van keményedés és

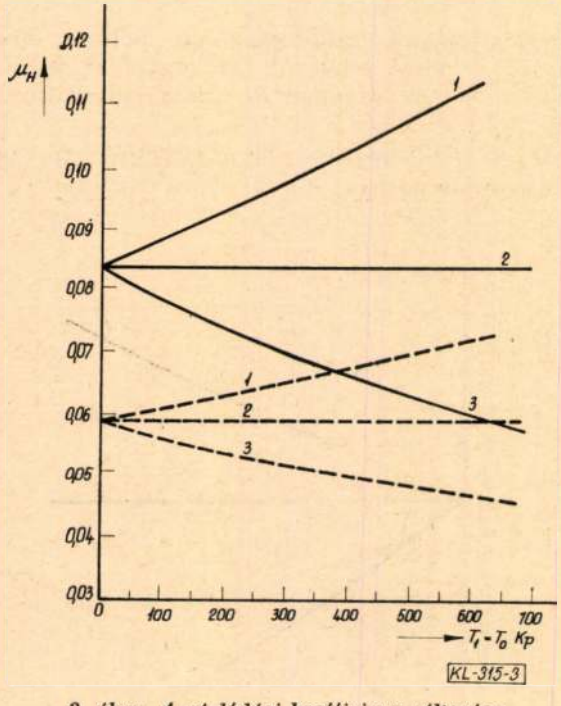
$$\mu_{\min} = \frac{\alpha}{2}$$

ha nincs keményedés.

A súrlódási tényező maximális értéke mint ezt a képlékenyalakítási elmélet már bebizonyította

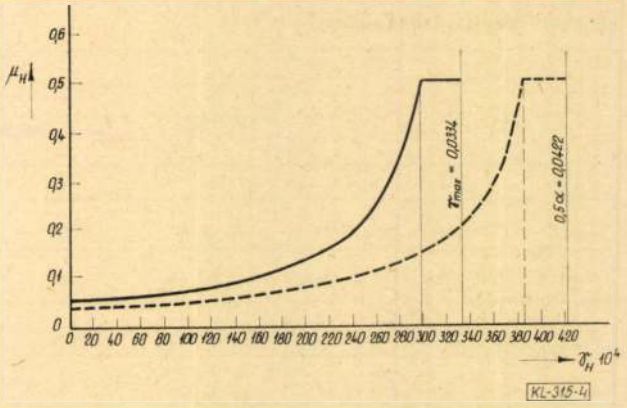
$$\mu_{\max} \approx 0{,}5$$

s ezt az értéket — mint igen sok számításunk igazolta — akkor éri el, mikor a semleges szög értéke $(0{,}85 \div 0{,}95)\,\gamma_{\max}$.



3. ábra. A súrlódási koefficiens változása

$\mu_H = f(T_1;\ T_0)$
1 — $\Delta\gamma = 0$ ha $T_1/T_0 = (1-\varepsilon)$
2 — $\Delta\gamma = 0$ ha $T_1/T_0 = 1{,}0$
3 — $\Delta\gamma = 0$ ha $T_1/T_0 = n_k\,(1-\varepsilon)$



4. ábra. A súrlódási tényező nagyságának változása a kritikus szög nagyságának változása függvényében
$\mu_H = f(\gamma_H)$

———— a keményedés figyelembevételével
— — — — a keményedés figyelembevétele nélkül

Konkrét esetekre a közölt összefüggések segítségével könnyen el lehet végezni a számításokat abból a célból is, hogy a kifutó sík és semleges sík között megállapítsuk a csúszási zóna és tapadási zóna határát. De ennél sokkal fontosabb az, hogy a γ_0 nagyságától függetlenül, ha az egyéb feltételek ezt lehetővé teszik (feszítőrendszer lehetőségei, az anyag szilárdsági tulajdonságai stb.) a feszítőerők megfelelő megválasztásával elvileg úgy befolyásolhatjuk a semleges szög nagyságát, hogy az 0 és $\gamma_{\max}$ között minden értéket felvehet, azaz fenntarthatjuk vagy létrehozhatjuk a sok előnnyel járó síkbeli deformáció körülményeit.

IRODALOM

[1] *Schippert L.—Sapsál V.:* A befogadási szög, semleges szög, súrlódási tényező és a lineáris keményedési tényező közötti összefüggés hideghengerléskor. BKL. Kohászat **108**. (1975).

[2] *Vidrin, V. N.:* Dinamika prokatnüh sztanov. Metallurgizdat. Szverdlovszk. 1960.

[3] *Schippert L.:* A feszítőerők hatása az előresietésre szalagok hideghengerlésekor. BKL. Kohászat **106**. 12. sz. (1973).

[4] *Schippert L.:* A keményedés és az átlagos folyáshatár az alakítási zónában szalagok hideghengerlésekor. BKL. Kohászat **107**. 1. sz. (1974).

Szabványosítási hírek

MSZ 14240/1..3 T *Süllyesztékes kovácsdarabok rézből és rézötvözetekből*

A három részből álló szabványsorozat *első része* az általános műszaki előírásokat tartalmazza, ezen belül az alakkal, a felülettel és a belső hibákkal kapcsolatos megkötéseket, valamint a vizsgálati és minősítési módszereket és a szállítási előírásokat.

A *második rész* a süllyesztékes kovácsdarabok kialakítását tárgyalja, ezen belül az anyagminőségtől függő alakíthatóságot, a süllyeszték megkövetelte oszthatóságot, a befoglaló méreteket, továbbá a falvastagság, oldalvastagság, bordák, ferdeség, bemélyítések, üregek, lekerekítésének és átmenetek célszerű kialakításának szempontjait, ill. gyárthatósági korlátjait és a megmunkálási hozzáadás nagyságát.

A *harmadik rész* a mérettűréseket tárgyalja.

K. E.

Kausztikus Na_2O automatikus elemzése timföldgyári laboratóriumban

Dr. TÓTH BÉLA — Dr. VALLÓ FERENC — Dr. PUNGOR ERNŐ
Ajkai Timföldgyár, Budapesti Műszaki Egyetem

DK: 621.317.1 : 543.06 : 669.712

A szerzők ismertetik a timföldgyári aluminátlúgok és zagyok kausztikus Na_2O koncentrációjának meghatározására kidolgozott laboratóriumi elemző műszereket. A mintát a szokásos hígítási művelet után a műszerbe helyezve, a koncentrációérték leolvasható. A mérések vegyszert nem igényelnek, hibájuk max. ±1 rel.%. A műszerek automatikus működésűek.

A timföldgyártás irányítási színvonalának emelése megköveteli a laboratóriumi anyagösszetétel meghatározások korszerűsítését, a gyors, pontosabb és megbízhatóbb elemzések bevezetését.

Az üzemi laboratóriumokban általában kis számú komponenst kell nagy számú mintában mérni. Így előnyös a különböző komponensekre, illetve komponens csoportokra célműszereket beállítani, amelyeknél előny a magas fokú automatizáltság, könnyű kezelhetőség, megbízhatóság.

A Bayer-féle technológiánál egyik ilyen nagy számban meghatározandó komponens a kausztikus Na_2O. A laboratóriumi elemzések 30—35%-át a lúgok és zagyok oldatfázisának kausztikus Na_2O mérése alkotja. Tehát e mérések megbízhatóbbá, gyorsabbá tétele a laboratórium munkáját lényegesen megkönnyíti, az elemzések költségeinek csökkenése pedig gazdasági kihatással jár. Az ismert laboratóriumi műszeres kausztikus Na_2O elemzési eljárások [2, 3] közös hibája, hogy a klasszikus analitikai eljárásokkal közel azonos a bonyolultságuk, faktorozott mérőoldatokat és különböző segédanyagokat igényelnek.

Sőt egyes mérési eljárásoknál [3] így sem sikerül a kívánt mérési pontosságot elérni, viszonylag bonyolult és drága berendezéseket igényelnek, az elemzések költsége is magas.

Az *Ajkai Timföldgyárban* kidolgozott — és három hazai timföldgyárban automatikus lúgbeállítási célra alkalmazott — osszcillometriás szabad Na_2O mérési eljárást [4] egyszerűsége és szelektivitása miatt célszerűnek láttuk laboratóriumban is alkalmazni.

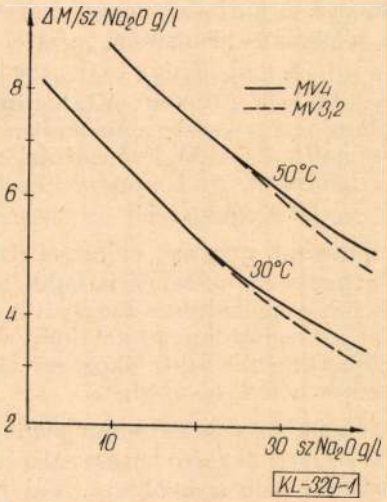
Mérési eljárás

A timföldgyári aluminátlúgok három fő komponenst tartalmaznak: Na_2CO_3-at, kausztikus Na_2O-t és Na-aluminát formájában kötött Al_2O_3-at. A kausztikus Na_2O-t a szabad és a Na-aluminátban kötött NaOH alkotja. A kausztikus Na_2O két komponense és az Al_2O_3 között általánosságban az alábbi összefüggés írható fel:

$$k\ Na_2O\ g/l = sz\ Na_2O\ g/l + K\ Al_2O_3\ g/l \qquad (1)$$

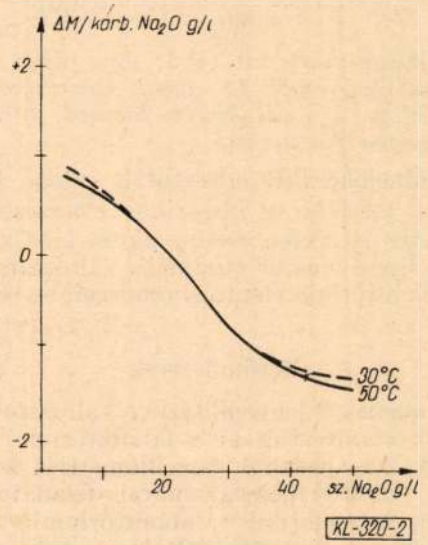
k = kausztikus
sz = szabad

Ha megkeressük azt a tartományt ahol K konstans, úgy az (1) összefüggés bármely két adatából a harmadik kiszámítható. Az *1. ábrán* felrajzoltuk



1. ábra. 1 g/l szabad Na_2O koncentrációváltozáshoz tartozó műszerkitérés változás a szabad Na_2O koncentráció függvényében

30 és 50 °C-on 1 g/l szabad Na_2O koncentrációváltozáshoz tartozó műszerkitérésváltozást, a szabad Na_2O koncentráció függvényében, 4-es és 3,2-es molviszonyú lúgnál. A K értéke 0,608 volt. Az ábrából látható, hogy 25 g/l szabad Na_2O koncentráció értékig a K valóban konstans — 0,608 értékű — és csak lassan kezd a koncentráció emelésével változni. Pontos laboratóriumi mérésekre 25 g/l szabad Na_2O koncentrációig használható a tartomány. Az üzemi aluminátlúgokban nagy mennyiségben található Na_2CO_3. Ha a mérést *kapacitív cellás osszcillometriás műszerrel* végezzük, a *2. ábrán* látható összefüggést kapjuk. A görbék 30 és



2. ábra. 1 g/l karbonát Na_2O koncentrációváltozáshoz tartozó műszerkitérés változás a szabad Na_2O koncentráció függvényében

50 °C-on 1 g/l karbonát Na_2O koncentrációváltozáshoz tartozó műszerkitérésváltozást mutatják a szabad Na_2O függvényében. Az ábrából látható, hogy 20 g/l szabad Na_2O koncentráció környékén egy pontban független a műszerkitérés a karbonát Na_2O koncentrációtól és 5—25 g/l szabad Na_2O koncentrációtartományban szélső esetben ± 1 g/l szabad Na_2O mérési hibát okoz ± 10 g/l karbonát Na_2O ingadozás. A karbonát zavaró hatása azonos a precíziós klasszikus elemzésnél mérttel [1].

Induktív cellánál 40—50 g/l szabad Na_2O tartományban jelentkezik a 0 pont. A laboratóriumban elemzett aluminátlúg és zagymintákban a kausztikus Na_2O mellett az Al_2O_3 koncentrációt is mérni kell. *Így a szabad Na_2O koncentráció mérésével a kausztikus Na_2O koncentrációt is meghatároztuk.*

Mérési eljárásunk még egy előnnyel rendelkezik zagyok oldatfázisa elemzésénél. Kifejlesztett kapacitív mérőcellánk érzékelten a zagyban levő szilárd fázisra. 100 g/l szilárdanyagtartalom-változás 1 g/l szabad Na_2O mérési hibát okoz, így zagyok oldatfázisa szűrés nélkül elemezhető.

Az üzemi lúgokban és zagyokban jelenlevő egyéb szennyezők mérést zavaró hatása alacsony koncentrációjuk miatt elhanyagolható. A szabad Na_2O ± 1 relatív %-nál kisebb hibával mérhető. Mivel a kausztikus Na_2O a szabad Na_2O és Al_2O_3 koncentrációból az (1) összefüggés alapján számolható, a kausztikus Na_2O mérés lehetséges hibájának csúcsértéke a következőképpen alakul.

A laboratóriumi Al_2O_3 mérés hibája maximum ± 1 relatív% [1].

$$d = \frac{d_1 \cdot x_1 + d_2 \cdot x_2}{x_1 + x_2}$$

d = kausztikus Na_2O mérés relatív hibahatára
d_1 = szabad Na_2O mérés relatív hibahatára
d_2 = Al_2O_3 mérés relatív hibahatára
x_1 = mért szabad Na_2O értéke
x_2 = mért Al_2O_3 értéke

az összefüggésbe gyakorlatban előforduló koncentrációadatokat behelyettesítve

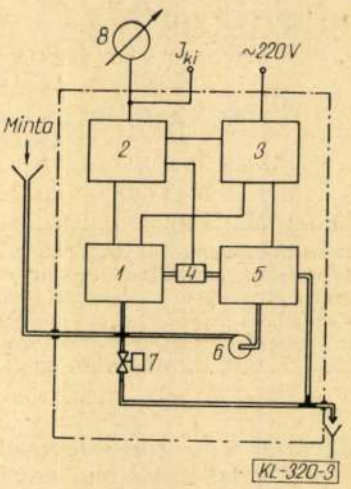
$$d = \frac{0{,}01 \cdot 160 + 0{,}01 \cdot 100}{260} = 0{,}01$$

Rendelkezésünkre áll tehát egy olyan mérési eljárás, mellyel *lugok és zagyok kausztikus Na_2O koncentrációja 1%-nál kisebb hibával, titrálás és adalékanyag nélkül mérhető.*

A mintaelőkészítés desztillált vizes hígítás. A hígítás mértéke a klasszikus elemzéseknél is alkalmazott 10-szeres, esetleg egyes mosóvizeknél 5-szörös. Így a műszer minimális változtatással az üzemi laboratórium elemzési rendszerébe beilleszthető.

Mérőműszerek

Az automatikus lúgbeállításra alkalmazott üzemi műszerből alakítottuk ki a laboratóriumi berendezéseket. Az általános osszcillometriás koncentráció és vezetőképesség mérési feladatokra is alkalmas automatikus laboratóriumi műszer blokkdiagramja a *3. ábrán* látható. A készülékbe öntött mintát egy belső szivattyú a mérőcellán és termosztáton áramoltatja. A 40 ± 0,5 °C-ra



3. ábra. Automatikus laboratóriumi műszer blokkdiagramja

1 — mérőfej; 2 — erősítő; 3 — tápegység; 4 — termisztor; 5 — termosztát; 6 — szivattyú; 7 — szelep; 8 — mutatóműszer

termosztált minta szabad Na_2O koncentrációját a precíziós nagyfrekvenciás kapacitív cella méri. A termosztálás hibáját a termisztor korrigálja. A mért koncentráció értéke a mutató műszerről leolvasható. Külső regisztráló vagy műszer csatlakoztatható. A kausztikus Na_2O elemzés munkamenet a következő: A mintát — ha szükséges — desztillált vízzel a kívánt mértékig hígítjuk, majd a készülékbe öntjük és a mért szabad Na_2O koncentrációértéket leolvassuk. Az (1) összefüggés alapján a kausztikus Na_2O koncentrációt kiszámítjuk. Ezután a lemért mintát gombnyomással a készülékből eltávolítjuk.

A mérés időigénye 2—3 perc.

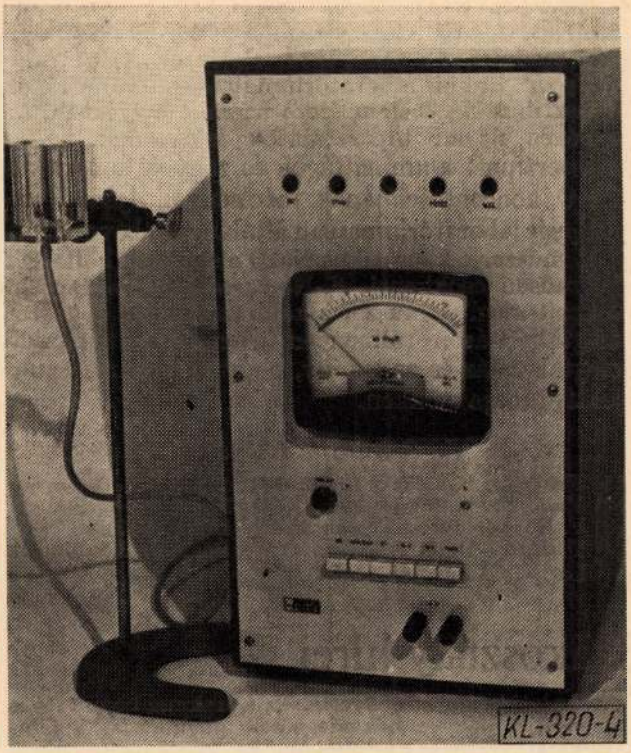
A műszer paraméterei: 5—250 g/l szabad Na_2O (5×, 10× hígításnál vagy hígítás nélkül)
Pontosság: ± 1,0%
Környezeti hőfokváltozás által okozott hiba: ± 0,01%/°C
Hosszú idejű stabilitása: ∅0,5%/hó
Tápfeszültség: 220V ± 15% 50 Hz

A műszer minimális karbantartást igényel. A műszer fényképe a *4. ábrán* látható.

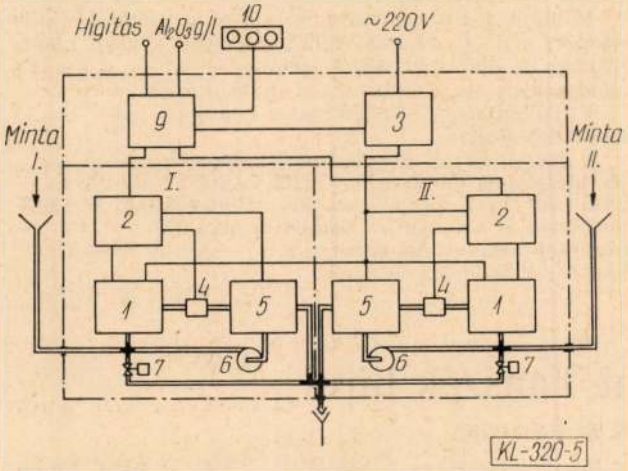
Az *Ajkai Timföldgyárban* rövidesen üzembe helyezendő mérésadatgyűjtő rendszer, majd a távlati tervként szereplő számítógépes üzemirányítás bevezetésénél előnyt jelent, ha az üzemi laboratóriumi műszerek mérési adatai — kellő ellenőrzés után — automatikusan kerülnek a számítógépbe. Kiesik a még egyszerű számításoknál is előforduló tévedési lehetőség, az eredmények hibás leolvasása stb.

Ezért fejlesztettük ki a belső számítóegységgel rendelkező üzemi laboratóriumi elemző műszerünket. A műszer blokkdiagramja az *5. ábrán* látható. Mivel egy timföldgyár összes zagy és lúgmintáinak kausztikus Na_2O elemzésére 2 műszer kell, ezért a két mérőegységet egy dobozba építettük.

A tápegység, a számítóegység és a digitális kijelzőműszer közös. Az egyes mérőegységek azonos felépítésűek az előbb ismertett szabad Na_2O mérő-



4. ábra. Aluminátlúgok kausztikus Na_2O koncentrációjának mérésére alkalmazott automatikus laboratóriumi műszer



5. ábra. Két elemző műszert és számító egységet tartalmazó automatikus kausztikus Na_2O mérő műszer blokkdiagramja

1 — mérőfej; 2 — erősítő; 3 — tápegység; 4 — termisztor; 5 — termosztát; 6 — szivattyú; 7 — szelep; 8 — mutatóműszer; 9 — számító egység; 10 — digitális kijelző műszer

vel. Az I. vagy II. műszer választógombbal kapcsolható a számítóegységre. A lúg vagy zagyminta mért Al_2O_3 koncentrációértékét és a hígítás nagyságát a számítóegységbe betáplálva, a digitális kijelzőműszeren a kausztikus Na_2O koncentráció értéke közvetlenül leolvasható. A beépített osztó áramkörrel a molviszony értéke is kiszámítható. A műszer egység áramkimenettel (0—5 mA vagy 0—20 mA) és digitális kimenettel is rendelkezik.

Méréshatárai — melyek módosíthatók — a következők:

1. táblázat

Mérési időpont	Klasszikus elemzés, *sz*, Na_2O g/l	Műszeres elemzés, *sz*, Na_2O g/l	Eltérés, g/l	Eltérés, %
X. 10. 13.55	112,5	112,5	0	0
14.05	112,5	112,5	0	0
14.10	112,5	112,5	0	0
14.22	112,5	112,3	−0,2	0,18
14.40	112,5	112,3	−0,2	0,18
15.05	112,5	112,3	−0,2	0,18
X. 11. 7.35	112,5	112,5	0	0
8.00	112,5	112,3	−0,2	0,18
8.35	112,5	112,2	−0,3	0,27
9.00	112,5	112,2	−0,3	0,27
9.25	112,5	112,0	−0,5	0,44
10.00	112,5	112,0	−0,5	0,44
10.30	112,5	112,0	−0,5	0,44
12.30	112,5	112,0	−0,5	0,44
13.00	112,5	112,0	−0,5	0,44
13.50	112,5	112,0	−0,5	0,44
15.00	112,5	112,0	−0,5	0,44

2. táblázat

Minta sorszám	Klasszikus elemzés, *sz*, Na_2O g/l	Műszeres elemzés, *sz*, Na_2O, g/l	Eltérés, g/l	Eltérés, %
1	142,9	143,5	+0,6	0,42
2	209,0	208,5	−0,5	0,24
3	142,9	141,8	−1,1	0,77
4	209,0	210,0	+1,0	0,52
5	113,3	113,5	+0,2	0,18
6	142,4	141,8	−0,6	0,42
7	142,9	140,5	−2,4	1,68
8	208,1	210,0	+1,9	0,88
9	114,0	115,0	+1,0	0,75

Betáplálható értékek:

hígítás 5×, 10×, 25×
Al_2O_3 50—220 g/l

Méréstartományok:

kausztikus Na_2O 50—400 g/l
molviszony 1,2—6

Mérési eredmények

A kifejlesztett laboratóriumi szabad Na_2O mérő műszert alkalmazhatósága szempontjából az *Ajkai Timföldgyár kutató laboratóriuma* vizsgálta. Ellenőrizték a műszer stabilitását és reprodukáló képességét. A mérési eredményeket az *1. táblázat* tartalmazza. A készülékbe helyezett ellenőrző lúgminta kausztikus Na_2O és Al_2O_3 koncentrációját klasszikus elemzési eljárással [1] határozták meg, és ebből számolták ki a szabad Na_2O értékét. Az eredményekből megállapítható, hogy a készülék reprodukáló képessége és stabilitása jobb mint 0,5 relatív%.

A továbbiakban különböző *üzemi lúgmintákat* mértek klasszikus elemzési eljárással [1] és osszcillometriás műszerrel. A *2. táblázatban* foglaltuk össze a mérési eredményeket. A táblázatból kitűnik, hogy a klasszikus elemzés hibáját is figyelembe véve a relatív hiba 1,0%-nál kisebb. Az osszcillometriás szabad Na_2O mérőműszert a kedvező mérési eredmények után 1974. elején az *Ajkai Timföldgyár* üzemi laboratóriumában aluminátlúgok kausztikus Na_2O elemzésére üzembe helyeztük. Az egyéves üzemi tapasztalatok kedvezőek, így e műszertípust aluminátlúgok és zagyok kausztikus Na_2O koncentrációjának mérésére az *Ajkai Timföldgyár* laboratóriumaiban általánosan bevezették.

A műszer a kausztikus Na_2O elemzések költségét jelentősen csökkenti, K-Na-tartarátot és $BaCl_2$-t takarít meg. A műszer alkalmazásával a vegyszer megtakarításon túlmenően jelentős a munkaidő megtakarítás és az a tény, hogy az elemzés szubjektív hibája csökken.

IRODALOM

[1] *Fehér I.*: Kohászat *101*, 287 (1968).
[2] *Valló F.*: Kohászat *105*, 137 (1972).
[3] F. K. I. Jelentés. Témaszám: K-1/62. (1973).
[4] *Tóth B.—Valló F.—Pungor E.*: Magyar Kémikusok Lapja *XXIX*. 349. (1974).

A Fémkohászati Szakosztály hírei

Kibővített vezetőségi ülés

A Fémkohászati Szakosztály vezetősége 1974. december 18-án kibővített ülést tartott.

Dr. Laboda Sándor titkár a szakosztály 1974. évi munkásságát értékelte és ismertette az 1975. évi terveket. *Várhelyi Rezső* elnök emléktárgy átadásával köszöntötte azokat, akik 25 éves tagsággal rendelkeznek, majd az 1974. évi társadalmi munkában kitűnt tagtársaknak jutalmakat adott át.

Szakmai bemutató

A Fémkohászati Szakosztály munkaprogramja keretében a *GESIPA Blindnietvertriebs GmbH* osztrák cég tagságunk nagy érdeklődése mellett tartotta meg 1974. novemberében egésznapos szakmai bemutatóját. Több, magasszintű előadás keretében ismertették gyártmányaikat. Bemutatták alumínium-, nemesacél-, acél-, réz és műanyag húzószegecseiket, valamint a szegecseléshez használatos, kézi és pneumatikus vezérlésű gépeiket, fogóikat. Az előadásokat, ismertetéseket filmvetítés és gyakorlati bemutató követte. Ez a szakmai bemutató is bizonyítja, hogy a húzószegecsek alkalmazása a fémszerkezetgyártás és a szerelői munka egyik legkorszerűbb, leggazdaságosabb eljárása. A húzószegecselés munkájához nem szükséges különleges ismeretekkel rendelkező munkaerő és ami ugyancsak fontos: az új módszerre való áttérés csak kis beruházást igényel. A művelet könnyen automatizálható. A módszer helyhez nem kötött, miértis a helyszíni szereléseknél jól használható. A kötések korrózióállóak. A felsorolt előnyökből is adódik, hogy az eljárást mind szélesebb körben alkalmazzák az építőiparban, a járműgyártásban, a tömegcikkiparban és számos más felhasználási területen.

A hallgatóság érdeklődését a kérdések nagy száma és a vita mutatta.

A gyártmányok képviseletét, illetve forgalmazását a Metalloglobus Fémipari és TEK Vállalat vállalta. Szolgáltatást is teljesít: felhasználó vállalatoknak, is magánosoknak is a helyszíni szerelő munkákhoz (pl. alumínium falburkolat, esőcsatorna stb.) — korlátozott számban — szerszámot kölcsönöz.

Dr. Galambos Sándor

A Fémkohászattani Tanszék hírei

1. Látogatások

1974. május 30—31 között a *Nehézipari Műszaki Egyetem Fémkohászattani Tanszékének* oktatói *Dr. Horváth Zoltán* egy. tanár vezetésével baráti látogatáson voltak a *Kassai Műszaki Főiskola Fémkohászattani Tanszékén.*

Június 2—7-ig a Fémkohászattani Tanszék vendégeként egyetemünkön tartózkodott *Alsbeta Gubcova*, a Kassai Műszaki Főiskola Fizikai Kémiai Tanszékének adjunktusa.

Karl-Marx-Stadt-ban megrendezett Nemzetközi Tudományos Diákköri Konferencián egyetemünket *Horváth Béla, Horváth Ildikó, Nagy Béla, Kovács Károlyné* képviselte.

1974. júniusában Mosonmagyaróváron megrendezett *ICSOBA* konferencián *Dr. Wéber József* tudományos munkatárs vett részt.

2. Szakmai gyakorlat

A IV. éves vas- és fémkohómérnök-hallgatók július 1—31 között nyári szakmai gyakorlatukat a *Csepeli Fémműben, az Ajkai Timföldgyár- és Aluminiumkohónál*, illetőleg az *Ipari Szerelvény- és Csőgyárban* töltötték.

3. Diplomavédés

Fémkohászattani Tanszéken 1974. június 25-én megtartott diplomavédésen az alábbi hallgatók szereztek vas- és fémkohászmérnöki oklevelet:

Ács László, Horváth Béla, Horváth Ildikó, Molnár Bertalan, Nagy Béla, Solymosi István, Szabó Lajos, Török Tamás, Vitéz Gabriella, Volszky Katalin.

Diplomatervet *Dr. Czeglédi Béla, Romwalter Alfréd, Dr. Várhegyi Győző, Dr. Zámbó János* bírálta.

A 2. sz. Állami Vizsga Bizottság elnöke *Dr. Horváth Zoltán*, tagjai:

Balsay István, Dr. Csabalik Gyula, Csutor Tivadar, Dr. Czeglédi Béla, Dr. Énekes Sándor, Romwalter Alfréd.

A diplomavédés eredményeit a következő táblázat tükrözi:

	Diploma-terv	Állam-vizsga	Oklevél minősítése
Jeles	3	1	1
Jó	3	3	2
Közepes	2	2	4
Elégséges	2	4	3
Elégtelen	—	—	—

4. Ritkafémek kohászatának oktatása

A Magyar Tudományos Akadémia a Nehézipari Műszaki Egyetemet jelölte ki a ritkafém-kutatás központjává. Ennek a programnak a keretében a NME Fémkohászattani Tanszéke, elsőként, beindította a „*Ritkafémek kohászata*" c. tárgy oktatását heti két órában.

Előadók:

Dr. Várhegyi Győző okl. kohómérnök, a műszaki tudományok doktora, c. egyetemi tanár, tudományos igazgatóhelyettes, Fémipari Kutató Intézet.

Dr. Czeglédi Béla okl. kohómérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, osztályvezető, Mecseki Ércbányászati Vállalat.

5. Oktatás

A Fémkohászattani Tanszék az 1974/75. tanév I. félévében a következő tárgyakat oktatja:

Kémiai metallurgia I. *Dr. Horváth Zoltán* egyetemi tanár

Fémkohászattan I. *Dr. Horváth Zoltán* egyetemi tanár

Fémkohászattan III. *Riedl István* egyetemi adjunktus

Fémkohászattan III. *Riedl István* egyetemi adjunktus

Ritkafémek kohászata *Dr. Várhegyi Győző* c. egyetemi tanár, *Dr. Czeglédi Béla* műszaki tud. kandidátusa

Fémkohászattan (öntő ágazat) *Dr. Sziklavári Károly* egyetemi docens

Fakultatív tárgyak:

Fémkohászattani folyamatok számítógépes irányítása. Algoritmus — *Dr. Siklósi Péter* okl. vegyészmérnök, osztályvezető. Alumíniumipari Tervező Intézet.

A világ alumíniumiparának helyzete — *Timár Vilmos* okl. kohómérnök, fejlesztési vezérigazgatóhelyettes, Magyar Alumíniumipari Tröszt.

A Kémiai metallurgia I. gyakorlatok közül a fajlagos felület meghatározását *Dr. Imre Aladár* tudományos munkatárs (Fémipari Kutató Intézet) vezeti.

6. Találkozók

1974. szeptember 28—29-én tartották *30 éves találkozójukat* 1944-ben Sopronban együtt valétált alábbi kohómérnökök:

Bayer Rezső, Felföldi Zoltán, Hauer Alfréd, Dr. Horváth Auréll, Dr. Horváth Zoltán, Dr. Lipovecz Iván, Poócs Rezső, Dr. Schrauf Róbert, Szy Géza, Dr. Vorsatz Brunó, Wiedermann Vilmos, Zambó Pál.

Meghívott vendég volt: *Dr. Simon Sándor* egyetemi tanár, a Nehézipari Műszaki Egyetem rektora, *Dr. Falk Richard* egyetemi tanár, *Dr. Tarján Gusztáv* egyetemi tanár.

A Nehézipari Műszaki Egyetem 1954-ben végzett kohómérnökhallgatói 1974. szeptember 13-án és 14-én tartották *20 éves találkozójukat. Dr. Antal Boza József* dékán üdvözlő szavai után *Dr. Horváth Zoltán* egyetemi tanár tartott az Egyetem 20 éves fejlődéséről és oktatási rendszeréről diapozitívval illusztrált érdekes előadást. Előadás után megtekintették a Selmeci Könyvtárat és az Egyetem új létesítményeit. A találkozót jól sikerült esttel fejezték be a Junó Szálló éttermében.

Csaba Józsefné

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Két alumíniumkohónak a karib-tengeri országokban való építésére vonatkozó terveit részletes felülvizsgálat alá vonják. Az első előtanulmányt egy angol—NSZK—jugoszláv cégekből álló konzorcium már készíti. Ezt jugoszláv részről *Janko-Smole* jelentette be egy georgetonn-i sajtókonferencián.

Guyana, Trinidad, Tobago, valamint Jamaica részről előirányzott tervek az előtanulmány eddigi eredményei szerint gazdaságosak és technikailag végrehajthatók. A jugoszláv kormány kész a két alumíniumkohó építésének finanszírozásához hozzájárulni. Jugoszláv részről az *Inga* cég biztosítaná a finanszírozását és vállalná a termékek piaci elhelyezését is.

Az egyik kohó Trinidad szigetén létesülne guyanai és jamaicai bauxit ellátás mellett, s a trinidadi sziget földgáz előfordulásait használná fel az üzemeltetéshez. Ennek a kohónak a beindítását 1977 végére tervezik.

A másik kohó Guyanában létesülne a Rio Esseyuibo folyón építendő vízierőműre alapozva. Ennek beindítása 1980-ban várható.

Montan, 260/74.

*

Az egyiptomi hivatalos lapban megjelent közlemény szerint megegyezés született a Szovjetunióval a Nagi Hammadi mellett levő alumínium kombinát tervezett kapacitásának 100 ezer t-ról 170 ezer t/évre való bővítéséről. Az építési munkák előreláthatóan még 1975-ben befejeződnek.

Metall, 1974. november

*

Iránban két új rézérc előfordulási helyet fedeztek fel. Pakisztánnal határos és a *Kerman* tartományban levő előfordulások együttesen kb. 300 millió t becsült készletet jelentenek.

A Sarchmeh-i és öt további kisebb előfordulással — ami összesen 100 millió t készlet — együtt az iráni készletek több, mint 1 milliárd tonnát tesznek ki. Ezzel Irán a mai feltárási helyzetnek megfelelően a világ leggazdagabb rézérc készlettel rendelkező országává lépett elő.

Metall, 1974. november

*

Kanadában 245 ezer t wolfram tartalmú ércet tartanak nyilván, ami az ismert világkészlet 13%-ának felel meg. Az *UNCTAD* adatai szerint Boliviában 15 400 -ás, Ausztráliában 41 200 t-ás, Brazíliában 16 700 t-ás, Franciaországban pedig 16 450 + 19 200 t-ás wolframérc készletet tartanak nyilván, míg Japán 15 700 t, Portugália pedig 24 500 t mennyiségű becsült wolframérccel rendelkezik.

A *VÖEST-Alpine* csatlakozott a *Mittersill* wolframlétesítmény megvalósításához. A schellit előfordulását a *VÖEST-Alpine* a *Metallgeselschaft* és az amerikai *Teledyne* cégek közösen akarják kitermelni úgy, hogy 1977 elejétől kezdve évente kb. 1000 tonna wolfram fém és karbid kihozatalt biztosítanak, amiből mintegy 75% exportra kerülne.

Metall, 1974. november

G. L.

9,6%-kal növelte a *British Aluminium Co Ltd* az elsődleges alumínium árát a megnövekedett energia-, szállítási- és alapanyagköltségekre való hivatkozással. A jamaikai bauxitnak év elején történt drasztikus áremelésének kivédésre a vállalat nem tudott megfelelő ellenintézkedést tenni a brit stabilizációs politika szellemében.

Europa Chemie, 1974. 23. sz.

*

Konzorciumot hozott létre a brazil *Companhia Vale do Rio Doce* (CVRD) és az *ALCAN* a *Trombetas-Bauxitlétesítmény* megvalósítására az alábbi vállalatok bevonásával:

ALCAN Aluminium Ltd, Kanada
Companhia Vale do Rio Doce (CVRD)
Companhia Alumino do Brasil Ltd (a Reynolds Metals Company, USA leányvállalata)
Norsk Hydro A/S, Norvégia
A/S Ardal og Sunndal Verk, Norvégia
Instituto Nacional de Industria, Sspanyolország
Rio Tinto Zinc Corporation, Nagy-Britannia

A részvénytőke 51%-a brazil kézben van. A konzorcium képviseletét a brazil Mineraco Rio do Norte S. A. látja el, amely a szükséges bányászati engedélyek tulajdonosa.

A kérdéses bauxit előfordulásokat az Amazonas medencéjében közel három éves kutatás után fedezte fel az *ALCAN Aluminium Ltd.*

A tervezett éves export 3,35 millió tonna bauxit lesz, és 1978-ra számolnak a szállítások kezdésével. A szállított bauxitból évi 1,2 millió tonnát szánnak az *ALCAN Arrida* (Quebec üzemeibe, Kanadába).

Sprechsaal, 1974. 18. sz.

H. W.

*

Az NSZK-beli *Schloemann-Siemag RT* öntvehengerlő rézhuzalművet épít a milanói *Colata Continua Italiana S. p. A (CCI)* vállalatnak. A berendezések felállítását a *Soutwire Company Carrolton* (Georgia, Morgan Constuction Company, Worcester-Masachusetts) és a *Schloemann Siemag* közösen végzi. SCR-14 típusú (Southwire Continous Rod copper System) berendezést, amelyet a Southwire és Morgan cég közösen fejlesztett ki. Ezen berendezésből eddig a világon 19 működik. Olaszországban ez lesz az első. Az SCR-14 berendezés rézhuzal termelése 25 t/ó 8 mm átmérőjű huzalból. Az öntőkerék átmérője 2400 mm és a profil 3225 mm² keresztmetszetű, amit a Morgan szerkesztésű 12 állványos hengermű alakít huzallá. A készrehengerelt huzalt átfuttatják egy, a hengerállványokhoz csatlakozó pácoló berendezésen, ahol eltávolítják az oxidréteget és utána bevonják védőréteggel, hogy a huzal felületét megvédjék a további oxidációtól. Végül a huzalt Morgan csévére tekercselik.

METALL, 1974. 11. f. 1042. o.

K. J.

*

Az alumíniumpiac továbbra sem problémamentes. Egyrészt egyes termelőknél fémhiány van, másrészt ingadoznak az árak. Az *Aluminium du Canada Ltd* közölte, hogy vis maior miatt nem tudja teljesíteni 1974. évi terveit. A második félév várható termelése 6%-kal lesz a tervezett alatt, sőt a fém tisztasága is rosszabb a szokásosnál, ezért csökken a nagytisztaságú fémből készülő termékek aránya is.

A termelési problémák okai bizonyos berendezések szállításának késése, munkaerőhiány, rosszabb alapanyagminőség a világ nyersanyag nehézségeiből eredően, a bérharc normális termelésre való beállás nehézségei.

Ugyanakkor a *British Aluminium Steel* ezévi harmadik áremelését jelentette be, most 7,08% értékben alumíniumtömbre és félgyártmányokra.

*

A *Montedison* cég a végrehajtott profiltisztítás után most újabb beruházásokat indít 85 milliárd Lira költséggel a dél-olaszországi Chotone-ban. Ezen belül 27 milliárd Lira értékben titándioxid üzemet létesítenek. A beruházások költségének 16%-át fordítják környezetvédelmi létesítményekre.

L'Unine Novelle 1974. 33—34 sz.

*

1975-ben megkezdi működését a lengyelországi Kielce mellett a „*NOVINY*" cementgyár üzemrészeként az a 115 et/év kapacitású timföldgyár, amely bauxit helyett egyéb (hulladék-) anyagokat használ fel. A *Krakkói Bányászati és Kohászati Egyetemen Grzymek* professzor által kidolgozott eljárással a tervezett timföldgyártási kapacitáson kívül 300 et/év cementet is gyártanak a timföld kiegészítő termékeként.

Technik in Polen, 1974. 4. sz.

*

Franciaországban egyedül a vaskohászat környezetvédelmi beruházásai mondhatók kielégítőnek, míg a színesfémkohászat, vegyipar, cementgyártás stb. beruházásai még sokban kifogásolhatók. Franciaország a levegőszennyezettség elleni küzdelemben a beruházási költségekből csak 0,5%-ot fordít ilyen jellegű berendezésekre (Olaszország 0,63%, NSZK 0,75%).

L'Unine Nouvelle, 1974. 40. sz.

*

Az Egyesült Államokban is épít új grafitelektródüzemet az UC (Union Carbide). Az új üzem helye, amelynek beruházási költségei 75 millió dollárt tesznek ki, még nincs eldöntve. Kapacitása a Yabuca-i (Porto Rico) üzemével lesz azonos. Az olaszországi Casertában épülő UC Grafitelektródüzem bővítésére 13 millió dollárt fordítanak.

Industrical Minerals, 1974. 84. sz.

A *Kaiser Aluminium and Chemical* a nyers bauxit árát 17,50 dollárra, a különlegesen kalcinált ércét 27 dollárra emelte tonnánkint.

Industrial Minerals, 1974. 84. sz.

*

A *Weipa-Rijeka* viszonylatban folyó bauxitszállítás díja 50 et-s tételekben szállítva 12 dollár/t.

Industrial Minerals, 1974. 84. sz.

*

A *Volta Aluminium* 1976-ra temai kohójának 20 et/év kapacitásra való bővítését tervezi. A beruházási költségek 90%-át a *Kaiser*, 10%-át a *Reynolds* veszi át.

Metal Bulletin, 1974. szept. 3.

*

Nagy bauxitkészleteket tártak fel a Fülöp-szigetekhez tartozó Samar szigeten. Al_2O_3 tartalom 20—25%, Fe_2O_3 tartalom 25—40%, SiO_2 tartalom 2—3%. Ebből a „bauxitból "kívánják ellátni azt az építendő timföldgyárat, amely a Leyte szigetén épülő *Alcophil* kohónak fogja az alapanyagot szállítani.

Metal Bulletin, 1974. szept. 3.

H. W.

*

A *Csepeli Fémmű* a különleges nehézfémszalag igények kielégítésére a duó és kvartó hengerállványok kiszolgálására a *Technika Guss* NSZK cég által szállított folyamatos vízszintes szalagöntőberendezése 1974. évben már nem fedezte szükségletét. Emellett még szűk keresztmetszetté vált a szalag hasítási és a hőkezelési teljesítmény is.

A *Csepeli Fémmű* ezért szerződést kötött a *Technika Guss* céggel egy újabb, kettős folyamatos vízszintes öntőgép szállítására a már működő öntőgéppel szerzett jó tapasztalatok alapján. Az új szalagöntőgép teljesítménye 900 kg/ó nehézfém szalag (alpakka, bronz, sárgaréz) és 1975. II. n.évében helyezik üzembe. A Csepeli Fémmű egy folyamatos szalag hőkezelő- és pácolóberendezést is rendelt az osztrák *Ebner* cégtől. Ennek teljesítménye 2000 kg/ó. A szalagok hőkezelése és pácolása három szálban párhuzamosan történik. A szállítási határidő 1975. I. n. év.

A *Csepeli Tervező Iroda* által tervezett és az *Egyedi Gépgyár* által gyártott hasító ollót 1974. XII. hó 31-én helyezték üzembe.

A teljes beruházás 83 millió Ft-ot tesz ki és megvalósításával lényegesen csökken a nehézfémszalag behozatala. A nehézfémszalag igény teljes hazai fedezése azonban csak további kb. 1 milliárdos beruházás megvalósításával biztosítható.

K. J.

*

A jugoszláv *majdanpek-bori* bánya- és kohókombinát megbízta *Davy Loewy Ltd Sheffield* angol vállalatot egy rézcsőgyár tervezésével, építésével és felszerelésével. A megbízás értéke 7,5 millió £, amelyből 6,1 millió £ az angol *Lloyds Bank Ltd London* bocsájt a belgrádi *Export-Kredit Bank* rendelkezésére. A csőgyár beindulása előreláthatólag 1977-ben várható.

METALL, 1974. 11. f. 1039. o.

*

Iralco évi 45 000 t-ról 120 000 t-ra növeli az arali alumíniumkohója teljesítményét 1978-ig mintegy 50 millió $ költséggel. Az ehhez szükséges timföldet Indiától kapja a nemrég befejezett irán—indiai kereskedelmi megegyezés keretében.

*

A *Reynolds* vállalat alumíniumrúd présművet tervez 2000 t-ás rúdpréssel az olaszországi *Pontiniában*. *Reynolds* érdekeltsége eddig csak a *cistrnai* alumíniumhengermű és -présmű létesítésében vett részt Olaszországban.

ALUMINIUM, 1974. 11. f. 754. o.

*

A jugoszláv de *Energoinvest* kombinát tervezi a sarajevói *Aluminá* alumíniumfélgyártmánymű újabb teljesítmény növelését, 460 millió dinárral. Egy új présművet létesítenek évi 20 000 t alumíniumprofil termelésére, amit saját fémszerkezeteihez használ fel, de ellátja a bútoripart is. A washingtoni *Import-Export Bank* 9,6 millió $ hitelt bocsát a vállalt rendelkezésére.

ALUMINIUM 1974. 11. f. 755. o.

H. W.

1975 január elsejétől az Egyesült Államok állampolgára 1934 óta először vehet és adhat el szabadon aranyat az Egyesült Államokban, hosszú előkészítés után a fent említett időponttól hatályba lépő törvény értelmében.

METAL, 1974. 9. f. 858. o.

*

A nyugatnémet *Schloemann-Siemag* vállalat rövidesen öt hengerállványból sorbakapcsolt hideg hengerművet szállít a Szovjetuniónak alumínium- és ötvözött alumínium szalag gyártására. A berendezéssel 800—1650 mm széles szalagot hengerelnek. A kiinduló vastagság 6-tól 1 mm a kifutó szalagméret pedig 1,5-től 0,15 mm. A legnagyobb hengerlési sebesség 1260 m/perc, a legnagyobb tekercssúly 15 t. Az évi termelés elérheti a 200 000 t-át vegyes hengerlési programnál.

A *Schloemann-Siemag* cég értesülése szerint a Siemens Erlagen vállalat a tandem sor villamos szerelésénél sok újdonságot alkalmazott. A folyamatszabályozó irányítja a tekercs mozgatás minden fázisát a befűzéstől a hengerlésen át a felcsévélésig és önműködően végrehajtja a lényeges munkafolyamatokat. Minden állvány hidraulikus állítással biztosítja a legpontosabb vastagságtűrést. A hengerek csapágyazásához *Morgoil*-hengercsapágygörgőt építenek be.

A düsseldorfi vállalat a hengersor felállítása után és beindításával Európa legnagyobb és legkorszerűbb alumíniumszalag tandem hideghengerművét adja át.

METALL, 1974. 10. f. 948. o.

*

A tőkés világ 1974. évi első nyolc hónapjában 7 233 000 t alumíniumot termelt, ami 9,3%-kal volt nagyobb az 1973. év azonos időszak 6 662 000 t-jánál az *International Primary Aluminium Institute* (:IPAI:) London megadása szerint.

Az *IPAI* felülvizsgált adatai alapján a tőkés világ alumíniumkohóinak teljesítménye az alábbiak szerint fejlődik (:et-ban:). (Jugoszlávia, Törökország, Egyiptom és India nincs figyelembe véve.)

	1974 év vége	1975	1976
Afrika	287	287	294
Dél-Amerika	317	404	450
Dél-Ázsia	412*	464*	489*
Észak-Amerika	5 557	5 686	5 903
Európa	3 508	3 544	3 616
Óceánia	344	398	398
Kelet-Ázsia	1 501	1 621	1 667*
Összesen	11 926*	12 404*	12 817*

* Helyesbített.

ALUMÍNIUM. 1974. 10. 690. o. *K. J.*

Szabványosítási hírek

ÚJ SZABVÁNYTERVEZETEK

ALUMÍNIUM

MSZ 16405 T *Hengerelt alumínium termékek mélyhúzásra*

A szabványtervezet a mélyhúzható minőségű hidegen hengerelt alumínium és ötvözött alumínium lemezekre, szalagokra valamint a belőlük kivágott tárcsákra vonatkozik. Tárgyalja a mélyhúzással kapcsolatos fogalmakat és általános irányelveket. Az anyagminőségi választék a következő: Al 99,5, Al 99,3, Al 99,0, AlMg1, AlMg2, AlMn1, AlMgSi1, AlMg1Si1. Mélyhúzhatóság szerint két fokozat van: mélyhúzható és különleges mélyhúzható. A két fokozatot a csészehúzási szám és a fülesedési mérték eltérő követelménye különbözteti meg. A szakítószilárdság, a folyáshatár és a nyúlás mindkét mélyhúzhatósági fokozatban azonos, a követelmény számértéke csak az anyagminőségtől és a keménységi állapottól függ.

MSZ 16405 T *Alumínium és ötvözött alumínium hullámlemez*

A tervezet az Al 99,5 k és az AlMg1 k jelű anyagminőségű trapézszelvényű hullámlemezekre vonatkozik. A beépítési szélesség, a hullámmagasság és hossz függvényében négyféle lemezméret szabványos, 3—4 féle vastagsági változatban. A legkisebb szabványos beépítési szélesség 750 mm. a legnagyobb 1000 mm, a legvékonyabb lemez 0,6, a legvastagabb 1,2 mm-es.

RÉZ

MSZ 64/6 T, MSZ 705/6 T, MSZ 711/6 T és MSZ 770/6 T

Rézből és rézötvözetből készült süllyesztékes kovácsdarabok mechanikai tulajdonságai

Az MSZ 64/6 a rézből, az MSZ 705/6 a különleges rézötvözetekből, az MSZ 711/6 az alumíniumbronzból és az MSZ 770/6 a sárgarézből készült süllyesztékes kovácsdarabok szakítószilárdságának, egyezményes folyáshatárának, szakadási nyúlásának és Brinell-keménységének előírásait tartalmazza. A minősítő követelményt a rendelésben külön ki kell kötni, ennek hiányában csak a keménység a minősítő tényező.

ÚJ SZABVÁNYOK

ALUMÍNIUM

MSZ 3714/...6—74 *Ötvözött alumínium. Anyagminőségek alakítás céljára*

A hat önálló szabványból álló sorozat első része az anyagminőségek vegyi összetételét, a második a lemezek és szalagok, a harmadik a rudak, a negyedik a csövek, az ötödik a huzalok és a hatodik része a süllyesztékes kovácsdarabok mechanikai tulajdonságait tárgyalja. Az anyagminőségi választék 24 minőséget tartalmaz, amelyből huszat a szabvány megelőző kiadása is tartalmazott. Ezeknek az anyagminőségeknek a vegyi összetételi előírásaiban csak kisebb korrekciókra került sor, különösen a nagyobb magnéziumtartalmú ötvözeteknél, aholis a magnéziumtartalom szórása csökkent. Új minőség az AlMg4,5 Mn, amely külföldön hegesztési célra a leginkább alkalmazott szerkezeti alumínium ötvözet. Szabványosításával egy, még lágy állapotában is 28 kp/mm² szakítószilárdságú, jól hegeszthető ötvözethez jut a felhasználó ipar. Új még a hegesztett csövek alapanyagaként felhasznált AlMnlMg, a nemesített állapotban min. 46 kp/mm² szakítószilárdságot elérő AlZu3Mg2Ti és az elektrotechnikai rendeltetésű AlSiMgE jelű ötvözet. Kimaradt viszont az eddigi AlSi5 jelű hegesztőhuzal minőség, mivel a hegesztőhuzalok előírásait külön szabvány tárgyalja.

MSZ 16403—74 *Alumínium és ötvözött alumínium. Anodizálható minőségű félgyártmányok*

A szabvány a dekoratív célra, diszítő valamint védődiszítő anódos oxidréteg kialakítására alkalmas ún. „anódizálható" minőségű hengerelt, húzott és sajtolt félgyártmányok előírásaira vonatkozik. A felületen elérhető dekoratív hatás függvényében a szabvány négy minőségi fokozatot különböztet meg, ezek:

— ipari minőség,
— építészeti minőség,
— szerkezeti minőség,
— különleges minőség.

SZELLŐZŐ MŰVEK

1116 Budapest, Építész u. 8—12. Telefon: 451-720, Telex: 22-4163

A Szellőző Művek, mely a legrégibb magyar légtechnikai gyár, egyre több új konstrukciójú termékkel segíti — kiváló szakemberei által — az egyre fokozottabb légtechnikai problémák megoldását.

A „HIDROKLON-T" vizes porleválasztó készülék is ezt a célt szolgálja.

Az új rendszerű vizes porleválasztó készülék finom (0—50 μm) szemcséjű nedvesedő ásványi porok hatásos leválasztására szolgál. A beszívott portartalom — egymást követő — többféle leválasztással kiválik a légáramból. A nagy sebességű poros levegő a készülékben lelassul és a nagyobb méretű porszemcsék szabadeséssel csapódnak a nagy felületű szabad vízfelszínre, majd nedvesedve leülepednek a gyűjtőmedence alján. Ezután a poros légáram ismét felgyorsul és két hosszanti párhuzamos légrésen át lép be az örvénytérbe. Az alsó vízszintes légjáratban keletkező nagy sebességű áramlás magával ragadja a sekély vízréteget és ezáltal intenzíven benedvesíti az íves pályákból összeállított örvénykamrát. A függőlegesen beáramló poros légnyaláb a vízszintes nyalábbal keveredve fokozza a felfelé induló örvénylést. A leválasztandó porszemcsék több, de legalább 1,5 körülforgást végezhetnek az örvénykamrában amíg nedvesedve elérik az íves felületeket borító vízhártyát. A légáramnak is kétszer kell áttörni a hosszanti vízfüggönyöket mielőtt az útjába elhelyezett cseppfogóba kerül. Itt háromszoros ütközéssel leadja folyékony víztartalmát, majd megtisztulva a szabadba távozik az elszívó ventillátoron keresztül.

A komplex jellegű porleválasztásból főleg a turbókamrában lejátszódó folyamat érdekes, mert ez determinálja a szűrés minőségét (frakció-hatásfokot). Hidroklon alkalmazása esetén elmaradhat a ciklonos vagy más rendszerű előleválasztás.

A „Hidroklon-T" készülékek beépítési rendeltetésük szerint alsó vízsugáröblítéssel, vagy kotróláncos iszapkihordóval készülnek.

A kísérleti készülékkel végzett vizsgálati mérésekből az alábbi leválasztási össz-hatásfokok adódtak:

a) Finom szemcséjű öntödei kvarcpor esetén kb. 7000 mg/m³ porterhelésnél 99,82%.

b) Erőművi pernye beadagolásánál hasonló porterheléssel 99,62% az összhatásfok.

Mindkét esetben az örvénykamra felső állítható beömlő rése nyitott állapotban volt és az optimális üzemi vízszint beállítása mellett a leválasztó készülék be- és kilépő csonkjai között mért statikus nyomás 180 kp/m²-re adódott.

Szobahőmérsékletű (20 °C) levegő átáramlásakor a Hidroklon-T vízfogyasztása kb. 2 liter/óra víz, 1000 m³/óra légszállításnál

SZELLŐZŐ MŰVEK „HIDROKLON-T" NEDVES PORELVÁLASZTÓ KÉSZÜLÉKEI

Típus nagyság	Kivitel	Teljesítmény, m³/h	Δp, kp/m²	Főméretek, mm	Súly, kp	
					üresen	víztöltéssel
H1-T	víz-öblítéses	800— 1 600	A készülék ellenállása porgyűjtő csőrendszertől függően Δp 90—190	600/600 ×1500	300	450
H2-T		1 800— 2 500		740/700 ×2200	500	700
H5-T		4 700— 6 800		1800/950 ×2950	1000	1 650
H10-T		9 500—13 500		1800/1600×3315	1900	3 030
H15-T		14 500—19 000		2700/1600×3380	2400	4 820
H20-T		19 000—27 000		2700/2400×4150	3100	6 400
H30-T		28 700—40 000		4000/2400×5230	4700	11 700
H40-T		38 500—54 000		5500/2400×5500	5500	12 500
H50-T		47 800—68 000		6500/2400×5700	6800	13 600
H60-T		57 500—81 000		8000/2500×6000	8000	14 700
H10-Tk	kotró-láncos	9 500—13 500	A készülék ellenállása a porgyűjtő csőrendszertől függően Δp 90—190	2850/1600×3165	2500	4 450
H15-Tk		14 500—19 000		3750/1600×3165	3500	6 350
H20-Tk		19 000—27 000		3750/2400×4000	3800	7 970
H30-Tk		28 700—40 000		5050/2400×4080	5400	11 720
H40-Tk		38 500—54 000		6500/2400×5500	6500	13 500
H50-Tk		47 800—68 000		8000/2400×5700	7800	14 600
H60-Tk		57 500—81 000		9500/2500×6000	9000	15 700

A váltózóréses kettős beömlésű örvénykamrás porleválasztó készülék automatikus vízszintszabályozóval a Szellőző Művek szabadalma, mely két kivitelben — vízöblítéssel (T) és iszapkotrólánccal (Tk) készül a táblázat szerinti teljesítményekkel és főméretekkel.

A prototípus készüléken végzett (VEIKI—1970. V. 12., és SZOT Munkavédelmi Tud. Kut. Int. — 1971. VI. 8.) pormérések szerint 7000 mg/m³ folyamatos porterheléssel az összleválasztási hatásfok 99%-nál jobbnak mutatkozott.

A „Hidroklon-T" készülékek a táblázatban szereplő teljesítményekre gyárthatók típussorozatban és a rendelők esetleges kívánságára felszerelt ventillátorral szállíthatók.

Az utóbbi években a Hidroklon rendszerű vizes porleválasztóból környezetvédelmi célzattal több berendezés készült belföldi használatra.

Referencia

Egy 16 000 m³/h teljesítményű különleges Hidroklon készülék vegyszeres mosással *szagtalanítja* a Philaxia-Vakcina Szérumtermelő Intézetnél a nagyteljesítményű porítva szárító (Niró) készülékekből távozó légáramot.

A Budapesti Mélyfúróberendezések Gyáránál 5000 m³/h teljesítményű vízsugár öblítéses készülék — *szabadtéri felállítással* — biztosítja a köszörű üzemből elszívott levegő portalanítását.

Mindkettő megtekinthető, előzetes bejelentés alapján. Tel.: 451-720/197.

Alkalmazási terület

Minden nagyságrendű régi vagy új, szén vagy olajtüzelésű (szénhidrogén) kazántelephez felszerelhető a „Hidroklon-T" készülékkel működő SO_x füstgáztisztító berendezés.

Szerelvényei alkalmazkodnak a keletkező füstgázok vegyi és fizikai tulajdonságaihoz.

Konkrét érdeklődésre vállaltunk ajánlati osztálya további részletes műszaki adatokkal, alkalmazási szaktanácsadással és ajánlattal szolgál.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

108. ÉVFOLYAM



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1975. MÁJUS HÓ 5

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал **Металлургия**
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen **Hüttenwesen**
Mining & Metallurgical Journal **Metallurgy**

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. 105.
Tel.: 426-795

TARTALOM

DR. HORVÁTH JÁNOS: Forró bontott szénhidrogének és technológiai oxigén befúvatásának hatása a nagyolvasztó metallurgiai viszonyaira 193

BARTA ENDRE—FÁBIÁN JÓZSEF—HORTŐRSI LÁSZLÓ—DR. PÁL GÁBOR: Műszeres mérések csillapított acéltuskók dermedési folyamatának vizsgálatára az Ózdi Kohászati Üzemekben 197

DR. HORVÁTH GY.—ILLYÉS JÁNOS: A vörösiszap vastartalmának hasznosító lehetőségei 203

NÉMETH EMIL: Hazánk legrégibb kohászati anyagvizsgálati laboratóriumának fejlődése Diósgyőrben 208

RÓNASZÉKI L.-NÉ: Egy „Quantimet 720" automatikus képelemző berendezés 212

NEUBAUER IRÉN—ROMWALTER ALFRÉD: Olvasztott alumíniumoxid tolókemence-sínkövek és vasreve kölcsönhatása 1400 °C-ig 216

Műszaki és gazdasági hírek, Egyesületi hírek 207, 220

WEIGL ERNŐ 1900—1975 221

FÉMKOHÁSZAT

DR. HORVÁTH ZOLTÁN: Ritkafémek előállításának elméleti alapjai, I. rész 222

DR. SCHIPPERT LÁSZLÓ: A semleges szögek (γ_0) közötti általános összefüggés szalagok hideghengerlésekor, a szilárdsági és geometriai jellemzők 229

JAKÓBI GYULA—PINTÉR GÉZA: A tartózkodási idő értelmezése a timföldgyártásban, keverővel ellátott tartályok esetén 235

A Fémkohászattani Tanszéken kiadott diplomatervező feladatok 236

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek, Hazai fémkohászati hírek 239, 240

ÖNTÖDE

DR. NÁNDORI és társai: A nedves formázókeverékek tömörítettségének vizsgálata a gázáteresztő képesség mérése alapján 97

DR. FUCHS E.—DR. GERGELY M.: Az izotermás cementitbomlás aktiválási energiája a temperáló hőkezelés első lépcsőjében 104

FÜREDI JÁNOS—HAVASI LÁSZLÓ: Öntöttvas üvegipari formák tapadási hőmérsékletének vizsgálata 109

Egyetemi hírek 113

Miről írt 70 évvel ezelőtt a Bányászati és Kohászati Lapok? 115

Szakosztályi hír 118

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 426-795.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

75. 5. 4336 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16. **F. v.: Povárny Jenő**

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámára.

Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.

Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770.

Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft.

Index: 25,155

ÉVFOLYAM ГОД JAHRGANG YEAR 108

SZÁM № Nr. No. 5

MÁJUS МАЙ MAI MAY 1975

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ МЕТАЛЛУРГИЯ
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN HÜTTENWESEN
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY METALLURGY

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р Хорват Янош: **Влияние продувки горячих углеводородов и технологического кислорода на металлургические характеристики доменной печи** ..... С 193

Исследовано влияние совместного применения горячих углеводородов (природный газ) и технологического кслорода на металлургические характеристики доманной печи. На основе проведенных расчётов установлено, что при постоянной теоретической температуре горения и концентрации кислорода сушествует такая температура продувки, при которой расход кокса минимальный. Этим значением является 50 кг/т чугуна. В этом случае имеет место 100% индиректное восстановление и для директного восстановления кокс не требуется.

Барта Ендре—Фабиан Ёжеф—Хортэрши Ласло—Пал Габор: **Экспериментальное исследование просесса затвердевания слитка спокойной стали на Оздском Металлургическом заводе** ..... С 197

Авторами проведено непреривное измерение температур в затвердевающем слитке спокойной стали и в системе изложница-прибыльная надставка-поддон по 12—12 точек. Кроме этого, были измерены расширение изложницы и величина зазора между слитком и изложницей. Опыты были проведены на квадратных слитках с массой 4,5 тонн. Опыты дали представление о просессе затвердевания данного слитка и свидетелствовали о надежности применяемой методики.

Д-р Хорват Дюла—Иёш Янош: **Возможности использования содержания железа красного шлама** ..... С 203

Исследована возможность применения содержания железа в красном шламе. При комплексной обработке красного шлама был произведен жидкий чугун и сталь. Экономические расчёты показывают что самые благоприятные результаты могут быть получены при кислородном методе.

Немет Эмил: **Развитие самой старой в стране лаборатории исследования металлургических материалов в Диёшдьёре** ..... С 208

История лаборатория исследования материалов в Диёшдьёре. В Диёшдьёре была создана первая в стране центральная лаборатория исследования материалов, в которой применялись передовые методы. Приведены документы в которых положительно отзываются о производстве качественной стали в Диёшдьёре. Условия создания центральной лаборатории для исследования материалов с целью производства более качественных сталей, подвергаемых сильным нагрузкам.

Ронасеки Ласлоне: **Автоматическии анализатор картин „Квантимет 720“** ..... С 212

Принцип работы прибора „Квантимет 720“, установленного в Исследовательском институте чёрной металлургии в Будапеште. Возможности измерения.

Наибауер Ирен—Ромвалтер Алфред: **Взаимодействие между поверхностью жаропрочных камнеи произведенных из оксида алюминия и окалиной в проходных печах до температуры 1400 °С** .. С 216

При заводских условиях эксплуатации нагревательных печей очень часто создаётся необычайно прочная связь между поверхностью жаропрочных профильных камней приготовленных из Al_2O_3 и окалиной, накопленной на этой поверхности. Кристаллохимические реакции протекающие на поверхности камней и окалины, приводяшие к твёрдой связи до температуры 1400 °С и образование продуктов реакции могут быть прослежены и количественно оценены с помощью микрозондовых исследовании и рентгеноструктурного анализа, проведенного при высоких температурах.

Д-р Хорват Золтан: **Теоретические основы производства редких металлов. I.** ..... С 222

Приведены методы производства самых важных металлов: углеродное и углеродо-термическое восстановление, карбонизация с CO и H_2 (из оксидов, галогенидов), силико-, алюминиево-, магниево-, натриево-, кальциево-, лантанево -термическии метод; йидидный, карбонильный и гидридный методы, основанные на термическом распаде; субгалидный метод, электролиз из раствора и расплава. Обсуждена теория цементации, равновесие при электролизе; приведены возможности применения перечисленных методов.

Д-р Шипперт Ласло: **Общая зависимость между нейтралными углами прочностными и геометрическими характеристиками при холодной прокатке лент** ..... С 229

Трение наблюдаемое при холодной прокатке зависит от многих факторов. На основе многочисленных экспериментальных приводится новый метод для определения зависимости между нейтралным углом, непосредственно влияющим на трение, среднем пределом текучести в зоне деформации, упрочнением и геометрическими факторами, характерными для захвата. Удовлетварительную точность данной зависимости доказывают численные примеры.

Якоби Дь.—Пинтер Г.: **Замечания к понятию „времени выдержки“ при баках снабженных мешалкой** ..... С 235

Обяснение понятия „времени выдержки“ является значительной помощью для специалистов занимающихся принципиальными и практическими проблемами. Время выдержки может быть применено только ограничениями в случае баков снабженных мешалкой, потому что в таких случаях оно относится лишь на определенную часть поданного в баки материала.

INHALT

Dr. J. Horváth: **Die Wirkung des Einblasens von zerlegten, heissen Kohlenwasserstoffen und von technologischen Sauerstoff auf die metallurgischen Vorgänge im Hochofen** ..... S 193

Untersucht wurde die Wirkung des Einblasens von zerlegten, heissen Erdgas und von technologischen Sauerstoff auf die metallurgischen Vorgänge im Hochofen. Berechnungen bestätigen, dass bei ständiger Temperatur und Sauerstoffkonzentration auch eine Windtemperatur existiert, bei welcher der Koksverbrauch einen minimalen Wert erreicht. Dieser Wert liegt bei 50 kg Koks/t Roheisen. In diesem Falle beträgt die indirektre Reduktion 100%, und für direkte Reduktion wird kein Koks verbraucht.

E. Barta—J. Fábián—L. Hortörsi—Dr. G. Pál: **Apparative Messungen zur Untersuchung des Erstarrungsvorganges von beruhigten Stahlblöcken im Eisenwerk zu Ózd** ..... S 197

Kontinuierliche Temperaturmessungen an 12, vom Blockkopf bis zur Giessplatte sich erstreckenden Stellen der erstarrenden Blöcke. Ausserdem wurde noch die Wärmeausdehnung der Kokillen und der Spalt zwischen Block und Kokille gemessen. Die Versuche wurden an 4,5 Tonnen Vierkant-Blöcke durchgeführt. Die Messungen ergaben eine Aufklärung über den konkreten Erstarrungsvorgang und bewiesen die Richtigkeit der angewendeten Prüfmethode.

Dr. Gy. Horváth—J. Illyés: **Die Möglichkeiten der Ausnützung des Eisengehaltes von Rotschlamm** S 203

Während der komplexen Aufarbeitung wurde aus Rotschlamm flüssiges Roheisen, bzw. Eisenlupen und aus diesen Stahl erzeugt. Aufgrund der wirtschaftlichen Erwägungen ergibt das umgekehrte Sauerstoff-Verfahren die besten Ergebnisse.

E. Németh: **Die Entwicklung des ältesten ungarischen Hüttenlaboratoriums in Diósgyőr** ..... S 208

Die Geschichte des Laboratoriums für Werkstoffprüfung in Diósgyőr. Es war erste Zentrallaboratorium und war zu jeder Zeit mit zeitgemässen Prüfeinrichtungen versehen. Anerkennungsdokumente über die Qualitätsstahlerzeugung in Diósgyőr. Prüfeinrichtungen zur Steigerung der Qualität von der für höheren Beanspruchungen geeigneten Stählen.

Frau L. Rónaszéki: **Eine automatische „Quantimet 720" Bildanaliysier-Einrichtung** ..... S 212

Wirkungsprinzip und Messmöglichkeiten der im Eisenforschungs-Institut aufgestellten „Quantimet 720" automatischen Bildanalysier-Einrichtung.

I. Neubauer—A. Romwalter: **Die gegenseitige Aufeinanderwirkung der aus geschmolzen Al_2O_3 hergestellten Gleitsteine für Tieföfen und des Walzsinters bis 1400 °C Temperatur** ..... S 216

Bei den Betriebsumständen der hüttentechnischen Wärmöfen entsteht oft eine feste Bindung zwischen der Oberfläche der ff. Formsteine aus Al_2O_3 und dem auf ihnen anhäufenden Walzsinter Die kristallchemischen Reaktione, welche auf die Grenzfläche der Sinteransätze und der Gleitsteine bei 1400 °C auftreten. Die Entstehung der Produkte dieser Reaktione kann mit Elektronenstrahl-Mikroanalyse, sowie mit auf hoher Temperatur durchgeführten Röntgendiffraktions-Prüfung auch quantitativ verfolgt werden.

Dr. Z. Horváth: **Theoretische Grundlagen der Darstellung von seltenen Metallen I. Teil.** ..... S 222

Die Arbeit beschreibt die wichtigsten Verfahren zur Erzeugung von Metallen: die karbo- und karbidothermische Reduktion, des Feinen mit CO oder H_2 (aus Oxyden oder Halogeniden), das siliko-, alumino-, magnesio-, natrio-, kalzio-, lanthanothermische Verfahren, das auf thermischer Zersetzung beruhende Jodid- oder van Arkel-Verfahren, das Karbonyl-, das Hydrid-, das Subhalidverfahren, die Zersetzung der komplexen Metallverbindungen, die Elektrolyse aus wässeriger, organischer Lösung oder Schmelze, die Theorien, Gleichgewichte und Ausgangstemperaturen dieser Verfahren. Weiter werden die Griffe zur Erleichterung oder Herbeiführung der einzelnen Verfahren und die Anwendungsmöglichkeiten der Verfahren beschrieben.

Dr. L. Schippert: **Allgemeine Beziehung zwischen den neutralen Winkeln (γ_0) beim Kaltwalzen von Band und die geometrischen und Festigkeitskennwerte** ..... S 229

Die Reibung beim Kaltwalzen von Band ist von zahlreichen Faktoren abhängig. Es wird auf Grund von Messungen ein neues Verfahren beschrieben, um die Beziehungen zwischen dem mit der Reibung unmittelbar zusammenhängenden neutralen Winkel, der mittleren Streckgrenze in der Deformationszone, der Härte und den für den Stich kennzeichnenden geometrischen Faktoren zu bestimmen. Mehrere Zahlenbeispiele beweisen die annehmbare Genauigkeit der Beziehung.

Gy. Jakóbi—G. Pintér: **Bemerkungen zur Deutung der Verweilzeit in Behältern mit Rührern in der Tonerdeerzeugung** ..... S 235

Die Klärung des Begriffes der Verweilzeit ist dem Fachmann, der theoretische und praktische Fragen behandelt, eine grosse Hilfe. In Behältern mit Rührern darf man die Verweilzeit nur mit gewissen Begrenzungen anwenden, weil sie sich nur auf einen Teil der in den Behälter eingeführten Substanz bezieht.

CONTENTS

Dr. J. Horváth: **Influence of hot decomposed hydrocarbons and technological oxygen on the metallurgical conditions in the blast furnace** ..... P 193

The author studies the effect of a combined injection of hot decomposed hydrocarbons (natural gas) and technological oxygen on the metallurgical conditions in the blast furnace. For a constant theoretical temperature of combustion and oxygen concentration he calculates the temperature of the blast which gives a minimal coke consumption. This value is 50 kg per ton of pig iron. In this case indirect reduction is practically 100% and no coke is consumed for the direct reduction.

E. Barta—J. Fábián—L. Hortőrsi—dr. G. Pál: **Instrumented measurementes for studying the process of solidification of killed steel blocks at the Ózd Metallurgical Works** ..... P 197

The authors have made continuous temperature measurements in the solidifying block and in the system comprising the ingot mould — the feeder head cap — the casting plate, at 12 points of each system. They also measured the thermal dilatation of the ingot mould and the size of the slit between the block and the ingot mould. Killed rectangular 4,5 ton block were used for the tests. The results furnished a picture of the actual process of solidification and proved the reliability of the employed method.

Dr. Gy. Horváth—J. Illyés: **Utilization of the iron content of red mud** ..... P 203

The authors have studied the utilization of the iron content of rud med. The complex processing of red mud has yielded iron nodules, and liquid pig iron respectively, which was processed to steel. According to economic considerations the best results may be expected by using the inverse oxygen process.

E. Németh: **The development of the oldest Hungarian metallurgical materials testing laboratory at Diósgyőr** ..... P 208

The author describes the history of the materials testing laboratory at Diósgyőr. This was the first central industrial materials testing laboratory of Hungary, equipped for the most modern testing procedures of that age. Contemporary documents express their appreciation of the quality steel production at Diósgyőr. The establishment of the central laboratory is described which was intended to aid the production of steels for increased performances.

Mrs. L. Rónaszéki: **The automatic image analyzer "Quantimet 720"** ..... P 212

The principle of operation and the possibilities of measurement of the automatic image analyzer Quantimet 720 set up at the Research Institute for Ferrous Metallurgy.

I. Neubauer—A. Romwalter: **Interaction of cast aluminium oxide shapes (rails in pusher furnaces) with iron scle up to 1400 °C** ..... P 216

In the operating conditions of heating furnaces in steelworks often a very strong bond is formed between the surface of the cast Al_2O_3 shapes the scale deposited on the shapes. The crystal chemical reactions between the adhering scale and the rail shape which gives a strong bond up to 1400 °C can be followed by electron beam micro analysis and by high temperature X-ray diffraction qualitatively and quantitatively.

Dr. Z. Horváth: **Theoretical bases of the production of rare metals I.** ..... P 222

The author describes the theory, equilibrium and starting temperatures of the main processes used to produce rare metals: the carbo- and carbidothermal reduction, refining with CO and H_2 (of oxydes and halides), the silico-, alumino-, magnesio- sodio-, calcio-, lanthanothermal process, the van Arkel process of the thermal decomposition of iodides, the carbonyl, hydride, subhalide processes, the decomposition of complex metal compounds, electrolysis of aqueous, organic solutions and melts and cementing. He discusses procedures for forcing and facilitating various processes and the areas of application of the processes.

Dr. L. Schippert: **The general relationship between the neutral angles (γ_0) in the cold rolling of strip and the mechanical and geometric characteristics** ..... P 229

The extent of friction in the cold rolling of strip depends on many factors. On the basis of numerous tests a novel method is presented for calculating the relations hip between the neutral angle which is in direct connexion with friction, the mean yield point in the zone of deformation, hardening and the geometric factors characterizing the pass. Several numerical examples prove the acceptable precision of the relationship.

Gy. Jakóbi—G. Pintér: **Remarks on the interpretation of the time of retention in tanks with stirrers in the production of alumina.** ..... P 235

The correct interpretation of the concept of retention time is of great assistance to the expert who studies practical and theoretical problems. In tanks with stirrers the retention time should be applied with certain restrictions because it is applicable to only a certain part of the substance introduced into the tank.

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
DR. FUCHS ERIK, GARAY LÁSZLÓ, KOLOSY ERNŐ, RUHMANN JENŐ

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, CSEH MIKLÓS, DR. HAJTÓ NÁNDOR, HARRACH WALTER, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOLLÁR SÁNDOR, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VAS IVÁN, DR. VERŐ BALÁZS.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

108. évfolyam 5. szám 1975. május

Forró bontott szénhidrogének és technológiai oxigén befúvatásának hatása a nagyolvasztó metallurgiai viszonyaira*

Dr. HORVÁTH JÁNOS okl. kohómérnök, igazgató
Vasipari Kutató Intézet

DK: 669.162.262:669.046.55

A szerző a forró bontott szénhidrogének (földgáz) és a technológiai oxigén együttes alkalmazásának hatását vizsgálja a nagyolvasztó metallurgiai viszonyaira. Számításokkal megállapítja, hogy állandó elméleti égéshőmérsékleten és oxigén koncentráció mellett létezik olyan fúvószél hőmérséklet, amelynél a kokszfogyasztás minimális. Ez az érték 50 kg/t nyersvas. Ez esetben az indirekt redukció gyakorlatilag 100% és a végbemenő direkt redukcióra kokszot nem használnak fel.

A tanulmányban a forró bontott szénhidrogének (földgáz) és a technológiai oxigén együttes alkalmazásának a nagyolvasztó metallurgiai viszonyaira gyakorolt hatását vizsgáljuk.

A földgáz vízgőzös és széndioxidos bontásának tüzetes analízise azt mutatja, hogy a konvertált egyensúlyi gázelegyek megfelelő keverésével nagy hőmérsékleten szénmonoxidból és hidrogénből változtatható összetételű gázelegy állítható elő.

Számításaink során az elegy összetételét, továbbá a gyártás összes lényeges jellemzőjét állandó értéken tartottuk. Változónak vettük az elméleti égéshőmérsékletet, a fúvószél oxigéntartalmát és hőmérsékletét, amely a bontott gázéval mindig egyezett.

Ezekből a számításokból kiderül, hogy állandó elméleti égéshőmérsékleten és rögzített oxigén koncentráció mellett létezik olyan fúvószélhőmérséklet, amelynél a fajlagos kokszfogyasztás minimális. A hőmérsékletnek ez a kritikus értéke közel azonos az elméleti égéshőmérséklettel. Az említett minimális kokszfogyasztás pedig a nyersvas felszenesítésének és a metánképződés karbonigényének az összegével egyenlő. Ilyen viszonyok a nagyolvasztóban viszont csak úgy állhatnak fenn, ha a végbemenő direkt redukcióra kokszot nem használunk.

Az utóbbi tíz-tizenöt esztendőben a nyersvasgyártás fejlődése jelentősen meggyorsult. A korszerű elegyelőkészítései technológiák széles körű elterjedése miatt a zsugorítvány, a pellet és a koksz fizikai és metallurgiai tulajdonságai számottevően megjavultak. A javulás hatására kiküszöbölődtek azok a gyártástechnológiai korlátozó tényezők, melyek a nagyolvasztók térfogatnövelésének addig határt szabtak. Ennek eredményeként a nagyolvasztók térfogatát, ezzel együtt a teljesítőképességét növelni lehetett, mindkettő igen rövid idő alatt megkétszereződött. Napjainkban a 4—5000 m^3-es nagyolvasztók tervezése, építése, üzemvitele már napi feladat. A nagy térfogatú egységek építése gazdasági vonatkozásban a nyersvas fajlagos költségét csökkentette, műszakilag pedig kedvező lehetőséget teremtett a nagyolvasztóüzem teljes automatizálására és számítógépes vezérlésére.

Jelenleg az a helyzet, hogy a kokszfogyasztás további erőteljes csökkentése — jó elegyelőkészítés mellett — már csak az 1100—1300 °C-ra növelt fúvószél hőmérséklettel és a különböző szénhidrogéneknek (elsősorban olaj és földgáz), illetve redukáló gázoknak a nagyolvasztóba való befúvatásával érhető el.

Valamennyi technológiai jellegű változtatás között a szénhidrogének befúvatásának van a legnagyobb hatása a nagyolvasztó hőtani és metallurgiai folyamataira. A szakirodalom az utóbbi években ebből kifolyólag egyre többet foglalkozik az ilyen kérdésekkel.

Széles körű elméleti és üzemi vizsgálatok bizonyítják, hogy a szénhidrogének felhasználása szá-

*Düsseldorfban a Nemzetközi Vaskohászati Kongresszuson 1974. máj. 27-én elhangzott előadás rövidített anyaga.

mottevő kokszmegtakarítással jár. A szénhidrogének befúvatásának mértékét azonban az égéskor keletkező nagyobb medencegázmennyiség és ennek kisebb hőtartalma korlátozza.

Számításaink és irodalmi adatok szerint a gazdaságosan befúvatható nyers földgáz 70—90 Nm^3/t nyersvas. A fúvólevegő oxigénes dúsítása és 1000 °C-nál nagyobb hőmérsékletre való hevítése újabb lehetőségeket teremt a befúvatott hideg szénhidrogén mennyiségének növelésére, de ezek a lehetőségek is erősen korlátozottak.

Ezzel szemben nagy reményekre jogosít a kokszmegtakarításban a szénhidrogének nagyolvasztón kívül történő bontásával előállított 1200 °C-nál nagyobb hőmérsékletű redukáló gázok és oxigén együttes felhasználása.

Ha a kokszot a nagyolvasztóban száraz atmoszferikus fúvólevegővel égetjük el, a képződő medencegáz kereken 35% szénmonoxidból és 65% nitrogénből áll. A medencegáz hőtartalma a fúvószél hőmérsékletétől függ. Ez egyben az egyik legfontosabb „hőforrás" is, amely biztosítja a folyamatok lejátszódásához és a kohósítás termékeinek a kellő hőmérsékletre való felmelegítéséhez feltétlenül szükséges hőmennyiséget. Ismeretes, hogy a jó eredményekkel dolgozó nagyolvasztóknál a koksz égésekor az elméleti égéshőmérséklet a medencegáz hőtartalmából visszaszámolva 2000—2200 °C.

Tegyük fel, hogy a nagyolvasztón kívül 35% szénmonoxidot és 65% nitrogént tartalmazó szintetikus gázt állítunk elő. Ha ezt a gázt 2000—2200 °C-os hőmérsékletre hevítve a fúvóövbe juttatjuk, akkor az pontosan olyan termikus állapotban kerül oda, ami a koksz égésének megfelel. Ebben az esetben a kokszfogyasztás mindössze a direkt redukció, a nyersvas felszenítése és a jelentéktelen mértékű metánképződés karbon-igényének kielégítésére korlátozódik. A forró redukáló gázok befúvatásának alapgondolata tehát az, hogy a koksz-karbon égéséből származó medencegáz egy részét szintetikus gázzal helyettesítjük.

Ebben a szintetikus gázban a redukáló komponens természetesen jelentősen több lehet, mint az atmoszferikus levegővel elégetett koksz-karbonból képződött medencegázban.

Jelenleg nyilván nem tudjuk a szintetikus gázt 2000—2200 °C-ra hevíteni, hiszen ilyen célra sem megfelelő tűzállóanyagokkal nem rendelkezünk, sem a forrószélvezetékek és az egyéb berendezések ma még nem képesek ilyen nagy hőmérsékleten üzemszerűen dolgozni. A szintetikus gázban azonban a redukáló komponensek százalékos arányának növelése (majdnem egészen 100%-ig) viszonylag egyszerűen megvalósítható.

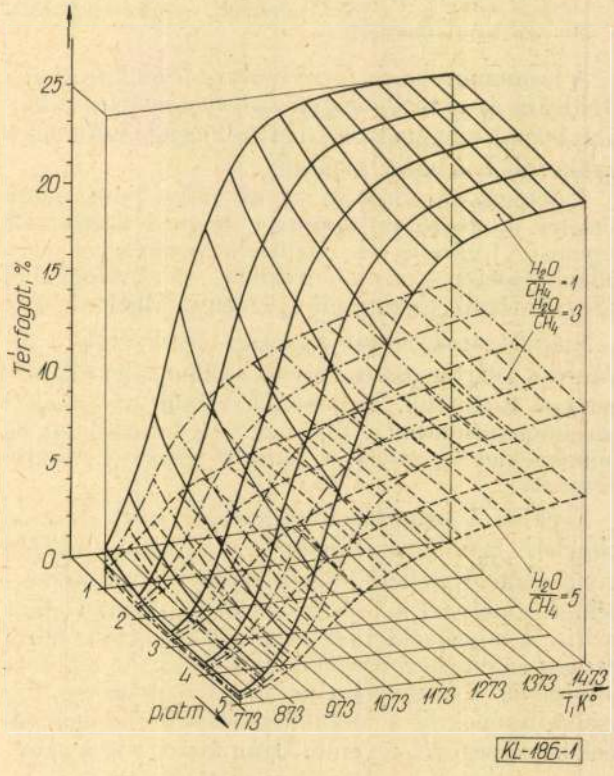
A mosott, bontott, illetve forró konvertált redukáló gázok felhasználása a nyersvasgyártásban teljesen új, a kidolgozás, illetve a kikísérletezés kezdeti állapotában levő technológiai irányzat. A legutóbbi években ez a téma egyre több metallurgus érdeklődését keltette fel. Az eddig megjelent tanulmányok mind azt vizsgálják, hogy miként növelhető a medencegáz redukáló képessége forró redukáló gázoknak a nagyolvasztóba történő befúvatásával.

A végleges megoldás előfeltétele a nyersvasgyártás hőtechnikai és metallurgiai követelményeit kielégítő, üzembiztosan és gazdaságosan működő szénhidrogénbontó vagy gázmosó megválasztása, illetve kialakítása.

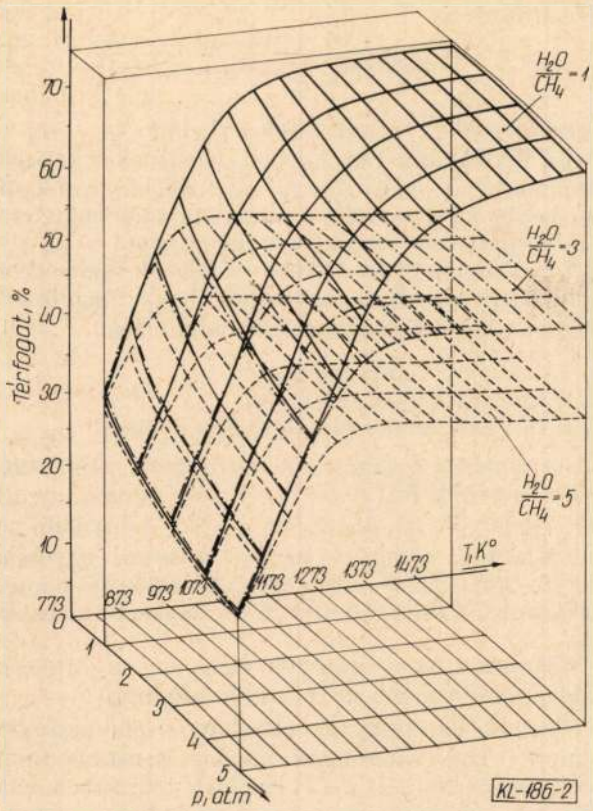
A szénhidrogéneket nálunk a fúvólevegő oxigénes dúsítása nélkül nyersen juttatják a nagyolvasztóba. Ismeretes, hogy a befúvatott hideg nyersgáz vagy olaj mennyiségének optimuma van. Ez ott jelentkezik, ahol legkedvezőbb a kokszegyenérték. A koksz-földgáz egyenértékoptimum egyéb tényezők figyelembevétele mellett 70—90 Nm^3 földgáz/t nyersvas, míg a koksz-olaj egyenértékoptimum 50—60 kg/t nyersvas, természetesen a megfelelő forrószélhőmérsékletnél.

Nagyobb mennyiség befúvatásakor az egyenérték romlik. Ez az oka annak, hogy a mind a hazai, mind a külföldi kohóművek a szénhidrogén-befúvatás kezdeti fajlagos értékét egy kisebb — optimális — szintre csökkentették. Az optimális szint a fúvólevegő oxigénes dúsításával csak kis mértékben növelhető. Példának szovjet adatokat említek. A Szovjetunióban 1965-ben a befúvatott földgázmennyiség a kohóműveknél 81 Nm^3/t nyersvas volt. Ez 1970-ben 68,2 Nm/t nyersvasra csökkent. 1971-ben, amikor a fúvólevegő oxigénes dúsítása általánosabb lett, a mutató 71,5 Nm/t nyersvasra módosult, és 1973-ban 71,4 Nm^3/t volt 50,5 Nm^3O_2/t nyersvasérték mellett.

A fajlagos szénhidrogénfelhasználás növelését vagy másként a kohókoksznak szénhidrogénekkel való helyettesítését a metallurgusok az egész világon központi feladatnak tartják. Ennek oka ab-



1. ábra. 97,03% metántartalmú földgáz vízgőzös bontásakor egyensúly esetén a gázelegy szénmonoxidtartalmának változása a nyomás és a hőmérséklet függvényében 1, 3 és 5 kezdeti vízgőz és metánarány mellett



2. ábra. 97,03% metántartalmú földgáz vízgőzös bontásakor egyensúly esetén a gázelegy hidrogéntartalmának változása a nyomás és a hőmérséklet függvényében 1, 3 és 5 kezdeti vízgőz és metánarány mellett

ban keresendő, hogy egyrészt a kokszolható szénkészlet mindenütt erősen csökken és a kitermelés költségei állandóan nőnek, másrészt a feltárt szénhidrogénvagyon egyre nagyobb lesz.

A szénhidrogének felhasználása a nyersvasgyártásban ezért az olyan országokban legidőszerűbb, ahol a kokszot importálják, ugyanakkor a szénhidrogénkészlet jelentős. Hazánk is az ilyen országok sorába tartozik.

Fentiek előrebocsátása után azt tűztük ki feladatul, hogy megvizsgáljuk a nagyolvasztó metallurgiai viszonyainak alakulását forró, bontott földgáz és technológiai oxigén együttes alkalmazása esetén. A számítások elvégzése előtt tüzetesen elemeztük a földgázkonverzió egyensúlyát az állapothatározók, nevezetesen a nyomás, a hőmérséklet és a koncentráció függvényében.

Két rendszerrel foglalkoztunk:

A földgáz-vízgőz és a földgáz-széndioxid rendszerrel. A vízgőzös és a széndioxidos konverzió során a gyakorlatilag fontosnak bizonyult reakcióegyenletek számításba vevésével matematikai modellt alakítottunk ki az egyensúlyviszonyok jellemzésére. A matematikai modell mindkét esetben többismeretlenes nemlineáris algebrai egyenletrendszer volt, amelyet a benne szereplő állandók megfelelő változtatásával kiértékeltünk.

Az *1.* és *2. ábra* a földgáz vízgőzös konvertálásánál mutatja az egyensúlyi gázelegy szénmonoxid és hidrogén tartalmának alakulását az állapothatározók függvényében.

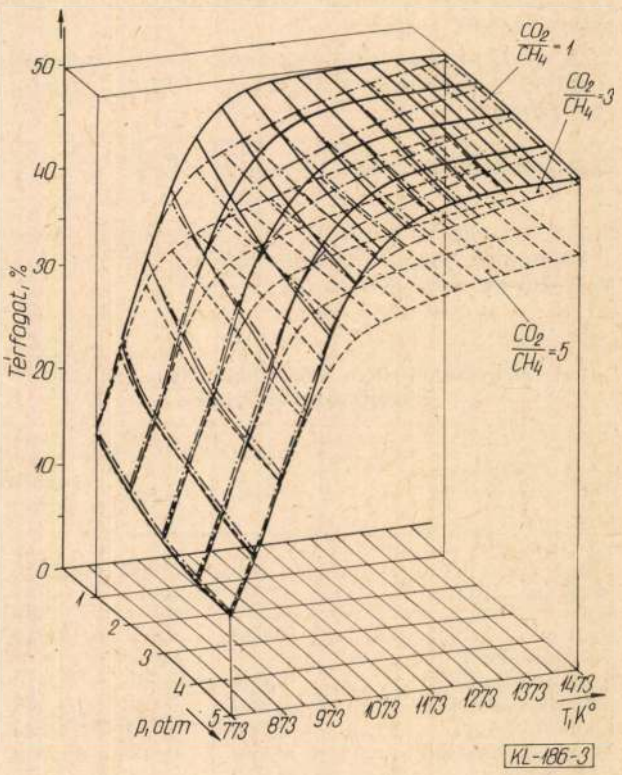
Hasonló jellegű a *3.* és *4. ábra* is, amely a földgáz széndioxidos konvertálásának eredményeit tartalmazza. A számítások azt mutatták, hogy a földgázból vízgőzös, illetve széndioxidos konvertálással olyan gázelegy állítható elő, amely nagy hőmérsékleten gyakorlatilag szénmonoxidból és hidrogénből áll. Az ilyen gázelegyek megfelelő keverésével kapott egyensúlyi gázban a hidrogéntartalom aránylag tág határok között variálható. Ebből kifolyólag semmi akadálya nincs annak, hogy földgázból 50% szénmonoxidot és 50% hidrogént tartalmazó konvertált gázt fúvassunk a nagyolvasztóba.

A forró, bontott földgáz metallurgiai hatásának tanulmányozásánál a Ramm-féle, általunk módosított, elegyszámításra támaszkodtunk. Ez az eljárás, mint ismeretes, az anyag és a hőmérleggel egyszerre operál. Tulajdonképpen egy lineáris algebrai inhomogén egyenletrendszer, amelynek megoldása révén kiadódik az 1 Mp nyersvas előállításához szükséges elegyalkotók és koksz mennyisége, továbbá más értékes információk, amelyek a kohósítás folyamatát jellemzik.

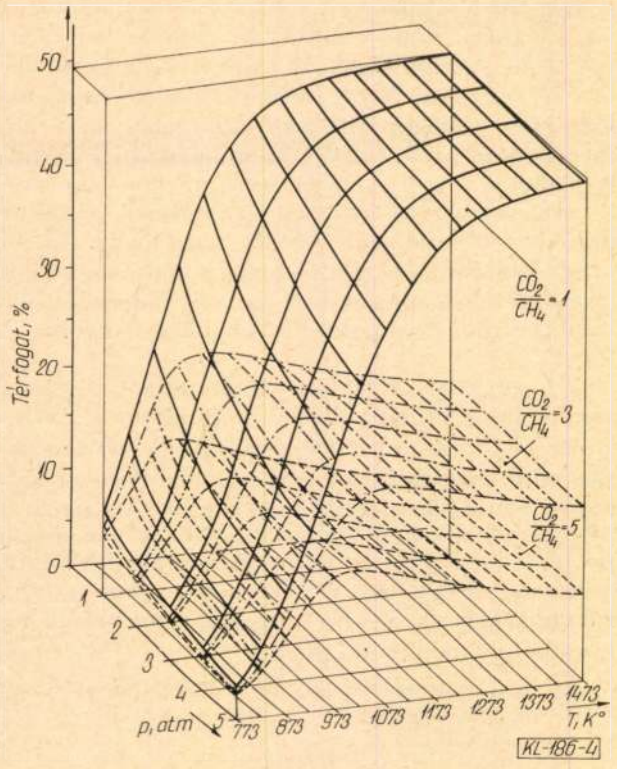
Az elegyszámítás ismételt végrehajtása során olyan eleggyel dolgozunk, amely pelletből

$$p=\frac{CaO}{SiO_2}=3{,}5\text{-es}$$

bázikusságú zsugorítványból, továbbá kokszból tevődik össze. Azért döntöttünk ilyen elegy mellett, hogy az elegyalkotók változtatásának a hatásától eltekinthessünk.



3. ábra 97,03% metántartalmú földgáz széndioxidos bontásakor egyensúly esetén a gázelegy szénmonoxid tartalmának változása a nyomás és hőmérséklet függvényében 1, 3 és 5 kezdeti széndioxid és metánarány mellett



4. ábra. 97,03% metántartalmú földgáz széndioxidos bontásakor egyensúly estén a gázelegy hidrogén tartalmának változása a nyomás és hőmérséklet függvényében 1, 3 és 5 kezdeti széndioxid és metánarány mellett

Az *1. táblázatból* a felhasznált pellet, a zsugorítvány és a koksz összetétele olvasható ki.

A kohósítást jellemző további állandó adataink a következők voltak:

1. A nyersvasösszetétel (karbon: 4,0%, mangán: 0,05%, szilícium: 0,5%, kén: 0,04%, foszfor: 0,10%)
2. A salak bázikussága $\left[p=\frac{CaO}{SiO_2}=1{,}0\right]$
3. A befúvatott bontott gáz, összetétele (szénmonoxid: 50%, hidrogén: 50%)
4. A direkt redukció foka.

1. táblázat

Az elegyszámításban felhasznált koksz, pellet és zsugorítvány összetétele

Összetétel	Elegyalkotó		
	koksz	pellet	zsugorítvány
Vas	1,869	60,000	43,346
Mangán	0,021	0,054	0,027
Kén	1,279	0,018	0,200
Foszfor	0,030	0,021	0,010
Titándioxid	—	0,093	—
Szilíciumdioxid	6,090	7,715	8,410
Alumíniumdioxid	2,900	0,436	0,368
Kalciumdioxid	0,160	5,481	29,435
Magnéziumdioxid	0,040	0,835	1,669
Fix karbon	85,270	—	—
Illó	1,590	—	—
Nedvesség	3,000	—	—

Me: %

Ez utóbbit az

$$r_d=\frac{r_{d_0}}{1+0{,}3v_{c_0}+0{,}5V_{H_2}-0{,}17v_{N_2}} \qquad (1)$$

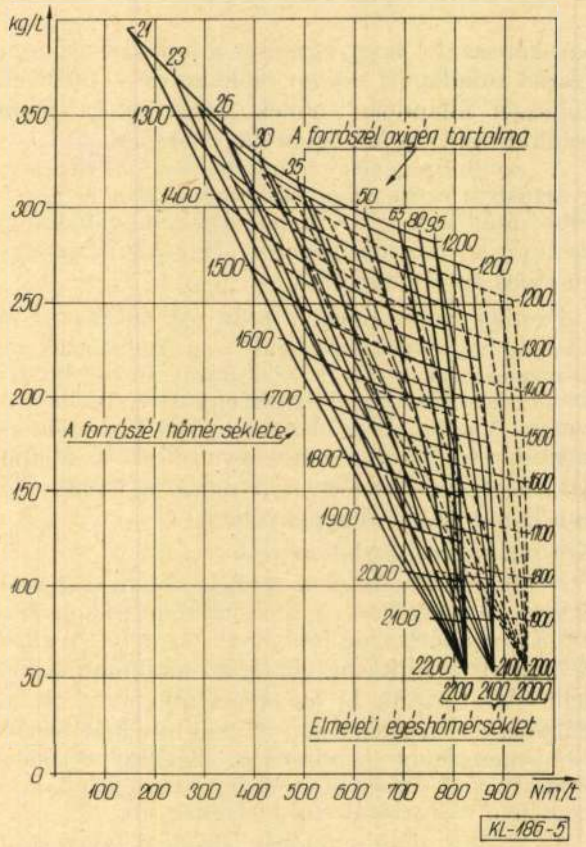
összefüggésből számítottuk. (1)-ben v_{c0}, v_{H_2} és v_{N_2} a fúvósíkban 1 kp karbon elégetésekor képződő szénmonoxid, hidrogén és nitrogéngáz térfogata, r_{d_0} pedig a Pavlov-féle direkt redukciós index normális (póttüzelő anyag nélküli) járatnál — r_{d_0}-t — 0,5-ben rögzítettük. A felsorolt adatok segítségével több elegyszámítást végeztünk, hogy megvizsgáljuk a fajlagos kokszfogyasztás alakulását

1. az elméleti égéshőmérséklet
2. a fúvószél oxigéntartalma
3. a fúvószél hőmérséklete függvényében

Az elméleti égéshőmérsékletre 2000, 2100, 2200 °C-ot vettünk fel. A fúvószél oxigéntartalma: 21, 23, 26, 30, 35, 50, 65, 80, 95% volt. A fúvószél hőmérsékletét, amely a bontott gázéval egyezett, 1200—2000, 1200—2100 és 1200—2200 °C hőmérsékletintervallumban 100 °C-os lépéssel változtattuk.

Számításaink eredményei az *5. ábrán* láthatók. Ebből az ábrából a következők adódnak:

Tegyük fel, hogy az elméleti égéshőmérséklet állandó. Ilyen viszonyok mellett konstans fúvószélhőmérsékletnél, a fúvószélnek oxigénben való dúsítása csökkenti ugyan a fajlagos kokszfogyasztást, de a dúsítás hatékonysága az oxigéntartalommal nem változik lienárisan. A dúsítás hatékony-



5. ábra. A fajlagos kokszfogyasztás változása a befúvatott bontott szénhidrogén mennyiségének függvényében különböző forrószélhőmérséklet és oxigéntartalom esetén. (Az elméleti égéshőmérséklet 2000, 2100, 2200 °C)

ságát nyilván a fúvószélhőmérséklet is befolyásolja. Az 5. ábrából leolvasható, hogy 1200 °C-nál kisebb hőmérsékleten a fúvószél oxigéntartalmának növelése ténylegesen előnyös a kokszfogyasztás alakulására. Ez az előny azonban egyre csökken és nagy hőmérsékleten szinte jelentéktelenné válik. Állandó oxigéntartalom esetén viszont a fúvószélhőmérsékletének nagyobbodása a fajlagos kokszfogyasztást jelentősen leszállítja. Durva becsléssel az adódik, hogy 100 °C hőmérsékletnövekedésnek kb. 25 kp/Mp fajlagos kokszfogyasztás-csökkenés felel meg.

Az oxigéndúsítás ezt az értéket alig változtatja.

Az elméleti égéshőmérséklet növelésének hatása abban nyilvánul meg, hogy a fent részletezett viszonyokat feltüntető állandó elméleti égéshőmérsékletre érvényes háromszög alakú diagramot a felvett koordináta-rendszerben balra torzítva eltolja.

Ezekből a számításokból kiderül, hogy állandó elméleti égéshőmérsékleten és rögzített oxigénkoncentráció mellett létezik olyan fúvószélhőmérséklet, amelynél a fajlagos kokszfogyasztás minimális. A hőmérsékletnek ez a kritikus értéke közel azonos az elméleti égéshőmérséklettel. Az említett minimális kokszfogyasztás pedig a nyersvas felszenítésének és a metánképződés karbonigényének az összegével egyenlő. Ilyen viszonyok a nagyolvasztóban viszont csak úgy állhatnak fenn, ha a végbemenő direkt redukcióhoz kokszot nem használunk.

Összefoglalás

1. Az oxigéndúsításnak a fajlagos kokszfogyasztásra gyakorolt hatása — forró bontott gáz befúvatásakor — 1200 °C-nál nagyobb forrószélhőmérsékletnél rohamosan csökken.
2. A forró bontott gáz, illetve a forrószélhőmérsékletének 100 °C-os mértékben egészen az elméleti égéshőmérsékletig való növelése — az utóbbi értékétől függetlenül — közel azonos kb. 25 kg/t nagyságú kokszfogyasztás-csökkenést okoz.
3. Az elméletileg legkisebb fajlagos kokszfogyasztás kb. 50 kg/t nyersvas, tekintet nélkül az elméleti égéshőmérsékletre.
4. Az utóbbi esetben az indirekt redukció gyakorlatilag 100% és a minimális kokszfogyasztás a felszenesítés és a metánképződés karbonigényét fedezi.

Műszeres mérések csillapított acéltuskók dermedési folyamatának vizsgálatára az Ózdi Kohászati Üzemekben

BARTA ENDRE okl. kohómérnök, FÁBIÁN JÓZSEF okl. villamos üzemmérnök, HORTŐRSI LÁSZLÓ okl. kohómérnök
Ózdi Kohászati Üzemek
dr. PÁL GÁBOR a műsz. tud. kandidátusa
Vasipari Kutató Intézet

DK: 621.746.62

A szerzők folyamatos hőmérsékletméréseket végeztek mind a dermedő tuskóban, mind pedig a kokilla — tápfejsapka — öntőtábla rendszerben 12—12 pontban. Ezenkívül megmérték a kokilla hőokozta tágulását és a kokilla és tuskó között keletkező rés nagyságát. A kísérleteket 4,5 tonnás négyszögkeresztmetszetű csillapított acéltuskókkal végezték. A mérések képet adtak a dermedési folyamat konkrét lefolyásáról és igazolták az alkalmazott metodika megbízhatóságát.

Bevezetés

Az acéltuskók dermedési folyamatának vizsgálata műszeres mérésekkel két okból fontos. Egyrészt képet ad adott esetben a dermedési folyamat konkrét lefolyásáról, másrészt megfelelő tapasztalati anyagot szolgáltat a tuskó dermedési folyamatának matematikai modelljeihez. Ezen matematikai modellek feltárását a máig ismert fizikai modellezési módszerek nem pótolják, bár kétségtelen, hogy egyes részletkérdésekre kielégítő, sőt esetenként teljesértékű választ szolgáltatnak (így például az alsóöntésnél alkalmazott beömlőrendszer kialakításának problémájára).

A dermedési folyamat egészének, de még alapvető oldalainak jellemzésére szolgáló hasonlósági kritériumok kiválasztása is megoldatlan, ahogyan erre rámutat a jeles amerikai tudós, *Bruce Chalmers* [1]. A hasonlóságelmélet alkalmazhatóságának is feltétele a dermedési folyamatok matematikai modelljeinek jobb feltárása, amelyek azonban a rendelkezésünkre álló elektronikus számítógépek segítségével közvetlenül is használhatóak lennének.

A dermedési folyamatok matematikai modelljeinek mélyebb feltárása elkerülhetetlen a folyamatos öntési technológia szempontjából is, ugyanis a folyamatosan öntött szál haladó mozgása miatt a közvetlen műszeres mérések lehetősége erősen korlátozott.

Az acéltuskók dermedési folyamatáról a legtöbbet a dermedő tuskó több belső pontján végzett folyamatos hőmérsékletmérés árul el. A tuskó belsejében végzett hőmérsékletmérés alapvető problémája a hőelemek védőcsöveinek elkészítése. Amennyiben a védőcső nem tud ellenállni a folyékony, ill. dermedő acél romboló hatásának, azaz oldódik, megolvad, hőhatásra megreped, vagy pedig a mechanikai igénybevételt nem bírja (áramlás, felhajtóerő, zsugorodás), úgy a költséges kísérletnek nem sok haszna van. Ha viszont a védőcső túl masszívra sikerül, úgy a hőérzékelés tehetetlensége és a vizsgált folyamat megzavarása lesz jelentős. Így például az a módszer, amelyet az NDK-ban [2] és Csehszlovákiában [3] alkalmaztak, miszerint a hőelemet keramikus védőrétegen kívül 42, illetve 50 mm átmérőjű lágyacél csőbe foglalták, nem is adott egyéb eredményt, mint a kokillalehúzás időpontjának meghatározását. Mind-

két esetben a védőcsövet függőlegesen helyezték el a tuskóban, ami az ily módon hozzáférhető helyek számát is korlátozta.

A szóbanforgó alapvető probléma eddigi legjobb megoldását a kijevi Öntészeti Problémák Intézetének kutatói találták meg. *V. A. Jefimovnak*, az Ukrán Tudományos Akadémia r. tagjának vezetésével a következő metodikát dolgozták ki:

A platina-platinarhódium hőelemeket kvarccsövekbe helyezték. A hőelemek a kvarccsőben a nálunk is ismert kétlyukú kvarcgyöngyökbe voltak foglalva (elektromos szigetelés). A kvarccső fölmaradó térségét finom, száraz kvarcporral (agyagmentes) töltötték ki. A kvarccső külső átmérője 35—40 mm, a falvastagsága 5—8 mm volt. A védőcsöveket a kokillán keresztül, vízszintesen vezették be a tuskó terébe. Az alkalmazott védőcsövek az említett romboló hatásoknak kellően ellenálltak, sőt megfelelő gáztömörséget is biztosítottak, amely a Pt-PtRh hőelemek megbízható működését szavatolta. Igaz, hogy a kapott védőcsövek mellett a hőérzékelés tehetetlensége is eléggé nagy volt. (Egy jellemző adat: a hőelemek csak 8—10 perccel az öntés után mutatták a maximális hőmérsékletet.) Ezt a hiányosságot azonban úgy küszöbölték ki *Jefimov és munkatársai*, hogy kizárólag nagyméretű, 40 tonnásnál nem kisebb tuskók esetén alkalmazták, mikor is a vizsgált folyamatok maguk is lassúak. Ily módon sikerült a dermedési folyamat számos törvényszerűségének föltárása és több technológiai eljárás (öntés salak alatt, öntés poralakú acél adagolásával) pontos értékelése [7, 8, 9].

Ami a dermedő acélban való folyamatos hőmérsékletmérés hazai eredményeit illeti, úgy arra vonatkozóan csak *dr. Csabalik Gyula* munkáira (pl. [4]) tudunk utalni, mert a *dr. Nándori Gyula* és munkatársai által végzett kutatások, amelyek során 45 tonnás homokformába öntött acélöntvények belsejében mértek hőmérsékleteket, eddig nem jutottak el a publikálásig.

Az acéltuskók dermedési folyamatának a hőátadás szemszögéből való hű megismeréséhez a tuskó belsejében végzett folyamatos hőmérsékletmérések mellett, szükséges meghatározni a tuskóval hőcserében levő környezet, tehát a kokilla, a tápfejsapka és az öntőtábla hőmérsékletviszonyait is, továbbá a kokilla és a tuskó közötti hőátadás intenzitását. Előbbiekhez elegendő a kokilla, a tápfejsapka és az öntőtábla néhány belső pontjában mérni a hőmérsékletet a tuskó hőmérsékletmérésével egyidejűleg. Utóbbihoz közvetlen méréssel meg kell határozni a kokilla és tuskó közötti rés kialakulásának idejét, majd ezután a rés méretét. Mivel megbízható módszer a rés mérésére csak a tuskó és kokilla szimmetriasíkjában fekvő pontokra létezik, célszerű kiegészítésképpen a kokilla hőokozta tágulását is mérni az idő függvényében, egyidejűleg a már említett hőmérsékletmérésekkel.

A rés kialakulásának idejét és nagyságát először *G. P. Ivancov* határozta meg [5] 0,5 tonnás kísérleti tuskón. Az általunk használt módszert a kijevi Öntészeti Problémák Intézetében dolgozták ki [6].

Az a körülmény, hogy mi nem rendelkeztünk 35—50 mm külső átmérőjű és nagy falvastagságú kvarccsövekkel, továbbá nem 40, hanem 4,5 tonnás tuskókkal volt dolgunk, szükségessé tette a lényegesen kisebb méretű kvarccsövek használatát. (Külső átmérő 20—25, falvastagság 2—1,5 mm.) Az ezen kvarccsövekkel készült hőelem védőcsövek biztonságának növelésébe fektetett munkánkat az említett kényszerítő körülményeken kívül még az a célkitűzésünk is indokolta, hogy a kijevi módszerrel történő mérés nem ad értékelhető eredményt az öntést követő első 10 percről. Pedig a tuskó dermedési folyamatában általában, a karbon, kén stb. elemek szegregációs folyamatában különösen nagy szerepet játszik a tuskó folyékony magjának szabad konvekciós mozgása. Rádióaktív izotópok segítségével megmérték a konvekció le- és fölszálló ágának átlagsebességét az idő függvényében (pl. [10]). Ezen kutatások alapján tudjuk, hogy a csillapított acélból öntött tuskókban (4—40 tonna között) a legnagyobb sebességek az öntést követő 10. perc körül lépnek föl és nagyságrendjük 0,5 m/s. (A különböző méretű tuskók esetében ez a maximális sebesség különböző módon csökken az idő függvényében.) Az általunk kikísérletezett védőcsövek hőtehetetlensége lényegesen kisebb volt a kijevi módszerrel készülteknél (2—2,5 perc alatt érték el a maximális hőmérsékletet), biztonságuk rosszabb volt azokénál, de így is több mint 50%-ban kielégítően látták el feladatukat. Ily módon többet tudtunk meg az öntést követő percekről, amely idő alatt a dermedési folyamat legnagyobb „tragédiái" zajlanak le, *B. B. Guljájev* leningrádi professzor találó megfogalmazása szerint.

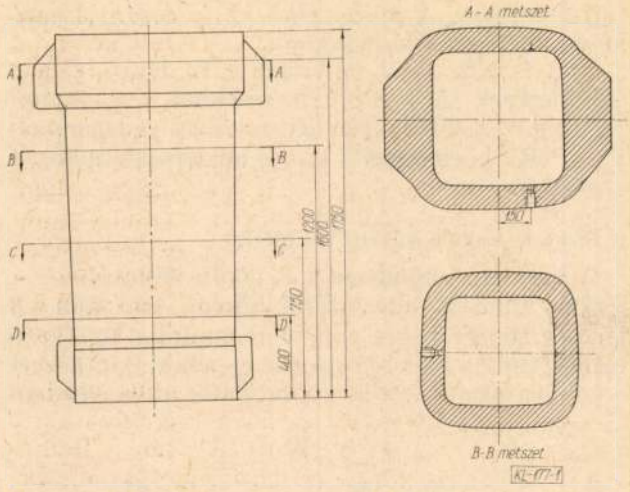
Áttérünk az általunk végzett mérések rendszeres ismertetésére. Itt említjük meg, hogy a szerzői kollektíva egyik tagja (P. G.) a csillapított acéltuskók dermedésével foglalkozó kandidátusi értekezést készített a Moszkvai Acél és Ötvözetek Intézetében, *V. I. Javojszkij* professzor és *J. P. Filimonov* docens vezetésével, így a mérések eredményeinek fölhasználására is visszatér majd e lap hasábjain.

A mérések metodikája

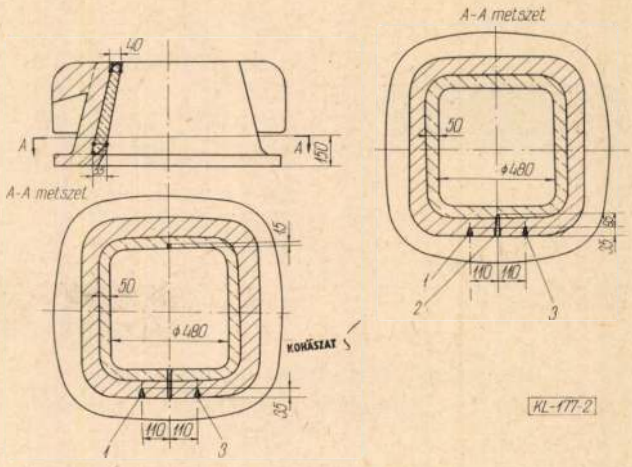
Hőmérsékletmérés a dermedő tuskó belsejében

A mérést platina-platinarhódium hőelempárokkal végeztük, amelyeket kvarccsőben helyeztünk el. A kvarccsöveket vízszintes helyzetben rögzítettük a kokillában és a tápfejsapkában. E célból a kvarccsövek egyik végének megfelelő helyen lyukakat fúrtunk a kokillába és a tápfejsapkába. A kvarccsöveket ezeken a lyukakon keresztül vezettük be a tuskó terébe. A kvarccsövek másik végét egy csappal ellátott hüvely közvetítésével rögzítettük a kokilla falában. A tápfejsapkába szerelt kvarccsövet közvetlenül a tűzálló bélésben rögzítettük. A furatok elhelyezése látható az *1. ábrán*, valamint a *2. ábrán*, a kvarccsövek kokillában való rögzítésének módja pedig a *3. ábrán*.

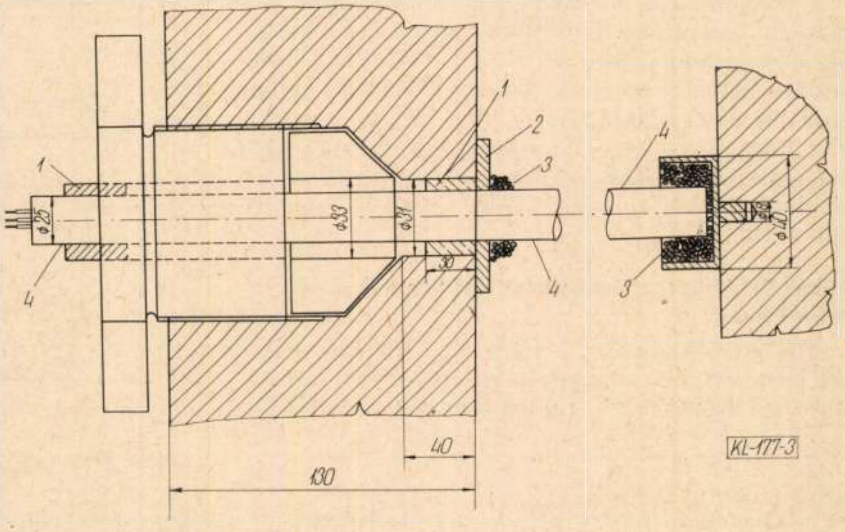
Ily módon biztosítottuk azt, hogy a kvarc-védőcsövet a beömlő acéllal való érintkezés után rögtön a tuskó szilárd kérge fogta be két helyen. (A kéreg



1. ábra. Furatok elhelyezése a kokillában a platina-platinarhódium hőelemek számára



2. ábra. Furatok elhelyezése a tápfejsapkában

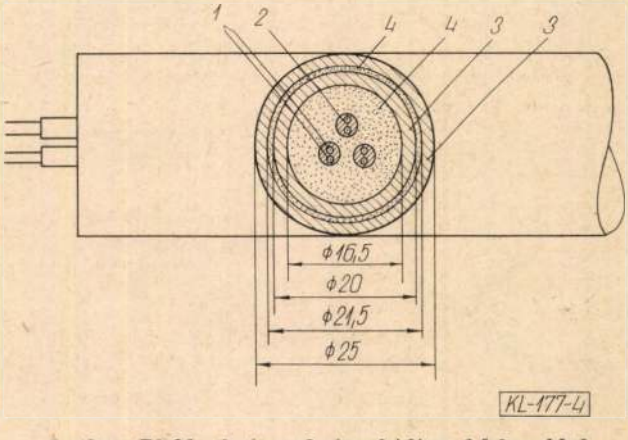


3. ábra. A kvarc védőcsövek kokillában való rögzítésének módja

1 — papír ágyazás;
2 — azbeszt tömítő lap;
3 — azbeszt zsinór; *4* — kvarccső

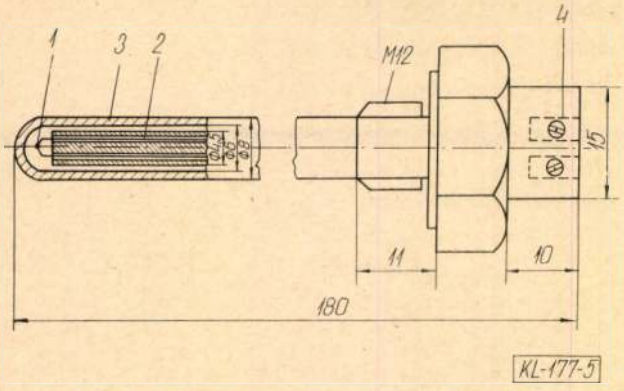
vastagsága már az első percben eléri a 20 mm-t.) A kvarc-védőcső bemenő oldalán a papír dugaszolás ezután 5—8 perc alatt kiégett és a zsugorodó tuskóval együttmozgó kvarccső a továbbiakban szabadon mozoghatott a kokilla 35 mm átmérőjű furatában. A kvarc-védőcső másik végén levő hüvely belefagyott a tuskóba, a rajta levő csap pedig a felső csöveknél kihúzódott a kokillából, az alsóknál elnyíródott a továbbiak során. Így a kísérleti kokillát ismételten föl tudtuk használni. A papír ágyazás helyére acél egyetlen esetben sem folyt be. A kokilla fölső részén kiképzett perem — amelyet [4] alkalmazott és amely technológiai fogás az Ózdi Kohászati Üzemekben régóta be van vezetve a tuskó keresztirányú repedésének megelőzése céljából — nem véd a kvarccsövek elnyíródásától csak akkor, ha a kvarccső a perem síkjától közelfekvő vízszintes síkban és egyidejűleg a tuskó szimmetriasíkja közelében van. Mi viszont a tuskóban kvarccsöveket helyeztünk el mind asszimetrikusan, mind különböző magasságokban (lásd: 1. és 2. ábrák).

A kvarccsövekben *2*, illetve *3* hőelempárt helyeztünk el, amelyek külön-külön kétlyukú kerámia szigetelővel voltak ellátva. A fennmaradó teret kiszárított és 0,5 mm lyukméretű szitán átrostált kvarchomokkal töltöttük ki. A csövek végeit azbeszttel és közönséges ragasztópapírral zártuk el. A hőelemeket kettős kvarccső védelemmel láttuk el az öntőtáblától számított 750, 1200, 1600 mm magasságokban. A hőelemeket tartalmazó 20 mm



4. ábra. Blokk platina-platinarhódium hőelemekkel

1 — hőelempár; *2* — kerámikus szigetelő; *3* — kvarccső; *4* — kvarchomok



5. ábra. Blokk nikkel-nikkelkróm hőelemekkel
1 — hőelem; *2* — kerámikus szigetelő; *3* — fémvédőcső; *4* — sorkapocs

átmérőjű kvarccsövet 25 mm-es külső átmérőjű kvarccsövekbe helyeztük. A két cső közét ugyancsak kvarchomokkal töltöttük ki. Lásd a *4. ábrán.*

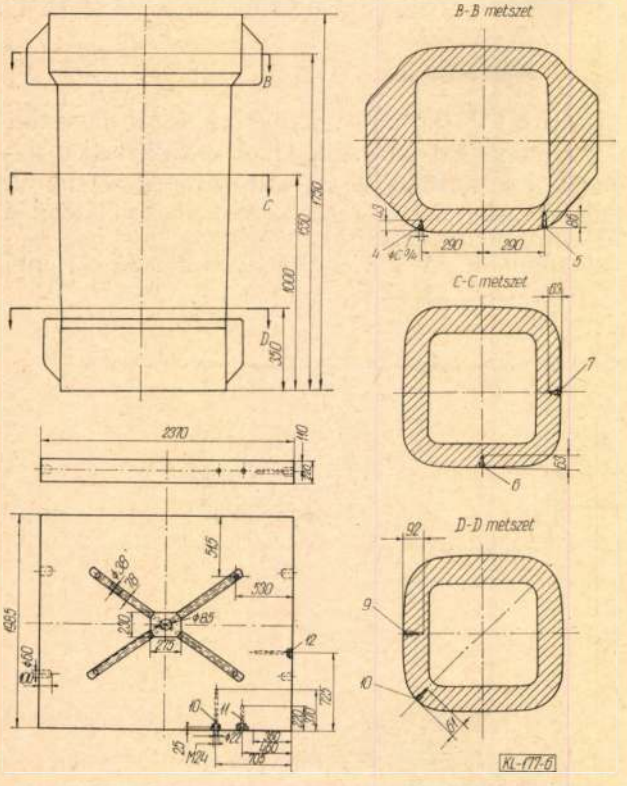
A hőelempárok forrasztási helyei az egyes magasságokban rendre feküdtek a felezősík és a kvarccső metszéspontjában, az utóbbi pontoknak a bevezetés helyétől mért távolság felében és a falhoz közelebb eső egyhatodában.

A hőelempárokat a kompenzációs vezetékekkel porcelán sorkapcsok segítségével kötöttük össze, amelyek információs jeleit MK. típusú kompenzográf rögzítette.

Hőmérsékletmérés a kokillában, tápfejsapkában és öntőtáblában

A hőmérsékletmérés céljára Ni—NiCr hőelemeket használtunk, amelyeket kompenzációs vezetékek segítségével eNK típusú kompenzográffal kötöttünk össze. A hőelemeket az *5. ábrán* látható módon képeztük ki blokknak.

A *2.* és a *6. ábrák* mutatják a 12 darab hőelem elrendezését. A későbbi méréseknél a 2. számú Ni—NiCr hőelem helyén (kvarccsöves védelemmel) Pt—PtRh hőelemmel a tápfej hőmérsékletmérését végeztük.

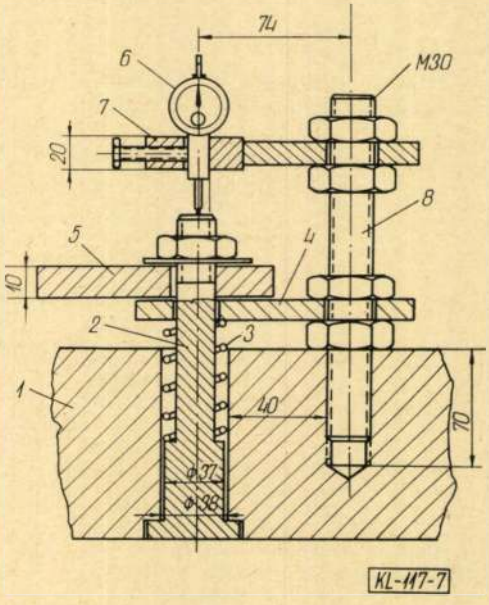


6. ábra. Furatok elhelyezése a kokillában és öntőtáblában a nikkel-nikkelkróm hőelemekhez

A tuskó és kokilla közötti rés mérése

A kísérleti berendezés a *7. ábrán* látható.

Az *5* villát az öntés után kihúztuk, ami után a *2* lépcsős henger képes volt benyomulni a keletkező résbe. Amíg a tuskó kérge hézag nélkül érintkezett a kokilla falával, addig a *6* indikátor nulla állásban



7. ábra. Berendezés a tuskó és kokilla közötti rés mérésére
1 — kokilla; *2* — lépcsős henger; *3* — rugó; — *4* merev tartó; *5* — villa; *6* — indikátor; *7* — merev tartó, rögzítő csavarral; *8* — csavar

maradt. A fenti műszer két példányban, a kokilla II. számú falában (minden ábránkon előlnézetben látható) volt beépítve 583 és 1162 mm magasságban.

A kokilla tágulásának mérése

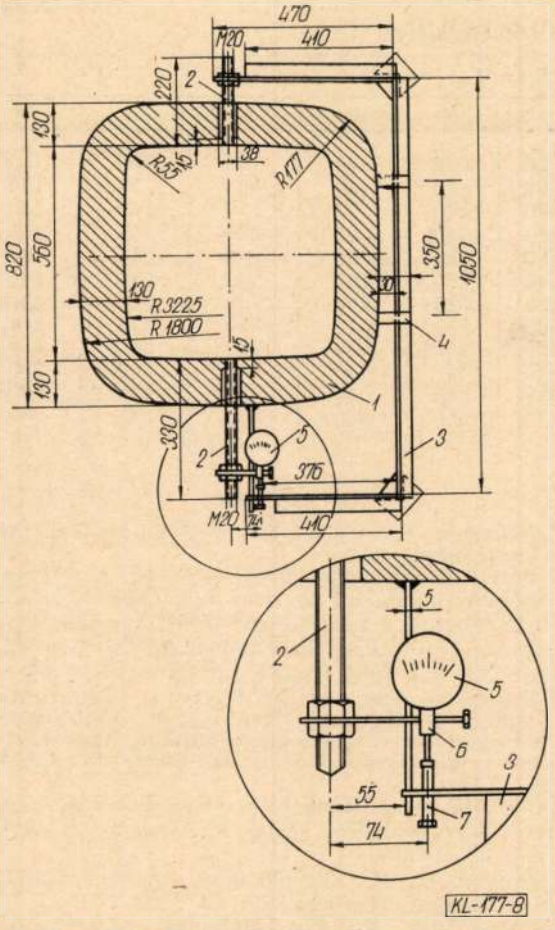
A kokilla tágulását a *8. ábrán* látható berendezéssel mértük meg, 875 mm magasságban, az I. számú és III. számú kokilla falak között.

A kokillán átmenő két furat 15 mm hosszon menetelt végébe volt becsavarva a két *2* jelzésű csavar. Ezek egymástól való távolodását a *3* kar és *5* indikátor segítségével regisztráltuk. A *3* kart azbesztborítással láttuk el. A mérés mindösszesze 10 percig folyt az öntés után, így a kar hőtágulása nem zavarta a mérést.

A mérések lebonyolítása

A kísérleti berendezés összeállítása az Acélmű kokilla előkészítő téren, a kábelek bekötése az öntőcsarnokban történt. Öntéskor a felületvédőport merítőkanállal juttattuk az acél felszínére (apró részletekben).

A *9. ábra* szemlélteti a kísérleti berendezést.



8. ábra. Berendezés a kokilla hőkozta tágulásának mérésére

A berendezés részei: *1* — kokilla; *2* — csavar; *3* — merev kar; *4* — a merev kar megvezetése; *5* — indikátor; *6* merev tartó rögzítőcsavarral: *7* — csavar

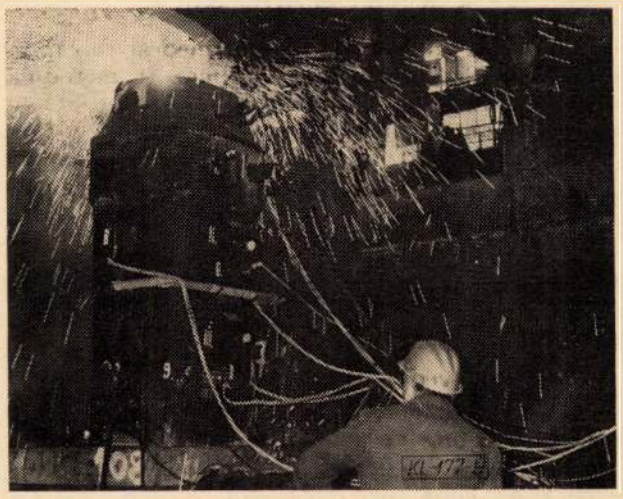
A mérések eredményei

Összesen öt alkalommal végeztünk öntést a kísérleti berendezéssel fölszerelt kokillába a fölszerelt tápfejsapka és öntőtábla fölhasználásával. Az első, második és negyedik alkalommal leöntött acélminőség: „A 35.29Si", a harmadik alkalommal „KL 2", az ötödik alkalommal „C 60" acélokat öntöttünk. A tuskók súlya 4,5 tonna volt.

Az első öntés alkalmával, amikor kvarccső helyett még szilíciumkarbid védőcsöveket használtunk, a tuskó belsejében egyáltalában nem sikerültek a hőmérsékletmérések. A többi mérés már akkor is zavartalan volt.

A négy további mérés közül a legutóbbinál kaptuk a legtöbb adatot; a tuskó 1200, 1600 és 1900 mm-es magasságából 2 órán keresztül, az alsó tuskórészből pedig 45 percen keresztül. Így minden magasságban figyelemmel tudtuk kísérni a tuskó megfelelő részének megdermedését. A példa kedvéért az *1.* és *2. táblázatokban* bemutatjuk az ötödik mérés (dátum: 1971. 10. 12.; adagszám: 47275; acélminőség: C 60) során kapott hőmérsékleteket. A platina-platinarhódium hőelemek elhelyezése: az 1. és 2. számú mérési pont 1900 mm magasságban, a faltól 120, ill. 240 mm távolságra; a 3. és 4. számúak 1600 mm magasan, a faltól 50, ill. 298 mm-re; az 5., 6., 7. számúak 1200 mm magasan, a faltól 48, 144, 288 mm-re; a 8., 9., 10. számúak 750 mm magasan, a faltól 46, 138, 277 mm-re; a 11., 12. számúak pedig 400 mm magasan és a faltól 44, ill. 268 mm távolságra. A nikkel-nikkelkróm hőelemek a 2. és 6. ábrákon látható módon voltak elhelyezve, úgy, hogy a 2. számú mérési pont hiányzott. A kísérleti kokilla a harmadik öntőtáblán, a 10-es helyen foglalt helyet. Az időmérést az öntés megindulásával kezdtük. Az öntés 7 percig tartott.

A tuskó és a kokilla közötti rés és a kokilla tágulás mérési eredményei csak az öntést követő 10



9. ábra. Öntés a kísérleti kokillába

1. táblázat

A Pt—PtRh hőelemekkel mért hőmérsékletek, °C

Idő, perc	Mérési helyek											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.	1485	1485	1480	1485	1470	—	1485	1480	1490	1495	1485	1495
10.	1485	1485	1470	1485	1470	—	1485	1470	1480	1485	1435	1480
15.	1460	—	1445	—	1390	—	1485	1390	1480	1445	1350	—
20.	1450	—	1390	—	1335	—	—	1315	1470	1395	1290	—
25.	1445	—	1330	—	1300	—	—	1270	1405	1350	1235	—
30.	1440	—	1270	—	1285	—	—	1255	1380	1320	1190	—
35.	1430	—	1220	—	1260	—	—	1245	1365	—	1155	—
40.	1420	—	1185	—	1245	—	—	1235	1350	—	—	—
45.	1410	—	1160	—	1235	—	—	1220	1340	—	—	—
60.	1370	—	1115	—	1205	—	—	—	—	—	—	—
120.	1350	—	1000	—	1170	—	—	—	—	—	—	—

2. táblázat

A Ni—NiCr hőelemekkel mért hőmérsékletek, °C

Idő, perc	Mérési helyek											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.	20	—	20	20	20	20	20	20	20	150	150	150
3.	20	—	20	20	20	20	20	70	30	160	150	150
6.	20	—	20	20	20	30	30	100	70	170	150	150
12.	30	—	30	60	90	190	190	170	205	220	165	165
24.	70	—	70	200	250	440	460	200	350	280	210	205
36.	120	—	120	300	340	520	540	300	435	300	235	220
48.	170	—	170	365	400	575	580	325	490	325	260	230
60.	210	—	210	405	440	590	605	335	515	330	275	240
78.	250	—	250	455	485	625	625	350	550	340	290	260
96.	280	—	280	475	500	625	625	350	550	340	300	280
114.	300	—	300	495	510	625	625	350	550	340	315	290
120.	300	—	300	495	520	625	625	350	550	340	315	290

percig értékesek. A rés először a fölső részen alakult ki, majd az alsó részen, mégpedig az öntés után 2—3, ill. 5—6 perccel. Az öntés után 10 perccel mindkét mérési helyen a rés nagysága már egyformán 0,2 mm volt. A kokilla tágulása az öntés végére elérte a 2 mm-t, és a további 10 perc alatt 3 mm körüli értékű volt.

Az elvágott tuskón vizsgálatokat végeztünk még a kémiai elemek eloszlásának egyenlőtlenségére vonatkozóan, és metallográfiai vizsgálatokat is végeztünk.

A mérések tapasztalatai

A mérések képet adtak a dermedési folyamat konkrét lefolyásáról és az alkalmazott metodika megbízhatóságáról tanúskodnak. Az utóbbival kapcsolatban megállapíthatjuk:

1. A kvarc védőcsöveket jobb vízszintesen elhelyezni mint függőlegesen és a kokilla mindkét falában célszerű azokat rögzíteni.

2. A védőcsövek a tuskó tápfej alatti részének fölső harmadában vannak a legnagyobb igénybevételnek kitéve, amelyet véleményünk szerint a szabad konvekció jellege magyaráz.

3. A felületvédőport — változatlan mennyiségben — merítőkanállal kell a mérés alkalmából gondosan az emelkedő fémtükörre szórni.

4. A kokilla tágulására és a kokilla és tuskó közötti résre vonatkozó méréseink a mérőeszközök megbízható működését mutatták.

IRODALOM

[1] *Chalmers, B.:* Principles of Solidification, New York, 1964.

[2] *Rédr, M.—Lonsky, B.—Kozusnik, Z.:* Prismé mereni vnitrinich i povrchovych teplot 10-ti tunového ingotu z neuklidněné oceli. Sbornik vedeckych praci Vysoké skoly bánskné v Ostrave. Rocnik XI., rok 1965, cisló 1, rada hutnicka, 169

[3] *Müller—Hammerschmid—Funke:* Temperaturverlauf in beruhigt vergossenen Stahlblöcken wahrend der Erstarrung, Abkühlung und Wiederwarnung in Tiefoten, Stahl und Eisen 89 (1969) Nr. 8 17. April

[4] *Csabalik Gy.:* Kisméretű acéltuskók tápfejének termikus vizsgálata, MTA VI. Osztály Közleményei 37, 1966.

[5] *Ivancov, G. P.:* Tyeploobmen mezsdu szlítkom i izlózsnyicej, Moszkva 1951.

[6] *Grebennyuk, V. P.:* Metódika provegyényija ekszperimenta pri razlívke sztáli. Trudi I. Konferencii po sztalnómu szlítku, Moszkva 1966.

[7] *Legencsuk, V. I.* és mások: Nyekatórije tyeplofizícseszkije aszóbennosztyi krisztallizácii krúpnüh lisztóvüh szlítkov. Trudi II. Konferencii po szlítku, Moszkva 1967.

[8] *Malahov, V. B.* és mások: Nyekatórije tyeplofizícseszkije aszóbennosztyi zatvergyeványija szlítkov nyízkougleródisztoj konsztrukcionnoj sztáli pri razlívke pod slákom. Trudi III. Konferencii po szlítku, Moszkva 1969.

[9] *Jefimov, V. A.* és mások: Izucsényije aszóbennosztyi zatverdeványija kuznyecsnyih szlítkov, otlítüh sz vvegyényijem poroskoobráznüh hologyilnyikor. Trudi IV. Konferencii po szlítku, Moszkva, 1969.

[10] *Beljájev, J. P.* és mások: Gidrodinamika zsídkoj sztáli v izlózsnyice i jijó rolj v processze krisztallizácii sztalnóva szlítka. Trudi III. Konferencii po szlítku, Moszkva 1969.

Felhívjuk tagjaink figyelmét a Vaskohászati Szakosztály 1975. évi pályázatára

A részletes pályázati feltételek az 1975. 1. számunk borítólapján, ill. 4. számunk 174. oldalán találhatók

A vörösiszap vastartalmának hasznosító lehetőségei

Dr. HORVÁTH GYULA okl. kohómérnök, Fémipari Kutató Intézet

ILLYÉS JÁNOS okl. kohómérnök, Vasipari Kutató Intézet

DK: 669.712.1.052

A szerzők megvizsgálták a vörösiszap vastartalmának hasznosítási lehetőségét. A vörösiszap komplex feldolgozása során vasrögöt, illetve folyékony nyersvasat, majd ezekből acélt állítottak elő. A gazdaságossági megfontolások alapján fordított oxigénes eljárástól várhatók a legkedvezőbb eredmények.

A timföldgyártás melléktermékeként keletkező vörösiszap nagy tehertétele az alumíniumiparnak. Tárolására jelentős mezőgazdaságilag művelt területeket kell igénybe venni, és ugyanakkor a környezetre erősen szennyező hatású. Feldolgozására, értékes alkotóinak kinyerésére irányuló törekvések évek óta foglalkoztatják a hazai szakembereket.

A vörösiszapban jelentős mennyiségű (38—43%) Fe_2O_3 van, de nem elhanyagolhatók a benne levő Al_2O_3, Na_2O, TiO_2 és ritkaföldfémek (1000—2000 ppm) sem *(1. táblázat)*.

1. táblázat

A magyar timföldgyárak folyó termeléséből származó vörösiszapok kémiai és ásványos összetétele, %

Kémiai összetétel		Ásványos összetétel	
Fe_2O_3	38—43	Hematit	38—40
Al_2O_3	15—20	Goethit	7—10
SiO_2	13—16	Cancrinit	12—15
Na_2O	9—12	OH-szodalit	2—5
CaO	1—3	Cl-szodalit	1
MgO	0,5—1,2	CO_3-szodalit	14—18
MnO	0,1—0,2	Gibbsit	1
TiO_2	4—6	Boehmit	1,5—2,5
SO_3	0,7—1,2	Diaszpor	1—2
Izz. v.	9—12	Rutil	1—2
		Anatáz	1—2
		Kvarc	0,5—1,2
		Egyéb	5—8

Vas-, alumínium- és nátrium-oxid-tartalmának hasznosításával már régóta próbálkoznak hazánkban is [1—7]. Az utóbbi években a vörösiszap komplex feldolgozására kialakított eljárások során olyan megoldások születtek, melyeknél a vasat rög formájában [8], vagy folyékony állapotban [9, 10] nyerik ki. A *2. táblázatban* a vörösiszap komplex feldolgozására Magyarországon kidolgozott öt eljárás legfontosabb jellemzőit foglaltuk össze. Az egyes eljárások során a vastermékek halmazállapota, összetétele és mennyisége is változik.

Az *1. eljárás* alapján a kis mésztartalmú elegyet 1250—1350 °C-on a Krupp-Renn-eljárás szerint hőkezeljük, amikor képlékeny halmazállapotú, zömében nefelint és üvegfázist tartalmazó salak [11], valamint nagy S- és P-tartalmú vasrög [12] képződik.

A *2. eljárás* szerint ugyancsak a rögösítő technológiát lehet alkalmazni, azonban a kiinduló elegybe nagyobb mennyiségben meszet és bauxitot is adagolunk. Ebben az esetben azonban a vasrög kéntartalma kisebb [13] lesz.

A *3.* és *5. eljárások* alkalmazásakor folyékony salak és folyékony vas képződik. Ha a kis mésztartalmú elegyet 1350—1450 °C-on megolvasztjuk, a vas és a salak jelentős fajsúlykülönbségük következtében elkülönül. A salakot és vasat egymástól csapolással választjuk el. A képződő vas kéntartalma és foszfortartalma nagy, 0,8—1,5%.

A *4. eljárás* során önporló salak és folyékony vas keletkezik. A nagy mésztartalmú salak kénteleníti a vasat, s így a vasban csupán 0,1% S található.

Az eljárásokat laboratóriumi, félüzemi és részben nagyüzemi kísérletek igazolják. A *3. táblázatban* a különböző magyar eljárások során keletkező vastermékek kémiai összetételét foglaltuk össze. A vörösiszapból gyártott vasrög és folyékony vas vaskohászati felhasználásának lehetőségeire és műszaki-gazdasági értékelésére az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság és a Fémipari Kutató Intézet megbízásából részben a Vasipari Kutató Intézetben, részben a Csepel Művek Martin Gyárrészlegében végeztünk kísérleteket [14, 15].

Vasrög feldolgozása nagyolvasztóban

A Krupp—Renn eljárással gyártott vasrög nagyolvasztóban való feldolgozása valószínűleg nem képezne metallurgiai problémát, különösen akkor, ha a betétnek csak kisebb részarányát alkotná. Tekintettel azonban arra, hogy a betétben levő foszfor teljesen a nyersvasba redukálódik, és hogy az acélban általában a nemkívánatos alkotók közé tartozik, foszfordús acélnyersvasat — speciális igényektől eltekintve — nem célszerű gyártani. Egyes öntészeti nyersvasakban kívánatos a foszfor jelenléte, de ezekben a foszfor általában nagyobb, mint a rög P-tartalma, tehát további foszfort kell a rendszerbe vinni, még 100% rög kohósításakor is. Nagyolvasztóban közvetlenül is gyártható ilyen nyersvas, amihez valószínűleg kedvezően lehet felhasználni a vörösiszapból gyártható Krupp-Renn rögöt, de e nyersvasfajtából csak kis mennyiség szükséges, s így ez a megoldás nem járható.

Nagyolvasztóban történő feldolgozásnál a rendszerben levő kén kisebb jelentőségű, mint a foszfor, mert eltávolítására van lehetőség mind a kohóban, mind a kohót követő kezelések folyamán. Azonban a kén mennyiségét is — hasonlóan a foszforhoz — minimális szinten célszerű tartani, mivel a kén eltávolítása mind a kohóban, mind a kohót követő kezeléseknél többlet költséget jelent. Ezért kéntartalmú betét feldolgozása nagyolvasztóban sem kívánatos és csak mint szükségmegoldás alkalmazható.

Nagyon valószínű, hogy a kohó teljesítménye a vasrög feldolgozásánál lényeges mértékben megnő, mint ahogyan az egyéb fémes betét kohósításakor bekövetkezik. Irodalmi ismeretek alapján [16] a kohóelegy Fe-tartalmának 10%-os fém Fe-mal való helyettesítésekor a kohó termelékenysége 7%-kal nő. A fajlagos kokszfelhasználás a Bureau of Mines, USA és a Nippon Kokan, Japán művek-

Az eljárás száma	1	2
A képződő vas	Rögök	Rögök
A salak halmazállapota, típusa	Képlékeny nefelin+üveg	Képlékeny, Na-aluminát és Ca-aluminát
A technológiai lépcsők	1. Redukáló hőkezelés 2. Mágneses szeparálás 3. Salakzsugorítás szódával és mészkővel 4. Kilúgzás lúgoldattal	1. Redukáló hőkezelés 2. Mágneses szeparálás 3. Kilúgzás lúgos szódaoldattal
A zsugorítás anyagszükséglete mólarányokban kifejezve	$\frac{CaO}{SiO_2+0{,}5TiO_2}=2$ $\frac{Na_2O}{Al_2O_3+Fe_2O_3}=0{,}96$	$\frac{CaO}{SiO_2+Fe_2O_3+0{,}5TiO_2}=2$ $\frac{CaO}{Al_2O_3-Na_2O}=\frac{12}{7}$
Kihozatalok az olvasztáskor, %		
Fe_2O_3	94	94
Al_2O_3	100	100
Na_2O	90	60
Na_2O-veszteség a zsugorításkor, %	5	
Kihozatalok a lúgzáskor, %		
Na_2O	85	80
Al_2O_3	84	70
Kihozatalok* a vörösiszapra vonatkoztatva, %		
Fe_2O_3	80**	80**
Al_2O_3	76	64
Na_2O	68	44

Megjegyzés: * A kihozataloknál a kémiai és mechanikai veszteségeket egyaránt figyelembe vettük.
** 1 mm-nél nagyobb szemcseméretű rögök formájában.
*** Kausztifikálással.

ben végzett kísérletek szerint — amikor az elegyben levő ferrum 80%-ban fém alakban van jelen — 50% kokszfelhasználás csökkenésre lehet számítani egyidejű 77% teljesítménynövekedés mellett [17]. Ezen kedvező eredmények ellenére sem kívánatos a rög közvetlen nagyolvasztói feldolgozása, a benne levő nagy S- és P-tartalom miatt. A rög vaskohászati értéke főleg emiatt kicsi, 1966-os árszinten 1200—1400 Ft/t volt. Amennyiben speciális összetételű nyersvashoz kerül felhasználásra, értéke növekedhet. Ezt az értéket azonban a [14] tanulmány szerzői is csak irányszámnak tekintették.

Acélgyártási kísérletek vasrögből

Amíg a vasrög nagyolvasztói átömlesztésével csupán nyersvasig juthatunk el, a vasrögöt elektrokemencében feldolgozva [18, 19] már jóval értékesebb terméket, acélt kapunk.

Az Almásfüzitői Timföldgyár 20 m-es kísérleti forgókemencéjében gyártott vasrögöt a Vasipari Kutató Intézetben először 8 kg-os középfrekvenciás indukciós kemencében, majd 150 kg-os háromfázisú ívkemencében dolgozták fel. Ezen előkísérletek után került sor a nagyüzemi kísérletekre a csepeli Martin Gyárrészleg 4 t-ás elektrokemencéjében.

A vasrögből A 50—11 minőségű acélt gyártottak. A 4000 kg vasrögbetéthez 400 kg acélforgácsra is szükség volt, a villamos ív gyorsabb kialakítására. Frissítésre ércet adagoltak. A nagy kén- és foszfortartalom elsalakosítására háromszor képeztek és húzták le a salakot és egyszer fehér, redukáló salakot alakítottak ki. A szokásos egy, vagy legfeljebb kétszeri salaklehúzás helyett tehát négyszer kellett a salakot eltávolítani, a megfelelő kis szennyezőtartalom eléréséig. Ily módon megnőtt az adagtartam és a fajlagos villamosenergia-fogyasztás. További hátrányt jelentett a beadagolt vasröghöz tapadó 15—18% vörösiszap-salak, valamint az, hogy a többszöri salakképzés miatt a salakkal elvitt fémveszteség megnőtt. Ezek miatt a vasrögbetéttel gyártott acél önköltsége mintegy 15—20%-kal nagyobb volt, mintha hagyományos betéttel dolgoztak volna.

Acélgyártási kísérletek a vörösiszap redukáló olvasztásakor képződő folyékony vasból

Ezen kísérletekhez olyan vasterméket használtunk fel, amilyen a vörösiszap feldolgozásakor képződött a Giulini-cégnél (NSZK, Ludwigshafen) végzett félüzemi méretű kísérletek során [20, 21]. Ezt a vasterméket a továbbiakban G-vasnak nevezzük.

A feldolgozáskor két mintából indultunk ki, amelyek egymástól csupán kéntartalomban különböztek nagyobb mértékben és várhatóan a nagyüzemi összetételnek felelnek meg.

szolgáló eljárások néhány jellemző adata — *2. táblázat*

3	4	5
Folyékony	Folyékony	Folyékony
Folyékony Ca-aluminát	Folyékony, nefelin+üveg	Folyékony, nefelin+üveg
1. Kausztifikálás 2. Redukálás, olvasztás és zsugorítás mészkővel 3. Kilúgzás szódaoldattal	1. Redukálás és olvasztás 2. Salakzsugorítás mészkővel 3. Kilúgzás lúgos szódaoldattal	1. Redukálás és olvasztás 2. Salakzsugorítás szódával és mészkővel 3. Kilúgzás lúgoldattal
$\frac{CaO}{SiO_2+Fe_2O_3+0{,}5TiO_2}=2$ $\frac{CaO}{Al_2O_3}=\frac{12}{7}$	$\frac{CaO}{SiO_2+Fe_2O_3+0{,}5TiO_2}=2$ $\frac{CaO}{Al_2O_3-Na_2O}=\frac{12}{7}$	$\frac{CaO}{SiO_2+0{,}5TiO_2}=2$ $\frac{Na_2O}{Al_2O_3+Fe_2O_3}=0{,}96$
93 99 —	93 99 85	93 99 85
	40	5
— 82	80 70	85 84
92 81 70	92 69 36	92 83 68

A G-vas összetétele %-ban:

	C	Si	Mn	S	P
I. minőség II. minőség	0,8—1,2	0,1—0,5	0,05—0,1	1,0—1,5 0,2—0,5	0,2—0,8

A kísérleteknél feltételeztük, hogy a G-vas folyékonyan, 1400 °C hőmérsékleten áll rendelkezésre, a feldolgozáskor pedig oxigénbefúvásos frissítést alkalmazunk.

Az előkísérleteket Tammann-kemencében végeztük, 3—3,5 kg-os adagokkal, magnezit, ill. krómmagnezit tégelyben. Az alkalmazott különféle S- és P-talanítási eljárások hasznos következtetésekre adtak lehetőséget, amelyek alapját képezték a további, 150 kg-os ívfényes kemencében végzett kísérleteknek. Részben a Tammann-kemencés, részben az ívfényes kemencében végzett kísérletekből megállapíthatók a következők:

— Feldolgozásra olyan kombinált eljárás alkalmas, amelynél frissítéssel a vas C és P-tartalmának, további kikészítéssel pedig S- és oxid-

3. táblázat

A vörösiszap komplex feldolgozására kialakított magyar eljárások során képződő vastermékek összetétele, %

Szám	Az eljárás jellemzői	C	Si	Mn	P	S	V	Ti
1.	Kis mésztartalmú elegy, képlékeny salak, vasrög*	0,6 —2,0	0,3 —0,8	0,1 —0,4	0,5 —1,2	0,7 —1,2		
2.	Nagy CaO- és Al_2O_3-tartalmú elegy, képlékeny salak, vasrög**	0,6 —2,2	0,3 —0,8	0,1 —0,4	0,5 —1,2	0,07—0,1	0,05—0,08	0,3 —0,6
3.	Kis mésztartalmú elegy, folyékony salak és vas**	1,2 —2,8	0,4 —0,8	0,2 —0,5	0,7 —1,2	0,7 —1,2	0,08—0,15	0,3 —0,6
4.	Nagy mésztartalmú elegy, önporló salak, folyékony vas**	1,5 —3,0	0,4—0,8	0,2 —0,5	0,7 —1,2	0,05—0,1	0,03—0,06	0,2 —0,5
5.	Kis mésztartalmú elegy, folyékony salak és vas***	0,50—0,70	0,10—1,00	0,05—0,12	0,28—0,43	0,6 —1,7	0,01	0,04—0,15

* Ejpovicei nagyüzemi kísérletek adatai.
** Laboratóriumi kísérletek adatai.
*** Félüzemi kísérletek adatai.

4. táblázat

A 9. sz. kísérleti adag és salakjának összetétel-változása

Acélösszetétel	C	Mn	Si	P	S				
Beolvadáskor	0,92	0,15	0,05	0,112	0,300				
Oxigénezés után	0,03	0,10	0,03	0,004	0,168				
S-telenítés közben	0,38	—	—	0,032*	0,020				
Csapolás előtt	0,38	0,70	0,44	0,042	0,008				
Tuskó összetétel	0,43	—	—	0,046	0,006				
Salakösszetétel	CaO	MgO	SiO_2	Al_2O_3	CaF_2	FeO	MnO	P_2O_5	Össz. S
Oxigénezés után	47,52	25,20**	7,80	9,56	—	10,00	0,37	0,63	—
Karbidsalak az adag végén	71,77	4,50	—	—	3,90	—	—	—	0,550

Megjegyzés: * Mivel a P-dús salakot nem lehetett a fürdőről kellőképpen eltávolítani, a P visszaredukálódott.
** Legnagyobb részben a kemence falazatából került a salakba.

tartalmának nagy részét el lehet távolítani. A frissítés elvégezhető külön ráfúvásos konverterben, de ívfényes kemencében is. Az egy kemencetesten belül végzett műveletek, berendezés igényüket tekintve egyszerűbbek, mert az oxigénes frissítést követő kikészítés minden további átöntés nélkül végezhető.

— Mivel a betét C-tartalma kicsi: 1—1,2%, az oxigénfelhasználás max. 15 Nm^3/t-ra tehető. Ilyen kismennyiségű C oxidálásakor nem keletkeznek nagy Fe_2O_3 tartalmú füstgázok, ezáltal a levegőszennyezésből, ill. tisztításból eredő fajlagos költségek elmaradnak, vagy csekélyek.

— Mind a P-talanításra, mind a S-telenítésre bázikus bélésű kemence test kialakítása szükséges. Ilyen bélés alkalmazásakor a teljes feldolgozási folyamat salakigénye összesen kb. 15%, a betét P és S-tartalmától függően. Mind a P-talanításkor, mind a S-telenítéskor többszöri salakhúzásos technológia kialakítása szükséges. Porbefúvásos technológia alkalmazásával a kihasználási tényezők növelhetők, az adagidők csökkenthetők.

— A kísérletekhez felhasznált G-vasak V- és Ti-tartalma az oxigénes frissítés folyamán nagymértékben csökken, ami után már nem lehet figyelembe venni, mint értékes alkotót. Az oxigénes frissítés folyamán azonban a salak V_2O_5- és TiO_2-tartalma olyan mértékben megnőhet, hogy a salak feldolgozása V és Ti kinyerésére számításba jöhet. A betétben levő Ni kb. 0,14%, amely nem elhanyagolható mennyiség. A Ni a frissítéskor nem oxidálódik, tehát az acélba kerül. Nem állnak rendelkezésünkre további elemzési adatok a Ni-re vonatkozóan, de jelenléte az egyes acélfajtákban lehet előnyös és hátrányos is.

— Az oxigén acélfürdőbe való fúvása kedvezőbb megoldásnak látszik, mint a fürdő felszínére való fúvás, mert jobban kihasználja az oxigént, intenzívebb fürdőmozgást hoz létre, a kemence falazatát kevésbé veszi igénybe. Ezzel szemben a befúvó cső fürdőbe nyúló részét leégéstől védeni kell. Az oxigénezés alatt a fürdő hőmérséklete kb. 100 °C-kal nő.

— A P-talanító salakalkotók oxigénezés közbeni adagolása előnyösebb mint az előre beadagolás. Még kedvezőbb a hatása az oxigénnel együtt történő mészpor befúvásnak, amit pl az LD-AC eljárás alkalmaz nagyobb P-tartalmú nyersvasak feldolgozásakor.

— Az oxigénezés befejezését követően az oxidsalakot lehetőleg maradéktalanul le kell húzni a fürdőről, mert a kikészítési periódusban a P visszaredukálódik az acélba. Nagyobb méretű kemence betét-súlyra vonatkoztatott fürdőfelülete kisebb, mint a 150 kg-os kísérleti kemencéé, ezért az oxigénezéskor a falazatra fröcscsenő és tapadó oxidsalak fajlagos mennyisége is kisebb, tehát a visszaredukálódó P is kevesebb.

— A nagy fajlagos fürdőfelület, vagyis az acél és salak nagyobb érintkezési felülete kedvezőbbé tette a határfelületen lejátszódó reakciók lefolyását a kísérleti kemencében, aminek rövidebb kikészítési idő és kedvezőbb kéntelenítés volt az eredménye.

A fajlagos salakmennyiség és a salaklehúzások száma a betétből eltávolítandó alkotók mennyiségétől függ legnagyobbrészt, de a módszer is lényeges szerepet játszhat az η_S és η_P salakkihasználási tényezők növelése révén. Az egyik 150 kg-os kísérleti adag összetételének változását a *4. táblázatban* mutatjuk be.

Megközelítő számítást végeztünk a G-vas folyékony betétből kiinduló feldolgozás gazdaságosságának megállapítására. Előzetesen meghatároztuk, hogy a folyamatosan keletkező vörösiszapból kinyerhető G-vas kettő db kb. 40 t befogadó képességű villamos ívfényes kemencével dolgozható fel.

Négyféle technológiai megoldást vizsgáltunk, két oxigénes és két érces frissítési lehetőséget, mindkettőre egy hagyományos és egy fordított eljárást. A fordított eljárás lényege abban van, hogy a beolvasztást redukáló periódus követi a messzemenő kéntelenítés céljából majd a salakhúzás(ok) után következik a frissítő periódus a foszfortalanításra és a C-beállításra. A fordított eljárások esetében porbefúvásos technológiákat alkalmaztunk. Az összehasonlításból kitűnt, hogy a legkedvezőbb adagidőt, segédanyag- és villamosenergia felhasználást, ill. feldolgozási költségeket az oxigénes fordított eljárás adja. Ebben az esetben a folyékony G-vas kb. 200 Ft/t-val lehet nagyobb értékű, mint

a hasonló elektrokemencében feldolgozandó hideg betét Ft/t értéke.

Ha pl. 5000 Ft/t acélminőségnél a betétköltség 2620 Ft/t, akkor G-vasból kiindulva ugyanez az acélminőség 2820.— Ft/t folyékony G-vas árat enged meg.

A vörösiszap Fe-tartalmának kinyerésére irányuló hazai törekvések labor, részben félüzemi és üzemi méretekben bebizonyították, hogy van feldolgozási lehetőség. A továbblépés azonban mind az alumíniumipar, mind a vaskohászat igényeinek megfelelően csak tervszerű összehangolt tevékenységgel biztosítható. E nagymennyiségű, környezetre káros hatású, de ugyanakkor értékes alkotókat tartalmazó anyag feldolgozási eljárásainak a gazdaságossági szempontok figyelembevételével történő továbbfejlesztése az érintett kutatóintézetek feladatát kell hogy képezze a jövőben is.

Összefoglalás

A tanulmány a vörösiszapból gyártott vasrög, ill. folyékony nyersvas továbbfeldolgozási lehetőségeivel foglalkozik.

A vasrög nagyolvasztói feldolgozása metallurgiai problémát nem jelent. Jelentős P- és S-tartalma miatt azonban e termék ára a nagyolvasztóban is csekély, ezért ilyen célra a vasrög előállítása nem fizetődik ki.

Ha acélt állítanak elő a vasrögből, a nagy szennyezőtartalom miatt nagy a fajlagos salakmennyiség, a sok salak és a salaklehúzási műveletek miatt elhúzódik az adagidő, megnő a salakkal elvitt fémveszteség. Így a vasrög-betéttel gyártott acél önköltsége mintegy 15—20%-kal nagyobb a hagyományosnál.

Folyékony G-vasból megvalósított acélgyártásnál a fordított oxigénes eljárás kedvező adagidőt, segédanyag- és villamosenergia-felhasználást eredményezett. Ebben az esetben a folyékony G-vas kb. 200 Ft/t-val nagyobb értékű lehet, mint a hideg betét.

IRODALOM

[1] *Lányi B.:* Bányászati és Kohászati Lapok Alumínium 83. 40. 1950.
[2] Magyar Szabadalom: 142.584.
[3] *Dobos Gy.—Solymár K.:* Symposium sur les bauxites, oxydes et hydroxides d'aluminium. 3. Zagreb, 1965. 132.
[4] *Dobos Gy.—Zámbó J.—Visnyovszky L.:* Cvet. Met. 37. No. 2. 36/1964.
[5] *Dobos Gy.—Kaptay Gy.—Osvald Z.:* Kohászati Lapok 98. 14. 1965.
[6] *Dobos Gy.—Solymár K.—Horváth Gy.:* Alumínium 48. 808. 1972.
[7] *Felföldi Z.:* Komplexnoe iszpol'zovanie bokszitov. Budapest 1972. 65.
[8] Magyar Szabadalom: 146.434 és 154.125.
[9] Magyar Szabadalom: 162.284.
[10] Magyar találmányi bejelentés: MA-2264/1972.
[11] *Dobos Gy.—Nemecz E.—Solymár K.—Elek S.:* Acta Chim. Acad. Sci. Hung. Tom. 50. 427. 1966.
[12] *Dobos Gy.—Solymár K.—Horváth Gy.:* Kohászat 105. 417. 1972.
[13] *Horváth Gy.:* Kohászat 102. 207. 1969.
[14] Vörösiszaptól nyert vasrögök vaskohászati felhasználásának műszaki-gazdasági értékelése. Tanulmány az OMFB részére. Bpest 1966.
[15] *Illyés J.:* Vörösiszap szétolvasztásával nyert vastermék utókezelése. VASKUT kutatási jelentés 1973.
[16] *Bogdandy L.:* Stahl u. Eisen 1968. 22. 11820.
[17] *Decker A.:* Stahl u. Eisen 1972. 22. 10770.
[18] *Lüdemann, K. F.:* Heue Hütte 5. 617. 1960.
[19] *Gomez-Trevijano, G. C.:* Trabajos del instituto del hiero y del acero. Tom. XVI. No. 85. 1963. 276.
[20] *Felföldi Z.—Solymár K.—Horváth Gy.:* Jelentés a Gebr. Guilini-cégnél magyar vörösiszapok hasznosítására folytatott félüzemi kísérletekről. Bpest. 1971. dec.
[21] *Horváth Gy.:* A Gebr. Giulini-cégnél végzett félüzemi méretű magyar vörösiszap kohósítási kísérletek mintáinak laboratóriumi vizsgálata. FÉMKUT jelentése. Bpest. 1972.

Műszaki és gazdasági hírek

A spanyol Prerreducidos del Norte de Espana (PRENOSA) vállalatot 1974-ben 11 kohászati vállalat hozta létre 4,5 mió pezeta tőkével. A vállalat várhatóan 800 000 t/év előredukált anyagot használ majd fel. Időközben további 10 cég társult be a PRENOSA társasághoz és az igény előredukált ércben 2 mió tonnára nőtt. Ezért a PRENOSA elhatározta Európa legnagyobb előredukáló üzemének felépítését a Biscaya-i öbölben. Probléma még a földgáz biztosítása, melyet az ENAGAS (Empresa Nacional des Gas, INI) vállalat egy Barcelona—Bilbao gázvezeték létesítésével old meg. (HW)

L'Usine Nouvelle 1974. 51—52. sz.

*

Az olasz Nazionale Cogne, Breda Siderurgica és Tecnocogne vállalatok kereskedelmi szervezete a Società Italiana Acciai Speciali p.a. Párizsban megkezdte tevékenységét. A három olasz üzem a speciális acélok teljes skáláját gyártja: finom szénacélokat és finom ötvözött acélok mindenféle típusát, inox-acélokat, szerszámacélokat stb. A csoport inox-acélból 20 et/év termeléssel az olasz inox-acélgyártás 50%-át képviseli. (HW)

L'Usine Nouvelle 1975. 4. sz.

*

A francia tengerparton levő SOLMER kohászati kombinát 2,5 mit/év kapacitásával szemben 1974. elszámolási évben 800 et nyersacélt és 1,04 mió t nyersvasat termelt.

A vállalat 1975-ben helyezi üzembe folyamatos tuskóöntődéjét és ezzel kapacitása 3,5 mió t/év-ra nő. A továbbiakban 7 mió t/év-re akarják kiépíteni a nyers acélgyártó kapacitást. A további beruházások attól függnek, javul-e az acélkereslet és mikor növeli az ATH a SOLMER kombinátban való tőkerészesedését 20%-ról 25%-ra. 1974. végéig a létesítmény összes beruházási költségei 7,1 milliárd Ft-ba kerülnek. (HW)

Handelsblatt, 1975. 32. sz.

*

Az osztrák VÖEST-ALPINE az eddig ismert egyik legnagyobb lemezhajlítógépet helyezte üzembe Linz-i telephelyén. A háromhengeres gépen 3800 mm maximális szélességű lemez hajlítható *500 mm vastagságig* 3000 t nyomással. Hidegen 120 mm, melegen 550 mm a legvastagabb még hajlítható lemez. A hajlítást végző alsó hengerek átmérője 1250 mm, a felsőhengeré 1500 mm, illetve 900 mm. (H. W.)

VÖEST-ALPINE Information 1974. 2. sz.

Hazánk legrégibb kohászati anyagvizsgálati laboratóriumának fejlődése Diósgyőrben

NÉMETH EMIL okl. kohómérnök
Lenin Kohászati Művek

DK: 669.01 : 620.1

A szerző a diósgyőri anyagvizsgálati laboratórium történetét ismerteti. Itt valósult meg hazánk első központi ipari anyagvizsgálati laboratóriuma, korának élenjáró vizsgálati módszereivel. Elismerő korabeli dokumentumokat közöl a diósgyőri minőségi acélgyártásról. Ismerteti a fokozottabb igénybevételre alkalmas acélfajták gyártásának sikere érdekében létrehozott központi anyagvizsgálati laboratórium létesítésének körülményeit.

Az 1770. esztendőt írták. Akkor indult meg a Bükk-hegység alján, Diósgyőrben a vasgyártás, amikor *Lavoisier* döntő csapást mért a flogiszton elméletre és ezzel lerakta alapjait a mennyiségi elemző kémiának.

Az azóta eltelt két évszázad során gyárunk mindig élenjárt a fokozottabb igénybevételre alkalmas acélfajták gyártásában, s ez irányú tevékenységét töretlenül folytatja ma is.

De hogyan állapította meg gyártmányainak használhatóságát e kor kohásza, amikor még csak 1802-re tehető a sztöchiometria kifejlesztésével a mennyiségi elemző kémiának a lendületesebb fejlődése, amikor 1814-ben veszi fel *Telford* a vas első szakítódiagramját, amikor 1860-ban készíti el első mikrofelvételét *Sorby* és 1900-ban mutatja be a párizsi világkiállításon keménységmérő gépét *Brinell?*

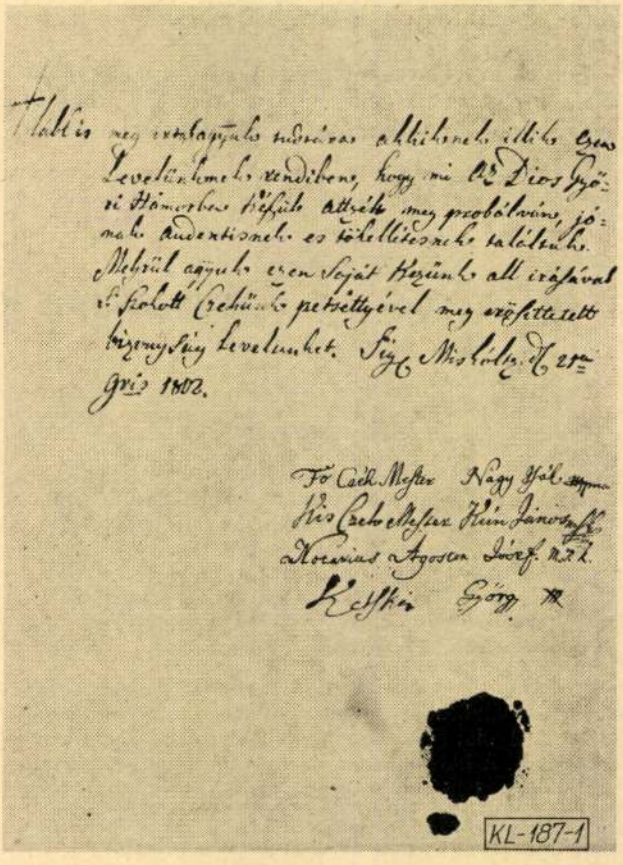
Az évszázadokon át felgyülemelett és nemzedékenként apáról fiúra szálló tapasztalatait hasznosítja e kor kohásza. A vasveszteség meghatározására szolgáló olvasztási próbázások mellett a makrojelenségek megfigyelésére és jellemzésére nagyon alkalmas *hajlító- és töretpróbákat* alkalmazta. Így győződött meg arról, hogy gyártmánya jól edződik-e, törete egynemű-e stb. Ezek voltak a legősibb vizsgálati módszerek, melyeket a modern anyagvizsgálat még napjainkban is rendszeresen alkalmaz.

Nemcsak saját gyártású anyagot vizsgálta, hanem távoli vidékről is felkérték a gyárat hasonló vizsgálatok végzésére. Ilyen esetről tudósít a Bánya-főkamaragrófsági iratok [1] 2599. sz. alatti, 1782. aug. 25-én kelt feljegyzése, mely szerint *Kóen Ábrahám*, óbudai kereskedő, hadianyagszállító öntött ócskavasat kíván a gyárban megvizsgáltatni, s egyúttal a beváltási ára után is érdeklődik. A gyári tiszt 1792. dec. 4-i jelentésében (3700 sz.) közölte, hogy a végrehajtott próbázás alapján a gyárnak nem előnyös a felajánlott üzlet, mert a szokásos vasveszteséggel nem olvasztható az anyag.

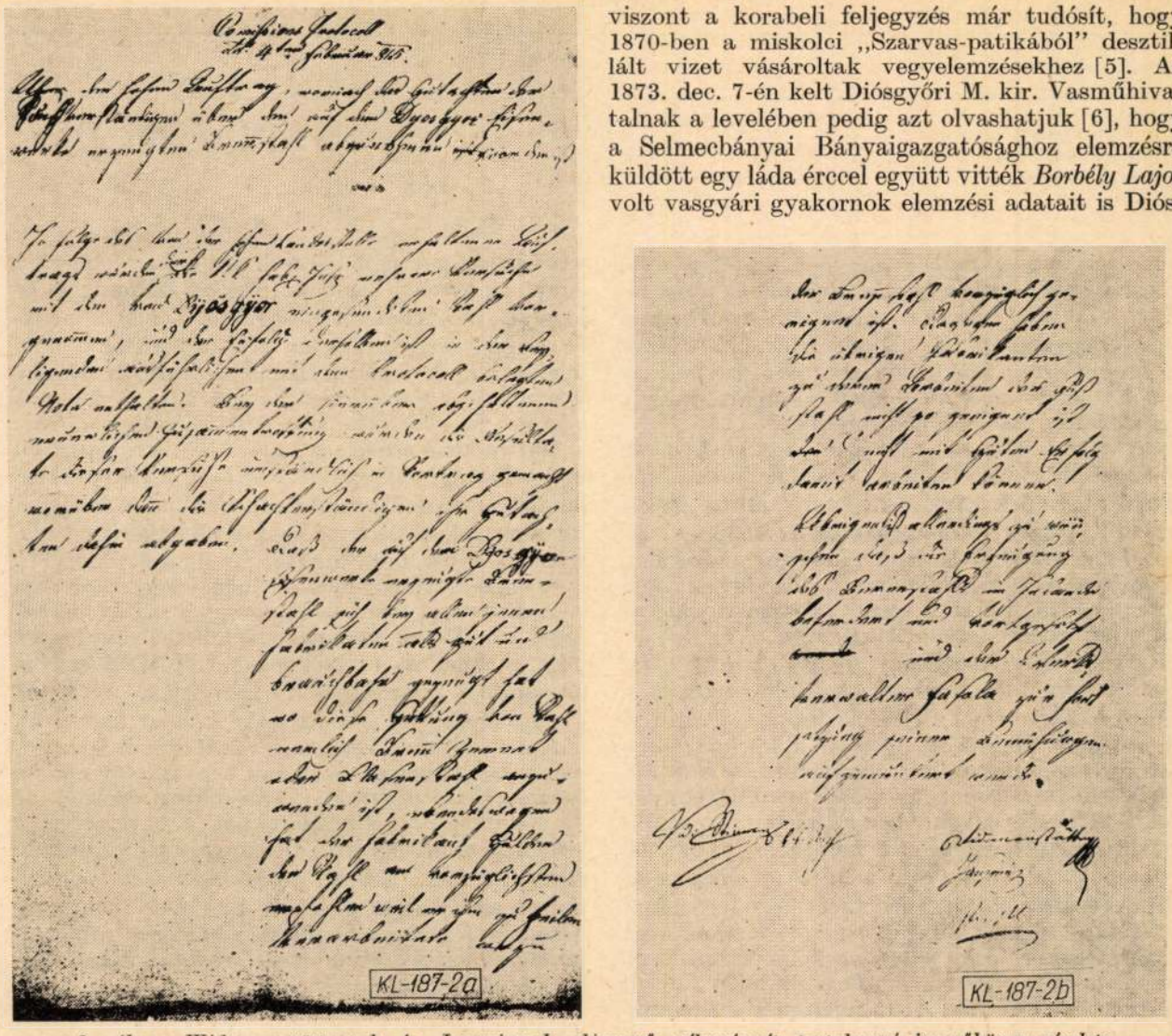
A technikai fejlődés azonban a minőségi igényeket fokozatosan növelte és a gyártmányok választékának bővítését sürgette. A felhasználó már biztosítékot kért a gyártótól termékének jóságáról, de sokszor a bizalom megszerzése érdekében a gyártó maga is, tőle független szervtől kért „anyagvizsgálati bizonyítványt", amellyel termékének jóságát tanúsíthatta, propagálhatta.

Az *1. ábra* ilyen — 1802. esztendőben kelt — „bizonyítványlevelet" mutat be, amelyben a miskolci nagy és kis Céh-mester aláírásával tanúsítja, hogy a diósgyőri Hámorban készült acélt „jónak, audentisnek és tökéletesnek" találták [2]. (Az „audentis" feltehetően a latin nyelv nem ismeréséből eredő elírás, valójában „authentikus" — új latin szó — értelme: megbízható.)

A napóleoni háborúk alatt, ill. végén a monarchia a fokozott hadikészülődés miatt a diósgyőri acélt is fel kívánta használni hadfelszerelések gyártására. Ezért a császári-királyi udvari kamara megbízásából a diósgyőri acélt 13 különböző helyen vizsgáltatták meg. E vizsgálatokat értékelő 33 oldalas jegyzőkönyvet összeállító bizottság olyan végkövetkeztetésre jutott, hogy a diósgyőri acél a fokozott igénybevételű fegyveralkatrészek — pl. fegyverrugó — gyártására alkalmas. Tehát az 1802-es „bizonyítvány-levelet" követően 13 év után — 1815. február 4-én — Bécsben egy olyan jegyzőkönyvet írtak alá, amely már akkor megalapozta és elismerte a diósgyőri minőségi acél hírnevét. Fokozta ennek az elismerő okiratnak a műszaki súlyát az, hogy az elismerő sorokat a cs. kir. udvari



1. ábra. Az első fennmaradt elismerő vélemény — „bizonyítvány-levél" — a diósgyőri acélról, 1802-ből



2. ábra. Widmannstättennek és Jacquinnak elismerő véleményét tartalmazó jegyzőkönyv részlete (Bécs, 1815. febr. 4.)

kamara megbízásából olyan szaktekintélyek szövegezték és írták alá, mint *Widmannstätten* és *Jacquin*. (A vizsgálatok eredményét a bécsi Stadthauptmannschaft összegezte 1815. febr. 10-i keltezésű HK 3760 számú átiratában az udvari kamara és a birodalmi kormány felé. Ez tartalmazza *Widmannstätten* és *Jacquin* 1815. febr. 4-i jegyzőkönyvét is.) Ennek az 1815. febr. 4-én kelt jegyzőkönyv első és utolsó lapjának másolatát szemlélteti a 2. *ábra* [3].

Jacquin szervezte meg a Selmecbányai Akadémia ásványtani kémiai tanszékét. A tanszék élénk kapcsolatot tartott a helybeli bányaigazgatósággal, s ezen keresztül a kor iparával. Az 1800-as évek elejétől lovasfutár, vagy lovasszekér vitte a fontosabb ércmintákat a Bányaigazgatóságra és hozta vissza a régebbi vizsgálat eredményeit Diósgyőrbe.

1840-ből származik az első megmaradt pontos százalékos értékű, teljes ércelemzés, amit Diósgyőr felkérésére végzett a szomolnoki bányaigazgatóság [4].

A kémiai elemzések Diósgyőrben való megindulásának első lépéseiről adataink nincsenek. Arról viszont a korabeli feljegyzés már tudósít, hogy 1870-ben a miskolci „Szarvas-patikából" desztillált vizet vásároltak vegyelemzésekhez [5]. Az 1873. dec. 7-én kelt Diósgyőri M. kir. Vasműhivatalnak a levelében pedig azt olvashatjuk [6], hogy a Selmecbányai Bányaigazgatósághoz elemzésre küldött egy láda érccel együtt vitték *Borbély Lajos* volt vasgyári gyakornok elemzési adatait is Diósgyőrből. Ezt igazolják a diósgyőri nagyolvasztó 1871. évi üzemi jelentései, ahol az üzemeltetési paraméterek mellett rendszeresen érc- és salakelemzési adatokat is közöltek.

Azt már tudjuk, hogy az 1881 és 82-es gyárbővítés során került az ideiglenesen a hivatalházban elhelyezett vegyműhely a jelenlegi helyére, s ezen az új helyen *Friedmann* vezetésével kezdte meg a munkáját. 1883-ban már rendszerezett nagy főkönyvet vezettek [7] az elemzésekről. Meglepő a vizsgálatoknak az a széles köre és gazdagsága, amivel már az akkori vegyműhely foglalkozott.

A magyar nyelven vezetett főkönyv csoportosításában megtaláljuk az

a) ércek és hozaganyagok elemzéseit,
b) vasneműek elemzését,
c) gázelemzéseket és
d) különféle vizsgálatokat: lobbanáspont, fajsúlymérés, cukortartalom vizsgálatokat. (A cukortartalom elemzésének gyári vonatkozású szükségességét egyelőre nem ismerjük.).

Ebből a főkönyvből értesültünk arról, hogy 1883-ban már tömeges mennyiségű szakítópróbát

1. táblázat

Sín-típus	C	Si	S	P	Cu
47 font/fm. súlyú sín	0,187	0,111	0,025	0,026	0,146
65 font/fm súlyú sín	0,214	0,121	0,024	0,039	0,170
71 font/fm súlyú sín	0,146	0,198	0,024	—	0,122

elemeztek a vegyműhelyben, sőt összehasonlító vizsgálatokra a resicai és a Krupp-művek anyagaiból is szakítókísérleteket végeztek. Arról sajnos nincs feljegyzésünk, hogy Diósgyőrben mikor kezdték meg először a szakítóvizsgálatok végzését, csak az a közvetett adat áll rendelkezésünkre, hogy a a vizsgálatok 1883-ban már folytak.

Azt tudjuk, hogy az 1881 és 82-es bővítés során a hengermű mellett külön „próbagépházat" építettek [8]. Ennek hagyatéka közt találtuk meg a nagyütő-vizsgálati könyvek közt az 1892. évi 34. és az 1896. évi 37. sorszámot viselő anyagvizsgálati főkönyvet. A könyvek sorszámának idő- és nagyságrendje arra utal, hogy ezeket a vizsgálatokat már előtte pár évtizeddel megkezdték [9].

Az 1870-es években nagy gondot okozott a forrasztott és folytacél sínek összehasonlító vizsgálata. 1876 szeptemberében a Közlekedés- és a Pénzügyminisztérium szakbizottságot jelölt ki, hogy a bizottság hasonlítsa össze a forrasztott és nem forrasztott folytacél síneket, különös tekintettel a kopásállóságra. Diósgyőr ebben az időben forrasztott síneket gyártott, s éppen azt mérlegelték, hogy milyen előnyt jelentett volna a folytacél sínek gyártása. A bizottság több gyárból származó forrasztott és folytacél síneket vizsgált meg oly módon, hogy vasvezeték közt 5 kg súlyú vaskoloncot zsinórral 1 m magasra húztak fel, azután a sín fejére állított acélszegecsre ejtették. A sín fején mérhető mélyedés átmérőjével jellemezték a sín keménységét. *Kerpely Antalt* — aki egyébként a bizottságban nem vett részt —, nem elégítette ki e vizsgálati mód, ezért *Waltenhofen* elvéből kiindulva megszerkesztette azt a készüléket, amellyel „elektromegneticus" úton kívánta összehasonlítani a két gyártási eljárásból származó síneket. Ezt a tanulmányát olvasta fel 1877. november 5-én a Magyar Tudományos Akadémián mint székfoglalót: „A vas chemiai alkata és keménysége közti vonatkozások" címmel [10].

Kerpely ezzel a berendezéssel 21 különféle gyártású sínt vizsgált meg, köztük 3 diósgyőri sínt is: 47, 65 és 75 font/fm. súlyúakat. A sínek alapanyagát faszénnel gyártott nyersvasból és karvini barnaszénnel „fülő" kavaró kemencékben gyártották az *1. táblázat* szerinti összetétellel.

Később a technológiai és mechanikai vizsgálatok sora bővült. 1897-ben már a házi lövő- és robbantó próbálkozásokhoz szükséges tartozékokkal bővítették a vizsgálati lehetőségeket. 1899-ben pedig az Eskű-téri Duna-hídhoz gyártott anyagok vizsgálatához új, hidraulikus anyagvizsgáló gépet szereztek be.

E fejlesztések során — sőt talán ezen keresztül — lassanként felismerték, hogy az eddigi vizsgálati eredmények, bár hathatós segítőtársai a kohászatnak, de már nem képesek az iparban felmerült, egyre igényesebb rendeltetésekkel összefüggő jelenségek megismerését elősegíteni. Tömeges mennyiségben megjelentek az ötvözött-acélok különféle fajtái. A tégelyacélkohó a hadiipar részére fokozott igénybevételre alkalmas minőségű acélok egész sorát gyártotta. Sőt, 1901 januárjában már a Martin-kemencében is több adag ötvözött acélt gyártottak. Ezek közül a *2. táblázat* néhány nikkeles adag elemzését szemlélteti. Feltűnik a mangántartalom fokozatos emelése, amit feltehetően tudatosan növeltek, hogy hatását tanulmányozzák [11].

A századforduló műszaki igényessége már nem elégszik meg a technológiai, vegyészeti és mechanikai vizsgálatok eredményeivel, hanem azt keresi, hogy ezeknek az értékeknek a változását milyen ok-okozati összefüggések irányítják. Gyárunk gyorsan felfigyelt e kérdésekre választ kereső új, korszerű, de még kezdetleges metallográfiai eredményekre és kereste azoknak a gyakorlat részére hasznosítható eljárásait. Gyárunkban ezeknek az új metallográfiai vizsgálatoknak a bevezetését a különféle minőségi acélfajták gyártási problémái szorgalmazták. Bevezetésétől különösen a haditengerészet részére gyártott 24 cm-es páncélgránátok, valamint a fegyvercső anyagok minőségjavulását várták, s amint az később bebizonyosodott: el is érték.

Ennek a lelkes munkának úttörője és a jelenlegi metallográfiai laboratóriumnak az alapítója és szervezője *Fábry Zsigmond* okl. kohómérnök volt. 1901-ben szerezte meg vaskohómérnöki oklevelét és néhány év múlva megbízzák a metallográfiai laboratórium megszervezésével. Tapasztalatszerzésre — 2 hónapi tanulmányútra — a Gross-Lichterfeldi königl. Materialprüfungsamt-ba kívánta küldeni a gyár vezetősége, de az Intézet idegen állampolgároknak ilyen célra engedélyt nem adott. Így a berlini Bányászati Akadémia vaskohászati tanszékére, *Wedding* laboratóriumába került.

Wedding asszisztense néhány hónappal azelőtt hasonló célból és szándékkal végzett tanulmányokat a Lichterfeldi Intézetben, s így *Fábry* köz-

2. táblázat

Elem	Összetétel (%)				
	1. adag	2. adag	3. adag	4. adag	5. adag
C	0,349	0,149	0,152	0,103	0,152
Si	0,037	0,107	0,056	0,168	0,046
Mn	0,587	0,674	0,732	0,917	0,975
Cu	0,096	0,064	0,078	0,088	0,072
P	0,015	0,017	0,027	0,016	0,028
S	0,040	0,050	0,070	0,040	0,040
Ni	1,770	2,084	2,163	2,084	1,770
Cr	0,822	—	—	—	—

vetve ugyan, de megismerkedhetett az ottani munkával is, sőt az asszisztens közbenjárására néhány órára a Lichterfeldi Intézetbe is ellátogatott [12].

1905-ben tér haza és akkor kezdte meg az új laboratórium szervező munkáját. *Hazai kohászatunk elsőnek itt Diósgyőrben rendezett be a kor színvonalának megfelelő metallográfiai laboratóriumot és hasznosította a korabeli metallográfiai ismereteket.* Magyarország első induló ipari metallográfiai laboratóriumában a következő berendezések voltak: Csiszoló-polírozó készülék, *Martens*-féle nagy mikrofotográfoló készülék, az átalakulási hőmérsékletek meghatározására szolgáló *Saladin* készülék, Pt — ellenállásfűtésű kemencék, golyós-próba készülék keménységmérésre, próbadaraboló és megmunkáló berendezések, fényképek készítésére alkalmas sötétkamra és végül szövetelemek keménységkülönbségének a vizsgálatára szolgáló *Martens*-féle karc keménységmérő.

Fábry súlyos gyártási problémák sikeres megoldásai közben számos rendszerezett kísérleti és kutatási vizsgálattal is foglalkozott. Az 1912-ben New Yorkban tartott nemzetközi anyagvizsgáló kongresszus közlönye közölte a „600—1000 °C között lágyított néhány karbon szerszámacél mechanikai tulajdonságainak és mikroszerkezetének változásai" című tanulmányát [13], mint a Diósgyőri Vas- és Acélgyár metallográfiai laboratóriumában végzett kísérletét. (Ismereteink szerint ez az első olyan metallográfiai cikk, amely hazai szerző tollából a kontinensünkön kívüli földrészen megjelent.)

Műszaki hivatásérzete aktív szervező készséggel párosult. 1919-ben a Tanácsköztársaság idején javaslattal fordult a Népgazdasági Tanácshoz, amelyben a Diósgyőri Vas- és Acélgyár telepén egy kohászati és tüzeléstechnikai kísérleti állomás létesítését kérte [14].

A gyáron belül az anyagvizsgálattal és a hőkezelésekkel összefüggő mindennemű tevékenységet központosította, egy kézbe fogta össze. A Próbagépházat a Metallográfiához csatolta, a hőkezelési utasításai és a minőségi kérdésekkel kapcsolatos intézkedései az egész gyárra kiterjedtek és azokat szigorúan ellenőriztette. Bevezette a szerszámacélok alapanyagának minősítését, stb.

Röviden összefoglalva, a gyár minden anyagminőségi problémája az Anyagvizsgálati Laboratóriumban futott össze, itt vizsgálták, értékelték és adták a további utasításokat a feldolgozásra, vagy elszállításra, vagy éppen egy-egy gyártási mód megváltoztatására. A laboratórium 1916-ban kerül felújításra, ill. bővítésre. A metallográfiai laboratórium bővítését *Tömösközy Jenő* kohómérnök, a vegyészeti részét pedig *dr. Szász Ernő* vezette, de a fejlesztést véglegesen — a háború miatt — csak 1925-ben fejezték be.

Ebben az időben a Metallográfiai Laboratóriumban az előzőkben felsorolt vizsgálatok mellett már ütvefárasztással, mélyhúzó vizsgálatokkal, mágneses indukció mérésekkel is foglalkoztak, az olvasztási kísérletekhez pedig 10 kg-os kryptol kemencét is üzemeltettek. A Vegyészeti Laboratórium pedig már 1926-ban — az acélgyártás hatékonyabb megsegítésére — megszervezte az acélműbe telepített helyszíni gyors C és Mn elemzést.

Közben a laboratórium állandóan figyelemmel kísérte a külföldi eredményeket és azok hazai hasznosítását szorgalmazta. Jó példa erre a laboratóriumban végzett első nitridálási kísérletek története. *Fry* 1923-ban hozta nyilvánosságra nitridálási szabadalmát. 1925-ben a diósgyőri laboratóriumban már meg is indultak a nitridálási kísérletek. Az NH_3 gáz előállítására mészkő és szalmiáksó keverékét használták. A keverékre vizet öntöttek, s így a mészkő olvadásakor felszabadult hőmennyiség segítette elő a szalmiáksó oldódását. Az így kapott oldatot vezették be csappenként a gázosító térbe, ahol a keletkezett ammóniagáz jó hatásfokú nitridálást biztosított. A diósgyőri laboratóriumban az első nitridálási kísérletekre 0,55% C és 3,5% Cr tartalmú acélt használtak fel és 600 °C hőmérsékleten 8 óra alatt 0,4 mm nitridált réteget értek el. ($CaCO_3 + H_2O + 2\ NH_4Cl = 2NH_3 + CO_2 + CaCl_2 + 2\ H_2O$).

A diósgyőri kísérletek befejezése után, 1927-ben *Fábry* felkeresi *Fry*-t, s a nitridálási kísérletek során szerzett tapasztalataikat kicserélték. *Fábryt* különösen a gyakorlati alkalmazhatósági tapasztalatok érdekelték, főleg az, hogy a cementálással szemben mikor előnyösebb a nitridálás. A nitridált kéreg fajlagos felületi terhelhetősége iránt ugyanennek az útnak a során a Benz-gépgyárban is érdeklődött.

Az ezt követő időszakban, egészen 1945-ig inkább csak a meglevő berendezések és vizsgálati módszerek alkalmazási területe bővült, ill. azok korszerűsítése folyt. Kicserélték az átalakulási pontok mérésére használt *Saladin* készüléket *Leitz*-dilatométerre. 1931-ben került a nemesacél vasraktárának helyére a mai Mechanikai Laboratórium. 1940-ben új vizsgálati módszerként a 45 órás rövidkúszás vizsgálatot vezették be és a fárasztóvizsgálati eljárásokat bővítették.

A Vegyészeti Laboratórium 1933-ban tovább bővítette a helyszíni gyorslabort, bevezette a helyszíni S és P meghatározást, 1938-ban pedig a Ni, Cr és Mo meghatározása is már a gyártás színhelyén, az acélműi „gyorslaborban" folyt. Laboratóriumaink újabb, lendületesebb fejlődése és az új vizsgálati módszerek egész sorának bevezetése 1945 utánra esik. Laboratóriumainkat felszereltük a fokozottan igénybevett minőségi acélok gyártásának ellenőrzésére és kutatására alkalmas modern berendezések egész sorával.

Az automata spektrométerek, a műszeres analitika különféle formái, a nyomelemek vizsgálata, a termikus analízis, a vákuum alatt megfigyelt fázisátalakulások folyamatai, a hevített fémfóliák elektronmikroszkópos megfigyelései, a hosszú idejű kúszási folyamatok, a nagy negatív hőmérsékleteken észlelt ridegedési jelenségek, a különböző fémfizikai mérések és roncsolásmentes vizsgálatok változatos formái feltárják az anyagnak a „belső életét" és e megismert összefüggéseken keresztül segítik laboratóriumaink a metallurgiát és a technológiát, hogy gyártmányaink korszerűségét biztosítsuk.

A jelen sokrétű és változatos feladatai mellett nem feledkezünk meg a jövőről sem. Gondosan

igyekszünk kijelölni a fejlődés útját és annak megvalósításán fáradozunk, hogy utódaink töretlenül folytathassák a több mint 200 évvel ezelőtt megkezdett „mivlátói" munkának modern változatát.

IRODALOM

[1] Selmecbánya. Bányászati Levéltár (HKG) 2599/1782 sz.
[2] Lenin Kohászati Művek. Kohászati Múzeum. Diósgyőr.
[3] Selmecbánya. Bányászati Levéltár (HK) 3760 sz.
[4] Szomolnoki Inspektorátus. Bányafelügyelőség.
[5] Vasgyári Igazgatósági iratok. 1873. Selmecbánya.
[6] Selmecbányai Bányaigazgatóság előadói íve, az 1873 dec. 17-én tartott 51. tanácsüléshez. (Selmecbánya 6451 sz.)
[7] Lenin Kohászati Művek Vegyészeti o. irattára 1883.
[8] A diósgyőri m. kir. vas- és acélgyár története 1765—1910 Miskolc.
[9] Lenin Kohászati Művek Anyagvizsgálati o. irattára.
[10] Magyar Tudományos Akadémia VIII. kötet IX. szám, Budapest 1878.
[11] Lenin Kohászati Művek Vegyészeti o. főkönyve, 1901.
[12] *Fábry Zsigmond* 1931 okt. havi kézirata. LKM Anyagvizsgálati o. irattára (Fotó)
[13] Bányászati és Kohászati Lapok. 1917. márc. 15. pag. 175—182.
[14] *Fábry Zsigmond* kézirata. 1919. LKM Anyagvizsgálati O. (Fotó).

Egy „Quantimet 720" automatikus képelemző berendezés

RÓNASZÉKI LÁSZLÓNÉ okl. kohómérnök
Vasipari Kutató Intézet

DK: 620.18

A Vasipari Kutató Intézetben felállított, Quantimet 720 automatikus képelemző berendezés működési elve és mérési lehetőségei.

A *kvantitatív metallográfia* a fémek és ötvözetek fémes és nemfémes fázisainak, szövetelemeinek mennyiségi meghatározásával foglalkozik, mégpedig metallográfiai csiszolatokról létrehozott mikroszkópos kép információtartalmának elemzése révén.

Akár fénymikroszkópot, akár elektronmikroszkópot használunk, többnyire tudomásul kell vennünk, hogy az elemzendő kép a vizsgált, háromdimenziós anyagnak csak egy a csiszolat síkja által kijelölt, kétdimenziós metszetét jellemzi. Ennek a kétdimenziós metszetnek a segítségével keresünk a következő kérdésekre választ:

1. Milyen fázisokból, szövetelemekből épül fel az anyag?

2. Mennyi az egyes fázisok, szövetelemek részaránya?

3. Mekkora az egyes szemcsék mérete, illetve méreteloszlása?

4. Milyen a szemcsék, krisztallitok alakja? Valamint:

5. Milyen a fázisok, szövetelemek szemcséinek viszonylagos helyzete, elrendeződése?

A mikroszkópos vizsgálat módszerei régen kialakultak. A fázisok, szövetelemek azonosításakor így elsősorban a személyes tapasztalatra támaszkodunk: a gyakorlott metallográfus azonnal felismeri az acélpróba szövetében a ferritet, a perlitet vagy a martensitet, öntöttvasban a grafitot. Már nem ilyen egyszerű a helyzet, amikor például valamely szerszámacél karbidjainak a fajtáját kell megállapítani, vagy akár csak az öntöttvas steaditjében a vasfoszfidot kívánjuk a cementittől megkülönböztetni. Ilyenkor különféle maratásokhoz folyamodhatunk, esetleg más módszereket, röntgendiffrakciós eljárást, mikroszondát stb. is igénybe veszünk. Világosan látnunk kell azonban, hogy a jellegzetességek előhívása, az azonosítás munkája szükséges előfeltétele ugyan a további munkának, de valójában még kívül esik a kvantitatív metallográfia tárgykörén. Számszerű eredményeket ugyanis csak a *2—5.* kérdéssel kapcsolatban várunk.

Hangsúlyoznunk kell, hogy a mikroszkóppal csak egy rendszerint önkényesen választott, kétdimenziós metszetet vizsgálunk, amelyen a térbeli felépítés közvetlenül nem látszik. A kétdimenziós metszetekből és részben különleges vizsgálatok eredményéből az anyag tényleges, térbeli felépítését rekonstruáló tudományág, a *sztereológia* a leguutóbbi években gyorsan tért hódított a fémtanban, módszerei azonban kívül esnek ennek a tanulmánynak a tárgykörén. Számunkra csak az a fontos, hogy a sztereológia a következtetéseit jórészt a kétdimenziós szövetképnek az alábbi paramétereiből vonja le:

a) A szövetképen *az egyes fázisokhoz tartozó területek részaránya,*

b) az egyes szemcsékhez tartozó területek nagysága, illetve nagyság szerinti eloszlása,

c) az egyes szemcsékhez tartozó területek alakja,

és

d) a fázisokhoz, szövetelemekhez tartozó területek viszonylagos helyzete, elrendeződése.

A kvantitativ metallográfia keretében, a mikroszkópos szövetképen tehát mindenekelőtt ezeket a paramétereket kell (vagy gyakran inkább csak kellene) egyértelműen, számszerűen megállapítani. Ismeretes, hogy a követelményeknek nem tudunk egykönnyen megfelelni. Még viszonylag egyszerűen boldogulunk, ha a területek részarányát kell meghatároznunk, ebben rendelkezésünkre áll a *planimetrálás, a vonalmenti analízis* és a *pontszámlálásos módszer.* A szemcsékhez tartozó területek átlagos nagyságának meghatározását is visszavezethetjük az adott felületrészen található szemcsék megszámlálására. A mezők alakját (a szemcsék nyújtottságát) esetenként jellemezhetjük a két egymásra merőleges irányban megállapított átlagos méret hányadosával. A szemcsékhez tartozó mezők méret szerinti eloszlásának meghatá-

rozása már problematikus; a *d)* pontban körülírt jellegzetességek számszerű megadása pedig annyira megoldatlan, hogy helyette rendszerint csak etalonképekre hivatkozunk (gondoljunk például az acél zárványosságára, szerszámacélok karbidsorosságára, az öntöttvas grafitjára; stb.).

A fentiekből rövid úton kitűnik, hogy fémes anyagaink szövetszerkezeti felépítését valóban nehéz kvantitatív módon mérni és jellemezni. Még kedvezőtlenebb a kép, ha az elvben legegyszerűbb, vonalmenti analízis, vagy a pontszámlálásos módszer rendkívül fárasztó, munkaigényes voltát is figyelembe vesszük. Nem véletlen tehát, hogy az ilyen méréseket a közelmúltig csak korlátozottan lehetett alkalmazni.

Döntő változást az elektrónika, a műszertechnika fejlődése hozott az 1960-as évek első felében, amikor megkezdődött az *automatikus képelemző berendezések* kialakulása. Ezek a berendezések általában vagy a lineáris analízisen, vagy a pontszámlálásos módszer elvén működnek, s természetszerűen az egyszerű alapmérések többé-kevésbé automatikus, de gyors elvégzésére alkalmasak. Jelentőségük csak részben rejlik a *mérés* automatizálásában. Sokkal fontosabb, hogy *a korszerű készülékek a közvetlenül mért eredményeket értékelni is tudják.* A készülékek számítóegységei nagyon változatos módon adhatják meg a területarányokat, szemcseméretet, méreteloszlásokat stb. A legfejlettebb — és természetesen legdrágább — berendezések az eredmények statisztikus értékelésére is alkalmasak, az adatokat automatikusan kiírják, lyukszalagra viszik; sőt, szükség esetén közvetlenül csatlakoztathatók nagy, központi számítógépekhez. Bármennyire lelkesítő is azonban ez a perspektíva, már a rendkívül nagy apparatív igények is jelzik, hogy még a legkorszerűbb technika alkalmazásával is alapvető nehézségek merülnek fel, melyeket egyelőre csak kompromisszumokkal lehet áthidalni.

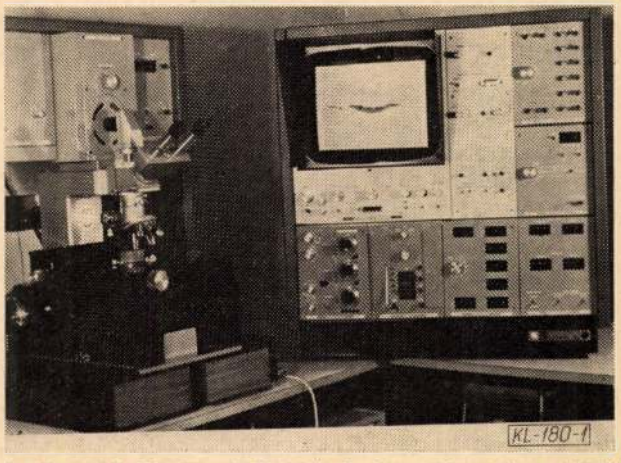
A kvantitativ metallográfia kérdéseivel, s ezen belül az automatikus képelemző berendezésekkel kiterjedt irodalom foglalkozik. A legutóbbi évek közleményei már nemcsak a fejlesztők, gyártók előremutató sikereiről, hanem a mérési nehézségekről is beszámolnak. Egyelőre úgy látszik tehát, hogy a kvantitatív metallográfia több millió forintos nagyberendezései belátható időn belül megmaradnak a kutatás egyik nehéz, de bizonyos területeken nélkülözhetetlen eszközének. A gyakorlati igényeket sokkal inkább kielégítik az olyan egyszerűbb, sokkal olcsóbb műszerek, mint amilyen a *Verő B.* irányításával az Intézetünkben kifejlesztett *VIDIMET*.

Az alábbiakban gondolatmenetünket arra a *„Quantimet 720"* típusú berendezésre korlátozzuk, mely immár két éve működik a Vasipari Kutató Intézetben, és amely így közvetlenül a hazai felhasználók rendelkezésére áll.

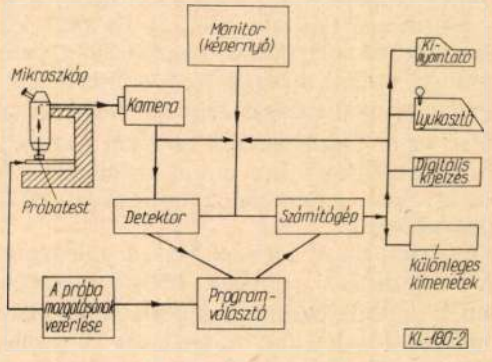
A „Quantimet 720" működési elve

A *Metals Research LTD.* angol cég az elsők között, 1963-ban készítette el a „Quantimet A" típusú képelemző berendezését, amelyet harmadik generációként követett az *1. ábrán* látható „Quantimet 720". Ez utóbbinak a működési vázlata a *2. ábrán* látható. A próbatest metallográfiai csiszolattá kidolgozott felületének mikroszkópos képe egy televíziós kamerába jut. A kamera a képet pontokra bontva tapogatja le, s pontonként továbbítja a monitorra. A letapogatást és a monitor katódsugarát azonos ütemben vezérlik; a katódsugár intenzítása eközben a próba megfelelő helyének fényvisszaverő-képességével (világosságával) arányos. Így jön létre a monitor képernyőjén a televíziós közvetítéseknél megszokott tónusosságú, mikroszkópos kép.

Az eltérítés lényegében a helykoordinátákat, a képpontok fényességét szabályozó feszültség a helyi, optikai fényvisszaverő képességet jellemzi. A képelemzéshez ezek az adatok állnak rendelkezésre. A tónusos képet — megfelelő diszkriminátor-kapcsolással — elkülönülő szürkeségi fokozatokba tartozó foltokká lehet osztályozni. Tételezzük fel, hogy a világos és sötét foltokból állóvá alakított kép sötét fázisának területarányát kívánjuk meghatározni. Ehhez tudjuk, hogy a kép egyszeri letapogatása során a katódsugár összesen mennyi utat tesz meg, vagy a mi esetünkben egyenértékű, mennyi idő alatt teszi meg ezt a teljes utat. Végeredményben azt az úthosszt, illetve az ehhez tartozó időtartamot kell mérnünk, amelyet a letapogató sugár a sötét fázison áthaladva tesz meg. A sötét fázis részaránya ekkor rövid úton, hányadosképzéssel adódik.



1. ábra. A Vasipari Kutató Intézet „Quantimet 720" automatikus képelemző berendezése



2. ábra. A berendezés felépítésének elve

Visszatérve a berendezésnek a 2. ábrán bemutatott, elvi felépítésére, a kamerából érkező jeleket a detektor fogja fel, alakítja át és továbbítja a gyár szállítási programjában szereplő számítógépbe, amely feldolgozza az információkat. Az eredményeket egyszerű digitális kijelzéssel, nyomtatóval vagy szalaglyukasztóval regisztrálhatjuk, a berendezés kiépítettségétől függően. Azt, hogy a kapott információkat a számítógép hogyan dolgozza fel, a programválasztó révén adhatjuk meg, programkártyák segítségével. Ha nem egyetlen, beállított látómezőt kívánunk vizsgálni, hanem a próba egész, vagy meghatározott nagyságú felületét, akkor a mikroszkóp asztalán elhelyezett szerkezet a próbát minden látómező vizsgálata után, a programválasztó által vezérelt módon, automatikusan továbbíthatja. Az adatok rögzítésére és feldolgozására mind látómezőként, mind összesítve van mód.

Mérési lehetőségek

A „Quantimet 720" automatikus képelemző berendezés működési elvéből láttuk, hogy a berendezés pontszámlálásos módszeren alapul. Természetes tehát, hogy a berendezés csak a pontszámlálásos módszer jellegzetességeinek megfelelően szolgáltathat eredményeket. A berendezés kamerájának nem kell feltétlenül fénymikroszkóphoz csatlakoznia, értelemszerűen csatlakoztatható elektronmikroszkóphoz, vagy bármely más, képet létrehozó eszközhöz. A kamerát megfelelő optikai elemekkel kiegészítve, akár mikro- vagy makrofelvételek értékelésére is használhatjuk.

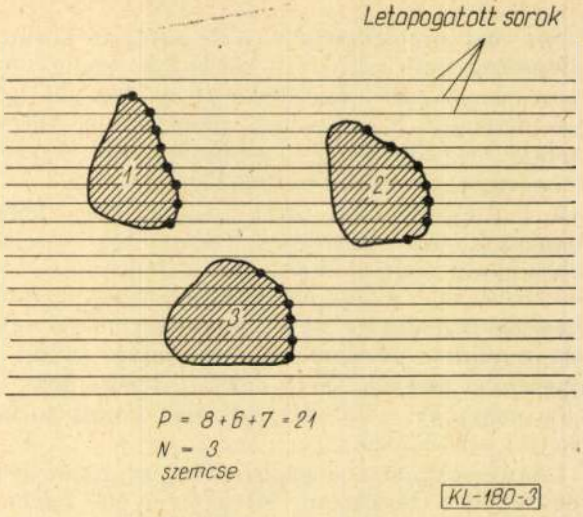
A mérési lehetőségeket általánosságban a következőképpen csoportosíthatjuk:

1. Alapvető paraméterek meghatározása,
2. osztályozott paraméterek meghatározása,
3. alakfelismerés és mérés csak kiválasztott jellegzetességeken, és végül
4. származtatott paraméterek.

A rendelkezésünkre álló „Quantimet 720"-berendezés egyelőre az alapvető és az osztályozott paraméterek meghatározására van kiépítve. A továbbiakban tehát csak azokat a lehetőségeket említjük, amelyeket adottságunk között ténylegesen kihasználhatunk.

Abból kell kiindulnunk, hogy a berendezés minden mérési eredményt *képpontok*ban ad meg. A képpontok vízszintes és függőleges irányban azonos méretűek, így a lineáris vagy a területmérés egységeként egyaránt használhatóak. A mérésre a monitor képernyőjén megjeleníthető, *800* képpont szélességű (sorhosszúságú) és *625* képpont magasságú (625 sorból álló) kereten belül kerül sor. A berendezés tehát a képet eredendően $800 \times 625 = 500\,000$ képpontra osztja. A közvetlenül vizsgált területet ezen belül tetszés szerinti nagyságú *élő keretre* csökkenthetjük, vagyis az elemzést a kép tetszés szerinti, jellemzőnek mutatkozó részletére is korlátozhatjuk.

Említettük, hogy a mérni kívánt jellegzetességeket a készülék az optikai reflektálóképességük alapján különbözteti meg. A mi rendelkezésünkre álló berendezés három, egymástól független küszöbállító segítségével az egészen világosnak, illetve az egészen sötétnek tekintett fázisok között *négy szürkeségi fokozat* egyidejű megkülönböztetésére alkalmas.



3. ábra. A Quantimet 720 az adott szürkeségi fokozatba tartozó foltok jobboldalán méri a metszékek számát

Alapvető paraméterek

a) *Terület.* Esetünkben a beállított jellegzetességhez, például egy adott szürkeségi fokozathoz tartozó területek által elfoglalt képpontok számát jelenti.

b) *Vízszintes metszékek.* A berendezés alkalmas arra, hogy megszámolja, hányszor metszett bele a vizsgáló sugár vízszintesen egy adott szürkeségi fokozatú foltba. A *3. ábra* vázlata érzékelteti a körülményeket. A P metszékszám valójában az összes, az adott szürkeségi fokozatba sorolható folt legnagyobb, függőleges irányú méretének összegét adja meg képpontokban.

c) *Darabszám.* A készülék meg tudja számlálni a beállított jellegzetességeket (területeket).

A felsoroltakból látszik, hogy az alapvető paraméterek közvetlenül nem adják meg a metallográfiai szempontból fontos jellemzőket, bár ilyen jellemzők az alapvető paraméterekből számíthatók. A mi rendelkezésünkre álló berendezés legfőbb hátránya éppen az a körülmény, hogy lényegében csak alapvető paraméterek leolvasásos mérésére alkalmas, a kiírást, és a mégoly egyszerű számítási műveleteket más úton, gyakorlatilag személyi munkával kell elvégezni. Az egyetlen könnyítés, hogy a berendezés egyidejűleg nyolc felsorolt, illetve osztályozott, feltételekhez kötött paramétert tud mérni, mégpedig akár látómezőként, akár valamely beállított számú, az automatikus léptetővel célszerűen megválasztott helyzetű látómezőn talált paraméter összegeként.

Osztályozott, feltételekhez kötött paraméterek

A berendezés úgy van kialakítva, hogy az alapvető paraméterek számlálása feltételekhez kötött:

a) Számlálhatjuk a jellegzetességeket a „*nagyobb, mint*" feltétellel. Így csak azokat a jellegzetességeket vesszük figyelembe, amelyek egy megadott méretnél hosszabb függőleges méretűek.

b) Számlálhatjuk a jellegzetességeket a *„kisebb, mint"* feltétellel. Ilyenkor csak azokat a területeket vesszük figyelembe, amelyeknek leghosszabb, függőleges mérete kisebb a megadott feltételnél.

c) Méretkritériumként egyidejüleg előírhatjuk, hogy a számlálandó jellegzetesség függőleges mérete (vízszintes metszékeinek száma) két megadott határ közé essék.

d) Többféle kombinációban is kiköthetjük egyidejűleg két feltétel teljesülését. Előírhatjuk például, hogy a berendezés csak azoknak a részleteknek a területét vegye figyelembe, amelyek egy adott méretkritériumnál kisebbek vagy nagyobbak.

A felsoroltakból kitűnik, hogy a már említett, egyidejűleg nyolcféle mérés lehetőségét kihasználva, az egyes, beállított szürkeségi fokozatba tartozó területeket méret és nagyság szerint osztályozhatjuk. Amennyiben nyolcnál több osztályba kell a jellegzetességeket sorolni, többször kell a próba felületét, más-más kritériumok beállításával végigvizsgálni.

Származtatott paraméterek

A gyakorlatban szinte sohasem elegendő a képpontegységekben kifejezett eredmény, a vizsgálat célja szinte mindig az, hogy a metallográfiában elterjedt mérőszámokhoz jussunk.

Vezessük be mindenekelőtt a felhasznált jelöléseket:

T_0 az élő keret területe, képpontokban,

$T_1, T_2 \ldots T_n$ a mért jellegzetességek területe, ugyancsak képpontokban

M az egy-egy képpontnyi területnek a próbán mért, vízszintes, illetve függőleges mérete, μm-ban,

P a metszékek száma, képpontban (vö. a 3. ábrával),

N a jellegzetességek, pl. foltok, metszékek, sorok darabszáma, végszámlálásos üzemmódban mérve,

F közepes alakténvező,

C_H közepes szálméret (a jellegzetességekhez tartozó vízszintes méretek átlagértéke) képpontban,

C_V közepes szálméret (a jellegzetességekhez tartozó függőleges méretek átlagértéke) képpontban.

A fontosabb származtatott paraméterek ezek után a következők:

1. Területmérés. A beállított szürkeségi fokozatú fázis, szövetelem területarányát úgy határozhatjuk meg, hogy először is megállapítjuk az élő keretben levő összes képpontok T_0 számát (korlátozatlan élő keret esetében $T_0 = 500\,00$). Ezután megállapítjuk a mérendő fázis szürkeségi fokozatához, tartozó képpontok T_1 számát, s hányadosképzéssel

$$\text{a fázisarány} = \frac{T_1}{T_0} \cdot 100\ [\%] \qquad (1)$$

kifejezésből megkapjuk a vizsgált fázis százalékos arányát. Amennyiben az e *fázishoz a próbán tartozó terület abszolút nagyságát* kívánjuk megismerni, a területhez tartozó képpontok T_1 számát megszorozzuk a képponthoz a próbán tartozó, egységnyinek választott elemi terület nagyságával:

$$\text{terület} = T_1 M^2\ [\mu m^2] \qquad (2)$$

Az egy-egy képponthoz tartozó M^2 négyzetalakú terület próbán mért élhosszúsága a monitoron megjelenő kép n nagyításának ismeretében egyszerűen számítható, ha figyelembe vesszük, hogy a monitor teljesen kihasznált élő kerete 240 mm széles, és 800 képpontot tartalmaz:

$$M = \frac{240 \cdot 1000}{n \cdot 800} = \frac{100}{n}\ [\mu m]. \qquad (3)$$

Gyakran van rá eset, hogy a valamely szürkeségi fokozathoz tartozó felületrészek (fázisok, szövetelemek szemcséinek) *átlagos területét* kell meghatároznunk.

Erre az

$$\text{átlagos terület} = \frac{T_1 \cdot M^2}{N}\ [\mu m^2] \qquad (4)$$

összefüggést használhatjuk.

2. A közepes szálhosszúság mérése. Közepes szálhosszúságon érthetjük az egy-egy fajta folt átlagos, vízszintes irányú méretét. Értékét kapjuk, ha a folttípushoz tartozó T_1 összes területet elosztjuk az összes metszékek számával:

$$C_H = \frac{T_1}{P}[\text{képpont}] = \frac{T_1}{P} M\ [\mu m], \qquad (5)$$

Elvben ugyanilyen mérőszámhoz, de a függőleges irányban mért átlagos szálhosszúsághoz jutunk, ha az összes metszékek P számát elosztjuk az egyes területekhez tartozó metszéksorok N darabszámával:

$$C_V = \frac{P}{N}[\text{képpont}] = \frac{P}{N} M\ [\mu m]. \qquad (6)$$

3. Közepes lineáris metszés. A Quantimet-tel foglalkozó irodalom ezt a fogalmat akkor használja, ha a szövetkép csak egyféle fázisból áll, amikor tehát a metszékekből csak átlagos szemcseméretet kívánunk meghatározni. Valamely, például tisztán ferrites acél C_H szemcseméretére ilyenkor kapjuk, hogy

$$C_H = \frac{T_0}{P}[\text{képpont}] = \frac{T_0}{P} M\ [\mu m]. \qquad (7)$$

Magától értetődik, hogy ezt az értéket minden további nélkül átszámíthatjuk tetszés szerinti, például az ASTM-ben, vagy az MSZ 2657—66-ban definiált szemcseméret-mérőszámokká.

4. Közepes alakténvező. Nagyságát kapjuk, ha két merőleges irányban mért átlagos méretet elosztunk egymással:

$$F = \frac{P_H}{P_V}. \qquad (8)$$

Jellemző eredmény adódik akkor, ha az egyik irányt a szemcsék nyújtottságának irányába állítjuk be.

A metallográfiai alkalmazás feltétele a kifogástalan csiszolat és a megfelelően kialakított fémmikroszkóp

Az eddigiek vázlatosan érzékeltették a Quantimet 720 típusú képelemző berendezéssel végezhető fontosabb vizsgálatok lényegét. Magától értetődik,

hogy kifogástalanul értékelni csak *kifogástalan szövetképet* lehet. A kvantitativ képelemző berendezések a metallográfiai csiszolatokkal szemben sokkal nagyobb követelményeket támasztanak, mint a szokásos, szubjektív vizsgálat. Mindig szem előtt kell tartani, hogy a csiszolatokon található karc, porszem, rozsda, vagy a maratáskor nem tökéletesen összefüggően kimaródott kristályhatár a szövetkép vízuális megítélését többnyire nem nagyon zavarja, az automatizált mérés eredményét azonban teljesen megváltoztathatja. A próba előkészítésére tehát mindig különlegesen nagy gondot kell fordítani. Saját munkánkban általában gyémántporos előkészítést alkalmazunk.

Készülékünk fontos eleme a megfelelő *fémmikroszkóp*. Intézetünkben *Reichert* gyártmányú, álló rendszerű, mikroszkópot használunk, a próba tehát az objektív alatt, a csiszolati részével felfelé fordítva helyezkedik el. A tárgyasztal kézzel mozgatható, de automatikusan is léptethető. Az automatikusan vezérelt lépések nagysága x és y irányában egyaránt 0,08—5 mm között, 7 fokozatban változtatható. A lépésnagyság változtathatósága módot ad arra, hogy a mikroszkóp nagyításától függően mindig olyan lépésnagyságot állítsunk be, hogy a vizsgált látómezők ne fedjék egymást. A nagyítás a lépésnagyság és a képernyő élő keretének célszerű megválasztásával elérhető, hogy a látómezők a próba teljes felületét letapogassák.

A képernyőn a nagyítás 70-szeres és 3200-szoros között 18 fokozatban változtatható. A nagyítási növelésekor javul a felbontóképesség és a mérésipontosság, de megnő az adott próbafelület letapogatásához szükséges látómezők száma. A vizsgálati paramétereket tehát itt is mindig a körülmények gondos mérlegelése alapján, kompromisszummal jelöljük ki.

Alkalmazási példák

A Quantimet 720 berendezést számos olyan kutatásban alkalmaztuk, amelyeket a kohászati és gépipari vállalatok számára végeztünk. A vizsgálatok elsősorban az acélok zárványosságának, illetve karbidosságának kvantitatív meghatározására irányultak. Ezek során meghatároztuk a különböző oxidos, szulfidos zárványok, vagy a karbidok viszonylagos mennyiségét és nagyság szerinti eloszlását. Megállapítottuk, hogy — megfelelő vizsgálati paraméterek esetén — a Quantimet-es zárványvizsgálatok lényegesen megbízhatóbbak a szabványos zárványvizsgálatoknál. Így például a fő zárványképző elemek (oxigén, kén) elemzéssel meghatározott mennyisége és a Quantimet-es zárványvizsgálat eredményei között elfogadható korrelációt találtunk. Sikerült továbbá összefüggést megállapítani a vizsgált acélok zárványossága és egyes technológiai jellemzői, többek között élettartam tulajdonságai között.

Összefoglalás, következtetések

A szövetszerkezet jellemzőinek meghatározására sokrétűen használhatók a főként az utóbbi évtizedben kialakult automatikus képelemző berendezések. A budapesti Vasipari Kutató Intézetben egy angol gyártmányú, *Quantimet 720* típusú berendezés áll a hazai felhasználók rendelkezésére. Ezzel a berendezéssel sokféle vizsgálatot el lehet végezni. Igazi teljesítőképességét azonban csak akkor érheti el, ha a vezérlésre és adatfeldolgozásra, illetve az eredmények kijelzésére automatizált kiegészítéseket lehet munkába állítani.

Olvasztott alumíniumoxid tolókemence-sínkövek és vasreve kölcsönhatása 1400 °C-ig

NEUBAUER IRÉN okl. fizikus — ROMWALTER ALFRÉD okl. fémkohómérnök
Fémipari Kutató Intézet

DK: 66.043.1:620.193.94

Az acélipari hevítő kemencék üzemviszonyai közt gyakran rendkívül szilárd kötés alakult ki az olvasztott Al_2O_3-anyagú tűzálló idomkövek felülete és az ezen felhalmozódó reve között A revetapadék és a sinkő határfelületén bekövetkező és a két anyag közt 1400 °C-ig szilárd kötést eredményező kristálykémiai reakciók lefolyása, valamint termékeik képződése elektronsugaras mikroanalizátorral, valamint nagy hőmérsékleten végzett röntgendiffrakciós vizsgálatokkal észlelhető és mennyiségileg is nyomon követhető.

Acélipari hevítő kemencék bélését, tolókemencék nem hűtött csúszósínjeit stb. egyre kiterjedtebben készítik alumíniumoxid olvadékból öntött tűzálló idomkövekből. E kemencékben a technológiailag kívánatos magas hőmérsékleten általában elkerülhetetlen a reveképződés. A tűzálló idomkövek anyagának szövetelemei és a vasoxidok között ilyen körülmények mellett többnyire különböző reakciók, hatásukra pedig esetenként revetapadás következhet be. Többnyire olyan erősen tapad a reve az idomkőhöz, hogy lehűtésre sem pattan le a határfelületen, ütésre pedig inkább a kő törik ki. Többszöri jelentős hőmérsékletváltozással sem választhatók szét.

A modellanyag röntgendiffrakciós vizsgálata

E reakciók jellegéről és hőmérséklet-függésükről való tájékozódás céljából, technikai β-Al_2O_3* és vasreve 1 :1 súlyarányú porkeverékét fölhevítve, röntgendiffrakciós módszerrel követtük a folyamatot.

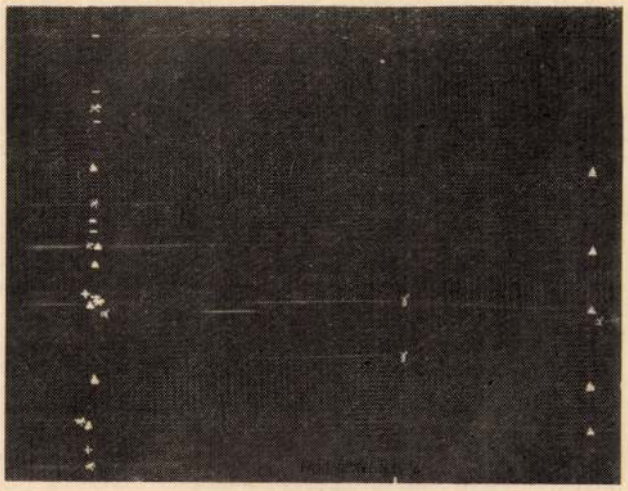
A hevítő kemencékben esetenként tapasztalható revetapadás vizsgálata szempontjából a β-Al_2O_3 szerepének tisztázására az adott összetételű minta-

*Zömében $Na_2O \cdot 11Al_2O_3$, α-Al_2O_3 és Na-Al-szilikát elegye

anyag használata azért célszerű, mert viszonylag nagy, körülbelül 70%-os β-Al_2O_3 tartalma miatt revével hevítve sok reakciótermék képződése várható. (A mintában felhasznált technikai β-Al_2O_3-nak mintegy harmada (primer) α-Al_2O_3.)

Az olvadékból öntött korund anyagú idomkövek 92—95 súlyszázaléknyi korundból (α-Al_2O_3) és 8—5 súlyszázaléknyi Na-Al-szilikáttartalmú $Na_2O \cdot 11Al_2O_3$-ból (régebbi megnevezése: β-Al_2O_3) állnak.

A technikai — Na-Al-szilikát tartalmú — β-Al_2O_3 és vasreve porkeverék 20—1400 °C-ig folyamatos, egyenletes felhevítése, majd lehűtése, 5% hidrogént tartalmazó nitrogén atmoszférában, Enraf—Nonius gyártmányú Guinier—Lenné típusú röntgendiffrakciós berendezésben történt. A teljes felfűtés ideje 12 óra, a lehűtése 6 óra volt. A diffrakciós vonalakat folyamatosan film rögzítette. A vonalak helyét, a *d* rácssíktávolságot közvetlenül Å-ben megadó vonalzóval határoztuk meg. A leolvasás pontossága körülbelül 1%. A vonalakhoz tartozó vegyületeket az ASTM Index 1967-es kötete alapján azonosítottuk. A diffrakciós felvételt a hozzátartozó, azonosított kristályos vegyületek képletével az *1. ábra* mutatja be.



1. ábra. Technikai β-Al_2O_3 és vasreve 1 : 1 arányú keverékének Guinier—Lenné-típusú röntgendiffrakciós képe. Nagyítás: 0,25×. (FeKα, 30 kV, 18 mA). N_2+5% H_2 atmoszférában hevítve. Felfűtési idő 12 óra, lehűtési idő 6 óra. Az alumíniumoxid és vasreve reakciója során 1400 °C-ig keletkező kristályos fázisok:

— β-Al_2O_3 ▲ α-Al_2O_3 α α-Fe
* Fe_3O_4 + FeO γ γ-Fe

Az α-Al_2O_3 fázis a kísérleti körülmények között végig állékony, diffrakciós vonalai mind a felhevítés, mind a lehűtés során folyamatosan jól észlelhetőek.

A β-Al_2O_3 *Budnikov* és *Liebertz* [1], [2] szerint 1300—1400 °C-ig nem tűnik el. Vizsgálati körülményeink között azonban 850 °C fölött — a jelenlevő vasreve FeO tartalma hatására — bomlani kezd, és 1400 °C-on alig ad diffrakciót. A lehűtés folyamán sem alakul vissza (lásd 1. ábra), bomlása irreverzibilis. A β-Al_2O_3 anyagának egy része — amint azt a kissé erősebbé váló α-Al_2O_3 vonalak mutatják — a kristályos α-Al_2O_3 mennyiségét növeli.

Az α-Al_2O_3 vonalak intenzitása nemcsak nő a hőmérséklet növekedésével, hanem szakaszosan változik. Úgy tűnik, hogy a röntgensugár számára koherens tartományok nagysága, illetve rendezettsége a hőmérséklet növekedése közben változik.

A vizsgált vasreve szobahőmérsékleten α-Fe_2O_3 (hematit), Fe_3O_4 (magnetit) és FeO (wüsztit) kristályokat tartalmazott. A felhevítés során a hematit 400 °C-on, a magnetit 800 °C-on, a wüsztit 850 °C fölötti hőmérsékleten már nem mutatható ki. A kristályos fázisok a hidrogén tartalmú nitrogén atmoszférában a megadott hőmérsékletek környékén redukálódtak, elbomlottak, ezért tűntek el diffrakciós vonalaik. Anyagukból a felhevítési szakaszban már 600 °C körül α-Fe (ferrit) képződött, amely 900 °C táján γ-vassá (ausztenitté) alakult. Hűtéskor 900 °C körül eltűntek az ausztenit, de megjelentek a ferrit vonalai, mely utóbbiak megmaradtak a lehűtés végéig. A ferrit és az ausztenit az átalakulások alkalmával körülbelül 50 °C-os tartományban található meg egymás mellett, különben — a stabilitási viszonyoknak megfelelően — csak egyik vagy másik fázis vonalai jelentkeztek.

A lehűtési szakaszban — elérve rendre a vasoxidok stabilitási hőmérséklet-tartományait — sem α-Fe_2O_3, sem Fe_3O_4, sem FeO újra nem jelent meg, mert a redukáló gázban folyt hűtés miatt a képződött fémes Fe oxidálódására nem volt lehetőség.

A keverék összetevőinek (α-Al_2O_3, Na-Ca-K-Al-szilikáttartalmú β-Al_2O_3 és vasreve) egyes alkotói (Na-K-Ca-Al-Fe-Si-oxidok) hő hatására diffundálnak, és kölcsönösen oldódnak egyes jelenlevő szövetelemekben. Emelkedő hőmérsékleten ezért olvadék képződhet, melyben az előforduló szilárd fázisok egyre nagyobb mértékben oldódnak. Az adott hőmérséklettartományban az α-Al_2O_3-ban az olvadék összetevői, az olvadékban pedig az α-Al_2O_3 alig oldódik. Ezért az α-Al_2O_3-on vonaleltolódás, szélesedés nem jelentkezett.

Imre Aladárné mikroszondás vizsgálatai [3] azt mutatják, hogy 1000 °C fölött a vasreve-β-Al_2O_3 reakció eredményeképpen olvadék képződött, amely lehűtésekor feltehetően üveges fázisként dermedt meg. A röntgendiffrakciós vizsgálatnál ez az anyagmennyiség nem észlelhető.

CO-atmoszférában hevített 1 : 1 arányú β-Al_2O_3 és vasreve porminták összesüléséből megállapítható volt, hogy már körülbelül 700 °C-tól kezdődően képződik olvadékfázis. Ebben Fe-, Al-, Na-, Ca-, Si-oxidok találhatók, sorrend szerint csökkenő mennyiségben.

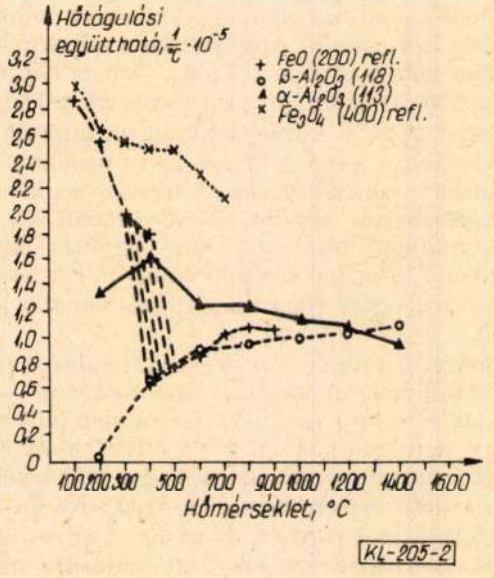
Az olvasztott anyagú korundidomkő-vasreve határfelületen képződő Na_2O-tartalmú szilikátfázis révén indul meg az olvadékképződés. Ez az olvadék „oldószerként" sietteti a β-Al_2O_3 elbomlását, és ezzel elősegíti a korund anyagú kő és vasreve közötti, kezdetben szilárd fázisú reakciót.

A vasreve FeO tartalmával a β-Al_2O_3 tehát már jóval a hevítő kemencék szokásos üzemi hőmérséklete alatt, 800—900 °C-on meglehetősen élénk reakcióba lép [4].

A hőtágulási együttható mérése

A revetapadás jelenségének magyarázatát keresve, a nagy hőmérsékletű röntgendiffrakciós felvételen vonalanként, reflexióként kiértékeltük a hő-

tágulási együtthatót a hőmérséklet függvényében. Az áttekinthetőség kedvéért minden fázisnak csak egyetlen, az 1,96 és 2,25 Å rácssíktávolság *(d)*-tartományba eső vonalából kapott hőtágulási együtthatót ábrázoltuk a *2. ábrán*. Az ebből az egyetlen vonalból számolt hőtágulási együttható változásának jellegét tekintve ugyanarra a következtetésre juthatunk, mintha az összes vonalét figyelembe vennénk.



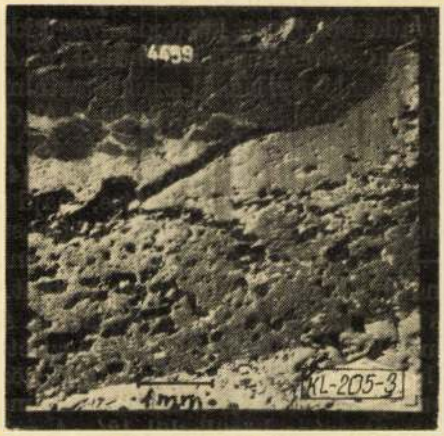
2. ábra. Technikai β-Al_2O_3-vasreve reakció fázisai hőtágulási együtthatóinak hőmérséklet-függése az 1,96—2,25 Å rácssíktávolság (d) tartományban kiválasztott egy-egy reflexió d értéke alapján, 20 °C-ra, illetve a képződés hőmérsékletére vonatkoztatva

Az α-Al_2O_3, illetve a β-Al_2O_3 hőtágulási együtthatója a növekvő hőmérséklet felé csökkenve, ill. növekedve a $10 \cdot 10^{-6}$ 1/°C érték felé tart.

A vasoxidok — a hőmérséklet emelkedésével — erősen csökkenő kezdeti szakasz után $25 \cdot 10^{-6}$ 1/°C (Fe_3O_4), illetve $19 \cdot 10^{-6}$ 1/°C (α-Fe_2O_3) hőtágulási együttható érték közelében elemi vassá redukálódtak. Az FeO fázis különlegesen viselkedett: 400 °C-ig erősen csökkent a hőtágulási együtthatója, majd lassan nőtt, a β-Al_2O_3 hőtágulási együtthatójával csaknem azonosan. 300 és 500 °C között erősen kiszélesedtek az FeO diffrakciós vonalai (lásd az 1. ábrát), a hőtágulási együttható itt értéksávként értelmezhető: a $20 \cdot 10^{-6}$ 1/°C értéktől a $7 \cdot 10^{-6}$ 1/°C értékig széles tartományt ölel föl. 500 °C fölött a vonalak ismét élesek, a hőtágulási együttható egyértékű.

A revetapadás magyarázata szempontjából az FeO hőtágulási együtthatójának a változása figyelemre méltó: 400—900 °C-ig az értéke és annak változása közel azonos a β-Al_2O_3-éval, és az α-Al_2O_3-éval (az összes reflexió tendenciáját figyelembe véve). Ez azt jelenti a gyakorlatban, hogy lehűtve a hevítőkemencét, együtt húzódik össze az α-β-Al_2O_3 szövetelemekből álló kő anyaga és a rátapadt FeO-ból álló reve, vagyis nem pattan le róla.

Mi ez az ellenálló réteg? Legkívül vasreve, középen Al_2O_3-tartalmú „közbülső" vasreve réteg, legbelül a csúszósín anyaga, amint a kő és vasreve határfelületére merőleges minta csiszolatának szövetéről készült pásztázó elektronmikroszkópos felvételen *(3. ábra)* láthatjuk.



3. ábra. Olvasztott alumíniumoxid anyagú kő és a felületére tapadt vasreve e határfelületre merőleges csiszolatáról pásztázó elektronmikroszkóppal készült szövetkép, Gémesi M. tud. mtárs felvétele. A képen a legsötétebb fázis: α-Al_2O_3; a középsötét színárnyalatú: hercinit; a legvilágosabb: Al_2O_3-mentes vasreve. Képsorszám: 4459.

Kemencéből kivett csúszósín-darabról leválasztott 0,5 grammnyi közbülső réteg-anyag röntgendiffrakciós felvétele tanúsítja, hogy a revét a korund anyagú kő felületéhez kötő anyag FeO-Al_2O_3 összetételű, szabályos szerkezetű hercinit.

A kötőrétegben hercinit jelenlétére utal az a kísérleti tény is, hogy porított mintáját oxidálóan izzítva annak fekete színe barnára (α-Fe_2O_3) változik, újabb redukció után pedig ismét fekete színűvé (FeO) alakul vissza.

A korund anyagú kővel együtt hőtágulás FeO, illetve hercinit a kemence üzemidejének növekedésével a többszöri lehűtés és fölmelegedés során — a reve lepattogzása helyett — egyre vastagszik, részben a tűzálló idomkő rovására, ily módon folyamatosan roncsolva a kemencét.

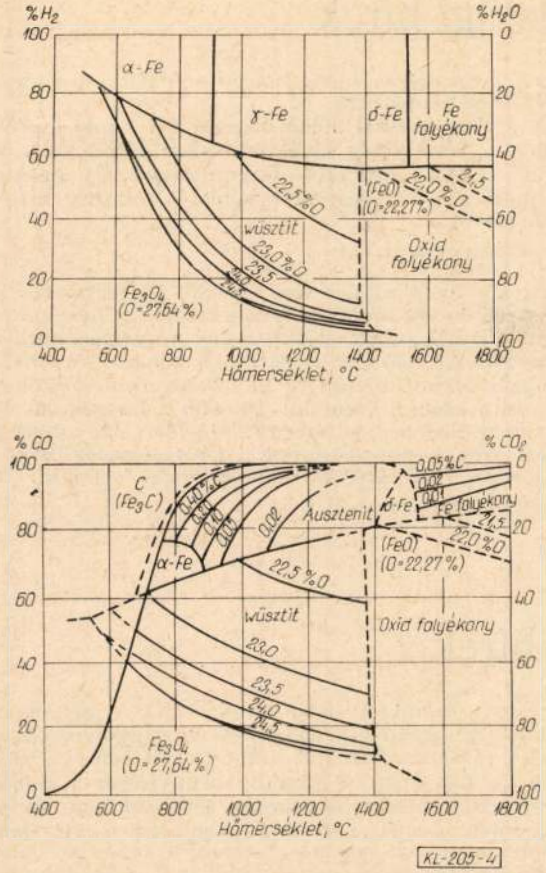
A fentiekből az is következik, hogy minél több β-Al_2O_3 van a korund anyagú kőben, a felületének annál nagyobb hányadán alakul ki a kőhöz tapadó kötőréteg, azaz hercinit, vagyis annál valószínűbb a reve káros megtapadása.

Az eredmények értelmezése

Az olvadékból öntött korundkövek anyaga és a vasreve FeO tartalma közötti kölcsönhatás nagy hőmérsékleten és az ezt követő esetenkénti revetapadás kialakulása vizsgálataink alapján a következőképpen írható le:

A hevítőkemencék acélbetétje felületén üzemi hőmérsékleten képződő vasreve összetételét (az FeO, Fe_3O_4 és Fe_2O_3 mennyiségi megoszlását) döntően a kemence-atmoszféra összetétele határozza meg. A vasreve különböző üzemi körülményeknek megfelelő összetétele a közismert Fe-O-C és Fe-O-H *(4. ábra)* [5] egyensúlyi diagramokból olvasható le.

Hatékonyan redukáló atmoszférában és magas hőmérsékleten a kemencetérben képződött és az acélbetétről lehulló vasreve túlnyomórészt FeO-ból áll.



4. ábra. Az Fe-O-H egyensúlyi állapotábra (1 kg/cm² nyomáson), és az Fe-O-C egyensúlyi állapotábra (1 kg/cm² nyomáson)

Az olvasztott korund anyagú kövek anyagszövetében 5—8 súlyszázaléknyi Na-Al-szilikáttartalmú β-Al_2O_3 fázis a vasreve FeO-tartalmával 850 °C-ig szilárd fázisban, magasabb hőmérsékleten Fe-Na-Ca-Al-Si-oxidokból álló olvadékban feltételezhetően például az alábbi két vázlatos kémiai egyenlet alapján reagál:

$$Na_2O \cdot 11\,Al_2O_3 + Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2 + 2\,FeO =$$
$$\beta\text{-}Al_2O_3 \quad + \quad \text{nefelin} \quad + \text{wüsztit}$$

$$= 2\,Na_2O \cdot FeO \cdot SiO_2 + 12\,Al_2O_3$$
$$\text{szilikátolvadék} \quad + \text{szekunder}$$
$$\text{főalkotója} \quad \alpha\text{-}Al_2O_3$$

$$12\,Al_2O_3 + 12\,FeO = 12\,FeO \cdot Al_2O_3.$$
$$\text{hercinit}$$

A β-Al_2O_3-ból képződött hercinitből ($FeO \cdot Al_2O_3$), valamint a fölöslegben levő wüsztitből (FeO) 1320 °C fölött — Na-Al-szilikát olvadék távollétében is — eutektikus olvadék képződik [6]. Ezért az utóbbi hőmérséklet-határérték fölött erőteljesen redukáló atmoszférában — a túlnyomórészt FeO-ból álló reveösszetétel miatt — nem célszerű az olvasztott anyagú korundkövek beépítése fenékbélésként acélipari hevítő kemencékbe.

A revetapadás egyrészt a korundkövek felületén képződő hercinit, másrészt az ahhoz kapcsolódó — főleg FeO-ból álló vasreve közt jön létre. E „kötőhatásnak" széles hőmérséklettartományban való fennmaradását az α-Al_2O_3, a β-Al_2O_3, illetve az Al_2O_3-tartalmú FeO hőtágulási együtthatójának közel azonos értéke biztosítja még a hevítőkemence üzemi hőmérsékletének erős változása esetén is.

A kőfelülethez szilárdan „kötő" „revesalak"-réteg lazítása csak 1—2-szeres, gyors hőmérséklet-változással egyidőben végrehajtott oxidáló-redukáló jellegű kemenceatmoszféra összetétel-módosítás útján lehetséges. Ekkor a vasrevét a kémiai összetétel változásával kapcsolatos térfogatváltozások okozta „helyi feszültségek" fellazítják, illetve lerepesztik a kövek felületéről.

Minthogy a hevítőkemencékben a tüzelés lángja által takart fenékrészeken általában legmagasabb a hőmérséklet és egyben a legerősebb a kemenceatmoszféra redukáló hatása (a lángban még befejezetlen az oxidáció), ezért a kemencefenék e helyein legnagyobb mértékű a revetapadás. Általában olajtüzelésű hevítőkemencékben erősebben jelentkezik a revetapadás, mint gáztüzelésűekben. Különösen fokozódik a korundkövek felületén a reve feltapadása a kemence fűtésére használt tüzelőanyag növekvő kéntartalmával. Ilyen esetben a láng terében elhelyezkedő revében a 920 °C-on olvadó FeO és FeS eutektikuma képződik [7], ami a korundkövek felülete és a reve közti reakciót elősegítő olvadékfázis mennyiségét növeli.

IRODALOM

[1] *Budnikov P. P.—Ginsztling A. M.:* Szilárd fázisú reakciók, Budapest, 1968. 257. o.

[2] *Liebertz J.:* Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft *49.* (1972) 288—290. o.

[3] Imre Aladárné tud. mtárs vizsgálati feljegyzésében található, elektronsugaras mikroanalizátorral készített 7353—7356. sorszámú színes felvételekből kitűnik az olvadék-képződés.

[4] *Romwalter A.—Gémesi M.—Imre A.-né:* „Korundtermékek elektronsugaras vizsgálata" c. előadás a VIII. Magyar Elektronmikroszkópos Konferencia előadás-szöveggyűjteménye II. kötet 137—143. o.

[5] *Baukloh W.:* Die physikalisch-chemischen Grundlagen der Metallurgie, Akademie Verlag, Berlin 1949. 144. o.

[6] *Levin E. M.—Robbins C. R.—Mc. Murdie H. F.:* Phase Diagrams for Ceramists, The American Ceramic Soc., Colombus, Ohio, 1964. 43. ábra.

[7] Mint 6. 523. o.

Legközelebbi szakosztályi nagyrendezvényünk

Hengerész Konferencia Egerben, október I. felében

Műszaki és gazdasági hírek

A rúdanyagokat gyártó miniacélművek az elmúlt 15 évben erősen megszaporodtak, ezzel ellentétben lemezárut gyártó miniüzemek ritkák. Ennek oka, hogy a nagyüzemek lemezgyártásban igen termelékenyek és ezeket a technológiákat nehezen lehet lekicsinyíteni.

Most terveznek Franciaországban 125 et/év kapacitású bolygó-hengersort, mely egyszeri művelettel alakít 305—610 mm hosszú 64—102 mm vastag lemez- bugákat 610 mm széles és 1,5 mm vastag szalaggá. A tervezők ígérik, hogy ilyen típusú miniacélmű lemezáru gyártása esetén is versenyképes lesz a nagy acélüzemekkel szemben. (HW)

L'Usine Nouvelle 1975. 4. sz.

*

Három NSZK-beli kohászati vállalat az August Thyssen-Hütte, a Friedrich Krupp és a Mannesmann engedélyt kapott, hogy a Rotterdam-i Europort területén ércpellitizáló üzemet létesítsenek. A 300 mió holland Ft értékű beruházást 3 év alatt fejezik be. A teljes beruházási összegből 60 mió Hft jut a környezetvédelmi kiadásokra.

A 190 munkással dolgozó üzem évi 4 mió t pelletet állít elő. A telephely kiválasztásakor döntő volt, hogy itt évi 14 mió tonna ércet forgalmaznak, így a sokfajta érc megfelelő keverésével egyenletes minőség biztosítható. (HW)

Handelsblatt 1975. 31. sz.

*

Tavaly befejeződött az osztrák VÖEST-ALPINE konszern ötéves terve, melynek keretében megépítették harmadik LD acélüzemüket és így a nyersacéltermelési kapacitás 2,3 mió t/év értékről 3,3 mió t/év-re nőtt.

Ezzel párhuzamosan új hideghengermű, ötödik érczsugorító szalag, valamint 160 000 t kapacitású 4 db érckeverőmedence is létesült. Meglévő nagyolvasztóik közül 2-öt korszerűsítettek. A beruházások költségei több mint 9 milliárd osztrák Schillinget tettek ki. (HW)

Handelsblatt 1975. 32. sz.

Egyesületi hírek

Klubdélután februárban a KGYV-csoportnál

Vaskohászati Szakosztály KGYV Helyi Csoportja febr. 5-én klubdélutánt tartott, mely alkalommal *Hammer Ferenc*, a vállalat igazgatója ismertette az 1975. évben a vállalatra háruló feladatokat.

Előadása bevezetéseként ismertette az 1974. év eredményeit. A vállalat gyáregységei és önálló egységei kivétel nélkül túlteljesítették termelési tervüket. A tervezett 900 millió Ft termelési tervvel szemben az eredmény 1075,6 millió Ft volt és ez a terv 119,5%-os túlteljesítését jelenti. Az 1973-as évhez viszonyítva 24,5%-kal emeltük termelésünket, melyet 96,4%-ban a termelékenység emelésével értük el.

Fenti eredmények a nyereségterv 20%-os túlteljesítését eredményezték, ami lehetőséget nyújt arra, hogy a fejlesztési alapból vállalt kötelezettségeinket teljesítsük és a vállalat dolgozói részére az előző évihez hasonló, ill. azt kisebb mértékben meghaladó nyereségrészesedést fizessünk ki.

A kohászatnak az elmúlt évekhez hasonlóan ez évben is az acéltermelés növelése lesz legfontosabb feladata. Vállalatunk 1974. évben a Dunai Vasmű, a Lenin Kohászati Művek és az Ózdi Kohászati Üzemek acélgyártó kemencéi tervezett hidegjavítási (átépítési) idejeinek lerövidítésével 15 900 tonna acéltöbblet gyártására biztosított kapacitást.

A KGYV 1974. évi kiemelkedő eredményeinek eléréséhez nagymértékben hozzájárultak a Magyar Szocialista Munkáspárt XI. kongresszusának, valamint hazánk felszabadulásának 30. évfordulója tiszteletére indított munkaversenyek.

A KGYV célkitűzései között szerepel többek között az 1,2 milliárd Ft termelési érték elérése, melynek alapján 130 millió Ft nyereséget irányoztunk elő. Az előirányzott nyereségnövekedés 70%-át műszaki intézkedések bevezetésével és anyagtakarékossággal kell biztosítanunk, ezért erre vonatkozóan anyag- és energiatakarékossági intézkedési tervet kell kidolgoznunk.

A KGYV teljes termelési értékének mintegy 80%-át évek óta a kohászati vállalatok részére végzi. Az 1975. év a IV. ötéves terv befejező éve és így az abban rögzített kohászati célkitűzések maradéktalan megvalósítását a vállalati terveknek, ill. azok teljesítésének biztosítaniuk kell. Ilyen szellemben végezzük évek óta munkánkat és 1975. évben is ez a legfontosabb feladatunk.

A kohászat számára a IV. ötéves tervtörvény elsősorban az acélgyártás területén ír elő igen feszített feladatokat. A törvényben előírt acélgyártási szint évi 3,6—3,8 millió elérése, ebből az előbb említett három kohászati üzemben (DV, LKM, OKÜ), melyeknél a martinacélt gyártó kemencéket és nagyolvasztókat a KGYV tartja karban 3,27 millió t acélt kell gyártani az 1975. év folyamán. A további mennyiséget a kohászat egyéb vállalatainak, elsősorban a Csepel Vas- és Fémműveknek és a gépipari öntödéknek kell megtermelnie.

Vállalatunknak ezen legfontosabb kohászati feladat megvalósítása érdekében tovább kell csökkentenie az SM-kemencék átépítési idejét. Ugyancsak fontos a kohók gyors átépítése, hogy ezzel is javítsuk az acélművek folyékony nyersvassal való ellátását.

Az V. ötéves tervben a kohászat állóeszközeinek fejlesztése jelentős mértékben meggyorsul. Elsődleges az acélgyártás fejlesztése, mivel meg kell teremteni az acélfeldolgozó és acélgyártó berendezések vertikális egyensúlyát. A fejlesztésekkel kapcsolatban vállalatunkkal szemben támasztott igények 1975-ben még nem kellő mértékben jelentek meg, ezért az V. ötéves terv első éveiben a feladatok lényeges torlódásával kell számolnunk minden tekintetben.

Az eddigiekben említett feladatok és tervszámok maradéktalan teljesítésén túlmenően igen fontos a kohászati munkák rendeléseinek teljesítése, a tápiószelei beruházás kivitelezése, valamint az export megrendelések maradéktalan teljesítése és a kiszállítások határidőre történő végrehajtása.

Az 1975. évi feladatok műszaki fejlesztési tevékenységünk gyorsítását is megkívánják, meghatározott műszaki fejlesztési témák megoldására 14,6 millió Ft-ot irányoztunk elő.

Gyártmányfejlesztésünkben számos új termék kifejlesztése és a meglevőek továbbfejlesztése szerepel, hogy ezzel is hozzájáruljunk termékeink exportképességének fokozásához, illetve a hazai igények színvonalasabb kielégítéséhez.

Gyártásfejlesztésünk pedig elsősorban az acélszerkezet gyártási és kemence falazási technológiák korszerűsítését irányozta elő.

Az 1975. évi feladatok a tervszámok tekintetében igen feszítettek. Ugyancsak nagyok a kohászathoz kapcsolódó konkrét felújítási és beruházási feladatok is.

Az igazgató ehhez kérte a Helyi Csoport minden tagjának segítségét.

A tájékoztatóhoz többen hozzászóltak, javaslatok és kérdések hangzottak el.

A klubdélután második felében a résztvevők megtekintették a KGYV tevékenységét bemutató színes propaganda filmet, mely ezúttal is nagy tetszést váltott ki.

Tölgyesi Zoltán

WEIGL ERNŐ

1900—1975



Március 4-én 75 éves korában hunyt el *Weigl Ernő*, a magyar vaskohászat egyik régi harcosa, aki egész életét a munkának szentelte.

Horvátországban született, a gimnáziumi érettségi után az első világháború utolsó évében, 1918-ban és 1919-ben katonáskodott. A katonai leszerelés után fizikai munkát végezve, több szakképesítést szerzett meg. A tudásért vívott harca vitte 1921-ben az akkor még Soproni Főiskolára, ahol 1925-ben vaskohómérnöki diplomát szerzett.

A diploma megszerzése után a Főiskola Elektrotechnikai és Fizikai *(Boleman)* tanszékén, mint tanársegéd nemcsak tanított, hanem fejlesztette elektrotechnikai tudását is.

1928-tól a MÁVAG Diósgyőri C gyárának (a mai Lenin Kohászati Művek) elektroacélművében mint üzemmérnök, majd mint az üzemvezetője fejtett ki mérnöki tevékenységet. A szakma szeretete és a háborús körülmények ihlették új eljárások, szabadalmak bevezetésére. Az szabadalma alapján épült az Elektroacélműben a gázzal, ill. elektromosárammal működő MÁVAG—Weigl kombinált kemence. A találmányát képező duplex acélgyártó kemencéből az 1930-as években hazánkban kettő, külföldön három épült fel. A felszabadulás után a terveket a Szovjetunió is átvette. Tervezett ezenkívül egy rekuperatoros elektromos duplex kemencét is, amelyet egy japán cég vásárolt meg.

Ezen időszak alatt írta meg „Takarék acélok" című gen értékes könyvét. A háború vihara az egyenes műszaki pályát megtörte, és több évi kihagyás után 1952-től folytatta töretlen erővel a mérnöki tevékenységét.

Először Csepel Művek Acélművében az elektroacélmű vezetésére kapott megbízást, majd pár hónap múlva visszakerült a szeretett gyárába, a Lenin Kohászati Művekhez, mint szaktanácsadó és 1954-ben pedig már a gyár főmetallurgusa lett.

A nyugdíjas korhatárának eléréséig töretlen, fiatalos energiával dolgozott a Lenin Kohászati Művek műszaki színvonalának emelésén és munkaszeretetével példát adott a fiatalabb generáció részére.

Az újítások és szabadalmak nagy száma igazolja, hogy eredményes munkát végzett. A kombinált kemencén kívül néhány más szabadalma is volt, pl. újabb gyorsacél-, és szerkezeti acélfajták, kemencék dolomit-bélése, nagy hőellenállású tűzálló téglafajták, kis vastartalmú tengeri homokok kohósítása. Számos üzemi kísérleti berendezés közül az LKM-ben a már az 1950-es években felállított kísérleti folyamatos öntőmű emelkedik ki.

A nagyfokú elfoglaltsága ellenére műszaki irodalmi tevékenysége is messze felülmúlta az átlagot, lapunkban 17 szakcikke jelent meg. Ezenkívül még három acélgyártással foglalkozó szakkönyvet írt az olvasztárok részére. A szakmai és szakirodalmi tevékenysége mellett jutott ideje előadások tartására is. Több külföldi szakmai rendezvényen is tartott előadást acélgyártási témákról.

Szakmai tudását szakértőként is többször igénybe vették mind a hazai, mind a külföldi üzemek.

1960-ben nyugdíjba vonulása után Budapestre költözött, de a benne rejlő tenniakarás nem hagyta nyugodni, tovább dolgozott. 1960-tól 1964-ig az Ózdi Kohászati Üzemekben és a Borsodnádasdi Lemezgyárban műszaki szaktanácsadóként működött, hetenként több napot távol töltött családjától és az acélgyártásban nyújtva segítséget mindkét gyár kohászati üzemeinek. 1964-ben újra munkába állt Budapesten a Ganz-MÁVAG kohászati gyárrészlegében. A műszaki munkája mellett újabb és újabb újítások, szabadalmak jelzik tevékeny munkáját 1972-ig.

Élete utolsó éveiben sem tudott teljesen elszakadni a szakmájától és szoros kapcsolatot tartott fenn a végleges nyugdíjba vonulása után is az iparral és műszaki kollégáival.

A Szakma Kiváló Dolgozója kitüntetést két ízben, 1956-ban és 1958-ban kapta meg. 1958-ban pedig a *Fazola Henrik* oklevéllel és éremmel tüntették ki.

Egyesületünknek 1925 óta — tehát 50 éven át — volt tagja. 40 éves tagsága után a *Zorkóczy* emlékérem bronzfokozatát kapta. Az 50 éves egyesületi tagsággal járó kitüntetést már sajnos nem érte meg.

Március 18-án a Farkasréti temetőben kísérték a családtagjai és kollégái utolsó útjára és mondtak búcsút egy utolsó „jószerencsével" a szakmáját szerető, örökké dolgos *Ernő* bácsinak.

Szovják Hugó

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezetők: GARAY LÁSZLÓ, KOLOSY ERNŐ

Ritkafémek előállításának elméleti alapjai

I. rész

Dr. HORVÁTH ZOLTÁN tanszékvezető egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora
Nehézipari Műszaki Egyetem, Fémkohászattani Tanszék

DK: 669.85/86

A dolgozat a legfontosabb fémelőállításra használható eljárások: karbo-, karbidotermikus redukció, színítés CO-val, H_2-vel (oxidokból, halogenidekből), sziloko-, alumino-, magnézio-, nátrio-, kalcio-, lantanotermikus, a termikus bontáson alapuló jodidos v. Arkel-, karbonilos és hidrides, a komplex fém-vegyületeket elbontó, a szubhalidos eljárás, a vizes, szerves oldatból és olvadékból való elektrolízis és a cementálás elméletével, egyensúlyával, kezdő hőmérsékletével foglalkozik, az egyes eljárások kikényszerítés és könnyebbé tételére felhasználható fogásokat ismerteti és az egyes eljárások alkalmazási lehetőségét foglalja össze.

Ritkafémeket vegyületeikből redukcióval, termikus bontással, elektrolízissel vagy cementálással lehet előállítani.

1. Redukció

A redukciónál redukáló anyagként olyan elem vagy vegyület használható, amelyiknek nagy a kinyerni akart fém mellett levő nem fémes elemhez való vegyrokonsága, amelyik nem vegyül és nem ötvöződik a kinyerni akart fémmel és amelyik olcsón, nagy mennyiségben áll rendelkezésre. A leggyakrabban használt redukáló anyagok közé tartozik a C, valamilyen karbid, CO, H_2 és az oxigénhez nagy vegyrokonságú fém.

1.1 Karbotermikus eljárás

Ennél a redukálásra karbont használó eljárásnál valamely 2 vegyértékű fém szinitésénél az

$$MeO + C = Me + CO \qquad (A)$$

általános reakció játszódik le.

Ez a folyamat akkor megy balról jobbra, ha

$$p_{O_2}^{2MeO} > p_{O_2}^{2CO} \qquad (1)$$

illetőleg ha

$$\Delta\mu_{O_2}^{2MeO} > \Delta\mu_{O_2}^{2CO}. \qquad (2)$$

Ezek az oxigénpotenciálok a

$$2\,Me + O_2 = 2\,MeO, \qquad (B)$$

illetőleg a

$$2\,C + O_2 = 2\,CO \qquad (C)$$

reakció entrópiájának, entalpiájának és egyensúlyi állandójának az ismeretében a

$$\Delta\mu_{O_2} = RT \ln p_{O_2} = \Delta H_k + (R \ln K_k \cdot p_{O_2} - \Delta S_k)T \qquad (3)$$

általános egyenlet mintájára a következőképpen írhatók fel:

$$\Delta\mu_{O_2}^{2MeO} = \Delta H_k^{2MeO} + \left(2R \ln \frac{a_{MeO}}{a_{Me}} - \Delta S_k^{2MeO}\right)T, \qquad (4)$$

$$\Delta\mu_{O_2}^{2MeO} = \Delta H_k^{2CO} + (2R \ln p_{CO} - \Delta S_k^{2CO})T. \qquad (5)$$

Ezek szerint az oxigénpotenciálnak a hőmérséklettel való változását olyan sugarak szemléltetik, amelyek a képződési reakció entalpiájának (ΔH_k-nak) megfelelő távolságban metszik az ordinátát, és amelyiknek iránytangense a zárójelben levő kifejezés. Ha $K_k \cdot p_{O_2} = 1$; akkor

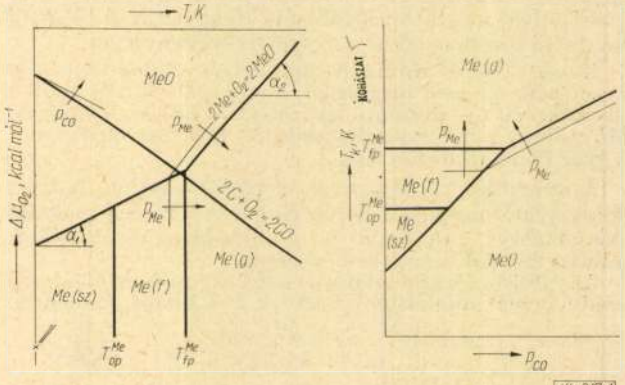
$$\Delta\mu_{O_2} = \Delta G_k^\circ = \Delta H_k - T\Delta S_k. \qquad (6)$$

Ebben az esetben $\operatorname{tg}\alpha = -\Delta S_k$.

Ha a (B)-reakcióban a vizsgált hőmérséklettartományban csak az O_2 gázhalmazállapotú, akkor mivel a gázok entrópiája nagyságrenddel nagyobb, mint a kondenzált fázisban levő anyagoké, $(\Delta S_k)_1 < 0$ és így $\operatorname{tg}\alpha_1 > 0$. A fém forráspontja feletti hőmérsékleten a reakcióegyenlet bal oldalán már 3 mól gázhalmazállapotú anyag lesz, ezért $(\Delta S_k)_2 < (\Delta S_k)_1$ és $\operatorname{tg}\alpha_2 > \operatorname{tg}\alpha_1$. Az utóbbi esetben (4)-ben a zárójelben levő kifejezés értékét a fém aktivitásával egyenlő parciális fémgőznyomás (p_{Me}) is befolyásolja, mégpedig p_{Me} növekedésével $\operatorname{tg}\alpha$ értéke csökken.

A (C)-reakcióban jobb oldalon nagyobb a gázhalmazállapotú mólok száma, ezért $\Delta S_k > 0$ és a $\Delta G_k^\circ = f(T)$ egyenesre vonatkozó $\operatorname{tg}\alpha < 0$. (5) szerint a $\Delta\mu_{O_2} = f(T)$ sugarak iránytangensének nagyságát p_{CO} értéke is befolyásolja, éspedig p_{CO} növekedésével $\operatorname{tg}\alpha$ értéke nő.

A most ismertetett gondolatmenet alapján szerkesztettük az *1. ábrát*, amelyik bal oldala a (B)- és



1. ábra. Az oxigénpotenciálok fém-oxidok karbonnal való direkt redukciójánál, a redukció kezdőhőmérséklete

(C)-reakció oxigénpotenciáljának a hőmérséklettel, azután a fém és a szén-monoxid parciális nyomásával való változását mutatja. Az ábrából megállapítható, hogy a (2)-es egyenlőtlenségi feltétel annál nagyobb hőmérsékleten teljesül, minél nagyobb p_{CO} és p_{Me}. Ezt olvashatjuk ki az *1. ábra* jobb oldalán látható görbékből is.

Az egyes oxidok oxigénpotenciáljának számszerű értékét adott hőmérsékleten és p_{CO}-értéknél a *2. és 3. ábrából* állapíthatjuk meg. Ebből az látható, hogy elég nagy hőmérsékleten C-nal minden fémoxid redukálható.

A karbotermikus eljárás nagy jelentőségű fémszínítési eljárás. Ennek ellenére, amint a *4. ábra* is mutatja, a ritkafémek kohászatában nem tudott tért hódítani, mert az oxigénhez nagy vegyrokonságú fémek redukciójakor karbidok, oxikarbidok keletkezhetnek, és tiszta fémet csak kevés hamut tartalmazó szénnel való redukcióval lehet előállítani. A karbidképződést egyes ötvözetek előállításánál vissza lehet szorítani.

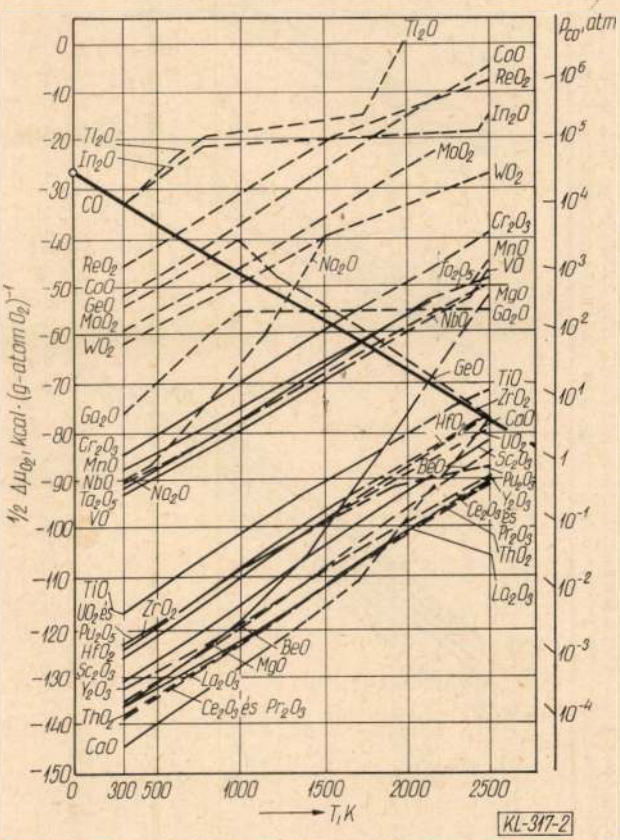
1.2 Karbidotermikus eljárás

Karbidot képező fémek előállításánál logikus az a gondolat, hogy nem lehet-e az oxidot az oxidban szereplő fém karbidjával az

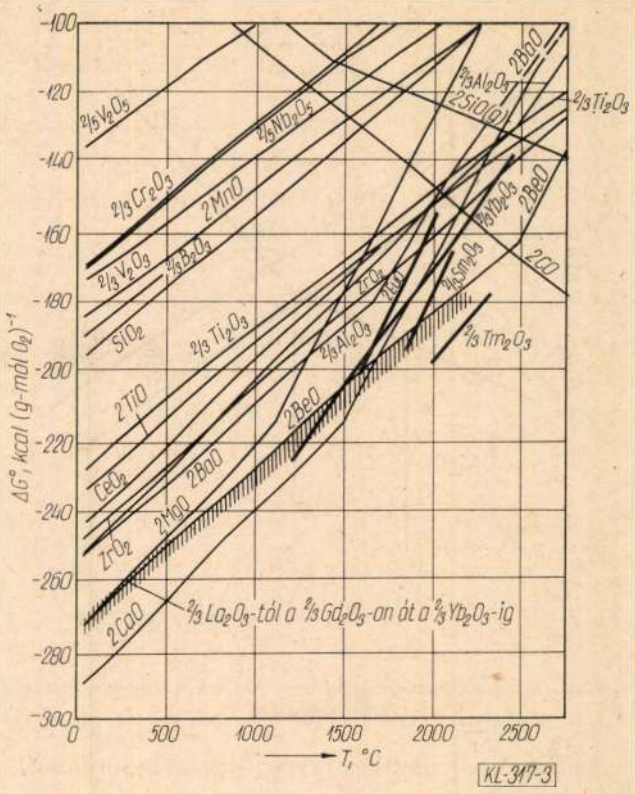
$$MeO + MeC = 2\,Me + CO \qquad (D)$$

általános reakcióegyenlet szerint redukálni. Ez a folyamat akkor megy balról jobbra, ha

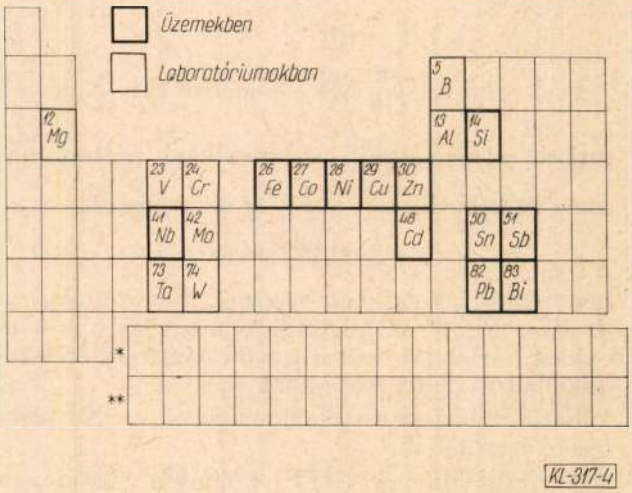
$$p_{O_2}^{2MeO} > p_{O_2}^{2CO \rightarrow 2MeC}, \qquad (7)$$



2. ábra. Az oxigénpotenciálok fém-oxidok karbonnal való direkt redukciójánál



3. ábra. A normál szabadentalpia fém-oxidok karbonnal való direkt redukciójánál



4. ábra. A karbotermikus úton előállítható fémek a periódusos rendszerben

illetőleg, ha

$$\Delta\mu_{O_2}^{2MeO} > \Delta\mu_{O_2}^{2CO \rightarrow 2MeC}. \qquad (8)$$

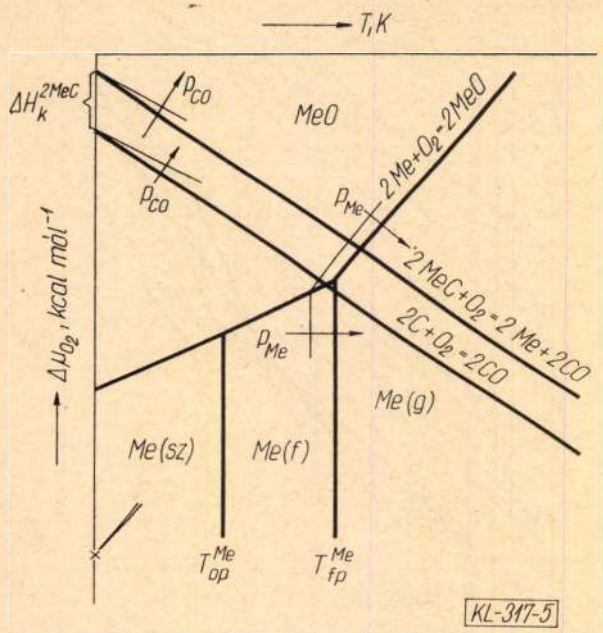
$\Delta\mu_{O_2}^{2MeO}$-nak a hőmérséklettel való változását a (4)-es egyenlet mutatja, $\Delta\mu_{O_2}^{2CO \rightarrow 2MeO}$ pedig a

$$2\,MeC + O_2 = 2Me + 2CO \qquad (E)$$

reakcióra vonatkozik, és a hőmérséklet függvényében a

$$\Delta\mu_{O_2}^{E} = \Delta H_k^E + (2R \ln p_{CO} - \Delta S_k^E)T \qquad (9)$$

összefüggéssel írható fel.



5. ábra. Az oxigénpotenciálok fém-oxidok karbidotermikus redukciójánál

Az (E) és (C), illetőleg (9) és (5) összehasonlításából adódik hogy

$$\Delta H_k^E = \Delta H_k^{2CO} - \Delta H_k^{2MeC}$$

és

$$\Delta S_k^E \cong \Delta S_k^{2CO}.$$

Ezek szerint $\Delta \mu_{O_2}^{E}$-nek a hőmérséklettel való változását olyan a $\Delta \mu_{O_2}^{2CO}$ egyenesekkel párhuzamos sugarak szemléltetik, amelyek az ordinátát

$$(-\Delta H_k^{2MeC})\text{-vel}$$

pozitívabb távolságban metszik. Ezt mutatja az *5. ábra*. Ebből az állapítható meg, hogy a fém-oxidok karbiddal csak nagyobb hőmérsékleten redukálhatók, mint karbonnal.

Ezt a módszert a ritkafémeknél pl. az Nb szinitésére használják.

A ritkaföldfémek (RFF) különféle nem fémes elemekhez való vegyrokonságáról a *6. ábrából* tájékozódhatunk. Ez ugyanis a különböző ritkaföldfém-vegyületek képződésének normál szabadentalpiáját mutatja a hőmérséklet függvényében, és ebből azt olvashatjuk ki, hogy a ritkaföldfém-oxidok képződnek a legnegatívabb normál szabadentalpia-változással, utána a sorrendben az oxiszulfidok, szulfidok, nitridek és karbidok következnek. Nagyobb hőmérsékleten a sorrendben az utóbb említett 2 vegyületcsoport egymással helyet cserél.

1.3 Redukció CO-val

Mivel a szilárd halmazállapotú anyagok egymással kis sebességgel reagálnak és a *CO*-t aránylag tisztán is elő lehet állítani, azért a fém-oxidok színtésénél az

$$MeO + CO = Me + CO_2 \qquad (F)$$

általános reakciót is figyelembe kell venni.

Ez a redukció akkor megy végbe, ha

$$p_{O_2}^{2MeO} > p_{O_2}^{2CO_2}, \qquad (10)$$

illetőleg, ha

$$\Delta \mu_{O_2}^{2MeO} > \Delta \mu_{O_2}^{2CO_2}. \qquad (11)$$

$\Delta \mu_{O_2}^{2CO_2}$ a

$$2CO + O_2 = 2CO_2 \qquad (G)$$

egyenlet alapján a

$$\Delta \mu_{O_2}^{2CO_2} = \Delta H_k^{2CO_2} + \left(2R \ln \frac{p_{CO_2}}{p_{CO}} - \Delta S_k^{2CO_2}\right) T \qquad (12)$$

összefüggéssel írható fel.

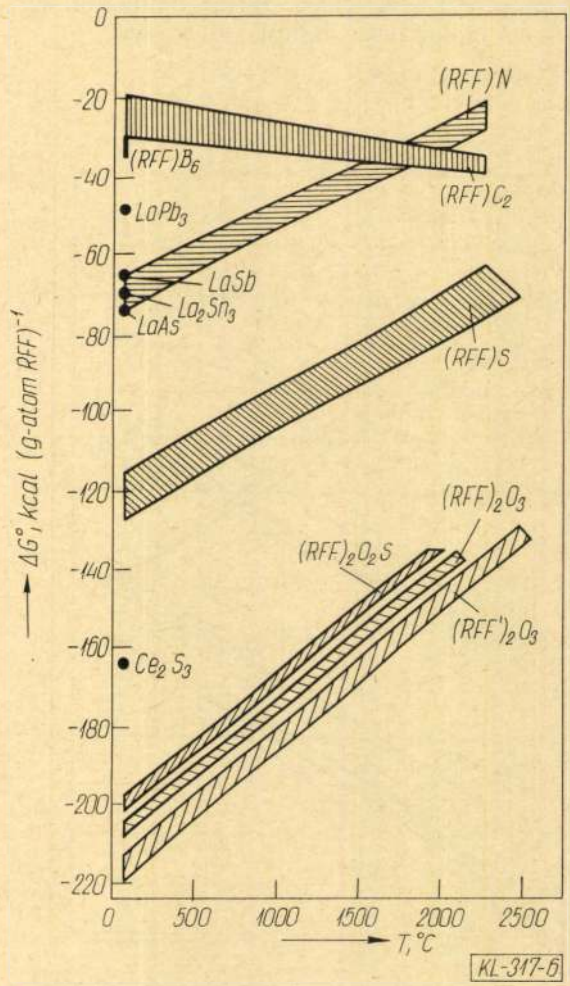
Mivel a (*G*)-reakció exotermás, azért

$$\Delta H_k^{2CO_2} < 0,$$

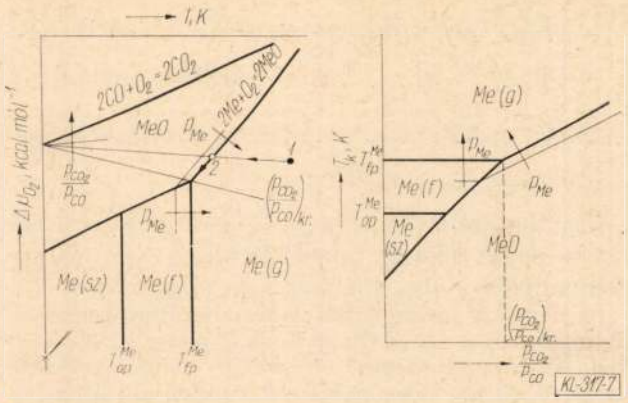
és mivel (*G*)-ben bal oldalon van több molekula gáz, azért

$$\Delta S_k^{2CO_2} < 0, \text{ így } \frac{p_{CO_2}}{p_{CO}} = 1 \text{ esetén } \operatorname{tg} \alpha > 0.$$

Ilyen megfontolás alapján szerkesztettük a *7. ábrában* a (12)-es összefüggésnek megfelelő sugarakat,



6. ábra. A különféle ritkaföldfém-vegyületek képződésének normál szabadentalpiája a hőmérséklet függvényében



7. ábra. Az oxigénpotenciálok fém-oxidok CO-val való redukciójánál, a redukció kezdőhőmérséklete

és ugyanide az *1. ábrában* már szerepelt $\Delta\mu_{O_2}^{2MeO}$-értékhelyeket is berajzoltuk.

Amint az ábra jobb oldali része is mutatja, az indirekt redukció kezdő hőmérséklete annál kissebb, minél kisebb p_{CO_2}/p_{CO}, ill. p_{Me} értéke. Az ábrához még azt kell megjegyezni, hogy

$$\frac{p_{CO_2}}{p_{CO}} > \left(\frac{p_{CO_2}}{p_{CO}}\right)_{krit}$$

esetén is tudunk fémet előállítani, azonban ilyenkor a gázfázisban került fém külön térben való kondenzáltatásakor a gázfázis összetételét szemléltető 1-es pont a konstans p_{CO_2}/p_{CO}-nak megfelelő sugáron a 2-es pontig, az MeO és az Me(g) terület határáig vándorol, és ettől kezdve a fém oxidálódik. A kondenzálódásnál szín fémet vagy akkor kapunk, ha

$$\frac{p_{CO_2}}{p_{CO}} < \left(\frac{p_{CO_2}}{p_{CO}}\right)_{krit},$$

vagy akkor, ha a kondenzálásnál olyan sebességgel hűtünk, hogy ne álljon elég idő rendelkezésre az

$$Me + CO_2 = MeO + CO \qquad (H)$$

reakció lejátszódásához. Ezt pl. olvadékfüggönnyel való hűtéssel lehet elérni.

A karbidképződés veszélye itt is fennáll, ezért a CO-val való redukció a ritkafémek kohászatában csak másodlagos jelentőségű.

1.4 Redukció H_2-vel

Ez a munkamód igen előnyös, mert a redukció melléktermék gáz. H_2-nel a fémeket vagy oxidokból vagy halogenidekből lehet színíteni.

1.41 *Színítés oxidokból*

Az ilyenkor lejátszódó

$$MeO + H_2 = Me + H_2O \qquad (1)$$

reakció végbemenetelének feltétele:

$$p_{O_2}^{2MeO} > p_{O_2}^{2H_2O}, \qquad (13)$$

illetőleg

$$\Delta\mu_{O_2}^{2MeO} > \Delta\mu_{O_2}^{2H_2O}. \qquad (14)$$

$\Delta\mu_{O_2}^{2H_2O}$ a

$$2H_2 + O_2 = 2H_2O \qquad (J)$$

reakció entalpiájának, entrópiájának és egyensúlyi állandójának az ismeretében a következőképpen írható fel:

$$\Delta\mu_{O_2}^{2H_2O} = \Delta H_k^{2H_2O} + \left(2R \ln \frac{p_{H_2O}}{p_{H_2}} - \Delta S_k^{2H_2O}\right)T. \qquad (15)$$

Mivel

$$\Delta H_k^{2H_2O} < 0 \text{ és } \Delta S_k^{2H_2O} < 0;\ \Delta\mu_{O_2}^{2H_2O}\left(\frac{p_{H_2O}}{p_{H_2}}\right) = 1$$

a hőmérséklet függvényében olyan egyenessel szemléltethető, amelyik a negatív tartományban metszi az ordinátát és amelyiknél tg $\alpha > 0$. Ezt mutatja a

$$\Delta\mu_{O_2}^{2MeO} = f(T)$$

egyenesszakaszokat is feltüntető *8. ábra.*

Az ábra bal oldali részéből szerkesztett jobb oldali diagramból megállapítható, hogy a fém-oxidok hidrogénnel annál kisebb hőmérsékleten redukálhatók, minél kisebb p_{H_2O}/p_{H_2} értéke, illetőleg minél kisebb a fém parciális nyomása. Ha a fém forráspontja feletti hőmérsékleten redukálunk, akkor a sikeres kondenzáltatás érdekében ugyanazokat a feltételeket kell betartani, mint a CO-val való redukciónál.

Az egyes ritkafém-oxidok hidrogénnel való redukálhatóságának feltételeiről a *9. ábrából* tájékozódhatunk. Ehhez azt kell megjegyeznünk, hogy a redukáláshoz vitt hidrogénban a p_{H_2O}/p_{H_2} értékét gyakorlatilag csak a sraffozott mezőben tudjuk tartani. Az ábrából azt megállapíthatjuk, hogy elég nagy hőmérsékleten hidrogénnel minden fémoxid redukálható.

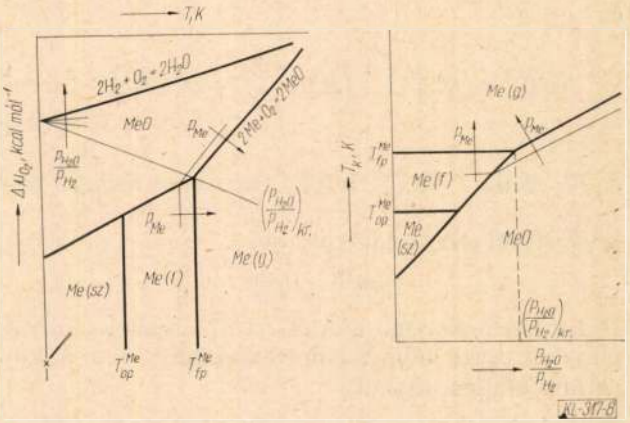
1.42 *Színítés halogenidekből*

Az ilyenkor felírható

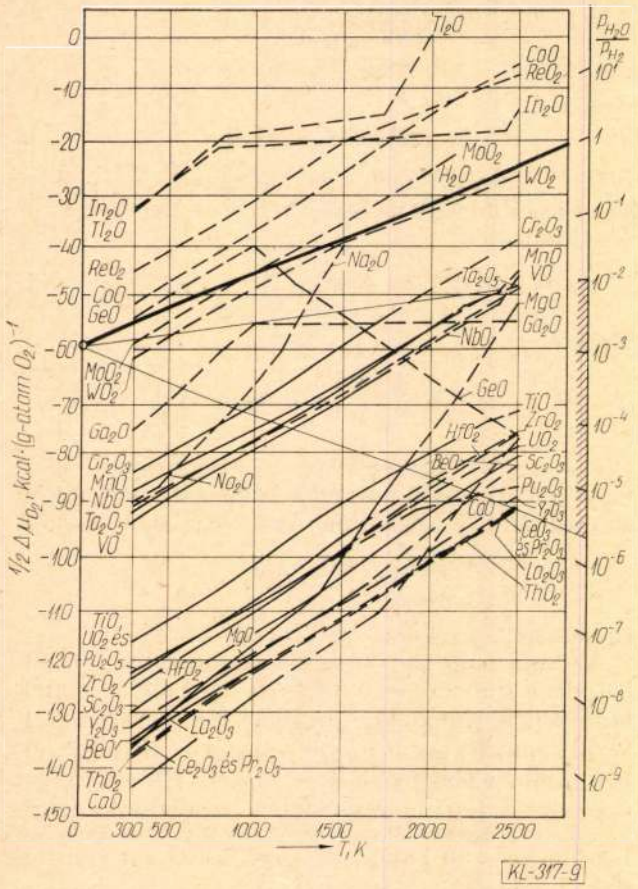
$$MeX_2 + H_2 = Me + 2\,HX \qquad (K)$$

általános reakció lejátszódásának feltétele:

$$p_{X_2}^{MeX_2} > p_{X_2}^{2HX}, \qquad (16)$$



8. ábra. Az oxigénpotenciálok fém-oxidok H_2-vel való redukciójánál, a redukció kezdőhőmérséklete



9. ábra. Az oxigénpotenciálok fém-oxidok H_2-vel való redukciójánál

illetve

$$\Delta\mu_{X_2}^{MeX_2} > \Delta\mu_{X_2}^{2HX}. \qquad (17)$$

A (17)-ben szereplő kémiai potenciálok az

$$Me + X_2 = MeX_2 \qquad (L)$$

és a

$$H_2 + X_2 = 2\,HX \qquad (M)$$

reakció termodinamikai adataival a következő módon írhatók fel:

$$\Delta\mu_{X_2}^{MeX_2} = \Delta H_k^{MeX_2} + \left(R \ln \frac{a_{MeX_2}}{a_{Me}} - \Delta S_k^{MeX_2}\right) T \qquad (18)$$

és

$$\Delta\mu_{X_2}^{2HX} = \Delta H_k^{2HX} + \left(R \ln \frac{p_{HX}^2}{p_{H_2}} - \Delta S_k^{2HX}\right) T. \qquad (19)$$

A *10. ábrán* a $\Delta\mu_{X_2}^{MeX_2} = f(T)$ sugarakat azzal a feltételezéssel szerkesztettük, hogy

$$T_{fp}^{MeX_2} < T_{fp}^{Me}.$$

Ilyen körülmények között az (L)-reakció entrópiája az egyes hőmérséklettartományokban a következőképpen alakul:

$T < T_{fp}^{MeX_2}$ esetén $(\Delta S_k^{MeX_2})_1 < 0$,

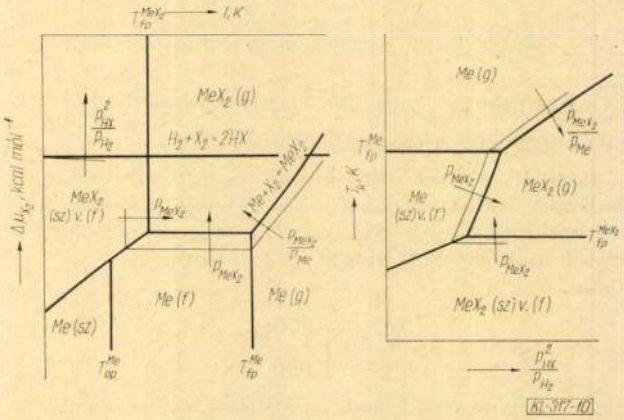
$T_{fp}^{MeX_2} < T < T_{fp}^{Me}$ esetén $(\Delta S_k^{MeX_2})_2 \cong 0$ és

$T > T_{fp}^{Me}$-nél $(\Delta S_k^{MeX_2})_3 < 0$.

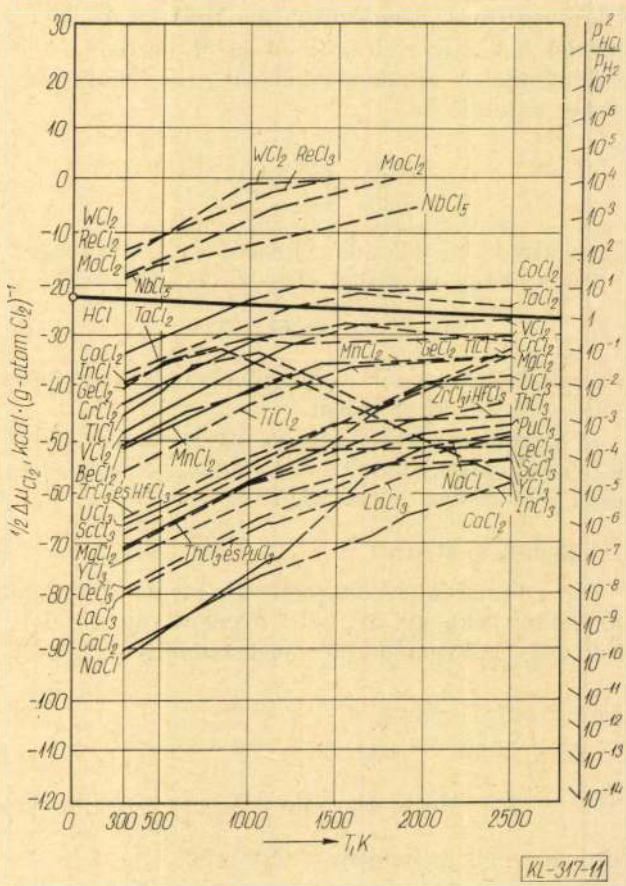
A $\Delta\mu_{X_2}^{2HX} = f(T)$ sugarak annak ismeretében rajzolhatók meg, hogy $\Delta S_k^{2HX} = 0$.

Az ábrából látható, hogy (17) annál kisebb hőmérsékleten teljesül, minél kisebb p_{HX}^2/p_{H_2} és minél nagyobb p_{MeX_2}, illetőleg p_{MeX_2}/p_{Me} értéke.

A kloridok hidrogénnel való redukálhatóságának feltételeiről a *11.*, a fluoridokéról pedig a *12. ábrából* tájékozódhatunk. Ezekből megállapítható, hogy elég nagy hőmérsékleten minden kloridban és



10. ábra. Kémiai potenciálok fémek halogenidekből H_2-vel való színitésénél, a színítés kezdőhőmérséklete



11. ábra. A klórpotenciálok fém-kloridok H_2-vel való színitésénél

fluoridban levő fém színíthető, ha a gázfázisban p^2_{HX}/p_{H_2} nagyságát a lehető legkisebb értéken tartjuk.

A *13. ábra* a hidrogénnel színíthető fémekről tájékoztat.

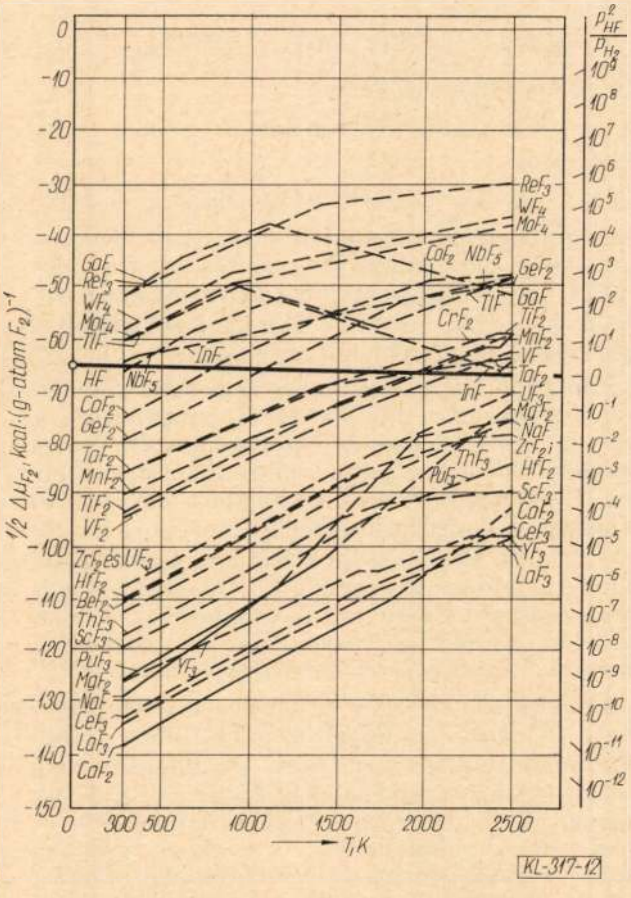
1.5 Mettalotermikus eljárások

Sok fémet előnyösen lehet színíteni valamilyen a nem fémes elemhez nagy vegyrokonságú és a kinyerni akart fémnél olcsóbb fémmel. A folyamatok megvalósíthatóságának feltétele, hogy a lejátszódó reakció szabad entalpiája, illetőleg kémiai potenciálja negatív szám legyen, a fém elfogadható sebességgel színüljön és a termékek egymástól könnyen elválaszthatók legyenek. Az utóbbit a melléktermék feloldására alkalmas folyósító adásával, a fém olvadáspontját csökkentő ötvözőelem jelenlétének biztosításával vagy a feleslegben levő redukáló anyaggal reagáló, a hőmérleget javító pótléknak a rendszerbe juttatásával lehet elősegíteni. Ha a munkahőmérsékleten nagy a fém gőznyomása, akkor nyomás alatt kell dolgozni.

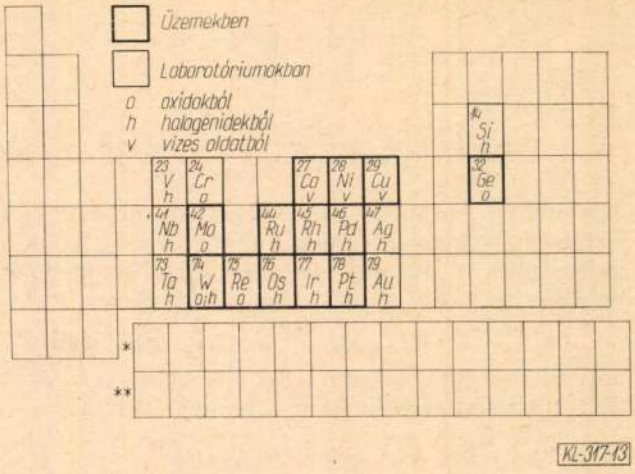
Színítésre a növekvő árak sorrendjében a következő fémek jönnek számításba: Si, Al, Mg, Na, Ca, ritkaföldfémötvözet, Ba.

1.6 Szilikotermikus eljárás

Mivel a tiszta Si nagyon drága, azért redukálásra szilícium-ötvözeteket (ferroszíliciumot, szilikoalumíniumot vagy szilikomangánt) használnak. Ezek segítségével tiszta fém csak a fém forráspontjánál nagyobb hőmérsékleten állítható elő. Ennél kisebb hőmérsékleten ötvözetet kapunk.



12. ábra. A fluórpotenciálok fém-fluoridok H_2-vel való színítésénél



13. ábra. Hidrogénnel színíthető fémek a periódusos rendszerben

Valamely fém-oxid szilíciummal akkor redukálható a

$$2\,MeO + Si = 2\,Me + SiO_2 \qquad (N)$$

reakcióegyenlet szerint, ha

$$p_{O_2}^{2MeO} > p_{O_2}^{SiO_2}, \qquad (20)$$

illetőleg ha

$$\Delta\mu_{O_2}^{2MeO} > \Delta\mu_{O_2}^{SiO_2}. \qquad (21)$$

$\Delta\mu_{O_2}^{2MeO}$-nak a hőmérséklettel való változását (4)-ben már felírtuk, $\Delta\mu_{O_2}^{SiO_2}$ pedig az

$$Si + O_2 = SiO_2 \qquad (O)$$

reakcióra vonatkozik és

$$\Delta\mu_{O_2}^{SiO_2} = \Delta H_k^{SiO_2} + \left(R \ln \frac{a_{SiO_2}}{a_{Si}} - \Delta S_k^{SiO_2}\right) T \qquad (22)$$

alakban írható fel.

Ezek az oxigénpotenciálok a *14. ábrán* bemutatott módon ábrázolhatók.

Ebből látható, hogy a redukció kezdő hőmérséklete vákuumban csökken. Az (*N*)-reakció lejátszódásánál a legtöbbször az okoz bonyodalmat, hogy az SiO_2 erős sav, az MeO pedig sokszor erős bázis, ezért a keletkező SiO_2 reagál a változatlanul maradt fémoxidokkal pl. a

$$2\,MeO + SiO_2 = 2\,MeO \cdot SiO_2 \qquad (P)$$

egyenlet szerint. Ilyenkor a bruttófolyamat

$$4\,MeO + Si = 2\,Me + 2\,MeO \cdot SiO_2. \qquad (R)$$

Itt a folyamat lejátszódásának feltételei:

$$p_{O_2}^{2MeO} > p_{O_2}^{2MeO \cdot SiO_2 \rightarrow MeO + Si} \qquad (23)$$

illetőleg

$$\Delta\mu_{O_2}^{2MeO} > \Delta\mu_{O_2}^{2MeO \cdot SiO_2 \rightarrow MeO + SiO}. \qquad (24)$$

Az utóbbiban szereplő jobb oldali oxigénpotenciál az

$$Si + O_2 + 2\,MeO = 2\,MeO \cdot SiO_2 \qquad (S)$$

reakcióra vonatkozik és a

$$\Delta\mu_{O_2}^{2MeO\cdot SiO_2 \rightarrow MeO+Si} =$$

$$= \Delta H_k^S + \left(R \ln \frac{a_{2MeO\cdot SiO_2}}{a_{Si} \cdot a_{MeO}^2} - \Delta S_k^S\right) T \qquad (25)$$

egyenlettel írható fel. Ha a ln alatt levő kifejezés értéke eggyel egyenlő, akkor az (*S*)-reakció oxigénpotenciálja a normál szabadentalpiával egyenlő. Ebben

$$\Delta H_k^S = \Delta H_k^{SiO_2} + \Delta H_k^P,$$

ugyanis az SiO_2 képződésére vonatkozó (O)- és a (P)- folyamat eredője az (S)- reakció. Mivel

$$\Delta H_k^P < 0, \text{ azért } \Delta H_k^S < \Delta H_k^{SiO_2}$$

és így a reakció kezdő hőmérséklete csökken.

Az (*R*)-reakcióegyenlet lejátszódásának hátránya az, hogy ebben az esetben a fémkihozatal soha nem lehet 100%. Ezen úgy lehet segíteni, hogy az egyik legerősebb bázisnak, a CaO-nak a jelenlétében redukálunk. Ilyenkor a bruttófolyamat pl.:

$$2\,MeO + Si + 2\,CaO = 2\,Me + 2\,CaO\cdot SiO_2 \qquad (T)$$

Ennek kezdőhőmérséklete a

$$2\,Me + O_2 = 2\,MeO, \qquad (B)$$

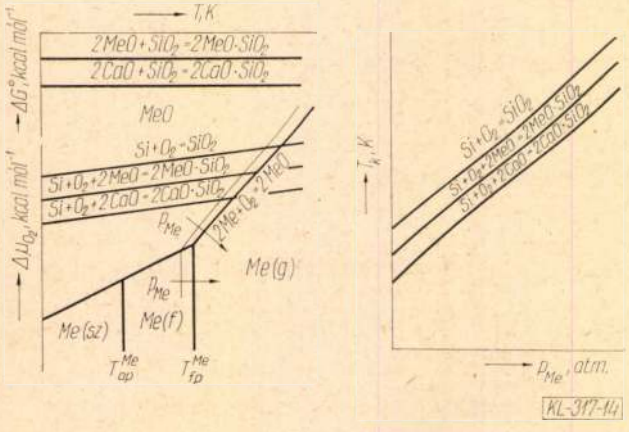
illetőleg az

$$Si + O_2 = 2\,CaO = 2\,CaO\cdot SiO_2 \qquad (U)$$

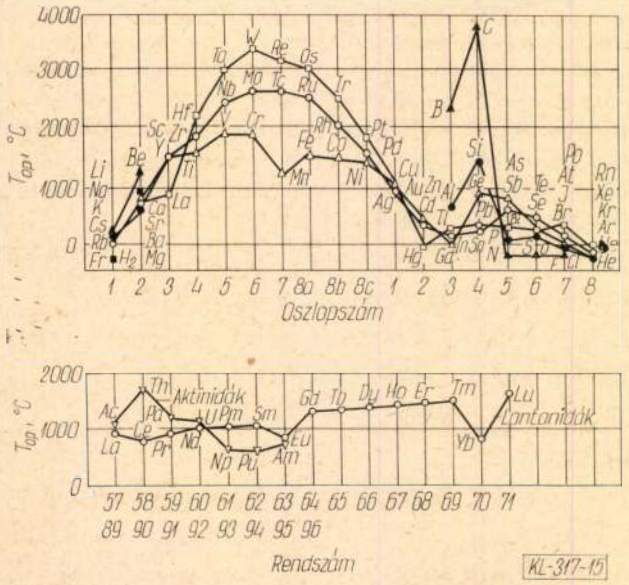
reakció oxigénpotenciáljából a *14. ábrán* bemutatott módon határozható meg. Ebből látható, hogy a $2\,CaO\cdot SiO_2$ vegyület stabilisabb természete miatt, ennek képződése miatt, a fém-oxid szilíciummal még kisebb hőmérsékleten redukálható.

Szilikátok képződése nemcsak a kezdő hőmérséklet csökkentése miatt kedvező, hanem azért is, mert a szilikátképződés exotermás volta miatt kevesebb hőenergia kell a reakció kikényszerítéséhez. Különben a reakció entalpiája a fém és az *Si* oxidációjára vonatkozó oxigénpotenciálokat ábrázoló sugarak által az ordinátától kimetszett távolságok különbségével egyenlő. Pl. a 3. ábrából az is megállapítható, hogy az *Si* mindazokat a fémoxidokat exotermás reakció közben redukálja, amelyek ΔG°-görbéje az SiO_2-egyenes felett fut.

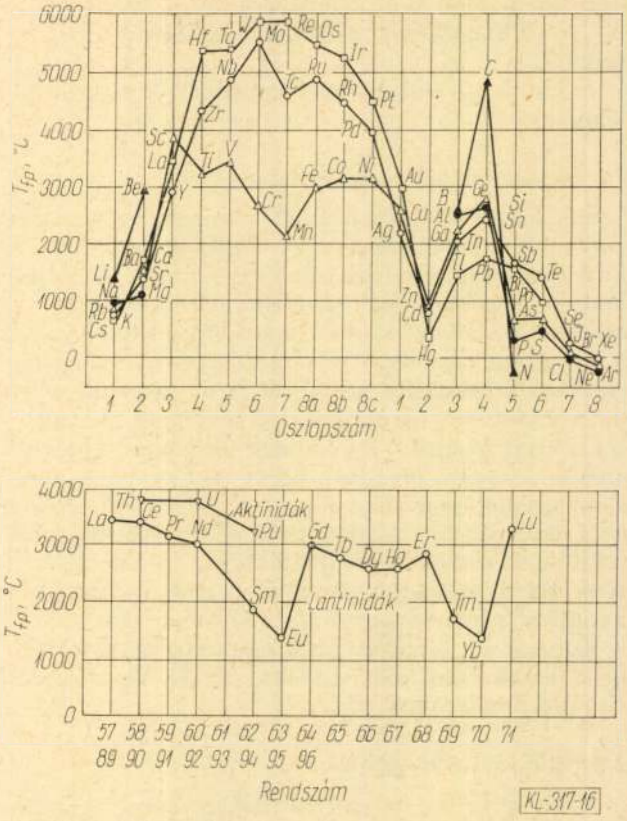
A fémek olvadás- és forráspontját szemléltető *15. és 16. ábrából* az állapítható meg, hogy a szilikotermikus eljárást színfémek előállítására elsősorban az alkálisföldfémeknél (Mg, Sr, Ba) használhatjuk, mert ezek oxidjai olcsóbb redukáló anyagokkal nem redukálhatók, és ezeknek aránylag kicsiny a forráspontjuk. A szilikotermikus eljárással más esetekben ötvözeteket, elsősorban ferroötvözeteket állítanak elő.



14. ábra. Oxigénpotenciálok alakulása a szilikotermikus eljárásnál, a redukció kezdőhőmérséklete



15. ábra. Fémek olvadáspontja az oszlop-, sor-, illetőleg a rendszám függvényében



16. ábra. Fémek forráspontja az oszlop-, sor-, illetőleg a rendszám függvényében

A semleges szögek (γ_0) közötti általános összefüggés szalagok hideghengerlésekor, a szilárdsági és geometriai jellemzők

Dr. SCHIPPERT LÁSZLÓ okl. kohómérnök, a műszaki tudományok kandidátusa
Fémipari Kutató Intézet

DK : 621.771.237.013

A szalagok hideghengerlésekor megfigyelhető súrlódás nagysága sok tényezőtől függ. A cikk nagyszámú kísérleti mérés alapján új módszert ismertet a súrlódással közvetlenül összefüggő semleges szög, valamint a deformációs zónában érvényesülő közepes folyáshatár, a keményedés és a szúrásra jellemző geometriai tényezők kapcsolatának meghatározására. Az összefüggés elfogadható pontosságát a dolgozat több számpéldával igazolja.

Az alkalmazott jelölések :

h_0 az anyag vastagsága szúrás előtt, mm
h_1 az anyag vastagsága szúrás után, mm
h_k közepes anyagvastagság, mm
α befogási szög, rad
ε relatív magasságcsökkenés, fogyás
Δh abszolút magasságcsökkenés (fogyás), mm
R a henger sugara, mm
l deformációs zóna hossza, mm
γ_0 semleges szög feszítés nélkül, rad
γ_H semleges szög feszítéssel, rad
σ_{S0} folyáshatár szúrás előtt, kp/mm²
σ_{S1} folyáshatár szúrás után, kp/mm²
σ_S közepes folyáshatár a deformációs zónában, kp/mm²
n_k lineáris keményedési tényező
F_f alaktényező
μ_0 súrlódási tényező feszítés nélküli hengerlésnél
j tényező, $j = n_k(1-\varepsilon)$

A szilárd testek fizikájában külső súrlódási erőnek azt az ellenállást nevezik, mely két összenyomott test érintkező felületeinek egymáshoz viszonyított elmozdításakor jelentkezik és az elmozdulást akadályozza.

A csúszás esetében megkülönböztetett súrlódási tényező pedig az elmozdulást előidéző és az elmozdulás síkjában fellépő erőnek a két testet összenyomó erőhöz való viszonya.

Eddigi ismereteink alapján tudjuk, hogy a csúszó súrlódási tényező legfőképpen a következőktől függ [1÷6]:

— a súrlódó testek anyagától és a felületek között levő kenőanyagok, hártyák tulajdonságaitól;
— a súrlódó testek kapcsolatának szerkezetétől a felületek méretétől, azok geometriai jellemzőitől, a testek érintkező felületeinek arányától;
— a súrlódó rendszer egyéb jellemzőitől: hőmérséklet, sebesség, terhelés, a hőmérséklet eloszlása a vékony felületi rétegekben.

Ezek az összefüggések érvényesek a mechanizmusokban és a képlékeny alakításnál jelentkező súrlódási jelenségekre is, azonban ez utóbbinál megfigyelhető súrlódást néhány sajátosság megkülönbözteti.

Gubkin a képlékeny alakításnál fellépő külső súrlódási erők szerepét a következőkben látja [7]:

— a külső súrlódás fokozza az alakítási egyenlőtlenségeket,
— a súrlódási erők, mivel legyőzésükre pótlólagos munkát kell fordítani, megnövelik az alakító erő szükséges nagyságát s ezzel megnövelik az alakítás energiaszükségletét is. Esetenként az alakításra fordított munka emiatt 5÷10-szeresére is megnövekedhet, de 2÷3-szorosra növekedése szokványos.
— a súrlódási erők természetesen hatnak az alakító szerszám felületére, előidézik annak kopását s meghatározzák az alakított fém felületi minőségét is.

Azok a körülmények, melyek között a képlékenyalakítási súrlódási erők hatnak, lényegesen eltérnek az ún. „gépészeti" súrlódási körülményektől, mégpedig:

— képlékeny alakításnál az alakított fém felülete állandóan változik,
— az alakított fémet borító oxidréteg széttöredezik, de helyette legtöbbször azonnal új oxidréteg képződik,
— képlékeny alakításnál az érintkező felületeken a fém folyását kiváltó nagy nyomások lépnek fel, a berendezések alakváltozása pedig a rugalmassági határt nem lépheti túl,
— a képlékenyalakítási folyamatok legtöbbször — különösen melegalakításkor — viszonylag magas hőmérsékleten zajlanak le.

A súrlódás szerepe a hengerléskor Általános összefüggések

Fontos tudni, hogy a képlékenyalakítási eljárások közül a hengerlés olyan, hogy a hengerlési folyamat szempontjából a súrlódást nem szabad csak károsnak tekintetni. A súrlódó erők teszik lehetővé hengerléskor az anyagnak a hengerek közé való és a hengerek által történő „természetes" befogását és bizonyos feltételek mellett éppen a súrlódó erők biztosítják a hengerlési folyamat stabilitását [8, 9]. Esetenként — ez az alumínium szalagok hideghengerlésekor elég gyakori — a szalag fényességének növelése érdekében éppen a kenés csökkentése és a súrlódási tényező növelése a célravezető.

Gubkin [7] a maga részéről kiemelte, hogy a súrlódási erő sok tényező bonyolult függvénye

$$\tau = f(\tau_{sn};\ t_n^\circ;\ \Delta v;\ \sigma_N)$$

ahol τ a fajlagos súrlódó erő,
τ_{sn} az alakítandó fém felületi rétegének csúszási határa,
Δv a súrlódó felületek egymáshoz viszonyított elmozdulási sebessége,
t_n° a felületi rétegek hőmérséklete,
σ_N a felületre merőleges (normális) nyomás.

No.	Anyag	Állapot	h_0, mm	h_1, mm	h_k, mm	ε, %	α, rad	l/h_k
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Al99,5	kemény	1,0	0,8	0,9	20	0,0514	4,3
2	AlMgSi1	kemény	1,0	0,8	0,9	20	0,0514	4,3
3	Al99,5	lágy	1,0	0,8	0,9	20	0,0514	4,3
4	AlMgSi1	lágy	1,0	0,8	0,9	20	0,0514	4,3
5	AlMgSi1	lágy	1,8	1,26	1,53	30	0,0844	4,2

Az előbbi függvénykapcsolat tanulmányozásakor szerinte még figyelembe kell venni a súrlódás jellegét, az érintkező felületek fiziko-kémiai állapotát, a súrlódási folyamat közben lezajló kémiai reakciókat és a határfelületi rétegek fiziko-kémiai elváltozásait.

Pavlov, akinek igen nagy érdemei vannak a súrlódási tényező és a hengerlés egyéb paramétereinek vizsgálata terén, ugyancsak kihangsúlyozza a súrlódásra ható tényezők nagy számát [10].

Amann feltételezi, hogy a súrlódási tényező nagysága alumíniumszalagok hengerlésénél csak a következő tényezőktől függ [11, 12]:

— kenés,
— a hengerlendő anyag felületi finomsága,
— a hengerek felületi finomsága,
— hőmérséklet,
— hengerlési sebesség.

Tarnovszkij és munkatársai hangsúlyozzák, hogy az egyéb tényezők mellett igen érezhetően befolyásolja a hengerléskor érvényesülő súrlódási tényező nagyságát egy ún. alaktényező is [13]. Véleményük szerint az érintőirányú feszültségek közepes nagyságát a közelítő számításokban a következő formában lehet figyelembe venni:

$$\tau_k = f(F_f;\ \mu;\ M)$$

Az alaktényező (l/h_k) hatása a semleges szögek

No	h_0 mm	h_1 mm	h_k mm	ε %	l/h_k	α rad	σ_{S0} kp/mm²	σ_{S1} kp/mm²	n_k
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,0	0,9	0,95	10	2,9	0,0362	5,3	13,0	1,73
2	1,0	0,8	0,90	20	4,3	0,0514	5,3	15,3	1,94
3	1,0	0,7	0,85	30	5,6	0,0628	5,3	17,0	2,10
4	1,0	0,6	0,80	40	6,9	0,0725	5,3	18,2	2,22
5	1,0	0,5	0,75	50	8,2	0,0810	5,3	19,0	2,29
6	1,0	0,4	0,70	60	9,7	0,0887	5,3	19,5	2,34
7	0,5	0,45	0,475	10	4,1	0,0256	6,3	14,5	1,65
8	0,5	0,40	0,45	20	6,1	0,0362	6,3	17,1	1,86
9	0,5	0,35	0,425	30	8,0	0,0445	6,3	19,1	2,02
10	0,7	0,63	0,665	10	3,5	0,0303	5,9	14,9	1,76
11	0,7	0,56	0,63	20	5,2	0,0417	5,9	17,5	1,98
12	0,7	0,49	0,595	30	6,7	0,0528	5,9	19,4	2,14
13	1,8	1,62	1,71	10	2,1	0,0486	4,7	12,0	1,78
14	1,8	1,44	1,62	20	3,3	0,0689	4,7	14,1	2,00
15	1,8	1,26	1,53	30	4,2	0,0844	4,7	15,4	2,14

szögek (γ_0) között. Alapadatok

1. táblázat

σ_{S0} kp/mm²	σ_{S1} kp/mm²	n_k	σ_S kp/mm²	γ_0 mért rad	γ_0 számított, rad			μ_0
					anyagról No anyagra No	γ_0	hiba % (14—16)/14	
10	11	12	13	14	15	16	17	18
11,6	12,3	1,03	12,15	0,0218	2—1	0,0218	0,0	0,194
					3—1	0,0221	+ 1,3	
					4—1	0,0251	+15,1	
					5—1	0,0235	+ 7,8	
18,1	18,9	1,02	18,60	0,0144	1—2	0,0144	0,0	0,060
					3—2	0,0145	+ 0,7	
					4—2	0,0165	+14,6	
					5—2	0,0156	+ 8,3	
3,3	9,0	1,86	7,55	0,0197	1—3	0,0194	— 1,5	0,5
					2—3	0,0195	— 1,0	
					4—3	0,0224	+13,7	
					5—3	0,0210	+ 6,6	
4,7	13,8	1,96	11,45	0,0140	1—4	0,0127	— 9,3	0,100
					2—4	0,0122	—12,8	
					3—4	0,0124	—11,4	
					5—4	0,0131	— 6,4	
7,0	15,4	1,60	13,3	0,0148	1—5	0,0135	— 8,8	0,085
					2—5	0,0138	— 6,7	
					3—5	0,0139	— 6,1	
					4—5	0,0156	+ 5,4	

ahol τ_k a közepes fajlagos súrlódó erő a deformációs zónában,

F_f a deformációs zóna alakténye zője, ami hengerléskor l/h_k, azaz a deformációs zóna hosszának a viszonya a hengerelt anyag közepes vastagságához, tehát,

$$h_k = \frac{h_0 + h_1}{2}$$

μ a súrlódó felületek minőségét kifejező paraméter,

M valamely függvény, amely az alakítandó anyag mechanikai tulajdonságainak a változását fejezi ki a deformáció hőmérsékleti és sebességi viszonyainak figyelembevételével.

Az előbbiek alapján érthető, hogy a súrlódás és kenés törvényszerűségeinek a tanulmányozását még nem tekinthetjük befejezettnek, mert:

— jelenleg legfeljebb minőségileg tudjuk jellemezni a hengerlésnél fellépő súrlódás összefüggését olyan tényezőkkel, mint a súrlódó testek felületi finomsága, a hengerlés sebessége, a kenőanyag minősége, a deformációs zóna geometriai jellemzői stb.;

(γ_0) közötti összefüggésre. Anyag AlMgsi1 lágy

2. táblázat

σ_S kp/mm²	j	T_1 kp	T_0 kp	$n_k/(3n_k-1)$	γmax rad	γ_H mért rad	γ_0 rad	μ_0
11	12	13	14	15	16	17	18	19
11,1	1,56	122	122	0,412	0,0149	0,0102	0,0120	0,113
12,8	1,55	122	122	0,403	0,0206	0,0107	0,0126	0,082
14,1	1,48	122	122	0,395	0,0248	0,0107	0,0125	0,080
14,9	1,33	122	122	0,395	0,0286	0,0117	0,0128	0,083
15,6	1,14	122	122	0,390	0,0316	0,0117	0,0121	0,084
15,9	0,94	122	122	0,390	0,0346	0,0115	0,0114	0,059
12,5	1,49	122	122	0,416	0,0107	0,0074	0,0090	0,097
14,4	1,49	122	122	0,406	0,0147	0,0090	0,0107	0,082
15,9	1,41	122	122	0,400	0,0178	0,0083	0,0094	0,095
12,6	1,59	122	122	0,411	0,0124	0,0089	0,0103	0,110
14,6	1,58	122	122	0,401	0,0167	0,0091	0,0110	0,081
16,0	1,50	122	122	0,395	0,0208	0,0099	0,0115	0,074
10,2	1,60	122	122	0,411	0,0200	0,0108	0,0135	0,091
11,8	1,60	122	122	0,400	0,0275	0,0118	0,0141	0,088
12,7	1,50	122	122	0,396	0,0334	0,0122	0,0140	0,091

— igen keveset tudunk arról, hogy a hengerlendő anyag szilárdsági jellemzői miként hatnak a súrlódásra, annál is inkább, mivel a szilárdsági tulajdonságok hideghengerlés közben változnak is;
— még kevésbé tudunk világos választ adni arra a kérdésre, hogy mi lesz a különböző tényezők együttes hatásának az eredménye és miért.

Nem meglepő az sem, hogy a probléma bonyolultsága miatt nehézségbe ütközik a vizsgálatokhoz szükséges érzékeny módszer kidolgozása is.

A súrlódási tényezőre vonatkozó elméletek és a nyilvánosságra hozott kísérleti adatok, ill. saját előkísérleteink alapján a vékony anyagok hideghengerlésekor a súrlódási tényezőre ható paraméterek a következők:

— az anyag szilárdsága,
— az anyag keményedése,
— a magasságcsökkenés (fogyás),
— a deformációs zóna geometriai jellemzői, (hengerátmérő, az anyag vastagsága szúrás előtt és után stb.),
— a hőmérsékleti viszonyok,
— a hengerek felülete,
— a hengerlendő anyag felülete,
— a kenési viszonyok és kenőanyag,
— a hengerlés sebessége.

Szalaghengerléskor ezekhez járul még a feszítőerők hatása is, amire vonatkozóan a [8] és [14]-ben foglaltuk össze vizsgálataink eredményét.

Egy ilyen sokténye zős bonyolult kapcsolat vizsgálata rendkívül munkaigényes, mivel megköveteli a tényezők gondos szétválasztását.

Az általunk végzett kísérletek során, törekedve a módszer alkalmazásának elméleti és méréstechnikai megalapozottságára [15, 8], a jel-lenyomatok alapján meghatározható előresietési módszert alkalmaztuk [16]. Az előresietésből meghatározható semleges szög és a súrlódási tényező közötti összefüggés egyértelmű, mindegyik nagysága ugyanazoktól a paraméterektől függ. A továbbiakban tehát a semleges szög nagyságát (γ_0) befolyásoló tényezőket fogjuk vizsgálni *(1. ábra)*.

Kiinduló adatainkat az *1. táblázat* tartalmazza.

Megjegyzendő, hogy a táblázatban szereplő anyagok adott, feszítés nélküli szúrásra vonatkozó semleges szögeinek (γ_0) a nagyságát többféle módszerrel is meghatároztuk és egybehangzó értékeket kaptunk [14]. A méréseket a következő feltételek mellett végeztük:

hengerátmérő $D = 151{,}6$ mm
hengerek felületi érdessége 0,1 μ CLA
hengerlési sebesség 0,2 m/s
kenőanyag: petróleum

Az anyag szilárdsági tulajdonságainak hatása a γ_0 nagyságára

Különböző kutatók korábbi tapasztalataiból általában ismert, hogy minél nagyobb a megmunkálandó darab szilárdsága, annál kisebb a súrlódási tényező, illetve az általunk vizsgált semleges szög (γ_0) értéke. Ebből a szempontból érdemes megvizsgálni az *1. táblázat* No 1 és No 2 anyagait (az egyszerűség kedvéért a továbbiakban a következő jelölési módot alkalmazzuk 1/1 és 1/2), mivel ezekben a hengerlési esetekben az anyagok hengerlésének körülményei teljesen megegyeznek s csak az anyagok átlagos folyáshatára (σ_S) tér el a deformációs zónában. Megjegyezzük, hogy σ_S kiszámításának módját a [17]-ben írtuk le:

$$\sigma_S = \sigma_{S0} + \frac{3}{4}(\sigma_{S1} - \sigma_{S0})$$

Megállapíthatjuk, hogy létezik a következő arányosság:

$$0{,}0218 : 0{,}0144 = 18{,}60 : 12{,}15$$

vagyis γ_0 (I): γ_0(II) = σ_S(II): σ_S(I)

azaz a semleges szögek nagyságai fordítva arányolanak a vizsgált anyagok deformációs zónán belüli átlagos folyáshatáraihoz.

Ebből következik, hogy ha a hengerlés egyéb körülményei azonosak, s valamely anyagra ismert σ_S(I), de nem ismert γ_0(I), akkor egy másik anyag ismert σ_S(II) és γ_0(II) értékeiből az ismeretlen γ_0(I)-et a következőképpen határozhatjuk meg:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) \cong \gamma_0(\mathrm{II}) \frac{\sigma_S(\mathrm{II})}{\sigma_S(I)} \qquad (1)$$

A mi esetünkben (ha 1/2-ből számoljuk ki 1/1-et):

$$1/2 \rightarrow 1/1 : \gamma_0(\mathrm{I}) \cong 0{,}0144 \cdot \frac{18{,}60}{12{,}15} = 0{,}0221$$

vagy (ha 1/1-ből számoljuk ki 1/2-őt):

$$1/1 \rightarrow 1/2 : \gamma_0(\mathrm{II}) \cong 0{,}0218 \cdot \frac{12{,}15}{18{,}60} = 0{,}0142$$

A keményedés hatása γ_0-ra

Az *1. táblázat* No 1, 2, 3, 4 anyagainak nemcsak a σ_S értékei különböznek, hanem a keményedési tényezői is (n_k). Ilyen esetben az (1) összefüggés már helytelen eredményhez vezet.

Az n_k lineáris keményedési tényezővel kapcsolatban a [17] tartalmaz részletesebb leírást és nagysága

$$n_k = \frac{\sigma_{S0} + \sigma_{S1}}{2\sigma_{S0}}$$

Ha az (1) egyenlet jobb oldalát megszorozzuk a keményedési tényezők viszonyával, az eredmény pontossága elfogadható lesz:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = \gamma_0(\mathrm{II}) \cdot \frac{n_k(\mathrm{II})}{n_k(\mathrm{I})} \cdot \frac{\sigma_S(\mathrm{II})}{\sigma_S(\mathrm{I})} \qquad (2)$$

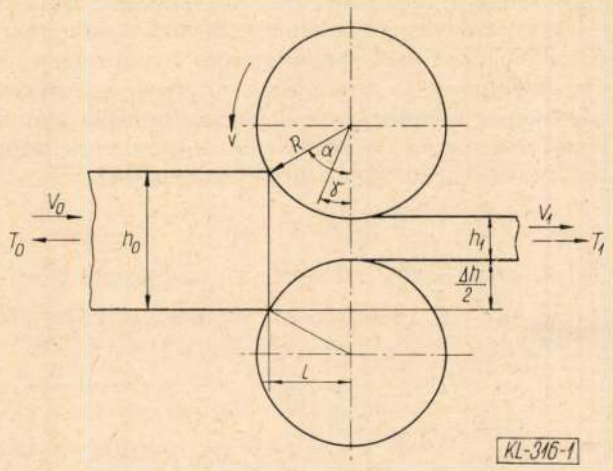
Az *1. táblázat* No 1 anyagának adataiból ismerve még a No 3 anyagra vonatkozó n_k és σ_S értékeket, számítsuk ki a No 3 anyaghoz tartozó γ_0 nagyságát (zárójelben a kísérletileg meghatározott γ_0 értéket tüntetjük fel):

$$1/1 \rightarrow 1/3 : \gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0218 \cdot \frac{1{,}03}{1{,}86} \cdot \frac{12{,}15}{7{,}55} = 0{,}0194 \quad (0{,}0197)$$

További példák:

$$1/4 \rightarrow 1/2 : \gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0140 \cdot \frac{1{,}96}{1{,}02} \cdot \frac{11{,}45}{18{,}60} = 0{,}0165 \quad (0{,}0144)$$

$$1/3 \rightarrow 1/4 : \gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0197 \cdot \frac{1{,}86}{1{,}96} \cdot \frac{7{,}55}{11{,}45} = 0{,}0124 \quad (0{,}0140)$$



1. ábra. A hengerrés keresztmetszeti vázlata

A (2) összefüggés alapján korrigálni kell az előbbi számításunkat

$$1/1 \rightarrow 1/2: \gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0218 \cdot \frac{1{,}03}{1{,}02} \cdot \frac{12{,}15}{18{,}60} = 0{,}0144 \quad (0{,}0144)$$

A geometriai tényezők hatása γ_0-ra

Ha az átszámításoknál σ_S és n_k eltérésein kívül a fogyás (ε) és a befogási szög eltéréseit is figyelembe kell venni a (2) összefüggés tovább bővül:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = \gamma_0(\mathrm{II}) \cdot \frac{\alpha(\mathrm{I})}{\alpha(\mathrm{II})} \cdot \frac{\varepsilon(\mathrm{II})}{\varepsilon(\mathrm{I})} \cdot \frac{n_k(\mathrm{II})}{n_k(\mathrm{I})} \cdot \frac{\sigma_S(\mathrm{II})}{\sigma_S(\mathrm{I})} \quad (3)$$

Ha az alakténye̊ző

$$\left(F_f = \frac{l}{h_k}\right)$$

hatását egyelőre elhanyagoljuk a (3) összefüggés a következő eredményt adja:

$1/5 \rightarrow 1/1$:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0148 \cdot \frac{0{,}0514}{0{,}0844} \cdot \frac{30}{20} \cdot \frac{1{,}60}{1{,}03} \cdot \frac{13{,}30}{12{,}15} = 0{,}0230 \quad (0{,}0218)$$

$1/5 \rightarrow 1/3$:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0148 \cdot \frac{0{,}0514}{0{,}0844} \cdot \frac{30}{20} \cdot \frac{1{,}60}{1{,}86} \cdot \frac{13{,}30}{7{,}55} = 0{,}0205 \quad (0{,}0197)$$

$1/2 \rightarrow 1/5$:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0144 \cdot \frac{0{,}0844}{0{,}0514} \cdot \frac{20}{30} \cdot \frac{1{,}02}{1{,}60} \cdot \frac{18{,}60}{13{,}30} = 0{,}0141 \quad (0{,}0148)$$

$1/4 \rightarrow 1/5$:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0140 \cdot \frac{0{,}0844}{0{,}0514} \cdot \frac{20}{30} \cdot \frac{1{,}96}{1{,}60} \cdot \frac{11{,}45}{13{,}30} = 0{,}0160 \quad (0{,}0148)$$

Az alakténye̊ző (F_f) és a súrlódási tényező, ill. semleges szög nagyságának kapcsolatára elsőként a *Tarnovszkij* által vezetett kutatócsoport mutatott rá [13]. Kísérleteikből azt a következtetést vonták le, hogy az alumínium szalagok hideghengerlésekor a súrlódási tényező F_f növekedésével együtt nő, majd az $F_f = 1{,}5 \div 2{,}0$-nál elért maximuma után ismét csökken *(2. ábra)*.

Ezen állítás ellenőrzése és a probléma további vizsgálata érdekében sok kísérletet végeztünk, melyek közül néhányat a *2. táblázat* tartalmaz.

Fel kell hívni a figyelmet arra, hogy eltérően az *1. táblázatban* közölt mérésektől a *2. táblázatban* szereplő hengerlési méréseket $T_1 = T_0 = 122$ kp nagyságú feszítőerők alkalmazásával mértük. Az ilyen módon mért γ_H értékekből a [8]-ban leírt módon számítható ki γ_0 nagysága.

A *2. táblázat* adatainak kiértékelése alapján is megállapíthatjuk, hogy az alakténye̊ző hatásának figyelembevételével a (3) összefüggés a következő módon egészítendő ki:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = \gamma_0(\mathrm{II}) \cdot \frac{\alpha(\mathrm{I})}{\alpha(\mathrm{II})} \cdot \frac{\varepsilon(\mathrm{II})}{\varepsilon(\mathrm{I})} \cdot \frac{F_f(\mathrm{I})}{F_f(\mathrm{II})} \cdot \frac{n_k(\mathrm{II})}{n_k(\mathrm{I})} \cdot \frac{\sigma_S(\mathrm{II})}{\sigma_S(\mathrm{I})} \quad (4)$$

Ennek alapján
$2/1 \rightarrow 2/10$:

$$\gamma_0(I) = 0{,}0120 \cdot \frac{0{,}0303}{0{,}0362} \cdot \frac{10}{10} \cdot \frac{3{,}5}{2{,}9} \cdot \frac{1{,}73}{1{,}76} \cdot \frac{11{,}10}{12{,}60} = 0{,}0103 \quad (0{,}0103)$$

Figyelembe véve, hogy

$$\alpha(\mathrm{I}) = \sqrt{\frac{\Delta h(\mathrm{I})}{R(\mathrm{I})}}$$

$$\alpha(\mathrm{II}) = \sqrt{\frac{\Delta h(\mathrm{II})}{R(\mathrm{II})}}$$

$$\varepsilon(\mathrm{I}) = \frac{\Delta h(\mathrm{I})}{h_0(\mathrm{I})}$$

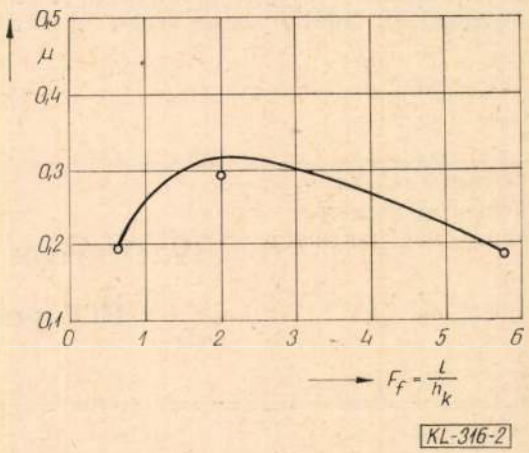
$$\varepsilon(\mathrm{II}) = \frac{\Delta h(\mathrm{II})}{h_0(\mathrm{II})}$$

$$l(\mathrm{I}) = \sqrt{R(\mathrm{I}) \cdot \Delta h(\mathrm{I})}$$

$$l(\mathrm{II}) = \sqrt{R(\mathrm{II}) \cdot \Delta h(\mathrm{II})}$$

felírhatjuk, hogy

$$\frac{\alpha(\mathrm{I})}{\alpha(\mathrm{II})} \cdot \frac{\varepsilon(\mathrm{II})}{\varepsilon(\mathrm{I})} = \frac{l(\mathrm{II})}{l(\mathrm{I})} \cdot \frac{h_0(\mathrm{I})}{h_0(\mathrm{II})}$$



2. ábra. A súrlódási tényező (γ_0) változása az alakténye̊ző (F_f) függvényében Tarnovszkij szerint [13], 203 oldal

ebből következik, továbbá hogy

$$\frac{\alpha(\mathrm{I})}{\alpha(\mathrm{II})}\cdot\frac{\varepsilon(\mathrm{II})}{\varepsilon(\mathrm{I})}\cdot\frac{F_f(\mathrm{I})}{F_f(\mathrm{II})}=\frac{\frac{l(\mathrm{I})}{h_k(\mathrm{I})}}{\frac{l(\mathrm{II})}{h_k(\mathrm{II})}}\cdot\frac{l(\mathrm{II})}{l(\mathrm{II})}\cdot\frac{h_0(\mathrm{I})}{h_0(\mathrm{II})}=$$

$$=\frac{h_0(\mathrm{I})}{h_k(\mathrm{I})}\cdot\frac{h_k(\mathrm{II})}{h_0(\mathrm{II})}$$

Ily módon a (4) összefüggés egyszerűbbé válik

$$\gamma_0(\mathrm{I})=\gamma_0(\mathrm{II})\cdot\frac{h_0(\mathrm{I})}{h_k(\mathrm{I})}\cdot\frac{h_k(\mathrm{II})}{h_0(\mathrm{II})}\cdot\frac{n_k(\mathrm{II})}{n_k(\mathrm{I})}\cdot\frac{\sigma_S(\mathrm{II})}{\sigma_S(\mathrm{I})} \qquad (5)$$

Ezen összefüggések a hengerbelapulás hatását nem veszik figyelembe.

Az (5) összefüggés alkalmazásával elérhető pontosságot jellemzik a következő példák:

2/1→2/10:

$$\gamma_0(\mathrm{I})=0{,}0120\cdot\frac{0{,}700}{0{,}665}\cdot\frac{0{,}95}{1{,}00}\cdot\frac{1{,}73}{1{,}76}\cdot\frac{11{,}10}{12{,}60}=0{,}0103 \quad (0{,}0103)$$

2/2→2/14:

$$\gamma_0(\mathrm{I})=0{,}0126\cdot\frac{1{,}80}{1{,}62}\cdot\frac{0{,}90}{1{,}00}\cdot\frac{1{,}94}{2{,}00}\cdot\frac{12{,}80}{11{,}80}=0{,}0132 \quad (0{,}0141)$$

2/6→2/3:

$$\gamma_0(\mathrm{I})=0{,}0114\cdot\frac{1{,}00}{0{,}85}\cdot\frac{0{,}70}{1{,}00}\cdot\frac{2{,}34}{2{,}10}\cdot\frac{15{,}90}{14{,}10}=0{,}0118 \quad (0{,}0125)$$

Fel kell hívnunk a figyelmet arra, hogy az alaktényező a *2. táblázat* adataival jellemzett méréssorozatban igen széles határok között változott ($F_f=2{,}1\div9{,}7$).

Természetesen a *2.* és *1. táblázatok* anyagai között is érvényes az (5) összefüggés:

2/11→1/4:

$$\gamma_0(\mathrm{I})=0{,}0110\cdot\frac{1{,}0}{0{,}9}\cdot\frac{0{,}63}{0{,}70}\cdot\frac{1{,}98}{1{,}96}\cdot\frac{14{,}60}{11{,}45}=0{,}0143 \quad (0{,}0140)$$

2/9→1/1:

$$\gamma_0(\mathrm{I})=0{,}0094\cdot\frac{1{,}0}{0{,}9}\cdot\frac{0{,}425}{0{,}500}\cdot\frac{2{,}02}{1{,}03}\cdot\frac{15{,}90}{12{,}15}=0{,}0228 \quad (0{,}0218)$$

Az alaktényezők eltérései miatt pontosítani kell az 1/5 és 1/1÷1/4 mérések közötti átszámítási eredményeket.

Az *1. táblázat* 18. oszlopának és a *2. táblázat* 19. oszlopának adatai meggyőzően bizonyítják, hogy minden anyagra és minden szúrásra, a konkrét körülmények figyelembevételével, külön gondos elemzéssel kell megállapítani a súrlódási tényező nagyságát, mivel azok eltérései jelentősek lehetnek, s felületes kiválasztásuk a további számítások végzése és a technológiai paraméterek meghatározása során durva hibákhoz vezethet.

IRODALOM

[1] *Kragelszkij, I. V.:* Trenyije i iznosz Masgiz. Moszkva 1962.

[2] *Bowden, F. P.—Tabor, D.:* The Friction and Lubrication of Solids. Clarendon Press, Oxford Part. 1. 1950. Part 2. 1964.

[3] *Vejler, Sz. Ja.—Lihtman, V. I.:* Gyejsztvie szmazok pri obrabotke metallov davlenyijem Iz-vo AN, SZSZSZR, Moszkva 1960.

[4] *Lihtman, V. I.—Scsukin E. D.—Rebinder P. A.:* Fiziko-himicseszkaja mehanika metallov Iz-vo AN. SZSZSZR. Moszkva 1962.

[5] *Szemenov, A. P.:* Szhvatüvanyije metallov. Masgiz, Moszkva 1958.

[6] *Kragelszkij, I. V., Vinogradova I. E.:* Koefficientü trenyija. Szpravocsnyik, Masgiz, Moszkva. 1962.

[7] *Gubkin, Sz I.:* Plaszticseszkaja deformacija metallov. I—II—III. Metallurgizdat. Moszkva 1960.

[8] *Schippert L.—Sapsál V.:* A súrlódási tényező és semleges szög nagysága szalagok hideghengerlésekor feszítéssel és feszítés nélkül. BKL. Kohászat *108.* (1975). h.

[9] *Vidrin, V. N.—Fedoszienko, A. Sz., Krajnov V. I.:* Processz nyeprerüvnoj prokatki. Metallurgija, Moszkva 1970.

[10] *Pavlov, I. M.:* Teorija prokatki. Metallurgizdat. Moszkva 1950.

[11] *Amann, E.:* Einführung in die Grundlagen der Umformtechnik. Prost-Meiner Verlag, Coburg 1967.

[12] *Amann, E.:* Ausgewählte Kapitel der Walztechnik in Theorie und Praxis. Aluminium 1962. No. 4, 6, 9, 10, 11; 1963. No. 1, 3, 4, 6, 8.

[13] *Tarnovszkij, I. Ja.—Levanov, A. N.—Pokszevatkin, M. I.:* Kontaktnüe naprjazsenyija pri plaszticseszkoj deformacii. Metallurgija, Moszkva 1966.

[14] *Schippert L.:* A feszítőerők hatása az előresietésre szalagok hideghengerlésekor. BKL. Kohászat *106.* (1973). 12.

[15] *Schippert L.—Sapsál V.:* A befogási szög, semleges szög, súrlódási tényező és a lineáris keményedési tényező közötti összefüggés hideghengerléskor. BKL. Kohászat *108.* (1975) 2.

[16] *Schippert L.:* Neuere Ergebnisse bei der Bestimmung des während des Walzens auftretenden Reibungskoeffitienten. Alumínium *40.* 1964. No. 5.

[17] *Schippert L.:* A keményedés és az átlagos folyáshatár az alakítási zónában szalagok hideghengerlésekor. BKL. Kohászat *107.* (1974). 1.

IV. Országos Ritkafém Konferencia

Budapesten október 2—3.

A tartózkodási idő értelmezése a timföldgyártásban, keverővel ellátott tartályok esetén

JAKÓBI GYULA tud. osztályvezető — PINTÉR GÉZA folyamatszabályozási szakmérnök
Budapesti Műszaki Egyetem — Magyar Alumíniumipari Trösztt

DK: 669,712:66.012:539.26

A tartózkodási idő fogalmának tisztázása nagy segítséget nyújt a gyakorlati és elvi kérdésekkel foglalkozó szakember számára. A tartózkodási időt a kevert tartályok esetében csak megszorításokkal szabad használni, mivel ilyen esetekben ez a tartályokba vitt anyagnak csak egy meghatározott részére vonatkozhat.

Az üzemi gyakorlatban elterjedten használják az ún. tartózkodási idő fogalmát. A fogalmat általában a következőképpen definiálják:

Tartózkodási időn a tartály folyadékkal elfoglalt része térfogatának és a betáplálás értékének hányadosát értjük, azaz képletben

$$T = \frac{V}{Q} \qquad (1)$$

itt V a folyadék által elfoglalt rész térfogata, m^3
Q a betáplálás, m^3/h
T a tartózkodási idő, h

Az (1) képletben feltételezzük, hogy V állandó, vagyis a betáplálás és az elvétel azonos értékű.

Az *1. ábrából* különösebb megfontolások nélkül is leolvasható, hogy keverés nélküli tartályoknál a fenti képlettel dolgozva, valóban a szokásos módon értelmezett tartózkodási időt kapjuk meg.

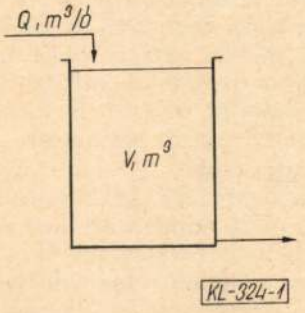
A keverés hatása

Lényegesen módosulnak a viszonyok, ha a tartályt vagy a tartályokat keverővel látjuk el. (A továbbiakban feltesszük, hogy a keverés ideálisan történik, azaz a részecskék eloszlása teljesen egyenletes.)

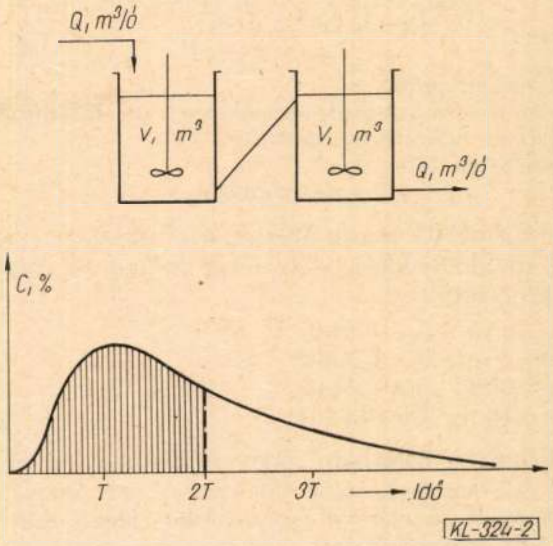
Ennek a jelenségnek a tárgyalásához statisztikus módszerek alkalmazása célszerű.

A szükséges eloszlásfüggvény meghatározása a szabályozástechnikában alkalmazott súlyfüggvény felvételének analógiájára végezhető el.

Tekintsük a tartályokból álló rendszert szabályozott szakaszként. Ezt a szakaszt alkalmas koncentrációváltozással vagy izotóp bevitelével [1, 2] gerjesztjük. A szakasz kimenetén mérjük a koncentráció időbeli változását. Az így kapott



1. ábra. A tartózkodási idő meghatározásához szükséges jelölések



2. ábra. A koncentráció időbeli változása a második tartály kimeneténél

mérési eredményekből meghatározható a koncentráció időfüggése (pl. regressziós módszerrel).

Mód van azonban a súlyfüggvény meghatározására a fenti kísérlet elvégzése nélkül is, feltéve, hogy a szakasz időállandója ismert. Ezt viszont ismertnek vehetjük, mivel azonos a fentiekben definiált és az üzemi gyakorlatban használt tartózkodási idővel.

A tartózkodási idő alatt átfolyt mennyiség meghatározása

A meghatározás érdekében a következő kikötéseket tesszük: mindegyik tartályt egytárolós arányos tagúnak vesszük (ez az ideális keverés miatt megtehető). Ennek súlyfüggvénye:

$$w_1 = \frac{1}{T} e^{-\frac{t}{T}} \qquad (2)$$

itt $T = \frac{V}{Q}$ a szakasz időállandója, óra

t = idő, óra

Az n-darab teljesen egyforma sorbakapcsolt tartályból álló szakasz súlyfüggvénye pedig:

$$w_n = \frac{t^{n-1}}{T^n (n-1)!} \cdot e^{-\frac{t}{T}} \qquad (3)$$

Vizsgáljuk meg, hogy a gyakorlatban alkalmazott T tartózkodási idő alatt a gerjesztésként bevitt anyagnak hányadrésze távozott a tartályból. Ezt a

$$I_1 = \int_0^T \frac{1}{T} \cdot e^{-\frac{t}{T}} \cdot dt \cong 0{,}6321 \qquad (4)$$

összefüggés adja meg egy tartály esetén. Innen látszik, hogy ideális keverést feltételezve a bevitt anyag 63,21%-a a T tartózkodási időnél rövidebb ideig van tartályban. n-darab egyforma sorbakapcsolt tartályokból álló szakasznál az eredő tartózkodási idő nT-vel lesz egyenlő. Ennyi idő alatt a tartályból távozó anyag mennyisége

$$I_n = \frac{1}{(n-1)!\,T^n} \cdot \int_0^{nT} t^{n-1} \cdot e^{-\frac{t}{T}}\, dt \qquad (5)$$

vel lesz egyenlő.

A fenti (5) integrál, tetszőleges n értékre minden nehézség nélkül kiszámítható.

$n = 2$-nél

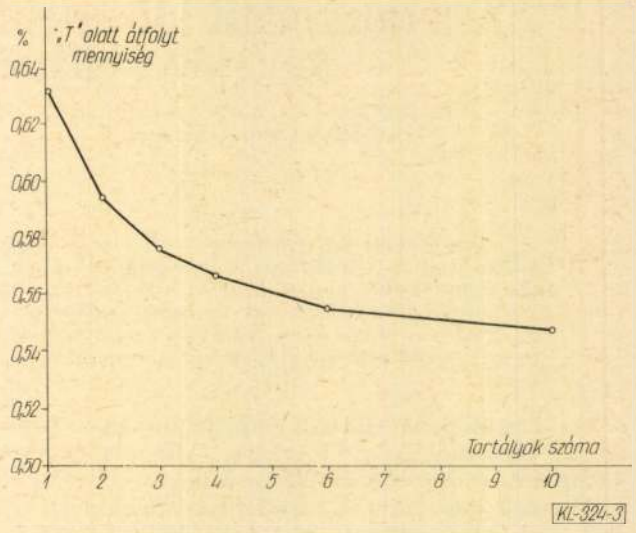
$$In = 0{,}5941$$

tehát a bevitt anyag 59,41%-a a tartózkodási időnél rövidebb ideig volt a tartályban *(2. ábra)*. Ezt folytatva:

$n = 3$-ra $\quad In = 0{,}5768$
$n = 4$-re $\quad In = 0{,}5666$
$n = 6$-ra $\quad In = 0{,}5543$
$n = 10$-re $\quad In = 0{,}5461$

Könnyen belátható, hogy (5) értéke $n \to \infty$ esetén 0,5-hez tart; azaz a sorbakapcsolt tartályok számának növelésével egyre jobban megközelítjük az 50%-os értéket.

A *3. ábrán* feltüntettük a tartózkodási idő alatt átfolyt mennyiségeket a tartályok számának függvényében. Az „átlagos tartózkodási idő" fogalmát tehát csak megszorításokkal használhatjuk. Ez a fogalom a bevitt anyag más-más hányadára vonatkozik, ha azonos tartályból kettőt, hármat... stb-t kötünk sorba és a kétszeres, háromszoros stb. időállandót veszünk figyelembe. Az is természetes, hogy ezeket a megszorításokat csak abban az esetben kell tennünk, ha a bevitt elemi térfogatok „egyéni életét" kívánjuk vizsgálni.



3. ábra. A tartózkodási idő alatt átfolyt mennyiségek a tartályok számának függvényében

IRODALOM

[1] *Blickle Tibor:* Vegyipari eljárások elméleti (Mérnök Továbbképző Intézet, Budapest).
[2] *Ciborowski J.:* A vegyipari műveletek alapjai Műszaki Könyvkiadó, Budapest.

A Fémkohászattani Tanszéken kiadott diplomatervező feladatok

A NME Fémkohászattani Tanszékén 1974. június 25-én megtartott diplomavédésén az Állami Vizsga Bizottság *Horváth Ildikó*, *Szabó Lajos* és *Török Tamás* diplomatervező feladatainak kidolgozását jelesre értékelte. E három diplomamunkát az alábbiakban ismertetjük:

A) Horváth Ildikó: Cérium elválasztás lehetőségeinek vizsgálata

Üzemi konzulens: *Dr. Csővári Mihály* okl. vegyészmérnök, a kémiai tudományok kandidátusa, Mecseki Ércbányászati Vállalat.

Tanszéki konzulens: *Dr. Sziklavári Károly* egyetemi docens. Bíráló: *Dr. Czeglédi Béla* okl. kohómérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, osztályvezető, Mecseki Ércbányászati Vállalat..

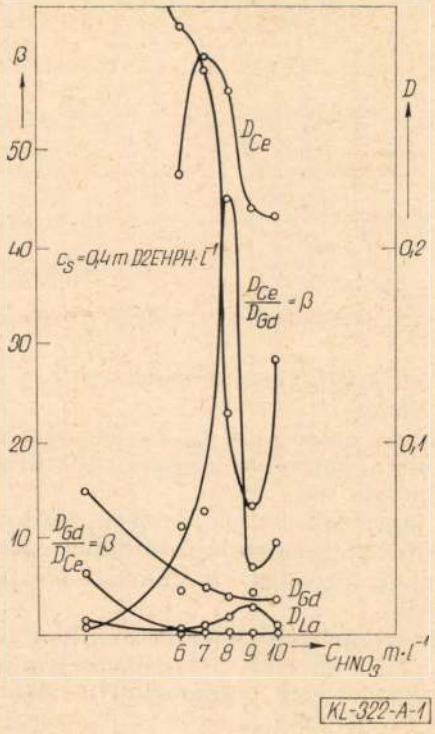
Az ismertetést összeállította: *Horváth Ildikó* okl. kohómérnök.

A diplomaterv témája a cérium-elválasztás lehetőségeinek vizsgálata volt D2EHPH-as extrakcióval, figyelembe véve a salétromsavas közeg HNO_3-koncentrációjának hatását.

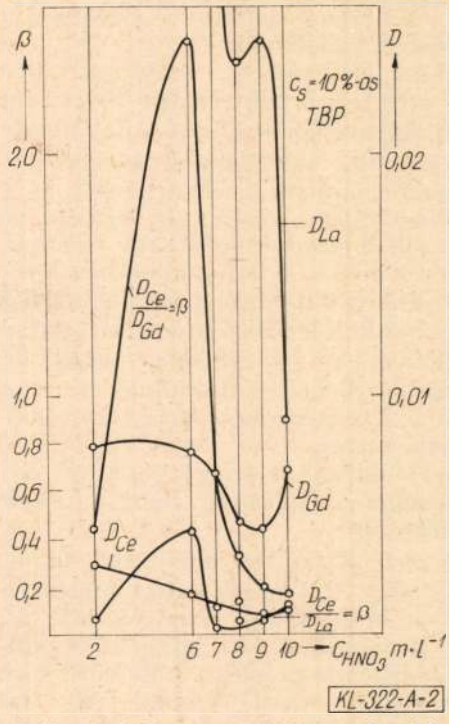
A kísérletek eredményeiből meg lehetett állapítani, hogy a Ce(III) és Ce(IV) extrakciós tulajdonságai nagy mértékben különböznek egymástól. A Ce(III) ugyanis alig, míg a Ce(IV) igen jó hatásfokkal extrahálható. Ez a tulajdonság lehetőséget biztosít az oldatban egyszerre jelenlevő Ce(III) és Ce(IV) mennyiségének külön-külön meghatározására. Ez úgy valósítható meg, hogy a cériumtartalmú oldatot oxidálószer jelenléte nélkül extrahálják oxidált állapotban levő extrahálószerrel, pl. D2EHPH-val (ha az extrahálószer nincs oxidált állapotban, akkor oxidálódik, miközben a Ce(IV)-et Ce(III)-má redukálja, és ez meghamisítja az eredményeket). A reextraktum cériumtartalma a Ce(IV) mennyiségét adja meg.

A kísérletek szerint a Ce(III)-at és a szerves fázist extrakció előtt minden esetben oxidálni kell.

A ritkaföldfémek elválaszthatóságának mértékére a szeparációs állandó ad bővebb felvilágosítást. A Ce, Gd és La szeparációs állandóit az *1. ábra* szemlélteti a salétromsavkoncentráció függvényében, ha az extrahálószer 0,4 mólos D2EH.PH



1. ábra. A Ce, Gd és La megoszlási hányadosai és szeparációs állandói a salétromsav-koncentráció függvényében, ha az extrahálószer 0,4 mólos D2EHPH

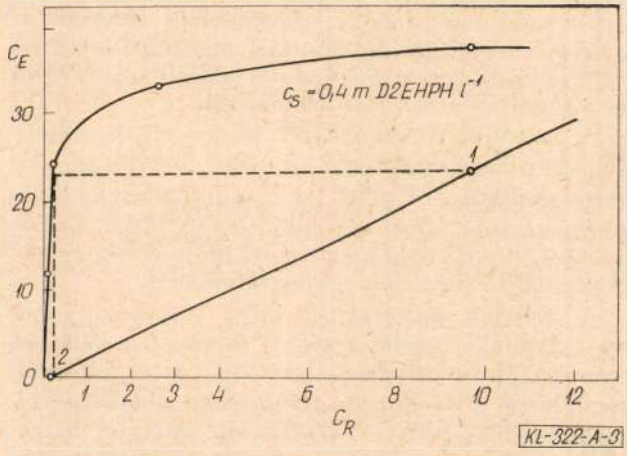


2. ábra. A Ce, Gd és La megoszlási hányadosai és szeparációs állandói a salétromsav-koncentráció függvényében, ha az extrahálószer 10%-os TBP

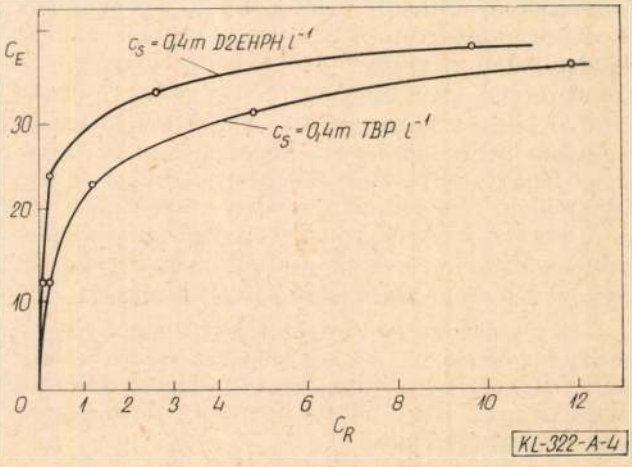
A 10%-os TBP-tal kapott eredményeket a *2. ábra* szemlélteti.

A Ce(IV) extrakciós izotermájának felvételére az extrakció optimális paramétereinek megadásához volt szükség. Az extrakciós izotermából a szerző meghatározta több fokozatú extrakció esetén a kijelölt minimális raffinátum-koncentráció eléréséig szükséges fokozatok számát és a legjellemzőbb fokozatszámnál a szerves-vizes fázisarányt, valamint az extraktum cérium-tartalmát. A meghatározásokat egyrészt számítógéppel, másrészt grafikusan végezte.

A grafikus megoldást a *3. ábra* szemlélteti. Mindkét vizsgálat szerint a leggazdaságosabb a kétfokozatú extrakció. TBP-tal is elvégezve a méréseket a két extrakciós izotermát a *4. ábra* szemléli.



3. ábra. A Ce(IV) extrakciós izotermájából az extrakció optimális fokozatszámának grafikus meghatározása



4. ábra. A 0,5 mólos D2EHPH és a 0,4 mólos TBP extrakciós izotermái

teti. A két extrahálószert összehasonlítva, ugyanolyan cériumkihozatal elérésére, a D2EHPH és a TBP egységárát azonosnak feltételezve, a D2EHPH használata előnyösebb, mert kevesebbet kell belőle felhasználni.

*

B) Török Tamás: Réz kinyerése szulfidos ércekből baktériumok segítségével

Konzulensek: *Dr. Lakatos Tamás* tud. munkatárs (FKI) és *Wieder Nándor* tud. munkatárs (NME)
Bíráló: *Dr. Várhegyi Győző* igazgatóhelyettes (FKI).
Az ismertetőt összeállította: *Török Tamás* okl. kohómérnök

A diplomatervező a hidrometallurgia egyik új ágának, a *biometallurgiának* (azaz fémek bakté-

riumok segítségével történő kinyerésének) néhány — elsősorban szulfidos rézércekre vonatkozó — kérdésével foglalkozik.

A feladat első részében szakirodalmi közlések alapján ismerteti a baktériumos lúgzás elméletét, a vízben oldhatatlan szulfidos rézásványok kémiai ágensekkel, ill. baktériumok közreműködésével végbemenő oldásának mechanizmusát, ezen folyamatok kinetikáját, az ipari vagy félüzemi méretekben már alkalmazott legfontosabb technológiákat, s röviden a még kísérleti stádiumban levő eljárásokat is. Ennek megfelelően tárgyalja a halomban való lúgzásnak, a lelőhelyen végzett lúgzásnak, ill. ez utóbbinak az érctest fellazítására nukleáris robbantást alkalmazó változatának, valamint koncentrátumok baktériumos lúgzásának főbb ismérveit, sajátosságait.

A továbbiakban a szerző ismerteti az *NME Fémkohászattani Tanszékén* végzett kísérleteit és azok értékelését.

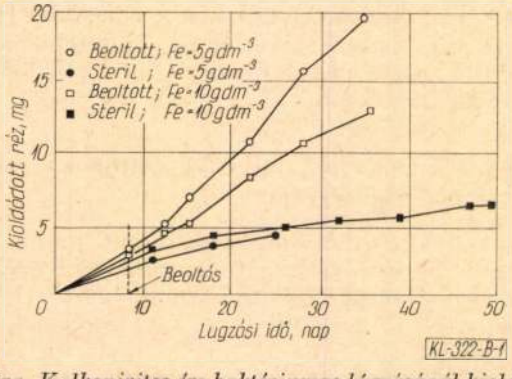
A szerző 0,52% rezet tartalmazó, finom szemnagyságú (0,1—1,2 mm), recski hintett porfiros ércesedésű, kalkopirites ércet lúgzott, a hányó lúgzását jól modellező, ún. levegőliftes perkolátorban, szobahőmérsékleteken, különböző koncentrációjú kénsavas vas(II)-szulfát-, ill. kénsavas vas(III)-szulfátoldattal, állandó értéken tartott H-ion koncentráció mellett (pH = 2,0).

A kísérletek célja az adott minta néhány lúgzási paraméterének meghatározása volt vas- és kén-oxidáló autotróf baktériumok jelenlétében. A baktériumkultúrával beoltott próbák mellett kontrollként sterilizált próbákat is lúgzott. Az egyes próbák beoltására egyrészt a gyöngyösoroszi elfolyó bányavízben spontán élő baktériumokat, másrészt pedig előzetesen laboratóriumi körülmények között tenyésztett Th. ferro-oxidans és Th. thiooxidans baktériumkultúrákat használtak.

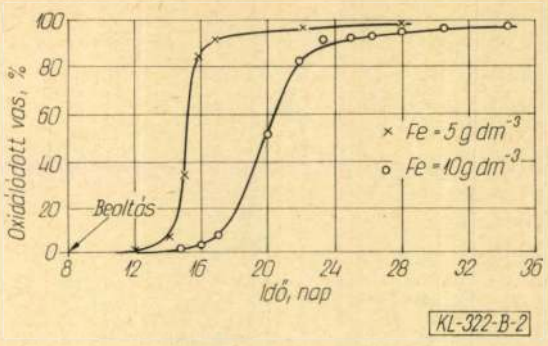
A lúgzási kísérletek során szerzett tapasztalatok, megfigyelések és mérési eredmények alapján többek között az alábbiakat állapította meg:

— a vizsgált ércminta igen jelentős mennyiségű, savat fogyasztó Ca- és Mg-tartalma miatt, előkészítés nélkül, savas közegben végzett baktériumos lúgzásra igen nagy savfogyasztása miatt gazdaságilag nem alkalmas,

— a savfogyasztó alkotók eltávolítása után a baktériumokat is tartalmazó próbák lúgzási sebessége többszöröse volt a steril próbák lúgzási sebességének, de a fémkihozatal ennél sem volt számottevő *(1. ábra)*,



1. ábra. Kalkopirites érc baktériumos lúgzásánál kioldódott réz mennyiségének az idővel való változása



2. ábra. Az oxidálódott vas százalékos mennyisége

— a lúgzó oldat vastartalma jelentékeny befolyással bír a lúgzás sebességére s a vastartalomnak optimuma van,

— a tapasztalt lúgzási értékek elsősorban az Fe^{3+}-ionok hatásának tulajdoníthatók s kevésbé a baktériumok közvetlen szulfidokat oxidáló tevékenységének,

— a baktériumos oxidálás elsősorban az Fe^{2+}-ionoknak Fe^{3+}-ionokká való oxidálásában jelentős; s ez a folyamat igen meggyorsult a baktériumok hatására *(2. ábra)*.

A szerző feladatának harmadik részében a baktériumok számát vizsgálta a lúgzó oldat oxidálódott vastartalmának a függvényében. A folyamat modellezésénél a kísérleti görbéket leíró matematikai egyenleteket írta fel. A szükséges számításokat számítógépre írt program alapján végezte, és így a közelítés hibája 1%-nál kisebbnek adódott.

C) Szabó Lajos: Urán elkülönítése kloridos-szulfátos oldatból

Konzulensek: *Dr. Erdélyi Miklós*, a kémiai tud. kandidátusa (MÉV) és *Mihalik Árpád* adjunktus (NME)

Bíráló: *Dr. Czeglédi Béla*, a műszaki tud. kandidátusa, osztályvezető (MÉV)

Az ismertetőt összeállította: *Mihalik Árpád* adjunktus.

A diplomaterv 3 részre tagozódik. Első részben rövid irodalmi áttekintést ad az uránércek lúgzásáról és az urántartalmú oldatokból az urán kiejtéséről. Röviden foglalkozik a különböző kiejtési módokkal, majd részletesebben ismerteti az extrakciós eljárásokat. Ezután megemlíti a redukcióhoz szükséges uránvegyület előállítási módjait és a fémurán előállítási lehetőségeit.

A második részben saját kísérleteit ismerteti. Feladata 5 g/l vasat és 5 g/l uránt tartalmazó kloridos-szulfátos oldatból di-2-etilhexilfoszforsavas extrakcióval az urán elkülönítése úgy, hogy a veszteség 0,5%-nál nem lehet nagyobb és a végtermék 0,1%-nál több vasat nem tartalmazhat.

A feladat megoldása előtt tanulmányozza az extraháló berendezéseket, kémiai és izotópos elemző eljárásokat, megválasztva az extrahálószert, foglalkozik a vas és urán elválasztási lehetőségével. Megállapítja, hogy a vas(II)-ion kevésbé extrahálható, mint a vas(III), ezért a vasat extrakció előtt kétvegyértékűvé kell redukálni. A vasat

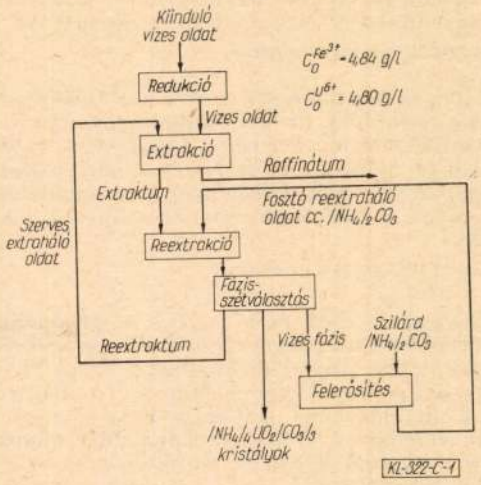
elektrokémiai úton — grafit- vagy ólom-anóddal és saválló acélkatóddal felszerelt elektrolizáló cellában — redukálja. Meghatározza a redukció lejátszódásához szükséges körülményeket (feszültség, áramerősség, áramhatásfok, idő).

Továbbiakban az extrakció legmegfelelőbb körülményeinek meghatározását vizsgálja. Az extrakció időtartamának meghatározására mind a vas, mind az urán extrakciójánál kinetikai görbéket vesz fel. Megállapítja, hogy az urán extrakciójához 10 perc elegendő, a vaséhoz több, mint 120 perc kell.

Az extrakció fokozatszámának meghatározására különböző szerves: vizes aránnyal egyensúlyi izotermákat vesz fel. Vizsgálja az extrahálószer koncentrációjának hatását az egyensúlyi izotermára; 0,2, 0,1 és 0,05 mólos D2EHPH-val és ugyanilyen koncentrációjú D2EHPH TBP keverékkel extrahál. Az extrahálószert petróleumpárlattal hígítja.

A kísérletek során az uránt fotometriásan, a vasat radiokémiai úton (^{59}Fe izotóp sugárintenzitása alapján) határozza meg.

Az egyensúlyi izotermákat ismerve megállapítja, hogy 0,2 mólos D2EHPH-val extrahálva a kitűzött célt elméletileg 2 fokozatban elérheti, de figyelembe véve a fokozathatásfokokat, 3 fokozatú extrakciót tart szükségesnek. A feladat megoldására az alábbi technológiai folyamatábra szerinti munkamódot javasolja *(1. ábra)*.



1. ábra. A javasolt technológiai folyamatábra

Az extrakciót a meghatározott körülmények között kipróbálja, az eredmény az előírtnál lényegesen jobb. Az uránveszteség mindössze 0,0055% és az extraktumban a vas mennyisége nem mérhető.

A diplomaterv harmadik részében az extrakció fokozatszámának iterációs meghatározására számítógépes programot szerkeszt.

A feladat megoldásában nagy segítséget kapott a Mecseki Ércbányászati Vállalattól, amelynek kutató laboratóriumában végezte kísérleteit.

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

A *PUK* elnökének tájékoztatása szerint a *PUK* konszern és az *Alcan* francia fiókja Marseille mellett együttműködési megállapodás értelmében 1976 végére 20 t/nap kapacitású timföld kísérleti üzemet fognak indítani, amely az ún. „H" eljárás szerint alunit-ból, anortoritból és agyagból fognak gazdaságosan timföldet gyártani. Terv szerint 1979-ben az eljárást már ipari méretekben is bevezetik. A beruházási költségeket 25 mió dollárra becsülik.

L'usine Nouvelle 1974. 49—50. sz.

*

A *Nobalco* ausztráliai vállalat 10 millió t bauxit eladásra kötött szerződést 20 éves időtartamra a *Mitsui Alumina* japán vállalattal.

METAL BULLETIN 1974. november 19.

*

Az ausztráliai kormány növelte az ország területén működő bauxittermelő vállalatok adóját. A *Nobalco* minden kibányászott t bauxit után a jövőben 30 Ac-t, a *Comalco* 1 A$-t (korábban 10 Ac/t volt) kell, hogy fizessen.

METAL BULLETIN 1974. november 19.

*

Az *Alcoa* tervei közt szerepel az Indonéziában felfedezett és 1 milliárd t-ára becsült bauxit előfordulás kiépítése és ennek közelében timföldgyár felállítása 1977-re. A timföldgyár tervezett kapacitása 500 000 t.

ALUMINIUM 1974. november

*

Az *Iranian Aluminium* 50 millió $-os beruházási költséggel bővíteni kívánja *Arakban* levő alumíniumkohójának kapacitását a jelenlegi 45 000 t-áról 1978-ra 120 000 t-ára.

A bővített alumíniumkohó üzemeltetéséhez szükséges timföldet a közelmúltban aláírt iráni-indiai kereskedelmi egyezmény keretében India fogja szállítani.

ALUMINIUM 1974. november

*

A világ alumínium tartalékai szeptemberben egy év óta a legmagasabb szintet érték el.

A *Nemzetközi Kohóalumínium Intézet* felmérése szerint az alumíniumtartalékok (ez magában foglalja a kohóalumínium és finomított alumínium készleteket, a hulladékokat, a feldolgozás alatt álló fémet, és a kész hengerelt árukat) 3,1 millió t-át értek el szeptemberben, szemben a márciusi 2,9 millió t-ával. A múlt év szeptemberében 3,1 millió t volt a tartalék.

Nyugat-Európában a készletek 830 000 t-át értek el, míg júniusban csak 734 000 t volt.

Észak Amerikában a szeptemberi szint 1,9 millió t volt a februári 1,8 millió t-ával szemben.

Az *Intézet* további adatai szerint a kapitalista világ kohóalumínium termelése októberben 300 000 t volt, 11%-kal haladta meg a múlt év hasonló időszakának termelését. Év végére a világ kohóalumínium kapacitása eléri a 25,8 millió t-át, 1976. végére pedig a 28,8 millió t-át.

FINANCIAL TIMES 1974. november 22.

*

Az öt nagy japán alumíniumtermelő konzorciuma, az *Ardeco* megerősítette, hogy egy nagykapacitású alumíniumkohó és hozzátartozó elektromos erőmű építését tervezik Szumatra szigetén, Asahanhoz közel.

METAL BULLETIN 1974. november 19.

*

Tárgyalások folynak Egyiptom és a Szovjetunió között a *Nag Hammadiban* levő alumíniumkohó 170 000

t/év kapacitásra történő bővítéséről. A kohót 100 000 t/év kapacitással ez év végére helyezik üzembe.

MINING JOURNAL 1974. november 21.

*

Jamaika és Mexikó megegyezést kötött közös bauxit kutatásra és timföld, illetve alumíniumgyártásra. A közel 400 millió $-os tervben egy 1,4 millió t/év kapacitású bauxitbánya nyitása, 600 ezer t/év kapacitású timföldüzem és 130 ezer t/év kapacitású alumíniumkohó építése szerepel. A timföldgyár Jamaikában, a kohó Mexikóban lesz.

MINING JOURNAL 1974. december 9.

*

A Szovjetunió és a *Pechiney-Ugine Kuhlmann* közt tárgyalások folynak három alumíniumipari létesítmény felépítéséről. Tervek szerint 5 milliárd Frank (1 mrd $) értékben a *Pechiney-Ugine Kuhlmann* 1 millió t/év kapacitású timföldüzemet építene a Fekete-tenger partvidékén, valamint 500 000 t/év kapacitású alumíniumkohó és hengermű létesülne Közép-Szibériában kohóalumíniumért cserében.

METAL BULLETIN 1974. december 9.

*

Hírek szerint Indonézia is csatlakozik a *Nemzetközi Bauxit Szövetséghez.*

METAL BULLETIN 1974. december 9.

*

A jamaikai kormány és a *Kaiser Aluminium and Chemical* közti 8 hetes tárgyalás eredményeként egy államilag ellenőrzött vállalatot hoztak létre a *Kaiser* jamaikai bauxit érdekeltségeinek képviseletére.

(Az ún. „Cost partnership" értelmében, a *Kaiser* a kitermelést egy végrehajtóbizottság által meghatározott elvek szerint végezné. A kormány könyvelési értéken veszi át a Kaiser érdekeltségének 51%-át).

Mint ismeretes az amerikai cég a Nemzetközi Beruházási Arbitrage Központhoz fordult (International Centre for the Settlement of Investment Disputes-ICSD), hogy Jamaika korábban hozott bauxit termelési adó emelését célzó intézkedését, melyet a „hatokra" alkalmazott, felülvizsgálja. Jamaika nem ismerte el a központ arbitrage illetékességét és mivel eddig csak a *Kaiserrel* sikerült megállapodni, a többiek *(Alcoa, Reynolds)* fenntartják arbitrage bejelentésüket.

MINING JOURNAL 1974. december 9.

*

Georgetown-ban (Guyana) végetért az *IBA*, a bauxittermelő országok nemzetközi egyesületének első világkonferenciája. A konferencia minden konkrét eredmény nélkül zárult le, mivel a résztvevő hat ország nem tudott a közös árpolitikában megegyezésre jutni.

Neue Züricher Zeitung 1974. november

*

A *Comalco* felemelte bauxiteladási árait a japánoknak, a korábbi 1 $-ról 8 $-ra (tonnánként fob paritásban).

Az 1973—74-es gazdasági évben a japán alumíniumipar 5 millió tonna bauxitot importált. Ennek a mennyiségnek 50%-a a *Comalcotól* származik.

ALUMINIUM 1974. november

*

Az ausztrál kormány a közelmúltban megegyezést írt alá három nagy japán alumíniumtermelő vállalattal, a *NLM*-mel, a *Showa Denko*-val és a *Sumitomo Chemical*-lal 6 millió Goveből származó bauxit szállítására. Fenti mennyiséget 10 év alatt fogják elszállítani. Ebből 4 millió illeti az *NLM* vállalatot, további 1—1 millió a másik két vállalatot.

Végleges árra még nem történt megegyezés, de előrejelzések szerint a bázisár 6,80 $/t lesz fob paritásban (a standard, 49% alumíniumoxid tartalmú ércet alapulvéve).

ALCAN és *ALCOA* Észak-Amerika két legnagyobb alumíniumvállalata februártól csökkentette kohóalumíniumtermelését.

Az *ALCAN* 1035 mió t/év kanadai kohókapacitásának kihasználását 9,6%-al csökkenti, míg az *ALCOA* 6% termeléscsökkentést tervezett.

Handelsblatt 1975. 11. sz.

H. W.

*

A *belga* színesfémipar megtartotta vezető helyét színesfémexportálók között Európában. Az „Office belge du Commorce extèrieur Brussel" közlése szerint a színesfém kivitel 1973-ban 19%-kal növekedett az előző évhez képest és először múlta felül az 1 millió t-s (1,051 millió t) határt. Ebből az összmennyiségből 642 300 t volt a nyersfém kivitel és ezek közül a réz foglalta el az első helyet 328 300 t-val (+21%), ezt követte a cink 221 700 t-val ("15%) és az ólom 68 100 t-val ("46%). A színesfémfélgyártmány kivitel 408 700 t-t tett ki (+13%), ebből 185 000 t alumínium, 158 200 t réz és 57 900 t cink félgyártmány volt.

A teljes kivitel kerek 25%-át Franciaország és NSZK vett át. További vásárlók Anglia, Egyesült Államok, Hollandia és Olaszország.

METALL 1975. 1. sz. 12- o.

K. J.

Hazai fémkohászati hírek

A Metallochémia 1974. évi félgyártmány termelése 20 960 t volt, az előző évi 19 361 t-ával szemben (108,3%). A félgyártmány termelés egyes gyártási áganként a következőképpen alakult tonnában:

	1974	1973
Ólomfélgyártmány	10 837	9 598
Vegyészet	5 763	5 612
Rézfélgyártmány.....	4 360	4 151
Egyéb	—	—
Összesen:	20 960	19 361

A fenti termelésből 51,6 millió Ft volt az export, az 1973. évi 51,2 millió Ft-hoz képest. Ebből 6 millió Ft volt a tőkés és 45,6 millió volt a szocialista országokba történő kivitel. A helyzet az előző évben kb. fordított értékű volt.

*

A Csepeli Fémmű 1974. évi félkészáru termelése 91 544,2 t volt, az 1973. évi 88 632,6 t-val szemben (111,1%).

A fenti termelésből 26 573,9 t-át exportált szocialista és tőkés viszonylatba az alábbi megoszlásban;

	1974	1973
Szocialista	6 536	6 810
Tőkés	20 038	24 075,6
Összesen:	26 574	30 885,6

K. J.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

108. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1975. JÚNIUS HÓ 6

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал **Металлургия**
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen **Hüttenwesen**
Mining & Metallurgical Journal **Metallurgy**

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. 105.
Tel.: 426-795

TARTALOM

SZEPESSY GÁBOR: Folyamatos acélöntőművek iparivíz ellátása 241
LATINÁK ISTVÁN—MANKHER GYÖRGY: Új huzalpácoló a Salgótarjáni Kohászati Üzemekben 246
IVÓCS LÁSZLÓ—KISZELY GYULA: Csapolóüst záróberendezés felépítésének befolyása a dugózárás alakulására ... 249
ÓVÁRI ANTAL—SZALAY LÁSZLÓ: Acéltanácsadás külföldön és hazánkban 258
A vaskohászatban hasznosítható hazai szabadalmak 264
A Kohómérnöki Kar hírei 266
Beszámoló külföldi konferenciáról 266
Egyesületi hírek 267
Könyvismertetés 268
Műszaki és gazdasági hírek 269
Szabványosítási hírek 269

FÉMKOHÁSZAT

DR. HORVÁTH ZOLTÁN: Ritkafémek előállításának elméleti alapjai II. rész 270
DR. WÉBER JÓZSEF—HORVÁTH BÉLA—DR. KLUG OTTÓ: Timföldgyári aluminátlúg-oldatok vezetőképesség vizsgálatának újabb eredményei 278
ÖRKÉNYI JÓZSEF—ÁDÁM JÁNOS—PŐCZE JÓZSEF—HORVÁTH JÁNOS: Alumínium elektrolizáló kádak mágneses térerősségének vizsgálata 282
Pályázati felhívás 288

ÖNTÖDE

BOKOR FERENC—PÉLYI BERTALAN: Öntött kristályirányított hangszóró mágnesek paramétereinek növelése 121
KAREL SAFÁR: Öntött fogaskerekek szerkesztése és gyártása 128
Folyóiratszemle 132, 140
R. L. SZNEZSNOJ és társai: Vas- és acélöntvények előállítása bélelt kokillákban, és a komplex gépesítés alapjai 133
Az éknyomóvizsgálattal szerzett tapasztalatok 141
Szabványosítási hírek 144

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 426-795.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

75. 6. 4518 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16. F. v.: Povárny Jenő
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámára.
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.
Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770.
Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft.

Index: 25,155

ÉVFOLYAM ГОД JAHRGANG YEAR 108

SZÁM № Nr. No. 6

JÚNIUS ИЮНЬ JUNI JUNE 1975

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ **МЕТАЛЛУРГИЯ**

ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN **HÜTTENWESEN**

JOURNAL OF MINING AND METALLURGY **METALLURGY**

СОДЕРЖАНИЕ

Сепеши Габор: **Обеспечение установок непрерывного литья стали технической водой** .... **С 241**

Введение технологии непрерывного литья стали вызвало качественные и количественные изменения в водном хозяйстве металлургических заводов и привело к необычайному росту потребности на воду. В работе обсуждаются вопросы удовлетворения потребности на техническую воду и включение технической воды в систему водного хозяйства завода. Приведено водообеспечение двух отечественных заводов непрерывного литья.

Латинак Иштван—Манкхер Дёрдь: **Новое оборудование для потравки проволок на металлургическом заводе в Шалготаряне** ..... **С 246**

Авторы ознакомливают с новым, современным оборудованием для потравки с помощью соляной кислоты сталных проволок, введенным в эксплуатацию на металлургическом заводе в Шалготаряне. Непосредственно возле потравочного завода было построено оборудование для регенерации кислоты. На новом потравочном заводе работает несколько человек, которые без всякого вредного влияния на здоровье управляют и контролируют автоматическими приборамы. Выполнены требования охраны окружаюшей среды.

Ивоч Ласло—Кисей Дюла: **Влияние конструкции закрываюшего устройства выпускного ковша на закрытие пробки на металлургическом комбинате в Озде** ..... **С 249**

Конструкция закрываюших устройств выпускных ковшей, разработанных на металлургическом комбинате в Озде. Результаты проведенных исследовании. Сопоставление жаропрочных материалов, произведенных разными технологиями и происводящих из разных стран. Экономические результаты, достигнутые с помощью новой конструкции закрываюшего устройства.

Овари Антал—Салаи Ласло: **Техническая слижба по применению сталей за рубежом и в ВНР**...**С 258**

Необходимость создания технической службы по применению сталей. Организация и деятельность некоторых характерных технических служб, работаюших за границей. История отечественной технической службы. Задачи и цели технической службы по применению сталей, организированной в Исследовательском институте чёрной металлургии.

Д-р Хорват Золтан: **Теоретические основы производства редких металлов. II.** .....**С 270**

Приведены методы производства самых важных металлов: углеродное и углеродо-термическое восстановление, карбонизция с CO и H_2 (из оксидов, галогенидов) силико-, алюминиево-, магниево-, натриево-, кальциево-, лантанево термимическии метод; йидидный, карбонилый и гидридный методы, основанные на термическом распаде; субгалидный метод, электролиз из раствора и расплава. Обсуждена теория цементации, равновесие при электролизе; привдены возможности применения перечисленных методов.

Д-р Вебер Йожеф—Хорват Бела—Д-р Клуг Отто: **Новые результаты исследования проводимости растворов алюминатных щёлочей глинозёмного завода** ..... **С 278**

Проводимость алюминатных щёлочных растворов является максимальной при постоянной концентрации Al_2O_3. Максимальное значение проводимости распространяется на сравнительно широкий интервал концентрации (приблизительно на 50 гр/л $Na_2O_{каустич.}$) и при температуре 50 °C появляется в интервале заводской концентрации щёлоча $Na_2O_{каустич.}$ Было исследовано появление максимума в зависимости от температуры и молярных условии. Было анализировано влияние соды. Кривые с максимумом описывались с помощью регрессионных кривых второй степени.

Й. Эркени—Я. Адам—Й. Пеце—Я. Хорват: **Исследование магнитной силы простора в алюминиевых электролизерах** ..... **С 282**

В электролизерах большой мощности большая сила тока вызывает образование в рабочем пространстве также значительных электромагнитных сил. Вследствие этого поверхность металла в электролизера, по отношению к горизонтальном положению, деформируется.

CONTENTS

G. Szepessy: **The industrial water supply of continuous casting plants** ..... P 241

Continuous steel casting represents a considerable and unusual water demand in the water management of steelworks from the point of view of quantity, quality and operation. The paper discusses the industrial water requirements, the ways and means of satisfying them and their incorporation and the water management system of the whole works. The water supply of the two Hungariancontinuous casting plants is described.

I. Latinák—Gy. Mankher: **A new wire pickler at the Salgótarján Metallurgical Works.** ..... P 246

The authors describe the new modern vibratory hydrochloric acid wire pickler of the Salgótarján Metallurgical Works and the adjacent acid regenerating plant. The new pickler and regenerator are operated by a few workers who operate automatic equipment and controls without any health hazards. Environmental protection is very satisfactory.

L. Ivócs—Gy., Kiszely: **Influence of the construction of the plug of the teeming ladle on ladle stopping at the Ózd Metallurgical Works** ..... P 249

The paper describes the plug construction of teeming ladles developed at the Ózd Metallurgical Works, and gives the results of tests carried out with this plug. A comparison is made of refractories of various origin and prepared according to different technologies. The economic results achieved with the novel plug type are given.

A. Óvári—L. Szalay: **Steel Consulting Service Abroad and at Home** ..... P 258

The necessity for a steel consulting service. Organization and activity of some characteristic foreign steel consulting services. The tasks and goals of the Steel Consulting Service created in the Research Institute for Ferrous Metallurgy.

Dr. Z. Horváth: **Theoretical bases of the production of rare metals II.** ..... P 270

The paper discusses the theory, equilibrium and initial temperature of the main processes for metal production: carbo- and carbidothermal reduction, refining with CO or H_2 (of oxides and halides), silico, alumino, magnesio-, sodio-, calcio-, lanthanothermal reduction, the iodide or van Arkel process based on thermal decomposition, the decomposition of metal complexes, the subhalide process, electrolysis of aqueous or organic solutions and melts, and cementation. The procedures for forcing and promoting the various processes are described together with the application of the methods.

Dr. J. Wéber—B. Horváth—Dr. O., Klug: **Recent results of testing the conductivity of aluminate liquors in alumina plants** ..... P 278

At constant Al_2O_3 concentration the conductivity of sodium aluminate liquors has a maximum which appears in a relatively wide concentration range (about 50 g/l Na_2O_{caust}) and at 50 °C is found in the concentration range of the commercial digesting liquor for Na_2O_{caust}. The authors studied the appearance of the maximum as a function of temperature and molar ratio and analyzed the effect of soda. Second degree regression functions were used to approximate the maximum curves.

J. Örkényi—J. Ádám—J. Pőcze—J. Horváth: **Investigation of the magnetic field in aluminium electrolitic cells** ..... P 282

The high current intensity at electrolitic cells having high output effects significant magnetic, fields in the interior of the sphere of operation. As a result of these forces the surface of the metal in the chel becomes deformed compared to the horizontal level.

INHALT

G. Szepessy: **Industriewasser-Versorgung der Stranggussanlagen** ..... S 241

Die Wasserversorgung der Stranggussanlagen spielt in der Wasserwirtschaft der Hüttenwerke sowohl in quantitaver wie auch in qualitativer Hinsicht eine bedeutende Rolle. Der so entstehender Wasserbedarf weicht von dem üblichen ab. Die Menge des benötigten Wassers und die Art ihrer Versorgung, sowie die Eingliederung dieses Wasserbedarfes in die gesammte Wasserwirtschaft. Die Wasserversorgung der zwei in Ungarn erstellten Stranggussanlagen.

I. Latinák—Gy. Mankher: **Die neue Drahtbeizanlage im Werk Salgótarján** ..... S 246

Beschreibung der neuen Salzsäure-Beizanlage mit Vibration und der Säureregeneration im Werk Salgótarján. Die neue Anlage bedarf nur wenig Bedienungspersonal. Das Personal betätigt — ohne Gesundheitsgefährdung — die Automatik und kontrolliert den Ablauf der Beizvorgänge. Die Reinheit der Atmosphäre wird weitgehend verschont.

L. Ivócs—Gy. Kiszely: **Einfluss der Konstruktion des Pfannenverschlusses auf das Schliessen der Stahlpfannen im Stahlwerk zu Ózd** ..... S 249

Ein im Stahlwerk zu Ózd entwickelter Pfannenverschluss. Die Ergebnisse der mit dem Pfannenverschluss durchgeführten Versuche. Vergleich der ff. Erzeugnisse verschiedener Herkunft und verschiedener Herstellmethode. Die wirtwirtschaftlichen Vorteile des neuen Pfannenverschlusses.

A. Óvári—L. Szalay: **Stahlberatung in Ausland und in Ungarn** ..... S 258

Die Gründe der Erstellung einer Stahlberatungsstelle. Organisation und Arbeitsgebiete einiger ausländischen Stahlberatungsstellen. Vergangenheit der einheimischen Stahlberatung. Aufgaben und Zielsetzungen der im Eisenforschungsinstitut erstellten neuen Stahlberatungsstelle.

Dr. Z. Horváth: **Die theoretischen Grundlagen der Herstellung von seltenen Metallen II. Teil** ..... S 270

Die Arbeit behandelt die wichtigsten Verfahren zur Metallerzeugung: die karbo und karbidothermische Reduktion, das Feinen mit CO, H_2 (aus Oxiden, Halogeniden), das siliko-, alumino-, magnesio-, natrio- kalzio-, lanthanothermische Verfahren, das auf thermischer Zersetzung beruhende Jodid- oder van Arkel-Verfahren, das Karbonyl- und Hydridverfahren, die Zersetzung von Metallkomplexen, das Subhalidverfahren, die Elektrolyse in wässeriger und organischer Lösung und die Schmelzelektrolyse, die Theorie, das Gleichgewigt und die Ausgangstemperatur dieser Verfahren. Die Griffe zum Erzwingen und zum Erleichtern der einzelnen Verfahren, sowie ihre Anwendungsmöglichkeiten werden beschrieben.

Dr. J. Wéber—B. Horváth—dr. O. Klug: **Neuere Ergebnisse der Leitfähigkeitsuntersuchung von Aluminatlaugen in Tonerdefabriken** ..... S 278

Bei konstanter Al_2O_3-Konzentration zeigt die Leitfähigkeit von Natriumaluminatlösungen ein Maximum, das sich über ein relativ breites Konzentrationsgebiet (etwa 50 g/l Na_2O_{kaust}) erstreckt und bei 50 °C im Betriebskonzentrationsbereich an Na_2O_{kaust} der Aufschlusslauge erscheint. Die Verfasser untersuchten das Auftreten des Maximums in Abhängigkeit von der Temperatur und dem Molverhältnis und analysierten den Einfluss der Soda. Regressionsfunktionen zweiten Grades dienten zur Approximation an die Maximumkurven.

J. Örkényi—J. Ádám—J. Pőcze—J. Horváth: **Magnetische Feldkraftuntersuchung von Aluminiumelektrolysezellen** ..... S 282

Die grosse Stromstärke erzeugt bei Aluminiumelektrolysezellen mit grosser Leistung auch im Inneren des Arbeitsfeldes bedeutende elektromagnetische Kräfte. Dieser Kräfte zufolge deformiert sich die Oberfläche des in der Zelle befindlichen Metalles verglichen mit dem waagrechten Zustand.

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
GARAY LÁSZLÓ, HANTÓ KÁLMÁN, KOLLÁR SÁNDOR, KOLOSY ERNŐ, DR. VERŐ BALÁZS.

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, CSEH MIKLÓS, DR. HAJTÓ NÁNDOR, HARRACH WALTER, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VAS IVÁN.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

108. évfolyam 6. szám 1975. június

Folyamatos acélöntőművek iparivíz ellátása

SZEPESSY GÁBOR vízépítő szakmérnök
Kohó- és Gépipari Tervező Vállalat

DK: 621.74.047:658.265

A folyamatos acélöntési technológia a kohászati üzem vízgazdálkodásában mennyiségi, minőségi és üzemeltetési szempontból is jelentős, a szokásostól eltérő vízigények megjelenését eredményezte. A cikk iparivíz igényekkel, azok kielégítésének módjával, az üzem vízgazdálkodási rendszerébe történő beillesztésével foglalkozik. Ismerteti a Magyarországon üzemelő két folyamatos öntőmű vízellátását.

Bevezetés

A népgazdaság egész területén, így a vaskohászatban is egyre *növekszik a víz szerepe*, és emelkednek a vízzel kapcsolatos költségek. Ez három alapvető tényezőre vezethető vissza. Egyrészt arra, hogy a még rendelkezésre álló, szabad vízkészletek mind kedvezőtlenebb felhasználási lehetőségeket kínálnak és ezért fokozódnak a vízbeszerzéssel, a tisztítással, a többszöri felhasználással kapcsolatos költségek, másrészt a környezetvédelmi előírások szigorítására, harmadszor pedig arra, hogy az ipari technológiák korszerűsítésével többnyire együtt jár a differenciáltabb, a víz minőségét tekintve is igényesebb vízhasználatok növekedése. Ez utóbbi hatás igen határozott formában jelentkezik a nagy teljesítőképességű, korszerű technológiát megtestesítő folyamatos acélöntő művek esetében.

Az acél folyamatos öntésére szolgáló berendezés és eljárás alkalmazása — mely nélkül korszerű kohászati üzem napjainkban már elképzelhetetlen — Magyarországon is előtérbe került. Egy éven belül két nagy kohászati gyárunkban, a Dunai Vasműben és az Ózdi Kohászati Üzemekben helyeztek üzembe folyamatos öntőgépeket, melyeken máris az ország acéltermelésének 30%-át öntik. A közeljövőben, a hazai acélgyártás fejlesztése kapcsán további folyamatos öntőművek építése várható.

Az acél folyamatos öntése során a kohászati üzem vízgazdálkodása szempontjából mennyiségi, minőségi és üzemeltetési igényeit tekintve is jelentős, a szokásostól eltérő, sajátos vízhasználatok lépnek fel, tetemes beruházási és üzemeltetési költségeket okozva, ami feltétlenül indokoltá teszi a kérdés behatóbb vizsgálatát.

Vízhasználatok és vízigények

A folyamatos acélöntő berendezések egyik jellemzője a szakaszos üzemmód. A szakaszosság jelentheti az előkészítési és az öntési fázisok sorozatos egymásutániságát, de jelentheti több adag közvetlenül egymás után történő folytatólagos folyamatos (adagról-adagra) öntését is. Ebből adódik, hogy a vízfogyasztás sem egyenletes, a csúcs és az átlagos vízigény jelentős eltérést mutat. A két érték az acélöntő gép kihasználásának fokozásával közeledik egymáshoz. A vízellátó rendszerrel természetesen minden esetben a csúcsigényeket kell kielégíteni, figyelembevéve, hogy a csúcsfogyasztás tartós üzemállapot is lehet, és biztosítani kell a szakaszos üzemmód feltételeit is.

A folyamatos öntőmű két jellegzetes vízhasználata a kristályosító *kokilla hűtése* (elsődleges hűtés) és a *szálhűtés* (másodlagos hűtés). Mindkét esetben a víz az öntött szál hűtését szolgálja. A kristályosítóban a kokilla falán keresztül, a szálhűtésnél közvetlenül. Mindkét hűtőszakasz érzékeny a víz szennyezésére, különleges vízminőségi követelményeket támaszt, és a biztosítandó nyomás is lényegesen meghaladja a kohászati üzemben szokásos értékeket.

A folyékony acél hűtése először a kokillában történik. A *kokilla feladata*, hogy a benne keresztülhaladó öntött szálra olyan hűtőhatást gyakoroljon, ami a szál felületén optimális vastagságú kéreg kialakulásához vezet. A hűtőhatást a kokillafal furataiban, vagy a kokilla körül kialakított köpenyben áramló víz fejti ki. A hűtővíz áramlási sebessége általában 5—7 m/sec, ami megakadá-

lyozza a hűtőhatást rontó gőzréteg kialakulását. Ehhez meglehetősen magas, 7—10 att víznyomás szükséges.

A víz mennyisége nagyon sok tényezőtől függ, adott folyamatos öntőgépen az öntési program szerint (szálméret, húzási sebesség, acélminőség) változik, közelítésképpen 3—5 m^3/t fajlagos értékkel lehet figyelembe venni. A víz a használat során csak hővel szennyeződik.

Különleges problémákat vet fel a vízminőség kérdése, mellyel kapcsolatban a kialakult gyakorlat érdekes kettősséget mutat. Az osztrák, nyugatnémet, amerikai folyamatos öntőgépeknél a kokilla hűtés céljára max. 1—2 nk° karbonát keménységű, lágyított vizet használnak, mivel a viszonylag nagy hőlépcső miatt a hűtővíz szűk nyílásaiban fennáll a vízkőképződés veszélye, az esetleges lerakódás pedig a kokilla töréséhez, a kifolyó acél a berendezés tönkremeneteléhez vezethet.

Ezzel szemben a szovjet folyamatos öntőművek kristályosító kokilláinak hűtésére 10 nk° változó keménységű vizet is elfogadnak, és azzal zavartalanul üzemelnek. Időközönként, amikor a kokillát karbantartás céljából egyébként is leszerelik (kb. 140—200 öntés után), az esetleges lerakódásokat savas átöblítéssel eltávolítják.

A vízellátás szempontjait tekintve az utóbbi megoldás kedvezőbb, mivel a víz előkészítésének és forgatásának költségei így lényegesen alacsonyabbak.

A rendelkezésre álló adatok birtokában azonban a kétfajta felfogás közül egyik felett sem lehet egyértelműen pálcát törni, ahhoz további, részletesebb ismeretek és tapasztalatok szükségesek.

Az öntőgép másik jellegzetes vízfogyasztása a *szálhűtés*, mely a kokillát elhagyó, folyékony maggal és vékony megdermedt kéreggel rendelkező szál vízpermettel történő további hűtését jelenti a teljes keresztmetszet megdermedéséig, kikristályosodásáig. A hűtés akkor megfelelő, ha egyenletes, gyors dermedést eredményez. A vízfelhasználás adott berendezésnél — akárcsak a kokilla hűtés esetében — elsődlegesen az öntött szál méreteitől, az acélminőségtől és az öntési sebességtől függ, és 0,5—2,0 m^3/t között változik.

A hűtővizet porlasztó fúvókák szórják a szálfelületre. A hűtőhatás szempontjából mértékadó a szálfelületre becsapódó cseppek ütközési energiája. A szál felületén és annak egyenetlenségeiben keletkező gőzrétegbe ugyanis a vízrészecskéknek be kell hatolniok ahhoz, hogy a hőátadás ne csak a kevésbé hatékony sugárzással, hanem a szálfelülettel való közvetlen érintkezés folytán, hővezetéssel is történjék. Ehhez pedig magas, 8—10 att víznyomás szükséges.

A szálhűtésre használt víz a kokilla hűtéstől eltérően nem csak hővel, hanem a felületről eltávolított revével és a kokillában alkalmazott kenőanyaggal (parafin, repceolaj, grafit) is szennyeződik. A víz minőségével szemben támasztott követelmények a lebegőanyag tartalommal és az előforduló legnagyobb szemcsemérettel kapcsolatban a porlasztó fuvókák furatmérete szerint jelentős szórást mutatnak. A hűtővíz olajtartalmára, vegyi szennyezésére vonatkozóan különleges kívánalmak általában nem merülnek fel, ebből a szempontból a szokásos iparivíz-minőség megfelelő. Megfigyelték azonban, hogy különlegesen nagy méretű lemezbugákat előállító, nagy terhelésű öntőműveknél a sótartalom káros lerakódásokat okoz a gépi berendezéseken. Ilyen esetben szükségessé válhat a szálhűtés vizének lágyítása is.

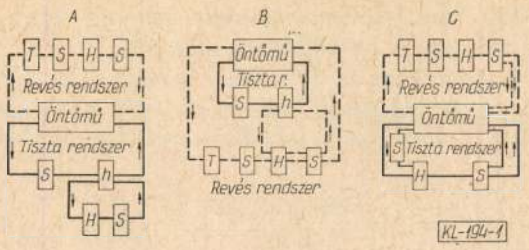
A kokilla és a szál hűtésén kívül a folyamatos öntőműben *további iparivíz használatok* jelentkeznek a védőernyők, támasztó-, vonszoló- és egyengetőhengerek hűtésénél, a szálvágó berendezés és a görgők hűtésénél, a központi kenőrendszer olajhűtőinél, a hidraulika állomásoknál, a reve hidraulikus elszállítása során stb. Ezek a fogyasztók kialakításukat és vízigényüket tekintve hasonlítanak a hengerművekben használatos, azonos célt szolgáló berendezésekhez. Egy részüknél a víz zárt hűtőkön halad keresztül, és csak hőszennyezést vesz fel, a többinél a víz még revével és jelentős mennyiségű kenőanyaggal is szennyeződik. A zárt hűtők esetében jobb vízminőség, a nyitott, felületi hűtéseknél kevésbé jó is megfelel. A szükséges víznyomás értéke mindkét esetben általában 2—4 att.

Az öntőmű teljes vízhasználatának döntő hányadát magának az öntőgépnek a fogyasztása, a kristályosító kokilla és a szálhűtés adja. A teljes vízigény nagy mértékben függ attól, hogy a kokillahűtés forgatott rendszerében hűtőtorony, vagy pedig egy újabb vízkört eredményező hőcserélő van, de függ az öntőgép kihasználtsági fokától is. Ennek megfelelően az 1 t acélra számított legnagyobb vízhasználat értéke eléggé változó, általában 9—17 $m^3/ó$.

A vízellátás módja

A vízkészletek korlátozott volta, a befogadók szennyezhetőségének szabályozása és az ezeket figyelembe vevő gazdaságossági vizsgálatok a folyamatos öntőművek esetében szinte kizárólagossá teszik a *forgatott* (recirkulációs) *rendszerek kialakításával* történő, többszörös vízhasználatokat. A különleges vízminőségi és nyomásigények, valamint a szakaszos működés nem mindig teszik lehetővé az öntőművek más üzemrészek vízellátásával való összevonását. Egyébként is, mint tendencia megfigyelhető, hogy a nagy teljesítőképességű kohászati üzemekben előtérbe kerül az egyes üzemrészek önálló vízellátása, aminek elsősorban üzemeltetési szempontból komoly előnyei vannak. Az öntőművel részben közös vízrendszer inkább csak konverteres acélmű esetén jöhet szóba, ahol a felsorolt különleges kívánalmak többnyire szintén felmerülnek.

Az öntőmű önálló, forgatott rendszerű iparivíz ellátásának kialakítási lehetőségei láthatók az *1. ábrán* a „tiszta" és a „revés" rendszerek feltüntetésével. Az *A* és *B* ábrarész azt az esetet mutatja, amikor a kristályosító kokilla hűtéséhez lágy vizet használnak, és ezért a víz visszahűtése zárt hőcserélőben történik. Az *A* változat esetén a hőcserélő hűtővizét egy harmadik vízkör, a *B* esetben a revés rendszer szolgáltatja. Ez utóbbi megoldás természetesen csak akkor jöhet szóba, ha a revés



1. ábra. Folyamatos acélöntő mű forgatott rendszerű vízellátásának alapesetei: H hűtőtorony; h hőcserélő; S szivattyútelep, T revésvíz tisztító telep

rendszerben megkívánt és biztosított vízminőség a hőcserélők szempontjából is elegendő.

A *C* változat a kokilla hűtővíz hűtőtornyon való visszahűtését ábrázolja. Látható, hogy a vízellátás szempontjából ez az egyszerűbb és a takarékosabb kialakítás. Vékony vonal tünteti fel a két rendszeren belüli alacsonyabb nyomásszinteknek megfelelő, további tagolási lehetőségeket. Gazdaságossági kérdés, érdemes-e az alacsonyabb nyomást igénylő fogyasztókat külön szivattyúcsoporttal, külön vezetékeken ellátni, vagy pedig inkább többlet energia ráfordítás árán csak egy nyomászónát létesíteni.

Az ábrákon nem jelöltük, de a forgatott rendszerekkel kapcsolatban szólni kell a vízveszteségekről, a lebocsájtásokról és a pótlásokról. A veszteségek az elpárolgásokból (elsősorban a szálhűtéskor), a hűtőtornyi veszteségekből, a revével, olajjal eltávolított vízmennyiségekből és elcsepegésből, elcsurgásból, elszivárgásból adódnak. A többszöri felhasználás során a párolgási veszteségek következtében — ha csak azt pótolnák — a forgatott rendszerek vizében a szennyezések, a sótartalom bedúsulnának. Ennek megakadályozására, a szennyező anyagok koncentrációjának egyensúlyban tartására a forgatott rendszerekből ún. iszapoló vizet kell eltávolítani. Az iszapoló vízigény természetesen függ a pótvíz minőségétől, az esetleges tisztítástól, és abból levonhatók a szennyezésekkel eltávolított, valamint az elcsurgásból, elszivárgásból származó veszteségek. A szükséges lebocsájtás tervszerű gazdálkodással, az elvesző vízfogyasztásoknak (üstfalazás, locsolás stb.) a forgatott rendszerekből történő fedezésével tovább csökkenthető.

A veszteségek, a lebocsájtások és a vissza nem nyerhető vízfogyasztások pótlására friss vizet kell a rendszerekbe juttatni, melynek mennyisége — mint az az előzőekből látható — sok tényezőtől függ és általában a teljes vízhasználat 5—10%-a.

A revés víz tisztítása

A szálhűtés, valamint a hengerek és a görgők hűtése során a revével, olajjal és a kokillánál használt kenőanyagtól függően esetleg még finom grafit porral is szennyezett vizet az újbóli felhasználás előtt a fogyasztói igényeknek megfelelő mértékben tisztítani kell. Az öntőgép zavartalan üzemeltetése szempontjából igen fontos, hogy a tisztítással az előírt határértékek biztosíthatók legyenek. Az optimális tisztítást a berendezés és a forgatott rendszer üzemeltetése számára még éppen megfelelő vízminőséget biztosító, legkisebb költségen megvalósítható technológia adja.

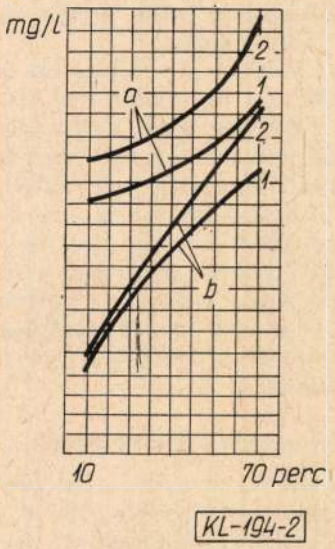
A tisztítás a gyakorlatban több lépcsőben történik a hengerművek revés szennyvizeinek tisztítási technológiájához hasonlóan. A hasonlóság ellenére azonban a két rendszert csak ritka esetben vonják össze eltérő üzemeltetési, vízminőségi és biztonsági követelményeik miatt.

A vízzel elhozott szennyezés az öntés folyamán nem egyenletes, az öntési ciklus végén a legintenzívebb. A változás jellegét jól érzékelteti a *2. ábra.*

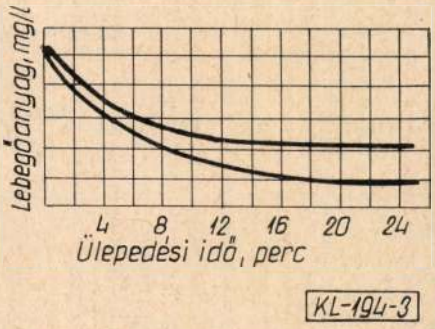
Az öntőmű revés szennyvizeit az öntőgéphez közel elhelyezett durva reve ülepítőben gyűjtik össze. A reve ülepedésének vizsgálati eredményei — melyek a *3. ábrán* láthatók — azt mutatják, hogy a durva tisztításnál a tartózkodási időt 10 perc körüli értékkel érdemes felvenni, mert azon túl az ülepedés jelentősen lelassul.

A további tisztítás, a finomabb reve frakciók kinyerése többnyire hosszanti átfolyású, kb. 1 óra tartózkodási idejű ülepítőben történik, ahol megoldható a felszínen úszó olajok eltávolítása is. A végleges tisztítást ezt követően a szálhűtés fúvókái által megszabott megengedett lebegőanyag tartalomnak és szemnagyságnak megfelelő szűréssel végzik.

Külföldön történtek próbálkozások az öntőmű revés szennyvizeinek tisztításában nyomás alatti hidrociklonok alkalmazására és légbefúvással a tisztítás



2. ábra. A víz szennyezésének változása az öntés folyamán a olaj; b reve; 1 szálhűtés után; 2 durva ülepítés után



3. ábra. A lebegőanyag tartalom változása az ülepítés folyamán

hatékonyságának fokozására is. Konkrét eredményekről, ilyen elvek szerint működő berendezésről azonban még nincsenek adataink.

A vízellátás biztonsága

A folyamatos acélöntő gép nagy teljesítőképességű, magas fokon gépesített, nagy értéket képviselő berendezés. A vízellátás zavara a termelésre és magára a berendezésre nézve is igen káros. A kokillahűtés elmaradása következtében nem alakul ki a megfelelő szálkéreg és ez kitörésekhez, a folyékony acél szétfolyásához, sőt a berendezés tönkremeneteléhez is vezethet. A szálhűtés esetében a vízhiány mindenképpen minőségromlást, anyaghibákat okoz. A hűtővíz folyamatos biztosítása tehát az öntőgép kihasználásának, gazdaságos üzemeltetésének elengedhetetlen feltétele, a legkisebb zavar is tetemes anyagi károkkal jár.

Jogos tehát az igény, hogy a szükséges vízmennyiség az előírt nyomással és minőségben — az egész üzemet érintő lehetetlenülések (pl. teljes áramkimaradás) kivételével — mindig rendelkezésre álljon, annál is inkább, mert a szükséges biztonsági intézkedések a teljes öntőmű beruházási értékéhez képest legfeljebb néhány százalékos többletköltséget jelentenek.

A fokozott biztonság a szivattyútelepek esetében egymástól független, kettős elektromos megtáplálást, a szivattyúk tekintetében az üzemelő egységeken kívül legalább két tartalékot, a nyomóvezetékekkel kapcsolatban pedig kettős vezetékek kiépítését teszi szükségessé.

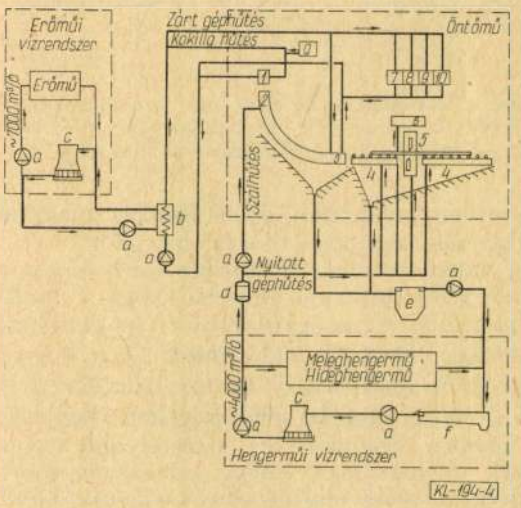
Teljes áramkimaradás esetén az öntés folytatása nem lehetséges, de ugyanakkor a vízszolgáltatás is megszűnik. A berendezés megóvása érdekében azonban mindenképpen lehetővé kell tenni a már leöntött acél kihúzását és ehhez hűtővízre is szükség van. Az ilyen esetre szolgáló víz az ún. vészvíz, amit csak a feltétlenül szükséges ideig kell, a rendes üzemi állapothoz képest pedig, kisebb mennyiségben és nyomással is lehet biztosítani. A gyakorlatban a vészvizet magastartályban tárolják, ahonnan automatikus vezérlésre, gravitációs úton kerül a felhasználási helyekre.

A hazai folyamatos acélöntőművek vízellátása

Végül röviden ismertetjük a két hazai öntőmű két eltérő típust képviselő iparivíz rendszerét.

Az *Ózdi Kohászati Üzemekben* egy 6 szálas, 325 000 t/év kapacitású Schloemann—Concast gyártmányú folyamatos öntőgép működik, amely 80—120 mm oldalmagasságú, négyzet keresztmetszetű szálak előállítására alkalmas.

A vízigényeket az *1. táblázat* tartalmazza, a vízellátás elvi kapcsolási vázlatát, mely az 1. ábra szerinti *A* alaptípusba sorolható, a *4. ábra* mutatja.



4. ábra. Az ózdi folyamatos öntőmű iparivíz-ellátásának elvi kapcsolási vázlata

1 kristályosító kokilla; 2 szálhűtés; 3 húzó-egyengető hengerek; 4 görgősor; 5 oll ó; 6 ollóhajtás; 7 olajhűtés; 8 átforgató hűtőpad hidraulika; 9 húzó-egyengető hidraulika; 10 oll ó hidraulika; *a* szivattyú; *b* hőcserélő; *c* hűtőtorony; *d* szűrő; *e* durva reve ülepítő; *f* finom reve ülepítő; *g* vészvíz tartály

Látható módon elkülönül a „tiszta" és a „revés" rendszer. A „tiszta" rendszerbe, melyben kazánházi kondenzvizet forgatnak, a kristályosító kokilla hűtése és az ún. zárt géphűtés tartozik. A szigorú vízminőségi követelményekkel összhangban a víz hűtésére zárt hőcserélő alkalmazását írták elő. A hőcserélő másodlagos hűtővizét (700 m³/ó) az erőműi vízrendszer szabad kapacitásainak kihasználásával biztosították.

A „revés" vízkörből a szálhűtés és az ún. nyitott géphűtés kapja a vizét. A rendszer a hengerművek vízrendszerébe kapcsolódik, vize annak kb. 1 órás tartózkodási idejű, finom reve ülepítőjét, szivattyútelepét és hűtőtornyát terheli. A durva ülepítés és a tisztítás befejező fázisát jelentő szűrés (szitaszűrőn) az öntőművön belül történik.

A tisztítás hatékonyságára vonatkozóan egyértelműen értékelhető adatok és tapasztalatok még nincsenek, mivel a hengerműi rendszer ülepítője még kivitelezés alatt áll. Az üzemeltetés során azonban nem a reve, hanem a Sajó folyóból származó, a pótvízzel a rendszerbe kerülő, rostos,

Az ózdi folyamatos öntőmű iparivíz igényei *1. táblázat*

Fogyasztó	Vízmennyiség m³/ó	Víznyomás att	Legnagyobb megengedett			
			lebegőanyag tartalom mg/l	szemcseméret mm	karbonát keménység nk°	belépő vízhőmérséklet °C
Kokillahűtés	400	7,0	20	0,2	1,0	40
Zárt géphűtés	107,5	2,0	20	0,2	1,0	40
Szálhűtés	250	8,0	100	0,2	15	40
Nyitott géphűtés	99	2,0	100	0,2	15	40

A Dunai Vasmű folyamatos öntőművének iparivíz igényei *2. táblázat*

Fogyasztó	Vízmennyiség m³/ó	Víznyomás att	Legnagyobb megengedett		
			lebegőanyag tartalom mg/l	szemcseméret mm	belépő vízhőmérséklet °C
Kokillahűtés	280—1000	10,0	50	0,5	30
Szálhűtés	106—532	9,5	50	0,5	30
Gép- és ernyőhűtés	232—600	4,0	normál iparivíz		

szálas papíripari szennyezések okoznak időnként zavarokat a szűrők és a fuvókák eltömésével. Ennek kiküszöbölését viszont, mivel kellemetlen hatása más üzemrészekben is jelentkezik, az egész gyárra vonatkozóan a vízkivételi műben kellene megoldani.

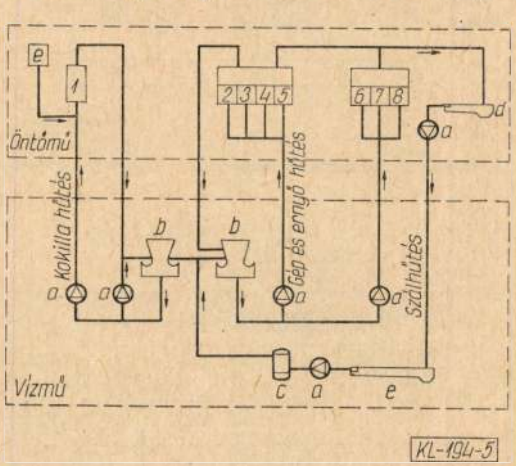
Az ózdi öntőmű vízellátó létesítményei a rendelkezésre álló szűk helyen, a meglevő adottságok maximális kihasználásával, de éppen emiatt meglehetősen szétszórt telepítésben helyezkednek el. Ez a beruházási költségeket és a helyfoglalást tekintve feltétlenül kedvező volt, de a rendszer üzemeltetése, karbantartása szempontjából nem szerencsés. Ilyen körülmények között a vízgazdálkodás a teljes kiviteli költségből mindössze 3%-kal részesedett.

A *Dunai Vasműben* két 2 szálas szovjet öntőgép üzemel. Együttes termelésük 800 000 t/év. 200×1050...1550 mm szelvényméretű bugákat állítanak elő.

A vízigényeket a *2. táblázatban* állítottuk össze. A szükséges vízmennyiségek igen tág határok között ingadoznak az öntési program változása és a két öntőgép esetleges egyidejűsége szerint.

A vízellátás elvi kapcsolási vázlatát az *5. ábra* tünteti fel. Megfigyelhető, hogy a dunaújvárosi öntőmű vízrendszere a *C* alaptípusba tartozik.

A kristályosító kokillahűtés vizét külön rendszerben forgatják. A pótlás lágyítás nélküli Dunavízből történik, melynek karbonát keménysége a



5. ábra. A dunaújvárosi folyamatosöntőmű iparivízellátásának elvi kapcsolási vázlata

1 kristályosító kokilla, 2 védőernyők; 3 lángvágó bunker falak; 4 görgőhűtés; 5 hidraulikus reve szállítás; 6 szálhűtés; 7 lángvágó, reve lefúvatás; *a* szivattyú; *b* hűtőtorony; *c* szűrő; *d* durva reve ülepítő; *e* finom reve ülepítők; *f* vészvíz tartály

12 nk°-ot is elérheti. A víz hűtésére az ózdi öntőműtől eltérően hűtőtorony létesült. Ezt a kokillahűtés vízével kapcsolatos kevésbé szigorú kikötések tették lehetővé.

A második rendszerbe tartozik a szálhűtés. A szálhűtés vezetékéről kapja a vizet még két, nagy nyomást igénylő fogyasztó, és ebbe a rendszerbe kapcsolódnak az alacsonyabb nyomászónájú gép- és ernyőhűtés vízhasználatai. Ennek a csoportnak vannak csak hővel szennyező fogyasztói helyei is. A közös rendszer kialakítása azért volt lehetséges, mert a szálhűtésre használt víz minőségével szemben olyan követelményeket támasztottak, amelyek az öntőműben alkalmazott zárt hűtők számára is megfelelőek.

A revés szennyvíz tisztítására első lépcsőben durva reveülepítő, második lépcsőben 1,7 óra tartózkodási idejű, hosszanti átfolyású ülepítősor szolgál, melynél még vegyszer adagolásos hatásfok javítás lehetősége is biztosított. A további tisztítás nyomás alatti homokszűrőkön következik be.

Bár a vízhasználatok a figyelembe vett felső határértékeket az eddigi üzemeltetés során még egyszer sem érték el, és ezért az ülepítőknek csak egy részét használják, az eddigi üzemeltetési tapasztalatok alapján biztosnak látszik, hogy a technológia a legkedvezőtlenebb esetben is (maximális terhelés, különlegesen magas szennyezés a Dunából származó pótvízben) az előírtnál lényegesen jobb vízminőség előállítására is képes.

A Duna Vasműben létesült öntőmű vízrendszere teljesen független az üzem többi forgatott rendszerétől, csupán pótvizét veszi a gyári hálózatról. A rendszer létesítményeit (szivattyúház, szűrőtelep, hűtőtornyok, ülepítők), mivel a szükséges hely rendelkezésre állt, egy egységben, közvetlenül az öntőműi csarnok mellett telepíthették, ami elősegíti az egységes és biztonságos üzemvitelt. A vízgazdálkodásra fordított költségek ilyen kedvező kialakítás mellett is alig több, mint 5%-át tették ki a teljes mű beruházási értékének.

A további vizsgálódások irányaként elsősorban a vízminőséggel kapcsolatos még nyitott kérdések tisztázása jelölhető meg. A jövőben létesítendő öntőművekben pedig mindenképpen hasznosítanunk lehet és kell majd a hazai tapasztalatokat és a külföldi berendezésekről szerezhető további ismereteket.

IRODALOM

[1] *Anajkó, E. D.—Holodnüj, V. A.—Zasztavnok, V. K.:* Folyamatos acélöntő művek forgatott rendszerű vízellátásának vizsgálata. Promüslennaja energetika 1972. 3. sz.

Új huzalpácoló a Salgótarjáni Kohászati Üzemekben

LATINÁK ISTVÁN okl. kohómérnök
Kohászati Gyárépítő Vállalat

MANKHER GYÖRGY okl. gépészmérnök
Salgótarjáni Kohászati Üzemek

DM: 621.794.44:669—429

A szerzők ismertetik a Salgótarjáni Kohászati Üzemekben a közelmúltban üzembehelyezett új, korszerű vibrációs sósavas huzalpácolóművet és a közvetlenül melléje épült savregeneráló berendezést. Az új pácoló és regeneráló üzem csupán néhány fős kezelőszemélyzettel dolgozik, akik egészségük veszélyeztetése nélkül automatikákat kezelnek és ellenőriznek. A környezet is messzemenő védelemben részesül.

Jelentős fejlődés történt a Salgótarjáni Kohászati Üzemek Huzalművében. A patinás nagyüzem fő profilját jelentő huzalgyártás avult és egészségre ártalmas kénsavas pácoló — berendezése megszűnik és belép az új sósavas vibrációs pácolómű, amely a régi pácoló szomszédságában a savveszteség csökkentése és környezetvédelem céljából savregeneráló berendezéssel kombinálva létesült.

A nagyüzemi huzalgyártás fontos része a pácoló, ahol a hengerművekből beérkező hengerhuzal, mint huzalgyártási alapanyag a pácolás során szabadul meg a meleg hengerlési revétől, illetve a tárolás során keletkezett rozsdától. A revés-rozsdás felület akadályozná a huzal hidegalakítását, ezért kell pácolni az alapanyagot, a savas pácfolyadék leoldja a felületi szennyeződéseket.

A hatalmas beruházás 1970-ben indult, 1974 második felében próbaüzemet tartottak, s a termelésbe belépése is 1974-ben történt.

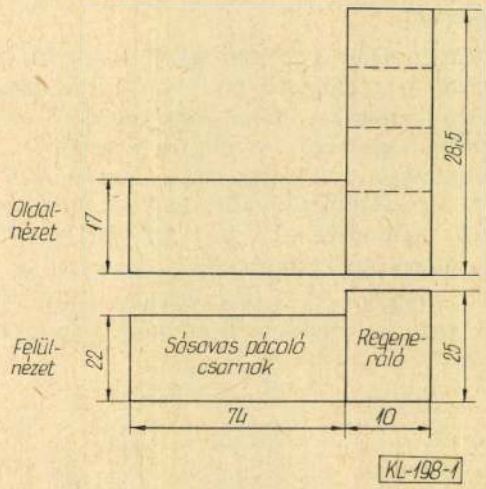
A korszerű új berendezést beruházó Salgótarjáni Kohászati Üzemek (SKÜ) vezetősége a generáltervezési és kivitelezési munkálatok elvégzésével a Kohászati Gyárépítő Vállalatot (KGYV) bizta meg. KGYV néhány altervező bevonásával fokozatos tervszállítással a terveket elkészítette igazodva a technológiai berendezéseket szállító külföldi cégek kívánságaihoz. A pácolócsarnok és a regeneráló torony építészeti terveit az IPARTERV, a technológiai tervek nagy részét a hozzátartozó berendezéseket az Österreichische Säurebau, a Korrozionschutz (ÖSKO), a nyugatnémet KERAM-CHEMIE (KCH), illetve a Vereinigte Österreichische Eisen u. Stahlwerke-Alpine AG (VÖEST) cégek szállították.

A tervezéssel egyidejűleg az új mű kivitelezése is megindult annak érdekében, hogy a gazdaságtalan üzemű, egészségre káros és balesetveszélyes régi pácoló helyett az új, korszerű mielőbb beindulhasson. Az új üzemben a nehéz fizikai munka is megszűnt. A fokozatos tervszállítás a tervezők és kivitelezők koordinálási munkáit megnövelte, viszont a kivitelezésben jelentkező sok nehézség ellenére is jelentős időmegtakarítást eredményezett. A tervezés megindulásával egyidejűleg a technológiai berendezések megrendelése is megtörtént. A pácolómű nagy részét az ÖSKO, a regeneráló berendezést a KCH, a pácoló körpályás szállítóberendezését és automatikus vezérlését a 12 db szállítókocsival a VÖEST szállította. A szárító kemencét a KGYV, a körpálya alátámasztó vasszerkezetű oszlopait VÖEST tervek alapján KGYV gyártotta és szerelte.

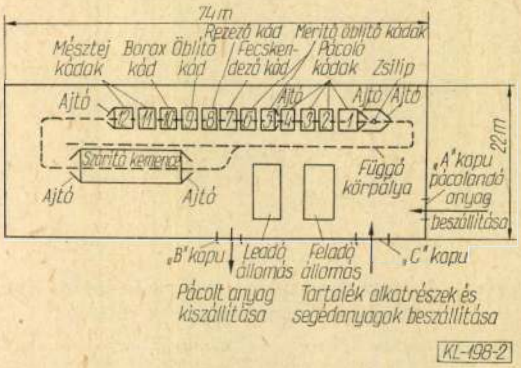
A pácoló csarnokát és a regeneráló torony épületét a Nógrádmegyei Tanács Építő Vállalata (NOTÉV) építette. Az új mű főbb méretei és elhelyezése az *1. ábrán* látható.

A feldolgozásra érkező hengerhuzal alapanyag kb. 1000 kg-os bálázott kötegekben érkezik a hengerművektől vasúti kocsin az SKÜ telepére. A kocsikból bakdaru rakja ki a karikákat a szabadtéri tárolóra, ahonnan egyszerre 2—2 db 1 tonnás köteget szállító kocsin szállítanak a pácolócsarnok „A"-jelű ajtaján át a körpálya feladó berendezéséhez. A feladó berendezésen két egy tonnás köteg hengerhuzal képez egy pácolási adagot. A pácoló csarnok elrendezését a *2. ábrán* mutatjuk be. Oldalnézete a *3. ábrán* látható.

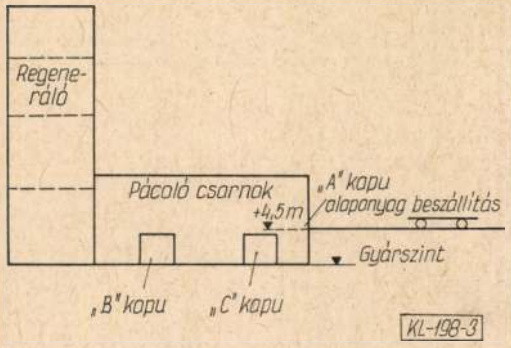
A csarnokban a körpálya alatt egysorban 12 db kezelő kád van, ezek közül az első négy kádban (1, 2, 3, és 4. számú) a HCl-nek 4—18%-os vizes oldata van. Az első kádat megelőzi egy önműködő ajtókkal ellátott zsilip, ahol a pácolandó adag különféle mechanikus szennyeződésétől szabadul meg. A négy — egymással közlekedő — savas kádban a savkoncentráció az első és negyedik kád között nő, a vaskoncentráció csökken, de úgy, hogy az összes HCl értéke a kádakban kb. 200 g/l



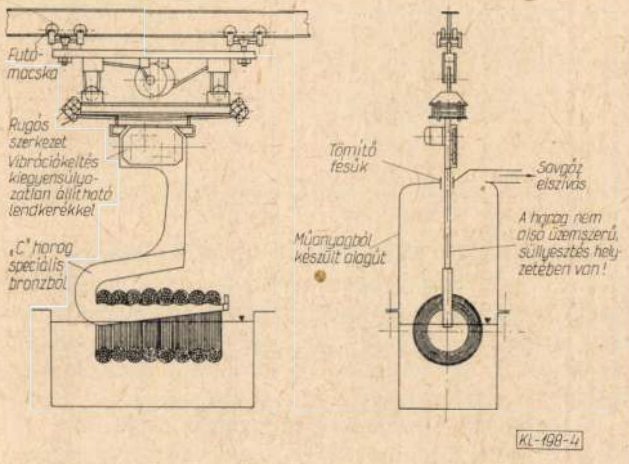
1. ábra. A pácolócsarnok és a regeneráló torony



2. ábra. A pácolócsarnok elrendezése



3. ábra. A pácolócsarnok oldalnézete a huzalüzem felől



4. ábra. A felsőpályás szállítóegység (kocsi) a „C" horoggal

állandó értéken marad. A regeneráló üzeme csak így gazdaságos. A körpályán mozgó 12 db szállító kocsi — lásd a *4. ábrát* — „C"-horgára kocsinként feladott max. 2.4 tonna súlyú adagot az 1., 2., 3. és 4. kádban merítéssel és egyidejű vibrálással pácolják. A pácolókádakban történő kémiai folyamat a következő egyenlettel írható le:

$$FeO + 2HCl = FeCl_2 + H_2O$$

A pácoló soron a vibrációnak, mint alapvető új technológiának kettős célja van. Egyrészt a pácfürdőbe merülve a sósavas pácfolyadék a huzalkarikák belső méretei közé könnyebben bejut. Ezzel a reve leoldását — a belső menetek zárt terében is — mindig a páckád összetételének megfelelő friss pácoldat végzi és így hatása eredményesebb. Másrészt a pácfürdőből kiemelt karikákról — a vibráció következtében — a rájuk tapadt pácfolyadék könnyebben eltávolítódik, a soronkövetkező fürdőbe folyadékáthordás nincs, azok összetétele nem változik, a fürdők nem szennyeződnek. Ezzel a vibráció jelentős takarékosságot eredményez a sósavból, a vízből és a mészből.

A 4 savas kád után 2 merítő-öblítő kád (5. és 6. számú) található, melyekben víz van. Ezekben és ezek felett is vibrál az adag. Az adagok további intenzív öblítését külön kádban (7. számú) a nagy nyomású szórófejeken kiáramló öblítő víz egészíti ki. A felületutókezelés az adag következő állomása (8. számú), ahol a rezezés történik, majd ezután ismét öblítés (9. számú), vagy borax-fürdőbe (10. számú) merül az adag.

A vékony réz, illetve borax-réteg a húzásnál kenőanyagként szolgál. Az adag végül a savmaradványok közömbösítése végett 2 mésztejjel telt kádba (11. és 12. számú) kerül. A két kádban eltérő koncentrációjú mésztej-fürdő van, mellyel az adag felületén gyengébb, vagy erősebb mészréteg képezhető a húzási technológiának megfelelően. A mész a savmaradékok semlegesítésén túlmenően kenőanyaghordozóként is szolgál.

A 2 tonnás pácolási adagok a meszező kádból kijutva, 2-szárnyú ajtón keresztülhaladva hagyják el a kádsort és automatikusan haladnak tovább a szárító kemence elé. A bejárati ajtó automatikus nyitása után a szállító járműegységek rakományukkal bejutnak a kemence terébe, ahol max. 200 °C-ú hőmérsékleten nedvességüktől megszabadulnak. A szárítókemencében egyidejűleg 3 adag szárítása történik. A benttartózkodási idő és a szárítási hőfok eredményeként az adagok tökéletesen száraz felülettel hagyják el a kemencét.

A gondosan felületkezelt rakomány a körpálya leadó állomásán gépi úton, tehát emberi beavatkozás nélkül a „C"-horogról lekerül és a csarnok „B" kapuján át a húzóüzem anyagtárolójába érkezik. A pácolt rakománytól megszabadult függő járműegység önműködően ismét a körpálya feladó állomásához kerül, ahol ismét kb. 2 tonna nyers felületű alapanyagot vesz fel és a fentiekben részletesen ismertetett útvonalon, előre beállított pácolási és tartózkodási időkkel a pácoló műveletek ismétlődnek. A körpályán önműködően mozgó kocsik részére 6-felé pácolási, illetve felületkezelési technológia programozható be előre. Esetleges meghibásodáskor, vagy a pácolási anyag különleges minőségétől, vagy felületi állapotától függően egy-egy járműegység adagjával külön kézi vezérléssel is végigvezethető a pácolási úton. Mindez a magasan elhelyezett vezénylő terem vezérlő asztaláról irányítható. Innen a teljes pácoló berendezés, az adagok fel- és lerakása, a kocsik programszerinti működése szabad szemmel is, de jelző-lámparendszerről is ellenőrizhető, irányítható.

A pácolócsarnokban a levegő szennyeződése a törvényes előírásoknak megfelelően alacsony szinten csak akkor tartható, ha a kádsor feletti alagút-rendszer megfelelően tömíti az egészségre káros savgőzöket. A bejárati és kijárati kapuk a mozgásban levő függőkocsik által vezérelve automatikusan és pneumatikusan működnek.

A kádsort befedő alagút felső középvonalában a teljes hosszban rés biztosítja a járműegységek „C"-horgainak végighaladását. Az alagút e hosszú résében saválló anyagból készült egymással szemben álló két kefesor van, amely lezárja a belső teret a csarnok légterétől, ugyanakkor lehetővé teszi a „C"-horgok folyamatos mozgását. Ezzel a megoldással, továbbá a műanyaglemezből készült alagút felső részéből állandó és intenzív savgőzelszívással az előírt határokon belül tartható a csarnok légterének tisztasága. Az elszívott savgőzök az abszorbciós toronyban ellenáramú mosással savtalanítva lesznek, a tisztított levegő pedig állandó ellenőrzés mellett kerül a szabadba. A pácoló légterében,

a pácolósor közelében 1 m távolságban a megengedett levegőszennyeződés 7 mg HCl/m^3 levegő. A próbaüzem során mért értékek ez alatt voltak.

A pácolóberendezés beindulásakor a 4 db pácolókád fürdőjének fűtése gőzzel történik a kívánt 40—42 °C-ra. Folyamatos üzem mellett — amikor már a kimerült páclé regeneráló berendezése is működik — a pácfürdők szükséges hőfokát a regenerálóból visszanyert, meleg savfolyadék biztosítja. Ezzel a rendszerben jelentős energia-takarékosság adódik. A többi melegfürdőjű kádak (rézgálic, — borax, — és mésztejfürdők) előírt hőfokát gőzfűtés adja.

A folyamatosan keletkező savanyú öblítő vizek nagy hányadát a regenerálás során felhasználják, a kisebb koncentrációjú hulladék — savas vizeket folyamatosan semlegesítik. A folyamatos semlegesítőt 8 m^3/ó hulladékvízre méretezték.

A keverőaknában mérik az öblítővizek pH értékét és ennek megfelelő mennyiségű mésztejet adagolnak hozzá semlegesítés céljából. A meszes kezelés után az öblítővíz ülepítő kádba kerül, ahol a semlegesített hulladékvíz derítése történik. A kád alján az összefüggő iszapot szállító kocsival elszállítják. A semlegesített hulladékvizet a kifolyó aknában pH ellenőrzés után — a készülék állandóan regisztrálja a mérések értékeit — engedik a szabadba. A távozó hulladékvíz a szigorú környezetvédelmi előírásoknak megfelelően savtól teljesen mentes.

Az új pácolóműben a 4 kaszkád kapcsolású pácfürdő és a vibráció alkalmazása révén jelentősen javul a pácolás minősége, a pácolás ideje pedig a felére csökken a hagyományos pácolás időigényéhez viszonyítva. Az egyes fürdők folyadékvesztesége az erőteljes vibrálás miatt nagy mértékben csökken. Megtakarítás mutatkozik sósavban és az öblítővizekben.

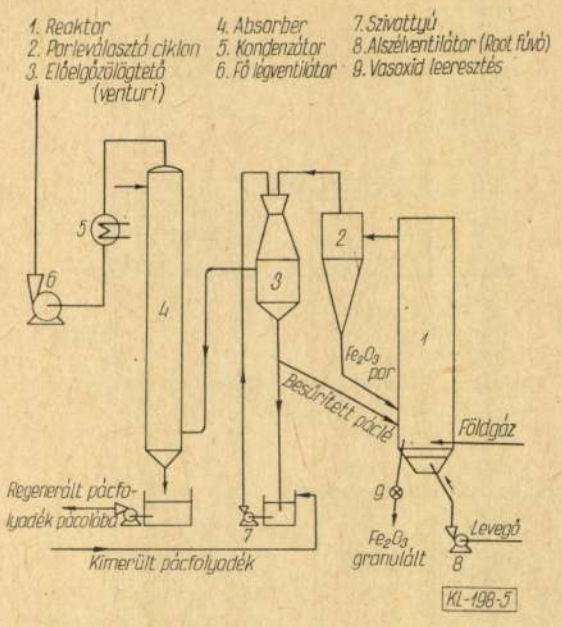
Az új pácolómű évi 6000 üzemóra figyelembevételével évi 135 000 tonnát pácol, ami 22,5 t/ó teljesítménynek, ill. 5 perces ciklus-időnek felel meg. Járműegységenként az átlagos terhelés 2000 kg, ami maximálisan 2400 kg lehet. Az acélművek által eddig szállított max. kötegsúly 300 kg, a pácolásra kerülő adagok huzalátmérője általában 5,5 —15 mm. Az acél széntartalma 0,05—0,15%. A berendezés vízfogyasztása e regenerálással együtt 10—15 m^3/ó. Elektromos energiaigénye kb. 300 kW.

Az *1. ábrán* láthatóan a pácolóműhöz közvetlenül kapcsolódik a korszerű regeneráló berendezés. A pácoló fekvő hasábalakú épületéhez építve álló hasáb alakú épületben helyezkedik el a regenerálás. A KCH cég Lurgi eljárás szerinti regeneráló berendezést szállított az SKÜ-nek.

Az elhasznált, kimerült sósavas pácoldatok folyamatos regenerálását már megoldották. A berendezés pácfolyadékban levő vaskloridot szemcsés vasoxid alakjában — értékesíthető melléktermékként — kiválasztja és a HCl-t minimális veszteséggel majdnem teljes mennyiségben visszaadja a pácolási folyamatba.

A regenerálás kémiai folyamata az alábbi egyenlet szerint történik:

$$2\,FeCl_2 + 2H_2O + 1/2O_2 = Fe_2O_3 + 4HCl$$



5. ábra. A regeneráló berendezés működésének elvi vázlata

A visszafolyó meleg sav a 4. sz. kádba folyik, ill. a 4 db páckád koncentrációját a kívánt szinten tartja, azon kívül melegíti, ami energiamegtakarítást jelent. A nagyobb sav-koncentrációjú öblítővíz is (az 5. sz. kádból) visszakerül a rendszerbe, ezáltal a vízveszteség is csökken, lásd *5. ábra.*

A regeneráló berendezés lényeges része az előelgőzölögtető (3), az örvényágyas reaktor (1) és az abszorbciós berendezése (4). Az eljárás elve az, hogy az alacsony savtartalmú kimerült pácoldatot az előelgőzölögtetőben (3) víztartalmának elgőzölögtetésével besűrítjük, ezáltal vasoxidtartalma jelentősen megnő. Az elgőzölögtetést a reaktorból (1) átvezetett forró gázok végzik.

Az így kellően besűrített pácoldat ezután a reaktor (1) örvényágyára van adagolva, ahol 850—900 °C hőmérsékleten a víz elgőzölög, a vasklorid thermikusan vasoxiddá és klórhidrogén gázra hasad. Az örvényágy a reaktor alsó részén (1) megfelelő levegő nyomással, valamint földgáz elégetésével lebegő és izzóállapotban levő réteg, melynek szemcséi megnagyobbodnak, illetve mennyiségük megnövekszik a beadagolt páclé thermikus hasadása során. Mivel a lebegő vasoxid mennyisége megnő, ezért annak egy részét időnként a lecsapoló nyílásokon le kell ereszteni.

A reaktorból (1) távozó gázok (HCl, füstgáz, vízgáz) a magukkal ragadott aprószemcséjű vasoxidport a porleválasztóban (2) leadják, ahonnan az a reaktor (1) örvényágyára van visszavezetve. A megtisztított gázok az elgőzölögtetőn (3) át az abszorpbciós toronyba (4) kerülnek. Ellenáramban történő savas víz permetezésével és ütköztető, felületnövelő elemeken át, a telített klórhidrogéngáz kondenzálódva és vízzel dúsulva összetételében pácolásra alkalmas 150—180 g/l HCl tartalmúvá válik. Ezt a regenerátumot vezetik vissza a gyűjtő, illetve adagoló tartályon át a pácolási technológia kádjaiba. Az abszorbeáló oszlopból (4) távozó, zömében vízgőzzel kevert füstgázok már csak 70 °C hőmérsékletűek, amelyeket az egész rendszer-

ritmusát biztosító főventillátor (6) a szabad légkörbe nyom.

A regenerálás során valamennyi folyamat mérési adatait mérőműszerek mérik és regisztrálják. Optikai és akusztikai jelzés figyelmezteti a kezelő személyzetet a netalán fellépő rendellenességről. A regeneráló rendszer több helyen megbízható automatikával rendelkezik.

A regeneráló üzemére néhány adat: A reaktorba beadagolt besűrített pácoldat kb. 200 g/l vasklorid tartalmú, mennyisége 3000—3500 l/ó, a termelt vasoxid folyamatos üzem mellett 320—350 kg/ó. A vasoxid állapota finom-szemcsés 1—1,5 mm átmérőjű granulátum. A regenerálóval együttesen működő pácoló sósavfogyasztása 3—5 kg/t pácolt huzalanyag. A jelenlegi kénsavas pácolás 28—30 kg/t kénsavat használ fel. A pácoló berendezést 4 dolgozó, a regenerálót 2 dolgozó szolgálja ki.

A pácoló- és regenerálómű korszerű gazdaságos és jó eredménnyel dolgozik. A kikerülő termék jó, kifogástalan felületű alapanyaggal látja el a szomszédságában levő és rekonstrukció alatt álló húzóművet. Az új pácolómű a regenerálóval világszínvonalat képvisel, a beruházás megtérülése kb. tíz évre becsülhető. Bár nem volt országos jelentőségű kiemelt beruházás, mégis a tervezés beindulásától a próbaüzem befejezéséig három és fél év alatt készült el. A rendkívül összetett berendezés megvalósulásának ideje, a sok altervező, a sok kivitelező és a sok külföldi szállító figyelembevételével optimális. A sok vállalat jó összmunkáját, ezek megfelelő koordinálását dicséri a korszerű nagyüzem.

Csapolóüst záróberendezés felépítésének befolyása a dugózárás alakulására

IVŐCS LÁSZLÓ—KISZELY GYULA okl. kohómérnökök
Ózdi Kohászati Üzemek

DK: 669.162.266.242.043

A hengereltáru minőségét befolyásoló öntéstechnológia fejlesztése során igényelt jó dugózárás az utóbbi időben mindinkább rárányította a figyelmet a csapolóüst záróberendezés fejlesztésére.

Azok a problémák, amelyek a fejlesztés során felvetődnek, egy munkabizottság témapontjai lehetnek. E témában a kölcsönös véleménycsere közelebb hozza a helyes megoldást, amely az üzem és azon keresztül a népgazdaság számára is a legelőnyösebb lehet.

E tanulmány az Ózdi Acélműben használatos 90—110 tonnás csapolóüstök záróberendezésének vizsgálatával és a dugózárási eredményt javító tevékenységgel foglalkozik.

Fejlesztés előtti tapasztalatok értékelése, a záróberendezés leírása

Az új acélmű 90 tonnás csapolóüst záróberendezéseihez 1971-ig a DR 3-as jelzésű, — 155 mm átmérőjű — és az ehhez tartozó D 3-as jelzésű dugótéglákat alkalmaztuk. A dugórudak anyaga A 38 minőségű, 50 mm átmérőjű köracél. A dugórúd zsinórmenete kovácsolással készült.

Gazdaságossági szempontokat figyelembe véve, a dugórudak alsó, menetes részét kovácshegesztéssel kb. 80 cm hosszúságban újjal pótoltuk és azokat több öntés alkalmával is felhasználtuk.

A DR 3-as méretű, plasztikus eljárással készült dugórúd-csőtégla műszaki mutatói a következők:

SiO_2	= 70,10%
Al_2O_3	= 26,25%
Fe_2O_3	= 2,58%
Térfogatsúly	= 1,99 g/cm³
Látsz. porozitás	= 18,70%
Vízfelvétel	= 9,40%
Tűzállóság	= 29/30 SK

A D 3-as méretű dugótégla 60% samott soványítással 13% nedvességtartalmú présmasszából készült.

Műszaki jellemzői:

SiO_2	= 58,52%
Al_2O_3	= 38,48%
Fe_2O_3	= 3,00%
Térfogatsúly	= 1,90 g/cm³
Látsz. porozitás	= 19,70%
Tűzállóság	= 33/34 SK

A dugórudak szerelését vízszintes szerelőpadon végeztük. Szereléskor a felső dugórúdcső és a csavaranya közé 40 mm vastag puha párnafát helyeztünk és a dugórúdcső téglákat kézierővel húztuk össze.

Tűzállóanyagok igénybevétele és elhasználódása

Az acélgyártó kemencékben 60%-ban csillapítatlan, 40%-ban csillapított acélt gyártunk. Az acél csapolási hőmérséklete 1590—1630 °C, az üstben való tartózkodási ideje — öntési és várakozási idő — 65—80 perc között változik. Öntés folyamán 12—25 alkalommal kell a dugóval nyitni és zárni. Az öntés folyamán a dugórúdcső-tégla átmérőben 20—35, a dugótégla 30—45 mm-t használódott el.

A magnezitbetétes kagyló nyílásának oxigénes tisztítása következtében a dugótégla alsó része annyira túlhevült, hogy tömörség-növekedésére az *1. táblázatban* közölt adatok a jellemzők. A keletkezett egyenlőtlen feszültségek a téglák kagylós jellegű leválását okozták. A dugótéglák menetes részének szilárdságát úgy vizsgáltuk, hogy azokat rövid céldugórudakkal szakítógépen kiszakítottuk. A 13 mm menetemelkedésű dugótégla menetes részének kiszakadása 1560—2500 kp szakítóerőnél következett be.

1. táblázat

Dugó-tégla tömörségének változása

Sorszám	A vizsgálat megnevezése	Összehasonlító tégla	Dugó-tégla használat után	
			alsó rész	felső, külső rész
1.	Látsz. porozitás, %	19,70	3,80	10,00
2.	Vízfelvétel % ..	9,90	1,60	5,80
3.	Térfogatsúly g/cm³	1,98	2,29	2,10

A dugórudak vizsgálata és elhasználódása

Mint ismeretes, a dugórúd hőtágulása a hőmérséklet emelkedésével növekszik. Az acél melegszilárdsága az A3 fölötti hőmérsékleten csökken, a szemcsedurvulás csak fokozza a szilárdság csökkenést. A dugórúd menetes részének öntés utáni szilárdság csökkenését mikroszkópi és szakítóvizsgálattal ellenőriztük [1]. A mikroszkópi vizsgálat lényeges eltérést nem mutatott. Az alsó menetes rész ugyanolyan ferrit-perlites, mint a felső rész. A perlit azonos szerkezetű mindkét résznél, részint szemcsés, részint lemezes. Normál öntési körülmények között a dugórúd zsinórmenetén a *2. táblázat* szerinti szilárdságcsökkenést lehetett kimutatni. A dugórúd túlhevített része — a csőtégla túlzott elhasználódása esetén Widmannstetten jellegű szövetet mutat. A túlhevített részen a szilárdságcsökkenés a 2. táblázatban közölt értéknél jóval nagyobb. A kovácsolt menet méretpontatlansága és a dugórúd tágulása következtében a dugótéglában olyan feszültségek ébredtek, melyek a dugótéglát az *1. ábrán* látható jellegzetességgel tették a felhasználásnál csökkentett értékűvé.

2. táblázat

Dugórúd anyagának szilárdsági változása

Sorszám	A próba helyének megnevezése	σ_F kp/mm²	σ_B kp/mm²
1.	A dugórúd menetes alsó része .	20,7	41,9
2.	A dugórúd menetes felső része .	20,3	37,1

A dugórudak kovács-hegesztése is esetenként hibásnak mutatkozott. Mikroszkópi vizsgálat igazolta, hogy a hegesztés vonalán repedés, erős oxidosság és szövetszerkezeten belül erős karbon kiégés is jelentkezett. Az előbbiekben ismertetett hiányosságok miatt a csapolóüst zárószerkezete maradéktalanul nem tudta feladatát betölteni. Öntés közben a következő problémák keletkeztek:

A vízszintesen összeszerelt és a tűzállóanyag súlyával terhelt zárószerkezet rúdja függőleges helyzetbe hozatalkor meghajlott, a massza megrepedt és a csőtéglák szétnyíltak. A csőtéglák közé az acél befolyt és a dugórudakat esetenként elégette. A dugórúd deformációja megnehezítette a dugótégla ráültetését a kagylótéglára, erőszakos illesztése a téglák repedéséhez vezetett. A dugórudak esetenkénti hibás kovácshegesztése a dugórúd végek leszakadását okozta.

A dugórúd menetének tágulása miatt a tégla nem kellő szilárdsága következtében gyakori volt a tégla leszakadása.



1. ábra. Dugótéglák elhasználódásának jellege

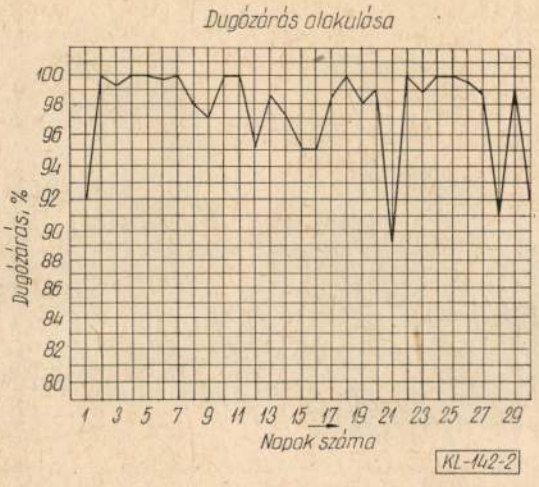
A leírt hiányosságok miatt, amelyek a 100 tonnás üstre való átállás után jelentkeztek, a biztos dugózárás az 1968. évi 99%-ról 1969-re 97% alá csökkent. A dugózárás napi értékének ingadozását a *2. ábrán* látható diagram szemlélteti. A dugótégla elhasználódásának okait a *3. táblázatban* gyűjtöttük ki. A hiányosságokat az alábbi intézkedésekkel küszöböltük ki:

— A dugórudak vastagságát 50 mm-ről 60 mm-re növeltük, egyidejűleg megszüntettük a dugórudak többszöri felhasználását.

3. táblázat

A dugózárás és a dugótéglák állapotának vizsgálata

Vizsgált	Leöntött öntecs	Dugó jól zárt	Gyengén csurgott	A dugó zárt	Nem zárt	Megfigyelt dugófej	Ebből a dugófej állapota					
							Dugófej ép	Dugófej kissé elhasználódva	Összesen	Dugófej repedt	Dugófej lemaradt	Dugófej elégett
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
db.	3232	3051	135	3186	46	141	99	12	111	13	4	13
%	100	94,4	4,2	98,6	1,4	100	70,2	8,6	78,8	9,2	2,8	9,2



2. ábra. Dugózárás naponkénti alakulása

— A dugórúd és a dugótégla menetének vastagságát 37 mm-ről 47 mm-re, menetemelkedését 13 mm-ről 16 mm-re növeltük.
— A dugótéglák átmérőjét 155 mm-ről 185 mm-re, hosszúságát 170 mm-ről 190 mm-re növeltük.
— A dugórúd csőtéglák átmérőjét 155 mm-ről 185 mm-re növeltük és a peremét 4 mm-rel magasítottuk.
— Szerelés során bevezettük a gépi csavarhúzást.

Az intézkedések végrehajtásának eredményeként a dugózárás 1972-ben már 98,7%ra növekedett. A foly. öntéskor szükséges 100%-os dugózárás érése céljából kutatási ténykedésünket kiterjesztettük a tűzállóanyagok minőségjavítására és a zárószerkezet felépítésének változtatására is.

Különböző származású és gyártástechnológiával készített gyártmányok összehasonlítása

Az adagsúly növelése, valamint folyamatos öntésnél jelentkező megnövekedett igénybevétel miatt a tűzállóanyagok minőségének javítására törekedtünk. A gyártástechnológia fejlesztése céljából különböző származású és gyártástechnológiával készült gyártmányokat vizsgáltunk meg.

A vizsgálatok többségét a magyar szabványra vonatkozó előírás szerint végezték el. Kivételt képezett a gázáteresztőképesség vizsgálata, melyet a próbatestek alaki adottságai miatt nem lehetett elvégezni. Helyette az átszívásos módszert alkalmaztuk. A gyártmányok vizsgálati adatait a *4. táblázatban* foglaltuk össze. A táblázat adatai támpontot szolgáltattak az egyes anyagok szövetszerkezetére.

A százszoros nagyítás alatt végzett mikroszkopikus vizsgálat tapasztalatai, — összevetve a fizikai mutatókkal-, a Nehézipari Műszaki Egyetem vizsgálata alapján [2] a következő képet mutatják:

„A" dugórúd: Látszólag tömör, egészen finom pórusokkal hálózott anyag. A töretben gyöngyös elhelyezésben szokatlanul nagy mennyiségű üvegfázis volt található. A táblázatban szereplő értékek is alátámasztják a szerkezet leírását, mivel a próbatest látszólagos porozitása viszonylag alacsony. Ezzel párosul a legnagyobb gázátszívási ellenállás, valamint a „C" mintához viszonyított rossz salakállóság kis hőmérséklet változás mellett ellenállóképesség esetén.

„B" dugórúd: A szövetszerkezet az előbbitől eltérően durva pórusokat tartalmazott, emiatt repedezettnek tűnt. Az üveges fázis elsősorban a durvaszemcsézet felületén és laza kötésben helyezkedett el. A próbatest porozitása igen nagy, gázátszívási ellenállása viszonylag gyenge, de jobb a hőmérsékletváltozással szembeni ellenálló képessége és salakállósága.

„C" dugórúd: Kisporozitású, helyenként a durvaszemcsék összeillesztésénél jelentős kapillárisok voltak láthatók. A jól összeilleszkedő, viszonylag durva szemcsékből felépített szövetszerkezetre jellemző, hogy a töretben aránylag kevés a finomfrakcióból képződött üveges fázis. Ennek ellenére a durvaszemcsék kötése kifogástalan, amit a törési szelvény szövezete bizonyít. A próbatest vizsgálati értékei jobbak az „A" és „B" próbatesteknél. Kiemelkedő a kis porozitás és a jó ellenállóképesség a hőmérséklet változással szemben. A dugótéglák vizsgálatának kis száma kevésbé tette lehetővé a minősítést, mégis kiemeljük, hogy az

4. táblázat

Különböző származású gyártmányok vizsgálatai adatai

A vizsgálat megnevezése	A gyártmány megnevezése							
	Dugótégla					Dugórúd cső tégla		
	A	B	C	D	*E	A	B	C
Utózsugorodás % 1600 °C-on	0,49	2,40	megfolyt	1,55	1,35	—	—	—
Gázátszívási ellenállás mm HgO	—	—	—	—	—	310	255	260
Látszólagos porozitás %	—	—	—	—	—	21,6	25,1	18,6
Hőmérsékletváltozással szembeni ellenállóképesség	1	1	3	3	3	1	2	3
Salakkal szembeni ellenállóképesség, a beszívódás területe mm²	—	—	—	—	—	609	536	469
Koptatás g	5,426	2,547	4,030	4,774		—	—	—

Megjegyzés: * LKM dugófej.
** Szövetszerkezet átmenő kapillárisaitól függő ellenállási szintek.

„A" jelű gyártmányoknál kisebb volt az utózsugorodás, a „D" jelűeknél nagyobb volt a hőmérsékletváltozással szemben tanúsított ellenállás.

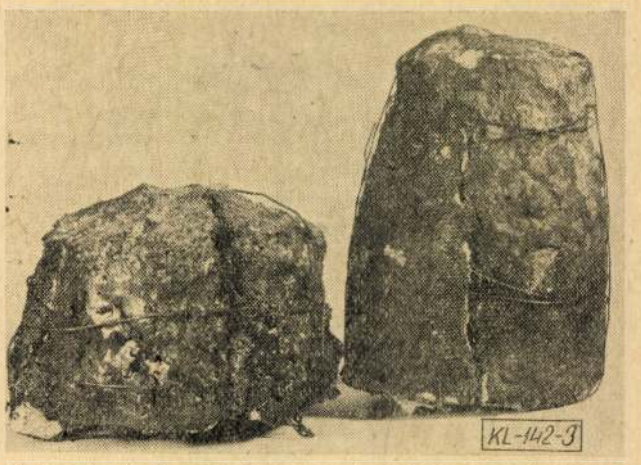
Különböző származású és gyártástechnológiával készített téglákkal szerzett tapasztalatok értékelése
Kísérletek félszáraz sajtolású dugótéglákkal

Elhasználódási tapasztalatok vizsgálata céljából az „A" jelzéssel ellátott, NDK-ból származó dugótéglákkal folytattunk kísérletet. Mindkét típusú tégla azonos alapanyagból, közel azonos félszáraz technológiával készült. Az „A" jelzésű téglák 185 mm átmérővel 190 mm hosszúságban, a „D" jelzéssel ellátott téglák 170, 185 és 210 mm átmérővel és 235 mm hosszúságban készültek. A 210 mm átmérőjű dugó téglák szerelésénél tehermentesítő karikákat is alkalmaztunk.

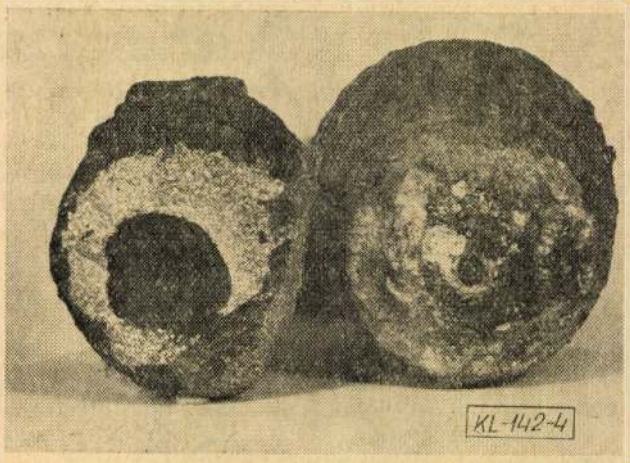
A kísérletet kétdugós üstökben folytattuk. A baloldali záróberendezésbe az „A" jelzésű, a jobb oldaliba a „D" jelzésű téglákat építettük be. A 170 mm átmérőjű dugótéglából 36 db-ot, a 185 mm átmérőjű téglából 25 db-ot, a 210 mm átmérőjű dugótéglából 23 db-ot figyeltünk meg. A kísérleti dugókkal 778, 488 ill. 491 öntecset öntöttünk le.

A kísérleti szakaszban a dugó kifogástalanul zárt. A *3. ábra* az összehasonlító „A" jelzésű és a 170 mm átmérőjű „D" jelzésű dugótéglák elhasználódásának jellegét mutatja.

A *4. ábra* a 170 és a 210 mm átmérőjű, „D" jelzésű dugótéglákat ábrázolja. A 170 mm átmérőjű dugótéglán jól látható az oxigénezés hatása. Az összehasonlító „A" jelzésű dugótégláknál átmérőnél 10—25 mm hosszúságnál 25—55 mm elhasználódás volt. Az *5. táblázatban* a 170 és a 210 mm átmérőjű „D" jelzésű dugótéglákkal elért zárási eredményeket foglaltuk össze.



3. ábra. „A" és „D" jelzésű dugótéglák elhasználódásának jellege. Bal oldali kép az „A" jelzésű tégla



4. ábra. „D" jelzésű 170 mm és 210 mm ∅-jű dugótéglák állapota. Bal oldali kép az oxigén hatását szemlélteti

A kísérleti eredmények hasznosítása

A félszáraz sajtolású dugótégla gyártását hazánkban az ózdi vasmű Tűzállóanyaggyár Gyárrészlege fejlesztette ki két évtizeddel ezelőtt. Évek hosszú során kifogásolás nélkül alkalmazzák ezeket a Borsodnádasdi Lemezgyárban is, eredményesen használták a Csepeli Acélműben is, a „C" jelzésű szovjet dugótéglák helyettesítésére. Az utóbbi években egyre több ország tér át félszáraz sajtolással készített dugótéglák alkalmazására [3], [4]. 1973-ban a golyósmalom telepítése lehetővé tette a dugótégla gyártástechnológiájának továbbfejlesztését, a samott soványító arányának növelése és a samott agyag együttőrlésének lehetősége révén. A gyártástechnológia fejlesztésének eredményeként növekedett a dugótégla szilárdsága. A 16 mm menetemelkedésű dugótégla menetes része 4800—6500 kp szakítóerőnél szakadt ki. Felhasználáskor kevésbé érzékeny az utózsugorodásból származó kagylós jellegű leválásra, mely a plasztikus eljárással készült gyártmány jellemzője. A soksamottos, együttőrlési technológiával készített dugótéglák egy öntésnél átmérőnél 10—15 mm-t, hosszúságnál 25—50 mm -t használódtak el.

A 110 tonnás csapolóüst üzembehelyezésekor (1973. év elején) az adagsúlyt 95 tonnáról 105

5. táblázat

„D" jelzésű dugótéglák zárásának értékelése

Sorszám	Dugó mérete ∅ mm	Megfigyelt dugó, db	Leöntött öntecs db	Dugózárás értékelése							
				csurgott		nem zárt		dugó hiba miatt nem zárt		ózdi értékelés szerint	
				db	%	db	%	db	%	db	%
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	170	36	778	30	3,85	17	2,09	—	—	761	97,81
2.	210	23	491	66	13,43	22	4,48	—	—	469	95,52
3.	Összesen	59	1269	96	7,55	39	3,38	—	—	1230	96,68

tonnára, a csapolóüst befogadóképességét 100 tonnáról 110 tonnára növeltük. A 110 tonnás üstöket mind a hagyományos acélgyártásnál, mind folyamatos öntésnél egyaránt alkalmazzuk. A nagyobb adagsúly és az öntéstechnológia fejlesztésével a következő igénybevétel változás történt. A tartózkodási idő a hagyományos öntésnél 5—8 perccel, folyamatos öntésnél 20—25 perccel növekedett. Az öntési hőmérséklet hagyományos öntéskor 5—8 °C-al, folyamatos öntéskor 40—50 °C-al növekedett.

A közbenső üstben levő acél nívószint tartásához a csapolóüst dugóját hatvanszor kell nyitni és zárni.

Növekedett a 110 tonnás üst záróberendezésének tűzállóanyagának súlya. Nagyobb mértékben jelentkeznek a vízszintes szereléssel járó hiányosságok, a 100 tonnás üsthöz viszonyítva.

— A dugórúd központos illesztése esetenként csak a dugórúd elhajlításával vált lehetővé. Ez a tűzállóanyagok repedését okozta.

— A fadugóval való nyitást az üst konstrukciója miatt nem lehetett alkalmazni, ennek következményeként előfordult a dugótégla letapadása.

— Oxigénes nyitáskor a dugótéglák szétfúvatása miatt a dugótéglák csökkentett értékűvé váltak.

A leírt problémák miatt a 110 tonnás üstökön vízszintes szerelési móddal csak 96%-os biztos dugózárást lehetett elérni. A 96% fölötti biztos dugózárás elsősorban a záróberendezés konstrukciójával és annak készítési módjával van összefüggésben.

A záróberendezés szerkezeti kiképzésére nemzetközi viszonylatban nincs egységesen kialakult gyakorlat. A záróberendezés szerkezeti felépítése és készítésének módja országonként, de egy országon belül, üzemenként is változik [3] [4] [5] [6] [7]. Tanulmányúti tapasztalatainkat a következőkben foglalhatjuk össze:

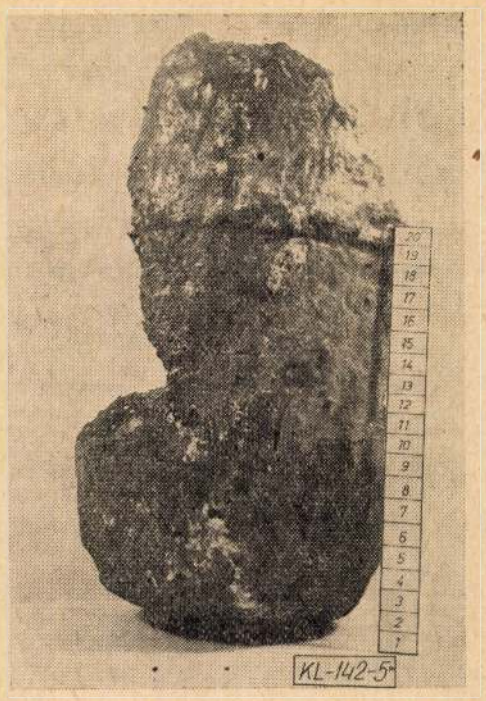
— Dugótéglát tehermentesítő karikát általánosságban nem alkalmaznak, mert azok méretpontos felhelyezése nehézségbe ütközik. Méretpontos felhelyezésre vagy menettel állítható karikát alkalmaznak, vagy a karikát az alsó dugórúd csőtéglába dörzsöléssel illesztik be.

— Nagy menetű és menetemelkedésű dugótéglák alkalmazása a dugótéglák leszakadásának lehetőségét csökkentik. Tágulását szabályozó rugókat általánosan nem alkalmaznak. A rugók esetenként meglágyulnak, feladatukat nem tudják betölteni. Helyette puha párnafát alkalmaznak és azt masszával védik a korai leégéstől.

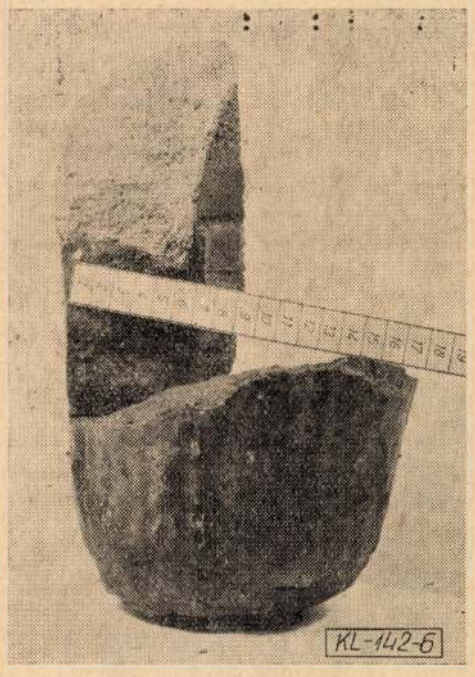
Vízszintes szereléskor a csőtéglák felhelyezése előtt a dugórudakat samott masszával kenik be és a csőtéglákat faékekkel rögzítik.

Függőleges szereléskor a dugórúd a csőtéglák közötti hézagot száraz homokkal töltik ki, a homok tágulása a csőtéglák belső felületén olyan súrlódást idéz elő, mely megakadályozza a csőtéglák üzemközbeni elmozdulását. Az utolsó csőtégla közötti részt masszával töltik ki. A záróberendezés eltérő szerkezetű megoldása és módja mellett is a dugórudakon esztergályozott kivitelű zsinórmenetet alkalmaznak. Kevésbé méretpontos, kovácsolással készített dugórúd esetén a zsinórmenet egy-két tizedmilliméteres méretkülönbségből a dugótégla repedése és leszakadása következhet be. A folyamatos öntőmű indulásához — a nagyobb igénybevételre figyelemmel — a záróberendezés tűzállóanyagait az NSZK-beli Stoecker és Kunz cégtől szereztük be.

Sokmattos eljárással készült SR 6-os méretű dugórúdcső és a „Grasanit" minőségű dugótéglákat is a Stoecker és Kunz cégtől szereztük be.

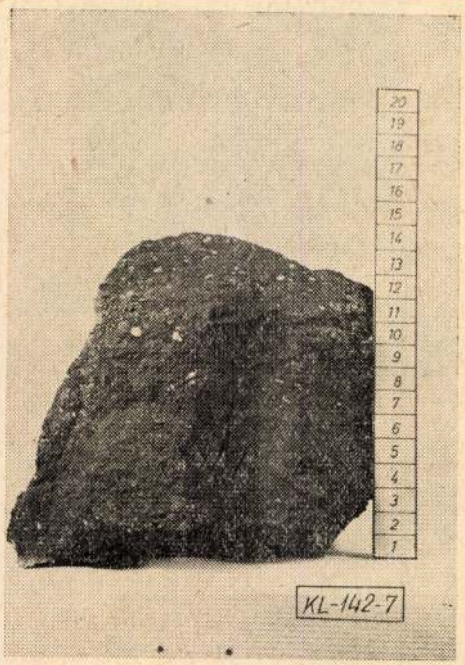


5. ábra. Egy NSZK-beli cég gyártmányainak elhasználódása a 8. táblázat 11. sorszámmal jelzett adag esetén



6. ábra. Egy NSZK-beli cég gyártmányainak elhasználódása — vastagságban — 8. táblázat 11. sorszámmal jelzett adag esetén

Sor-szám	Adag-szám	Minőség	Csap. hőm. °C	Kagyló ø mm	Önt. idő perc	Dugó ø mm	Dugó készítés módja	Le-öntött öntecs db	Zárat-lan öntecs db	Dugó-zárás %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	79 534	A38	1620	26	53	185	vízszintes	12	—	100
2.	69 380	UST 37—1	1620	26	65	185	függőleges	13	—	100
3.	58 730	ST 33—1	1620	40	53	185	függőleges	23	—	100
4.	79 582	UST 37—1	1610	40	55	185	függőleges	23	—	100
5.	58 741	LH 1	1640	26	60	185	függőleges	12	—	100
6.	58 741	LH 1	1640	26	60	185	vízszintes	12	—	100
7.	39 631	RST 42—12	1680 fo. önt.	40	53	185	függőleges	26	26	0
8.	39 637	C 15	1670 fo. önt.	40	54	185	függőleges	26	10	60
9.	39 640	A 38	1665	40	40	185	függőleges	24	12	50
10.	58 770	LH 1	1620	26	45	185	vízszintes	23	—	100



7. ábra. Egy NSZK-beli cég gyártmánya a 8. táblázat 12. sorszámmal jelzett adag esetén

E gyártmányok műszaki mutatói:

Dugórúdcsőtégla: $Al_2O_3 = 37 - 40\%$
Látsz. porozitás = 22%
Lágyuláspont ta = 1450 °C
Hideg nyomószilárdság = = 300 kp/cm²

Dugótégla: $Al_2O_3 = 38\%$
C = 6%
Látsz. porozitás = 22%

A Stoecker és Kunz cég gyártmányait a folyamatos öntőmű indulása előtt hagyományos öntéstechnológiával, normál és megnövelt csapolási hőmérsékleten próbáltuk ki.

Összehasonlításul ózdi dugótéglákat és különböző szerelési módot alkalmaztunk. Függőleges szerelésnél a téglákat masszázás után gumikalapáccsal ütöttük össze, a dugórúd és a csőtéglák közötti hézagot száraz homokkal töltöttük ki. Párnafát nem alkalmaztunk, az utolsó csőtéglát a csavaranyáig masszával zártuk le. A kísérlet során felhasznált tűzállóanyagok méretét, szerelési módját, valamint a dugózárást befolyásoló üzemeltetési adatokat a *6.* és *7. táblázatban* foglaltuk össze.

dugótéglák zárása

6. táblázat

Nyitás módja	Dugórúd állapota	Salak megjelenésétől öntés kezdeteig eltelt idő perc	Salak megjelenésétől öntés végéig eltelt idő perc	Üstszám	Az öntés körülményei	Dátum	Megjegyzés
12	13	14	15	16	17	18	19
fadugó nélkül	a meneten befolyás	17	70	7/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 2.	Két-dugós üst Stoecker dugó.
fadugó nélkül	jó	20	85	5/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 6.	Két-dugós üst Stoecker dugó.
fadugó nélkül	jó	22	75	9/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 13.	Az 1—2. csőtégla között az acél befolyt
fadugó nélkül	jó	30	85	6/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 14.	
fadugó nélkül	jó	25	85	7/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 16.	Két-dugós üst ózdi dugókkal. A 6. sorszámú adagnál a 3—4. csőtégla között befolyás.
fadugó nélkül	jó	25	85	7/a	—	1973. VII. 16.	
fadugó nélkül	a menet befolyva	53	106	6/a	Záratlanul öntve	1973. VII. 17.	Az első táblán a dugó félig elégett.
fadugó nélkül	elégve	62	116	9/a	A 4. tölcsér nem zárt.	1973. VII. 19.	A dugó és 2 sz. csőtégla elégett.
fadugó nélkül	elégve	61	101	9/a	A 4. tölcsértől nem zárt.	1973. VII. 20.	O_2-vel fúvatva a dugó és 3 sz. dugórúdcső tégla elégett
fadugó nélkül	a menet elégve	23	68	9/a	Gyengén csurgott	1973. VII. 20.	

A kísérlet során szerzett tapasztalatokat a következőkben rögzítjük:

1. Az ózdi gyártmányokkal függőleges szereléssel, 1630 °C-os csapolási hőmérséklet és 80 perces öntési időtartamig 100%-os dugózást lehet elérni.

2. 185 mm átmérőjű, függőlegesen szerelt ózdi dugótéglák a megnövelt hőmérséklet és öntési idő esetén elégnek és a dugózárás kedvezőtlen.

3. A Stoecker—Kunz gyártmányú samott dugórúdcső téglák elhasználódása 1630 °C hőmérséklet 5—10 mm. Megnövelt csapolási hőmérséklet- és öntési idő esetén 10—18 mm. Agresszív salak jelenlétében a felső dugórúdcső téglán 80 mm-es elhasználódás jelentkezett.

4. A Stoecker—Kunz gyártmányú „Grasanit" minőségű dugótéglák elhasználódása 1630 °C csapolási hőmérsékleten átmérőben 10 mm, hosszúsági méretben 15 mm. Megnövelt csapolási hőmérséklet és öntési idő esetén átmérőben 15—20 mm, hosszúsági méretben 26—40 mm.

5. Kovácsolt menetű dugórudak alkalmazása esetén a „Grasanit" dugótéglán is keletkezett repedés.

6. A Stoecker—Kunz gyártmányokkal függőleges szereléssel, megnövelt csapolási hőmérséklet mellett a táblázatban közölt 100%-os dugózárási eredmény érhető el. A Stoecker és Kunz cég gyártmányainak elhasználódása az *5.*, *6.* és *7. ábrákon* látható.

Összefoglalás

1. A kísérletek során igazoltuk, hogy jó dugózárási eredmény elérése olyan komplex műszaki megoldások függvénye, melyben a zárószerkezet felépítése, szerelésének módja, a felhasznált tűzállóanyagok mérete és minősége a legfontosabb tényezők.

Az eredményt javítja az egyes szakterületeket jól ismerő szakemberekből álló munkabizottság (team) közös tevékenysége.

2. A záróberendezés szerkezeti felépítése során előnyben kell részesíteni az igénybevétellel arányban álló méretű és minőségű tűzállóanyagokat és az ehhez szükséges méretű dugórudakat.

A vastagabb falú tűzállóanyagok egyrészt kevésbé érzékenyek a repedésre, másrészt jobban elősegítik a dugórudak hűtését. Előnyben kell része-

Függőlegesen szerelt

Sor-szám	Adag-szám	Minőség	Csap. hőm. °C	Kagyló ø mm	Önt. idő perc	Dugó ø mm	Dugókészítés módja	Le-öntött öntecs db	Zárat-lan öntecs db	Dugó-zárás %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	79 534	A 38	1620	26	53	210	függőleges	12	—	100
2.	58 692	BMCT 3	1620	40	60	210	függőleges	24	—	100
3.	69 377	B 38 X	1620	26	55	210	függőleges	12	—	100
4.	58 697	B 60—40	1660 fo. önt.	40	70	210	függőleges	25	—	100
5.	79 546	A 42	1620	40	70	210	függőleges	24	—	100
6.	69 380	UST 37—1	1620	26	65	210	vízszintes	13	—	100
7.	69 397	UST 37—1	1620	40	55	210	függőleges	22	—	100
8.	79 567	BMCT3	1685 fo. önt.	40	65	210	függőleges	25	—	100
9.	79 571	RST 42	1670	40	65	210	függőleges	25	—	100
10.	79 574	MRSt	1665	40	65	210	függőleges	24	—	100
11.	69 404	St 33—1	1610	40	45	210	függőleges	23	—	100
12.	79 578	RST 42—12	1670 fo. önt.	40	55	210	függőleges	24	—	100
13.	79 593	UST 37—1	1620	40	65	210	függőleges	23	—	100
14.	39 631	RST 42—12	1610	40	55	210	függőleges	25	—	100
15.	39 652	UST 37—1	1610	40	50	210	függőleges	23	—	100
16.	58 774	37 D	1620	40	53	210	függőleges	25	—	100
17.	58 778	UST 37—1	1620	50	35	210	függőleges	23	—	100
18.	58 781	UST 37—1	1620	40	60	210	függőleges	25	—	100
19.	79 630	C 45	1605	50	45	210	függőleges	25	—	100
20.	49 341	A35.29	1635	40	45	210	függőleges	25	—	100

7. táblázat

külföldi dugótéglák zárása

Nyítás módja	Dugórúd állapota	Salak megjelenésétől öntés kezdetéig eltelt idő perc	Salak megjelenésétől öntés végéig eltelt idő perc	Üst-szám	Az öntés körülményei	Dátum	Megjegyzés
12	13	14	15	16	17	18	19
fadugó nélkül	menet elégve	17	70	7/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 2.	Két-dugós üst ózdi dugóval
fadugó nélkül	jó	20	80	6/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 3.	
fadugó nélkül	jó	27	82	5/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 4.	Két-dugós üst ózdi dugóval
fadugó nélkül	jó	35	105	7/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 4.	
fadugó nélkül	jó	20	90	7/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 4.	1973.
fadugó nélkül	a menet befolyt	20	85	5/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 5.	
fadugó nélkül	jó	30	85	6/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 10.	
fadugó nélkül	jó	24	89	9/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 10.	
fadugó nélkül	jó	50	115	8/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 11.	Nyitáskor O_2-vel fúvatva.
fadugó nélkül	a menet elégett	62	127	7/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 12.	A dugórúdon a 2 menet elégett.
fadugó nélkül	jó	15	60	6/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 12.	
fadugó nélkül	jó	60	115	7/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 13.	
fadugó nélkül	jó	15	80	7/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 17.	
fadugó nélkül	jó	15	70	6/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 18.	
fadugó nélkül	jó	13	63	7/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 23.	Felső öntésű, szerelvényre öntve
fadugó nélkül	jó	32	85	5/a	Gyengén csurgott	1973. VII. 24.	O_2-vel tisztítva
fadugó nélkül	jó	20	55	8/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 25.	O_2-vel tisztítva
fadugó nélkül	jó	13	73	8/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 26.	
fadugó nélkül	jó	10	60	9/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 27.	
fadugó nélkül	jó	20	65	10/a	A dugó jól zárt	1973. VII. 29.	

síteni az esztergályozott zsinórmenetű dugórudak alkalmazását.

3. A dugórúdcső és a dugótéglák szerelésekor üzembiztos megoldást nyújt a munkaigényesebb, függőleges szerelési mód alkalmazása. E kivitelezés esetén nagy gonddal kell megválasztani a hézagkitöltéshez használt homok minőségét. Az utóciklonozott kisősrsi homok — nagyobb duzzadása révén — a dugórúdcső téglák elmozdulását akadályozó súrlódási feltételeket kedvezően alakítja ki.

Vízszintes szereléskor, megfelelő dugózárás elérése végett biztosítani kell az állítható, a dugót tehermentesítő karika alkalmazását, a csőtéglák belső kiékelését és a záróberendezés billenő asztalon történő felállítását. Vízszintes szerelés esetén puha párnafa alkalmazását célszerű bevezetni.

4. A tűzállóanyagok minőségének kiválasztásakor előnyben kell részesíteni a soksamottos, félszáraz sajtolással készült gyártmányokat.

5. A kísérletek során beigazolódott, hogy a félszáraz sajtolással készített, 185 mm átmérőjű ózdi dugó téglák függőleges szereléssel, 1630 °C csapolási hőmérséklet és 80 perces tartózkodási idő mellett 100%-os dugózárást biztosítanak.

6. Nagyobb csapolási hőmérséklet és tartózkodási idő esetén a vastagabb falú, Stocker — Kunz gyártmányok biztosítottak 100%-os dugózárást.

IRODALOM

[1] TK/M—338/58/1969. sz. vizsgálati jegyzőkönyv.

[2] Nehézipari Műszaki Egyetem vizsgálati jelentése a TK/T—1070/80—22. sz. megbízás alapján.

[3] *Ivócs László—Lendvai József—Zsuponyó Gyula:* „A folyamatos öntőmű tűzállóanyagainak tanulmányozása a Leningrádi Összoroszországi Tűzállóanyagipari Kutató Intézetben", Útijelentés 1972. V. 22—1972. V. 28.

[4] *Ivócs László—Zsuponyó Gyula:* „A folyamatos öntőmű tűzállóanyagainak tanulmányozása a Német Szövetségi Köztársaságban", Útijelentés 1973. I. 7—1973. I. 13.

[5] *Bodócs János—Kóródi Kálmán—Zipszer István:* „A folyamatos öntőmű tűzállóanyag igénybevétele és fajlagos felhasználásának tanulmányozása a Lengyel Népköztársaságban", Útijelentés 1971. I. 12.—1971. I. 18.

[6] *Bartha Endre—Doró Mihály—Kiszely Gyula—Kóródi Kálmán:* „A csehszlovákiai Svermove Zeléziarne vállalat, Zolyombrézo. folyamatos öntőműve", Útijelentés 1972. IX. 25—1972. IX. 3.

[7] *Vitkó József és társai:* „A hamburgi Kohászati Kombinát folyamatos öntőműve". Útijelentés. 1972. IX. 4—1972. IX. 18.

Acéltanácsadás külföldön és hazánkban

ÓVÁRI ANTAL — SZALAY LÁSZLÓ okl. kohómérnökök
Vasipari Kutató Intézet

DK: 669.14: 65.08

Mi teszi szükségessé az acéltanácsadást. Néhány jellegzetes külföldi acéltanácsadó szolgálat szervezete és tevékenysége. A hazai acéltanácsadás múltja. A Vasipari Kutató Intézet keretében szervezett acéltanácsadás feladatai és célkitűzései.

Az iparilag legfontosabb és legelterjedtebb anyagnak a vasnak, illetve acélnak minőségi és gyártmányválasztéki fejlődése olyan gyors, hogy azt a gyártmányokat felhasználók zöme — megfelelő ismeretek és felvilágosítások nélkül — nem tudja követni. Így nem tudja maradéktalanul megvalósítani azt a műszakilag és gazdaságilag megalapozott helyes elvet, hogy megfelelő helyre megfelelő minőségű és méretű korszerű vas- és acélgyártmányt használjon.

Az acélgyártmányok minősége — és méretválasztéka óriási. Az NSZK-ban kiadott Stahlschlüssel (Acéltájékoztató) [1] például 19 ország és acélgyártó vállalatai 30 000 szabványosított vagy gyári acélminőségének közli minőségjelét, esetenként vegyi összetételét, mechanikai tulajdonságait, hőkezelését és összehasonlíthatóságuk miatt az anyagszámát (Werkstoffnummer).

Az acélok minőségének és gyártmányféleségének óriási választékát részben az okozza, hogy a feldolgozóipar — készgyártmányai teljesítőképességének növelése miatt — újabb és újabb követelményeket támaszt az acélok minőségével és gyártmányféleségeivel szemben, másrészt az acélgyártók javítják acéljaik minőségét, bővítik gyártmányválasztékukat, hogy egymással versenyezve minél megfelelőbb, korszerűbb gyártmányokat kínáljanak a feldolgozóiparnak.

Nem kívánható a feldolgozóipartól az, hogy nemzetközi együttműködése (szabadalomvásárlások, közös készgyártmányok) kapcsán a különféle országok és acélgyártó vállalatok egyes új acéljainak minőségét, azok egymás közötti helyettesíthetőségét teljes egészében ismerje.

Jogos az az igény, hogy gyártmányfejlesztési, korszerűsítési munkájuk valamely, az igényeikhez igazodó információs szerv messzemenően segítse.

Ezért egyes országok központi vaskohászati intézményei vagy acélgyártó vállalatai acéltanácsadó szolgálatokat létesítettek, hogy azok segítsék a feldolgozóipar tájékozódását az acélminőségek, gyártmányféleségek és az új feldolgozó technológiák óriási választékában.

Az acéltanácsadó szolgálatok szervezete országonként különböző, és vállalt feladataik sem egyformák.

Külföldi acéltanácsadó intézmények

A továbbiakban ismertetünk néhány közismert külföldi acéltanácsadó szervet.

1. NDK-beli Stahlberatungsstelle (Acéltanácsadó iroda) [2, 3]

Freibergben működő intézmény a kohászati iparág olyan önálló szerve, amely a kohászati vál-

lalatok és az acélfelhasználók részére vevőszolgálatot, acéltanácsadást, minőségellenőrzést végez.

Az anyagvizsgáló laboratóriummal, műszaki könyvtárral jól felszerelt, viszonylag nagylétszámú acéltanácsadás legfőbb területe az acélok gazdaságos felhasználásának irányítása, főleg az újabb, korszerű acélminőségek tulajdonságainak, felhasználási lehetőségeinek, és felhasználásuk technológiájának ismertetése, újfajta acélok és acélgyártmányok bevezetése, az acélminőségek központi ellenőrzése. Minőségi vitás kérdésekben döntő vizsgálatokat végeznek, nagyobbszabású reklamációk kivizsgálásában részt vesznek, acélszabványokra tervezeteket készítenek, ellenőrzik az acélgyártmányok behozatalát.

A Stahlberatungsstelle 1956-ban alakult, a freibergi Bányászati Akadémia egyik kohászati tanszékének intézeteként. Azóta többször átszervezték, különféle iparági vezetőszervekhez csatolták (Henningsdorfi Vasipari Kutató Intézet, VVB Stahl und Walzwerke, Stahlhandel-Kombinát).

Jelenleg közvetlenül a kohászati minisztériumhoz (Ministerium für Erzbergbau, Metallurgie und Kali) tartozik.

Elhelyezési nehézségek miatt mindvégig Freibergben maradt. Jelenlegi létszáma 80 fő, ebből kb. 45—50 a mérnökök száma.

Az eredeti célkitűzések szerint feladata az acélfeldolgozók, tervezők részére az acél felhasználására vonatkozó tanácsadás volt. Ezt a tevékenységet azonban csak kezdetben folytatta, később fokozatosan háttérbe szorult, összezsugorodott. A Stahlberatungsstelle egyre több olyan feladatot kapott, amelyek révén állami ellenőrző szervvé fejlődött és jelenleg inkább a népgazdaságot irányító-ellenőrző legfelsőbb állami szervek központi szakértő szervének tekinthető, és munkáinak zömét a kohászati gyártmányok népgazdaságilag helyes kiválasztása és alkalmazásuk rendszeres ellenőrzése képezi egy szigorúan kötött, rendeletekkel részletesen szabályozott tervgazdálkodási rendszerben.

Ez az új rendelet terjesztette ki a Stahlberatungsstelle hatáskörét a vas- és acélokról az összes többi színes- és könnyűfémre, sőt bizonyos mértékig a műanyagokra is. (A név ennek ellenére változatlanul megmaradt.)

A legfontosabb jelenlegi tevékenységi területek:

Mérlegvizsgálatok

Ez alatt az értendő, hogy mindenegyes kohászati gyártmányt felhasználó vállalat köteles anyagfelhasználási terveit jóváhagyás céljából a Stahlberatungsstelléhez felterjeszteni. Ennek alapján évközben, előre kidolgozott éves terv szerint, több helyszíni ellenőrzés során vizsgálják meg a Stahlberatungsstelle szakemberei, hogy a feldolgozó vállalat nem lépte-e túl a mennyiségileg engedélyezett kereteket, betartotta-e az anyaggazdálkodási normákat, azokat az anyagminőségeket rendelte-e és használt-e fel, amelyeket engedélyeztek részére, nem lépte-e túl a készletezési normákat stb.

Az NDK-ban minden feldolgozó üzem köteles évenként egy anyagfelhasználás-csökkentési tervet készíteni, főleg a főgyártmányaira. A csökkentés lehetőségét, mértékét, majd a végrehajtásokat a Stahlberatungsstelle helyszíni vizsgálatokkal rendszeresen ellenőrzi. Ez kiterjed az összes kohászati termékekre, a kohászati üzemekben az összes alapanyagra pl. még a tűzálló anyagokra is.

Importanyag felhasználás ellenőrzése és az importanyagok helyettesítése

A Stahlberatungsstelléhez kell beterjeszteni megfelelő műszaki indoklással az import kohászati gyártmányokra vonatkozó igényt. Az igények bejelentését a Stahlberatungsstelle szakemberei helyszínen ellenőrzik és csak akkor engedélyezik az importot, főleg a nyugatit, ha az NDK kohászata nem tudja legyártani az igényelt gyártmányt, ill. ha az szovjet importból nem szerezhető be. Ezek az engedélyek azonban csak időlegesek, mert a Stahlberatungsstelle határidőt tűz ki hazai kohászati üzemek részére az import gyártmány hazai gyártásának megoldására. Az egyik legfontosabb feladata a Stahlberatungsstellének az, hogy a kohászati gyártmányok nyugati importját mielőbb teljesen megszüntesse, és csökkentse a drága ötvözött acél felhasználását. Ilyen módon tehát a Stahlberatungsstelle befolyásolja az NDK egész kohászati és gépgyártási fejlesztési politikáját, a kohászati beruházásokat. Sőt a beruházásokat is ellenőrzi abból a szempontból, hogy a kívánt gyártmágyféleségeket az új berendezés biztosítani fogja-e.

Újabban akkor is ki kell kérni a Stahlberatungsstelle hozzájárulását, ha valamelyik gépgyár korszerű új feldolgozó gépet akar nyugatról vásárolni. Ez esetben attól függ az engedély, hogy az új korszerű géphez szükséges kohászati gyártmányokat (minőségek, méretek, tűrések stb.) tudja-e az NDK kohászata biztosítani, vagy pedig beszerezhető-e szovjet importból.

Új gépipari gyártmányokhoz szükséges kohászati termékek kiválasztása

Minden új sériagyártmány terveit már a tervezés során kötelesek a gépgyárak jóváhagyásra a Stahlberatungsstelléhez felterjeszteni. A betervezett kohászati termék ellenőrzése főként akkor nagyon szigorú, ha olyan termékféleségeket is igényelnek, amelyek nem szerepelnek az érvényben levő acél- és fémkatalógusokban. A katalógusban nem szereplő, nem járatos termékek gyártását csak kivételesen indokolt esetben engedélyezik, hasonlóan a csak nyugati importból biztosítható anyagféleségekhez. Sokszor különféle próbafeldolgozást, vizsgálatokat rendelnek el az adott célra általuk megfelelőnek tartott anyagokkal. Ezeket a gyártásokat és vizsgálatokat ellenőrzésük alatt hajtják végre, sok esetben a feldolgozási technológiára is tanácsot adnak.

Céljuk a kohászatuk által gazdaságosan gyártható termékek felhasználása.

A kohászati üzemek minőségellenőrzési tevékenységének és a kohászati gyártmányok ipari feldolgozásának rendszeres figyelése, ellenőrzése

A Stahlberatungsstelle egyik osztálya rendszeres jelentést kap a kohászati üzemek MEO-szerveitől

a gyártmányok minőségének és selejtjének alakulásáról (teljes selejtanalízis). Ezt a helyszínen és a feldolgozóiparban is rendszeresen ellenőrzik. Ezek alapján a minisztériumnak és más központi szerveknek a Stahlberatungsstelle készít rendszeres jelentéseket a kohászati gyártmányok minőségének alakulásáról. Résztvesznek a gyártmányok minősége felett őrködő bizottságok munkájában is (gyártmánycsoportonkénti minőségi-tanács).

Ehhez kapcsolódik az az ellenőrző tevékenység is, amit a kohászat és a feldolgozók között felmerült reklamációk kapcsán végeznek. A jelentősebb minőségi problémákról, reklamációkról ugyanis a kohászati üzemek és a feldolgozók üzemei is kötelesek a Stahlberatungsstellához jelentést tenni.

A Stahlberatungsstelle szabványosítási koordinátorként is működik a minisztérium területén. Az új szabványokat megjelenésük előtt felülvizsgálják és csak engedélyükkel jelenhet meg kohászati szabvány.

Az információs tevékenység

A már gyártott és az új kohászati gyártmányokról különféle kiadványokat jelentet meg a Stahlberatungsstelle.

A Mitteilungen sorozatban eddig 110 füzetet adtak ki.

Ezek egy-egy anyagféleséggel, vagy feldolgozási technológiával foglalkoznak, a szakfolyóiratokban szokásos színvonalon.

Legújabban 1974 eleje óta a Mitteilungen-füzetek helyett negyedévenként egy 16—20 oldalas „Stahlberatung" c. kiadványt jelentetnek meg, amely abban tér el az előző kiadványtól, hogy bennük már 6—8 különféle ismertetés található, és rövid információkat is közölnek szállítási lehetőségekről, új szabványokról, gyártmányokról és szakkönyvekről.

A Stahlberatungsstelle rendszeresen részt vesz külön információs pavilonnal a lipcsei vásáron.

Állandó kapcsolatot tartanak az egyes kohászati üzemekben működő Műszaki Vevőszolgálatokkal.

Felkérésre szakmai előadásokat is tartanak, főleg a kohászati és feldolgozó üzemekben.

Tanácsadás érdeklődőknek

A telefonon, írásban, vagy személyesen feltett anyagminőség kiválasztási problémákra adott válaszok díjmentesek. Ha azonban részletesebb vizsgálatok válnak szükségessé a kémiai, metallográfiai és mechanikai laboratórium vizsgálati költségeit az érdeklődő vállalatnak felszámítják. Szokásos, hogy egyes iparágakkal (pl. mezőgazdasági gépgyártás, vegyipar stb.) a Stahlberatungsstelle éves szerződést köt és vállalja a rendszeres tanácsadást, az üzemek rendszeres látogatását, a nyugati import gyártmányok felhasználásának kiküszöbölését, a technológia ellenőrzését stb. Ezért a tevékenységért a munkával arányos éves ellátmányt kap az iparágaktól.

A Stahlberatungsstelle anyagi tekintetben önálló gazdálkodó szerv. Anyagi alapjait a három vaskohászati kombinát biztosítja, megfelelő részesedési arány szerint.

2. A többi szocialista országok acéltanácsadó intézményei

Lengyelországban szintén szerveztek az NDK-beli acéltanácsadó intézményhez hasonló célkitűzéssel egy acéltanácsadó irodát, amely azonban a Katowicében székelő Centrostal (a volt magyar KOHÉRT-hez hasonló központi vaskohászati iroda) szerveként működik. Fő tevékenységét a beérkezett hengereltáru-rendelések műszaki felülvizsgálata képezi. A népgazdasági szempontból túlzott, felesleges vagy gazdaságosan nem gyártható igényeket a rendelővel történt konzultációk után helyesbítik.

Egyik legfontosabb célkitűzésük a drága, csak külföldről beszerezhető ötvözőfémekkel való takarékoskodás, ezért elsősorban az ötvözött acélok rendeléseit vizsgálják át tüzetesen.

A rendelésektől függetlenül az érdeklődők (tervezők, anyagbeszerzők) részére is rendszeresen végeznek tanácsadást.

Az intézmény létszáma minimális, mindössze 6 fő.

Ettől függetlenül rövid idő óta a szintén Katowicében működő közgazdasági kutató intézet (INGOMET) —, amely közvetlenül a kohászati minisztériumhoz tartozik — szintén bekapcsolódott a tanácsadó munkába. Ez az intézmény már nagyobb létszámmal, közgazdászok bevonásával dolgozza ki a népgazdasági célkitűzésekhez igazodó, anyaggazdálkodással is összefüggő elvi célkitűzéseket, új technológiákat. Három külső szakosított részlege is működik Poznanban (vasútikocsigyártás), Gdanskban (hajóépítés) és Varsóban (gépipar).

Csehszlovákiában a kohászati minisztériumhoz tartozó kohászati műszaki-közgazdasági kutató intézet (TEVUH) keretében működik az acéltanácsadó szerv mindössze 9 munkatárssal. 5—6 évvel ezelőtt, szervezésekor az NDK és az NSZK intézményében szerzett tapasztalatokat vették figyelembe.

Igen jó kapcsolatot építettek ki a kutató intézetekkel. Főfeladatuknak a gazdaságosan gyártható és felhasználható új acélgyártmányok, acélminőségek elterjesztését tekintik. Az új gyártmányok elterjesztése, népszerűsítése érdekében az első feldolgozókat jelentősebb dotációkkal is segítik. Megkezdték az új acélgyártmányokat propagáló kiadványok megjelentetését is.

A *Szovjetunióban, Bulgáriában* és *Romániában* hasonló központi acéltanácsadó intézmények nem működnek.

A *Szovjetunióban* a vaskohászati Gazdasági Intézet (SMICSERMETAL) foglalkozik a nagyobb elvi jelentőségű acélminőség-megválasztási kérdésekkel. *Bulgáriában* az állami anyagtartalékokkal és anyagellátással foglalkozó minisztérium egyik osztálya végez hasonló munkát, *Romániában* pedig a vaskohászat központi kutató intézete.

A szocialista országok tanácsadó szerveinek vezetői az elmúlt évekhez három alkalommal tartottak tapasztalatcserével és kölcsönös tájékoztatással foglalkozó értekezletet. Az elsőt 1968-ban Drezdában, a másodikat 1970-ben Prágában, a harmadikat 1975-ben Baabeban (NDK) rendezték. Kiadványaikat rendszeresen megküldik egymásnak.

3. NSZK-beli Beratungsstelle für Stahlverwendung [4]

(Tanácsadó iroda az acélok felhasználására)

A Düsseldorfban 1927 óta működő acéltanácsadó intézményt a nyugatnémet vaskohóipar vállalatainak közös összefogása létesítette és tartja fenn. Az intézmény gerincét olyan nagy tapasztalattal rendelkező kohó-, gépész- és építészmérnökök képezik, akik jól ismerik a kohászati üzemeket és a feldolgozóipart is. Az összlétszám az adminisztrációs munkaköröket is beleértve mindössze 20 fő.

Az érdeklődő tervezőknek és feldolgozóknak szakszerű tanácsot adnak arra, hogy a megadott célra milyen minőségű acélt, milyen technológiával használjanak. A tanácsadás teljesen ingyenes, a sanácsadó iroda összes költségeit az NSZK kohátzati vállalatai fedezik, az acéltermelésük arányában. A költségek zömét a kiadványok teszik. Ha részletesebb műszeres vizsgálatot kell végezni, az érdeklődővel megállapodást kötnek a költségekre.

Rendkívül sok dokumentációs anyagot, szakkönyveket, szabványokat, fényképeket, filmeket stb. gyűjtöttek össze az elmúlt évtizedek folyamán. *Képgyűjteményükben* minden jelentősebb acélszerkezet (hidak, acélvázas épületek, távvezetékek stb., valamint a nagyobb gépipari sériagyártmányok fényképei szakszerű leírással, mintaszerűen rendszerezve megtalálható.

Jelenleg kb. 25 000 fényképpel rendelkeznek. Csak érdekességként jegyezzük meg, hogy ottjártunkkor a budapesti Duna-hidak mindegyikéről néhány perc alatt tudtak képanyaggal és konstrukciós adatokkal szolgálni.

Konkrét tanácsadások mellett folyamatosan végeznek tájékoztató és felvilágosító munkát, amely a következőket öleli fel:

Kiadványok

Folyamatosan adnak ki könyveket, ismertetőket, tájékoztatókat, vetíthető (dia és film) anyagot, amelyek az acélgyártás minden fázisát, régi és újfajta acélok minőségét, jellemző tulajdonságait, felhasználási lehetőségeit, felhasználási technológiáját tárgyalják. Kiadványaik részben tájékoztató, részben oktató jellegűek. Évente átlagban 20 kiadványt jelentetnek meg és ezeket a világ minden érdekeltnek vélt szakmai intézményéhez, vállalatához elküldik.

Az acélgyártás, az egyes új acélgyártmányok megismertetésére és az acél felhasználási lehetőségeinek propagálására diapozitíves előadásanyagokat adnak ki, amelyek olyan nívósak, hogy szakoktatáshoz, szakmai előadásokhoz is megfelelnek.

Előadások, vásárok, kiállítások

Intézményeknek, vállalatoknak előadásokat tartanak főleg az acélok aktuális felhasználási lehetőségeiről.

Minden olyan vásáron és kiállításon részt vesznek, amely valamilyen formában érdekelt az acélok felhasználásában. A hannoveri ipari vásáron pl. Constructa, a münchenin Építészet elnevezéssel bemutatják az acél építőipari felhasználási lehetőségeit.

Az acéltanácsadás munkatársai figyelik a feldolgozóipar készgyártmányainak korszerűsítését, az ahhoz szükséges acélok minőségi követelményeit, a jelentkező új igényeket. Ezek kapcsán az acélgyártóknál kutatásokat kezdeményeznek és azokban résztvesznek. Figyelik az acélgyártmányok piacának helyzetét, keresik az újfajta acélok elhelyezésének lehetőségeit és azt, hogy az ipar mely területén lehet azok felhasználását leggazdaságosabban növelni.

Munkájuk során messzemenően támaszkodnak a Német Vaskohász Egyesület (VDEh) Düsseldorfban működő kutató intézetére (Betriebsforschungsinstitut).

4. Anglia acéltanácsadó intézményei [4]

A British Steel Corp. (BSC) több acéltanácsadó szolgálatot tart fenn, amelyek egy-egy acélminőség csoportra, pl. kereskedelmi acélokra, ötvözött acélokra, korrózióálló acélokra, szerszámacélokra adnak tanácsot. Közelmúltban Constrado néven olyan acéltanácsadást is szerveztek, amely kizárólag az építőipar által igényelt acélokra és azok felhasználási lehetőségeiről ad tanácsot. A maga nemében szinte egyedülálló a BSC rotherhami Kutató és Fejlesztő Intézete mellett felállított acéltanácsadó-központ szolgálata. Ez az acélfogyasztókat nemcsak műszaki, hanem kereskedelmi tanácsokkal is ellátja. Az acéltanácsadás személyes megkereséssel, írásban, telefonon igénybevehető. A telefonhívásokat — hogyha azok munkaidőn kívül érkeznének — automata rögzíti és azokra is választ adnak 24 órán belül. A tanácsadás díjmentes. Létszámuk kb. 20 fő, ebből 5 mérnök foglalkozik kizárólag tanácsadással.

Jelentős számú ismertetőt adnak ki a fontosabb új acélgyártmányokról, minőségekről. Negyedévenként rendszeres tájékoztató kiadványt is megjelentetnek. A kohászati üzemekbe gyakran járnak ki a tanácsadó mérnökök, főleg új termékek gyártásának bevezetésekor. A gyártómű szakembereivel közösen látogatják az új gyártmányok első felhasználóit.

A beérkezett kérdéseket és az adott válaszokat elektronikus számítógépen folyamatosan feldolgozzák.

5. Belgium—Luxemburg acéltanácsadó intézménye [4]

Brüsselben a belga—luxemburgi közös acéltanácsadó szolgálat (Centre Belgo—Luxemburgeois d'Information de l'Acier) már 1932-ben megalakult és a belga—luxemburgi acélművek közösen tartják fenn.

A tanácsadó szerv összlétszáma 22 fő, ebből 10 mérnök. Fő tevékenységük az érdeklődők részére végzett szakmai tanácsadás, valamint a tanácsadási tevékenységgel kapcsolatos propaganda — a kézikönyv jellegű füzetek, katalógusok —, valamint a nyugati országok közös acéltanácsadási szakfolyóiratának, az „Acier-Stahl-Steel"-nek 5 nyelven történő kiadása. A szakfolyóirattal kapcsolatban jelentős szerkesztői és fordítói munkát is végeznek.

A belgiumi és luxemburgi acélfelhasználók, tervezők részére végzett tanácsadás teljesen díjtalan. A jelentősebb tanácsadásokról vezetett statisztika szerint az utóbbi években átlag 400 tanácsadásra került sor évente.

A 10 mérnököt számításba véve ez egy-egy mérnökre 3—4 jelentősebb tanácsadást jelent havonta. Legfőbb érdeklődés a különféle külföldi minőségű acélok hazai megfelelői, az egyes acélszerkezetekhez legalkalmasabb, jól hegeszthető acélféleségek kiválasztása, korróziós problémák, a betonacélféleségek és a hidegen hajlított acélok tárgykörből érkezik hozzájuk.

Vállalkoznak nagyobb acélvázas épületek, hidak és más acélszerkezetek teljes tervdokumentációjának a korszerűség, a gyárthatóság szempontjából való felülbírálatára is.

6. A többi nyugat-európai ország acéltanácsadó intézményei

Franciaországban acéltanácsadással a következő intézetek foglalkoznak:

Centre d'Information de la Tôle d'Acier Galvanisée,

Chambre Syndicate des Fabricants de Tubes d'Acier,

Office Technique l'Utilisation de l'Acier,

Syndicat de la Construction Métallique de France.

Hollandiában a Stichting Staalcentrum Nederland, a Stichting Centrum Bouwen in Staal,

Olaszországban a Centro Italiano Sviluppo Impeghi Acciaio néven működik az acéltanácsadó intézmény.

A nyugat-európai acéltanácsadó szervek között szoros kapcsolat van. Kicserélik kiadványaikat, tapasztalataikat és közösen adják ki öt nyelven az Acier-Stahl-Steel című havonta megjelenő folyóiratukat. Ez a lap elsősorban az acélszerkezetes építészetről közöl cikkeket, ismerteti az új acélgyártó eljárásokat és berendezéseket, az újfajta acélokat, az acélgyártmányok újabb felhasználási területeit, ismerteti az európai acéltanácsadó intézmények könyvkiadványait.

E tanácsadó szervek kétévenként nemzetközi kongresszust tartanak, ahol beszámolnak az acélfelhasználás korszerű technológiájáról, az acélgyártmányok újabb felhasználási lehetőségeiről, célkitűzéseikről, az acélpiac helyzetéről.

Hazai acéltanácsadás

Az acéltanácsadás múltja

Hazánkban a tervgazdálkodás kialakulásáig központi acéltanácsadó intézmény nem működött. Csak az egyes kohászati vállalatok, így pl. a MÁVAG, Rimamurány-Salgótarjáni Vasmű, a Weiss Manfred Acél- és Fémművek vezérigazgatóságainak műszaki osztályai végeztek saját gyártási profilukra korlátozva, és elsősorban saját termékeik propagálása céljából tanácsadó jellegű tevékenységet. Az első próbálkozás önálló — az egész hazai kohászatot átfogó — acéltanácsadó iroda létrehozására 1948-ban történt. Ez az iroda azonban rövid idő alatt beszüntette működését.

Az 1953-ban alakult Kohóipari Értékesítő Vállalat (KOHÉRT), a hengerművek programjának elkészítéséhez begyűjtötte a vas- és acélgyártmányok rendeléseit, és néhány szakemberrel 1954-től elkezdte a rendelések műszaki felülbírálását is abból a szempontból, hogy a megrendelt gyártmány méretét és minőségét tudja-e kohászatunk gazdaságosan gyártani, azonkívül, hogy a felhasználási cél indokolja-e a rendelésben előírt tulajdonságokat.

A rendelések ilyen felülbírálása során hamarosan kitűnt, hogy hazánkban pazarlás folyik az acélminőségekkel, mert alárendelt célokra is rendelnek igényes minőségű acélgyártmányokat. KOHÉRT-nek a rendeléseket felülbíráló munkája — növekvő létszám mellett — kibővült a rendelt méretek és minőségek összevonására is.

Egy rendelkezés előírta az ipari készgyártmányok felhasználási céljának megadását a gazdaságilag legjobban megfelelő acélminőségek kiválasztása érdekében.

Rövidesen ez a tevékenység rendszeres — a rendelések feladását megelőző — tanácsadássá fejlődött.

A KOHÉRT műszaki szolgálatának ezt az acéltanácsadó munkáját 1965-ben már egy KGM rendelet [5] szabályozta, amely a KGM vállalatok számára kötelezően előírta a tanácsadó szolgálat álláspontjának kikérését az új gépgyári termékek prototípusainak tervezésekor, külföldi szabadalmak vásárlásakor és nagyobb export szállítási megállapodások megkötése előtt, ha a tervezett gyártmányok acéligénye a kohászati katalógusokban szereplő járatos méretekből, ill. minőségektől eltér. Előírta továbbá a jelentősebb visszatérő minőségi hibák, reklamációk kötelező bejelentését.

1968-ban, amikor a KOHÉRT-ot megszüntették, tanácsadó szerve már 15 szakemberrel látta el a vas- és acélgyártmányok, valamint a nemvas fémgyártmányok rendeléseinek felülbírálását és a tanácsadást.

A KOHÉRT megszűnése után a Ferroglobushoz áthelyezett néhány szakember még ellátott acéltanácsadói szolgálatot, de lényegesen leszűkült hatáskörrel és érdeklődőkörrel.

A Vasipari Kutató Intézet acéltanácsadó tevékenysége

Az acéltanácsadás csak olyan esetben lehet teljesértékű és ütőképes, és csak úgy szolgálhatja a népgazdaság érdekeit, ha azt nagytapasztalatú szakemberek látják el korszerűen felszerelt vizsgálati és kutatási, valamint szakirodalmi tájékozódási lehetőséget nyújtó bázissal.

Ez a bázis részben hiányzott a KOHÉRT-ben és természetesen a Ferroglobusban is. Acéltanácsadás szempontjából a Vasipari Kutató Intézet rendelkezik mindazokkal a feltételekkel, amelyek szükségesek az életképes, komoly népgazdasági haszonnal járó acéltanácsadó szolgálat ellátására.

Iparvezetőségünk az acéltanácsadás fontossága tudatában intézkedett, hogy a Vasipari Kutató Intézeten (VASKUT) belül működjön ilyen szolgálat. A VASKUT rendelkezik az acél felhasználása során felmerülő minden vizsgálathoz, esetleg

kutatáshoz szükséges berendezésekkel, tapasztalt szakértő-gárdával, valamint műszaki könyvtárral és szaklapokkal.

A Vasipari Kutató Intézet acéltanácsadása a következő feladatokat kívánja ellátni:

1. Acélminőségi kérdések, helyettesítések

Az acélberendezéseket és szerkezeteket tervezők általában olyan méretű és minőségű vas- és acélgyártmányokat választanak, amelyek megfelelnek a berendezésekben és szerkezetekben fellépő igénybevételnek, és megfelelnek azok kialakításához szükséges feldolgozói technológiáknak, de a hazai kohászati lehetőségekről nincsenek rendszeresen tájékozódva. Az acéltanácsadás már itt is segíthet azzal, hogy meghatározza a felhasználási célnak legjobban megfelelő a hazai üzemekben gazdaságosan gyártható, ugyanakkor rövid idő alatt biztonságosan beszerezhető megfelelő vas- és acélgyártmány minőségét és méretét.

Általában nincs gond a kiválasztott acélgyártmány hazai legyártásával az esetben, hogy ha azt a tervezők legújabb acélkatalógusokból, pl. a Magyar Vas- és Acélművek gyártmányainak jegyzéke c. kiadványból veszik, de nehézség adódhat ha az MSZ lapokból választják. A vas- és acélgyártmányok szabványosított méret és minőség választéka ugyanis nem jelent feltétlen gyártási kötelezettséget.

A vas- és acélgyártmányok kiválasztásában azonban kész tények elé állítja a feldolgozó ipart az, ha külföldi szabadalmat vásárolnak és annak alapján kívánják elkészíteni készgyártmányaikat.

A szabadalom a kohászati gyártmányok méretét és minősségét külföldi szabványok vagy gyártóműi előírások alapján rögzíti. A külföldi minőségeket át kell ültetni magyar szabványos minőségekre, azaz meg kell keresni a külföldi minőséget helyettesítő magyar minőséget.

Vannak olyan vas- és acélminőségek, amelyek nem helyettesíthetők hazai acélminőségekkel. Az ilyen minőségű vas- és acélgyártmányt a hazai kohászat kedvező esetben szabványon kívüli minőségként legyártja, ellenkező esetben importálni kell. A felsorolt lehetőségek természetesen érvényesek a gyártmányok méreteire is.

Az acéltanácsadás segít a külföldi acélminőségeknek és szelvényeknek megfelelő vagy ezeket helyettesítő hazai minőségek és méretek meghatározásában. Ha azok nem helyettesíthetők megállapítja — a népgazdasági érdekeket messzemenően figyelembe véve — azt, hogy hazai gyártásuk vagy importálásuk gazdaságosabb-e.

2. A felhasználók gyártás-technológiai kérdései

Az acéltanácsadás a vas- és acélgyártmányok feldolgozásakor felmerülő technológiai — kovácsolási, sajtolási, mélyhúzási, folyatási, hajlítási, hegesztési, forgácsolási, hőkezelési stb. — kérdésekben is felvilágosítást ad. Ha szükséges vizsgálatok és kutatások elvégzéséhez is segítséget nyújt.

3. Ismertetők

Az acéltanácsadás ismertetők folyamatos kiadását tervezi. Ezek az ismertetők a hazai szabványos vas- és acélminőségek minden olyan tulajdonságát ismertetik, amelyek feldolgozásuk szempontjából lényegesek lehetnek és eligazítanak a helyes feldolgozási technológiákról és felhasználási lehetőségekről.

A rendszeresen gyártott szabványos acélokon kívül ismertetni kívánja kohászatunk új, korszerű acélminőségeinek tulajdonságait, gazdaságos felhasználásuk lehetőségeit.

IRODALOM

[1] Nachschlagewerk Stahlschlüssel. Verlag Stahlschlüssel Wegst KG. Marbach/Neckar. 10 kiadás 1974.

[2] Tanulmányúti jelentés az NDK-beli Acéltanácsadó Szolgálat szervezetének és működésének tanulmányozásáról. KOHÉRT 1965. december.

[3] Tanulmányúti jelentés az NDK-beli Stahlberatungsstellénél végzett tanulmányútról VASKUT 1974. szeptember.

[4] Tanulmányúti jelentés a nyugati országok acéltanácsadó szerveinél végzett tanulmányútról VASKUT 1974. november.

[5] A KOHÉRT Műszaki Szolgálat tevékenységi köre 65.157/1965 KGM rendelet.

FELHÍVÁS SZERZŐINKHEZ

1. Az anyagtorlódás miatt csak rövidebb, legfeljebb 25 gépelt oldal terjedelmű cikkeket fogadunk el közlésre. Terjedelmesebb cikkek közlését ez idő szerint nem vállalhatjuk.

2. Az anyagtorlódás, ill. a rendszeressé vált nyomdai késés miatt a cikkek átfutási ideje jelenleg legalább 6—9 hónap.

3. Kérjük a nyomdai szabványelőírások betartását: kéziratoldalanként legfeljebb 25 sor, soronként 50 leütés. Minden táblázatot, továbbá az irodalomjegyzéket és az ábrajegyzéket külön lapokon kérjük.

4. A kéziratokat két példányban kérjük beküldeni. Kérjük ezekre rávezetni a szerző (szerzők) pontos címét, végzettséget, munkahelyét, lakáscímét (ezek telefonszámait).

Szerkesztőség

A vaskohászatban hasznosítható hazai szabadalmak

A technika általános, rohamos fejlődésével a kutatási-fejlesztési tevékenységnek együtt kell haladnia, ami saját erőből sok esetben nem valósítható meg. A legfejlettebb ipari országok is felhasználják a másutt létrehozott műszaki szellemi alkotásokat, amelyek a műszaki fejlesztés átfutási idejét lerövidítik, eredményeit hatékonyabbá, korszerűbbé teszik, kutatási-fejlesztési bázisaik kapacitását jobban kihasználják.

A kutatás-fejlesztési munkálatok megkezdése előtt a műszaki-gazdasági szempontok figyelembevételével rendszerint vizsgálat tárgyává teszik, hogy egy vállalaton belül jelentkező feladatot saját erőből, vagy más hazai, esetleg külföldi műszaki szellemi alkotás átvételével oldják-e meg.

A jövőben folyamatosan szeretnénk közölni a vaskohászat gyártási profilját érintő és felhasználható azon műszaki szellemi eredményeket, találmányokat, szabadalmakat, nagy jelentőségű újításokat, kutatási eredményeket, korszerű gyártástechnológiákat, melyeket fejlesztő munkáik során hazai vállalatok felhasználhatnak.

Fenti célok érdekében kérjük a hazai vállalatokat, kutató-, tervezőintézeteket és azok szakembereit, hogy hívják fel figyelmünket azon műszaki szellemi eredményeikre, melyeket hazai, ill. külföldi hasznosításra szánnak.

Bevezetésül és példaként néhány ilyen jellegű információt ismertetünk.

Eljárás és berendezés kokszolókamrák töltésére

A kokszolókamrák szénnel töltése a kamrák tetején elhelyezett töltőnyílásokon keresztül történik. A töltőkocsiból saját súlyánál fogva hulló szén az esési magasság állandó csökkenése miatt, valamint töltés közben a forró kamragázzal érintkező szénből fejlődő gőzök nyomása csökkenti a töltőkocsikból lecsúszó szén kezdősebességét.

Ezen körülmények a kamrákba töltött szén töltetsűrűségének csökkenését eredményezik.

A töltetsűrűség és a kokszminőség közötti szoros összefüggés miatt a termelt koksz minősége is gyakran inhomogén volt. A töltetsűrűség határozza meg a kamrákba tölthető szén mennyiségét és ezen keresztül a kamra termelékenységét is.

A szabadalom szerint az eredeti töltőkocsit egy olyan kiegészítőberendezéssel látják el, amellyel töltés közben az előbb leírt töltéssűrűséget egyenletessé lehet tenni és ezáltal a kamrákba tölthető szénmennyiség, ill. termelékenység 5—10%-kal növelhető.

Az előállított koksz minősége — a szén töltetsűrűség növekedése miatt — homogénabb.

(Geilnig Géza, Dunai Vasmű)

Eljárás aknáskemencék nagyolvasztók kokszfogyasztásának csökkentésére

A találmány az oxigéngyártás során melléktermékként keletkező nitrogént hasznosítja a nagyolvasztók kokszfogyasztásának csökkentésére.

Az eljárás lényege, hogy a nitrogént a nagyolvasztók fúvólevegőjéhez keverve, és megfelelő mértékben előmelegítve fúvatják be a nagyolvasztóba.

A forró nitrogén hőtartalma, mint kívülről bevitt hő, jelentősen csökkenti a fűtőkoksz szükségletet. Minden 100 Nm³ nitrogénnel átlagosan 250 kg koksz takarítható meg. Ez azt jelenti, hogy pl. egy óránként 500 Nm³ oxigént termelő oxigéngyárban keletkező 1800 Nm³/ó nitrogénnel

$$18.0{,}25 = 4{,}5 \text{ t/ó}$$

napi 118 t, évi 38 000 t koksz takarítható meg.

Az eljárás megvalósításának beruházási költsége minimális, csupán az oxigéngyár és a fúvógépek között kell megfelelően méretezett csővezetéket kiépíteni.

(Dr. Visnyovszy László, Vaskut)

Csapoló berendezés

Az acélgyártó kemencék szokásos csapoló csatornája a kemencetesten van rögzítve. Az acél a kemence csapoló nyílásán át jut a csapoló csatornába, majd ezen át a csatorna alá helyezett öntőüstökbe.

Az öntőüstök száma aszerint változik, hogy a csapoló csatorna egy- vagy kétágú. A csapolás szempontjából igen fontos követelmény, hogy az acél az üstökre egyenlően legyen elosztva. Különben nem biztosítható az ötvözés egyöntetűsége, amelynek feltétele, hogy az üstökben előre elhelyezett azonos mennyiségű ötvöző adalékok azonos mennyiségű acéllal kerüljenek össze. Lényegében ugyanez vonatkozik a salakra is, amely mint ismeretes, az üstök bélésével reakcióba lép és ezzel az üstöket időelőtt használhatatlanná teheti Kívánatos tehát, hogy az üstökbe csak annyi salak kerüljön, amennyit az öntési technológia, nevezetesen az üstökben tárolt acél hőmérsékletének biztosítása megkövetel.

A szabadalom tárgya egy két vagy több ágú csatornával rendelkező csapolóberendezés, vízhidraulikával billenthető pódiummal. E berendezéssel volt elérhető az SM-kemencék terhelésének növelése anélkül, hogy az öntőcsarnokban a darupálya átépítésére került volna sor.

A találmányi eljárás révén megoldódott az acélgyártó kemencék gépi irányítású csapolása. A rendszer lehetővé teszi, hogy az öntőüstöket egyenként vagy egyszerre töltsük meg. E csapolási módszerrel megszűnik a csapolást végző dolgozó baleseti veszélye, mert az egymásra merőleges elrendezésű tengelyek körüli billenés révén az ágakban folyó acél mennyisége külön beavatkozás nélkül biztosítható.

(Dr. Sziklavári János és társai, LKM)

Eljárás az elegy előkészítésére ferroszilícium és egyéb közvetlen redukcióval előállított ferroötvözetféleségek kohósításával

A ferroszilícium és hasonló ferroötvözetféleségek ismeretes előállítási technológiája szerint 50—100 mm szemcseméretű kvarcitból, 10—40 mm kokszból vagy faszénből és a gyártmány kívánt szilíciumtartalmának megfelelő mennyiségű vasforgácsból, ill. egyéb alkotókból álló elegyet nyitott vagy zárt típusú ívfényes ércredukciós kemencében kohósítanak. Az elegybe kerülő anyagokat megfelelő méretre törik. A kívánt készgyártmány összetételétől függően az egyes elegyalkotókat mérlegek, majd a kemence elegyszintjén összekeverik.

Az ismert elegyelőkészítési módszer szerint darabos, tehát kis fajlagos felületű elegyet adagolnak, ez pedig az elegy villamos ellenállását, a felhasznált kovasav redukálhatóságát és a kemencébe kialakuló redukciós zóna nagyságát és helyzetét meghatározza.

Az elegy elektromos vezetőképessége főként a redukálószer elektromos vezetőképességétől függ. A nem egyenletes elegyösszetétel következtében a kész gyártmány minősége, ill. összetétele az egyes csapolásokban erősen ingadozik, továbbá a kemence járata a képződött tapadékok és boltozatok folytán egyenetlenné válik.

A találmány szerinti eljárás alapját képező felismerés abban foglalható össze, hogy nehezen redukálható fémoxidok, mint szilíciumoxid, stb. közvetlenül végzett karbotermikus redukciója során a fémoxidok és a redukálóanyag szemcseméretének 0,5 mm körüli szemcseméretre történő beállítása már kis kemencehőmérsékleten is kellő redukciósebességet biztosít, másrészt az, hogy a találmány szerint képzett brikettekben a redukálóanyag részecskék felületén a redukciós folyamatot kedvezően befolyásoló, rossz elektromos vezetőképességű réteg alakítható ki.

(Dr. Horváth Dezső, Vaskút)

Fúvószerkezet folyékony nyersvas frissítéséhez

Folyékony nyersvasnak üstben, keverőkemencében vagy más kohászati kemencében történő, oxigénnel való frissítése, mint eljárás elvileg igen kedvező, mert ily módon egyszerűen lehet a nyersvas összetételét úgy módosítani, hogy a feldolgozás során pl. a Martin-kemence teljesítőképessége 15—20%-kal növekedjen.

Az oxigénes frissítés során azonban a folyékony nyersvas felszínére áramló oxigén hatásaként az oxigén becsapódási helyén kb. 3000 °C hőfokú túlhevülés áll elő és ezen a hőmérsékleten vasoxid képződik, továbbá a folyékony nyersvas elpárolog, azonkívül az oxigén-sugár által elragadott finom nyersvas cseppek is elgőzölögnek a magas hőfokú felület környezetében. Az így keletkezett vasoxid és vasgőz alkotta barna füstöt feltétlenül el kell távolítani, ill. képződését meg kell akadályozni. E célból — a vasoxidot tartalmazó füst elszívását, ill. a füstgázok tisztítását szolgáló mechanikai berendezéseken kívül — a frissítő oxigén mellett vízgőzt is juttatnak a folyékony nyersvashoz. A vízgőz szerepe az oxigén becsapódási helyét környező tér hűtése. E hűtőhatás folytán biztosítható a korábban említett barna füst képződésének elkerülése. A vízgőz használata rendkívül előnyös, mert hőhatását disszociációja révén fejti ki, melynek során oxigén és hidrogén keletkezik. Az ismert eljárások és berendezések alkalmazása során általában az oxigént, vízgőzt és vizet kevert állapotban juttatják a nyersvashoz. Ezt a keveréket külön szerkezettel állítják elő, s egyetlen csatornával rendelkező fúvón át vezetik a nyersvas felszínéhez.

Az ilyen fúvókával a fúvónak a folyékony nyersvas fölötti végéből egy-egy fúvatás alkalmával 30—40 mm hosszú darab leég.

Ismeretes továbbá az a hátrány is, hogy 6—8 fúvás alkalmával a fúvót toldani vagy cserélni kell.

Ismeretesek a fúvókát hűtő szerkezetek is, azonban ezeknél a befúvatás helyén túlhűtés lép fel és több oxigént kell felhasználni.

A találmány szerinti fúvószerkezet az ismertetett hátrányokat kiküszöbölni.

(Puch József és társai, OKM)

Eljárás rozsda-, sav- és hőálló lemezek pácolással való semlegesítésére és passziválására

A rozsda, sav és hőálló lemezek pácolását általában savas, vagy savas-lúgos eljárással végzik.

A savas eljárásoknál a reve nagy tömegének eltávolításához valamely kevert savat tartalmazó páclevet alkalmaznak. A gyakorlatban legelterjedtebb a kénsav-sósav, sósav-salétromsav vagy kénsav-sósav-salétromsav savkeverék használata.

A felsorolt savkeverékek alkalmazásának közös hátrányuk, hogy pácolandó lemezek felületére erősen feltapadt revét a pácoldatok nem képesek leoldani, ennek folytán az így kezelt lemezeken pácolás után revefoltok maradnak.

Ugyanakkor gyakori jelenség a lemez minőségét károsító túlpácolódás, ill. a lemez felületén lyukkorrózió kialakulása. A pácolás során alap-fém oldódás is végbemegy, amely mintegy 1—2%-os fémveszteséget is okoz.

Az ismert eljárások pácolási költsége és ideje relatíve nagy, a munkafolyamatok közben jelentékeny mértékű gáz és savgáz képződés lép fel, ami elszívása körülményes.

A szabadalom olyan eljárásra vonatkozik, amely a pácolási műveleteket is megváltoztatja, illetve az alkalmazott pácolói savkeverékek módosításával az előbbiekben leírt hiányosságok nagymértékben csökkentek.

Egészen mélyen behengerelt reve esetén is a pácolás után kifogástalan fémes felületet érnek el. Túlpácolódás, illetve lyukkorrózió a szükséges pácolási idő többszörösére való emelésekor nem tapasztalható. Az alap-fém oldódása is nagyságrendű mértékben csökkent (1—2%-ról 0,1—0,8%-ra).

A találmány szerinti összetételű páclé bomlása is minimális mértékű, üzemszünetek alatt sem észlelhető kimerülése, ezenkívül a káros savgőzök és gázok fejlődése is nagymértékben csökkent.

(Gecsei Gábor és társai, DV)

Berendezés homok vagy poranyagok tárolóiból pormentes kivételezésre

Különböző homokokkal vagy más portermékekkel dolgozó üzemeknél, mint pl. tűzállótéglagyárak, öntödei homokelőkészítő művek stb. tárolóiból a poranyagok elvétele a legtöbb esetben egyszerű bunkerzárak megnyitásával történik. Ilyenkor a felcsapódó és sokszor szilikózis veszélyt jelentő por elszigetelése gyakorlatilag lehetetlen. Porelszívás alkalmazása költséges porlevválasztókat igényel és sok hasznos poranyag megy veszendőbe.

Meglevő üzemek korszerűsítése ismert, zártszerkezetű, porzáró adaglókkal — amelyek a bunkerszájhoz csatlakoztathatók — nehézkes és költséges.

A helyszükséglet és építési magasságigény csak nagymértékű átépítéssel biztosítható.

Ismert és előnyösen alkalmazható a csigás bunker ürítés, amely a bunkerba építve behatárolt mennyiségű zuhanás mentes anyagáramot biztosít a porfelcsapódás veszélye nélkül. Ezek alkalmazási területe korlátozott, mert a gyorsan ülepedő tömörödésre hajlamos poroknál és finomszemcsés anyagok esetén a csiga teljes töltéssel az anyaghalomba fúródva, annak nyomása alatt, kedvezőtlen kopási viszonyok mellett csak nagy energiaigénnyel üzemeltethető.

A találmány szerinti megoldás kiküszöböli a fenti hiányosságokat, meglevő üzemekben szűk helyi adottságok mellett is lehetővé teszi adagbemérők utólagos beépítését és a pormentes üzemvitelt. Új létesítményekben előnyösen telepíthető és kis helyigény mellett alkalmazható. A találmány szerinti bunkerűrítő csiga töltési foka behatárolható és a bunkerben levő anyag nyomásától mentesítve biztonságosan üzemeltethető.

(Rudvig Nándor és társai, Vegyigép Tervező V.)

ifj. Schmidt György

Felhívjuk tagjaink figyelmét a Vaskohászati Szakosztály 1975. évi pályázatára

A részletes pályázati feltételek az 1975. 1. számunk borítólapján, ill. 4. számunk 174. oldalán találhatók

---

A Kohómérnöki Kar hírei

Az *OMBKE Egyetemi Osztálya* „Környezetvédelem a bányászatban és a kohászatban" címmel február 5—7 között konferenciát rendezett Miskolcon, a Nehézipari Műszaki Egyetemen. A plenáris ülés első előadását „A környezetvédelem népgazdasági jelentősége" címmel *Dr. Trethon Ferenc* pénzügyminiszter-helyettes tartotta.

A Konferencia négy szekciójának témakörei az alábbiak voltak:

A) A bányászat és kohászat általános környezetvédelmi kérdései és feladatai.

B) A bányászat környezetvédelmi kérdései és feladatai.

C) A kohászati üzemek környezetvédelmi kérdései és feladatai.

D) A kohászati technológiák környezetvédelmi vonatkozásai.

A Konferencián összesen 65 előadás hangzott el.

*

10 évvel ezelőtt 1965. január elsején kezdte meg működését a Kar Automatikai Tanszéke és Öntészeti Tanszéke.

Az Automatikai Tanszék 1975. január 20—25. között 12 fő részvételével „Az analóg folyamatmodellezés, mint a kohászati termelési folyamatok vizsgálatának és fejlesztésének eszköze" című mérnöktovábbképző tanfolyamot tartott, amelyen az alábbi előadások hangzottak el:

Oláh Miklós e. adj.: Modellalkotás, analóg számítógépek programozása. *Juhász Anrás* e. ts.: MEDA analóg számítógép felépítése. *Gyuricza István* tsz-i mérnök: Az identifikáció módszerei és analóg számítógépes lehetőségei. *Dr. Czekkel János* e. doc.: Optimumkereső eljárások modellezésének alapjai. *Kiss Mátyás* e. ts.: Hengerműi egyenáramú hajtásszabályozások analóg modellezése. *Szabó Árpád* e. ts: Timföldgyártási zagybeállítás optimalizálása analóg számítógépen. *Juhász András* e. ts.: Izzító kemence, földgázbontó reaktor matematikai modellje és analóg számítógépes programja. *Sulyok András* e. ts.: Rézkohászati elegyszámítás analóg modellezése.

*

A Tankönyvkiadó Vállalat kiadásában megjelent *Dr. Horváth Zoltán—Dr. Sziklavári Károly —Mihalik Árpád* szerzőktől az „Elméleti kohászattan" c. új egyetemi tankönyv.

*

1975. január 20—25. között tartották meg a „*Modern eljárások a rézkohászatban*" c. mérnöktovábbképző tanfolyamot a NME Fémkohászattani Tanszékén. A tanfolyamon 18-an vettek részt. Az elhangzott előadások: *Dr. Horváth Zoltán* tszv. e. tanár: A réz termelésének és felhasználásának alakulása 2000-ig. *Mihalik Árpád* e. adj.: Kéneskő-előállítás. *Dr. Wéber József* tud. m. társ: Nyersréz előállítása. *Sulyok András* e. ts.: Rézkohászati elegyszámítás analóg-számítógépes megoldása. *Riedl István* e. adj.: A réz tűzi raffinálása. *Dr. Wéber József* tud. m. társ: Elektrolitos rézraffinálás. *Wieder Nándor* tud. m. társ: Rézércek lúgzása. *Dr. Horváth Zoltán* tszv. e. tanár: Oldószeres extrakció. *Lengyel Attila* tud. m. társ: Réz kiejtése az oldatból. *Dr. Sziklavári Károly* e. doc.: A rézolvasztás és ötvözés metallurgiája. *Dr. Gyulás József* e. adj.: Modern félgyártmány-előállító eljárások.

*

Ritkafémek kohászata c. tárgyból első esetben vizsgáztak az V. éves kohómérnökhallgatók.

*

Nébli Vendelt, a Fémtani Tanszék tudományos munkatársát a Tudományos Minősítő Bizottság 1975. januái 13-i ülésén a Fizikai Tudományok kandidátusává nyilvánította. A disszertáció témája: Diszlokációk és ponthibák kölcsönhatásának vizsgálata egy Al-Mg_2Si ötvözet belső súrlódásának mérésével. *(TK)*

Beszámoló külföldi konferenciáról

Az osztrák vaskohász egyesület május 22—24-én tartott közgyűlése

Az osztrák egyesület szokása szerint az első napon, május 22-én rendezték meg az üzemlátogatást. Ezévben erre Linzben, a VOEST acélművében került sor. Itt üdvözölte a megjelenteket és nyitotta meg a közgyűlést *dr. H. Trenkler* professzor, az egyesület elnöke, majd *dr. H. Koller*, a VOEST-Alpine vezérigazgatója tartott tájékoztató előadást a vállalatról, ill. a linzi üzemről. Ez a vasmű Ausztria legnagyobb üzeme, az évi acéltermelése meghaladja a 3 millió tonnát, tehát eléri az egész magyar acéltermelést. Kizárólag acéllemez termékeket állítanak elő. A termelésük 50%-át exportálják. Az export 16%-át teszi ki a szocialista országok felé irányuló export.

Ezt követően *dr. Rinesch* igazgató ismertette az üzem berendezéseit, a folyamatban levő beruházásokat és a további fejlesztési terveket, majd 3 csoportban megtekintették a résztvevők a vasmű legfontosabb termelő üzemeit, továbbá a dunai kikötőt, amely Ausztria legnagyobb kikötője és az 1972-ben épült igen korszerűen felszerelt tanműhelyeket.

Az ez ideig 6 állványos szélesszalagsort a közelmúltban korszerűsítették, kiegészítették egy 7. állvánnyal és így a sor havi termelése 180 000 tonnára emelkedett Az új 4 állványos Siemag-United folytatólagos kvartó-tandem-hideghengersor üzembelépésével a hidegen hengerelt lemez kapacitás havi 41 000 t-val emelkedett. 1973-ban helyezték üzembe a havi 6000 t-ás kapacitási Sendzimir tűzi horganyozósort is. A II. hideghengermű csarnok 6,5 hektáros területével jelenleg Ausztria legnagyobb ipari épülete. Ugyancsak nemrégiben indult meg a 3. LD acélmű 130 t-ás konverterekkel, újabb saját konstrukciójú folyamatos öntőművel.

A kohászati üzemeket egy igen nagy kapacitású acélszerkezeti üzem egészíti ki, amely nemcsak különféle kohászati berendezéseket, hidakat, csarnokszerkezeteket, hanem kész kémiai és főleg atomerőműi berendezéseket készít vastag austenites rozsdaálló acéllemezekből.

Linzből különvonaton utaztak vissza a résztvevők Leobenbe, ahol másnap a Bányászati Főiskola dísztermében folytatódott a közgyűlés. Itt *dr. H. Trenkler* elnök üdvözlő szavai után, *dr. F. Cap* professzor, az innsbrucki egyetem Elméleti Fizikai Intézetének vezetője a plazmametallurgiáról tartott plenáris előadása után 4 szekcióban (Metallurgia, Fémtan, Üzemgazdaság, Továbbfeldolgozás) hangzottak el színvonalas szakmai előadások, amelyek egy részét NSZK-beli szakemberek tartották.

A harmadik napon zajlott le az ünnepi közgyűlés, amelyen a tartományi kormány vezetői is részt vettek. A Főiskola rektora és a német vaskohász egyesület elnöke, *H. Kegel* köszöntötte az osztrák egyesületet, majd *dr. H. Trenkler* elnök tartott rövid beszédet, amelyben főleg az osztrák vaskohászat versenyképességével és a vaskohászat fejlődési tendenciáival foglalkozott.

Ezt követően az egyesületi kitüntetéseket adták át, a *Hans Malcacher-díjat* ez évben *dr. P. Dichl*, a Főiskola Fémtani tanszékének docense, a *Peter Tunner-érmet* pedig *dr. H. Knüppel*, az OBM eljárás feltalálója kapta.

Végül a szokásos nem a szakmai, hanem más tudományból való időszerű témáról szóló előadás hangzott el, *dr. H. Bendernek*, a freiburgi egyetem professzorának „Parapsychológia a modern tudomány fényében" c. igen érdekes előadását *Eberhard Bauer* adjunktus olvasta fel.

Az üzemlátogatáson, ill. közgyűlésen 330-an vettek részt, köztük kb. 50 külföldi. Ezek zöme nyugatnémet volt, rajtuk kívül 2—3 belga, svájci, jugoszláv és NDK-beli szakember volt jelen. Első ízben vettek részt a közgyűlésen szovjet küldöttek, két moszkvai kohász professzor személyében.

Óvári Antal

Egyesületi hírek

Kovácsklubdélután márc. 27-én

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács-szakcsoportja március 27-én Egyesületünk előadótermében kovácsklubdélutánt tartott. A klubdélután keretében a Szakcsoport titkára *Latinák István* tagtársunk tájékoztatta a megjelenteket a Kovács-Múzeum szervezésének időszerű problémáiról, a KGM illetékeseinek segítő készségéről, és a Muraszemenyén megszűnő kovácsüzem múzeális értékéről. Közölte, hogy a Szakosztály vezetője ez év őszén egynapos kovács-anként megszervezését kérte a Szakcsoporttól. A megjelentek egyetértettek a szervezéssel és két előadás megtartását vállalták. A további előadók beszervezése folyamatban van. Több hozzászólás után sor került a meghívóban meghirdetett vetítettképes előadás megtartására. Az előadást a Szakcsoport titkára tartotta az európai hírű Frohnaui hámorról. A Német Demokratikus Köztársaság Érchegységében Annaberg mellett a ma is működőképes ősi kovácsműhely 1435-ben alakult, amely 1904-ig dolgozott és ma érdekes ipartörténeti emlék-múzeum. Néhány színes fénykép az ismertetést jól egészítette ki. Ezt követően baráti együttlét keretében kötetlen beszélgetés alakult ki. A megjelentek elhatározták, hogy tanulmányút keretében megtekintik az ország négy műemlék-jellegű kovácsműhelyét.

Latinák István

Elnökségi ülés máj. 9-én

Az ülést *dr. Dobos György* elnök vezette.

A meghívóban szereplő első napirendi pontot, a helyi csoportok tevékenységéről szóló beszámolót, az elnökség az előadó *dr. Varga Ferenc* főtitkárhelyettes betegsége miatt nem tárgyalta.

Második napirendi pontként *Moharos Jenő* főtitkár adott tájékoztatást a tisztújító közgyűlés előkészítéséről. Eszerint a közgyűlést október 17-én tartja az Egyesületünk már az új alapszabályok szerint a Magyar Tudományos Akadémia dísztermében. Tekintettel a *Mikovinyi* jubileumra a közgyűlésen *dr. Tárczy-Hornoch Antal* akadémikus emlékbeszédet mond *Mikovinyiről*. A közgyűlés legfontosabb tárgysorozata a lelépő elnökség szokásos beszámolója és a tisztújítás. Ugyancsak a közgyűlésen kerül sor az egyesületi kitüntetésekre. Előző nap tartjuk a szokásos szakosztályi üléseket és a szakosztályvezetőség választásokat. Ugyanezen napon este kerül sor a hagyományos fogadásra és a *Péch Antal* emlékbeszédre a Hungáriában.

A jelölő bizottság tagjait a szakosztályok már megválasztották, a tagok sajátmaguk közül választanak elnököt, és így a munkát rövidesen megkezdhetik. A javaslataikról az elnökséget folyamatosan tájékoztatni fogják.

A tájékoztatáshoz *dr. Gagyi-Pálffy András*, *dr. Nagy Zoltán*, *Pantó Dénes*, *Böszörményi Béla* és *dr. Solymár Károly* szóltak hozzá és főleg az új alapszabály véglegesítésére, ill. érvénybelépésére, a 4 vagy 5 éves új ciklusidőszakra, az egyetemi csoport, ill. az ICSOBA Bizottság résztvételére tettek javaslatokat.

Ezután harmadik napirendi pontként a főtitkár az Egyesület nemzetközi kapcsolatairól adott rövid kiegészítést. Erről a témáról az elnökség tagjai ugyanis egy részletes jelentést kaptak kézhez, amelyet *Szűcs Imre*, a Nemzetközi Kapcsolatok Bizottságának vezetője készített.

Ehhez a napirendi ponthoz *dr. Vörös Árpád*, *dr. Nagy Zoltán*, *dr. Solymár Károly*, *Heinrich József*, *Óvári Antal* és *Böszörményi Béla* szóltak hozzá. A hozzászólások elsősorban a jelentéshez csatolt kimutatásoknak a szakosztályokra vonatkozó adatait vitatták, mert ebből az tűnt ki, hogy viszonylag kevés külföldi szakembert fogadtak a szakosztályok. Kifogásolták ezenkívül, hogy az útijelentések egy része nem készül el idejében és a lapok szerkesztőségeihez sem érkeznek be, így egyes tanulmányútról, ill. nemzetközi konferenciák eredményeiről nem szerezhetnek információkat az egyesület tagjai.

A főtitkár válaszában utalt arra, a kimutatásokban azért szerepel a valóságnál jóval kevesebb vendégünk, mert ezekbe csak az anyagi kihatással járó vendéglátások adatait vették fel.

Dr. Dobos elnök a jelentés alapján megállapította, hogy az elmúlt három év folyamán az Egyesület nemzetközi kapcsolataiban jelentős fejlődés, és az egységes ügyintézésben is javulás mutatkozik.

Utolsó napirendi pontként az Ipargazdasági Bizottság működéséről szóló jelentést tárgyalta az elnökség, amelyet *dr. Trethon Ferenc*, a bizottság vezetője állított össze. A bizottság 1974. közepén kezdte meg munkáját. Ma már mindegyik szakosztályban megindult a munka. A bizottság irányítja az Egyesületen belüli közgazdasági és ipargazdasági jellegű munkát, szervezi az ilyen tárgyú rendezvényeket és rendszeres kapcsolatot épít ki az egyes szakosztályok ez irányú egyesületi tevékenysége közt. Ebbe a munkába a helyi csoportok bevonását is megkezdték. A jelentés ismertette mindegyik szakosztály munkáját. A Vaskohászati Szakosztályt a bizottságban *Longa Elemér* és *dr. Szabó Ferenc* képviseli.

A jelentés ezután a bizottság 1975. évi terveit ismertette, eszerint a bányászok Tatabányán, a Kőolaj Szakosztály tagjai Balatonfüreden, vaskohászok Dunaújvárosban, az öntészek Csepelen tartanak közgazdasági témájú rendezvényeket az év második felében.

Ehhez a napirendi ponthoz *dr. Solymár Károly*, *dr. Laboda Sándor*, *Kemény Kornél*, *dr. Gagyi-Pálffy András* és *Óvári Antal* szóltak hozzá, és örömmel üdvözölték a Bizottság munkájának megindulását, helyeselték az ismertetett munkatervet.

Dr. Trethon Ferenc támogatást és türelmet kért az új bizottság részére. Tapasztalata szerint mindegyik szakosztályban nagy érdeklődés mutatkozik a közgazdasági problémák iránt.

Végül *Pantó Dénes* a Bányászati és Kohászti Lapok előző évfolyamainak bekötésére vonatkozó korábbi elnökségi határozatot hozta szóba, amit a szükséges fedezet hiányára utalva, *Moharos* főtitkár válaszolt meg.

(Ó. A.)

Szakosztályvezetőségi ülés július 1-én

A félévet lezáró szakosztályvezetőségi ülést, amelyen a vezetőségi tagok szinte teljes létszámban részt vettek, *dr. Nagy Zoltán* alelnök vezette.

Első napirendi pontként *dr. Tardy Pál* titkár tájékoztatta a szakosztály vezetőségét a május 9-i elnökségi ülésről. Ezen —, amint az arról már lapunk más helyén beszámoltunk — az elnökség a múlt évi egyesületi külföldi kiküldetésekről, valamint az Ipargazdasági Bizottság eddigi tevékenységéről szóló beszámolót tárgyalta meg, amit *dr. Trethon Ferenc* terjesztett elő.

Az elnökséghez tartozó bizottságban szakosztályunkat *Longa Elemér* és *dr. Szabó Ferenc* képviseli. A szakosztály közgazdasági problémákkal foglalkozó tagjai a Dunai Vasműben már egy jól sikerült KGM szintű értekezletet tartottak.

A tájékoztatónak főleg az Ipargazdasági Bizottság tevékenységéről szóló része keltett érdeklődést. *Szalay Géza*, *Selmeczi Béla*, *Lantos István*, *Laczka János* és *Martin Imre* hozzászólásai szerint ilyen jellegű munka a szakosztály keretében is és az egyes helyicsoportoknál is már az előző években is folyt, de nem összehangoltan és rendszeresen. A hozzászólók mindnyájan nagyon aktuálisnak és helyesnek találták ennek a munkának kibővítését.

Dr. Nagy Zoltán alelnök a vita után a szakosztály vezetőség álláspontját összefoglalva hangsúlyozta, hogy ennek a munkának sokoldalúnak kell lennie és igen lényeges, hogy az üzemekben dolgozó mérnökök, főleg azok akik a közgazdasági képesítést is megszerezték, minél nagyobb számban kapcsolódjanak be ennek az új bizottságnak a munkájába. Kívánatos, hogy mindegyik helyi csoportunkban megalakuljanak a közgazdasági alcsoportok. A legeredményesebb munka ezen a téren a duna-

újvárosi csoportban folyik, akik 1973 óta már több eredményes közgazdasági konferenciát szerveztek.

Második napirendi pontként *Horváth Gyula* a szakosztály Jelölő Bizottságának vezetője ismertette az eddigi munkát és azt a javaslatot, amit a három kohász szakosztály megbízottai terjesztenek elő az elnökséghez. Ennek lényege az, hogy az őszre tervezett tisztújítást célszerű volna a jövő évre halasztani. Az előterjesztett indokok alapján a szakosztályvezetőség a javaslatot jóváhagyta.

Harmadik napirendi pontként *dr. Fuchs Erik* és *Répás Pál*, az Anyagvizsgáló Szakbizottság vezetői beszámoltak a múlt hó elején Siófokon, ill. Balatonszéplakon rendezett VIII. Anyagvizsgáló Napokról. Ezen az ismétlődő nagyrendezvényen ez évben is színvonalas előadások hangzottak el, összesen 111 előadást tartottak. A nagy érdeklődést a résztvevők nagy száma is igazolja. Összesen 360 belföldi és 60 külföldi szakember jelent meg. A szervezés nehéz munkáját mindössze négyen végezték, akik a Vasipari Kutató Intézettől, mint társrendezőtől nagy segítséget kaptak. Javasolták, hogy a következő két év múlva esedékes Anyagvizsgáló Napok szervezését már ez év végén el kell kezdeni.

Dr. Nagy Zoltán megköszönte a jól sikerült nagyrendezvény szervezőinek eredményes munkáját és a VASKUT támogatását.

Befejezésül *dr. Remport Zoltán* rövid tájékoztatást adott az októberben Egerben tartandó Hengerész Konferencia szervezésének állásáról. Egerben sikerült megfelelő előadótermeket és elhelyezést biztosítani.

Laczkó János a Fiatal Mérnökök és Közgazdászok Bizottságának szervezési problémáit hozta szóba KISZ, ill. MTESZ vonatkozásban, valamint az egyesületi alapszabályok ügyét.

Lantos István a KGYV csoport győri tanulmányútjáról tett jelentést, *Stehlik László* pedig az Aggteleken tervezett korróziós és kenéstechnikai szemináriumra hívta fel a szakosztályvezetőségi tagok figyelmét.

Befejezésül *dr. Nagy Zoltán* meleg hangon emlékezett meg *Dévényi György* hengerész szakbizottsági elnökünk tragikus haláláról és méltatta eredményes egyesületi munkáját.

Végül *dr. Tardy Pál* titkár beterjesztette a jelentkező 13 új tag felvételi kérelmét, amit a vezetőség egyhangúlag elfogadott. *(Ó. A.)*

Könyvismertetés

Dr. Simon—dr. Sziklaváry—Szőke: **Újabb technológiai megoldások az acélgyártásban.** Műszaki Könyvkiadó. 1974. 402 old. Ára: 76 Ft.

A felszabadulás előtt néhány egyetemi jegyzetet leszámítva, még az acélgyártás egyes részterületeit összefogó munka sem jelent meg magyar nyelven.

A felszabadulás után, 1954-ben jelent meg *K. G. Trubin, G. N. Osszk* szovjet professzorok „Acélkohászat" c. könyve magyar nyelven. A maga idejében hézagpótló könyv volt és az egyetemi oktatásban, ill. a tanulásban nagy segítséget nyújtott.

Ugyanebben az időszakban jelent meg néhai *Zsák Viktor* professzor által szerkesztett, és kizárólag a hazai acélgyártás akkori problémáival foglalkozó önálló munka, majd a különböző „Vaskohászati Enciklopédiák", amelyeknek sorából kiemelkedik *Szőke László* és *Urai Vilmos* „Elektroacélgyártás" c. könyve, 1965-ben, és *Balsay István* „Siemens-Martin Acélgyártás" c. igen gondosan összeállított terjedelmes munkája, 1970-ből.

Fentieket azért volt szükséges előrebocsátani, mert így tekinthető át a kohászat és ezen belül az acélgyártás szűkebb területére eső magyar nyelvű munkák sora, és figyelhető meg az a tervszerűség, amellyel a sort a három szerző fenti könyve mintegy lezárja.

Lényeges eltérés a szokásos műszaki alkotásoktól, hogy a könyv a feldolgozott szakterületeken szinte „naprakész" helyzetet mutat be.

A könyv ezt azzal éri el, hogy közel 400 irodalmi forrást dolgoz fel és bemutatja nemcsak az acélgyártásban végbement fejlődést, hanem a kísérleti jellegű próbálkozásokat is. Mint ilyen jellegű mű, szinte egyedülálló a kohászati irodalomban, azért nagy népszerűségre számíthat mind az egyetemi ifjúság, mind a gyakorlati szakemberek körében. 5 fejezetre tagolódik:

Az I. fejezet 120 oldalon, jól áttekinthetően tárgyalja azokat a fizikai és kémiaiai alapismereteket, amelyek a könyv megértéséhez és a kohászati folyamatok alapos tanulmányozásához szükségesek.

A II. fejezet tömören foglalkozik az SM és elektroacél gyártás és kemencék legújabb fejlődésével, beleértve az olyan, még kísérleti stádiumban levő acélgyártóberendezéseket is, mint pl. az SKF kettőskemence, ahol a két „ívfényes" kemencetest felváltva gáztüzelésre, majd elektromos fűtésre alkalmas boltozattal dolgozik, olyan módon, hogy a két különböző boltozat váltakozva kerül az egyik vagy másik kemencére, attól függően, hogy a betét előmelegítése, beolvasztása, vagy kikészítése történik-e a szóban forgó kemencében.

Kiegészíti a munkát több statisztikai és közgazdasági elemzés, amelyekből pl. az elektroacél termelés részarányának szinte töretlen emelkedése állapítható meg a teljes acéltermeléshez viszonyítva. Közöl a mű számos beruházási fajlagos számot is, konkrét kivitelekre hivatkozva.

A III. fejezet tárgyalja a legkorszerűbb acélgyártási eljárásokat, beleértve azokat is, amelyek során a gyártás a levegő kizárásával történik.

A mintegy 100 oldalas fejezet jól áttekinthető értékeléssel fejeződik be, ahol az egyes eljárások előnyei és hátrányai kerülnek megvitatásra.

A IV. fejezet a hagyományos elektroacél gyártásában alkalmazott, ill. kipróbálás alatt levő technológiai újdonságokat ismerteti, mint pl. a fémesített ércek (pelletek) alkalmazását. Ez a fejezet foglalkozik a kohászati folyamatok meggyorsítására alkalmazott beavatkozásokkal, mint pl. a különböző poralakú anyagok befúvásával az acélfürdőbe stb.

A fejezetet az üstkezelések legújabb módszereinek ismertetése zárja le.

Az V. fejezet helyesen súlyzott terjedelemben a folyamatos öntés különböző változatait tárgyalja, amelyek együtt fejlődnek a különböző acélgyártási eljárásokkal.

Összefoglalva: a szerzők nagy szakértelemmel és helyes kritikával, hatalmas irodalmi anyagot dolgoztak fel, amelynek rendszerzése, bírálata segítséget nyújt a legújabban szinte tömegesen jelentkező új módszerek megismeréséhez, a köztük való eligazodáshoz és a hazai alkalmazhatóság szempontjából való értékeléshez.

Szűcs Endre

Műszaki és gazdasági hírek

Múlt év végén helyezték az angliai Dudley-ben a Lloyd Cooper cég 80 et/év kapacitású acélművét üzembe. A másik miniacélmű, a Sherness új 90 tonnás elektrokemence beállításával termelését 400 et/év nagyságra fogja megduplázni. (HW)

L'Usine Nouvelle 1974. 49. 50. sz.

*

A nyugatnémet Korf cég szerződést köt a formózai Tang Eng Iron Works vállalattal 420 et/év kapacitású Midrex eljárással dolgozó direktredukciós egység létesítésére Kaohsiungban.

A termelést a China Steel cégnek kívánják eladni, amely 1977-ben kezdi meg termelését 1,5 t/év kapacitással. (HW)

L'Usine Nouvelle 1974. 49—50. sz.

*

Több brazil társaságból álló csoportosulás 50 millió dolláros francia hitellel kíván direktredukciós kohót létesíteni az urucumi (Mato Grosso) vasérc feldolgozására. A Corumba város közelében tervezett üzemet a Cosimat, Metabat és Piratini vaskohászati vállalatok üzemeltetik. A redukciót a Piratini tulajdonában levő szénelőfordulás termékével tervezik. Az előredukált pelleteket Franciaországba exportálják majd. (HW)

L'Usine Nouvelle 1974. 49—50. sz.

*

A Krupp Hüttenwerke, Bochum 1975-től új LD acélüzemet indít, melynek kezdőkapacitása 3 mió t lesz. A későbbiekben 7 mió t termelést kívánnak elérni. (HW)

Technische Rundschau 1974. 28. sz.

*

A brazil USIMINAS vállalat ipatingai üzemében üzembehelyezte 3 sz. nagyolvasztóját 6000 t/év nyersvasgyártó kapacitással. A vállalat kapacitása a bővítés során 1976-ra 2,4 mió t/év nyersacéltermelést ér el. (HW)

Stahl und Eisen 1975. 3. sz.

Szabványosítási hírek

ÚJ SZABVÁNYOK

Acél:

MSZ 4369—75 *(MSZ 4369—66 helyett)*
Hidegen húzott általános rendeltetésű ötvözetlen szerkezeti rúdacél

A szabvány az MSZ 500 szerinti acélokból húzott rudak mechanikai és általános műszaki előírásait tárgyalja. A szabványból kimaradtak a betétben edzhető és a nemesíthető húzott acélokra vonatkozó előírások, amelyeket az MSZ 31—74, ill. az MSZ 61—74 tartalmaz.

Szállítási állapot szerint a szabvány megkülönböztet:

— húzott — hőkezeletlen,
— húzott, majd feketén lágyított,
— húzott, majd revementesen lágyított és
— húzott, majd normalizált kivitelt

A mechanikai tulajdonságokból a szakítószilárdság és a nyúlás minősítő tényező, a folyáshatár csak tájékoztató.

MSZ 17789—75 *(MSZ 17789—66 helyett)*
Krómacél gördülőcsapágyak céljára

Az új szabványban változatlan maradt az eddigi GO 3 és GO 4 acél vegyi összetétele. Változtak a mikroszerkezettel kapcsolatos követelmények és a vizsgálat. A zárványosságot 6 csiszolat legkedvezőtlenebb látómezejének átlagolásával és nem — mint eddig — a csiszolatok átlagsalakosságának átlagolásával kell értékelni.

Új a lágyított acélok perlitfinomságára, a karbidhálóra, karbiddúsúlásra és karbodsorosságra vonatkozó etalonsorozat.

K. E.

Állami főhatóság

FELVÉTELRE KERES

acélok képlékeny alakításában jártas

KOHÓMÉRNÖKÖT

főelőadói munkakörbe.

Nyelvtudás (orosz, angol, francia) kívánatos.

Jelentkezést:
Részletes önéletrajzzal, szakmai munkásság megjelölésével, Bp. 9. Pf. 24. címre kérjük.

Megkezdte működését a Vasipari Kutató Intézetben az

ACÉLTANÁCSADÓ SZOLGÁLAT

A tanácsadás díjmentes.

Írásos, személyes vagy telefoni megkeresésére tanácsot ad a megadott felhasználási célra legjobban megfelelő, ugyanakkor a hazai kohászatban járatos, vagy gazdaságosan gyártható, vagy importálható vas- és acélgyártmányok méreteire, minőségeire és egyéb tulajdonságaira. Felvilágosít azok felhasználási — melegalakítási, hidegalakítási, hőkezelési, hegesztési, korrózióvédelmi stb. — technológiájáról.

Külföldi szabványos, vagy gyártóműi, licenc — előírásos vas- és acéltermékeknek és minőségeknek megadja kohászatunkban gyártható megfelelőjét vagy helyettesítőjét.

A tanácsadás során esetlegesen szükségessé váló kutatások, szakértői vizsgálatok ellátására az intézet rövid határidejű szerződéskötésre vállalkozik.

Az ACÉLTANÁCSADÓ SZOLGÁLAT címe:
Vasipari Kutató Intézet,
Budapest XI., Fehérvári út 130.
levélcím:
1509 Budapest Pf. 14.
Tel.: 250-020/307

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezetők: GARAY LÁSZLÓ, KOLOSY ERNŐ

Ritkafémek előállításának elméleti alapjai

II. rész*

Dr. HORVÁTH ZOLTÁN tanszékvezető egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora
Nehézipari Műszaki Egyetem, Fémkohászattani Tanszék

DK: 669.85/86

A dolgozat a legfontosabb fémelőállításra használható eljárások: karbo-, karbidotermikus redukció, színítés CO-val, H_2-vel (oxidokból, halogenidekből), sziliko,- alumino-, magnézio-, nátrio-, kalcio-, lantanotermikus, a termikus bontáson alapuló jodidos v. Arkel-, karbonilos és hidrides, a komplex fémvegyületeket elbontó, a szubhalidos eljárás, a vizes, szerves oldatból és olvadékból való elektrolízis és a cementálás elméletével: egyensúlyával, kezdő hőmérsékletével foglalkozik, az egyes eljárások kikényszerítésére és könnyebbé tételére felhasználható fogásokat ismerteti és az egyes eljárások alkalmazási lehetőségét foglalja össze.

1.52 Aluminotermikus eljárás

Ennél a munkamódnál a fém-oxidokat Al-darával redukálják. A lejátszódó reakciók a szilikotermikus eljárásnál végbemenőkhöz hasonlók. A fémkihozatal növelése végett itt is célszerű CaO jelenlétében színíteni. Ilyenkor a bruttóreakció:

$$3MeO + 2Al + CaO = 3Me + CaO \cdot Al_2O_3 \qquad (V)$$

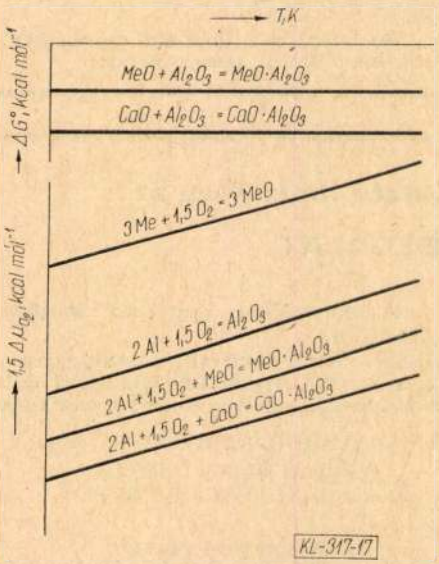
Ez a következő részfolyamatokra bontható:

$$3Me + 1{,}5O_2 = 3MeO, \qquad (Z)$$

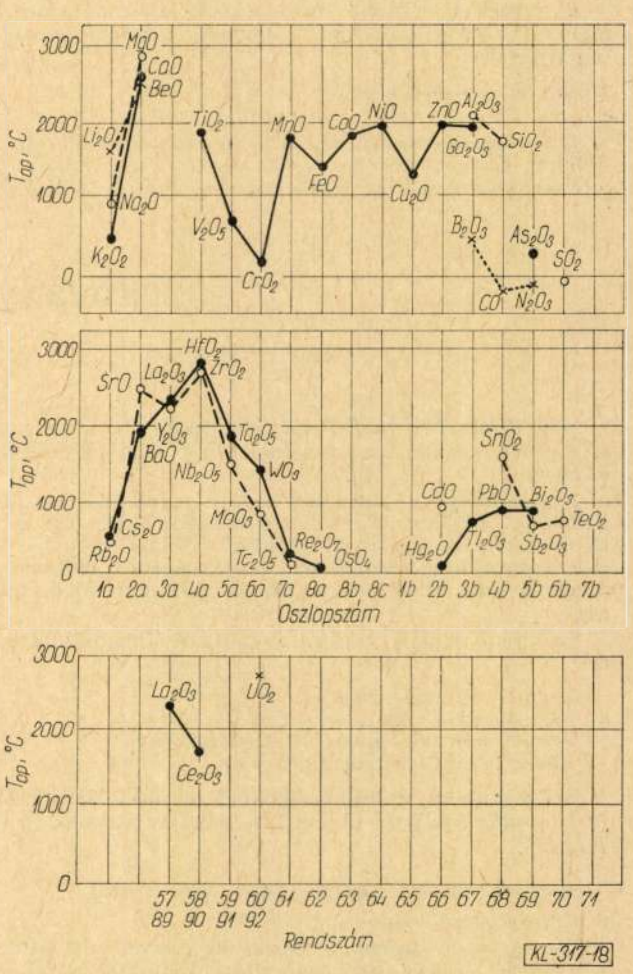
$$2Al + 1{,}5O_2 + CaO = CaO = CaO \cdot Al_2O_3. \qquad (X)$$

A folyamatok elméletéből a *17. ábra* tájékoztat. Ebből megállapítható, hogy az Al-mal való redukciónál a legtöbbször olyan nagy mennyiségű hő fejlődik, hogy ez bőségesen elegendő a 2045

* Az előző számban megjelent közlemény folytatása.



17. ábra. Oxigénpotenciálok alakulása az aluminotermikus eljárásnál



18. ábra. Fém-oxidok olvadáspontja az oszlop-, sor-, illetőleg rendszám függvényében

°C-on olvadó Al_2O_3 folyékony halmazállapotba hozására *(18. ábra)*, sőt egyes esetekben a színítés előtt a túlhevülés, illetőleg a robbanás elkerülésére a redukálandó anyag oxigéntartalmát csökkenteni kell.

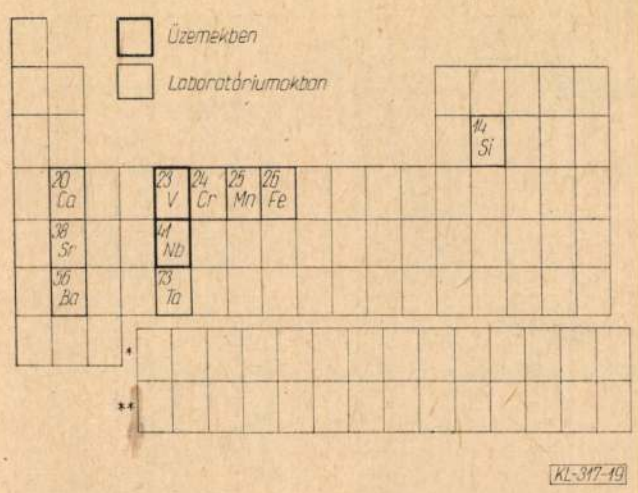
Fém-, illetőleg kalcium-aluminát miatt a redukcióhó nő, az aluminátok olvadáspontja pedig kisebb, mint az Al_2O_3-é.

Az aluminotermikusan előállítható fémekről a *19. ábra* tájékoztat.

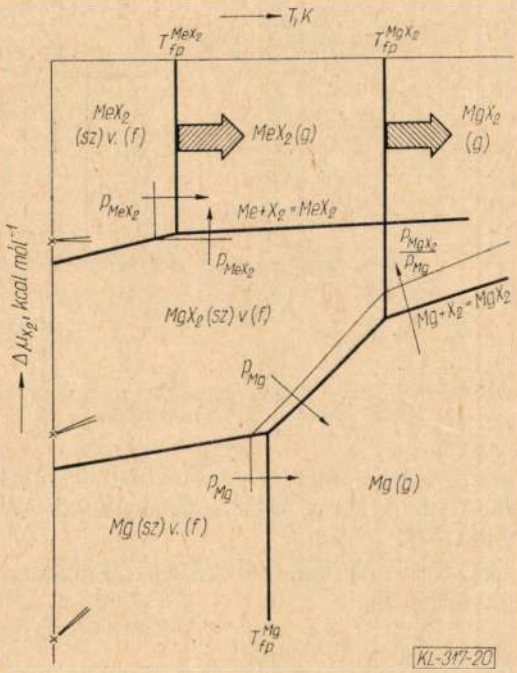
1.53 Magnéziotermikus eljárás

Általában halogenidekből lehet a fémet magnéziummal színíteni. Ilyenkor az

$$MeX_2 = Mg = Me + MgX_2 \qquad (Y)$$



19. ábra. Aluminotermikusan előállítható fémek a periódusos rendszerben



20. ábra. Kémiai potenciálok a magnéziotermikus eljárásnál

általános reakció játszódik le, ha

$$p_{X_2}^{MeX_2} > p_{X_2}^{MgX_2}, \tag{26}$$

illetőleg ha

$$\Delta\mu_{X_2}^{MeX_2} > \Delta\mu_{X_2}^{MgX} \tag{27}$$

$\Delta\mu_{X_2}^{MeX_2}$ értékét (18)-ban már láttuk, $\Delta\mu_{X_2}^{MgX_2}$ -nek a hőmérséklettel való változása pedig a

$$\Delta\mu_{X_2}^{MgX_2} = \Delta H_k^{MgX_2} + \left(R \cdot \ln \frac{a_{MgX_2}}{a_{Mg}} - \Delta S_k^{MgX_2}\right) T \tag{28}$$

egyenlettel írható fel. A 2 halogénpotenciál az alábbi feltételezésekkel a *20. ábrán* ábrázolható:

$$T_{pf}^{MeX_2} < T_{fp}^{Mg} < T_{fp}^{MgX_2} \tag{29}$$

és

$$\Delta H_k^{MgX_2} < \Delta H_k^{MeX_2}. \tag{30}$$

Kis forráspontú fémek előállításánál nyomás alatt, nagy olvadáspontú fémek színítésénél pedig Mg-felesleggel vagy Zn jelenlétében dolgoznak, a reakcióképes fémek kiejtésénél pedig célszerű védőgázatmoszférát tartani.

A keletkező MgX_2-t oldással, vákuumban vagy izzó nemesgáz jelenlétében végzett desztillálással különíthetjük el.

A magnéziotermikusan előállítható fémekről a *11., 12. és a 21. ábrából* tájékozódhatunk.

A *22. ábrába* a fém-kloridok, a *23. ábrába* a -fluoridok olvadáspontját foglaltuk össze, a *24. ábra* a -kloridok, a *25. ábra* pedig a -fluoridok forráspontját szemlélteti. Ezekből az állapítható meg, hogy a fluoridok olvadás- és forráspontja a nagyobb.

1.54 Nátriutermikus eljárás

Ennél a munkamódnál is halogenidekből: kloridokból, fluoridokból vagy kettős fluoridokból indulnak ki. Az eljárás előnye, hogy az Na elég tisztán áll rendelkezésre, sói vízben oldódnak, nem higroszkóposak és nem keletkeznek fémes vegyületek.

Az ilyenkor felírható

$$MeX_2 + 2Na = Me + 2NaX \tag{Z}$$

lejátszódásának feltétele, hogy

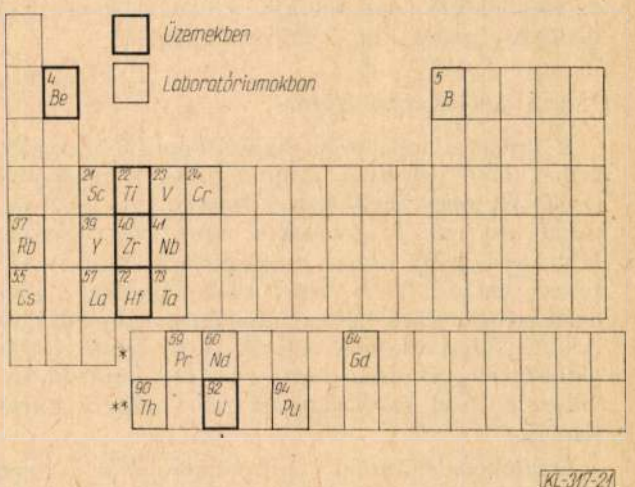
$$p_{X_2}^{MeX_2} > p_{X_2}^{2NaX}, \tag{31}$$

illetőleg

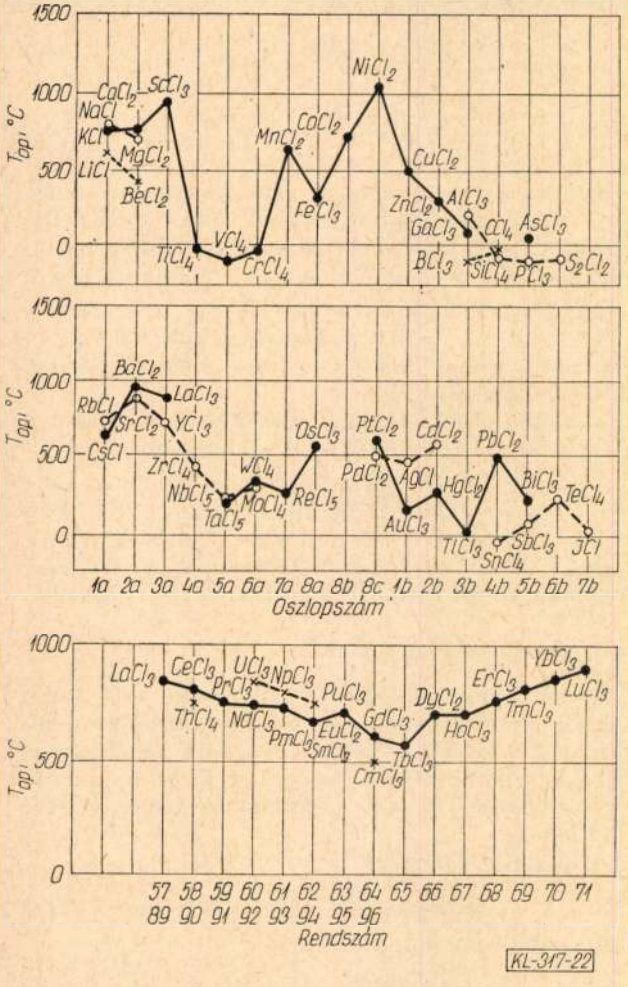
$$\Delta\mu_{X_2}^{MeX_2} > \Delta\mu_{X_2}^{2NaX} \tag{32}$$

Az utóbbiban szereplő nátrium-halogenid halogénpotenciálja a következőképpen írható fel:

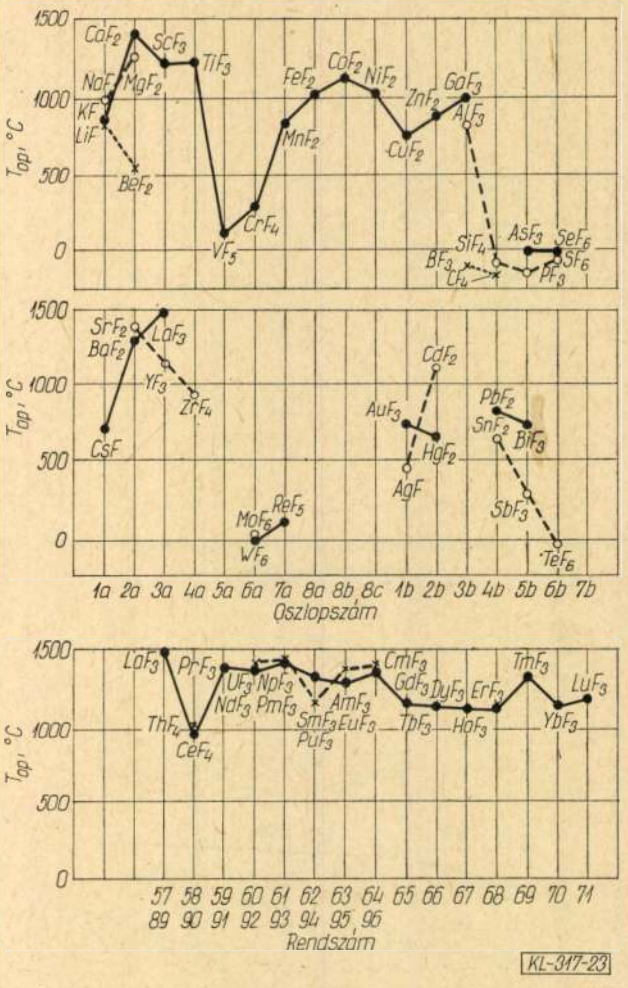
$$\Delta\mu_{X_2}^{2NaX} = \Delta H_k^{2NaX} + \left(2R \cdot \ln \frac{a_{NaX}}{a_{Na}} - \Delta S_k^{2NaX}\right) T \tag{33}$$



21. ábra. Magnéziotermikusan előállítható fémek a periódusos rendszerben



22. ábra. *Fém-kloridok olvadáspontja az oszlop-, sor-, illetőleg rendszám függvényében*



23. ábra. *Fém-fluoridok olvadáspontja az oszlop-, sor-, illetőleg rendszám függvényében*

Ezeket a $\Delta\mu_{X_2}$-értékeket a hőmérséklet függvényében a *26. ábrán* azzal a feltételezéssel ábrázoltuk, hogy

$$T_{fp}^{MeX_2} < T_{fp}^{Na} < T_{fp}^{MeX} \qquad (34)$$

A nátriotermikusan előállítható fémekről a *11—12.*, a *22—25.* és a *27. ábra* tájékoztat. Ebben az esetben elő lehet segíteni a termékek elválasztását Na-amalgámmal való redukcióval.

1.55 Kalciotermikus eljárás

A kalcium igen erős redukálópor, fém-oxidból is tud fémet színíteni, aránylag nagy forráspontja (1440 °C) miatt segítségével 1 atm-nál is lehet dolgozni, és csak ritkán alkot fémes vegyületeket. Hátránya, hogy drága, csak desztillálás után elég tiszta, csak védőgáz vagy védő olvadék mellett lehet vele dolgozni, halogenidjei erősen korrodálnak. A $CaCl_2$ higroszkópos, a CaF_2 pedig gyakorlatilag oldhatatlan, és ez a vegyület desztillálással sem választható el gazdaságosan, mert nagy a forráspontja.

Oxidok kalciummal való redukciójánál J_2 jelenlétében könnyen illanó CaJ_2 keletkezik *(28. ábra)*, S_2 jelenlétében kisebb hőmérsékleten olvadó CaS képződik *(29. ábra)*, a keletkező fém olvadáspontját pedig Zn jelenlétének a biztosításával lehet csökkenteni. A Zn a továbbiakban desztillálással távolítható el.

A kalciotermikusan előállított fémeket a *30. ábra* tartalmazza.

1.56 Lantanotermikus eljárás

A La és a ritkaföldfém-ötvözet igen erős redukálószer. Ezzel a módszerrel oxidokból és halogenidekből szoktak a lantanidákhoz tartozó fémeket előállítani.

2. Termikus bontás

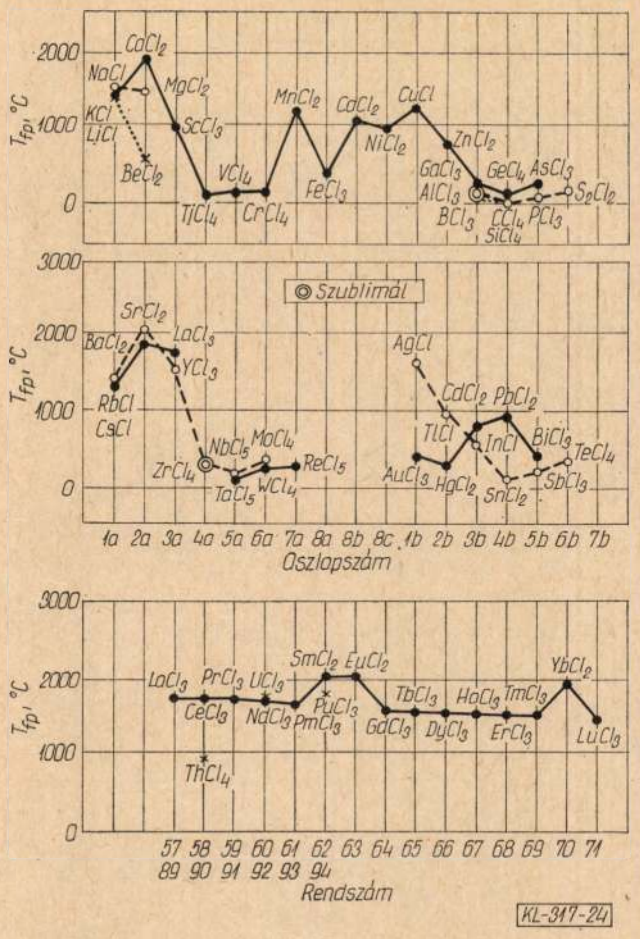
A fémek előállítására használható eljárásokknak ebbe a csoportjába a jodidos vagy Arkel-, a karbonilos, a hidrides eljárás, a komplex fémvegyületek bontása és szubhalidos eljárás tartozik.

2.1 Jodidos- vagy Arkel-eljárás

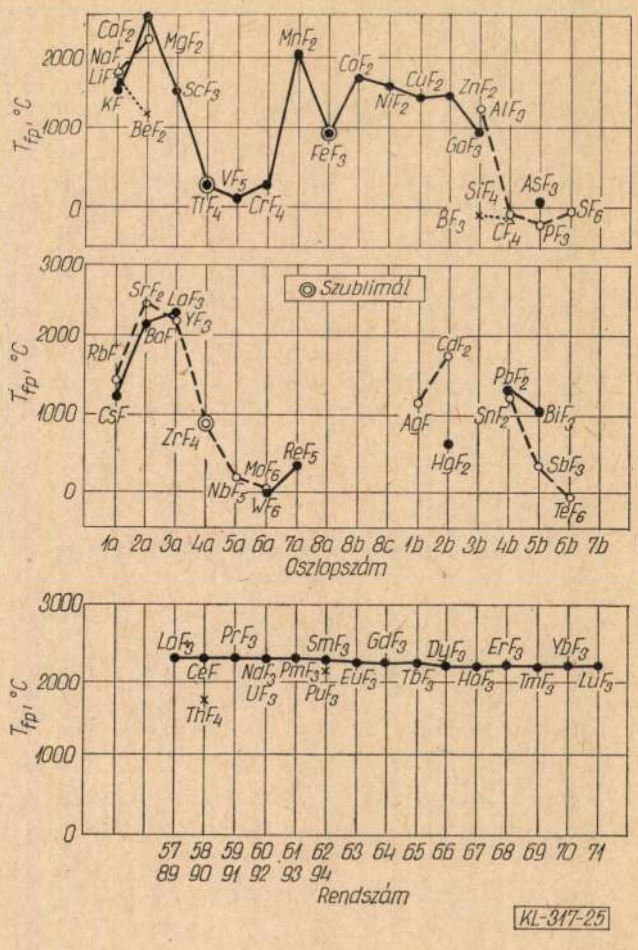
Ennél a munkamódnál az

$$MeX_2 \underset{T_2 < T_1}{\overset{T_1}{\rightleftharpoons}} Me + X_2 \qquad (A_1)$$

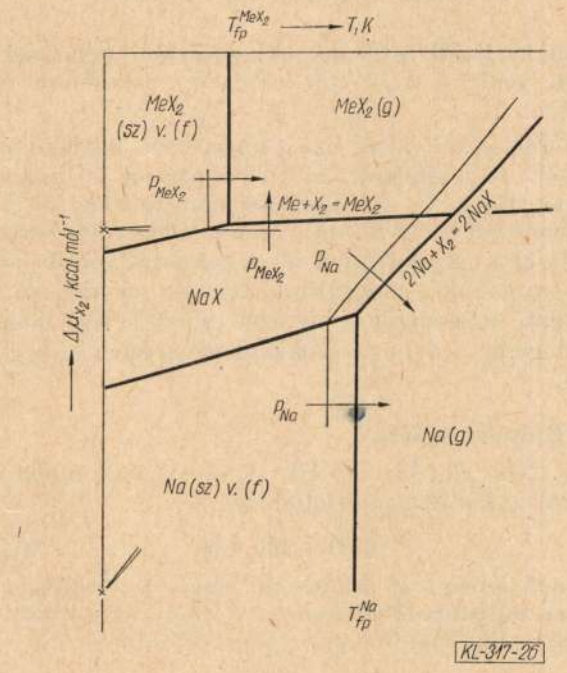
reakció lejátszódását használjuk ki. Ebben X_2 a legtöbbször J_2-t, ritkábban Cl_2-t jelent.



24. ábra. Fém-kloridok forráspontja az oszlop-, sor-, illetőleg a rendszám függvényében

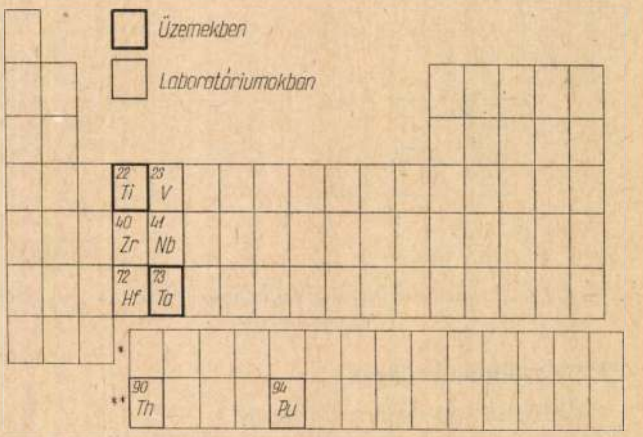


25. ábra. Fém-fluoridok forrásponja az oszlop-, sor-, illetőleg rendszám függvényében

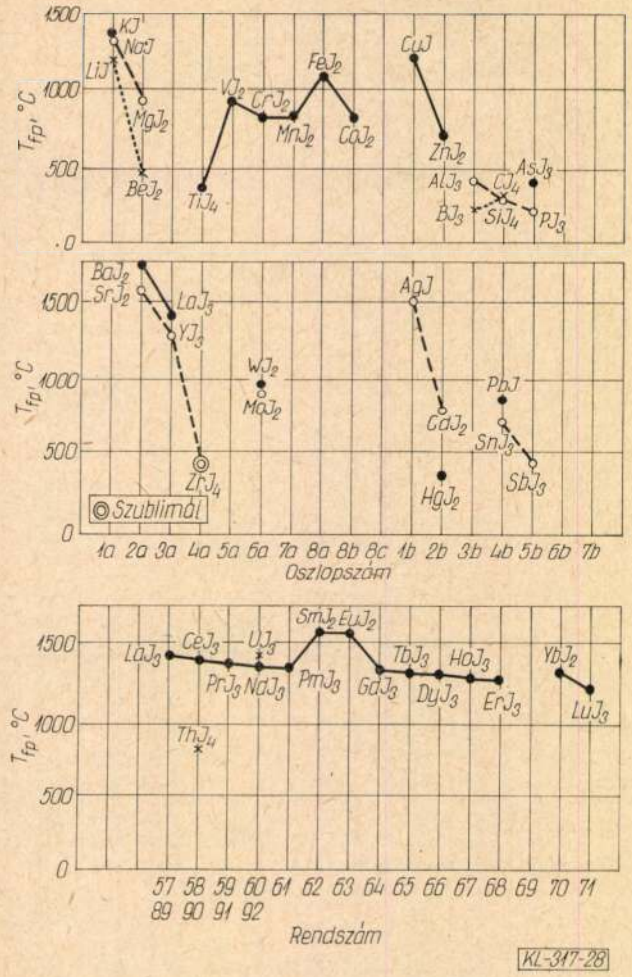


26. ábra. Kémiai potenciálok a nátriotermikus eljárásnál

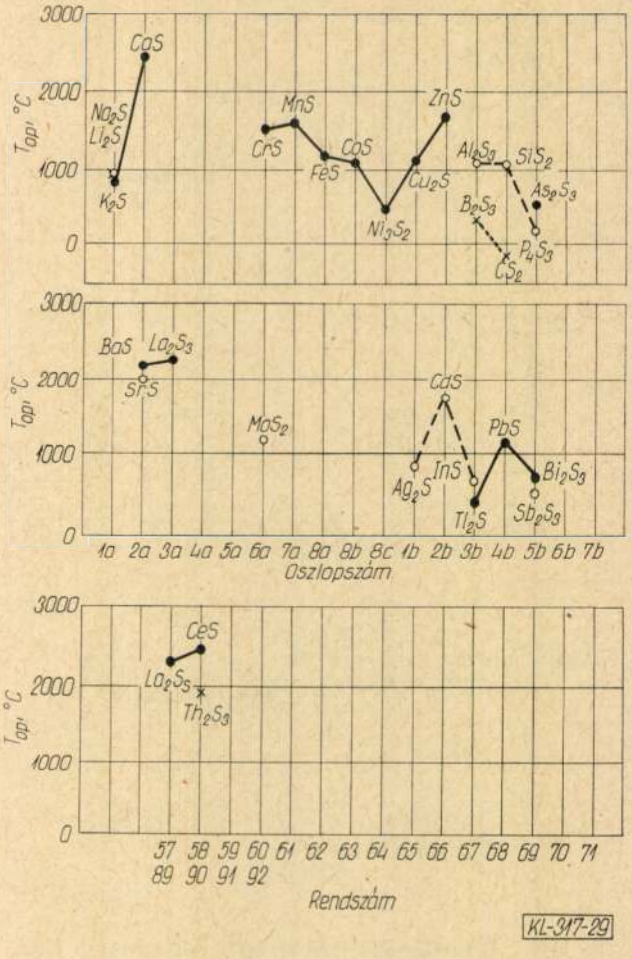
Ehhez azt kell megjegyezni, hogy (A_1)-folyamat, mint minden bomlás endotermás, ezért az egyensúly a fém színülésének irányába a hőmérséklet növelésével tolható el. Az itt elsősorban számításba jövő jodidok forráspontját a *28. ábrában* már láttuk, a *31. ábra* a jodidok olvadáspontját szemlélteti, a *32. ábra* pedig a jodidok bomláshőmérsékletéről tájékoztat.



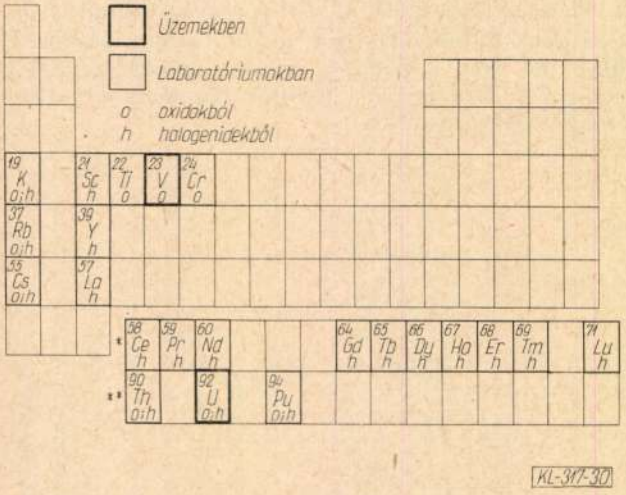
27. ábra. Nátriotermikusan előállítható fémek a periódusos rendszerben



28. ábra. *Fém-jodidok forráspontja az oszlop-, sor-, illetőleg rendszám függvényében*



29. ábra. *Fém-szulfidok olvadáspontja az oszlop-, sor-, illetőleg rendszám függvényében*



30. ábra. *Kalciotermikusan előállítható fémek a periódusos rendszerben*

2.2 Karbonilos eljárás

Ebben az esetben a fémet az

$$Me + xCO \underset{T_2 > T_1}{\overset{T_1}{\rightleftharpoons}} Me(CO)_x \qquad (B_1)$$

reakció szerint állítjuk elő, azaz kisebb hőmérsékleten karbonilt állítunk elő, nagyobb hőmérsékleten pedig a karbonilt elbontjuk színfémre és CO-ra.

A fém színítésénél számításba jövő karbonilok kémiai összetételéről, olvadáspontjáról (°C), forráspontjáról °C, szublimációs hőmérsékletéről °C és bomláshőmérsékletéről a *33. ábra* tájékoztat.

Mivel a (B_1)-folyamat a gázhalmazállapotú mólok számának a megváltozásával jár, azért a karbonilok képződését a nyomás növelésével, bomlását pedig a nyomás csökkentésével lehet elősegíteni.

2.3 Hidrides eljárás

V, Nb, Ta, Ti, Zr, Hf, Sc és Y vákuumban, aránylag kis hőmérsékleten az

$$MeH_2 = Me + H_2 \qquad (C_1)$$

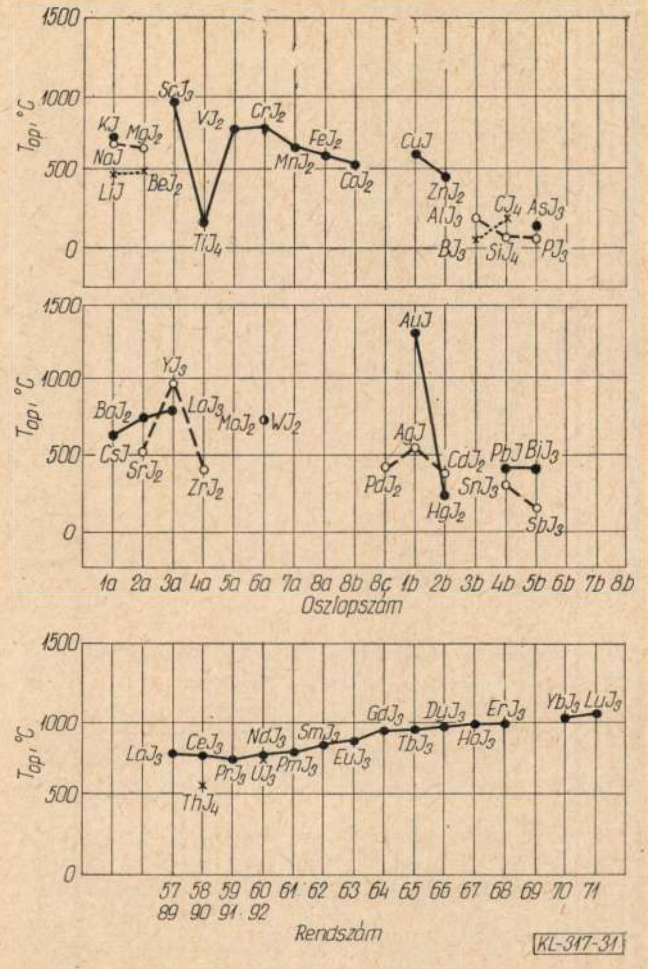
reakció szerint is színíthető. Ezzel a módszerrel fémes hulladékokból könnyen lehet porkohászati célokra alkalmas fémporokat előállítani.

2.4 Komplex fémvegyületek bontása

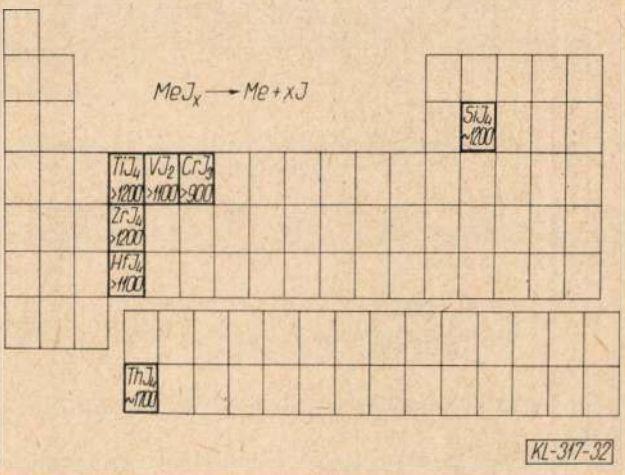
A platinafémek vegyületei hevítéskor pl. a

$$Pt(NH_4)_2Cl_6 = Pt + 2NH_4Cl + Cl_2 \qquad (D_1)$$

reakciónak megfelelően fémporra, ammónium-klo-



31. ábra. Fém-jodidok olvadáspontja az oszlop-, sor-, illetőleg rendszám függvényében



32. ábra. Fém-jodidok bomláshőmérséklete a rendszám függvényében

ridra és klórgázra bomlanak. A folyamat elősegíthető H_2 jelenlétének a biztosításával, mert ilyenkor az elemi klórból HCl keletkezik.

2.5 Szubhalidos eljárás

Ennél a munkamódnál az

$$(y-1)\mathrm{Me} + \mathrm{MeX}_y \underset{T_2 < T_1}{\overset{T_1}{\rightleftharpoons}} y\mathrm{MeX} \qquad (E_1)$$

endotermás reakció szerint illósíthatjuk el és fordítottja szerint állíthatjuk elő a fémet.

3. Elektrolízis

Valamely fémion a katódon az

$$\mathrm{Me}^{2+} + 2e = \mathrm{Me} \qquad (F_1)$$

egyenlet szerint válik le. Ennek szabadentalpiája a koncentrációval és az elektródpotenciállal a következőképpen fejezhető ki:

$$\Delta G_{F_1} = \Delta G^{\circ}_{F_1} + RT \cdot \ln \frac{A_{\mathrm{Me}}}{A_{\mathrm{Me}^{2+}}} = -0{,}239 \cdot 2 \cdot F \cdot e_{\mathrm{Me}}.$$

Ebből

$$e_{\mathrm{Me}} = e^{\circ}_{\mathrm{Me}} + \frac{RT}{0{,}239 \cdot 2 \cdot F} \ln \frac{A_{\mathrm{Me}^{2+}}}{A_{\mathrm{Me}}} \qquad (35)$$

3.1 Elektrolízis vizes oldatból

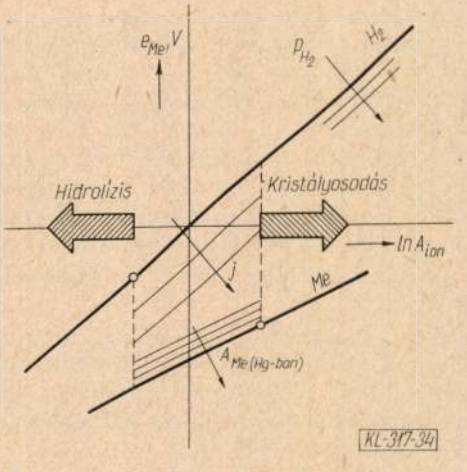
Mivel a katódon mindig a pozitívabb elektródpotenciálú fém válik le, és vizes oldatban H^+ mindig van jelen, azért a fém vizes oldatból való leválaszthatóságának feltétele:

$$e_{\mathrm{Me}} > e_{\mathrm{H_2}}. \qquad (36)$$

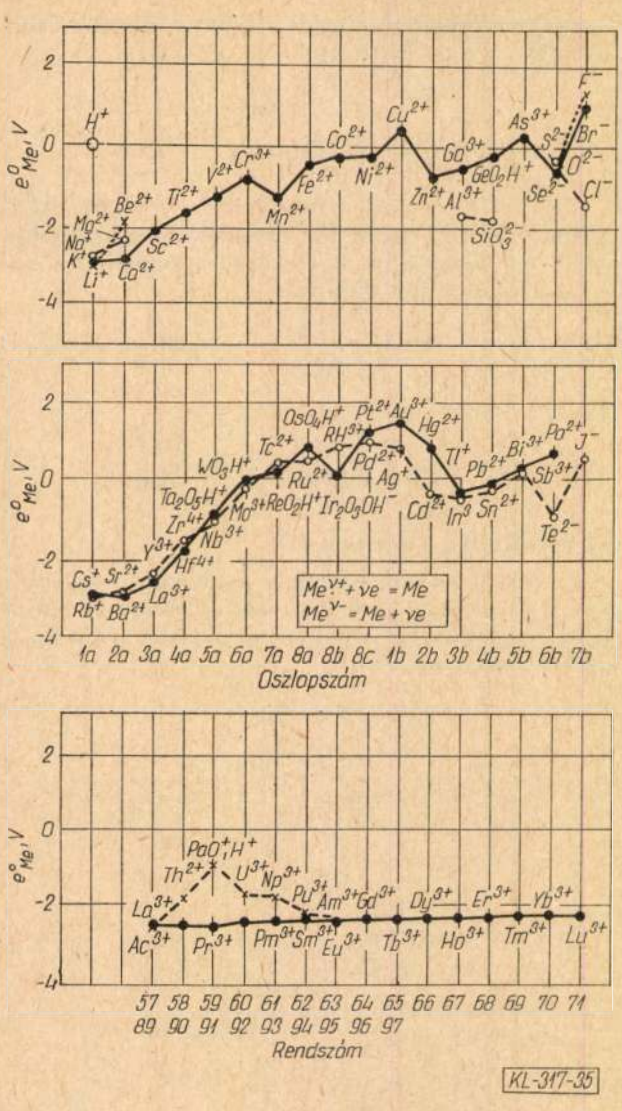
$V(CO)_6$ 70	$Cr(CO)_6$	$Mn_2(CO)_{10}$ 110	$Fe(CO)_5$ (-20) [103] $Fe_2(CO)_9$ 100 $Fe_3(CO)_{12}$ 140	$Co_2(CO)_8$ 51 $Co_4(CO)_{12}$ 60	$Ni(CO)_4$ (-25) [43] 150
	$Mo(CO)_6$	$Tc_2(CO)_{10}$ (-60) {101}	$Ru(CO)_5$ (-22) $Ru_3(CO)_{12}$ $Ru_3(CO)_{12}$	$Rh_2(CO)_8$ (76) $[Rh(CO)_3]_n$ $[Rh_6(CO)_{16}]_m$	T_{op} = (°C) T_{tp} = [°C] T_{sz} = {°C} T_b = °C
	$W(CO)_6$	$Re_2(CO)_{10}$ (177)	$Os(CO)_5$ (-15) $Os_2(CO)_9$ (224)	$Ir_2(CO)_8$ $[Ir(CO)_3]_x$ 210	

KL-317-33

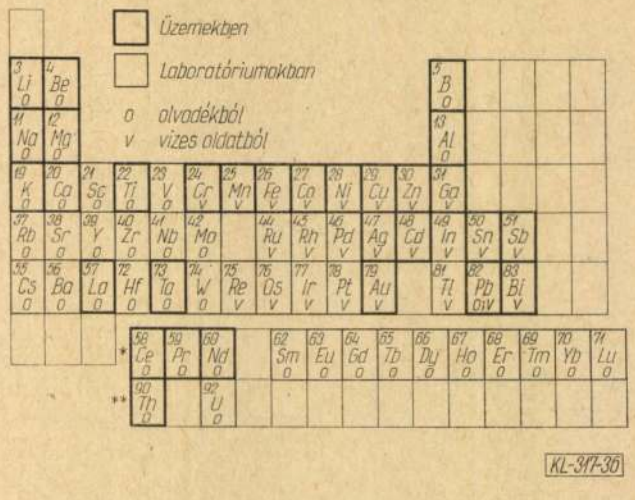
33. ábra. Karbonilok olvadás-, forráspontja, szublimációs és bomláshőmérséklete a periódusos rendszerben



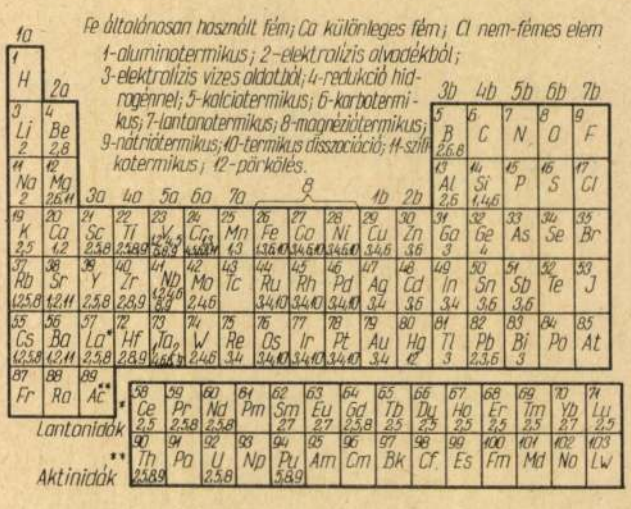
34. ábra. Elektródpotenciálok vizes oldatból való elektrolízisnél



35. ábra. Normál elektródpotenciálok a periódusos rendszerben



36. ábra. Elektrolitos úton előállítható fémek a periódusos rendszerben



37. ábra. A legfontosabb fémelőállító módszerek a periódusos rendszerben

Az utóbbi az

$$e_{H_2} = \frac{RT}{0{,}239 \cdot F} \frac{A_{H_3O^+}}{\sqrt{P_{H_2} \cdot A_{H_2O}}} \qquad (37)$$

egyenlettel írható fel.

Ez a feltétel pozitív normálpotenciálú fémeknél könnyen teljesíthető. Negatív normálpotenciálú fémeknél vagy a fém elektródpotenciálját kell a fémionkoncentráció növelésével, ill. a leválasztot fém aktivitásának a csökkentésével pozitívabbá tenni, vagy a hidrogén elektródpotenciálját kell a hidrogénionkoncentráció csökkentésével (vagy ami ugyanazt jelenti, a pH növelésével), illetőleg a hidrogén parciális nyomásának a növelésével negatívabbá tenni.

Szilárd fémelektródok használata esetén elsősorban a koncentrációkkal módosíthatjuk az elektródpotenciálokat. A fémionkoncentráció azonban csak az oldhatóság határáig, a pH pedig csak a hidrolízis határáig növelhető.

Ha a fém elektródpotenciálja, amint a *34. ábra* mutatja, még mindig negatívabb, akkor először a hidrogéntúlfeszültséget (ηH_2) hívjuk segítségül. Ugyanis a valóságban

$$e_{H_2} = \frac{RT}{0{,}239F} \ln \frac{A_{H_3O^+}}{P_{H_2} \cdot A_{H_2O}} - \eta H_2 \qquad (38)$$

egyenlettel fejezhető ki a hidrogén elektródapotenciálja.

A hidrogéntúlfeszültség elsősorban az áramsűrűségtől függ, és az ezzel való változása az

$$\eta H_2 = a + b \lg j \qquad (39)$$

egyenlettel fejezhető ki. Ez azt jelenti, hogy a katód anyagi minőségétől függően az áramsűrűség növelésével a hidrogénpotenciálnak az ionkoncentráció logaritmusát ábrázoló egyenes önmagával párhuzamosan lefelé tolódik el.

Ha a (36) feltétel a hidrogéntúlfeszültség igénybevételével sem teljesül, akkor kénytelenek vagyunk a levált fém aktivitásának a csökkentésével, pl. amalgámelektródra való leválasztással a fém elek-

tródpotenciáljának megfelelő egyenest önmagával párhuzamosan felfelé tolni.

Ha ez a fogás sem vezet sikerre, diafragmával is megpróbálkozhatunk. Ez ugyanis oldhatatlan anóddal való elektrolízisnél az anódon képződő savnak a katód közelébe való jutását és így a hidrogén elektródpotenciáljának a pozitívabbá válását akadályozza meg.

(38) szerint elvileg a hidrogén elektródpotenciálját még egyféleképpen lehetne negatívabbá tenni és ezzel a fémleválasztást elősegíteni, éspedig a katód környékén a hidrogén parciális nyomásának a növelésével. A gyakorlatban ez csak zárt rendszerben való elektrolízissel lenne megvalósítható.

Az előbb felsorolt fogásokkal a —1 V-nél pozitívabb normálpotenciálú fémeket tudjuk a katódon leválasztani. Amint a *35. ábra* is mutatja, sok olyan fém van, amelyiknek normálpotenciálja —1 V-nál is negatívabb. Ezekben az esetekben csak hidrogént nem tartalmazó szerves oldatból vagy olvadékból lehet elektrolizálni.

A szerves oldatot a gyakorlatban azért nem használják, mert rosszul vezeti az áramot, kevés fémet old és drága.

3.2 Elektrolízis olvadékból

Olvadékból való elektrólízisnél oxidos vagy halogenides elektrolitot használnak. Ilyenkor keverékelektrolit használata esetén az elektrolittal szemben támasztott követelmény az, hogy a benne levő vegyületeket az áram ne bontsa el, illetőleg a vegyületekben levő kationok elektródpotenciálja negatívabb legyen, mint a leválasztani akart fémé, jól oldja a leválasztani akart fém vegyületét, kicsiny legyen a gőznyomás, kevés fémet oldjon és olvadáspontja kevéssel a fém olvadáspontja felett legyen.

Ha szükséges, a katód olvadáspontját Hg, Zn, Cd, Pb vagy Sn adásával csökkentik. Ezek a pótlékok a katódfémből kioldhatók vagy desztillálással eltávolíthatók, és még az az előnyük is van, hogy csökkentik a katódra levált fém aktivitását és (35) értelmében növelik, azaz pozitívabbá teszik ennek elektródpotenciálját.

Az elektrolitos úton előállítható fémekről a *36. ábra* tájékoztat.

4. Cementálás

Valamely elemet vizes oldatból negatívabb elektródpotenciálú elemmel ki lehet ejteni, pl. az

$$Me^{2+} + M = Me + M^{2+} \qquad (G_1)$$

reakcióegyenlet szerint. Tehát a folyamat akkor és addig megy balról jobbra, ha

$$e_M < e_{Me}. \qquad (40)$$

A (40)-ben szereplő elektródpontenciálok a következőképpen fejezhetők ki:

$$e_M = e_M^\circ + \frac{RT}{0{,}239 \cdot 2 \cdot F} \ln \frac{A_{M^{2+}}}{A_M} \qquad (41)$$

és

$$e_{Me} = e_{Me}^\circ + \frac{RT}{0{,}239 \cdot 2 \cdot F} \ln \frac{A_{Me^{2+}}}{A_{Me}}. \qquad (42)$$

A cementálószer nemcsak fém, hanem gáz, pl. H_2 is lehet. Ilyenkor a H_2 elektródpotenciálját (37)-nek megfelelően a pH vagy a hidrogén parciális nyomásának a növelésével teszik negatívabbá. Ezért a gyakorlatban a hidrogénnel való cementálásnál autoklávban, nyomás alatt dolgoznak. Ilyenkor a fémet poralakban kapják.

A *37. ábra* a legfontosabb fémelőállító módszereket foglalja össze, amelyekkel a periódusos rendszer egyes fémeit színítik.

IRODALOM

[1] *Levin, M. E.—Robbins, C. R.—McMurdie, H. F.:* Phase diagrams for Ceramists. Columbus, (Ohio) 1964. The American Ceramic Society. 601 p.

[2] *Wicks, C. E.—Block, F. E.:* Thermodynamic properties of 65 elements — their oxides, halides, carbides, and nitrides. Termodinamicseszkie szvojsztva 65 elementov, ih okiszlov, halogenidov, karbidov i nitridov. Moszkva, 1965. Metallurgija. 240 p.

[3] *Kubaschewski, O.—Evans, E. LL.* :Metallurgical thermochemistry. London—New York, 1958. Pergamon Press. 426 p.

[4] *Lax, E.—Synowietz, C.:* Taschenbuch für Chemiker und Physiker. 2. átd. kiad Bd. I. Makrospoische physikalisch-chemische Eigenschaften. Berlin—Heidelberg, 1967. Springer-Verlag. I—1522.

[5] *Smithells, C. J.:* Metals references book. Vol. II. 3. ed. London, 1962. Butterworths. 569—1076. p.

[6] *Elliott, F. J.—Gleiser, M.:* Thermochemistry for steelmaking. Vol. I. London, 1960. The American Iron and Steel Institute. 294 p.

[7] *Wilson, W. G.—Kay, D. A. R.—Vahed, A.:* The use of thermodynamics and phase equilibria to predict the behavior of the rare earth elements in steel. = Journal of Metals. 1974. 5. sz. 14—23. p.

[8] *Schneider, S. J.—McDaniel, C.:* Problems in accurate measurement: the melting point of Y_2O_3 = Canadian Metallurgical Quarterly. Vol. 13. 1974. 2. sz. 365—368. p.

[9] *Perry, J. H.:* Vegyészmérnökök kézikönyve. 1. köt. (Chemical Engineers' Handbook.) Bp. 1968, Műszaki K. 1096 p.

IV. Országos Ritkafém Konferencia

Budapesten október 2—3.

Timföldgyári aluminátlúg-oldatok vezetőképesség vizsgálatának újabb eredményei

Dr. WÉBER JÓZSEF okl. kohómérnök
Nehézipari Műszaki Egyetem, Fémkohászattani Tanszék, Miskolc

HORVÁTH BÉLA okl. kohómérnök
Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó, Ajka

Dr. KLUG OTTÓ, a kémiai tud. kandidátusa
Magyar Alumíniumipari Tröszt, Budapest

DK: 669.712.1 : 621.317.33

A nátrium-aluminát oldatok vezetőképessége állandó Al_2O_3 koncentráció mellett maximum-értéket mutat. Ez a maximum viszonylag széles (kb. 50 g/l) Na_2O_{kauszt} koncentráció-tartományban széthúzódik és 50 °C-on az üzemi feltáró-lug Na_2O_{kauszt} koncentráció-tartományban jelentkezik. A szerzők vizsgálták a maximum megjelenését a hőmérséklet és a mólviszony függvényében, továbbá a szóda hatását is elemezték. A maximumos görbéket másodfokú regressziós függvényekkel közelítették meg.

A timföldgyári folyamatelemzés céljából a *Fémipari Kutató Intézet* munkatársai több év óta vizsgálják az aluminát-lugoldatok elektrokémiai viselkedését. Ennek során több közleményben ismertették az oldatok vezetőképesség változásait, a kausztikus Na_2O koncentráció és a mólviszony változás függvényében [1—5] és módszert [6] dolgoztak ki az aluminátlugoldatok folyamatos elemzésére. A vizsgálatok rámutattak arra is, hogy az oldatok vezetőképessége állandó Al_2O_3 koncentrációnál maximumon áthaladó görbe szerint változik [3].

Jelen munkánk célja az volt, hogy kiegészítve az FKI ilyen irányú kísérleteit, részletesen megvizsgáljuk az állandó Al_2O_3 koncentrációjú oldatok vezetőképességének változását széles koncentráció tartományban és megkísérlejük az összefüggések matematikai leírását. Az összehasonlíthatóság érdekében méréseinket az FKI-ban kifejlesztett és gyártott *Oschimhometer OK—105* műszerrel [7] végeztük.

Szintetikus oldatok vizsgálata

A szintetikus aluminátlúg — azaz nátrium-hidroxoaluminát(III)-oldatok — vizsgálatakor megállapítottuk, hogy az Na_2O_{kauszt} koncentráció változásával a vezetőképesség változás görbéi meglehetősen „lapos", maximumot mutatnak, amely mintegy 50 g/l Na_2O_{kauszt} tartományra húzódik szét *(1. ábra)*. A maximumok értéke (nagysága) és, amint ezt méréseink bizonyították, a maximumok megjelenési helye is nagymértékben függ a hőmérséklettől.

Miután összehasonlító mérésekről van szó, elégséges az *1. ábrán* csupán a műszerleolvasás értékeit feltüntetni. A tényleges vezetőképesség értékét az egyes méréstartományokra érvényes cellaállandók segítségével számíthatjuk ki. Korábbi munkánkban [4] a lúgoldatok vezetőképességadatait a mólviszony és az Na_2O_{kauszt} koncentráció függvényében már ismertettük. Ennek alapján meghatározható volt, hogy 20 °C-on a vizsgált oldatok vezetőképessége az *1. táblázatban* bemutatott tartományban változott.

Az *1. ábra* görbéiből jól látható, hogy 50 vagy 60 °C-on végezve a mérést, az állandó Al_2O_3 tartalom mellett megjelenő maximumok az üzemeinkben használt ún. „feltárólug" Na_2O_{kauszt}-koncentráció tartományban jelentkeznek. Ez a tény előnyösen felhasználható az üzemi mérő-módszer kialakításában [5, 8, 9, 10].

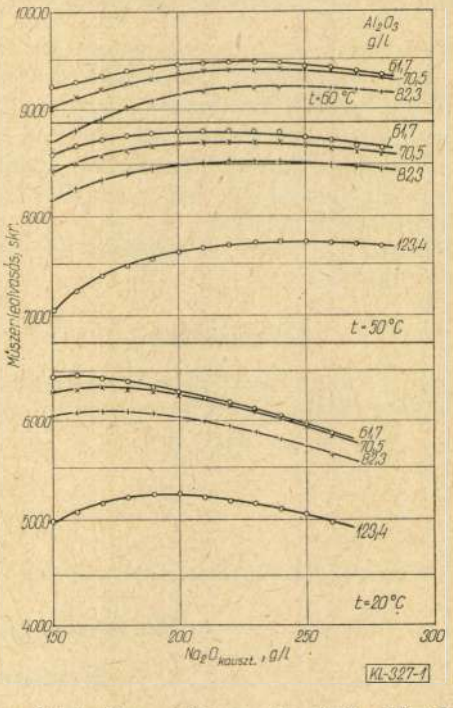
1. táblázat

Aluminátlúg-oldatok vezetőképesség-változásának tartománya állandó Al_2O_3 koncentráció, 20 °C-on

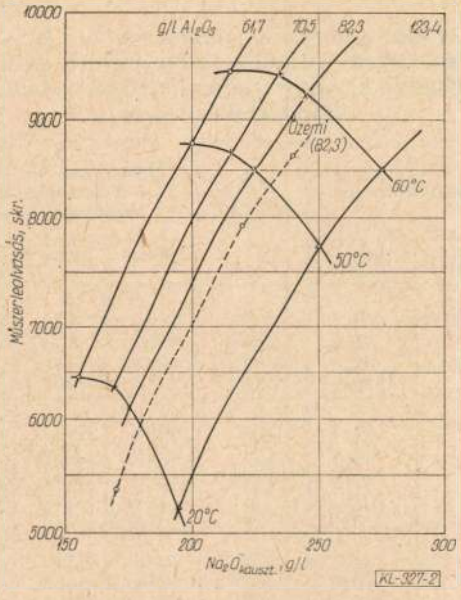
A kiindulási oldat			A végső oldat		
Al_2O_3 koncentrációja, g/l	Na_2O_{kauszt} koncentrációja, g/l	Mólviszonya	Na_2O_{kauszt} koncentrációja g/l	Mólviszonya	Vezetőképesség-tartomány, $ohm^{-1}\ cm^{-1}$
61,7	150,0	4,00	260,0	6,93	0,457—0,420
70,5	150,0	3,50	260,0	6,06	0,432—0,413
82,3	150,0	3,00	260,0	5,20	0,397—0,388
123,4	150,0	2,00	260,0	3,46	0,322—0,315

Az *1. ábra* görbéiből, és az *1. táblázatból* látható az is, hogy az Al_2O_3 koncentráció növelésével a vezetőképesség változás csökken.

Az *1. ábrán* bemutatott mérési eredmények közötti összefüggéseket matematikai statisztikai módszerekkel határoztuk meg. A legjobb közelítésnek elfogadott görbe a legkisebb négyzetek elve

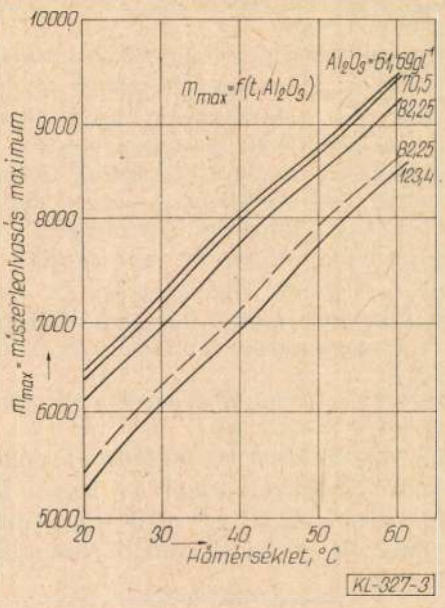


1. ábra. Szintetikus nátrium-aluminát oldatok vezetőképességének változása állandó Al_2O_3 tartalom mellett a hőmérséklet és az Na_2O_{kauszt} koncentráció függvényében A „Na_2O_{kauszt}-független tartomány" meghatározása



2. ábra. Az állandó Al_2O_3 tartalom mellett mért maximális vezetőképesség értékek (M_{max}) változása a hőmérséklet és az Na_2O_{kauszt}-koncentráció függvényében

Az $M_{max} = f(c_{Na_2O_{kauszt}}, c_{Al_2O_3})$ *és az* $M_{max} = f(c_{Na_2O_{kauszt}}, t)$ *függvénykapcsolatok ábrázolása*



3. ábra. A maximális vezetőképesség (műszerleolvasási érték) és a hőmérséklet összefüggése állandó Al_2O_3 koncentrációjú oldatoknál. A $M_{max} = f(t, c_{Al_2O_3})$ *függvénykapcsolat ábrázolása*

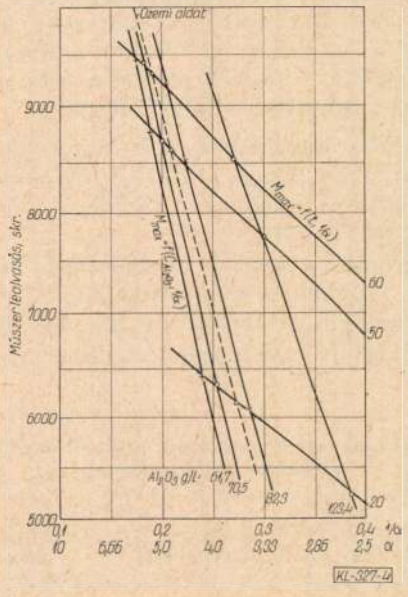
alapján írható fel. Ily módon határoztuk meg az állandó Al_2O_3 tartalomnál a szintetikus aluminátlúg-oldat vezetőképesség változását. A mérések alapján megszerkesztett görbéket másodfokú parabolával, mint regressziós görbével közelítettük. A részletes levezetést [11] mellőzve, itt csupán a regressziós görbe egyenletét mutatjuk be példaként az *1. ábra* 50 °C-on, 82,3 g/l Al_2O_3 koncentrációnál felvett görbéjére, amely oldat az üzemi feltárólugnak felel meg:

$$M = 5791{,}046 + \\ + 23{,}8509 C_{Na_2O_{kauszt}} - 0{,}052 \cdot C^2_{Na_2O_{kauszt}}$$

2. táblázat

Az állandó Al_2O_3 koncentrációnál mért maximumok fellépése a hőmérséklet függvényében

Al_2O_3 koncentráció g/l	Hőmérséklet °C	A maximális vezetőképesség fellépése	
		Na_2O_{kauszt} koncentráció g/l	Mólviszony α
61,7	20	155	4,13
	50	200	5,33
	60	215	5,73
70,5	20	170	3,97
	50	215	5,02
	60	235	5,48
82,3	20	175	3,50
	50	225	4,50
	60	245	4,90
123,4	20	195	2,60
	50	250	3,33
	60	275	3,67



4. ábra. A vezetőképesség (műszerleolvasás) maximális értékének változása a mólviszony reciprok értékének függvényében állandó Al_2O_3 koncentráció, ill. állandó hőmérséklet esetén. Az $M_{max} = f(t, 1/\alpha)$ *és az* $M_{max} = f(c_{Al_2O_3}, 1/\alpha)$ *függvénykapcsolatok ábrázolása*

Az egyenletben M a műszerleolvasás (azaz a vezetőképesség) értéke. Az ily módon leírt görbe korrelációs indexe 0,991-nek, relatív hibája pedig 0,15%-nak adódott. Ennek alapján megállapítható, hogy a szintetikus lúgoldatoknál a vizsgált maximum környezetében a vezetőképesség-Na_2O_{kauszt} koncentráció függvény jól követi a másodfokú parabola értékeit. Az *1. ábrán* bemutatott görbék maximum-értékeit vizsgálva megállapíthattuk azt is, hogy a maximumok környezetében a vezetőképesség független az Na_2O_{kauszt} koncentráció változásától (a [6]-ban leírt eljárásnak megfelelően

„Na_2O_{kauszt}-független tartomány") és csak az Al_2O_3 koncentrációtól függ.

A maximumok értéke a hőmérséklet növelésével a nagyobb Na_2O_{kauszt} értékek felé tolódik el: 20 °C-on a 155—195 g/l tartományban jelentkezik, míg 50 °C-on már 200—250 g/l között, azaz a Bayer-timföldgyártásnál használt feltárólúg összetételénél. A mérés hőmérsékletének megválasztásával ezt az „Na_2O_{kauszt}-független tartományt" a technológiai üzemállapothoz, ill. a vizsgálni kívánt technológiai oldathoz illeszthetjük, és — ha a szódatartalom nem mutat lényeges változást — egy méréssel meghatározhatjuk az oldat Al_2O_3 koncentrációját.

A maximumok hőmérséklet növeléssel való eltolódását a *2. ábra* szemlélteti.

Ezeknek a görbéknek is vizsgáltuk a regressziós függvényeit. Példaként ismét az üzemi feltárólúgnak megfelelő, 82,25 g/l Al_2O_3 koncentrációjú oldat regressziós görbe egyenletét mutatjuk be, amely az

$$M_{max} = 4260{,}991 + \\ + 99{,}159 C_{Na_2O_{kauszt}} - 0{,}2708 C^2_{Na_2O_{kauszt}}$$

alakban írható fel; ennek a közelítésnek relatív hibája 0,42%, a többi maximum esetében is az eltolódás ilyen függvénykapcsolattal jellemezhető. A kísérletileg meghatározott maximum értékeket a *2. táblázat* mutatja. Az ábrán összehasonlításul az *Almásfüzítői Timföldgyár* feltárólúg oldatával kapott eredményeket is feltüntettük.

A *2. ábrából* szembetűnő, hogy a maximumok értéke mind az Na_2O_{kauszt}, mind az Al_2O_3 koncentrációnövekedtével rohamosan csökken, ami az erős elektrolitokra jellemző.

A maximumok tovább vizsgálatánál az $M_{max} = f(t, Al_2O_3)$ függvényt elemeztük. A kísérletileg kapott eredményekből, amelyeket a *3. ábra* mutat be, látható, hogy a maximumeltolódás a kezdeti sza-

3. táblázat

A vezetőképesség maximum értékek egyenletei állandó hőmérsékleten

Hőmérséklet, °C	$M_{max} = f(t, 1/\alpha)$ egyenlete	Korrelációs index	A közelítés relatív hibája, %
20	$M_{max} = 8\,546{,}29 - 8652{,}67(1/\alpha)$ ...	0,999	0,28
50	$M_{max} = 10\,626{,}33 - 9631{,}83(1/\alpha)$ ...	0,998	0,27
60	$M_{max} = 11\,173{,}61 - 9765{,}41(1/\alpha)$ ...	0,987	0,20

4. táblázat

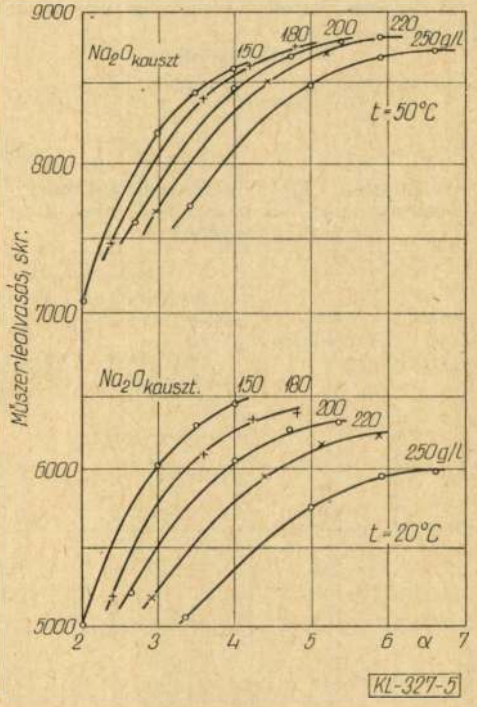
A vezetőképesség maximum értékének egyenletei állandó Al_2O_3 koncentrációnál

Al_2O_3 koncentráció, g/l	$M_{max} = f(c_{Al_2O_3}, 1/\alpha)$ egyenlete	Korrelációs index	Relatív hiba, %
61,7	$M_{max} = 17\,306{,}94 - 45\,137{,}15(1/\alpha)$	0,999	0,55
70,5	$M_{max} = 17\,749{,}67 - 45\,433{,}20(1/\alpha)$	0,999	0,57
82,3	$M_{max} = 17\,309{,}60 - 39\,485{,}67(1/\alpha)$	0,999	0,65
123,4	$M_{max} = 16\,726{,}45 - 29\,979{,}46(1/\alpha)$	0,999	0,36

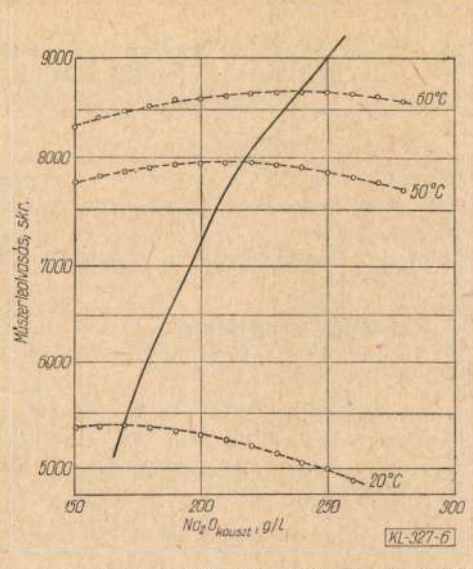
5. táblázat

A műszerleolvasás (vezetőképesség) és a mólviszony közötti összefüggés a vizsgált különböző koncentrációjú szintetikus nátrium-aluminát-oldatoknál

Koncentráció, g/l		Mólviszony α	Műszerleolvasás M a következő hőmérsékleten		
Na_2O_{kauszt}	Al_2O_3		20 °C	50 °C	60 °C
150	61,7	4,00	6440	8591	9190
	70,5	3,50	6309	8424	9003
	82,3	3,00	6025	8175	8691
	123,4	2,00	4989	7069	7658
180	61,7	4,80	6398	8757	9369
	70,5	4,23	6342	8636	9260
	82,3	3,60	6099	8416	9020
	123,4	2,40	5195	7478	8118
200	61,7	5,34	6316	8787	9419
	70,5	4,70	6284	8693	9348
	82,3	4,00	6058	8491	9132
	123,4	2,67	5222	7628	8297
220	61,7	5,87	6192	8774	9438
	70,5	5,16	6186	8706	9394
	82,3	4,40	5962	8516	9181
	123,4	2,94	5180	7705	8411
250	61,7	6,67	5965	8707	9419
	70,5	5,87	5958	8663	9397
	82,3	5,00	5738	8492	9196
	123,4	3,34	5055	7738	8497



5. ábra. A vezetőképesség változás (műszerleolvasás változás) a mólviszony függvényében változó Na_2O_{kauszt} koncentrációjú oldatoknál 20 és 50 °C-on
Az $M = f(\alpha, t)$ függvénykapcsolat bemutatása



6. ábra. Az Almásfüzitői Timföldgyár feltárólúgjának vizsgálata: a vezetőképesség (műszerleolvasás) változása a hőmérséklet és az Na_2O_{kauszt} koncentráció függvényében, állandó Al_2O_3 tartalomnál. Az $M = f(t, c_{Na_2O_{kauszt}})$ függvénykapcsolat ábrázolása

kaszon közel lineáris, a nagyobb koncentrációk felé pedig görbe mentén elhajlik. Ennek oka elsősorban azzal magyarázható, hogy az Al_2O_3 koncentráció növelése a maximum értékét csökkenti.

A *Fémipari Kutató Intézet* méréseinél bizonyítást nyert [2, 6], hogy a vezetőképesség és a mólviszony reciprok értéke között — állandó hőmérsékleten — lineáris összefüggés van mind a kis ($\alpha \sim 1{,}5$—2), mind a nagyobb ($\alpha \sim 2{,}8$—4) mólviszony tartományban. Ez a megállapítás méréseinknél is, érvényesült, és a *4. ábra* egyenesei szemléltetik az $\alpha = 2$—6 közötti mólviszony tartományban a lineáris összefüggést. Az egyenesek egyenleteit a *3. táblázat* foglalja össze.

A *4. ábrából* látható továbbá, hogy a vezetőképesség és a mólviszony reciproka között az Al_2O_3 koncentráció függvényében is lineáris összefüggés áll fenn, amelyet az egyes általunk vizsgált koncentrációkra a *4. táblázat* egyenleteivel írhatunk le.

E lineáris összefüggések felhasználhatók az elemzéshez, olyan tömény aluminátlúgok esetében, amelyeknél a szódatartalom gyakorlatilag állandó értékű. Ez esetben egyetlen vezetőképesség-méréssel meghatározható az oldat összetétele: az üzemi technológiának megfelelő Na_2O_{kauszt} koncentrációhoz kiválasztjuk a szükséges mérési hőmérsékletet, erre termosztálva az oldatot, mérjük a vezetőképesség változást, ami egyértelműen meghatározza az Al_2O_3 koncentrációt; ezt az értéket a *4. ábrának* megfelelően az abszcisszára vetítve, megkapjuk a mólviszony reciprokértékét, amiből az Na_2O_{kauszt} érték kiszámítható.

A maximumok további vizsgálatánál meghatároztuk a vezetőképesség és a mólviszony összefüggését, különböző Na_2O_{kauszt} koncentrációknál. A mérések eredményét az *5. táblázat* mutatja be. Felrajzolva az $M_{max} = f(\alpha, t)$ görbéket, magasabbrendű függvénnyel leírható görbesereget kapunk *(5. ábra)*, amelyből látható, hogy a vezetőképesség a mólviszony növekedésével kezdetben rohamosan nő, majd aszimptotikusan megközelíti az $\alpha = \infty$, tiszta Na_2O_{kauszt} tartalmú oldat vezetőképességét. A görbékből jól látható, hogy az Na_2O_{kauszt} koncentráció csökkenésével a vezetőképesség nő egészen a már korábban megállapított, és kb. 130 g/l-nél jelentkező maximumig [1, 3, 6].

A szóda hatásának vizsgálata

A szóda hatásáról azt állapítottuk meg, hogy Na_2CO_3 jelenléte az állandó Al_2O_3 koncentráció mellett fellépő maximum helyét csak kevéssé befolyásolja, és ezt a kisebb Na_2O_{kauszt} koncentráció értékek felé tolja el.

Ha összehasonlítjuk az azonos koncentrációjú szintetikus és üzemi oldatot, akkor meghatározható, hogy közel 15 g/l $Na_2O_{szóda}$ hatására a maximum-érték — mindhárom vizsgált hőmérsékleten — 5 g/l Na_2O_{kauszt} értékkel tolódik el. A mérések egyúttal igazolták azt a korábbi megállapítást is [4], hogy a szóda jelenléte a nagy Na_2O_{kauszt} koncentráció-tartományban csökkenti a vezetőképességet, ami a disszociáció visszaszorulásával magyarázható.

Üzemi feltárólúg-oldat vizsgálata

A szintetikus oldatokkal folytatott mérések alapján megvizsgáltuk az *Almásfüzitői Timföldgyárból* származó feltárólúg-oldatot is. Ez az oldat Al_2O_3 koncentrációra nézve 82,3 g/l-es volt, azaz az egyik szintetikus oldattal egyezett. A mérési eredmények, amelyeket a *6. ábrán* láthatunk, jól mutatják, hogy a maximumok megjelenése 50 és 60 °C-on lényegében az üzemi feltárólúg Na_2O_{kauszt} koncentrációjának (200—220 g/l) környezetébe esik. Ez a vezetőképesség maximum közel 40 g/l Na_2O_{kauszt} intervallumra elnyújtottan jelentkezik, ami az üzemi mérések szempontjából kedvező. A *6. ábrán* bemutatott görbék matematikai modellezésénél is a másodfokú regressziós görbe meghatározása elegendőnek bizonyult. Az 50 °C-on mért értékeket a következő regressziós görbe jellemzi:

$$M_{max} = 6183{,}77 + 16{,}26 \cdot c_{Na_2O_{kauszt}} - 0{,}038 \cdot c^2_{Na_2O_{kauszt}}$$

Ez a görbe csak állandóiban tér el a szintetikus oldatétól *(6. táblázat)*, ami bizonyítja, hogy a je-

6. táblázat

A 82,3 g/l Al_2O_3 tartalmú szintetikus és üzemi aluminátlúg oldat $M = f(c_{Na_2O_{kauszt}})$ görbéjét 50 °C-on leíró függvények összehasonlítása

A regressziós függvény	Szintetikus (szódamentes) oldat	Üzemi feltárólúg-oldat
Állandója	5791,05	6183,77
Az elsőfokú tag együtthatója	23,85	16,26
A másodfokú tag együtthatója	0,052	0,038
Korrelációs index	0,991	0,999
Relatív hiba, %	0,15	0,04

lenléte a maximumos görbén nem okoz torzulást, csupán eltolódást.

A maximum-értékeket összekötő vonal jól ábrázolja a maximumok eltolódását a hőmérséklet növelésével a nagyobb Na_2O_{kauszt} koncentráció felé.

A mérési hibák elemzése

A teljesség kedvéért röviden elemezni kell a mérések hibáit is. Annak ellenére, hogy maga a mérőműszer [7] precíziós vezetőképesség mérést tesz lehetővé, amelynek hibája mintegy 0,1—0,3 rel%, jelentős hibaforrásokkal kellett számolnunk. Ezek egyike az NaOH -ból adódik. Amíg ugyanis a tiszta NaOH elméletileg 77,5% Na_2O_{kauszt}-nak felel meg, a kereskedelmi a. lt. minőségű termék csak 74,6%-ot tartalmaz. Úgyszintén hibaforrás — és méréseinknél ezt átlagértékként vettük figyelembe —, hogy a kb. 50 g/l Na_2O_{kauszt}-nak megfelelő NaOH beadagolásásakor mintegy 2%-os térfogatnövekedés lép fel, ami esetünkben 15—20 ml oldat-térfogat változást jelentett. Ehhez járul a kémiai elemzés hibája is, ami a meghatározások kb. 1%-os relatív hibáját eredményezheti.

A hibaforrások ismerete és a lehetséges hibák figyelembe vétele alapján sikerült a méréseket kellő pontossággal végezni, és a korábban már megfigyelt jelenséget — a maximum fellépését állandó Al_2O_3 koncentrációnál — részletesen megvizsgálni.

IRODALOM

[1] *Kovács, F., Klug, O., Gombos, M. és Farkas, F.:* Chemia Analityczna (Warszawa), *16.* 251. (1971).

[2] *Klug, O., Farkas, F., Gombos, M., Kovács, F. és Németh, B.:* Zbornik Radova JUREMA (Zagreb), 1970. *73.*

[3] *Farkas F., Gombos M., Kovács F. és Klug O.:* BKL-Kohászat, *106.* 330. (1973).

[4] *Farkas F., Kovács F., Klug O. és Gombos M.:* Magy. Kémiai Folyóirat, *80.* 1. (1974).

[5] *Farkas F., Kovács F., Klug O., Gombos M., Németh B. és Barakka I.:* BKL-Kohászat, *106.* 184. (1973).

[6] *Kovács F., Klug O., Gombos M. és Farkas F.:* 161 078 sz. magyar szabadalom (Bej. 1969. ápr. 24).

[7] *Farkas F., Kovács F., Gombos M. és Klug O.:* 162 244 sz. magyar szabadalom (Bej. 1971. ápr. 15.)

[8] *Farkas F., Klug O., Gombos M., Kovács F. és Németh B.:* BKL-Kohászat, **108.** 38 (1975).

[9] *Pungor E., Tóth B. és Valló F.:* PU-170 alapsz. magyar találmányi bejelentés (1970).

[10] *Pungor, E., Tóth, B. és Valló, F.:* Hung. Sci. Instr., No. 27. 23. (1973).

[11] *Horváth B.:* Diplomamunka. NME Fémkohászattani Tanszéke, Miskolc, 1974.

Alumínium elektrolizáló kádak mágneses térerősségének vizsgálata

ŐRKÉNYI JÓZSEF okl. kohómérnök, PŐCZE JÓZSEF okl. villamosmérnök,
ÁDÁM JÁNOS okl. vegyészmérnök, HORVÁTH JÁNOS okl. vegyészmérnök
Fémipari Kutató Intézet

DK: 669.71: 538.12

A nagyteljesítményű elektrolizáló kádaknál a nagy áramerősség a munkatér belsejében is jelentős elektromágneses erőket hoz létre. Ezen erők következtében a kádban levő fém felszíne a vízszintes helyzethez képest függőleges irányban deformálódik.

Ismeretes, hogy a 80 kA feletti áramerősségű újabb üzemekben speciális változtatásokat hajtanak végre, hogy csökkentsék vagy kiküszöböljék a mágneses térerő okozta hatások kellemetlen következményeit. Az elmúlt években a probléma gyakorlati és elméleti kérdéseivel sokan foglalkoztak, közülük néhányan az áram és mágneses tér kölcsönhatására különböző elméleteket állítottak fel, melyeket számításokkal is igyekeztek igazolni [1, 2, 3]. Mások a mágneses térerősség technológiai kihatását vizsgálták és megállapították, hogy a mágneses térhatás következtében létrejött fémtükör deformáció az áramhatásfok romlását eredményezi, amit az anódgáz összetételének eltérése is igazol a kád különböző pontjain [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Kutatók, a sínezés hatását tartva legfontosabbnak, elsősorban azt vizsgálva tettek javaslatot szerkezeti módosításokkal a mágneses térerősség csökkentésére [12, 13, 14, 15]. A fémnívó vízszintestől való eltérésének mérésével *Gupalo* [16] foglalkozott, a fémcirkuláció meghatározását pedig *Dogramadzsi* [17] végezte el Co 60 izotóp segítségével. Mások a deformációt okozó mágneses térerősséget és a deformáció mértékét modellkísérletekkel vizsgálták [18, 19, 20], míg *Korobov* [21] hasonló módon az elektródákban észlelhető árameloszlások mérésével foglalkozott.

A fémdeformációt kiváltó erők és a deformáció értékének számítására az irodalom több összefüggést ismertet [22, 23, 24, 25, 26, 27, 28]. Ezek közül legismertebbek *Dogramadzsi* és *Rudakov* számítási képletei. Feltevésük szerint az elektrolizáló kád áramvezetői körül elektromágneses erők lépnek fel, melyek nagysága az

$f = H \cdot \sin \alpha \cdot 10^{-1}$ képlettel fejezhető ki. Üzemi mérések tapasztalatai alapján a hosszanti vízszintes áramsűrűséget $\delta x = 0{,}2\ \delta z$-nak fogadták el, s a keresztirányú komponenst elhanyagolták, $\delta y = 0$.

A 100—130 kA-es kádakon végzett mérések és modellvizsgálatok a konstrukciós paraméterek és főleg az elektromos áram keltette térerősségek eltérő hatásai miatt azonban a 70—80 kA-es kádakra léptékarányosan nem vihetők át. Az ezeknél fellépő hatások külön vizsgálatot igényelnek.

A mágneses térhatások meghatározását célzó üzemi méréseinket három részre bontottuk, úgy mint:

— a fémben fellépő mágneses térerősség mérésére,
— a kádak vízszinten áramösszetevőinek mérésére,
— a fémfelszín deformációjának mérésére.

1. táblázat

A mágneses térerő hosszirányú összetevője *Hx*

Mérési helyek	1. csop.	2. csop.	3. csop.	A_{43}	D_{43}	1. csop.	2. csop.	3. csop.	C_{43}	B_{43}	B_0	C_0
1	28	28	30	28	20	29	36	28	26	27	33	25
2	34	36	35	33	30	36	38	29	31	30	34	39
3	36	43	38	34	32	42	40	35	32	36	3 39	45
4	40	43	38	40	35	42	49	38	34	38	46	46
5	30	37	33	35	32	32	40	—	32	37	36	39
6	−33	−38	−31	−33	−34	−33	−39	−29	−26	−38	−39	−40
7	−36	−46	−40	−36	−41	−42	−46	−37	—	−45	−42	−43
8	−38	−46	−39	−34	−36	−40	−41	−32	—	−36	−42	−49
9	−32	−36	−35	−31	−31	−33	−39	−30	−27	−32	—	−40
10	−25	−30	−32	−24	−26	−27	−30	−28	−27	−28	−25	−32
	Külső sor					Belső sor						

2. táblázat

A mágneses térerő keresztirányú összetevője *Hy*

Mérési helyek	1. csop.	2. csop.	3. csop.	A_{43}	D_{43}	1. csop.	2. csop. B_{10}	3. csop. C_{10}	C_{43}	B_{43}	B_0	C_0
1	32	41	38	29	30	36	30	28	38	30	1	38
2	24	26	19	23	25	18	22	16	24	21	36	21
3	5	11	8	10	13	9	10	3	12	10	11	9
4	— 7	4	— 8	1	4	−15	— 2	−12	— 4	— 2	−11	0
5	−32	−10	−16	−10	— 9	−22	— 4	—	−18	— 8	−21	— 7
6	−35	−22	−32	−22	−20	−39	−13	−36	−28	−12	−21	−11
7	−22	−11	−18	−12	−14	−20	— 9	−24	—	−12	−12	— 9
8	— 3	— 2	— 3	2	1	— 8	0	— 9	— 4	— 4	— 1	1
9	15	16	13	14	10	12	13	8	10	9	—	16
10	34	33	30	24	29	30	22	31	22	29	37	30
	Külső sor					Belső sor						

1. Elektrolizáló kádak mágneses terének mérése

1.1 A mérés módszere

A mágneses térerősség intenzitásának mérésére kialakított műszer alapjául egy mágnesesen telített vasmagú x—y—z derékszögű koordináták irányába orientált tekercs-rendszer szolgál. A külső járulékos mágneses mezőnek a szonda vasmagjára gyakorolt hatása — előmágnesezése — következtében megváltozik azok mágneses karakterisztikája. A tekercsek rezonancia pontjai elhangolódva a mérendő mágneses térerősséggel arányos jelet adnak, amelyet az e célra skálázott műszer — átkapcsolással — a három térbeli koordinátának megfelelően jelez. A műszer alaphibája ±2%.

A mérések sorközi és végkádakon, valamint külső és belső sorok kádjain történtek, külön figyelve a katódsínkötegek különböző helyzeteit. A mérési eredmények táblázataiban az 1. csoportba a sorközi kádak, 2. csoportban az átjárók kádjai, s a 3. csoportban az átjárók utolsó előtti kádjai szerepelnek.

1.2 A mágneses térerősség vektorainak hosszirányú összetevője *Hx*

Amint az *1. táblázat* eredményeiből látható, a mágneses térerősség hosszirányú összetevői gyakorlatilag teljesen szimmetrikusak a kád hosszirányú tengelyére, nem függnek a sínkeresztmetszet sajátosságaitól és a kádnak a szériában elfoglalt helyzetétől. A két oldal abszolút értékeinek különbsége kisebb, mint 2—3 hA/m.

Nem nagy az eltérés a *Hx* középértékeiben a kádak helyétől függően sem (5—7 hA/m). Az elektromágneses erők, melyek a mágneses térerősség hosszirányú összetevői és a függőleges irányú áram egymásrahatásaként keletkeznek, gyakorlatilag teljesen kiegyenlítődnek.

1.3 A keresztirányú összetevők: *Hy*

A *2. táblázat* adatai szerint a kádak áramvezető oldalán a mágneses térerősség keresztirányú összetevői abszolút értékének átlaga nagyobb, mint az ellentétes oldalon. Ennek magyarázata, hogy az anódsínek által létrehozott *Hy* jelentősen megnöveli a keresztirányú összetevők értékét.

A keresztirányú összetevők aszimmetriája legszembetűnőbb a 2. kádcsoportnál (átjáró végkádjai), ahol a különbség 18—21 hA/m, melynek oka a következő kád felszálló vezérsínjének nagy távolsága (hiánya). A sorközi kádakra általában jellemző a mágneses térerősség keresztirányú összetevőinek szimmetriája.

A *Hy* középértékeinek különbsége az analóg pontokban 3—5 hA/m értéknek adódott. (A 150 kA-es egyoldalú árambevezetésű kádaknál a SZU-ban 16 hA/m értékek találhatók.)

A mágneses térerősség keresztirányú összetevőinek eloszlásából megállapítható, hogy a kádak sínezése nincs negatív hatással az áramhatásfokra.

3. táblázat

A mágneses térerő függőleges irányú összetevője, Hz

Mérési helyek	1. csop.	2. csop.	3. csop.	A_{43}	D_{43}	1. csop.	2. csop. B_{10}	3. csop. C_{10}	C_{43}	B_{43}	B_0	C_0
1	20	19	21	10	15	24	22	25	10	23	31	40
2	7	15	15	6	— 6	16	14	23	10	12	25	21
3	— 2	0	7	— 5	— 8	4	6	9	6	— 3	19	7
4	— 5	— 4	—10	—10	—12	— 2	—15	14	6	— 9	0	— 2
5	—12	—23	—13	—19	—16	—11	—25	—	2	—16	—31	—35
6	—22	— 6	—20	—24	— 8	— 8	0	— 4	—20	—10	— 7	11
7	—29	—18	—29	—31	—18	—22	—26	—37	—	—33	—20	—13
8	—34	—25	—36	—40	—28	—23	—20	—39	—	—32	—26	—26
9	—42	—35	—40	—42	—26	—39	—30	—46	—38	—33	—	—28
10	—44	—44	—46	—44	—47	—44	—39	—54	—40	—47	44	—41
	Külső sor					Belső sor						

Kivételt képez a csarnok pár sorvégi kádja, illetve az átjáró némely kádja, melyeknél fémmozgás volt észlelhető.

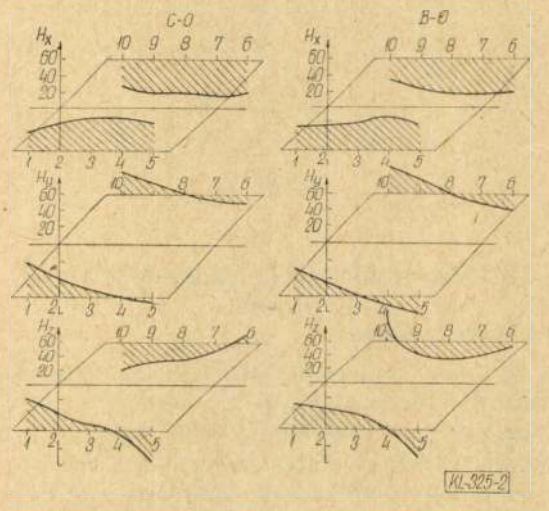
1.4 A függőleges összetevő: *Hz*

A függőleges összetevő értékelésére általában meghatározott 4. pontból (hosszú oldalak szélein) veszik az értékeket, ahol ezek többnyire maximumot mutatnak.

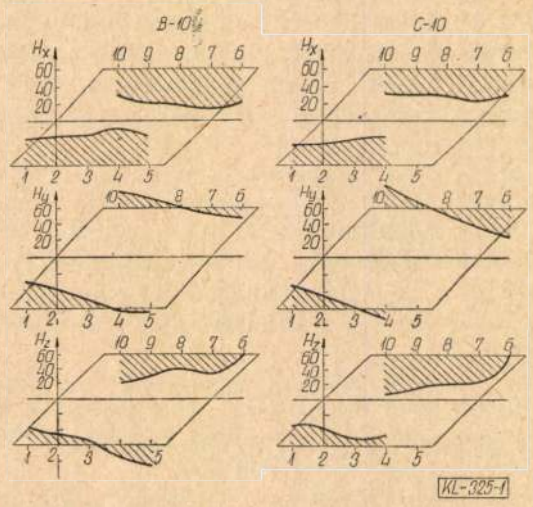
A mérési adatok alapján *(3. táblázat)* látható, hogy a mágneses térerősség függőleges komponensének eloszlása aszimmetrikus a kád mindkét tengelyéhez képest.

A külső sori kádaknál a mágneses térerősség függőleges összetevőjének aszimmetriája a kád hossztengelyéhez viszonyítva átlagban 29 hA/m, a keresztirányú tengelyhez pedig átlagban 37 hA/m, de esetenként az áram irányához viszonyítva jobb oldali kádnál ez az aszimmetria 66 hA/m-t is elért. A belső sori kádaknál az aszimmetria foka valamivel alacsonyabb, megfelelően 20 hA/m; 33 hA/m, 54 hA/m. Ez azzal magyarázható, hogy a belső sori kádaknál a szomszédos kádsorok áramai által létrehozott függőleges összetevők kiegyenlítik egymást. Az elektromágneses erők miatti káros hatás tehát erősebben érezhető a külső sori kádaknál, mint a belsőknél.

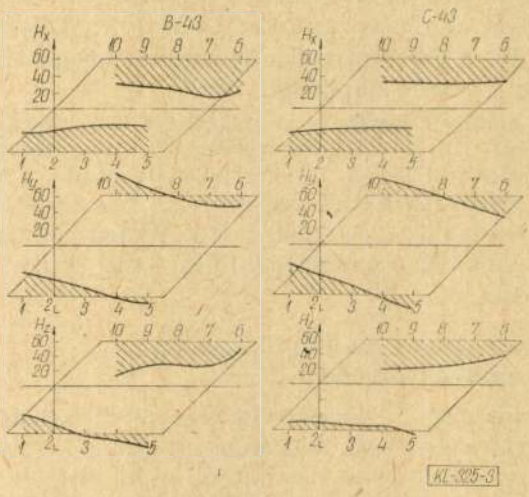
A függőleges összetevők asszimmetriáját a kád sínszerkezete is befolyásolja. A vizsgált kádak sínszerkezetének felépítésénél ferde helyzetű anódvezérsínköteg az 1 és 5 pontokban + előjelű függőleges összetevőt indukál, a 6, 10 pontokban negatívat és ezzel nagy aszimmetriát képez a kád tengelyére nézve. Emiatt a folyékony fém felületén



2. ábra. Hx, Hy és Hz komponensek a C-0 és B-0 kádakon



1. ábra. Hx, Hy és Hz komponensek a B-10 és C-10 kádakon



3. ábra. Hx, Hy és Hz komponensek a B-43 és C-43 kádakon

jelentős torzulást lehetett volna várni, különösen azokban a pontokban, ahol a mágneses térerősség összetevőjének abszolút értéke maximumot mutat.

A *Hx*, *Hy* és *Hz* komponensek jellemzésére a *1—3. ábrák* szolgálnak.

A mágneses térerősség mérések szerint a vízszinten összetevőkre a szimmetria, míg a függőleges összetevőkre az aszimmetria jellemző. Ez önmagában is káros hatással lehet a fémtükör elferdülésére, illetve az áramhatásfokra annak ellenére, hogy a vízszintes összetevő nem jelentős. Nincs azonban káros hatás, ha az árameloszlás a katódban egyenletes, vagyis nincs jelentős vízszintes irányú áram a fémben. A vizsgált kádaknál ennek megfelelően általában 1—3 cm-es fémtükör deformációt észleltünk és csak egyes pontokban volt 5—6 cm-es nagyságú.

2. Árameloszlás mérés üzemi elektrolizáló kádakon

2.1 Mérési módszer ismertetése

A kialakított, vezetékbontás nélküli anód-katód áramerősségmérő műszer tekercse a magnetomotoros erők mérésére használatos mágneses övek változatának tekinthető. Ezen övek, azaz *Ragovszki* tekercsek, szigetelő és nem mágnesezhető anyagból készült tekercstestek, ahol a hajlékony tekercstestre — klasszikusan egy bőrszíjra — vékony, nagy menetszámú, hajlékony rézhuzalt tekercselnek és ennek végeit fluxmérővel vagy ballisztikus galvanométerrel kötik össze. Ha ezen övet stacioner mágneses térbe helyezik, akkor az övnek a térből történő kivételekor, vagy a mágneses tér megszűnésekor, a tekercsben elektromotoros erő lép fel, indikálódik. Ekkor a ballisztikus galvanométeren mint indikáló műszeren áthaladó, töltésmennyiség (q) arányos lesz az öv két végpontja közötti (a, b) magnetomotoros erővel

$$\int_a^b \overline{H} \cdot \overline{dl} = k \cdot q$$

ahol: $\overline{H}$ = a mágneses térerősség; $\overline{dl}$ = az elemi hosszúságú övdarab; k = az öv, vagy tekercs konstansa.

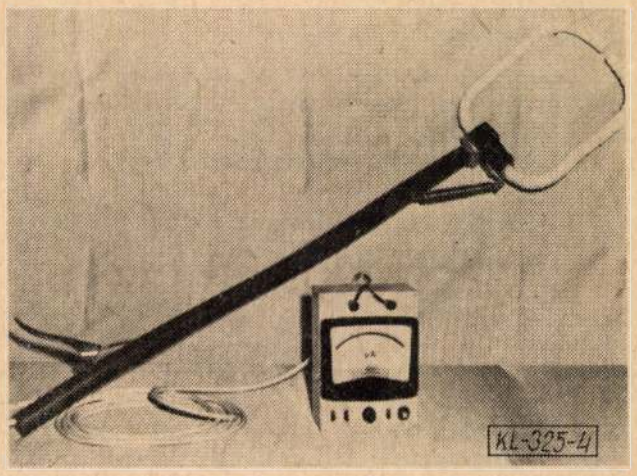
A *Birot-Sawart* törvényből levezetett gerjesztési törvény kimondja: ha tetszés szerinti áramok által átjárt térben tetszés szerinti zárt vonalat tekintünk, akkor ezen zárt vonal mentén a mágneses térerősségvonal integrálja egyenlő lesz ezen zárt vonalra kifeszített felületen áthaladó áramok összességével, azaz

$$\oint \overline{H} \cdot \overline{dl} = \Sigma \cdot I$$

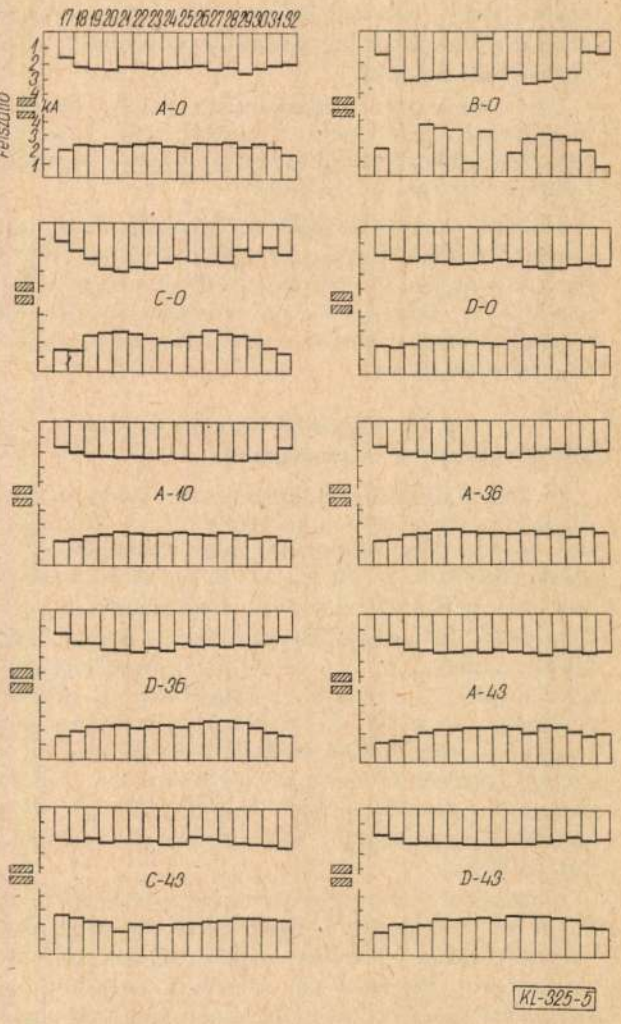
A vonal integrál értékének kialakításában csak azok az áramok szerepelnek, amelyeket a zárt vonal körülhurkol. Ha tehát az öv egyenáramot vivő vezetéket vesz körül, a gerjesztési törvényből az I áramerősség nagyság meghatározható.

A *Rogowszki* tekercs hajlékony magját, melyre a tekercselést végezzük (két fél gyűrű helyettesíti), mellyel átfogható az áramot vívő sín. A ballisztikus galvanométer mutatójának maximális kitéréséből — közvetlen skálázás, vagy hitelesítő diagram segítségével — meghatározható a katódsínben vagy anódtüskében folyó áramerősség.

A mérés érzékenységének növelését a galvanométer és tekercsellenállás helyes illesztése biztosítja. A mérés reprodukáló képességének növelése



4. ábra. Elektronikus indikáló műszer



5. ábra. Katódárameloszlás mérések

érdekében viszont a galvanométer T_0 lengésidejének meghosszabbítása kívánatos.

A kohóüzemi mérések során igen könnyen meghibásodó ballisztikus galvanométer helyettesítésére a *Rogowszki* tekercshez kialakítottuk és elkészítettük leolvasó műszerként az elektronikus indikátort, mely a kohóüzemi körülményeket jobban bírja. A mérőműszert a *4. ábra* szemlélteti.

2.2 Katódárameloszlás mérése

A mágneses térerősség méréssel egyidőben vizsgáltuk a kijelölt kádak katódáram eloszlását. A mérések eredményeit az *5. ábrában* mutatjuk be. Az árameloszlási kép alapján — szubjektíve — három fő csoport alakítható ki:

a) jó árameloszlások (A-0, A-10, D-10, D-43)
b) közepes árameloszlások (C-0, C-43, D-36, A-36, A-43)
c) rossz árameloszlások (B-0 elvasasodott kád).

Az első két kádcsoporton belül fiatal és öreg, sorközi és végkádak egyaránt fellelhetők. Az árameloszlásbeli különbségeket — elsősorban — a méréskori üzemállapotban fennálló oldalfagyás határozta meg, nem pedig az élettartam, vagy a kádak sínezésének eltérő volta.

A korábban végzett nagyszámú árameloszlási mérések tapasztalata alapján a szélső katódsínek alacsonyabb áramterhelése általános jelenség, mely a rövid oldali fagyásnak katódblokkot takaró hatásával igazolható.

Ugyancsak ezen aszimmetrián belül a be-végen levő szélső sínek kisebb áramterhelését tapasztaltuk, az ellenkező oldali szélső sínekhez viszonyítva (jellemző kép az A—43 kád).

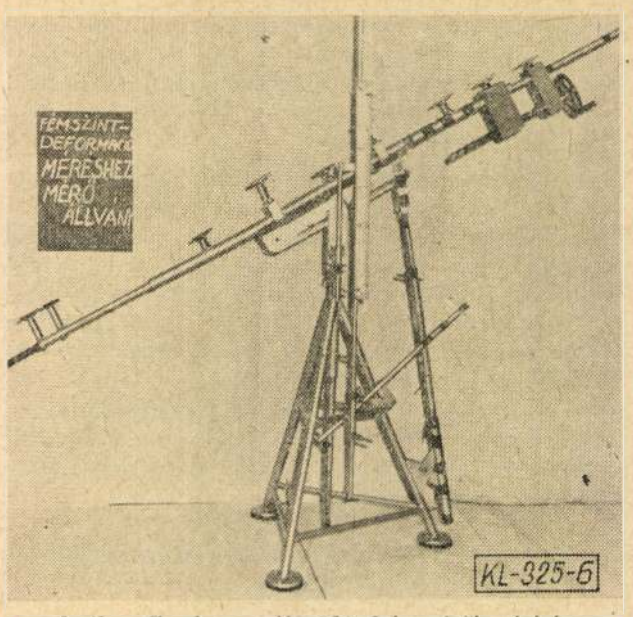
Hasonló az üzemi kohász tapasztalat is, mely szerint a kádak ki-vége általában könnyebben törhető, melegebb. E jelenség nyilván az egyoldalú katódáram elvezetés következménye, amennyiben e megfigyelést a fémtükör elhajlási mérések nem támasztanák alá.

3. Fémtükördeformáció mérése

3.1 Mérési módszer ismertetése

A fémtükördeformáció mérésre kialakított és gyakorlatban is bevált módszerünk: a fémmagasság mérése feszültségváltozásos indukálással. A szerkezetet a *6. ábrán* mutatjuk be. A mérés során elektród merül a fürdőbe és a feszültségváltozást a fém elektrolit határfelületén mérjük. A módszerrel kiküszöbölhető a katódfelület egyenetlenségéből adódó hiba, a vizuális megfigyelést az objektív értékelés váltja fel. A mérőszerkezet állványának talpai a kohópadozattól szigetelve vannak. Az állványra szerelt vízszintező berendezéssel a kohópadozat egyenlőtlenségei kiszűrhetők. A mérőszondák függőlegestől való eltérése szögmérővel korrigálható.

A kriolitolvadék agresszivitása miatt egyik legnagyobb problémát a mérőelektróda megválasztása jelentette. Próbálkozások történtek szén, vas és wolfram elektródával és végül legjobbnak a 16 mm átmérőjű lágyvas elektródát találtuk, végébe bedolgozott 3—4 cm érzékelő wolfram csúccsal.



6. ábra. Szerkezet a fémtükördeformáció mérésére

3.2 Üzemi kádak mérése

A méréseket az üzemi kádak 14 pontján végeztük. Hosszú oldalakon 5—5 ponton, rövid oldalakon 2—2 ponton. A fémmagasság mérési pontjának azt fogadtuk el, mikor a feszültségjelző műszer 500—1000 mV között ingadozott, jelezve hogy a wolfram csúcs hol a fémbe, hol az elektrolitba került. Méréseink során nem a fém tényleges magasságát határoztuk meg, hanem egy állandó fix ponthoz képest a fém-elektrolit határfelületének magasságát.

A fémtükördeformáció mérésadatait szemléltetésül a C3-as kád méréseivel a *4. táblázatban* mutatjuk be.

Az *5. táblázatban* pár konkrét üzemi kádon végzett mérés eredményeit közöljük, melyek közül az 1 és 14, valamint a 7 és 8 alatti értékek a rövid oldalra vonatkoznak. A felszálló sín az 1—1 pontok között helyezkedett el. A mérések alapján a fémtükör szemléltetésére a *7. és 8. ábrák* szolgálnak.

4. táblázat

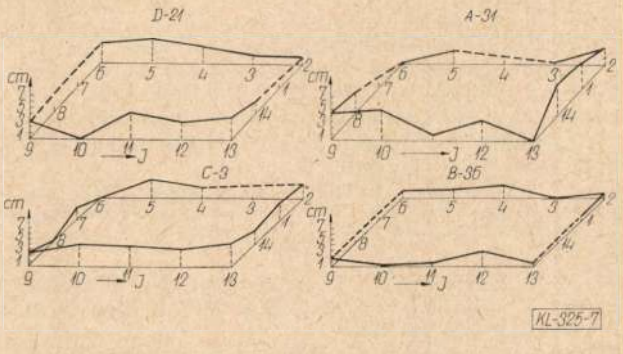
Fémtükördeformáció mérés a C—13-as kádon

Mérési pontok	Mérőpálca teljes hossza (cm)	Visszamért hossz (cm)	Bemerítés szöge (°)	Fajlagos magasság a síntől (cm)	Különbség a legmélyebb fémszinthez (cm)
1	312,5	202,0	36,0	118,7	3,6
2	312,5	213,6	34,0	119,4	2,9
3	312,5	208,0	34,0	116,3	6,1
4	312,5	207,0	35,5	120,2	2,2
5	312,5	215,2	33,5	118,7	3,6
6	312,5	213,4	35,0	122,4	0,0
7	312,5	217,5	33,5	120,0	2,4
8	312,5	218,5	34,0	122,2	0,2
9	213,5	184,8	40,5	120,0	2,4
10	312,5	183,9	40,0	118,2	4,2
11	312,5	182,5	40,5	118,5	3,9
12	213,5	185,1	40,0	119,0	3,4
13	312,5	198,4	36,5	118,0	4,4
14	312,5	190,7	39,0	120,0	2,4

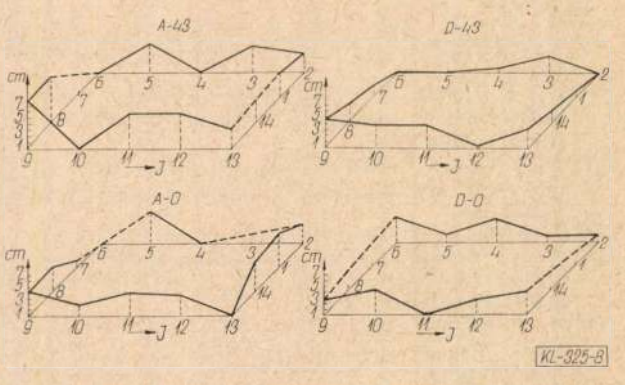
5. táblázat

Üzemi kádak fémtükör deformációja, cm

Kádszám		Mérési helyek													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Végkádak	A_0	6,1	3,6	0,0	6,1	—	1,0	77,2	4,2	4,1	1,8	4,8	3,5	0,0	5,1
	D_0	—	1,4	1,3	4,5	1,5	4,9	—	—	3,2	4,4	0,0	2,6	4,0	—
	A_{43}	4,2	3,4	4,9	0,0	5,5	0,0	—	7,8	7,8	0,0	5,8	5,7	3,1	—
	B_{43}	5,0	4,6	4,6	1,0	0,0	—	—	—	1,3	1,0	1,9	0,5	5,0	—
	C_{43}	1,3	0,1	3,3	0,8	0,0	0,2	2,0	3,0	4,6	3,9	3,8	0,5	3,5	2,0
	D_{43}	1,2	0,0	3,2	0,7	0,0	0,2	1,9	—	4,5	3,4	2,6	7,4	3,3	—
Sorközi kádak	D_{36}	1,1	3,8	3,5	4,0	0,5	0,0	4,0	3,5	2,6	1,2	3,5	1,8	1,8	2,0
	C_3	3,6	2,9	—	2,2	3,6	0,0	2,3	0,2	2,3	4,1	3,8	3,4	4,4	2,4
	B_{36}	1,0	1,0	0,0	2,5	1,5	1,4	—	—	1,4	0,4	0,7	3,0	0,8	—
	A_{32}	0,0	3,1	5,3	—	—	4,3	4,8	0,5	0,8	2,6	1,9	2,6	2,0	—
Átjáróban levő kádak	A_{31}	4,5	2,9	0,23	—	2,3	0,2	—	3,54	4,3	5,0	1,0	3,4	0,0	5,0
	D_{21}	—	1,4	1,6	3,2	4,5	3,8	—	—	2,7	0,0	4,3	2,9	3,6	2,0



7. ábra. Fémtükördeformációk átjáróban és sorközben



8. ábra. Fémtükördeformációk sorvégi kádaknál

A legegyenletesebb fémtükröt az A—31-es kádnál találtuk, s általában a sorközi kádaknál kisebb, sorvégi kádaknál pedig nagyobb volt a fémtükör deformáció.

A fémfelület hullám-mozgás magasságának mérésénél az érzékelő elektródát csak annyira süllyesztettük a fémbe, hogy a műszeren feszültségingadozás már ne mutatkozzék. Ezután a pálcát lassan addig emeltük, míg feszültségingadozás ismét nem mutatkozott. A két mérési pont közötti elmozdulás a hullámzás magasságát adta. Legnagyobbnak 20 mm-t, legkisebbnek 5 mm-t mértünk.

A fémmagasság hatását vizsgálva csapolás előtti és utáni fémtükördeformációs mérésekkel azt találtuk, hogy a deformáció mértéke valamivel kisebb a csapolás előtti magasabb fémállásnál, de a különbség nem számottevő.

3.3 Tapasztalatok, megállapítások a mérési módszerről

— Egy kád 14 pontján a fémtükör helyzete 120 perc alatt feltérképezhető. Mérési pontosság ± 0,5 cm.

— A mérések jól reprodukálnak, hisz a 14 pont ismételt mérése során 9-nél teljesen egyező értéket kaptunk.

— Általában a legalacsonyabb fémnívót a kád rövid oldalánál vagy a hosszú oldal közepén észleltük.

— A krolit olvadékban mutatkozó kémiai agresszivitás miatt a mérőelektródák deformálódása egy idő után rontja a mérés pontosságát. Ez kiküszöbölhető cserélhető elektródákkal.

Összefoglalás

1. A vizsgált üzem kádjainál a mágneses térerő vízszintes összetevői *Hx*, *Hy* kedvezőnek mondhatók, számításoknál és értékelésnél elhanyagolhatók.
2. A mágneses térerő függőleges vektorának *(Hz)* eloszlása a kád tengelyéhez képest aszimetrikus. Ez az aszimmetria általában a szélső sor kádjainál nagyobb, mint a belsőknél, s értékük megnő a felszálló sínek közelében és a sorvégi kádaknál a keresztirányú sínezés hatására. A fémtükördeformáció mérései ugyancsak a sorvégi kádaknál mutattak nagyobb fémtükör elhajlást.
3. A katód- és anódárameloszlás mérések eredményei jeleznek ugyan a fémben vízszintes áramokat, ezek nagysága azonban nem olyan mértékű, hogy jelentős elektromágneses erőket hoznának létre, a fémfelületet torzító, függőleges irányú mágneses térerővel. A sorközi kádakon mért 1—3 cm-es nagyságú katódfém felület elhajlás is ezt látszik alátámasztani.
4. A végkádak és üzemátlag áramhatásfokának összehasonlítása hatéves időszakban azt mutatta, hogy az aszimmetria önmagában nem

hat károsan a termelésre, ha nincs mellette jelentős vízszintes áram a fémben.

5. A 70 kA áramerősséggel üzemelő kádaknál mágneses térhatást csökkentő megoldásokra nincs szükség.

IRODALOM

[1] *R. Jötten:* Alluminio 1953. No. 6. p. 751—58. Mágneses terek és hatásuk nagyméretű alumíniumelektrolizáló kádaknál.

[2] *J. P. Givry:* Journal of Four Electrique 1961. No. 9.

[3] *Bretthauer:* Al. 1967. No. *43.* 8. sz. p. 502—507.

[4] *G. V. Forszblom:* Cvetnüje Metallü *29.* 1956. 3. p. 63—72. Az elektromágneses erők hatása.

[5] *B. J. Rubin:* Cvetnüje Metallü *31.* 1958. 8. p. 53—56. Áram és mágneses erőtér kölcsönhatása.

[6] *Ja Hung-pac:* Youse Jin-Hiu 1957. 10. (No. 42.) p. 33—34.

[7] *A. J. Buhbinder:* Tıudü LpI 186. 1957. p. 115—145.

[8] *I. L. Reznikov, Bazsenov:* Cvetnüje Metallü *33.* 1960. 1. p. 48—57. Az árameloszlás egyenlőtlensége s ennek energiafogyasztása az elektrolizáló kádak sinezésében.

[9] *J. P. Givry:* Met. Italiana *52.* 1960. 8. p. 503—09. Elektromágneses erőhatások Al elektrolizáló kádakban.

[10] *Sz. E. Geftar:* Cvetnaja Metallurgia *11.* 1966. Az elektromos tér vizsgálata az Al elektrolizáló kemencék katódféméjben

[11] *J. H. Kent:* J. Electrochem. Soc. *105.* 1958. 10. p. 603—607. Mágneses erőterek mérése Al elektrolizáló kádakban.

[12] *J. Wleugel:* Alluminio No. *6.* p. 759. (1953).

[13] *I. Z. Szluckij:* Cvetnaja Metallurgia 1962. No. 2. Egyoldalú áramvezetés nagy áramerősségű Al elektrolizáló kádakhoz.

[14] *A. J. Beljanin, Sz. E. Gefter:* Cvetnaja Metallurgia 1966. *2.* p. 50—53. Az áram eloszlása az olvadékalumíniumban az elektrolizáló kád sínezésétől függően.

[15] *Sz. M. Mescserjakov:* Cvetnüje Metallü *28.* 1955. 6. p. 29—32. A sinezés mágneses erőterének vizsgálata és hatása az Al elektrolizáló kádak működésében.

[16] *J. P. Gapulo:* Trudü VAMI *39.* 1957. p. 323—2 Eljárás az Al szint mérésére.

[17] *M. F. Dogramadzsi, V. N. Budakov:* Cvetnüje Metallü *30.* 1957. 5. p. 50—54. Mágneses erőtér és az olvadt fémfelület elhelyezkedése az elektrolizáló kádakban.

[18] *O. C. Bökman:* (előadás: 1954 jún. 14—19. Párizs Alumínium Kongresszus).

[19] *O. C. Bökman:* J. Electrochem. Soc. *105.* 1958. 7. p. 417—20. Nagy Al kádaknál fellépő mágneses erők.

[20] *V. N. Rudakov, G. Ja Muraveva:* Izv. Leningrad Electrotechnic. *34.* 1958. p. 172—87. Mágneses erőterek hatása az olvadt Al felületére.

[21] *M. A. Korabov:* Cvetnüje Metallü *30.* 1957. p. 49—56. Árameloszlás az Al kádak elektródáiban.

[22] *K. Brethauer:* Alumínium 1967. *43.* No. 8. p. 502—507.

[23] *M. F. Dogramadzsi:* Cvetnaja Metallurgia 1957. No. 8. Árameloszlás vizsgálata elektrolizáló kád modelljén.

[24] *V. N. Rudakov:* Cvetnaja Metallurgia 1968. 1. p. 54—57. Katódfém hullámzásának hatása az alumíniumelektrolizáló kemence elektromos erőterére.

[25] *A. A. Kosztyin:* Cvetnaja Metallurgia 1968. 1. p. 57—61. Alumíniumelektrolizáló kemencék sínelemeiben levő áramok és az olvadékban levő járulékos elektromágneses erők.

[26] *A. A. Kosztyin:* Cvetnaja Metallurgia 1972. jan. 45. K. No. 1. p. 44—47. Mágneses tér kiszámítása Al kádak olvadékterében, kontúráramok módszerével.

[27] *A. A. Kosztyin, Sz. P. Vladimirov, Sz. E. Gefter, Sz. V. Jevdokimov:* Cvetnaja Metallurgia UDK 669. 713. 1. p. 24—28.

[28] *Dr. Z. Dunajski, R. Maniewsski:* Pomiary Aut. Kontr. 972. No. 10. p. 442—444.

Pályázati felhívás

A világ timföldtermelésének több mint 95%-át napjainkban is *Bayer*-eljárással állítják elő. A *Bayer*-technológia szigorú minőségi követelményeket támaszt a feldolgozásra kerülő bauxittal szemben. Hazánk bauxitvagyona korlátozott és bauxitbányászatunk egyre nehezebben tudja kielégíteni a timföldgyárak minőségi igényeit. A feldolgozásra kerülő bauxit modulusa az 1947—50-es évek 20-as értékéről fokozatosan lecsökkent a jelenlegi 8-as modulusra. Nehezíti a nyersanyag ellátási helyzetünket még az is, hogy a jelenleg feldolgozott bauxitokban nagyobb mennyiségben jelentek meg olyan alkotó elemek, — pl. kalcit, dolomit —, amelyek korábban nem ismert technológiai, üzemviteli problémákat is okoznak. A *Bayer*-technológiával dolgozó timföldgyáraink a gépi berendezések fejlesztésével, a technológia finomításával, a termékválaszték bővítésével alkalmazkodtak e gyengébb bauxitminőséghez is.

Felmerül a kérdés, hogy a gyártás gazdaságosságát is figyelembe véve, timföldgyáraink meddig képesek követni a bauxitminőség romlását.

Felmérve a probléma jelentőségét, a Magyar Tudományos Akadémia Veszprémi Akadémiai Bizottsága

pályázatot hirdet

a Bayer-timföldgyártás gazdaságosságának vizsgálatára, hazai bauxitvagyonunk feldolgozásának figyelembe vételével.

A pályázatnak az alábbiakra kell kiterjednie:

1. A bauxit Al_2O_3, SiO_2, valamint kalcit és dolomit tartalmának a gyártás költségeire gyakorolt hatása.
2. A technológiai folyamat és a gépi berendezések fejlesztési lehetőségei.
3. A melléktermékek kinyerési lehetőségeinek gazdasági hatása.
4. A marónátron veszteségek, valamint az energia felhasználás csökkentési lehetőségei.
5. Az 1—4. pontok alapján meghatározandó az a bauxit minőség, amely az alapvető *Bayer*-technológia fenntartása mellett a gazdaságos feldolgozás alsó határát jelenti.

A pályázat elkészítésekor a belföldi anyagokat az érvényes belföldi árakon, az importanyagokat pedig az 1975. jan. 1-i világpiaci árakon kell figyelembe venni.

Pályadíjak:

Összesen:	20 000.— Ft
I. díj	10 000.— Ft
II. díj	6 000.— Ft
III. díj	4 000.— Ft

A Bíráló Bizottság fenntartja magának a jogot, hogy megfelelő színvonalú pályázat hiányában a díj valamelyik fokozatát visszatartsa vagy megossza, vagy az I., II., III. fokozatban két díjat adjon ki.

Pályázati feltételek:

— A pályázat nyilvános és azon egyének vagy munkacsoportok egyaránt részt vehetnek.

— A pályázat jeligés. A pályázó(k) nevét és címét jeligével ellátott borítékban kell megadni.

— A Bíráló Bizottságot az Akadémiai Bizottság jelöli ki.

— A pályázatot öt példányban, ritkított sorokkal gépelve, A/4 formátumban kell beadni a Veszprémi Akadémiai Bizottság Titkárságához (8201 Veszprém, Pf. 28.).

A pályázat benyújtási határideje: 1975. október 31. Pályamunkát az Akadémiai Bizottság vissza nem küld.

A Magyar Tudományos Akadémia
Veszprémi Akadémiai Bizottsága

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

108. ÉVFOLYAM



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

BUDAPEST, 1975. JÚLIUS HÓ

7

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал **Металлургия**
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen Hüttenwesen
Mining & Metallurgical Journal Metellurgy

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. 105.
Tel.: 426-795

TARTALOM

DR. SZŐNYI ZOLTÁN: Az acélgyártás mint bonyolult kibernetikai rendszer 289

DR. WÉBERNÉ, KOVÁCS ÉVA—DR. BERECZ ENDRE: Fémolvadékok viszkozitásának vizsgálata kapilláris viszkozimeterben 292

LATINÁK ISTVÁN—MANKHER GYÖRGY: Új huzalhorganyzó a Salgótarjáni Kohászati Üzemekben 298

DR. CZINEGE IMRE: A vegyi összetétel és az alakítási szilárdság közötti kapcsolat 300

MACZKÓ MÁRTON: Fluidizációs petentozó kemence 306

ROBONYI ANDOR: Acélhuzalok patentozása és húzása 310

Egyesületi hírek 316

Könyvismertetés 318

DR. MIKA JÓZSEF 1897—1975 319

DÉVÉNYI GYÖRGY 1923—1975 320

FÉMKOHÁSZAT

DR. HORVÁTH ZOLTÁN: Környezetvédelem a fémkohászatban 321

DR. SAJÓ ISTVÁNNÉ: Bauxitok fluoreszcenciás röntgenspektrometriai elemzésének néhány tapasztalata 326

Könyvismertetés 325

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek 331

Az ICSOBA nemzetközi alumínium szervezet hírei 335

ÖNTÖDE

BAKÓ KÁROLY: A lemez- és a gömbgrafitos öntöttvasak néhány öntészeti tulajdonságának vizsgálata 145

SZIJ ZOLTÁN: Az öntvényminősítés új módszerei az öntödében 154

A CIATF temperöntvényekkel foglalkozó 7b bizottságának ülése Czestochowában 160

LIZÁK JÓZSEF: A fajtérfogat-változások időbeni eltolódásának hatása az acélöntvények hegesztett kötéseinek repedésére 161

Miről írt 40 évvel ezelőtt a Bányászati és Kohászati Lapok? 164

Szabványosítási hírek 168

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 426-795
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

75. 7. 4600 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16. F. v.: Povárny Jenő

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámára

Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149
Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770
Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft.

Index: 25,155

ÉVFOLYAM
ГОД
JAHRGANG
YEAR
108

SZÁM
№
Nr.
No.
7

JÚLIUS
ИЮЛЬ
JULI
JULY
1975

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ МЕТАЛЛУРГИЯ
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN HÜTTENWESEN
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY METALLURGY

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р Золтан Сёни: **Производство стали как сложная кибернетическая система** ..... **С 289**

Исследуется возможность управления и автоматизации производства стали — как системы — методами и средствами кибернетики. Для этого по мнению автора к производству стали надо подходить как к системе. Таким образом математическая методизация, являюшаяся большой частью кибернетического анализа может стать методом лучшего познания процессов производства стали и так путём модернизации.

Д-р Вебер Йожефне—Д-р Эндре Берец: **Исследование вязкости металлического расплава в капиллярном вискозим** ..... **С 292**

После приведения теоретических основ капиллярной вискозиметрии авторы показывают метод для определения вязкости металлических расплавов и подходящие приборы для проведения этих измерении. Прибор типа Оствалд был переделан с целью измерения металлических расплавов, имеюших малую кинематическую вязкость. Проведенные измерения показывают, что разработанный прибор просто и надёжно измеряет вязкость металлических сплавов, имеюших низкую температуру плавления.

Иштван Латинак—Дьёрдь Манкер: **Новый оцинковочный цех на металлургическом заводе в Шальготаряне** ..... **С 298**

Приведены технология и оборудования нового оцинковочного цеха чехословацкого производства на металлургическом заводе в Шальготаряне. Технические параметры и схема размешения оборудовании дают информацию о новом цехе, соответствуюшем во всех отношениях мировому уровню.

Д-р Имре Цинеге: **Возможности и ограничения определения зависимости между химическим составом и деформационной прочностью** .... **С 300**

Уравнение кривой течения нелегированных и слабо легированных сталей, прошедших одинаковую термическую обработку может быть задано универсальным уравнением в зависимости от химического состава. Даётся зависимость между химическим составом, количественными металлографическими характеристиками, прочностью деформации и сопротивлением к деформации. Влияние легирующих элементов на прочность и сопротивление к деформации. Возможность разработки зависимостей, применяемых при выборе оптимального состава с точки зрения холодной деформируемости, деформируемости и закалываемости.

Мацко Мартон: **Флуидизационная печь для патентирования** ..... **С 306**

Автор настоящей работы построил экспериментальную печь, в которой была проведена серия экспериментов по патентированию сталных проволок диаметра 6,5 мм. Благодаря хорошей теплоотдаче среды данный метод является экономичным, поэтому может быть предложен для заводского применения.

Робони Андор: **Патентирование и протяжка сталных проволок** ..... **С 310**

В работе приведен широкий литературный обзор о патентировании и протяжке при производстве сталных проволок. На основе опытов автора даётся оценка литературных данных с целью выбрать самый выгодный метод для практического осуществления. Подробно обсуждается технология смазки и даются те существенные условия которые следует принимать во внимание при разработке протягивающих инструментов.

Д-р Золтан Хорват: **Охрана окружающей среды в цветной металлургии** ..... **С 321**

В работе приведено качество и количество вредных для окружающей среды отбросов, образуюшихся при производстве цветных металлов. Приведены методы нейтрализации вредного влияния двуокиси серы и фтора и показаны хорошо работаюшие заводы, используюшие эти методы.

Д-р Шаё Иштванне: **Рентгено-спектрометрический анализ бокситов** ..... **С 326**

Автором был адаптирован метод Тертиана для определения главных компонентов бокситов. В работе приведены самые важные литературные данные, теоретические основы проведенных измерений, подготовка образцов и метод определения алюминия, кремния, железа, титана и кальция. Анализ перечисленных 5 элементов может быть проведен с достаточной точностью за 1—1,5 часа.

INHALT

Dr. Z. Szőnyi: **Die Stahlerzeugung als ein verwikkeltes kybernetisches System** ..... S 289

Untersucht wurde die Möglichkeit der Anwendung von Methoden und Mitteln der Kybernetik, welche die Regelung und Automatisierung der Stahlerzeugung fördern, bzw. ausbilden können. Um das zu erreichen müssen die Prozesse der Stahlerzeugung als Systeme betrachtet werden. Auf diese Weise kann die mathematische Methodik als Grossteil der kybernetischen Analyse ein Mittel werden zum besseren Verständnis der Prozesse der Stahlerzeugung und somit auch zu ihrer Modernisierung.

Frau Dr. J. Wéber, Éva Kovács—Dr. E. Berecz: **Prüfung der Viskosität von Metallschmelzen mit einem kapillaren Viskosimeter** ..... S 292

Prinzipielle Grundlagen der kapillaren Viskosimetrie. Die Anwendbarkeit der empfohlenen Messmethode zur Bestimmung der Viskosität von Metallschmelzen und die für diesen Zweck geeigneten Apparate. Ein Viskosimeter, Typ Oswald, wurde so verändert, dass er auch zur Messung von stark oxydierbaren und niedrige kinetische Viskosität aufzeigenden Metallschmelzen geeignet ist. Die Versuche bezeugten, dass mit dem entwickelten Apparat die Viskosität von Metallschmelzen mit niedrigem Schmelzpunkt einfach und zuverlässig gemessen werden konnte.

I. Latinák—Gy. Mankher: **Die neue Drahtverzinkungsanlage im Werk Salgótarján** ..... S 298

Technologie und Apparatur der neuen Drahtverzinkungsanlage tschechoslovakischer Erzeugung im Hüttenwerk zu Salgótartján. Die kennzeichnenden technischen Parameter und die Anordnung der Erzeugungseinrichtungen bezeugen das Weltniveau der Verzinkungsanlage.

Dr. I. Czinege: **Möglichkeiten und Grenzen der Bestimmung der Verbindung von chemischer Zusammensetzung und Verformungsfestigkeit** .... S 300

Die Gleichung der Fliesskurve von wärmebehandelten unlegierten und schwachlegierten Stählen kann mit einer einheitlichen Formel angegeben werden und zwar in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung. Korrelation zwischen der chemischen Zusammensetzung, der qualitativen metallographischen Kennwerte, sowie der Verformungsfestigkeit und des Verformungswiderstandes beim Rückwertsfliessen. Wirkung der Legierungsbestandteile auf die Verformungsfestigkeit und auf den Verformungswiderstand. Möglichkeit der Ausarbeitung von Funktionen, welche geeignet sind jene optimale chemische Zusammensetzung aus zu wählen, welche eine gute Kaltverformung und ein gutes Abschrecken sichert.

M. Maczkó.: **Ein Patentierofen für Schwebeschicht-Verfahren** ..... S 306

Ein Versuchsofen zum Patentieren von 6,5 mm starken Stahldrähten. Durch die gute Wärmeübergabe des in Schwebe gebrachten Mediums ist das Verfahren wirtschaftlich und kann mit Erfolg auch im Betrieb angewendet werden.

A. Robonyi.: **Das Patentieren und Ziehen von Stahldrähten** ..... S 310

Auf fachliterarische Hinweise stützende theoretische Überlegungen über die zwei wichtigsten Vorgänge der Stahldrahtherstellung, und zwar über das Patentieren und das Ziehen. Auf reiche Erfahrungen stützende Hinweise auf die praktische Anwendung der theoretischen Überlegungen. Detailiert wurde die Technologie des Schmierens und die Ausbildung der Ziehwerkzeuge behandelt.

Dr. Z. Horváth: **Umgebungsschutz in der Nichteisenmetallurgie** ..... S 321

Der Verfasser behandelt die Arten und Mengen der schädlichen Nebenprodukte, die in steigenden Mengen bei der Metallerzeugung anfallen, sodann die zurzeit zum Unschädlichmachen von SO_2 und F verwendeten Prozesse und die auf dieser Grundlage erfolgreich arbeitenden Betriebe.

Frau M. Sajó: **Einige Erfahrungen der fluoreszenzröntgenspektrometrischen Analyse von Bauxiten** S 326

Die Verfasserin hat die Methode von Tertian zur Bestimmung der Hauptkomponenten in Bauxiten adaptiert. Sie beschreibt die wichtigeren Schrifttumsdaten, die theoretische Grundlage der Prüfung, die Probenvorbereitung und die Bestimmung von Al, Si, Fe, Ti und Ca. Diese fünf Elemente werden binnen 1—1,5 Stunden mit ausreichender Genauigkeit bestimmt.

CONTENTS

Dr. Z. Szőnyi: **Steelmaking as a complicated kibernetical system** ..... P 289

The paper discusses the possibilities of applying the methods and means of kibernetics in the control and automation of steelmaking as a system. In the author's opinion a system approach should be used for the treatment of the steelmaking system. Mathematical treatment, which forms a large proportion of kibernetical analysis can prove a tool for the better understanding and modernization of steelmaking processes.

Mrs. J. Wéber, Éva Kovács—Dr. E. Berecz: **Testing the viscosityof metal melts in a capillary viscosimeter** ..... P 292

The authors describe the principles of capillary viscosimetry, the application of the measuring method to metal melts and the types of equipment available for this purpose. An Ostwald viscosimeter has been adapted to the measurement of readily oxidized metal melts with low kinetic viscosity. The tests have proved that the developed instrument can measure viscosities in metal alloys with low melting points simply and reliably.

I. Latinák—Gy. Mankher: **A new wire galvanizing installation at the Salgótarján Metallurgical Works** P 298

The authors describe the new equipment and technology for wire galvanizing, made in Czechoslovakia and established at the Salgótarján Metallurgical Works. Some characteristic technical parameters and a sketch of the lay-out provide information on this new equipment with a production corresponding to international requirements.

Dr. I. Czinege: **The possibilities and limits of the determination of the connexion between chemical composition and deformation strength** ..... P 300

The equation of the flow curve for unalloyed and low alloy steels after identical heat treatment can be expressed with a uniform formula as a function of chemical composition. Relationship between the chemical composition, quantitative metallographical characteristisc, deformation strength and the resistance to deformation measured in back extrusion. Influence of alloying elements on the deformation strength and the resistance to deformation. A possibility of deriving functions for selecting the optimal material composition from the point of view of cold formability, formability and hardenability.

M., Maczkó: **Fluidizing patenting furnace** ..... P 306

The author has built an experimental furnace and carried out test in it, patenting 6'5 mm gauge wire. Due to the favourabe heat transfer from the fluidized medium the process economy is good and the method can be recommended for commercial application.

A. Robonyi: **Patenting and drawing steel wire** ... P 310

The author supplies a theoretical summary of the two main operations of steel wire production — patenting and drawing characteristics — with frequent references to literature and also assesses the most suitable process for actual realization from his extensive practice. Lubrication technology and the design of the drawing tool are discussed.

Dr. Z. Horváth: **Pollution prevention in nonferrons metallurgy** ..... P 321

The author discusses the types and amounts of oxious byproducts formed in increasing amounts during the production of metals, the currently used processes for eliminating sulphur dioxide and fluoride and the successfully operating plants based on them.

Mrs. M. Sajó: **Some experiences with the fluorescence X-ray spectrometric analysis of bauxites** ... P 326

The author has adapted the method of Tertian for the measurement of the concentration of the main components in bauxite. She describes the relevant literature, the theoretical basis of the test, the sample preparation and the method of measuring the concentration of Al, Si, Fe, Ti and Ca. The measurement of these five elements with a satisfactory accuracy takes one to one and a half hours.

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
GARAY LÁSZLÓ, HANTÓ KÁLMÁN, KOLLÁR SÁNDOR, KOLOSY ERNŐ, DR. VERŐ BALÁZS.

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, CSEH MIKLÓS, DR. HAJTÓ NÁNDOR, HARRACH WALTER, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VAS IVÁN.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

108. évfolyam 7. szám 1975. július

Az acélgyártás mint bonyolult kibernetikai rendszer

Dr. SZŐNYI ZOLTÁN okl. kohászati automatizálási mérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, Vasipari Kutató Intézet

DK: 669.18:621.391

A dolgozat annak lehetőségét kutatja, hogy a kibernetika módszerei és eszközei milyen módon képesek kialakítani az acélgyártásnak, mint rendszernek, az irányítását és automatizálását. Ehhez, szerző véleménye szerint, az acélgyártás folyamatait rendszerszemlélettel kell megközelíteni. Így a kibernetikai elemzés nagy hányadát kitevő matematikai módszerezés eszköz lehet arra, hogy az acélgyártási folyamatokat jobban megértsük, megismerjük, és modernizálhassuk.

A tudomány és technika korunkban tapasztalható gyors fejlődése a kutatással foglalkozó szakembereket arra kényszeríti, hogy a tudomány mind több területével ismerkedjenek meg, mivel bizonyos speciális kérdéseket a szükséges ismeretek hiányában csak igen nehezen vagy egyáltalán nem tudnak megvizsgálni. Az egyik ilyen új és speciális ismereteket nyújtó tudomány, amely egyre mélyebben behatol a technika minden ágába, a *kibernetika*.

A kibernetika és más tudományok közötti kapcsolatot a következő két nagy területen tapasztalhatjuk:

1. a kibernetika különböző tételeinek és módszereinek felhasználása a rendszerek magasabb szintű megismerése és modernizálása céljából,

2. a kibernetika módszereinek és eszközeinek felhasználása a rendszer-irányítás és automatizálás kialakítására.

A kibernetika mindössze húsz éves, de ezen idő alatt behatolt a tudomány csaknem minden ágába, és lehetővé tette ezek igen gyorsütemű fejlődését. A kibernetika, vagy más szóval *az irányítás és kapcsolat az élőlények és a gépek között* — hasonlóan a többi tudományhoz — speciális kifejezésekkel, szigorúan definiált fogalmakkal és különleges törvényekkel dolgozik, ahogyan ezt *Norbert Wiener*, a kibernetika atyja meghatározta [1]. Vizsgáljuk most meg ezen tudomány alaptételeit az acélgyártási folyamatok szemszögéből.

A kibernetika és az acélgyártási folyamatok

Az „irányítás" kifejezésének meghatározásakor a „célszerűség" fogalmát szokásos használni. A rendszert irányítottnak tekintjük akkor, ha ez a tevékenység célszerű, vagyis ha a korábban, konkrétan megfogalmazott céloknak megfelelően megy végbe az irányítandó folyamat. Képzeljünk most el egy olyan acélgyártó berendezést, amely a betétanyagok berakása után minden beavatkozás nélkül dolgozik. A folyamat végén valamilyen fémes anyagot, esetleg acélt kapunk, az azonban szinte elképzelhetetlen, hogy a kapott termék a kívánt összetételnek megfeleljen és az előírt tulajdonságokkal rendelkezzék is. Vagyis ahhoz, hogy a kitűzött célt elérjük, tehát a kívánt összetételű és megfelelő tulajdonságokkal rendelkező acélt kapjunk, irányítani kell a gyártási folyamatot.

Bármilyen bonyolult rendszer szükségszerűen *elválaszthatatlan jellemzője az irányítás*. Ugyanakkor a rendszert alkotó elemek milyenségétől függően az irányítás lehet külső, de lehet belülről jövő is. Ha a rendszernek szükséges eleme a döntés és irányítás feladatát betöltő *ember*, akkor az ilyen rendszereket *ergotikus rendszereknek* nevezzük.

Az acélgyártás, mint fizikai-kémiai folyamat, az ergotikus rendszer tipikus példája. A legtöbb fizikai-kémiai folyamat különlegessége az, hogy megtalálhatók benne az önvezérlés elemei is. Ennek az önvezérlésnek természetesen nincsen semmilyen előre tervezett célszerűsége, tehát a vezérlés *ösztönös*. Ugyanakkor az önvezérlés elemei felhasználhatók a technológiai folyamat céljának elérésére abban az esetben, ha az önvezérlés pozitív hatásait kiemeljük és fokozzuk, illetve negatív hatásait gyengítjük. Az önvezérlési elemek racionális felhasználásával a külső irányítás feladatát tehát jelentősen egyszerűsíthetjük.

Bármely objektum, berendezés vagy folyamat kibernetikai vizsgálata során első lépésként a vizs-

gált rendszer pontos meghatározására van szükség. *S. Beer*, az ismert angol kibernetikus azt javasolja [2], hogy a rendszerek felosztásakor két kritériumot kell figyelembe venni, mégpedig a rendszer *bonyolultságát* és *determináltságát*. Szerinte az olyan rendszereket nevezzük determináltnak, amelyben a rendszert alkotó elemek kölcsönhatásai valamilyen törvényszerűségnek egyértelműen engedelmeskednek. A fenti definíció azt jelenti, hogy a rendszer kezdeti állapotát és az irányítói függvények hatását ismerve, bármely időpillanatban egyértelműen meghatározható a rendszer állapota.

A valószínűségi vagy *stochasztikus* rendszerekre ilyen megállapítást nem tehetünk, mivel a rendszer „viselkedése" a faktorainak kölcsönhatásától függ. Ezen faktorok hatásai viszont nem mindig ismertek, éppen ezért a kimenő jellemzők értékeiben igen jelentős eltérések is mutatkozhatnak. Tehát, elfogadva *S. Beer* felosztási módszerét, az acélgyártási folyamatokat az igen bonyolult, stochasztikus (valószínűségi) rendszerek közé sorolhatjuk.

Határozzuk meg most a bonyolult rendszer fogalmát. *Hood* és *Macol* [3] szerint a bonyolult rendszert a következő ismérvekkel definiálhatjuk:

1. a rendszer egységes egészet alkot, és valamilyen rendeltetése van;

2. a rendszer az elemek és a végrehajtandó feladatok számát tekintve nagy méretű;

3. a rendszer bonyolult viselkedésű, vagyis paraméterei között bonyolult kölcsönhatás létezik, aminek következtében egy paraméter megváltozása az összes többi paraméter megváltozásához vezet;

4. a rendszerre kifejtett hatások valószínűségi jellegűek, és ennek következtében a rendszer kimenő paraméterei statisztikus eloszlásúak;

5. a rendszer munkáját az irányítás szempontjából egymással ellentétes, egymással versengő tényezők jellemzik.

A fenti definíciót természetesen nem lehet teljes mértékben általános érvényűnek tekinteni, ugyanakkor nem érdektelen megvizsgálni, hogy az acélgyártás különböző módjai milyen mértékben tartoznak a *Hoodék* által megfogalmazott bonyolult rendszerek körébe.

Az acélgyártási folyamatok az első kritériumnak teljes mértékben eleget tesznek. Ha a gyártást irányító embert — az acélgyártót — is bekapcsoljuk a rendszerbe, akkor a rendszer az irányítás szempontjából teljességgel zárttá válik, nyitott csak az alapanyag és az energia szempontjából marad.

Az acélgyártás különböző módjait minden különösebb ellenvetés nélkül a bonyolult viselkedésű rendszerek közé sorolhatjuk. Ismert, hogy az acélgyártás során különböző hidrodinamikai, fizikai-kémiai és hőenergetikai folyamatok mennek végbe. E folyamatok lezajlásának mechanizmusa még nem eléggé ismert. Sajnos, a folyamatok determinálatlansága a bonyolult rendszerekre általában jellemző. Éppen ezért az egész bonyolult rendszer komplex — méghozzá optimális — irányítási feladatának megoldása olyan speciális módszerek felhasználását követeli meg, amelyek már a kibernetika tárgykörébe tartoznak. Az *optimális* szót azért hangsúlyoztuk az *irányítás* szó előtt, mivel bármely bonyolult rendszer munkájának már jelentéktelen mértékű javítása is általában jelentős gazdasági eredménnyel jár.

Az acélgyártás rendszerének bonyolultságát olyan széleskörűen ismert ténnyel világíthatjuk meg, mint a különböző technológiai paraméterek kölcsönhatásai. Ezért az irányítási feladat megoldása során az acélgyártás folyamatával kapcsolatos valamennyi kérdés komplex elemzésére van szükség. Ezen elemzéshez tartozik a technológiai és hőfolyamatok vizsgálata, valamint azoknak a gazdasági megfontolásoknak az áttekintése, amelyek a gyártás üzemmódjának és a folyamatirányítás módjának kiválasztását érintik. A kérdés lokális megközelítése — vagyis csak bizonyos kérdések megoldása a kölcsönhatások vizsgálata nélkül — szélsőséges esetben negatív, félrevezető és hamis eredménnyel is járhat.

Az acélgyártási folyamatok irányításának ellentmondásai különbözők és rendkívül sokrétűek. Ilyen ellentmondás pl. a hulladékbetét *nagysága* és *súly* szerinti optimális összetétele. Egyfelől a könnyű hulladék pl. a *forgács*, olcsó, ugyanakkor ilyen hulladék felhasználása megnöveli a fajlagos energiafelhasználást és hosszabbítja a berakási időt is. A különböző technológiai paraméterek különböző, sokszor ellentétes hatást fejtenek ki az acél szilárdsági és képlékeny alakítási tulajdonságaira.

Az acélgyártási folyamatok irányításakor ellentmondásos jellegű maga az irányítás célfüggvénye is. Éppen ezért mindig kompromisszumos megoldásra kell törekedni, figyelembe kell venni minden korlátozó tényezőt, számolva természetesen azzal, hogy így az irányítás feladata még bonyolultabbá válik.

Az acélgyártás rendszerelemzése

A kibernetikai módszerekkel végzett rendszerelemzés alapvető feltétele, hogy a vizsgált rendszert — esetünkben az acélgyártás folyamatát — olyan „fekete doboznak" tekintsük, amelynek nagyszámú be- és kimenete van. Az acélgyártási folyamatok bemenetei közé tartoznak — első közelítésben — a folyamat technológiai és hőtechnikai paraméterei, kimenete pedig a gyártandó acél összetétele és jellemzői.

A folyamatirányítás szempontjából ez a felosztás túlságosan elnagyolt, éppen ezért nem is kielégítő. A kimenő paraméterek halmazába be kell vonni a gyártási folyamat lefutásáról informáló paramétereket, vagyis az acél és salak állapotát jellemző adatokat is. A bemenő paraméterek közé kell sorolnunk az adott technológiai művelet végrehajtásáról, ill. befejezéséről informáló jelzéseket, az adagolásokat, az üzemmódváltást stb. A be- és kimenő paraméterek megválasztása és vizsgálata természetesen az irányítás konkrét feladatától és a lehetőségektől függ.

Az acélgyártási rendszer *fekete dobozként* történő kezelése biztosítja számunkra azt, hogy eltekintsünk annak anyagi struktúrájától, és így csak a rendszer be- és kimenő paramétereire koncentrál-

junk, tehát, hogy funkcionális, vagy kibernetikai modellezést végezzünk.

Az ilyen absztrahálást, más szóval elvonatkoztatást az irányítási feladatok megoldása során igen széles körben alkalmazzák, és ez a legtöbb esetben igen hasznosnak bizonyul. A különböző rendszerek bemenő paramétereinek egyik részhalmaza különösen érdekes a kibernetikai elemzés szempontjából. E bemenő paraméterek a saját rendszerre kifejtett hatásukat tükrözik, és ezeket a rendszer *irányító paramétereinek* nevezzük. A rendszer önmagára kifejtett hatását *visszacsatolásnak* szokás nevezni. A visszacsatolás jellege két irányú, egymással ellentétes hatású lehet. Negatív visszacsatolású rendszernek nevezzük azokat a rendszereket, amelyek a rendszer *csillapodásához*, pozitív visszacsatolásúnak pedig azokat, amelyek a rendszer *gerjedéséhez* vezetnek.

Az irányítás szempontjából igen nagy jelentőségű a visszacsatolás. Ha ugyanis az irányítási rendszer nyitott, vagyis hiányzik belőle a visszacsatolás, akkor az irányítás célszerűsége megszűnik és elveszthetni minden értelmét.

A kohászatban alkalmazott programvezérlések nagy része visszacsatolás nélküli. Az ilyen vezérlésekkel a múltban szerzett tapasztalatokból összeállított program alapján irányítják a gyártási folyamatot, nem figyelik az adott folyamat paramétereit folyamatosan, s így a visszacsatolási rendszerben bizonyos késés tapasztalható. Ezen késés az oka annak, hogy a programvezérlések minősége a legtöbb esetben sok kívánnivalót hagy maga után. A vezérlési rendszer ugyanis nem követi megfelelő módon a technológiai folyamatot, ezért a technológiai paraméterek olyan változását is létrehozhatja, amely a folyamat szempontjából nem kívánatos. Nagy tömegű statisztikai adat feldolgozása és kiértékelése után természetesen igen jól működő, visszacsatolás nélküli vezérlési rendszereket lehet létrehozni.

A konkrét, az adott helyzetben optimális vezérlési rendszer kiválasztása minden esetben az alkalmazásának és felhasználásnak gazdasági hatékonyságától függ. Ez azt jelenti, hogy nem minden esetben szükséges és célszerű bonyolult, elektronikus számítógéppel vezérelt rendszereket alkalmazni az irányítási feladat megoldásához.

A kibernetika felhasználásának egyik legfontosabb feladata a rendszer irányítása közben a *gyártási folyamat optimalizálása*. Az optimalizálás célja az, hogy elméletileg meghatározza, azután gyakorlatilag el is érje a technológiai paraméterek olyan értékeit, amelyekkel a folyamat megközelíti vagy eléri a célfüggvény által meghatározott optimumot. A gyártási folyamat optimalizálási kritériuma, a konkrét feladattól függően, a gyártás valamely műszaki vagy gazdasági mutatója, vagy ezek bizonyos kombinációja lehet.

Ilyen kritérium lehet például a gyártandó acél szakítószilárdsága abban az esetben, ha olyan acélösszetételt akarunk megkeresni, amellyel az acél szakítószilárdsága maximális lesz ugyan, de a felhasznált ötvözők mennyiségére és összetételére bizonyos korlátozásokat írunk elő.

Optimalizálási kritérium lehet a gyártás önköltsége is akkor, ha a feladat annak meghatározása, hogy mekkora a berendezésbe bevitt azon energiamennyiség, amellyel a fajlagos energiafelhasználás és az adagidő minimális lesz.

Az előzőekben említett két optimalizálási feladat a *statikus optimalizálás* feladatköréhez tartozik. Statikus optimalizálást viszont csak akkor végezhetünk, ha feltételezzük, hogy a rendszer stabil állapotban van, és nem függ az időtől.

A *dinamikus optimalizálás* optimum kritériumaként általában időtől függő függvények szélső értéke szolgál. A dinamikus optimalizálás során nemcsak a folyamat állapotát jellemző paraméterek értékeit határozzuk meg, hanem egyik állapotból a másik állapotba történő átmenetüket is, vagyis a paraméterek ún. *viselkedési függvényeit* is.

Így a statikus optimalizálás során csak a rendszer kezdeti és végállapotát hasonlítjuk össze, míg a dinamikus optimalizálás elvégzése során meghatározzuk a lefolyási függvényeket is abból a célból, hogy biztosítható legyen az optimalizálási kritérium szélső értéke. Speciális esetben az optimalizálási kritérium a folyamat lezajlásának ideje is lehet, amelyet pl. minimalizálni kell.

A különböző rendszerek és folyamatok kibernetikai elemzésének taglalásakor meg kell jegyezni, hogy ezen tudomány módszereinek felhasználása nemcsak a különböző matematikai módszerek alkalmazását jelenti a feladatok megoldása közben. A kibernetikai módszerek felhasználhatóságának szükséges feltétele az, hogy az acélgyártás folyamatait rendszerszemlélettel közelítsük meg, és így a kibernetikai elemzés jelentős részét kitöltő *matematikai módszerek* alkalmazása *csak eszköz számunkra ahhoz*, hogy az acélgyártási folyamatokat *modernizáljuk*, vagy a folyamatokat jobban *megértsük és megismerjük*.

IRODALOM

[1] *Wiener, N.:* Kibernetika ili upravlenyije i szvjaz v zsivotnom; masine. Izdatyelsztvo „Szovjetsztoje Radio" 1969.

[2] *Beer, S.:* Kibernetika i upravlenyie proizvodsztvom. Izdanyie ftoroje. Izdatyelsztvo „Nauka" 1965.

[3] *Hood, G. H.—Macol, R. Z.:* Szisztemotechnika. Vvedenyije v projektirovanyije bolsih szisztem. Izdatyelsztvo „Szovjetszkoje Radio" 1962.

Felhívjuk tagjaink figyelmét a Vaskohászati Szakosztály 1975. évi pályázatára

A részletes pályázati feltételek az 1975. 1. számunk borítólapján, ill. 4. számunk 174. oldalán találhatók

Fémolvadékok viszkozitásának vizsgálata kapilláris viszkoziméterben

Dr. WÉBERNÉ, KOVÁCS ÉVA egy. adjunktus—Dr. BERECZ ENDRE tszv. egy. tanár, a kémiai tud. doktora
Nehézipari Műszaki Egyetem, Általános és Fizikai Kémiai Tanszék

DK:532.137.2:669-154

A szerzők a kapilláris viszkozimetria elvi alapjainak áttekintése után ismertetik, hogy a mérési módszer hogyan alkalmazható fémolvadékok viszkozitásának meghatározására és az e célra használható készüléktípusokat. Egy Ostwald-típusú viszkoziméter úgy alakították át, hogy alkalmas legyen az erősen oxidálódó, kis kinematikai viszkozitású fémolvadékok mérésére. Kísérleteik azt bizonyították, hogy a kialakított készülék egyszerűen és megbízhatóan méri az alacsony olvadáspontú fémötvözetek viszkozitási viszonyait.

Bevezetés

Annak ellenére, hogy ma már többféle elven működő, speciálisan fémolvadékok viszkozitásának meghatározására is alkalmas korszerű viszkoziméter típus ismeretes, célszerűnek látszik a kapilláris áramlás elvén alapuló klasszikus viszkozitás meghatározási módszerek felületvizsgálata fémolvadékok esetén. Ezt elsősorban az a tény indokolja, hogy az egyéb — nem kapilláris — viszkoziméterekkel csak relatív viszkozitásokat lehet meghatározni, s ehhez a készüléket, ill. a mérések során meghatározott paramétereket egy már ismert viszkozitású anyaggal kell kalibrálni. Az így nyert viszkozitások pontosságát tehát mindenekelőtt a kalibrálás körülményei és a kalibráló anyag viszkozitásának mérési pontossága határozza meg. Ennek megfelelően tehát fémolvadékok viszkozitás méréséhez szükség van legalább néhány igen tiszta fém viszkozitásának igen pontos ismeretére, mint viszkozitási etalonra.

A fémolvadékok kapilláris áramlásának elvén történő viszkozitás meghatározás lehetőségeinek felmérését és esetleges alkalmazását gazdaságossági szempontok is indokolják. A kapilláris viszkoziméterek előnye ugyanis az egyéb, más típusú viszkoziméterekkel szemben az, hogy igen egyszerűen elkészíthetők, viszonylag olcsók, és a viszkozitás vizsgálatok viszonylag kis anyagmennyiséggel elvégezhetők.

A kapilláris viszkozimetria elvi alapjai

A viszkozitás az adott halmazállapotú kémiai anyag folyékonyságára jellemző fizikai-kémiai tulajdonság.

A folyadékok adott körülmények közti mozgásának egzakt, matematikai leírása az általában bonyolult hidrodinamikai viszonyok miatt csak igen nehezen lehetséges, vagy esetleg meg sem oldható függvénykapcsolatokat tartalmazó matematikai modellek felállításához vezet. Ahhoz, hogy a folyadék áramlás közben fennálló viselkedéséből adott fizikai-kémiai tulajdonságára, nevezetesen a viszkozitására lehessen következtetni, az egyszerűbb áttekinthetőség érdekében számos egyszerűsítést kell tenni.

Mindenekelőtt fel kell tételezni, hogy a folyadék differenciálisan kis térfogateleme még a bonyolult áramlási esetekben is viszonylag „egyszerűen" viselkedik, amiben a lejátszódó deformáció játszik döntő szerepet, s ennek mértéke matematikailag a viszkozitásban jut kifejezésre [1].

A viszkozitás ún. *newtoni definíciója* [2] szerint két, egymással párhuzamosan mozgó folyadékréteg között a súrlódás miatt fellépő nyírófeszültség az anyag ún. *dinamikai viszkozitása* szerinti mértékben arányos a mozgás irányára merőlegesen vett hosszúságegységre eső sebességváltozással, azaz a sebességgradienssel. Az x—y derékszögű koordináta rendszerrel jelölt xy síkban pl. a differenciális térfogatelem x irányú mozgása esetén az xy síkban működő nyírófeszültség — τ_{xy} — a

$$\tau_{xy} = \eta \frac{dv_x}{dy} \qquad (1)$$

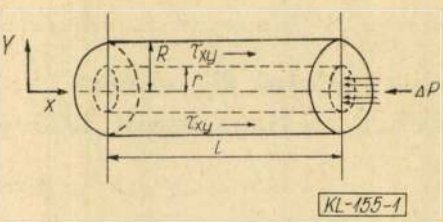
egyenlettel fejezhető ki, ahol dv_x/dy az x irányú sebesség y irányú sebességgradiense, η pedig az ún. *belső súrlódási együttható*, vagy az ezzel egyenlő dinamikai viszkozitás.

Az ilyen feltételek szerint viselkedő anyagi rendszereket *newtoni folyadékok*nak nevezik.

A newtoni folyadékrendszerek áramlási viselkedésének matematikai modellje az ún. *Navier—Stokes*-féle háromváltozós parciális differenciálegyenletrendszer, ami megadja a differenciális térfogatelem dt idő alatt bekövetkező sebességváltozása alapján a gyorsulás teljes kifejezését, a térbeli koordináta rendszer x—y—z tengelyei menti komponensekre bontva [3—5].

A *Navier—Stokes*-féle egyenletek részletesebb matematikai ismertetése nélkül a továbbiakban csak a kapilláris viszkozimetria elvi alapjainak meghatározása szemszögéből lényeges megoldás feltételeit és az ezek figyelembevételével nyert megoldás ismert [5] eredményeit foglaljuk össze.

A kapilláris áramlási viszonyok modelljét az *1. ábra* szemlélteti, ahol Δp a cső két vége között az áramlást előidéző nyomáskülönbség, r a cső tengelyétől egy tetszőleges távolságra levő folyadékréteg sugara, R a cső teljes belső sugara, l pedig a cső véges hossza. Az ábra esetében a *Navier—Stokes-*



1. ábra. Newtoni-rendszerek „egydimenziós" folyásának áramlási modellje

egyenletek megoldásának határfeltétele az, hogy a cső falán a sebesség zérus, azaz, ha $r=R$, $v=0$.

Ezekkel a feltételekkel a véges l hosszúságú kapilláris csőben, adott Δp nyomáskülönbség hatására laminárisan áramló *newtoni*-rendszerek viszkozitására a már korábban is ismert [6] ún. *Hagen—Poiseuille*-féle egyenlet adódik:

$$\eta=\frac{\pi R^4}{8V}\frac{\Delta p}{1}t \qquad (2)$$

ahol t az átfolyási idő, V a t idő alatt átfolyt folyadék térfogata, a többi jelölés megegyezik a korábban alkalmazottakkal.

A (2)-ben szereplő fizikai alapmennyiségek mérési pontosságon kivül az áramlási feltételektől való kisebb-nagyobb eltérések is a viszkozitásmérések számottevő hibaforrásai lehetnek. Ezért a (2) alkalmazásánál:

1.) biztosítani kell, hogy a kapilláris fala mentén az áramlás sebessége valóban zérus legyen, vagyis a folyadék a falon ne csússzon;

2.) az áramlás feltétlenül lamináris legyen;

3.) a kapilláris minél hosszabb — elméletileg végtelen — legyen;

4.) az áramlási folyadék feltétlenül newtoni-rendszerű legyen;

5.) figyelembe kell venni az áramláskor fellépő kinetikai energiaváltozásokat;

6.) csakis az egyenletes belméretű kapillárisok használhatók.

A Hagen—Poiseuille-egyenlet érvényessége fémolvadékok kapilláris áramoltatására

Az első feltétel a kapilláris anyagát nedvesítő folyadékok esetében minden további nélkül teljesül. Fémolvadékoknál azonban — minthogy ezek az anyagi rendszerek aránylag nagy felületi feszültségük következtében az általában leggyakrabban használt üvegkapillárisok falát nem nedvesítik — ennek az első feltételnek a teljesülési körülményeit behatóbban kell tanulmányozni.

Ezzel a kérdéssel — különösen a higany, mint tipikusan üveget nem nedvesítő folyadék esetében — már maga *Poiseuille* is, és több kutató foglalkozott, majd ezek munkáit összefoglalta és értékelte *Erk* [7] és később *Sauerwald* [8]. A higanynak az egyes szerzők által mért viszkozitás értékei ugyanis egymástól 20—25%-os eltérést is mutattak. A nagy eltérések okát elsősorban annak tulajdonították, hogy a higany a kapilláris falán csúszik. Erre a magyarázatra azonban *Erk* szerint nincs elegendő és döntő bizonyíték. Tény, hogy a *Hagen—Poiseuille*-egyenlet érvényességét elsősorban a felsorolásunk szerinti második feltétel, a lamináris áramlás követelménye határozza meg.

A lamináris áramlás határát jelző paraméter, az ún. *Reynolds*-féle [9] dimenzió nélküli szám.

A lamináris áramlásra vonatkozóan általában megközelítő szabály, hogy az áramlás jellege $R_e=2000$-nél változik meg, mert efölött az áramlás turbulenssé válik.

A harmadik feltétel (a végtelen kapilláris) gyakorlatilag nem teljesíthető, igen pontos méréseknél azonban egy korrekciós taggal ezt a körülményt is figyelembe kell és lehet venni.

A negyedik feltételt (a *newtoni* rendszer fenntartása) higanyra és más fémrendszerekre is *Plüss* [10], majd igen behatóan *Sauerwald* [11—13; 8] *és munkatársai* vizsgálták, akik megállapították, hogy az olvadt fémek *newtoni*-rendszerként viselkednek, de az áramlást csak éppen megindító kis nyomások alkalmazását mindenképpen kerülni kell.

Az ötödik feltétel (kinetikai energiaváltozások) figyelembevétele fémolvadékok esetében különösen indokolt. Ilyen anyagi rendszerek jellemző tulajdonsága ugyanis a kis kinematikai viszkozitás mellett a viszonylag nagy sűrűség. A sűrűség pedig a *Navier—Stokes*-féle mozgásegyenletekben a differenciális térfogatelem gyorsulásának egyik meghatározója.

A (2) egyenlet a kinetikai energiaváltozást figyelembe vevő ún. *Hagenbach—Couette* féle korrekciós taggal tehát az alábbiak szerint alakul:

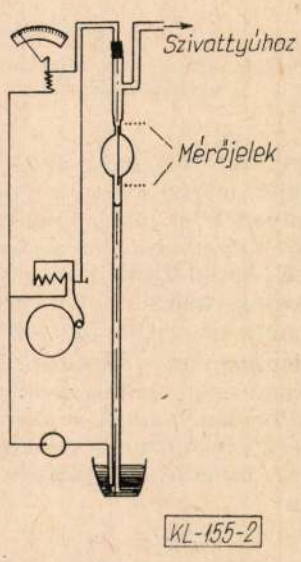
$$\eta=\frac{R^4\Delta p}{8V(l+nR)}t-\frac{mgV}{8\pi(l+nR)}\cdot\frac{1}{t} \qquad (3)$$

ahol az n és m egy-egy jellemző állandó. n-re legtöbbször 0,57-t, míg az m-re 1 és 1,17 közé eső értékeket, de leginkább — fémolvadékok esetében is — 1,12-t szoktak venni.

Az egyazon készülékben különböző viszkozitású anyagi rendszerekkel, illetve ugyanazon viszkozitású anyaggal különböző alakzatú, vagy méretezésű kapilláris viszkoziméterben végzett vizsgálatok [14—17] azonban m-re más-más értéket adtak. Ebből megállapítható, hogy m a *Reynolds*-szám függvényében többé-kevésbé változik.

Abszolút viszkozitásmérések

Az abszolút mérések alapelve, hogy a vizsgálandó folyadékot valamely kapillárison keresztül áramoltatjuk — az előzőkben ismertetett áramlási feltételeknek megfelelően — és a viszkozitást a *Hagen—Poiseuille*-egyenlet alapján, az egyenletben szereplő paraméterek közvetlen megmérésével határozzuk meg.

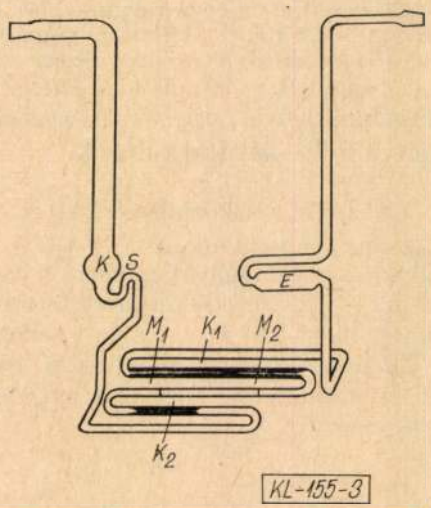


2. ábra. Viszkoziméter pipetta

A fémolvadékok abszolút viszkozitásának meghatározásához leginkább alkalmazott készülékek két fő jellemző típusát képviselik a viszkoziméter pipetták és a nyomógázos, vízszintes kapillárisú viszkoziméterek. A viszkoziméter pipetta *(2. ábra)* az egyik legrégibb és legegyszerűbb kapilláris viszkoziméter típus, amit fémolvadékok viszkozitás meghatározásaihoz még ma is szívesen használnak [18]. Ennél a mérőkapilláris egyik végéhez hozzáforrasztják a mérőedényt, míg a pipetta másik vége közvetlenül a hőfokszabályozós kemencében helyetfoglaló és a vizsgálandó anyagot tartalmazó tégelybe merül.

A *Hagen—Poiseuille*-egyenletben szereplő áramlási időt a mérőedény adott V térfogatának megfelelően beépített két elektród által adott elektromos jelzés útján mérik, amikor is a „folyadékszál" a felső mérőedényben létrehozott vákuum hatására felfelé áramlik.

A nyomógázos, vízszintes kapillárisú viszkozimétert a fémolvadékok nagyon pontos viszkozitás meghatározására megfelelő módosításokkal *Sauerwald* [11—13; 8] „iskolájában" alakították ki. Ez a viszkoziméter típus — aminek végső, korszerűsített alakját a *3. ábra* szemlélteti — mai ismereteink szerint a legalkalmasabb a fémolvadékok viszkozitásának pontos meghatározására.



3. ábra. Sauerwald nyomógázos, vízszintes kapillárisú viszkozimétere

Az ábrán bemutatott nyomógázos, vízszintes kapillárisú készülék mérési alapelve viszonylag egyszerű; a fémolvadék az oxigénmentes nyomógáz hatására a két különböző hosszúságú, de azonos átmérőjű K_1, K_2 kapillárisokon keresztül áramlik. Amennyiben egyugyanazon anyagi rendszer áramlásakor az azonos átmérőjű, de különböző hosszúságú kapillárisban az átfolyás sebessége azonos, akkor a kinetikai energiaváltozásoknak, ellenállásoknak és felületi hatásoknak is azonosaknak kell lenniök. Következésképpen a viszkozitás korrekciók nélkül, a *Poiseuille*-egyenletnek megfelelően közvetlenül az

$$\eta = \frac{\pi R^4 (p_1 - p_2)}{8V(l_1 - l_2)} t \qquad (4)$$

egyenlet paramétereinek meghatározása útján határozható meg, amikor is p_1, ill. p_2 az egyes kapillárisokban az azonos sebességi értéket (ill. ennek megfelelően azonos t átfolyási időt) eredményező nyomások, l_1 és l_2 pedig a kapillárisok hosszai.

Relatív viszkozitásmérések

A relatív viszkozitásmérési módszer alapelve, hogy a viszkozitásnak a kapillárisban áramlására vonatkozó matematikai modelljében a viszkozitás mérések folyamán nem változó paramétereket nem mérjük meg közvetlenül. Ezek egy közös állandóba való foglalásával ugyanis a viszkozitásra — a (3) egyenletből leszármaztatva — az alábbi összefüggés adódik:

$$\eta = a\,\Delta p t - B\varrho \frac{l}{t} \qquad (5)$$

ahol

$$a = \frac{\pi R^4}{8V(l + nR)}; \quad B = \frac{mV}{8\pi(l + nR)}$$

a készülék műszerállandói.

A relatív kapilláris viszkoziméterek legismertebb képviselője az ún. *függőnívós Ostwald*-féle viszkoziméter [5, 19], ahol a kapilláris áramlást — a közlekedő edények törvényének alkalmazásával — közvetlenül a folyadékoszlop saját súlyával hozzák létre. Következésképpen a (2)-ben is szereplő Δp az alábbiak szerint fejezhető ki:

$$\Delta p = h_k \varrho g \qquad (6)$$

ahol h_k a folyadékoszlop nívókülönbsége,
ϱ a sűrűség
és g a gravitációs állandó.

Δp (6) szerinti kifejezését (2)-be helyettesítve, valamint figyelembe véve, hogy a dinamikai viszkozitás és sűrűség hányadosa egyenlő a kinematikai viszkozitással ($\nu = \eta/\varrho$), nyilvánvaló, hogy a függőnívós kapilláris viszkoziméterben az állandó V térfogatú folyadék átfolyási idejének függvényében közvetlenül a kinematikai viszkozitást mérjük, az alábbi egyenletnek megfelelően;

$$\nu = At - B\frac{1}{t} \qquad (7)$$

ahol

$$A = \frac{\pi R^4}{8V(1 + nR)} h_k$$

és B az (5) egyenlet szerint a készülék „műszerállandói".

A kinetikai energiára vonatkozó korrekciós tagot magába foglaló B kis értéke és megfelelő nagy átfolyási idők esetén a (7) egyenletben szereplő második tag elhanyagolható és így ebben az esetben a készülékben áramoltatott anyagok kinematikai viszkozitásai, az átfolyási időkkel arányosan fejezhetők ki, miszerint

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{t_1}{t_2} \qquad (8)$$

ahol ν_1 és t_1 pl. a vizsgálandó anyag, míg a ν_2 és t_2 a kalibráló folyadék megfelelő adatai.

A relatív mérési eljárásoknál is természetesen alapvető követelmény a lehetséges legnagyobb mérési pontosság elérése. Ehhez mindenekelőtt biztosítani kell, hogy mind a kalibráló, mind a vizsgálandó anyagok áramoltatásakor kialakuló reológiai viszonyok eleget tegyenek a *Hagen—Poiseuille*-törvény érvényességét feltételező követelményeknek.

Kísérleti vizsgálatok

Tanszékünkön kísérleteket kezdtünk egy olyan kapilláris viszkoziméter kialakítására, aminek működési elve azonos ugyan az egyszerű mérési elvű *Ostwald*-féle készülékekkel, de szerkezeti megoldásánál fogva alkalmas fémolvadékok viszkozitásméréseihez is. A tervezés megkezdésekor mindenekelőtt az alábbi szempontokat vettük figyelembe:

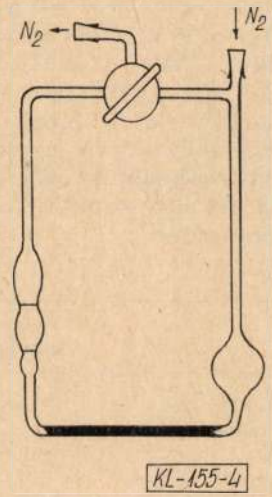
a) a készülék a lehető legegyszerűbben legyen működtethető;

b) a viszkozitásmérések anyagszükséglete kicsi legyen;

c) a készülék olcsó és elkészítése egyszerű legyen;

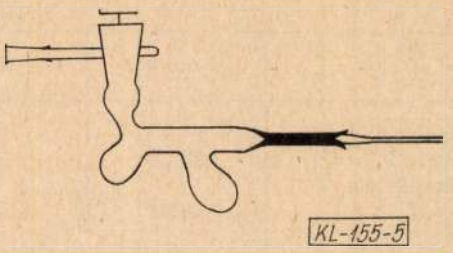
d) a viszkozitás meghatározásához szükséges segédműveletek (ötvözetkészítés, az ötvözet bejuttatása a készülékbe, tisztítás stb.) szintén könnyen és egyszerűen legyenek kivitelezhetők.

A fenti, *a* és *d* szempontok és a szakirodalom idevonatkozó tapasztalatai [20—23] figyelembevételével, többszörös módosítás után kialakított Ostwald-elvű viszkoziméterünket a *4. ábra* mutatja.



4. ábra. Fémolvadékok relatív viszkozitás meghatározására készített függőnívós kapilláris viszkoziméterünk

A készülék a két nyitott szárat összekötő csőrészbe épített hármasfuratú csap alkalmazásával jól egyesíti magában az olvadt fémek oxidációjának megakadályozására általában szokásos kétféle eljárást, a vákuumban végzett munka lehetőségét, ill. inert gáz áramoltatását. Tapasztalataink azt mutatták, hogy az utóbbi módon, tehát a védőgáz alkalmazásával hatásosabb és egyszerűbben kivitelezhető oxidáció elleni védelem érhető el, mint vákuummal. Ugyanakkor készülékünkben a védőgázos megoldás előnye az is, hogy a védőgáz a hármasfuratú csap megfelelő elfordításával, mint az áramlást előidéző nívókülönbségek kialakításához szükséges nyomógáz is felhasználható.



5. ábra. A fémötvözet elkészítésére és viszkoziméterbe való juttatásához készített edény

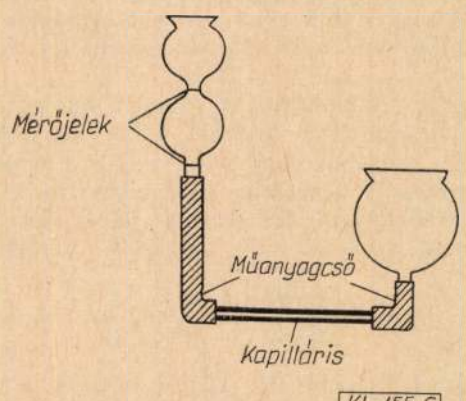
A viszkozitásmérés menete készülékünkkel a következő. A jobb oldalon csekély túlnyomással beáramló, az oxigén nyomaitól is gondosan megtisztított inertgáz ebben az irányban zárt csapállás mellett az olvadékot a bal oldali mérőgömbön levő mérőjelek fölé nyomja. Ezután a csap vízszintes irányú elfordításával a két szárban levő nyomáskülönbség kiegyenlítődésével az olvadék lefelé folyik, miközben mérhető a két jel közötti V térfogatú folyadék t áramlási ideje.

Minthogy a viszkozitásmérésekhez csak teljesen tiszta, oxidhártyamentes fényes felületű olvadék használható, különleges fontosságú magának az ötvözetnek az elkészítése és a viszkoziméterbe való juttatásának módja is. Ennek a céljára készítettük az *5. ábrán* bemutatott edényt, mind az állandó inertgázáram, mind pedig szükség szerint a vákuum fenntartása követelményeinek megfelelően.

Az ötvözetkészítő edénynek és a viszkoziméter csiszolatpáron történő csatlakoztatásának más ismert [24] készülékekkel szemben az az előnye, hogy az ötvözet elkészítése után az edény a viszkozimétertől könnyen leválasztható.

Megjegyezzük, hogy pl. amalgámötvözetek elkészítésekor még az üveg falára tapadt oxigénnyomok is nagyon zavarnak. Ezért az összekapcsolt edényeket már a fémes komponensek behelyezése előtt is gondosan oxigénteleníteni kell, melegítés közben vákuum és inertgázos átöblítés ismételt alkalmazásával.

A kapillárisátmérő és a nyomómagasság (azaz a közepes nívókülönbség) közötti összefüggések szélesebb körű áttekintéséhez modellkísérlet-sorozatot végeztünk. A nívókülönbségek által létrehozott kapillárisbani áramlást a *6. ábrán* vázoltak szerint modelleztük. A mérőkapillárist műanyagcsővel



6. ábra. A viszkoziméterbeni áramlás modellje

1. táblázat

	I. modell	II. modell
A mérőjelek közötti térfogat, V [cm³]	23,55	3,3
A mérőkapilláris hossza, l [cm]	10,0	7,0
A kapillárisok átmérői, $2R$ [mm]	1; 0,8; 0,7; 0,64; 0,566; 0,552; 0,54; 0,45; 0,41; 0,35; 0,32	0,64; 0,56; 0,45; 0,40; 0,36; 0,32

csatlakoztattuk a mérőedényhez, ill. folyadéktartályhoz. Ezzel a megoldással igen egyszerűen tudtuk vizsgálni az áramlás sebességét a nívókülönbség függvényében, egyazon kapilláris mellett, ugyanakkor a kapillárisokat is könnyen tudtuk cserélni.

A modellkísérletek áramló közegének a higanyt választottuk, egyrészt alacsony olvadáspontja, másrészt az irodalomból jól ismert viszkozitása, ill. az üveget nem nedvesítő sajátsága miatt.

A modellkísérleteket 20 °C-on végeztük.

Az áramlási viszonyokat az *1. táblázat*ban összefoglalt mérettartományokat felölelő két modellrendszerben vizsgáltuk.

A relatív mérések

$$\left(v_1 = v_2 \frac{t_1}{t_2}\right)$$

egyenlet szerinti legegyszerűbb viszkozitásmeghatározási lehetősége szempontjából először a *Hagen—Poiseuille*-egyenlet kinetikus energiakorrekció nélküli alakja érvényességének körülményeit vizsgáltuk. A reológiai viszonyok alakulásától függően, a *Hagen—Poiseuille* egyenlet érvényességi tartományának, ill. az ettől való eltérés mértékének kvantitatív értékeléséhez a modellkísérlet során mért paraméterekkel kiszámítottuk a higanyra adódó kinematikai viszkozitást.

Különböző kapillárisok kimérésével megállapítottuk, hogy a modellrendszerek vizsgált áramlási körülményei között a higany áramlása nem követi a *Hagen—Poiseuille*-törvényt. Következésképpen az eme mérettartományok szerint méretezett kapilláris viszkoziméterekben a kicsiny kinematikai viszkozitású fémolvadékok viszkozitása nem határozható meg a kinetikai energiakorrekciós tagot figyelembe nem vevő egyszerűbb relatív mérések útján.

További vizsgálatunk célja most már egy olyan mérettartomány megtalálása volt, ahol a kis kinematikai viszkozitású fémolvadék kinematikai viszkozitása a kinetikus energiakorrekció figyelembevételével a modellrendszer, ill. az ezek szerint méretezett viszkoziméter reológiai viszonyai között a

$$v = \frac{\pi R^4}{8Vl} h_k t - \frac{mV}{8\pi l} \cdot \frac{1}{t} \qquad (9)$$

egyenlettel fejezhető ki. Ekkor ugyanis a relatív módszer szerinti viszkozitás meghatározás a (7) egyenletnek megfelelően eszközölhető. Ennek azonban szigorú feltétele az, hogy a kinetikai energiaváltozásra vonatkozó korrekciós tagban szereplő m tényező és következésképpen az ezt magába foglaló B műszerállandó az áramlási sebességtől függetlenül valóban állandó értékű legyen.

A *Hagen—Poiseuille*, valamint a (7) egyenlet összevetésével nyilvánvaló, hogy

$$\frac{mV}{8\pi l} = B$$

műszerállandó lényegében a *Hagen—Poiseuille*-egyenlettől való eltérés mértékét fejezi ki. Ennek megfelelően, a (7)

$$v = At - B\frac{1}{t}$$

egyenlet szerinti viszkozitásmérési mód alkalmazásához — egy-egy kapilláris esetén — az a mérettartomány a megfelelő, ahol az áramlási sebességtől, vagyis esetünkben a nyomómagasságtól függetlenül a B — legalábbis közel — azonos értékű. Ennek a körülménynek a vizsgálatánál is a *Hagen—Poiseuille*-egyenlet érvényességének vizsgálatához hasonlóan jártunk el. A modellkísérlet során mért paraméterek és az m-nek az általában 1,12-nek vett értékével, a (9) egyenlet alapján kiszámítottuk a higanyra adódó „látszólagos" viszkozitásokat.

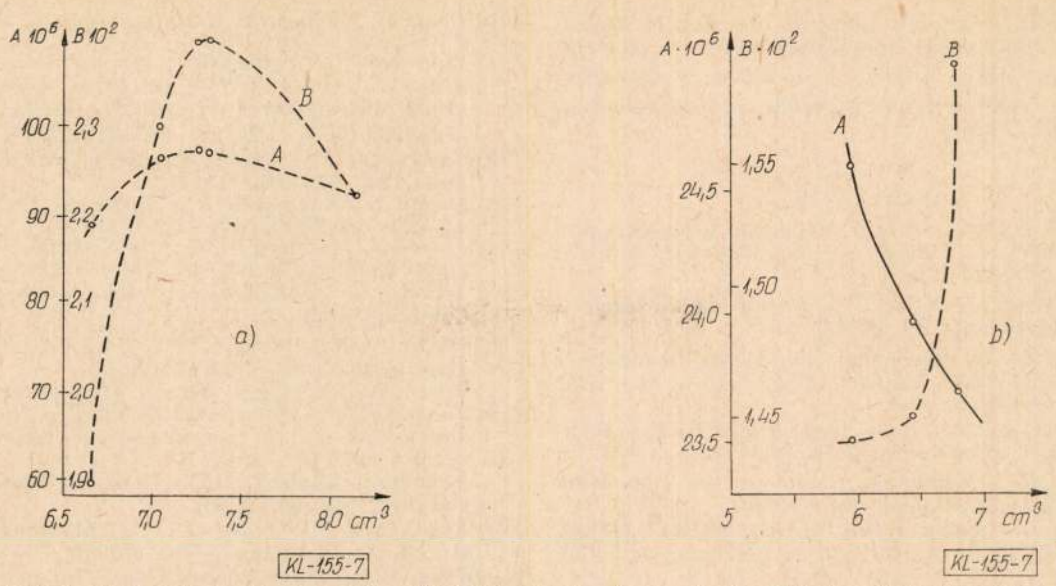
Annak ellenére, hogy a *Hagen—Poiseuille*-törvény érvényességének követelményei különösen a kis kinematikai viszkozitású anyagok áramoltatásakor, a szűkebb kapillárisokban jobban teljesíthetők, a fémolvadékok egyéb méréstechnikai követelményei szempontjából azonban előnyösebb a szélesebb kapillárisok alkalmazása. Eme meggondolásból, a modellkísérletek alapján levont következtetések figyelembevételével a még megközelítőleg jónak ítélhető szélesebb kapillárisok beépítésével készítettünk két viszkozimétert a *2. táblázat*ban feltüntetett méretezéssel.

2. táblázat

	I. készülék	II. készülék
Kapillárisátmérő ($2R$) [cm] ...	0,06	0,05
Átlagos nyomómagasság (Δh) [cm]	4—6	2,5—4,0
A mérőjelek közötti térfogat, V [cm³]	2,6	2,6
A kapilláris hossza, l [cm]	7	7

Készülékeink kalibrálását és így ezen keresztül a kis kinematikai viszkozitások tartományára való alkalmazhatóságának vizsgálatát a higany különböző hőmérsékleteken mért lefolyási idői és az eme hőmérsékletekhez tartozó viszkozitásai alapján a viszkoziméteren kialakulható nyomómagasságok függvényében végeztük el.

Az (5), ill. (7) egyenletek szerinti relatív viszkozitás meghatározással kapcsolatban elmondottak értelmében készülékeink A és B műszerállandóit minden egyes nyomómagassághoz, ill. „összterfogat"-hoz tartozóan meghatároztuk, a különböző hőmérsékleteken mért lefolyási idők és ehhez tartozó viszkozitásoknak megfelelően a legkisebb



7. ábra. A viszkoziméter A és B műszerállandói értékének változása a viszkoziméterbe töltött „össztérfogat" függvényében
(a) 1. készülék, (b) 2. készülék

négyzetek módszere szerinti kiegyenlítő számítás útján. Az így kapott műszerállandók értékeinek változását a viszkoziméterbe vitt higany „összes" térfogatának függvényében a *7. ábra* mutatja be. Az ábrák alapján megállapítható, hogy a szélesebb kapillárisú *1.* készülékben a *B* műszerállandó — végső soron az áramlási sebesség változásának megfelelően — igen erősen változik, de az *A* sem mutatja a megkívánt monoton jellegű változást. Ez a készülék tehát még a kinetikai energiaváltozások szerinti figyelembevétel alapján sem alkalmas a kisebb kinematikai viszkozitású anyagi rendszerek viszkozitásának a meghatározására.

A *2.* készülékben azonban az áramlási sebesség, ill. az ezzel arányos össztérfogat függvényében már megfigyelhető a *B* változásának egy közel vízszintes szakasza. Ugyanakkor itt már az *A* is monoton változik, amikor is valóban csak a benne szereplő h_k — közepes nívókülönbség — változása befolyásolja. Ez a készülék tehát, bár viszonylag szűkebb áramlási sebességi intervallumban, de alkalmas a kis kinematikai viszkozitású fémolvadékoknak a

$$\nu = At - B\frac{1}{t}$$

egyenlet szerinti relatív viszkozitás méréseihez.

Az egy-egy nyomómagassághoz tartozóan, hat viszkozitási mérés átlagából számolt *A* és *B* műszerállandók pontosságának és így ezáltal készülékünk mérési pontosságának is ellenőrzésére, az egyes „össztérfogatok" esetén mért lefolyási időkből a (7) egyenlet szerint kiszámítottuk a higany adott hőmérsékletekhez tartozó viszkozitásait, amik az irodalmi adatokkal a *3. táblázat*ban összefoglaltak szerint jónak ítélhető egyezést mutatnak.

Következtetések

Fémolvadékok kapilláris viszkoziméterben történő mérési lehetőségeinek vizsgálata során megállapítottuk, hogy

1. a kapilláris áramlás elvén alapuló módszerrel fémolvadékok viszkozitása is igen pontosan meghatározható, amennyiben az áramlás reológiai viszonyai biztosan a *Hagen—Poiseuille* egyenlet érvényességének megfelelően alakulnak;

2. a *Hagen—Poiseuille*-egyenlet érvényességét biztosító áramlási körülményeket az egyes anyagi rendszertípusokra vonatkoztatva — így konkrétan a fémolvadékokra is — mind a várható viszkozitási értéktartomány, mind a készülék alakjának és méretviszonyainak megfelelően, közvetlenül kísérleti úton meg kell vizsgálni.

Kísérleteink során kialakítottunk egy olyan *Ostwald*-típusú kapilláris relatív viszkozimétert, amivel elsősorban az alacsonyabb olvadási hőmérsékletű fémolvadékok — mint az amalgámok, egyes gallium-ötvözetek stb. — viszkozitási viszonyai aránylag egyszerűen meghatározhatók.

3. táblázat

Össztérfogat [cm³]		5,98		6,43		6,80	
[°C]	$\nu_{ir} \cdot 10^6 m^2 s^{-1}$	$\nu_{szám} \cdot 10^6 m^2 s^{-1}$	Δ%	$\nu_{szám} \cdot 10^6 m^2 s^{-1}$	Δ%	$\nu_{szám} \cdot 10^6 m^2 s^{-1}$	Δ%
20	0,1147	0,1151	+0,35	0,1149	+0,17	0,1144	−0,23
30	0,1108	0,1104	−0,36	0,1106	−0,22	0,1112	+0,36
40	0,1074	0,1070	−0,40	0,1076	+0,19	0,1073	−0,11
50	0,1044	0,1045	+0,11	0,1041	−0,26	0,1044	+0,07
60	0,1017	0,1021	+0,37	0,1017	0	0,1018	+0,05
70	0,0991	0,0990	−0,13	0,0993	+0,18	0,0990	−0,08

A modellkísérleteink alapján méretezett készülékünkkel, ellenőrző méréseink szerint elérhető mérési pontosság ±0,5%-on belül van, ami fémolvadékok viszkozitásméréseinek vonatkozásában igen jónak ítélhető.

IRODALOM

[1] *Csürös Z.—Bozzay J.:* Reológiai alapismeretek. Mérnöki Továbbképző Intézet előadássorozatából: 4314. Bp. (1964).

[2] *Erdey-Grúz T.—Schay G.:* Elméleti fizikai kémia I. Tankönyvkiadó, Bp. (1964).

[3] *Cremer H. W.:* Chemical Engineering Practice 4. vol. Fluid State, London, Butterworths Scientific Publications (1957).

[4] *Kotschin—Kibel—Rose:* Theoretische Hydromechanik I—II. Bd. Berlin, Akademie-Verlag (1954).

[5] *Mózes Gy.—Vámos E.:* Reológia és Reometria Műszaki Könyvkiadó, Bp. (1968).

[6] *Hagen G.:* Annalen der Physik, **48** 413 (1839). *Poiseuille J. L. M.:* Mem. Savants Étranges, **9** 433. (1846).

[7] *Erk S.:* Z. Physik. **47** 886. (1928).

[8] *Menz W.—Sauerwald F.—Fischer K.:* Acta Metallurgica **14** 1622 (1966).

[9] *Van Wazer J. R.—Lyons J. W.—Kim K. Y.—Colwell R. E.:* Viscosity and Flow Measurement. A Laboratory Handbook of Interscience Publishers (1963).

[10] *Plüss M.:* Zeitschrift f. Anorganische u. allgemeine Chemie. **93** 1—26. (1915).

[11] *Sauerwald F.:* Zeitschrift f. Anorganische u. allgemeine Chemie. **135** 255—64 (1924), *157* 117—137 (1926), **161** 51—75 (1927), *209* 277—280 (1932), *223* 204—208 (1935), *270* 317—323 (1952).

[12] *Sauerwald F.—Gering K.:* Zeitschrift f. Metallkunde **26** 259—260 (1934).

[13] *Budde J.—Sauerwald F.:* Zeitschrift f. Physikalische Chemie **230** H. 1/2 42—47 (1965).

[14] *Maron S. H.—Krieger I. M.—Sisko A. W.:* Journal of Applied Physics, **25** 971—976 (1954).

[15] *Mencik Z.:* Collection of Czechoslovak Chemical Communications **27** 1. 147—154 (1962).

[16] *Panov Ju. N.—Frenkel Sz. Ja.:* Zavodszkaja Laboratorija **35** 1195—1196. (1969).

[17] *Schurz J.:* Rheologica Acta, 3. H. 1. (1963) 43—48.

[18] *Jacenko C. P.—Kononenko V. I.—Danilin V. N.—Druzsina E. P.:* Szvojsztva gallija v vodnüh rasztvorah i szplavah. Szb. Akademija Nauk SZSZSZR. Uralszkij Filial, Szverdlovszk. **12** 62—66. (1966).

[19] *Erdey-Grúz T.—Proszt J.:* Fizikai-kémiai praktikum I. Tankönyvkiadó, Bp. (1965).

[20] *Spells:* Proc. Phys. Soc. *48* 299 (1936).

[21] *Ewing—Grand—Miker:* J. Am. Chem. Soc. *73* 1168 (1951).

[22] *Golik—Rünbies:* Ukr. Fiz. Zsurnal 170 (1956).

[23] *Balej—Paseka—Vondrak:* Coll. Czech. Chem. Comm. *28* 2242 (1963).

[24] *Foley W. T.—Basak A. K.—Delorey J. R.:* Canadian Journal of Chemistry **42** (1964) 2749.

Új huzalhorganyzó a Salgótarjáni Kohászati Üzemekben

LATINÁK ISTVÁN okl. kohómérnök
Kohászati Gyárépítő Vállalat

MANKHER GYÖRGY okl. gépészmérnök
Salgótarjáni Kohászati Üzemek

DK: 621.778:669.58

A szerzők a Salgótarjáni Kohászati Üzemekben létesült új csehszlovák gyártású huzalhorganyzó technológiáját, berendezéseit ismertetik. Néhány jellemző műszaki paraméter és a berendezések elrendezésének vázlata tájékoztat a világszínvonalnak mindenben megfelelő szinten termelő új horganyzóról.

Az acélhuzalgyártás a Salgótarjáni Kohászati Üzemekben (SKÜ) jelentős szerepet játszik. Ez a nagymúltú gyár egyik fő profilja. A sok évtizedes gyártást a „fémbevonó program" keretében az elmúlt néhány év alatt jelentősen fejlesztették. Mind a huzalpácolás, mind a huzalhorganyozás avult technológiáját és régi berendezéseit korszerűsítették. A huzalpácolás korszerűsítését Lapunk egyik korábbi számában részletesen ismertettük. Ezúttal a huzalhorganyozás korszerű technológiáját és csehszlovák importból származó berendezéseit mutatjuk be olvasóinknak. A huzalhorganyzó sor ismertetését a teljes részletesség igénye nélkül csupán tájékoztató jelleggel adjuk, nem célunk a részletberendezések és tartozékok teljes leírása.

Az SKÜ vezetősége 1972. év folyamán döntött a korszerű huzalhorganyzómű létesítése tárgyában és ugyanezen évben megbízta a Kohászati Gyárépítő Vállalatot (KGYV) a tervezési-kivitelezési munkálatok elvégzésével. Sok egyeztető tárgyalás után kezdődött meg a tervezés, és ezzel egyidőben kezdetét vette a régi épületrész bontása és az új csarnok építése. Ennél a beruházásnál is — az új huzalpácolóhoz hasonlóan — fokozatos tervszállításban egyezett meg a beruházó és a fővállalkozó, itt is ez a megoldás ígérte a leggyorsabb megvalósulást.

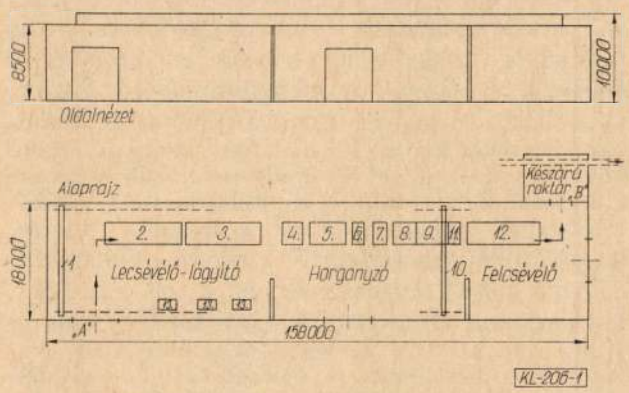
Az új huzalhorganyzó a régi rúdvas pácoló, a rúdvashúzómű és a beruházási raktár közös avult csarnoka helyén épült. Ezzel a telepítéssel a nagy teljesítményű horganyzó szomszédos üzem lett a húzóüzemmel, mely kedvezőbb szállítási körülményeket és költségalakulást eredményezett. Mivel a lehető leggyorsabb megoldást a Dunai Vasmű DVK 12×18-as típuscsarnokának a felhasználása adta, ezért kisebb módosításokkal ez a csarnok került kivitelezésre. Ezzel a megoldással elmaradt a csarnok-épület időt rabló tervezési munkája. El kellett azonban végezni a talajmechanikai vizsgálatokat, építészeti szakvélemény készült, továbbá számos építészeti felmérés, majd a régi épület bontási terve, az új épület alapozási terve és építészeti engedélyezési terve készült el. Ezek jóváhagyása után kezdődött a kivitelezés szakterveinek az elkészítése.

Az építészeti tervezés megkezdése előtt az SKÜ és a KGYV a horganyzósor beszerzése érdekében tárgyalásokat kezdett a budapesti Csehszlovák Nagykövetség Kereskedelmi Osztályának illetékeseivel, majd a berendezés ajánlatának elkészítése céljából néhány fős csehszlovák küldöttség érkezett a beruházó műszaki és technológiai igényének és a helyi adottságok megismerése céljából. Ezt követte ajánlatuk megküldése, mely után a huzalhor-

ganyzó gépsort az SKÜ—KGYV importbizományosi szerződés alapján a csehszlovák Strojimport A. S. cégnél megrendelte. A technológiai dokumentációt KGYV honosította, majd a részletes tervbe beépítette.

A huzalhorganyzómű évi 14 500 t acélhuzalt 3 műszakban tűzi horganyzási eljárással állít elő. A berendezés max. 0,14% C-tartalmú acélhuzalt 1,8—4,2 mm-es mérettartományban egyszerre 40 szálban horganyoz. A berendezés a kereskedelmi és erős horganyzási minőségek gyártására alkalmas.

A huzalhorganyzó mű az *1. ábrán* látható, mely 158 × 18 m-es csarnokban helyezkedik el.



1. ábra. A horganyzómű elrendezése

1 2 t-ás híddaru, *2* lecsévélő berendezés, *3* lágyítókemence, *4* hűtőkád, *5* pácoló berendezés, *6* kétrészes öblítő kád, *7* $ZnCl_2$ fürdő, *8* szárító kemence, *9* horganyzó kemence, *10* 2 × 15 t kiemelő szerkezet, *11* hűtő berendezés, *12* felcsévélő berendezés, *13* huzalhúzó-gépek

A gyártási sorrend az alábbi technológiai műveletekre tagozódik: huzalletekercselés, lágyítás, hűtés, pácolás, kettős öblítés, $ZnCl_2$-es bemártás, szárítás, horganyzás, hűtés és felcsévélés.

A következőkben a 40 szálas huzalhorganyzó sor műveletekre bontott technológiáját ismertetjük a gyártás megfelelő sorrendjében. Az 1. ábrán a vastag nyíl a huzal haladási irányát jelzi.

A horganyzóban a huzal a „A" — ajtón érkezik emelővillás targoncán kb. 800—1000 kg-os egységekben. Ezen huzalmennyiség a húzógépeknél kosárra van gyűjtve. A letekercselő tér kiszolgálását, a kívánt mennyiségű huzal alapanyag megfelelő mozgatását egy 2 tonnás alsóvezérlésű híddaru végzi [1].

A letekercselő berendezés [2] kétszer 40 db huzalleadó kosárból, huzalvezető rendszerből és hegesztőkészülékből áll. A huzal a 40 db álló tároló kosárról csévélődik le, majd vezetőkön a feszítőberendezéshez kerül. A huzalszálak végét tompa hegesztéssel végtelenítik. A beadó területen levő 2 × 40 db kosár, ezen huzalvégtelenítéssel folyamatosan biztosítja a huzal futását. A kiürült kosarak helyére folyamatosan teli kosarak kerülnek. A leadó berendezést követően egy feszítőberendezés a 40 huzalszál rendszerezését (egyenlő távolságra futását), bizonyos feszítését biztosítja.

A lágyítókemence (3) a húzási keménységű huzalokat 750—800 °C hőmérsékletű térben történő áthúzással lágyítja. Hossza 18 m. A földgázégők a kemence menyezetén vannak elhelyezve. A gázégők érzékeny szabályozása lehetővé teszi, hogy a direkt fűtésű kemencetérben a legmegfelelőbb atmoszféra legyen beállítható a kellő lágyítási hatás biztosítása mellett. A kemencetér atmoszférája a redukáló jellegtől az erős oxidáló hatásig szabályozható. A jól tapadó és kellő horganyréteg vastagságot biztosító fémesen tiszta felületet — a hatásos pácolástól eltekintve — a könnyen oldódó oxidot eredményező optimális kemenceatmoszféra adja. Az egyes gázégők egyedi szabályozhatóság mellett a 4 kemencezónának hőfokmérési lehetősége automatikus vezérlést is biztosít, amely állandó lágyítási minőséget eredményez. A nagyfokú műszerezettség megbízható (tüzeléstechnikai szempontból is) üzemvitelt ad. A hűtőrendszer (4) 2 db hideg vízzel telt kádból áll, célja a lágyítókemence végén kilépő huzalok hűtése. A friss víz bevezetése és a melegvíz elvezetése egyenletes hűtőhatást eredményez.

A pácolóberendezés (5) 13—18%-os sósavban, a huzal felületén keletkezett reve leoldását végzi. A huzal a pácoldatban keresztülhaladva revementes felülettel érkezik az öblítéshez. A huzalszálak a pácfürdőn át egy síkban (törés, ill. görgők nélkül) futnak át. A pácoldat túláramlásos rendszerű, melyet szivattyú biztosít. A pácolóberendezés felett elszívó ernyő vezeti a pácgőzöket az abszorbciós toronyba, itt a HCl tartalmától megszabadul, majd a műhely felett a szabadba távozik. Az elhasznált páclé a regenerálóba kerül. A pácfürdő kívánt hőfokát a huzalszálak hűtésével lehet elérni.

Kettős öblítés (6) során a huzalok két mosóegységben szabadulnak meg a felületükre tapadt sósavtól. Az első öblítő kádban a huzalszálak friss, míg a második kádban a pácfürdő előtti felmelegedett hűtővize bő vízsugara mossa le a huzal felületét. Az öblítőkádak között gumitörlő berendezés fokozza a huzal felületének tisztaságát.

$ZnCl_2$-os kezelés (7) a horganynak a huzal tiszta felületére történő hatásos tapadását, fémes kapcsolatát eredményezi. A felesleges $ZnCl_2$-ot a gumifésű veszi le a huzal felületéről.

A szárítás max. 250 °C hőmérsékletű kemencében (8) történik. A réskemence önálló földgáz égővel is el van látva, de fűtése a horganyzó kemencéből kilépő füstgázokkal üzemel. Célja, hogy a huzalok felületén a $ZnCl_2$-ot kellően megszárítsa.

A horganyzó berendezésben (9) a huzalok max. 460 °C-ú olvadt Zn-fürdőbe merülnek. A Zn-fürdőben kétféle horganyréteg állítható elő. Ha a huzalkivezetés függőleges, a Zn-fürdőből, akkor a visszafolyó olvadt, majd megdermedő Zn miatt vastagabb a réteg, ez az erős horganyzás. Amennyiben ferdén futnak ki a szálak a horganyfürdőből, és azbesztzsinóros törlést kapnak, akkor vékonyabb a horganyréteg, ez a normál horganyzás. Az első esetben a huzal szabad levegőn hűl, a másodikban vízhűtést alkalmaznak. A nagy termelékenységű berendezésnek megfelelően a kellő hőegyensúly miatt a horganykád mérete nagy. Hossza, illetve szélessége 8 × 1,6 m. Anyaga nagy tisztaságú Minica. Nagyjavításkor a kád kiemelését 2 db 15 t-ás kiemelő szerkezet (10) végzi. Horganygyűjtő akna van a kemence alatt, arra az esetre, ha a kád esetleg kilyukadna. Az aknában kokillák vannak a folyékony fém Zn befogadására. A horganyfürdő-

ből kilépő horganyszálakat a normál horganyzásnál vízzel hűtik a horgany gyors megdermedése érdekében. A hűtőkád (11) ferdén helyezkedik el, az innen kilépő huzalszálak maradék hőtartalmuktól még megszáradnak.

A felcsévélő berendezés (12) a 40 horganyzott szálat vízszintes dobra tekercseli, amely egyben a szálaknak az egyes berendezésrészeken történő áthúzását is biztosítja. A csévélés álló dobrészre történik, melyről az egyes huzalmenetek folyamatosan 90°-os irányváltoztatással gyűjtőkeresztre esnek. Innen tetszőleges súlyú karikák képezhetők.

A horganyzóberendezés műszerezettsége, az előírt és betartott értékek érzékelése, regisztrálása állandó és kiváló minőséget eredményez. Az előírt hőfokértékeket automatikus szabályozás biztosítja.

A csarnok tekintélyes hossza miatt — szálszakadáskor — amikor a leadó résztől a befűzött huzalt újra indítják és az egész berendezésen végig vezetve a felcsévélő berendezés megfelelő dobját indítani kell, a dolgozók kapcsolattartása 5 db hangosan beszélő berendezéssel történik.

A horganyzó berendezést komplett — a daruk kivételével — a csehszlovák Strojimport cég szállította.

Az új huzalhorganyzóba ideiglenes jelleggel betelepült 3 db huzalhúzó gép (13), melyek a horganyzó telep alapanyagigényét elégítik ki.

A tűzi horganyzás 99,8%-os elektrolitikus horganyt igényel. A fajlagos horganyfogyasztás kereskedelmi horganyzás esetén 32,3 kg/t, erős horganyzás esetén 90 kg/t, az átlagos érték ezekből 44,2 kg/t, ha a termelés a tervezett 12 600 t/év kereskedelmi és 1900 t/év erős horganyzásból áll, évi 6000 óra esetén.

A huzalhorganyzóműven a huzal sebessége:

huzalátmérő mm	sebesség m/perc
1,8	46
4,2	12 ker. min.-nél
2,0	25
3,1	17 erős horg.-nál

A berendezés létszámigénye műszakonként 7 fő.

A beépített alapterület 3283 m², a beépített térfogat 27 836 m³. Az új huzalhorganyzó 1974. III. negyedévében néhány hetes próbaüzemelés után belépett a termelésbe, a IV. negyedévben pedig megindult a nagyüzemi termelés. Az üzemben a dolgozók egészséges munkakörülmények között, jól szellőzött, világos csarnokban dolgoznak. Nehéz fizikai munka ki van küszöbölve, a horganyzó berendezés felett az egészségre káros gőzök elszívása kifogástalan. Tervezőket, kivitelezőket a beruházó előírásainak megfelelően az a szándék vezette, hogy az új műben a dolgozók korszerű munkakörülmények között dolgozzanak, ezt a célt a mű maradéktalanul teljesítette. A hazai huzalgyártás új objektuma a környezetvédelem tekintetében sem hagy kívánnivalókat. A csehszlovák kooperációban készült új üzem technológiája korszerű, a kikerülő termék minősége világszínvonalon áll. A jól működő huzalhorganyzómű a csehszlovák—magyar ipari együttműködés szép példája.

A vegyi összetétel és az alakítási szilárdság közötti kapcsolat

Dr. CZINEGE IMRE okl. gépészmérnök
Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskola, Budapest

DK: 539.4:669.15

Azonos hőkezelési állapotú ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok folyási görbéjének egyenlete egységes képlettel adható meg a vegyi összetétel függvényében. Kapcsolat a vegyi összetétel, kvantitatív metallográfiai jellemzők, valamint az alakítási szilárdság és a hátrafolyatáskor mért alakítási ellenállás között. Az egyes ötvözőelemek hatása az alakítási szilárdságra és alakítási ellenállásra. Hidegalakíthatóság, valamint alakíthatóság és edzhetőség szempontjából optimális anyagösszetétel választására alkalmas függvények kidolgozásának lehetősége.

A fémtani kutatásokban és elemzésekben a számos új vizsgálótechnikai lehetőség mellett egyre nagyobb szerepet kap a korszerű számítástechnika, az elektronikus számítógép is. A nagymennyiségű adat gyors feldolgozásának különös jelentősége van azoknak a rendszereknek a tanulmányozásában, amelyekben a változók száma nagy, és ezek kölcsönös kapcsolatának, valamint az eredményre gyakorolt hatásának elemzése a hagyományos számítási módszerekkel már nem oldható meg. Ilyen terület az ötvözetek egyes tulajdonságai és a vegyi összetétel között fennálló kapcsolat vizsgálata is. Ezen a téren az utóbbi tíz évben ugrásszerűen megnőtt a lineáris regresszióanalízis módszerével végzett elemzések száma. A gazdag irodalomból értékítélet és rangsorolás nélkül kiragadva néhányat, megemlíthetjük a vegyi összetétel és a Jominy-görbe [1], az acélok ára [2], a folyáshatár [3], az alakított termékek szakítószilárdsága [4], a folyató nyomás [5] között levő kapcsolatok vizsgálatát.

Korábban már beszámoltunk azokról a kutatásokról, melyek során a vegyi összetétel és a folyási görbe paraméterei között állapítottunk meg összefüggéseket [6]. Az ott szerzett kedvező tapasztalatok alapján elemzéseinket kiterjesztettük a gyengén ötvözött acélokra is. Jelen vizsgálati programunkban 22 ötvözetlen és gyengén ötvözött acél adatait dolgoztuk fel, és megkíséreltük ennek a viszonylag heterogén, részben ferrites, részben ferrit-perlites szövetszerkezetű csoportnak a folyási görbéit egységes képlettel megadni.

Számításainkban most a jobb áttekinthetőség érdekében a folyási görbét az egyszerűbb,

$$k_f = k_{fe} \cdot \varphi^n \qquad (1)$$

alakú egyenlettel közelítettük, ahol k_f az alakítási szilárdság, φ a logaritmikus főalakváltozás, k_{fe} az egységnyi alakváltozáshoz tartozó alakítási szi-

1. táblázat

A számításokhoz használt gyengén ötvözött acélok vegyi összetétele

	C%	Mn%	Si%	S%	P%	Cr%	Mo%
1014 EC 30	0,110	0,530	0,320	0,019	0,028	0,480	0,000
1015 15 Cr 3	0,140	0,530	0,370	0,027	0,028	0,710	0,000
1016 EC Mo 80	0,150	0,970	0,270	0,011	0,024	1,150	0,180
1017 EC Mo 100	0,200	1,050	0,280	0,016	0,014	1,350	0,180
1018 16 MnCr 5	0,180	1,130	0,270	0,023	0,019	0,860	0,000
1019 20 MnCr 5	0,190	1,270	0,300	0,000	0,000	1,100	0,000
1020 41 Cr 4	0,410	0,670	0,350	0,019	0,040	1,070	0,000
1021 45 CrMoV 67	0,460	0,710	0,250	0,000	0,000	1,400	0,890
1022 Cq 45	0,470	0,690	0,000	0,026	0,026	0,200	0,240
Vegyi összetétel határok 1014—1022	0,11—0,47	0,53—1,27	0,00—0,35	0,000—0,027	0,000—0,028	0,00—1,40	0,00—0,89
Vegyi összetétel határok 1001—1022	0,02—0,51	0,03—1,27	0,00—0,45	0,000—0,043	0,000—0,041	0,00—1,40	0,00—0,89

lárdság, n pedig a keményedési kitevő. A számítások során felhasznált ötvözetlen acélok jelölését és vegyi összetételét a [6] publikáció I. táblázata tartalmazta, a vizsgálatba újonnan bevont gyengén ötvözött acélok adatait pedig itt ismertetjük *(1. táblázat)*. A számítások a Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskola számítógépén *Zsigmond Alajos* okl. fizikus irányításával készültek a korábban ismertetett módszerrel [6].

A folyási görbe vegyi összetételből számított egyenlete és a mért értékek közötti kapcsolat

A VDI adatlapokon szereplő grafikonokról leolvasott és értéktáblázatos formában feldolgozott folyási görbék adataiból meghatároztuk anyagonként az (1) egyenletben szereplő k_{fc} és n paramétereket, majd ezeket a vegyi összetétel lineáris függvényeként felírva az együtthatókra a következő eredményeket kaptuk:

$$k_{fc} = 56{,}28 + 48{,}16\ \mathrm{C} + 15{,}21\ \mathrm{Mn} + 11{,}65\ \mathrm{Si} + 138{,}46\ \mathrm{S} - 70{,}61\ \mathrm{P} + 18{,}32\ \mathrm{N} + 2{,}84\ \mathrm{Cr} + 14{,}13\ \mathrm{Mo}, \quad (2)$$

illetve

$$n = 0{,}2226 - 0{,}0285\ \mathrm{C} - 0{,}0057\ \mathrm{Mn} - 0{,}0376\ \mathrm{Si} - 0{,}3571\ \mathrm{S} + 0{,}7534\ \mathrm{P} - 0{,}6689\ \mathrm{N} - 0{,}0430\ \mathrm{Cr} + 0{,}0388\ \mathrm{Mo}. \quad (3)$$

A kapcsolat szorosságára jellemző többszörös korrelációs együttható k_{fc}-re $R = 0{,}9813$; n-re pedig $R = 0{,}9095$. A képletbe az ötvözők mennyiségét %-ban helyettesítve k_{fc}-t kpmm^{-2}-ben kapjuk, n pedig dimenzió nélküli szám.

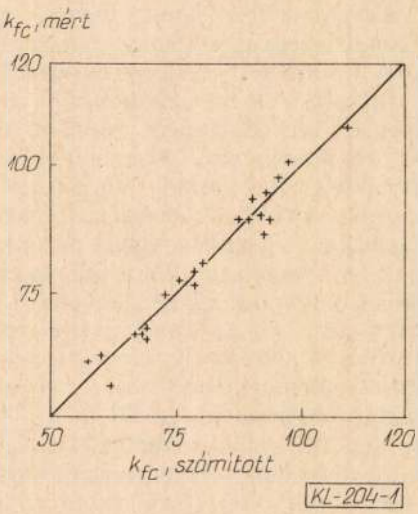
Ha az értékelésből az igen kis mennyiségben szereplő kén, foszfor és nitrogén adatait kihagyjuk, a korrelációs együttható alig csökken *(R = 0,9784)*, a képlet viszont egyszerűbbé válik. Példaként a k_{fc}-re érvényes összefüggés a következő:

$$k_{fc} = 57{,}87 + 51{,}55\ \mathrm{C} + 16{,}62\ \mathrm{Mn} + 8{,}86\ \mathrm{Si} + 0{,}91\ \mathrm{Cr} + 12{,}91\ \mathrm{Mo}. \quad (4)$$

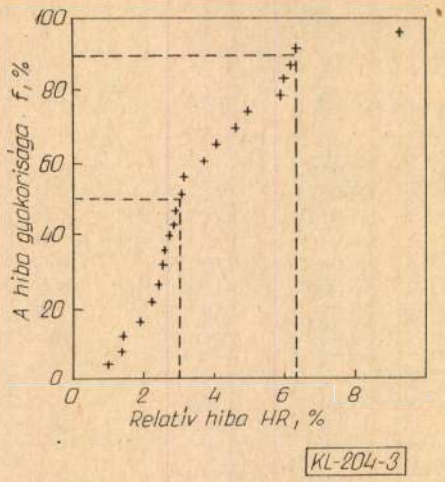
A (2), (3) és (4) egyenletek, a megadott összetételi határokon belül, a gyakorlattal jól egyező eredményt adnak. A közelítés jóságát mutatja az *1.* és *2. ábra* is, amelyben k_{fc} és n vegyi összetételből számított, és a mérésekből meghatározott értékeit tüntettük fel. A k_{fc} meghatározásának relatív hibáját a vizsgált 22 görbére a *3. ábrán* külön is feltüntettük. Itt a függőleges tengelyen a hiba előfordulásának relatív gyakoriságát (f%), a vízszintes tengelyen pedig a hiba nagyságát (HR) ábrázoltuk %-ban. A diagramból leolvashatjuk, hogy a számított értékek 90%-ánál a relatív hiba 6,5%-nál kisebb, az 50%-os valószínűségű hibanagyság pedig 3,0%. Ezen adatok is meggyőzően bizonyítják, hogy viszonylag különböző összetételű és szövetszerkezetű, de egységesen lágyított állapotú acélok folyási görbéje a vegyi összetételből kellő pontossággal meghatározható.

Bár jelen eredményeink a VDI 3200—3002 adatlapokon szereplő acélokra vonatkoznak, reális lehetőségünk van a hazai acélokra érvényes összefüggések megállapítására is. A leggyakrabban használt magyar acélanyagok folyási görbéi [7], a görbék egyenlete [8] és vegyi összetétele ugyanis rendelkezésünkre állnak, ezen adatokból a (2) és (3) típusú egyenletekben szereplő állandók kiszámíthatók.

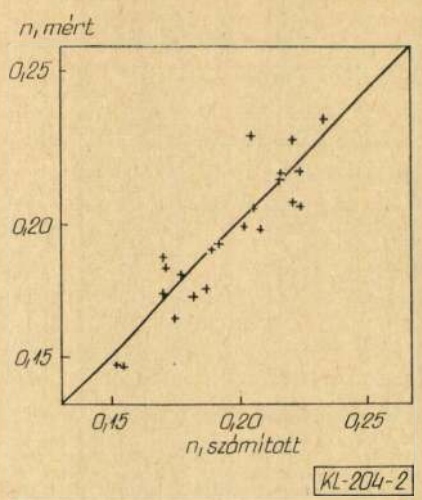
A folyási görbe vegyi összetételből számított egyenlete sokrétűen felhasználható közvetlen alakítástechnológiai számításokhoz, és elméleti jel-



1. ábra. A folyási görbe k_{fc} paraméterének mért, és regresszióanalízissel számított értékei



2. ábra. A folyási görbe n paraméterének mért, és regresszióanalízissel számított értékei



3. ábra. A folyási görbék vegyi összetételből számított értékeinek relatív hibája

legű fémtani kutatásokhoz is. A konkrét gyakorlati alkalmazások között megemlíthetjük a számítógépes technológiai tervezést, ahol az (1), (2) és (3) egyenletek felhasználásával a grafikusan adott görbéket a számítógép számára „könnyen érthető" formára hozhatjuk. Érdekes elemzéseket találunk az irodalomban az egyes ötvözőknek az ötvözetek különböző tulajdonságaira gyakorolt hatásáról is, ezt a sort egészítjük ki a továbbiakban az ötvözők és az alakítási szilárdság közötti kapcsolat elemzésével.

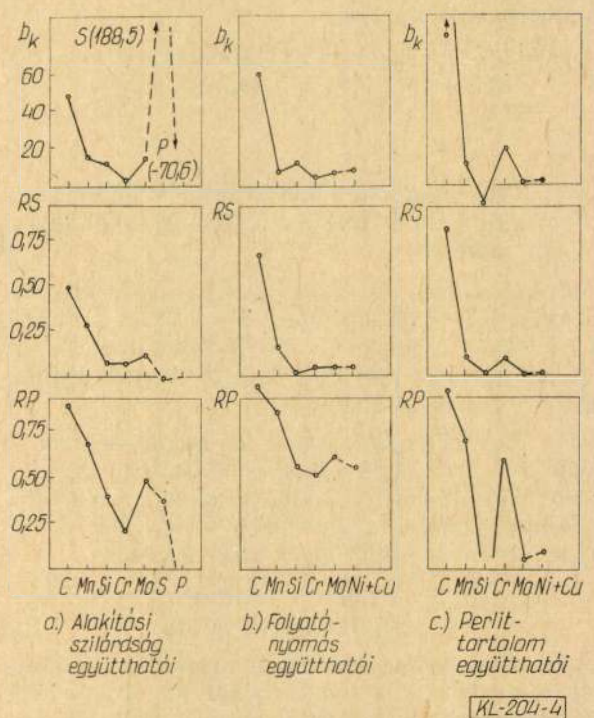
Az ötvözőelemek hatása

Az ötvözőelemeknek az alakítási szilárdságra gyakorolt hatásának jellemzésére a (2), (3), (4) egyenletekben szereplő regressziós együtthatók nem eléggé alkalmasak, bár sok szerző megelégszik az ezekből levont következtetésekkel is. A fő probléma az, hogy az együtthatók nagysága mindig az egyenletben szereplő mennyiségek számértékétől, a használt mértékegységektől függ. Ezenkívül az együttható nem tükrözi kellően az adott összetevőnek az eredményre gyakorolt hatását azért sem, mert ez — jelen példánknál maradva — az ötvözőelem százalékos mennyiségétől is függ.

Ezért a vizsgálatokba célszerű bevonni a lineáris regresszióanalízis egyéb jellemző paramétereit is, elsősorban a különféle korrelációs együtthatókat és a relatív súlyokat. E paraméterekből levonható következtetések érvényességét részben az korlátozza, hogy az adatmezővel szemben elég nehezen teljesíthető követelményeket támasztanak, elsősorban azt, hogy a változók eloszlása legyen normális, és a független változók legyenek páronként korrelálatlanok. A vizsgálatainkban felhasznált adatmezők e követelményeknek részben eleget tesznek, a kísérletek kiterjesztésével pedig reális lehetősége van annak, hogy a matematikai modell szempontjából tökéletesen megfelelő adatokhoz jussunk.

A számított eredmények közül a *4a ábrán* a k_{fc} egységnyi alakváltozáshoz tartozó alakítási szilárdság felírásához használt regressziós együtthatókat (b_k), relatív súlyokat (RS), valamint parciális korrelációs együtthatókat (RP) ábrázoltuk az egyes ötvözőelemekhez hozzárendelve. A relatív súly azt mutatja, hogy az illető ötvöző milyen százalékos arányban vesz részt az eredmény kialakításában, a parciális korrelációs együttható pedig a két változó kapcsolatának olyan mérőszáma, melyből a többi változó hatása már ki van küszöbölve. (Az általánosan használt korrelációs együttható is a két változó kapcsolatának szorosságára jellemző, de ebben a mérőszámban a többi változó hatása is benne van még, emiatt az ilyen jellegű elemzésekhez kevésbé használható. A relatív súly és parciális korrelációs együttható előnye a regressziós együtthatóval szemben az, hogy ezek relatív mérőszámok, melyek értéke mindig 0 és 1 között változik.)

Az egyes ötvözők szerepét elemezve megállapíthatjuk, hogy az alakítási szilárdságot legjobban a



4. ábra. A regressziós együtthatók, relatív súlyok és parciális korrelációs együtthatók kapcsolata az ötvözőelemekkel

karbon növeli, majd ezt követi a mangán és a többi ötvöző.

Hogy ez a sorrend nem csupán a folyási görbékre érvényes információ, azt az [5] publikációban közölt, igen részletes és sokrétű mérési sorozat eredményeinek feldolgozásával igazoltuk.

E cikkben [5] a szerző a kísérlet során végig azonos szerszámban, hátrafolyatáskor vizsgálta a folyatónyomás változását különböző összetételű és hőkezelési állapotú ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok esetében. Az austenitesítési hőmérsékletről kemencében hűtött, majd 680 °C-on 2 óráig izzított próbák mérési eredményei közül 31 összetartozó értéket dolgoztunk fel. A folyatónyomás számítására alkalmas regressziós együtthatókat, relatív súlyokat és parciális korrelációs együtthatókat a *4b ábrán* tüntettük fel. Jól látható, hogy a görbék lefutása hasonló az alakítási szilárdságra vonatkozó eredményekhez, és az ötvözők hatásának sorrendje is csaknem azonos mindkét esetben. Ez a számítás is azt igazolja, hogy a folyási görbékről kapott eredmények azonosak egy konkrét hidegalakítási technológia vizsgálata során szerezhető információkkal, tehát a további számításoknál elegendő a folyási görbékből kiindulni, mert ily módon viszonylag egyszerűbb kísérleti módszerrel, több meglevő eredményre támaszkodva tudunk a tényleges alakító technológiákra érvényes összefüggéseket megállapítani.

Az alakítási ellenállás és szövetszerkezet kapcsolata

Az előzőekben ismertetett gondolatmenet alapján belátható, hogy majdnem azonos előállítási technológiával készült, azonos hőkezelési állapotú anyagok esetében a vegyi összetétel meghatározza az anyag alakítási szilárdságát, és az egyes hideg alakító technológiáknál mérhető alakítási ellenállást is.

Könnyen belátható azonban, hogy az általunk vizsgált heterogén, ferrit-perlites szerkezetű anyagoknál a vegyi összetétel nincs közvetlen kapcsolatban a képlékeny alakváltozást lehetővé tevő alakváltozási mechanizmusokkal, hanem csak a diszlokációk szabad úthosszán, a diszlokációs reakciók lefolyását meghatározó egyéb jellemzőkön keresztül, közvetve befolyásolja az alakváltozás mechanizmusát.

A kvantitatív mikroszkópia széles körű elterjedése lehetővé tette, hogy az ilyen irányú megfigyeléseket számszerűsíteni lehessen, és így ezek a jellemzők is adatfeldolgozásra alkalmas formában rendelkezésünkre álljanak.

A viszonylag gazdag irodalmi anyagból [9] a korábbi számításokhoz kapcsolódva ismét az [5] publikáció adatait használjuk fel elemzéseinkhez. Az előzőekben már ismertetett 31 acélfajta vegyi összetételén kívül ismeretes az egyes próbatestek perlittartalma (PT), a ferrit szemcsenagysága (d), és a diszlokációk szabad úthossza a ferritben (s). Számításainkban a folyatónyomás és a perlittartalom kapcsolatát lineárisnak tételeztük fel, a ferrit szemnagyságának hatását pedig az általánosan elfogadott $d^{-1/2}$ formulával vettük figyelembe. A diszlokációk szabad úthosszával kapcsolatban az irodalom nem egységes. Egyes szerzők [10] a szabad úthossz négyzetgyökével fordítottan arányosnak tételezik fel az alakítási szilárdságot, de vannak olyan feltevések is, mely szerint az s^{-1} közelítés jobb. Számításainkban mi is ez utóbbit használtuk, ennek megfelelően a nyomást a következő alakban írtuk fel:

$$p_f = a_0 + a_1 \cdot PT + a_2 \cdot d^{-1/2} + a_3 \cdot s^{-1}. \quad (5)$$

A gépi számítás eredményeként kapott együtthatók:

$$p_f = 84{,}77 + 0{,}59 \cdot PT + 0{,}05 \cdot d^{-1/2} + 0{,}08 \cdot s^{-1}. \quad (6)$$

Ha a képletbe a perlittartalmat %-ban, a ferrit szemcsenagyságát és a diszlokációk szabad úthosszát mm-ben helyettesítjük, a folyatónyomást kp/mm^2-ben kapjuk. A teljes korrelációs együttható 0,884; a relatív súlyok rendre 0,896; 0,003 és 0,100; a parciális korrelációs együtthatók pedig 0,85; 0,01 és 0,25 értékűre adódtak. Ha a nyomást csak a perlittartalom és a szemnagyság függvényében, vagy a perlittartalom és a szabad úthossz függvényében írjuk fel, a teljes korrelációs együttható alig romlik. Sőt, a nyomást kizárólag a perlittartalommal kapcsolatba hozva is 0,866-os teljes korrelációs együtthatót kapunk, az egyenlet pedig

$$p_f = 85{,}31 + 0{,}62\mathrm{PT} \quad (7)$$

alakú lesz.

A matematikai statisztikai elemzésből tehát világosan látszik, hogy a vizsgált acélcsoportnál a folyatónyomást és ezzel együtt az alakítási szilárdságot is alapvetően a perlittartalom határozza meg; a ferrit szemnagysága, valamint a diszlokációk szabad úthossza a ferritben majdnem egy nagyságrenddel kisebb hatást gyakorol az eredményekre. Ez a megállapítás jól egyezik azokkal az elméleti megfontolásokból és fémfizikai kísérletekből adódó eredményekkel, melyeket az irodalom elsősorban az acélok folyáshatárának számításával kapcsolatban ismertet [11]. A perlittartalom és a folyatónyomás közötti szoros kapcsolat elsősorban azzal magyarázható, hogy a kísérleti anyagokban a perlit jól elhatárolt szigetek formájában volt jelen, és a perlit morfológiájában sem volt lényeges különbség az azonos előélet miatt.

Ezért korábbi gondolatmenetünknek megfelelően a vegyi összetétel és a perlittartalom kapcsolatát vizsgáltuk meg ugyanezen adatok felhasználásával. Eredményül a

$$\mathrm{PT} = -11{,}0 + 135{,}8\,\mathrm{C} + 11{,}8\,\mathrm{Mn} - 9{,}6\,\mathrm{Si} + 18{,}4\,\mathrm{Cr} + 1{,}1\,\mathrm{Mo} + 2{,}87\,(\mathrm{Ni} + \mathrm{Cu}) \quad (8)$$

egyenletet kaptuk, 0,942-es korrelációval. Ha csak a karbon, mangán és króm hatását vesszük figyelembe, a korrelációs együttható alig csökken (0,939).

A szemléletesség érdekében a (8) egyenletben szereplő együtthatókat, a relatív súlyokat és parciális korrelációs együtthatókat is a 4. ábrán rajzoltuk meg, hogy az eredményeket összevethessük az alakítási szilárdságra és a folyatónyomásra kapott görbékkel. A 4. ábra részletes elemzése azt

mutatja, hogy az ötvözők alakítási szilárdságra gyakorolt hatásának sorrendje, és a perlitképző hajlam sorrendje a szilíciumot és molibdént kivéve megegyezik. Mivel a szilícium nem perlitképző ötvöző, ezért az alakítási szilárdságot nem a perlittartalomra gyakorolt hatásával növeli, hanem elsősorban a diszlokációk szabad úthosszának és a ferrit szemnagyságának a csökkentésével, amit az említett kapcsolatokra jellemző korrelációs együttható is mutat. A molibdénre vonatkozó eredményt nem tekinthetjük egészen reálisnak, mert a vizsgált 22 acélfajta közül csak 4 tartalmazta ezt az ötvözőt.

Az eredmények értékelése, alkalmazási példák

Az elvégzett számítások alapján egyértelműen megállapítható, hogy azonos előéletű és hőkezelési állapotú ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok alakítási szilárdsága a vegyi összetétel lineáris függvényeként felírható.

Ha újabb változóként belép az acélgyártási technológia, előzetes meleg- és hidegalakítás, valamint a hőkezelési állapot, akkor ezen hatásokat is figyelembe kell venni az újabb összefüggések kidolgozásánál.

Számítástechnikai szempontból legegyszerűbb az volna, ha ezen hatásokat egyetlen újabb változóval jellemezve tudnánk az eddig használt lineáris összefüggésünkbe beírni, avagy ha ez nem lehetséges, esetleg több additív tagot is képezve. Ezeket az újabb változókat V_1, V_2 ...-vel jelölve a folyási görbe paraméterei közül k_{fc} a következő volna:

$$k_{fc}=a_0+\sum_{i=1}^{m} a_i\cdot Me_i+\sum_{j=1}^{m} b_i\cdot V_i. \qquad (9)$$

Az összefüggésben Me_i az i-edik ötvözőfém jele. Természetesen a V_i változók lehetnek előzetesen mért mennyiségek is, mint például a keménység, folyáshatár, vagy valamelyik kvantitatív metallográfiai jellemző.

A (9) egyenlet mutatja egyben a vegyi összetétellel adott képletek alkalmazásának korlátait is. Az összefoglalóan V_i-vel jelölt változók hatásának tanulmányozására ugyanis már számos kísérleti eredmény ismeretes [12, 13], de olyan átfogó kutatásokat, melyek a felvetett kérdésre egyértelmű, a gyakorlatban is használható választ adnának, még nem végeztek.

E cikkben nem foglalkozhattunk részletesebben a kidolgozott lineáris modellben rejlő alkalmazási lehetőségekkel, csupán egy esetben utaltunk a kedvező számítógépes adatbevitelre. További perspektívaként kínálkozik a hidegen alakított termékek felhasználás szempontjából lényeges tulajdonságainak a felírása a vegyi összetétel függvényében, majd ezek összevetése az itt kidolgozott képletekkel.

E témakörből három lehetőséget ismertetünk röviden, rávilágítva arra, hogy az egyes ötvözők szerepe mindig az elérendő céltól függően lehet előnyös vagy hátrányos.

a) A fajlagos alakítási munka csökkentésének lehetőségei

A térfogategységnyi anyag alakításához szükséges W munka a közismert

$$W=\int_0^{\varphi} k_f\cdot d\varphi \qquad (10)$$

összefüggéssel írható fel. A folyási görbe (1) egyenletét helyettesítve és a műveleteket elvégezve:

$$W=\frac{k_{fc}}{n+1}\varphi^{n+1}. \qquad (11)$$

A számítások további egyszerűsítése érdekében az egységnyi logaritmikus főalakváltozáshoz tartozó munkát írjuk fel:

$$W_{\varphi=1}=W_1=\frac{k_{fc}}{n+1}. \qquad (12)$$

Hogy meg tudjuk ítélni a k_{fc} és n hatását a munkára, képezzük annak teljes differenciálját:

$$dW=\frac{\partial W_1}{\partial k_{fc}}\cdot dk_{fc}+\frac{\partial W_1}{\partial n}\cdot dn, \qquad (13a)$$

$$dW=\frac{1}{n+1}\cdot dk_{fc}-\frac{k_{fc}}{(n+1)^2}\cdot dn. \qquad (13b)$$

Az utóbbi kifejezésből láthatjuk, hogy k_{fc} növekedése növeli a fajlagos alakítási munkát, n növekedése pedig csökkenti. Első ötletként célszerűnek látszana, hogy az alakítási munka csökkentése érdekében olyan ötvözőket keressünk a (2) és (3) egyenletekből, melyek k_{fc}-t csökkentik és n-t növelik, azonban ez nem biztos, hogy jó eredményre vezetne. Vizsgáljuk meg ugyanis számszerűen az egyes hatások nagyságát is! Képezzük ehhez az alakítási munka relatív megváltozását a (13/b) képletből. Mindkét oldalt W_1-gyel osztva a következő alakot kapjuk:

$$\frac{dW_1}{W_1}=\frac{dk_{fc}}{k_{fc}}-\frac{dn}{n+1}. \qquad (14)$$

A matematikai adatfeldolgozásból ismert, hogy a 22 anyagra vonatkozó átlagértékek kerekítve a következők:

$$\bar{k}_{fc}=80 \text{ és } \bar{n}=0{,}2.$$

Ha mindegyik 10%-kal növekszik, az eredményre gyakorolt hatásuk (14) alapján:

$$\frac{dW_1}{W_1}=\frac{8}{80}-\frac{0{,}02}{0{,}2+1}=0{,}1-0{,}016. \qquad (15)$$

Láthatjuk tehát, hogy k_{fc} és n azonos mértékű növekedése nem egyenlően változtatja meg az alakítási munkát, hanem k_{fc} hatása lényegesen erősebb.

Ezért foglalkoztunk többet korábbi elemzéseinkben is a k_{fc} paraméterrel. Ha tehát célul tűzzük ki a jól alakítható anyagok vegyi összetételének vizsgálatát, a (2) egyenletből, illetve a 4*a* ábrából kell kiindulnunk. Látható, hogy elsősorban a karbon és mangán hatása jelentős, ezután pedig a molibdén következik. A regressziós és parciális korrelációs együttható alapján a szilícium is jelentős szilárdságnövelő, ezért a speciális, hidegen jól alakítható acélokat alumíniummal csillapítják. Bár a kén

foszfor és nitrogén regressziós együtthatója viszonylag nagy, relatív súlyuk kicsi, tehát az eredményre gyakorolt hatásuk nem túlzottan jelentős.

b) Hidegen alakított termékek mechanikai tulajdonságai

Gyakran fordul elő az előzőekkel ellentétes követelmény is, amikor a hidegalakítás okozta keményedést szilárdságnövelő hatásként alkalmazzuk. Ekkor olyan optimális anyagösszetételt kell választanunk, melynek fajlagos alakítási munkája viszonylag nem nagy, de az alakítás utáni szilárdsága megfelelő. Ekkor az előző pontban már ismertetett szilárdságnövelő elemek kedvező hatását kell kihasználni, elsősorban a karbont, mangánt és szilíciumot, mint olcsó ötvözőket.

c) Hidegen alakított és hőkezelt termékek mechanikai tulajdonságai

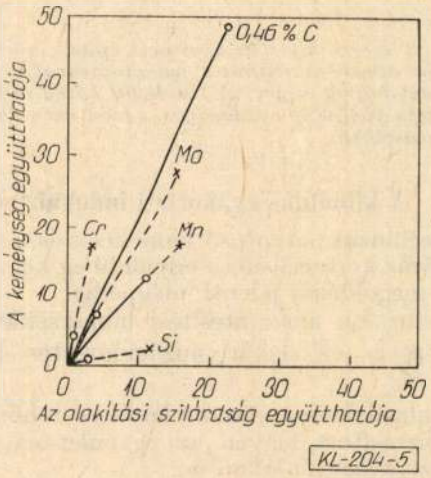
A hidegalakítás okozta szilárdságnövekedést elsősorban kis karbontartalmú acéloknál hasznosítják, míg a 0,3—0,4% karbont tartalmazó acélok esetében az alakítás utáni nemesítő hőkezelés általában jobb szilárdsági tulajdonságokat eredményez. Különösen érvényes ez a krómmal, molibdénnel gyengén ötvözött acélokra. Hogy az alakítási szilárdság és az alakítás utáni hőkezelés együttes hatását értékelni tudjuk, olyan összefüggésre volna szükségünk, mely a nemesítéssel elérhető szilárdsági jellemzőket a vegyi összetétel függvényében adja meg. Ilyen jellegű képlet hiányában a hőkezeléssel elérhető tulajdonságokat a Jominygörbe és a vegyi összetétel közötti kapcsolattal jellemezhetjük legjobban, mely egyszerre utal az átedzhetőségre és a hőkezelés utáni keménységre. Az [1] irodalom alapján a Jominy-kísérlet eredményéből számított keménység a véglaptól 10 mm-re a következő képlettel számítható:

$$HRC_{10} = 106\,C + 17\,Mn + 3\,Si + 17\,Cr + 27\,Mo + 7\,Ni - 26. \quad (16)$$

A képletből a keménységet HRC-ben kapjuk, ha az ötvözőtartalmat %-ban helyettesítjük.

Szemléletesen össze tudjuk hasonlítani ezeket az együtthatókat a (2) összefüggés megfelelő együtthatóival, ha az *5. ábrán* látható diagramot szerkesztjük meg. A vonalak meredeksége egy-egy ötvözőnek a hőkezelhetőségére és hidegalakíthatóságára jellemző: sorrendben a króm, karbon, molibdén javítja legjobban az átedzhetőséget, és ugyanakkor ezek igényelnek kevesebb alakítási munkát. Különösen figyelemre méltó a króm kedvező hatása, amely nyilván összefügg a 4c ábrán is tapasztalt erőteljes perlitképző hajlammal.

A mangán szerepe az átedzhetőség és alakítási szilárdság növelése szempontjából csaknem azonos, míg a szilícium elsősorban az alakítási munkát növeli, tehát ebben a vonatkozásban jelenléte nem előnyös.



5. ábra. Az ötvözőelemek együttes hatása az edzhetőségre és az alakítási szilárdságra

Az ábrában az egyes ötvözők szerepét számszerűen is jellemeztük. A karbon kivételével a szaggatott vonalak végén levő, x-gal jelzett pontok 1% ötvözőtartalomra vonatkoznak, míg a folyamatos vonalak végpontjai az illető ötvözőnek az eredményre gyakorolt hatását mutatják az 1022 kódszámmal jelzett anyag vegyi összetételéből számítva. Láthatjuk, hogy mind a keménység, mind az alakítási szilárdság meghatározásában legdöntőbb a karbon és a mangán szerepe. Nagyobb krómtartalom a keménységet előnyösen javítja anélkül, hogy az alakíthatóságot lényegesen rontaná.

IRODALOM

[1] *Just, E.:* Härterei-Techn. Mitt. **23** (1968) 85.
[2] *Just, E., Mäscher, G.:* Härterei-Techn. Mitt. **29** (1974) 25.
[3] *Matveev, J. M.* és szerzőtársai: Zavodszkaja Laboratorija (1973) Nr. 5, 590.
[4] *Funke, O., Pfeiffer, J., Horn, W.:* Archiv f. Eisenhüttenw. **42** (1971) 863.
[5] *Cooksey, R. J.:* Metal Forming (1968) 98.
[6] *Czinege I.:* BKL — Kohászat (megjelenés alatt).
[7] *Osman M.:* Gépgyártástechnológia **12** (1972) 309.
[8] *Osman M.:* Általános Géptervező Iroda Közleményei, 1974.
[9] *Fishmeister, H. F.:* Journal of Microscopy **95** (1972) 119.
[10] *Lin, C. T., Gurland, J.:* Trans AIME Nr. 242, 1535.
[11] *Verő J.:* BKL — Kohászat **100** (1967) 193.
[12] Cold extrusion behaviour of En 2 A steels ....: Metal Forming (1968) Nr. 11. 315.
[13] *Domalski, H-H., Schücker, H.:* Stahl und Eisen **90** (1970) 1087.

SZERZŐINK FIGYEMÉBE!

A kéziratokra vonatkozó legfontosabb nyomdai előírások Lapunk 1975. 6. számának 263. oldalán találhatók

Fluidizációs patentozó kemence

MACZKÓ MÁRTON okl. kohómérnök. tud. oszt. vez.
Tüzeléstechnikai Kutató Intézet

DK: 621.785.47

A szerző kísérleti kemencét épített, amelyben 6,5 mm átmérőjű acélhuzal patentozásával kísérletsorozatot hajtott végre. A fluidizált közeg jó hőátadása révén az eljárás gazdaságos, s ezért üzemi bevezetésre javasolható.

A kiindulás gyakorlati indokai

Az acélhuzal patentozó kemencék és a patentozási eljárás korszerűsítése egyidejűleg két lényeges feladat megoldását jelenti, mégpedig

a) a huzalok austenitesítési hőmérsékletre való gyors, reve- és dekarbonizációmentes hevítése, majd

b) a huzalok olyan ütemű lehűtése és hőntartása, hogy biztosított legyen az egyenletesen perlites szövetszerkezet kialakulása.

A hevítési sebesség fokozása huzalpatentozás közben a következő előnyökkel jár:

1. a hevítési sebesség növekedésének arányában csökkenthető a kemence hosszmérete, ha a teljesítmény igénye változatlan. A kemence hosszméretének csökkenése a kemence, vagy új üzem létesítésekor az üzemcsarnok beruházási költségeinek lényeges csökkenéséhez vezet,

2. a hagyományos gáztüzelésű patentozó kemencék helyén, a hevítési sebességgel arányosan, nagyobb teljesítményű kemencék telepíthetők. Meglevő üzemcsarnokban jelentős termelésfelfutás érhető el,

3. a hevítési sebesség növelése, az Ac_3 pont feletti rövid tartózkodási idő a patentozott huzal minőségét is javítja, mert a lemezes—perlites szövetszerkezet finomabb [1] és egyenletesebb lesz.

A huzal szövetszerkezetének egyenletessége és a hevítési sebesség növelése között az az összefüggés, hogy nagyobb hevítési sebességgel magasabb lesz az austenitesítés azon hőmérséklete, amelyen a karbidoldódás teljessé válik [2]. Az ilyen magasabb austenitesítési hőmérsékletre hevített huzal átalakulását a lehűtés során kedvezőbb *C*-görbe jellemzi, több idő áll rendelkezésre a perlites átalakulás kezdetéig. Az átalakulás így egy egyenletesen perlites szövetszerkezetet eredményező lehűtési görbe, adott esetben izoterma mentén mehet végbe.

A lehűtés és hőntartás vonatkozásában megjelölt feladat legoptimálisabb megoldását az ólompatentozás adja. A 450—550 °C hőmérsékletű ólomfürdő ugyanis egyaránt biztosítja azt, hogy a huzal 550—600 °C-ra hűljön le, mielőtt a perlites átalakulás még kezdetét venné és azt, hogy az átalakulás befejeztéig a huzal állandó vagy csaknem állandó hőmérsékleten maradjon.

A patentozás korszerűsítésével kapcsolatos második feladat tehát tulajdonképpen úgy fogalmazható meg, hogy az ólompatentozást kell valami olyan eljárással helyettesíteni, amely nem vonja maga után a huzalminőség és a gazdaságosság romlását.

Az ólompatentozás megfelelő helyettesítése közismerten elsősorban munkavédelmi szempontból indokolt, hogy megszűnjön az ólompatentozással együttjáró foglalkozási ártalom, az ólommegbetegedés, az egész gyártási folyamatra kiterjedő ólomfertőzés veszélye. Másrészt fontos azért a megtakarításért, amely az importólom felhasználásának megszűnéséből adódik. (Az ólomfelhasználás: egy új kemence kádjának feltöltéséhez 50—60 t, és a fürdők állandó pótlásához 5—9 kg/t gyártott huzal.)

A patentozó kemence hevítőrésze

A fluidizációs kemencével végzett méréseink eredményei [3] alapján olyan patentozó kemence (hevítőrész) alakítható ki, amelynek hevítési sebessége lényegesen nagyobb, mint az eddig ismert patentozó kemencéké, a közvetlen ellenállásfűtésű kemencéket leszámítva. Irodalmi adatok [1] szerint a patentozó kemencék hevítési sebessége 6 °C/s. Üzemi tapasztalatok alapján a hazai kemencéké 4 °C/s. Az ismertetésre kerülő fluidizációs patentozó kemencéé 18 °C/s. Az összehasonlításul vett hevítési sebességek azonos hőfeszültségre és 6,5 mm ∅-jű huzalra vonatkoznak.

A revésedés és dekarbonizáció csökkentésére irányuló törekvés az eddigiekben az égéstermékektől zárt (tokos, csöves) munkaterű, közvetett fűtésű kemencék kialakításában nyilvánult meg. Az ilyen kemencék a rossz hőátadási viszonyok és pl. a hőálló csövek gyors elhasználódása miatt nem felelnek meg a korszerű követelményeknek és ezen túlmenően védőgáz alkalmazása híján nem adnak védelmet a revésedés és dekarbonizáció ellen sem.

A revementes hevítés huzalpatentozáshoz nemcsak az acélmegtakarítás előnyével jár, hanem a pácolási költségek csökkentését is jelenti. A dekarbonizáció csökkentése főként a rugóhuzal gyártásban, a huzal mechanikai tulajdonságainak javítása céljából fontos.

Az Intézetünk fluidizációs kemencéjében végzett izzítás eredményeit kiértékelve megállapítható, hogy a patentozáshoz a reve- és dekarbonizációmentes hevítés feltételei is biztosítottak. Fluidizációs kemencében pl. egy 8,5 mm ∅-jű huzal 1000 °C hőmérsékletre való hevítéséhez szükséges idő 1050 °C munkatér hőmérsékleten 65 másodperc. A mérési eredmények szerint a 8,5 mm ∅-jű (S 101 minőségű, 1,0% C-tartalmú) huzal leégési vesztesége 120 másodperces hevítés, 1050 °C munkatérhőmérséklet és $\lambda = 0{,}35$ levegőtényező mellett 0,9 mg/cm², dekarbonizációja pedig 0,14 mm.

E minimális értékek mellé még figyelembe kell venni, hogy fluidizációs kemencében a legnagyobb (12,0 mm) átmérőjű huzal hevítési ideje sem éri el még a 100 másodpercet sem. Ebből a 750—1000 °C betéthőmérséklet tartományhoz tartozó idő, amely a tulajdonképpeni leégés és dekarbonizáció időtartama, mindössze 40 másodperc és nem 80 másodperc, mint a kísérletek folyamán a 8,5 mm ∅-jű huzal hevítésekor volt. A teljes dekarbonizáció-

mentesség 8,5 mm ∅-jű huzalon 2 perces hevítés, 1050 °C munkatér hőmérséklet mellett is biztosítható volt, ha a levegőtényező 0,25 értéket vett fel.

A fluidizációs patentozó kemence *(1. ábra)* olyan kialakítású, hogy a tulajdonképpeni kemence (I. rész) több olyan egymás mellé épített hevítő egységből áll, amelynek konstrukcióját és mérési eredményeit korábban [4] ismertettük. A kemence szélességében, 20 szál párhuzamos patentozásához megfelelően, két egység kerül beépítésre. A kemence hosszában a teljesítmény igénynek megfelelően növelhető a beépített egységek száma. A kemence konstrukciós kialakítása megfelel a gyors reve- és dekarbonizációmentes hevítés igényének. Ennek megfelelően a kemence elején, ahol a huzalhőmérséklet még nem éri el a 750 °C-t, a hevítő egységekhez nincs másodlagos levegőbevezetés, a fluidizáló (alsó) égő a tökéletes égés feltételeinek megfelelő levegőmennyiséggel ($\lambda = 1{,}08$) üzemel, a fluidizációs sebesség és az ehhez tartozó hőátadás maximális. A kemence másik, magasabb huzalhőmérsékletű felében a fluidizáló égő a gázt a védőatmoszféra igénynek megfelelő levegőmennyiséggel ($\lambda = 0{,}25$—$0{,}5$) égeti el és a tökéletes égéshez hiányzó levegő a másodlevegő fúvókákon jut be.

A patentozó kemence hűtő (patentozó) része

Az ólompatentozás helyettesítéséhez az volt a fő törekvés, hogy a helyettesítő közeg a 450—550 °C hőntartási hőmérsékleten a megfelelő hűtőhatással is rendelkezzék. Így került sor sok helyen a sópatentozás bevezetésére. A megfelelő összetételű sófürdőben patentozott huzalok minősége a legjobban közelíti meg az ólompatentozással elérhető minőséget. Azonban a patentozás jó minőségéhez szükséges két feltétel csak a következő negatív jelenségek mellett teljesül, amelyek a sópatentozás elterjedését akadályozzák:

a) kedvezőtlen munkakörülmények, a kifröcscsenő, égési sebeket okozó sóolvadék, a kádból távozó gőzök és a huzalokkal kihordott só szennyezi a munkahely légterét és a berendezéseket,

b) a só beolvasztásával és az egyenletes fürdőhőmérséklet tartásával kapcsolatos problémák. Ez utóbbi problémát egyrészt az idézi elő, hogy a huzalok belépési helyén a fürdő túlhevül és keringtetni kell, másrészt pedig, hogy a helyenkénti sólerakódások a kád alján és oldalán a hőátadás hatékonyságát rontják,

c) a sókád és különösen a sókeringtető szivattyú gyorsan elhasználódik.

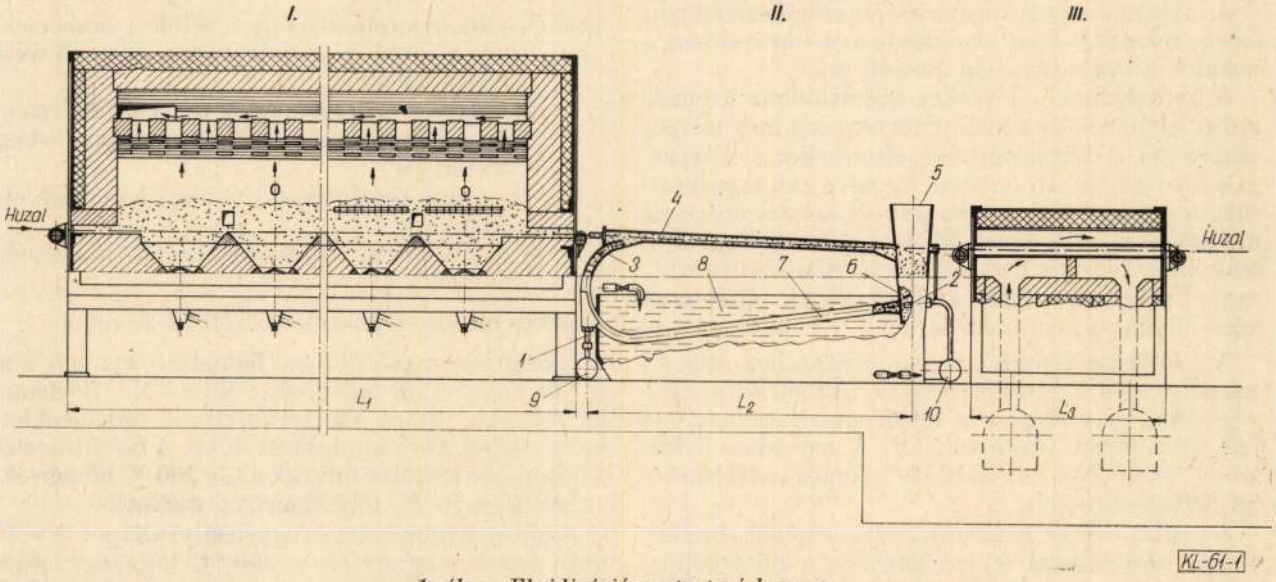
Eredményesebb megoldáshoz jutunk, ha külön feladatként kezeljük a lehűtés és külön a szövetszerkezet átalakulásának befejeztéig szükséges hőntartás témakörét. A hőntartás feladatának megoldása, a 450—550 °C hőmérsékletű munkatér kialakítása nem jelent nehézséget. Így a hőntartási feladattól mentesülve a hűtőközeg, hűtőberendezés megválasztása, ill. kialakítása is egyszerűbb.

Olyan hűtőberendezés kialakítását tűztük ki célul, amelyikkel a hűtőhatás a technológiai igényeknek megfelelően hatékonyan szabályozható, a patentozás menete jól kézben tartható, és kiküszöbölhető — az ólomfürdőnél is meglevő — az a zavaró körülmény, hogy a huzalbelépés helyén a hűtőközeg túlhevül, hőmérséklete eltér az előírt értéktől.

Fluidizált aprószemcsés anyag mint hűtőközeg

A levegővel fluidizált aprószemcsés anyag (korundőrlemény) különböző fázisai közül a pneumatikus szállítócsőben kialakuló diszpergált fázis — amelynek hőmérséklete 50 °C és hőátadási tényezője $\alpha = 200°$ kcal/m², h, °C, hűtőképessége az *1. táblázatban* közölt számítási eredmények szerint azonos egy 550 °C hőmérsékletű ólomfürdő hűtőhatásával. (Mindkét hűtőközegnél három hőmérséklet-tartományban külön-külön határoztuk meg a hűtési időt.)

Az irodalom [5] szerint a belső fűtésű pneumatikus szállítócső belső fűtőcsőre vonatkoztatott hőátadási tényezője a levegő tömegsebessége (G_1 kg/m², h) és a diszpergált szilárd anyag sűrűsége (ϱ kg/m³) függvényében 90—250 kcal/m², h, °C között változik. Más szóval olyan összefüggés



1. ábra. Fluidizációs patentozó kemence

ez, hogy a csőben áramló levegő sebességének és a szilárd anyag térfogathányadának növelésével a hőátadási tényező értéke növekszik.

A huzalhűtő berendezés tehát hőátadás szempontjából megfelel egy belső fűtésű pneumatikus szállítócsőnek, amelyben a fűtőrúd a csövön áthaladó huzal.

Az 1. ábra II. részén látható patentozó berendezés [6] annyi egymás mellé helyezett, végtelenített pneumatikus szállítócsőből áll, ahány szál patentozására a kemence alkalmas. A (4) jelű csőszakasz a tulajdonképpeni hűtőcső, amelyen át a kemencéből kilépő huzal halad és a hűtőközeg áramlik. A hűtéshez és az aprószemcsés anyag áramoltatásához szükséges levegő egy részét az (1) jelű fúvókán juttatjuk be. Ez a levegősugár továbbítja a (4) hűtőcsőbe, a (2) jelű levegőfúvóka segítségével a (7) csövön visszaáramoltatott aprószemcsés anyagot. A (2) fúvókából kiáramló levegő magával ragadja a (6) lappal szabályozható nyíláson át lehulló apró szemcséket. A (4) hűtőcsőben a huzallal egyirányban haladó diszperg fázisból a felhevült levegő az (5) jelű levegőkivezetőn át távozik. Az (5) levegőkivezető magassági mérete az apró szemcsék kihordásának megakadályozására, a szemcsemérettől függően növelhető. Kísérleteinkben 0,63 mm szemcseméretű kvarchomok kihordását a (4) hűtőcső vége felett 500 mm magasságú levegőkivezető meggátolta. A diszpergált fázis sűrűségének növeléséhez elsősorban a (2) jelű, a levegő tömegsebesség növeléséhez pedig az (1) jelű fúvóka teljesítményét kell növelni. A szabályozásra a (9), ill. a (10) jelű elosztó vezetékbe épített levegőcsappantyúk szolgálnak.

Nagyobb hőteljesítmények ($\varnothing \geq 6{,}5$ mm-es huzalok patentozása) esetén a (7) csövön visszaáramló aprószemcsés anyag hűtésére a (8) tartályon víz áramoltatható át az előírt hőmérsékletnek megfelelően beszabályozható mennyiségben.

Az Intézetünkben kivitelezett hűtőelem egy huzalszál patentozására alkalmas és lényegesebb méretei a következők:

Hossz: 1720 mm,

(4) hűtőcső belső átmérője: 36 mm (1 1/4''-os cső).

A (4) hűtőcső külső átmérője maximálisan 60 mm lehet, tekintve, hogy a patentozó kemencékben a huzalok közötti távolság 55—60 mm.

A hűtőelemmel méréseket végeztünk az üzemeltetési jellemzők és a hőátadási tényező meghatározására [3]. A hűtőelem üzemeltetésekor a diszpergált közeg koptató hatását figyelve azt tapasztaltuk, hogy az adott sebességek és szemcseméretek mellett a csövek belső felülete a reverétegtől is csak az erős ütköztetésnek kitett részeknél tisztult meg. Üzemi berendezés kialakításának tehát nem lehet akadálya a koptató hatás.

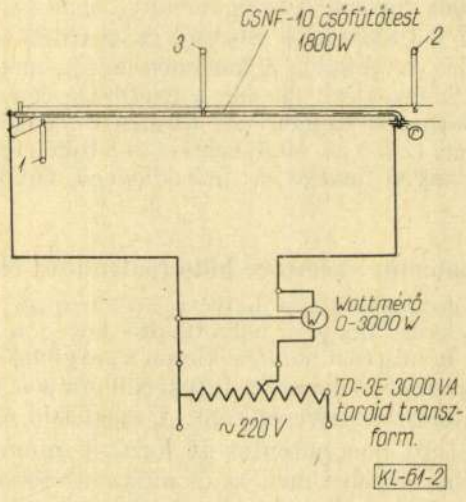
A hőátadási tényező meghatározásához szükséges méréseket a *2. ábrán* levő mérési vázlat szerint végeztük. A vázlaton a hűtőelemből csak a (4) jelű hűtőcsövet tüntettük fel. A méréshez a hűtendő huzalt egy CsFN-10 elektromos csőfűtőtesttel helyettesítettük.

A csőfűtőtestet a meghajlított végénél tömszelencés megoldással (*r*) rögzítettük a hűtőcsőhöz. A hűtőcsőben áramló közeg és a csőfűtőtest közötti

1. táblázat

Ólomfürdő és diszpergált fluidizációs hőhatása

Hűtőközeg	Huzalátmérő (mm)	Lehűtési idő (*s*)			
		1050—780 °C-ig	780—580 °C-ig	580—560 °C-ig	Összesen
Ólomfürdő	1,0	0,84	1,88	0,96	3,68
Diszperg. fluid. fázis		1,86	1,62	0,19	3,67
Ólomfürdő	6,50	5,50	12,20	6,20	23,90
Diszperg. fluid. fázis		12,10	10,50	1,20	23,80



2. ábra. Mérési vázlat

(az L_f fűtött hosszra és felületre vonatkozó) teljes hőátadási tényező a következő összefüggés alapján határozható meg:

$$\alpha_a = \frac{(P_2 - P_1)0{,}86}{F(t_b - t_{f1})} \text{ (kcal/m}^2\text{, h, °C)}$$

ahol P_1 villamos teljesítmény t_b felületi hőmérséklet mellett és a hűtőközeg áramoltatása nélkül (*W*)

P_2 villamos teljesítmény t_b felületi hőmérséklet mellett és a hűtőközeg áramoltatása esetén (*W*)

t_b a betét (csőfűtőtest) felületi hőmérséklete (°C)

t_{f1} a hűtőközeg (fluidum) közepes hőmérséklete (°C).

A mérés menete a következő volt (2. ábra):

Előzetesen a csőfűtőtest felületére egy 0,5 mm $\varnothing$-jű huzalokból készített, NiCr—Ni hőelemet forrasztunk (3) és azt termisztoros hőmérsékletmérővel 200 °C-ra hitelesítettük be. A csőfűtőtestet a hűtőcsőbe szerelve mértük a $t_b = 200$ °C hőmérséklethez tartozó P_1 teljesítményt wattmérővel.

A hűtés megindítása és egyensúlyi állapot beállta után ismét megmértük a 200 °C hőmérséklethez tartozó, nagyobb P_2 teljesítményt, valamint a hűtő-

cső elején (1) és végén (2) termisztoros hőmérséklet-mérővel a fluidum hőmérsékletét, amelyből a közepes t_{fl} fluidum hőmérsékletet kaptuk.

A 200 °C csőfűtőtest felületi hőmérséklethez tartozó P_1 és P_2 teljesítményeket toroid transzformátorral szabályoztuk be. A hőátadási tényező értékének pontosabb meghatározása érdekében, hogy a hűtőcső járulékos hővesztesége fluidizációval és anélkül is minimális legyen, a hűtőcsövet kétsoros azbesztzsinór szigeteléssel láttuk el.

Mérési eredmények

Az ismertetett módon és $t_b = 200$ °C-on 0,63 mm szemcseméretű kvarchomok fluidizálásával végzett mérés eredményét a *3. ábra* szemlélteti. A kísérleti eredmények szerint a hűtőelem működés és hűtésszabályozás tekintetében a célkitűzéseknek megfelel, felhasználásával új fluidpatentozás valósítható meg. Ennek nem mond ellent az sem, hogy a 3. ábrán az elért hőátadási tényező maximum csak 110 kcal/m², h, °C, ill. az α_b értéke 150 kcal/m², h, °C. Ugyanis a berendezés fúvókái előtt a levegőnyomás 500 mm v. o. fölé emelésével növekszik a diszpergált anyag sűrűsége és ezzel együtt a hőátadási tényező értéke is.

A hűtési sebesség szempontjából az α_b értéke a döntő. A betét hőleadását növeli a sugárzásos hőleadás fokozása, amely üzemi körülmények között feltétlen megvalósul, mert $t_b > 200$ °C. A fehér kvarchomoknál nagyobb emisszióképességű aprószemcsés anyag felhasználása szintén fokozottabb sugárzásos hőleadást eredményez. Ez utóbbit igazolják egyébként a kvarchomok—fluidizáció feltételeivel csaknem azonos krómmagnezit őrleménnyel végzett mérések, amelyek között

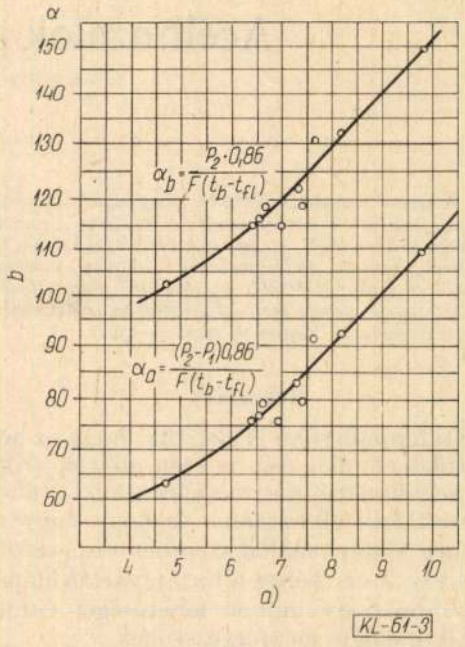
$\alpha_a = 129$ kcal/m², h, °C és
$\alpha_b = 173$ kcal/m², h, °C

volt.

Az elvégzett patentozási kísérletsorozatot a hűtőelem olyan beállításával végeztük, amelynél $\alpha_a = 110$ kcal/m², h, °C volt. Az 1. ábra III. részén feltüntetett hőntartó szakaszt villamos fűtésű, kettősfalú, szigetelt csővel helyettesítettük, amelynek hőmérsékletét 450—550 °C között szabályoztuk. A hőntartó szakasz egyébként a kemence eltávozó füstgázával fűthető úgy, hogy a patentozott huzalok átmérőjétől függően az állandó hőmérséklet tartására több vagy kevesebb fütsgázt engedünk át rajta kettős füstgázcsappantyú segítségével, és anélkül, hogy a kemencére beállított huzat változna.

A 0,5% C-tartalmú, 6,5 mm ∅-jű és 200 mm hosszú hengerhuzal próbadarabokat fluidizációs kemencében hevítettük és a hevítési, hűtési, valamint a hőntartási idő által meghatározott áthúzási sebességgel húztuk át az egymás mellé telepített három berendezésen. Az adott huzalra vonatkozó kísérleti eredmények szerint a fluidizált közegben patentozott minták szövete és keménysége a kb. 550 °C-on, izotermásan hőkezelt minta szövetének, illetve keménységének felel meg [7].

A fluidizációs patentozó berendezéssel a hűtőhatás szabályozása révén a legmegfelelőbb patentozási technológia feltételei biztosíthatók. A tech-



3. ábra. Hőátadási tényező változása a G_1 függvényében ($\varrho = 5{,}3$—$7{,}6$ kg/m³)

a Levegő tömegsebessége $10^4\ G_1$ kg/m², h
b Hőátadási tényező α kcal/m², h, °C

nológiai előírás az (1, 2) jelű fúvókák előtti levegőnyomás, a fluidhőmérséklet és hőntartó szakasz munkatér hőmérsékleti értékeinek megjelölésével adható meg.

A patentozó kemencék lényeges jellemzője a hosszméret, a helyigény. Egy 20 szálas fluidizációs patentozó kemence különböző teljesítményéhez tartozó, az 1. ábra jelöléseinek megfelelő hosszméreteit a *2. táblázat* tartalmazza.

2. táblázat

Különböző teljesítményű, 20 szálas fluidizációs patentozó kemence hosszméretei

Teljesítmény (Mp/24 h)	Áthúzási sebesség (m/min)	Kemencehossz (mm)		
∅ 6,5 mm-es huzalnál		L_1	L_2	L_3
23	3,1	3100	1500	1000
33	4,4	4450	2200	1700
44	5,8	5800	2900	2400
54	7,2	7150	3550	3100

IRODALOM

[1] Herstellung von Stahldraht, Teil 2. (Verlag Stahleisen MBH, 1969.)
[2] *Rose, A.u.L. Rademacher:* Stahl u. Eisen 78 (1958) 966 o.
[3] *Maczkó M.:* Fluidizációs izzító-hőkezelő berendezés kifejlesztése. (TÜKI — zárójelentés, 1970.)
[4] *Maczkó M.:* BKL Kohászat, 1974. 1.
[5] *Max Leva:* Fluidizáció. 1973.
[6] Áthúzórendszerű berendezés huzalok fluidumpatentírozására. (155,696 sz. szabadalom, Maczkó M. Novák J. 1967.)
[7] Fluidizált rétegben hőkezelt próbadarabok vizsgálata (NME Fémtani Tanszék jelentése.)

Acélhuzalok patentozása és húzása

ROBONYI ANDOR okl. kohómérnök
Diósgyőri Gépgyár

DK : 621.778.016 : 621.785.47

A szerző nemcsak elméleti összefoglalást ad bőséges szakirodalmi hivatkozással az acélhuzalgyártás két fontos műveletéről, a patentozásról és a húzási jellemzőkről, hanem tapasztalatai alapján értékelést is közöl a legmegfelelőbb gyakorlati megvalósításhoz. Részletezi a kenés technológiáját és a húzószerszám kialakításának lényeges szempontjait.

Bevezetés

Előző tanulmányban [1] leírtuk, hogy az acélhuzal gyártástechnológusát milyen adatok érdeklik, ha valamely konkrét megrendelésre adott tulajdonságú huzalt kell elkészítenie és hogy hogyan választja meg a készhuzallal szemben támasztott követelmények ismeretében a huzalgyártás alapanyagát, továbbá hogy milyen lehetőségei vannak a gyártástechnológia megtervezéséhez.

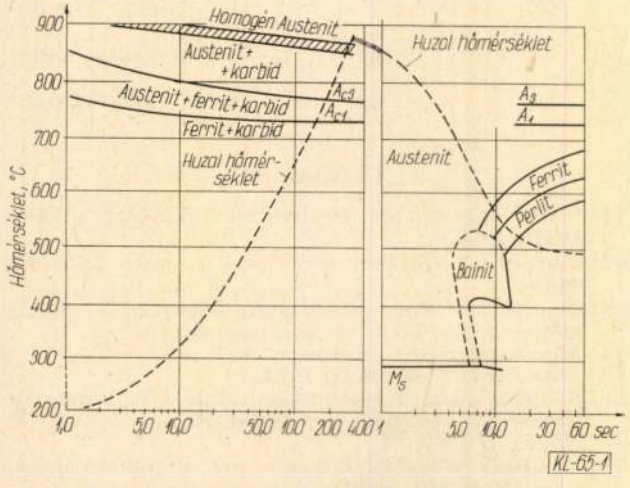
Itt az acélhuzalgyártás két fontos műveletét, a húzás előtti hőkezelést (patentozást) és magát a huzás műveletét kívánjuk részletesebben ismertetni.

Patentozás

A patentozás célja az, hogy az acélhuzalt a húzásra legalkalmasabb állapotba hozza. Ez az állapot a legfinomabb lemezes eutektoid. A patentozás hőmérséklet-idő diagramját az *1. ábra* mutatja.

A patentozó hőkezelés két egyenrangúan fontos részből áll. Ezek az *austenitesítés* és a *szabályozott hűtés*. A hőkezelés két lépéséhez általában három kemencerész tartozik. Maga az austenitesítő kemence, átmeneti rész a kemence és hűtőközeg között, végül a hűtőfürdő vagy más hűtőközeg.

Az austenitesítés folyamata hőmérséklet növekedés közben megy végbe és eközben a homogén austenit biztosítása fontos. Ennek elérése azonban nemcsak a hőkezelésre kerülő anyag kémiai összetételétől (Ac_1, Ac_3) függ, hanem az anyag szövetszerkezetétől és a kemence szerkezetétől is. Huzalgyárakban a hőkezelésre kerülő anyag szövetszerkezete leggyakrabban hengerlés utáni, vagy már



1. ábra. A patentozás hőmérséklet-idő diagramja

alakított lemezes perlit. A szokványos hengerelt huzal lemezes eutektoidja durvább, mint a húzott, majd a hőkezelt huzalé. Mivel az austenit homogenizálása diffúziós folyamat, a durvább lemezes szerkezet miatt növekszik a diffúziós út hossza. A hengerelt huzalokat ezért nagyobb hőmérsékleten, vagy hosszabb ideig kell austenitesíteni, mint a már húzott és újra hőkezelt huzalt. Hasonló okok miatt a nagyobb átmérőjű huzalt is nagyobb hőmérsékleten kell austenitesíteni, mint a kisebb átmérőjű huzalt.

Legjobban a húzott huzal austenitesítése sikerül. A kényes gyártmányokat mindig több húzás és hőkezelés után kell „kész huzallá" gyártani. A huzalon levő reve hatása sem elhanyagolható. A reve rossz hővezető képessége miatt a huzal lassabban izzítható és hűthető.

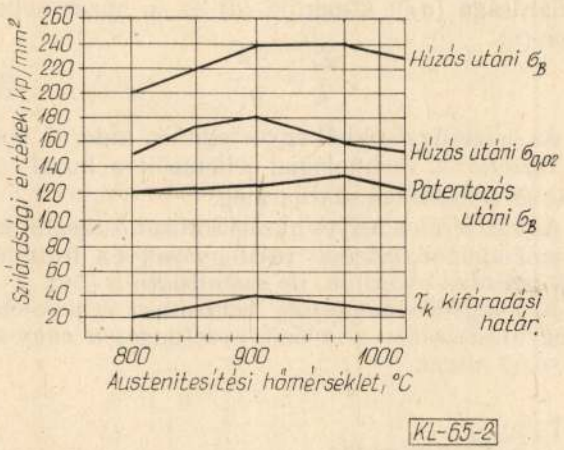
Az austenitesítés hőmérsékletét a huzalműveknek minden kemencére és minden anyagra különkülön, nagy gonddal kell megállapítani.

A vizsgálatok alatt nem elégséges csak a hőkezelt huzal mechanikai tulajdonságait vizsgálni. A *2. ábra* adataiból (a készhuzal átmérője 1,2 mm, C-tartalma 0,87%) jól látható, hogy a hőkezelés utáni szakítószilárdság 950 °C-os austenitesítési hőmérsékletig nő. A készáruban 900 °C-os austenitesítés felett már romlanak a mechanikai tulajdonságok. Ennek egyik oka az austenit szemnagysága. Eléggé elterjedt az a vélemény, hogy a drótgyártás durva austenit szemnagyságot kíván. Ezt a következtetést valószínűleg az austenitesítési hőmérsékletek nagyságából vonták le. Huzalgyártásnál az austenitesítési hőmérséklet általában 100—150 °C-kal [9, 13, 15] nagyobb, mint a hőkezelésre kerülő anyag Ac_3 hőmérséklete. Az 1. ábrából is látható, hogy ez éppen a homogén austenitet biztosítja. A folyamat közben a szemnagyság ténylegesen nő. Tapasztalatom szerint gáztüzelésű (tokos) áthúzó kemencékben az austenit szemnagyság ne legyen 2000 μ^2-nál, míg villamoskemencékben 500 μ^2-nál nagyobb.

A másik lehetséges ok a nagy hőmérséklet miatt a huzal felületének a romlása. A vizsgált esetben (2. ábra) mind a két jelenség bekövetkezett.

Kétségtelen, hogy az elérhető legkisebb szemnagyság nem a legjobb. Egyrészt mert patentozáskor a sok aktív szemcsehatár miatt hamarabb kezdődik meg a lemezes autektoid képződése. Másrészt alakítás után hajlítgatással szemben ellenállóbb az az anyag, amelynek krisztallitjai megfelelően túlfedik egymást.

A hőkezelés másik fontos lépése a *szabályozott hűtés*. Rendkívül fontos, hogy az ólom- vagy sóolvadék hőmérséklet eloszlása a lehető legegyenletesebb legyen, ezért a fürdőt áramoltatni kell. Az egészen kis átmérőjű huzaloktól eltekintve lehetetlen az izotermás átalakulás biztosítása. A gyakorlatban is jól érvényesülő patentozási eljárást mutat a *3.* és *4. ábra* diagramja. Az előbbin jól látható, hogy kb.



2. ábra. A mechanikai tulajdonságok alakulása

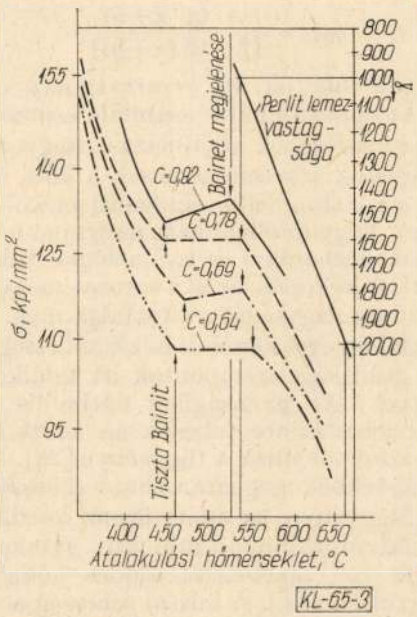
530 °C-nál kisebb átalakulási hőmérséklet esetén megjelenik a szövetben a *bainit* [5, 4, 20]. Az utóbbi egy 10 mm átmérőjű huzal átalakulási hőmérsékleteit tünteti fel a hűtőközeg hőmérsékletének és a huzal közepétől való távolságnak a függvényében.

A két ábra együttes alkalmazásával megállapíthatjuk, hogy a nagyobb átmérőjű huzalokat mindig kisebb hőmérsékletű hűtőközegben kell hűteni, mint a kisebb átmérőjű huzalokat. Ezt a hűtőközeg hőmérsékletet azonban úgy kell megállapítani, hogy az átalakulás hőmérséklete 530 °C felett legyen [5, 21]. Erre a célra közelítőleg alkalmas az *5. ábrán* látható nomogram [17] és diagram.

A patentozás után várható szakítószilárdság meghatározására több tucat összefüggés született [4, 7, 8, 16]. Ezek közül csak érdekességképpen ismertetek itt néhányat:

$$\sigma_{pat} = 118 \cdot C_{\%} + 14 \cdot Mn_{\%} + 10 \cdot Si_{\%} + \\ + 8 \cdot C_{\%} \cdot \ln \frac{(5{,}5)^2}{(d_{pat})^2} + 25 \text{ kp/mm}^2 \text{ [10]} \qquad (1)$$

$$\sigma_{pat} = 103 \cdot C_{\%} + 33 + \frac{40}{d_{pat}} \text{ kp/mm}^2; \qquad (2)$$



3. ábra. A gyakorlati patentozás során nyert szövetelemek

$$2{,}0 \leq d_{pat} \leq 15{,}0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{pat} = 100 \cdot C_{\%} + 50 \text{ kp/mm}^2 \qquad (3)$$

Sokkal több és fontosabb tájékoztatást kap a huzalgyártó a következő összefüggésektől.

A lemezes eutektoid lemezvastagsága:

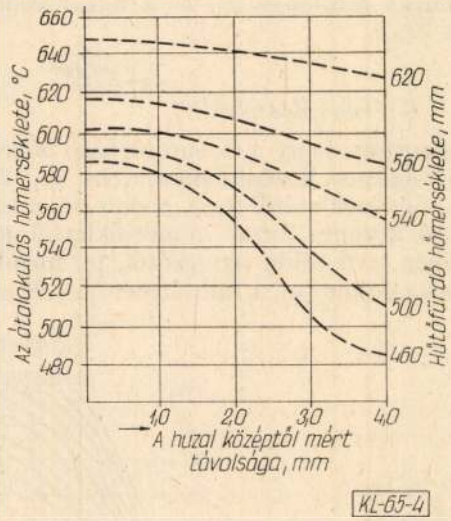
$$\Delta \cong \frac{175}{\Delta t} \cdot 10^3 \text{ Å}$$

Itt Δt a túlhűtés nagysága, azaz $\Delta t = (723 - t_{átalakulás})$.

A szakítószilárdság közelítő meghatározására pedig a $\sigma_B = 222 - 0{,}19 \cdot t_{áta} = 264 - 46{,}5 \cdot \log \Delta$ képlet szolgál [14].

Az eutektoid lemezvastagságának megítélése, vagy ismerete nem a várható szilárdság meghatározása miatt fontos, hanem sokkal inkább azért, mert az alakíthatóság mértéke a lemezvastagság függvénye. Az alakíthatóságot a százalékos összkeresztmetszetcsökkenéssel kifejezve a következő összefüggést kapjuk:

$$\Sigma F_{\%} \cong \frac{3000}{\sqrt{\Delta}}$$



4. ábra. A gyakorlati patentozási hőmérsékletek

Ki kell még térnünk egy másik lényeges kérdésre, s ez a patentozott huzal felületi minősége. A ma üzemben levő áthúzórendszerű gáztüzelésű kemencék zöme nem védőgázas kemence. A huzal legtöbbször találkozik az égéstermékkel. Ilyen esetben különös gonddal kell vigyázni a következőkre.

A huzalt ne érje szúróláng. A kemence atmoszférája inkább oxidáló, mint dekarbonizáló legyen. 700—1000 °C között vékony reve képződik, amely erősen tapad, de már megindul a wüstitképződés. Ha a kemence atmoszférája elég oxigént tartalmaz, a wüstit képződést fokozhatjuk a magnetit rovására, s így lazább lesz a reve [10,18]. A redukáló atmoszféra sem kívánatos, mert a hőkezelést követő pácolás ilyenkor nehéz.

Az elmondottakból kitűnik, hogy a jó patentozás rendkívül nagy gondot, jó kemencét és technológiai fegyelmet kíván, mivel számtalan hiba követhető el, s számos rejlik az anyagban, kemence konstrukcióban is.

A huzalhúzás művelete

A termodinamika első főtétele alapján felírható, hogy $W = \Delta U + Q_{a1}$. Az, hogy a külső munka (W) két részből tevődik össze, a drótgyártásban is igaz.

A ΔU a belső energia növekedése. Dróthúzásnál ez a rácstorzulásra és keményedésre fordítódik, s acélon ez kb. $(0{,}10-0{,}17)\cdot W$.

Q_{a1} a külső munka hővé alakuló része. Acélra ez az összes munkának 83—90%-a.

A dróthúzás a mai sebességek mellett adiabatikus folyamatnak tekinthető. Az elméleti és gyakorlati vizsgálatoknak csak a végeredményét tekintve, a technológus számára három fontos egyenlet adódik:

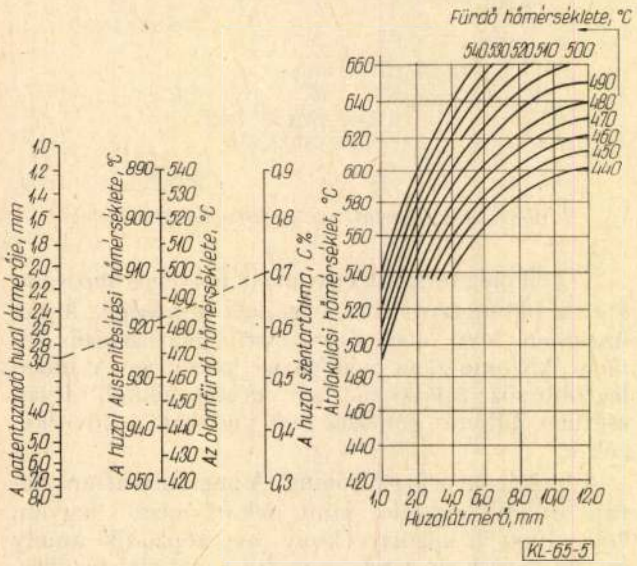
$$t_{fel} = t_0 + k_1 \cdot \sigma_B \cdot q + k_2 \sigma_B \cdot \sqrt{d \cdot V} \qquad (4)$$

Az egyenlet jelölését a *6. ábra* szemlélteti.

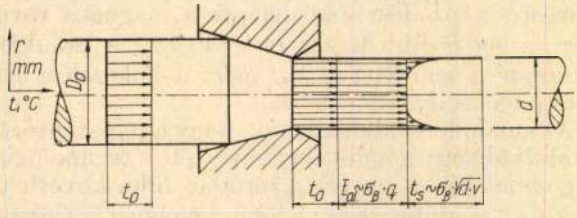
Alkalmasan megválasztott hőmérsékleti korlátokkal (pl. t_{a1} öregedésre és t_s martensit képződésre stb.) a huzalgyártásnak négy fontos jellemzőjét, amiből három technológiai jellemző, kapcsolja egybe a fenti egyenlet. Ezek a kész huzal átmérője (d), az alkalmazott — alkalmazható — részfogyás (q), a húzás sebessége (v) és a huzal szakítószilárdsága (σ_B).

$$t_v = t_{víz} + (t_{de} - t_{víz}) \cdot e^{-k\sqrt{\frac{D\sigma_B q^n}{dv}}} \qquad (5)$$

Azt jelenti ez, hogy a dobon történő hűtés után a huzal végleges középhőmérséklete (t_v) függ a hűtővíz hőmérsékletétől ($t_{víz}$), a dob előtti húzókőből kifutó közepes huzal hőmérséklettől (t_{de}) és a kitevőben levő többi tényezőtől, pl. huzalmenetek száma a dobon (n), a dob átmérője (D) a huzal



5. ábra. A hűtőfürdő hőmérsékletének beállítása



6. ábra. A huzalhúzás jellemzői

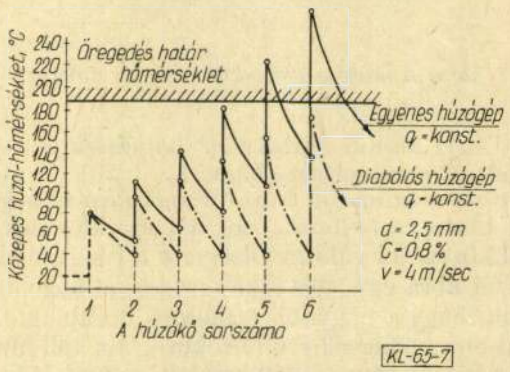
szilárdsága (σ_B), átmérője (d) és a húzás sebessége (v).

$$\frac{\Sigma_i}{i} \cong \frac{\Sigma F}{q} \qquad (6)$$

Az összefüggésekből egyértelműen kiderül, hogy a huzalhúzás technológiai jellemzőit a huzal mérete és szilárdsága szabja meg.

Az első lépés a helyes húzási sorozat összeállítása. A szakadást okozó nagy részfogyásokat a drótgyártók rutinból elkerülik, de számítható is [50].

Az öregedés mentesség biztosítása érdekesebb, megvalósításához az előző összefüggések nagy segítséget adnak.



7. ábra. A huzalhőmérséklet alakulása különböző húzósorokon

A *7. ábrán* a huzal középhőmérsékletének alakulását mutatjuk be különböző típusú húzógép sorokon [22, 23].

A részfogyás felső határát acélhuzal húzásnál az öregedés hőmérséklete korlátozza. Az indokolatlanul kis részfogyás használata sem jó. A részfogyás csökkenésével nő a belső súrlódás, ugyanakkor nő a palástsúrlódás is. Szélső esetben ez akár a huzalpalást apró keresztirányú repedéseinek is okozója lehet. A részfogyásnak tehát alsó és felső korlátja, így optimuma is van.

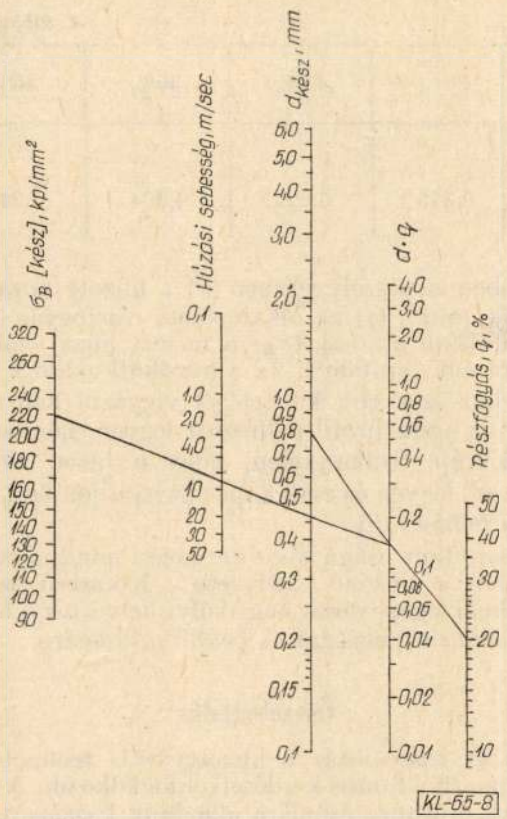
A részfogyás megengedhető alsó határára a

$$q_{min} = \frac{4 \cdot \mathrm{tg}\,(\alpha + \varrho)}{[2 + \mathrm{tg}\,(\alpha + \varrho)]^2} \qquad (7)$$

összefüggést találtuk. Itt $\varrho = \mathrm{arc} \cdot \mathrm{tg}\ \mu$ (μ = surl. tényező). Az optimumnál v számláló szorzója 6.

A helyes sorozatok alkalmazása nagyon fontos. A részfogyások tűréseit nemcsak a kész huzalnál, hanem a sorozaton belül mindenütt be kell tartani. Közismert, hogy az ellenhúzás nagysága hatást fejt ki a huzal mechanikai és technológiai tulajdonságaira [24]. A kőkopás, azaz a sorozat megváltozása az ellenhúzás nagyságát változtatja meg.

A másik lényeges kérdés a húzás sebessége. A műszaki és gazdasági szempontok itt találkoznak és ütközhetnek. A gazdaságilag optimális sebesség meghatározása szinte teljesen az adott huzalmű műszaki színvonalának a függvénye [25]. Az alakítási elméletekből meghatározható sebesség korlátok bár függvényei az adott üzemi körülményeknek, ezenkívül azonban szubjektív gátakat is tartalmaznak (pl. martensitképződés hőmérséklete, vidia lágyulása stb.). A húzási sebesség erősen hat a huzal „drift" mozgására a dobon. Nagy sebesség



8. ábra. A húzási sebesség meghatározása

Példa: 220 kp/mm² szilárdságú 0,8 mm átmérőjű kész huzalt húzunk 20%-os részfogyással. Mennyi legyen a húzási sebesség? A nomogram szerint: $v = 9{,}0$ m/sec.

esetén a csúszás, tapadás váltakozása szakadást is okozhat. (A képződő feszültség v^2-el arányos).

Közepesen felkészült üzemek részére jól alkalmazható a húzási sebesség meghatározására a *8. ábrán* látható nomogram.

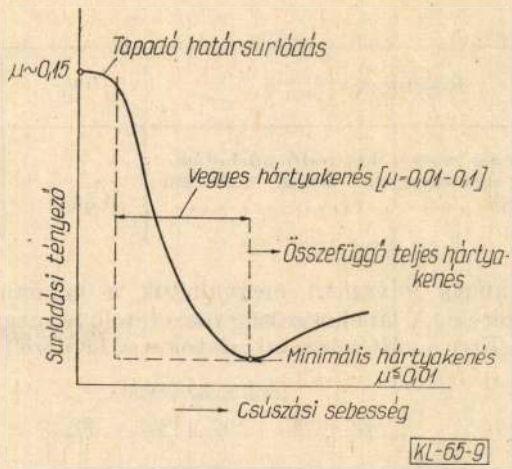
A kenés

Célja a huzal és a húzószerszám közötti hegedés megakadályozása. A huzal és húzószerszám között csúszó súrlódás van, ezért a súrlódási tényező a sebességtől függ. Ezt a kapcsolatot szemlélteti a *9. ábra* [31, 51, 52, 53].

Száraz szappanporral — fémsztearáttal — való húzáskor a kenési viszony a határkenés és hidrodinamikus kenés között van. Egyszerű húzószerszámmal történő húzáskor ez utóbbi nem szokott kialakulni. Ezt az is jelzi, hogy a húzási sebesség növekedésekor a kenőfilm vastagsága nő, hidrodinamikus kenés esetén csökken.

Mivel a kenőfilm vastagsága a kenőhártya belsejében uralkodó nyomásnak és hőmérsékleti viszonyoknak is a függvénye, technológiai jellemzőkkel is változtathatjuk a kenőfilm vastagságot. A leghatásosabb ilyen technológiai jellemzők a részfogyás, a húzókő kúpszöge, a hengeres rész (l_h) hossza és a húzás sebessége.

Ezek hatását a kenőfilm rétegvastagságának alakulására a *10. ábra* szemlélteti. A számos irodalmi adat eléggé ellentmondó [26—30]. Vegyes hártyakenésre ezek az adatok nagyon valószínűek.



9. ábra. A súrlódási tényező alakulása

A kenőfilm vastagsága a kenőanyag reológiai tulajdonságainak is függvénye. A kenőanyag kiválasztásakor három fő szempontot kell figyelembe venni [54]. Ezek:

1. A kenőanyag magatartása a szappanportartóban a húzókő előtt.

Filmképzés szempontjából nagyon lényeges a kenőanyag rázódási kúpszöge. Hagyományos szappanoknál a rázódási kúpszög 35—40°, amid bázisú szappanoknál pedig 20—25°. Ez utóbbi lényegesen jobb, mert a kenőanyag „boltozat" képzésre kevésbé hajlamos [32]. Fontos még a kenőanyag szemnagysága is.

Általában megfelelő a következő szemnagyságú összetétel:

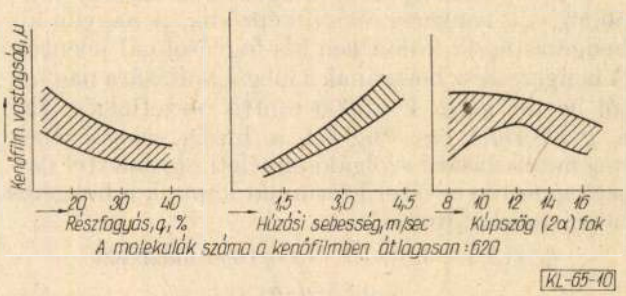
>2,5 mm	0,0%
2,5—1,0 mm	10—20%
1,0—0,2 mm	75%
<0,2 mm	5—15%

2. A kenőanyag magatartása a húzóüregben.

A kenőanyagok aktívak vagy inaktívak lehetnek. A kémiai kapcsolódást a karboxil gyök teszi lehetővé (az aktivitást újabban különböző adalékokkal fokozzák pl. klórparaffin, MoS_2 stb.).

Leginkább a telített szénhidrogének használatosak. Ezek neutrálisak vagy szabad zsírsavat tartalmazók. A hosszúláncú zsírsavak vagy szappanok jobb kenéstechnikai tulajdonságúak, olvadáspontjuk is nagyobb, ezért ezeket használjuk.

3. A kenőanyag maradványok eltávolíthatósága a huzal felületéről.

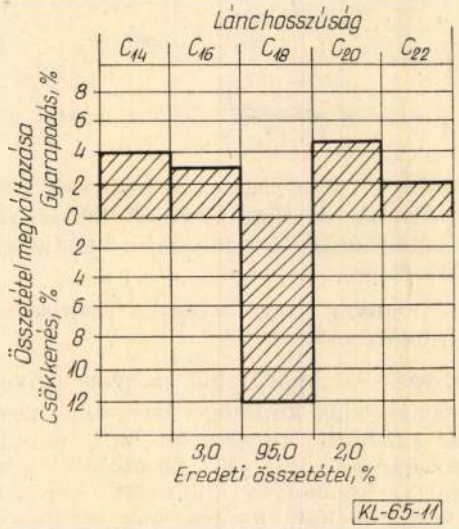


10. ábra. A részfogyás, a húzási sebesség és a kúpszög hatása a kenőfilm rétegvastagságára

1. táblázat

Részfogyás [%], q	10%	15%	20%	25%	30%	35%
Hengeres részen képződő súrlódási hő viszonya az összes súrlódási hőhöz	0,565	0,455	0,375	0,326	0,264	0,221

A húzás folyamán megváltozik a kenőanyag összetétele. A lánchosszúság összetétele is megváltozik. Erre a változásra ad adatokat a *11. ábra* [34].



11. ábra. A kenőanyag összetételének változása a húzás folyamán

A lánchosszúság a felület tisztasága szempontjából kisebb jelentőségű. A stearát fém-bázisának sokkal lényegesebb a hatása. A felületi tisztaság szempontjából nem célszerű különféle adalékok használata (pl. grafit, MoS_2) s a kalciumot is lehetőleg kerülni kell (20% kalcium tartalom körül a legtisztább a huzalfelület). A tisztítás elősegítésére az utolsó húzás nedvesen is történhet, így kevesebb lesz a huzal felületén visszamaradó szennyezés.

A húzókő profilja

A húzószerszám profiljával nem célszerű itt bővebben foglalkozni. Lényegesebb, hogy megismerjük egy gondatlanabbul kezelt húzószerszámrésznek, a hengeres rész hosszának a hatását, amelyet akkor értünk meg igazán, ha összehasonlítjuk a különböző helyeken súrlódásból képződő hőmennyiségeket. Ezt teszi az *1. táblázat*.

10%-os részfogyással dolgozva a súrlódási hő 56,5%-a a hengeres részen képződik. A nagyon kis hengeres hossz különösen kis fogyásoknál jelentős. A hengeresrész hosszának a megállapítására nagyon jól bevált az $l_h \cdot V = 5000$ mm²/s összefüggés. Ezt a gyakorlati összefüggést a húzás sebességének meghatározására szolgáló elméleti egyenlettel összekapcsolva egyszerű formulát kapunk a hengeres hossz meghatározására:

$$l_h \cong (2{,}5 \sim 3{,}0) \cdot 10^{-7} \cdot d \cdot q \cdot \sigma_B, \text{ másrészt}$$

$$l_h \cong \frac{0{,}25 \cdot d \cdot q}{2\widehat{\alpha} \cdot \sqrt{1-q}} \text{ mm} \qquad (8)$$

Ebben az összefüggésben (d) a húzott huzal átmérője (mm), (q) az alkalmazott részfogyás (tizedes alakban pl. 0,2), (σ_B) a húzott huzal szakítószilárdsága (kp/mm²), $2\widehat{\alpha}$ a húzókő kúpszöge [45].

A húzószerszám kivitelénél vigyázni kell arra, hogy az egész profil polírozott legyen, nemcsak a munkakúp. Szükségtelen, hogy a huzal először „csíkos" legyen és csak kopás után álljon be a normális felület [46].

Döntő fontosságú mind termelési mind minőségi okokból a húzókő „helyzete". Korszerű száraz húzóknál a gépgyárak nagy súlyt helyeztek a húzószerszám megfogására és beállíthatóságára.

Összefoglalás

Ez az összeállítás a huzalgyártás technológiai szempontból fontos kérdéseivel foglalkozik. A gyakorlati dróthúzó számára akartunk hasznos tanácsokat adni. Mindenütt az volt a törekvésünk, hogy a gyártás közben elkövethető hibákra hívjuk fel a technológus figyelmét. Kiemelni valamit, mint leglényegesebbet, nem lehet, mert egy vertikális folyamatban minden egyformán fontos. Ezért tanulmányunk, a témakör nagy terjedelme miatt, nem tekinthető teljesnek, s nem is törekedett a teljesség elérésére.

IRODALOM

[1] *Robonyi A.:* Kohászat, 1973. 10. sz. 433. old.
[2] Stahl u. Eisen 78 (1958) Nr 14. 966—973. old.
[3] Stahl u. Eisen 78 (1958) Nr 14. 960—965. old.
[4] Draht 1965. Nr. 9. 641—647. old.
[5] The Wire Ind. 1965. jan. 73—80. old.
[6] Herstellung von Stahldraht 2. rész.
[7] Draht 1965. Nr. 10, 729. old.
[8] Draht 1970. Nr. 1, 9—17. old.
[9] Sztalj 1961. 2. sz. 160—163. old.
[10] Koh. Lapok. 1958. 4. sz. 168—173. old.
[11] The Wire Ind. 1952. szept. 824—827. old.
[12] Stahl u. Eisen 1963. 25 sz. (D4D, LSZ: 467).
[13] Stahl u. Eisen 1957. Nr 25. 12 dec. 1828—1830. old.
[14] Vaskohászati Enciklopédia IX/1.
[15] Die Deutsche Drahtindustrie 1959.
[16] Stahl u. Eisen 1971. Nr. 24. 1394—1395. old.
[17] Draht-Welt 1971. Nr. 7. 330. old.
[18] Koh. Lapok 1959. 8 sz. 381—383. old.
[19] Koh. Lapok 1966. 12 sz. 551—558 old.
[20] Stahl u. Eisen 1958. 6 sz. Szerzők: Dahl—Lueg.
[21] Wire Ind. 1971. jan. 43—47. old.
[22] Stahl u. Eisen 1959. 20. füzet. Szerző: F. Schwier
[23] Stahl u. Eisen 1963. 23. sz. 1459—1466. old.
[24] Stahl u. Eisen 1961. 6. sz. 349—356. old.
[25] Draht-Welt 1966—9.
[26] Wire Ind. 1969. ápr. 333—336. old.
[27] Stahl u. Eisen 1971. 16. sz. 913—914. old.
[28] Wire Ind. 1972. ápr. 294—297. old.
[29] Stahl u. Eisen 1963. 14 sz. 865. old.
[30] Wire W. Prod. 1962. 5 sz. 609—613. és 680—681. old.
[31] Wire W. Prod. 40 kötet 8 szám Szerző: *Torrington.*
[32] Stahl u. Eisen 1969. 15 sz. 825—830. old.

[33] Neue Hütte 1971. 6 szám 356—361. old.
[34] Stahl u. Eisen 1960. 14 sz. 918—925. old.
[35] Neue Hütte 1965. ápr. 193—199. old.
[36] Izv. Vuz, csernaja metallurgia 1968. 2 sz. Szerző: Kolmogorov.
[37] Wire Ind. 1971. jún. 412—415. old.
[38] Grundlagen der bildsamen Formgebung 1966. Düsseldorf.
[39] Wire Ind. 1972. jan. 34—37. old.
[40] Stahl u. Eisen 1964. 20 sz. 1260—1269. old.
[41] Koh. Lapok 1965. 5 sz. 204—210. old.
[42] Alumínium 8 sz. 1952. 33—38. old.
[43] Neue Hütte 1971. júli. 407—411. old.
[44] Kohászati Lapok 1966. máj. 193—203. old.
[45] Stahl u. Eisen 1971. 24 sz. 1374—1381. old.
[46] Draht-Welt 1971. 11 sz. 545. old.
[47] GOSZT 9453 és 2330.
[48] DURMAX Keményfémipari Váll. Gyártmányai (1958).
[49] ISOTC 29/399 F.
[50] Production Technology *Geofrey G. Thomas* 85—90. old.
[51] Koh. Lapok 1958. 8 sz. 374—379. old.
[52] Koh. Lapok 1960. 5 sz. 212—216. old.
[53] Kohászati Lapok 1960. 6 sz. 279—282. old.
[54] Ropa a Uhlie Bratislava 1964. Nemec A.

A Kohómérnöki Kar hírei

Új szakmérnöki előadás-sorozat

Dr. Antal Boza József tszv. egy. tanár, a Kohómérnöki Kar dékánja márc. 17-én ünnepélyesen megnyitotta a felvett 25 hallgató előtt a négyféléves levelező jellegű „Környezetvédelmi Szakmérnöki Szak" előadás-sorozatát. Ezt követően *dr. Berecz Endre* tszv. egy. tanár üdvözölte a hallgatókat és ismertette az új képzési irány feladatait.

A képzés célja környezetvédelmi szemlélettel és ennek megfelelő korszerű szakismeretekkel rendelkező műszaki szakemberek képzése, akik a bányászati, kohászati és energiatermelési ipar területén jelentkező környezet- és levegőtisztasági feladatok ellátására és az ilyen irányú technológiai fejlesztés korszerű és önálló megvalósítására képesek lesznek.

Az első három félévben a hallgatók közös tantárgyak keretében a környezet- és levegőtisztaságvédelemre vonatkozó, mindhárom szakirányra egyaránt érvényes ismereteket szereznek. A negyedik félév szakoktatást nyújt a bányászat, a kohászat és a tüzeléstechnikai területére vonatkozó speciális környezetvédelmi műszaki ismeretek megszerzése céljából.

Általános és Fizikai Kémiai Tanszék

A közelmúltban jelent meg a Tankönyvkiadó gondozásában *dr. Berecz Endre:* Általános kémia I. c. egyetemi tankönyve, amely a nem vegyészmérnöki szakok hallgatói — elsősorban kohómérnök, bányamérnök és gépészmérnök hallgatók — számára nyújt célszerűen súlyozott kémiai alapismereteket.

Ugyancsak most jelent meg az általános kémia tantárgy gyakorlati oktatását segítő, *Balláné, dr. Achs Márta—Kerekes Róbert:* Általános kémiai feladatok I. c. jegyzete.

A Tanszék az 1974/75. tanév 2. félévétől két új tárgy: Felületvédelem és kikészítés (előadó: *Balláné, dr. Achs Márta* egy. adjunktus), valamint Korrózióvédelem (előadó: *dr. Szita Lajos* egy. adjunktus) oktatását kezdte meg heti 2×2 óraszámban.

Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszék

Megjelent a *dr. Kiss Ervin—dr. Voith Márton:* Kohógéptan című egyetemi tankönyve.

Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszék

A Magyar Tudományos Akadémia Spektrokémiai Munkabizottsága és a Magyar Kémikusok Egyesülete Borsodi Csoportja Analitikai Szakosztály közösen rendezte meg kétnapos ankétját Miskolcon, márc. 10—11-én. Az ankét egyik tárgypontját a Nehézipari Műszaki Egyetem Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszékén folyó spektrokémiai kutatások képezték. A Tanszék oktatói részéről az alábbi előadások hangzottak el: *dr. Vorsatz Brúnó* tszv. egy. tanár: „Beszámoló a NME Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszékén folyó spektroszkópiai oktató- és kutató munkáról", *dr. Péter László* egy. adjunktus: „Újabb vizsgálatok a fonálszikragerjesztővel". Az ankét programjának megfelelően a résztvevők látogatást tettek a Tanszéken.

Új tantervek a Kohómérnöki Karon

A Nehézipari Műszaki Egyetem Tanácsa márc. 24-én megtartott ülésén jóváhagyta a Kohómérnöki Kar nappali tagozatára vonatkozó új tanterveket.

Az új tantervek szerint az okleveles kohómérnök képzés szakosítási rendje a következő:

1. Mettallurgus szak, ezen belül
   a) Vas- és fémkohász ágazat
   b) Öntő ágazat
2. Fémalakító szak, ezen belül
   a) Alakítástechnológiai ágazat
   b) Fémtani ágazat

A tantervek a Metallurgus szak Öntő ágazatán, valamint a Fémalakító szak Alakítástechnológiai ágazatán belüli Automatizálási ágazati-irányokon, részképzéssel, speciális igény kielégítését is lehetővé teszik.

Az elfogadott tantervek egyik lényeges új vonása, hogy a Matematika és ezen belül a számítástechnika oktatása összesen 8 félévre növekedett.

A másik új vonás az, hogy a Fémalakító szakon belül az Alakítástechnológiai ágazat mellett (melynek korábbi elnevezése „Technológus szak") Fémtani ágazat létesült.

Az új tantervek a hallgatói terhelések csökkentése érdekében az 1—9 félévek heti összóraszámát ágazatonként 304—306 órában határozzák meg, a 10. félév pedig a 22—24 heti összóraszámmal (ebből 10 óra diplomaterv konzultáció) lényegében a diplomaterv készítést és az államvizsgára való felkészülést szolgálja.

A hallgatók a képzés során 4 alkalommal összesen 12 hét időtartamú üzemi szakmai gyakorlaton vesznek részt. Az új tantervek alapján megindult a képzési céloknak megfelelő tantárgyi programtervezetek összeállítása.

TDK hírek

A XII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia kohászati alszekciójában 25 előadásból a Kar hallgatói 16 előadást tartottak. *Buza Gábor* és *Dénes Margit* V. éves hallgatók: Optimális CeMM ötvöző mennyiségének meghatározása hipoetektikus öntöttvasban c. munkájukkal I. díjat nyertek. Ezen kívül 7 dolgozat részesült jutalomban.

Doktoravatás

Az ápr. 3-i Egyetemi Tanácsülésen egyetemi doktorokat avattak. A Kar előterjesztésére a — zárójelben feltüntetett — disszertációjuk és doktori szigorlatuk alapján doktori címet kaptak:

Kelemen Lajos („Nagyszilárdságú és ritkafémmel kezelt öntöttvas előállítása kúpoló-indukciós kemence duplex eljárással.")

Köves Elemér (kandidátusi fokozata megszerzése folytán)

Nagy Zoltán („Folytatólagos meleg szélesszalagsorok üzemének elméleti vizsgálata.")

Nikolic Velizár („A homogenizáló izzítás hőmérsékletének és idejének hatása a dúsulás mértékének a csökkentésére, illetve az egyes mechanikai tulajdonságokra különböző falvastagságú acélöntvényeknél.")

Oláh Miklós („Kisnyomású gázellátó hálózat nyomásszabályozásának dinamikus vizsgálata.")

Réthy Károly („A nyersvasgyártás műszaki és gazdasági összefüggéseinek vizsgálata.")

Dr. Wopera Lászlóné, sz.: *Serédi Ágnes* („A levegő szennyezettségét fokozó nitrogénoxidok katalitikus bontása és különféle katalizátoranyagok hatása a bontási folyamatra.")

Általános és Fizikai Kémiai Tanszék

Dr. Bedő Zsuzsa egy. adjunktus 1974. okt. 15-től hat hónapos tanulmányúton a finnországi Abo Akadémia (Turku) Fizikai-Kémiai Intézetében diszperz rendszerek (micelláris oldatok) szerkezetének kalorimetrikus vizsgálatával foglalkozott.

Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszék és Vaskohászati Tanszék

Csutor Tivadar, dr. Szarka Gyula egy. adjunktusok, *Benkő Gyuláné, Tóth Lajos Attila* tud. munkatársak és *Wodola Gabriella* műszaki dokumentátor, valamint a Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszékről *dr. Vorsatz Brúnó* tszv. egy. tanár részt vett a Dobrában (Csehszlovákiában) tartott „Radioaktív nuklidok és atommag módszerek felhasználása a kohászatban" 1. számú KGST szimpoziumon, amelyen az alábbi előadásokat tartották:

Dr. Vorsatz Brúnó—Dr. Simon Sándor—Dr. Szarka Gyula—Benkő Gyuláné: „Nukleáris módszerek alkalmazása nagytisztaságú acélok gyártásakor".

Dr. Farkas Ottó—Csutor Tivadar—Dr. Szarka Gyula: „Az anyaglevonulás időtartamának és az elegy mozgási sebességének meghatározása nukleáris módszerrel a nagyolvasztóban".

Benkő Gyuláné—Dr. Simon Sándor—Dr. Vorsatz Brunó—Dr. Szarka Gyula: „Az acél és tűzállóanyag kölcsönhatásának kutatása nukleáris módszerrel az acél folyamatos öntésekor".

Tóth K.

Egyesületi hírek

Kovácsklubdélután az Öntödei Múzeumban

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács Szakcsoportja decemberi klubdélutánját az Öntödei Múzeumban tartotta meg. A klubdélután tárlatvezetéssel kezdődött, melynek során *Bors János* tagtársunk „Öntészet a hajózásban" című anyagot, *Dévay Zoltán* tagtársunk, az Öntödei Múzeum vezetője, az öntöttvasból készült régi kályhákat ismertette, valamint a *Ganz Ábrahám* emlékkiállítást méltatta. Végül *Friedrich Aladár*, a Múzeum dolgozója szakszerű előadásban ismertette a hazai öntészet fejlődéstörténetét a honfoglalástól napjainkig.

A múzeumi látogatás után dél-csehországi régi hámorokról rendkívül érdekes hangos mozgófilmet vetítettek le, majd *Kiszely Gyula* tagtársunk, az Öntödei Múzeum alapítója 20 perces előadásban ismertette Borsod-megye 1000 éves kohászati múltját. Az előadás a legrégibb emlékektől napjainkig felsorolta az összes jelentős leletanyagot, a fejlődés főbb állomásait és a megye mai helyzetét a hazai kohászatban. A tanulságos klubdélután programját végül egy rövid kovácsfilm zárta. Az egybegyűlt kovácsszakemberek a Szlovákiában levő Mecenzéf község néhány 500—600 éves fark kalapácsokkal dolgozó hámorát láthatták, magyar nyelvű kísérő szöveggel. Mint érdekességet megemlítették, hogy a községen átfolyó 3 patakon sok évszázadon át több mint 300 kis vízihámort működtettek. Ma a Kassai Kohászati Múzeum 1—2 romos vízihámort újjáépítettet múzeumi bemutatatás céljára. A jól megrendezett klubdélután az Öntödei Múzeum dolgozóit dicséri.

Latinák István

Kovácsklubdélután áprilisban

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács-Szakcsoportja a Gépipari Tudományos Egyesület Technológiai Szakosztályával közösen ápr. 28-án klubdélutánt rendezett a Technika Háza (Budapest, V., Kossuth Lajos tér 6—8.) VI. emeleti előadótermében.

A klubdélután keretében *dr. Kurt Lange* egy. tanár a stuttgarti Institut für Umformtechnich igazgatója tartott vetítettképes előadást „Az alakítástechnológia fejlődési tendenciái" címen. Az előadó két részre osztotta ismertetőjét, egyrészt a kovácsolás, sajtolás, lemezalakítás, hideg- és meleg-folyatás fejlődésének irányát világította meg néhány példával, másrészt a vezetése alatt álló intézet fontosabb kutatási témáit ismertette. Az előadást követően konzultáció keretében több feltett kérdés került megbeszélésre. *Latinák István*

Hengerész Szakcsoport ülése Borsodnádasdon

Május 27 és 28-án Borsodnádasdon tartotta ülését a Hengerész Szakcsoport.

Május 27-én délután megkezdett ülésén, amelynek elején először *Molnár László* műszaki igazgató üdvözölte a szakcsoport megjelent tagjait *dr. Remport Zoltán* a szakcsoport titkára először az októberre tervezett hengerész konferencia szervezésének állásáról tájékoztatta a szakcsoportot. Eszerint a konferencia Egerben kerül megrendezésre, azon néhány külföldi (angol, osztrák, és NDK-beli) szakember is részt vesz. Ismertette a tervezett előadások témáit és hogy kiket kértek fel az előadások megtartására.

A konferencia résztvevői megtekintették az új ózdi drótsort is, amely addigra már próbajárati stádiumban lesz.

Ezt követően *Osztatni Mihály* korábbi felkérés alapján néhány vitás hengerész szakkifejezés megvitatását javasolta, így: folyamatosan öntött buga-öntött buga, öntecs-tuskó, FAM-öntőmű, bramma-laposbuga, drót-hengerhuzal, lépegető kemence-léptető kemence stb.

Részletes vita után a szakcsoport kialakította állásspontját, néhány határterületi fogalom ügyében azonban még megkeresi az Acélgyártási Szakcsoportot. Ezt követően az ajánlott, ill. mellőzendő fogalmakat a lapban le fogjuk közölni.

Ezt követően *Molnár László* műszaki igazgató tartott előadást „A Lemezgyár történeti fejlődése és elképzelések a távlati fejlesztésére" címmel.

Ebben az érdekes, átfogó előadásban utalt arra, hogy a 111 éves gyár, a legkisebb magyar kohászati üzem, 1968-ig kizárólag finomlemezhengerléssel foglalkozott. Jövője, az ott dolgozó 2800 főnyi munkásgárdájának sorsa teljesen bizonytalanná vált, fő feladatnak tehát a gyár új profiljának kialakítását, a dolgozók részére is megnyugtató perspektíva kialakítást tűzték ki. Részletesen ismertette az elavult hengersorokon végrehajtott eredményes korszerűsítéseket, ezek kihatását a legnehezebb fizikai munkára, amit az elért igen szép fajlagos teljesítmények is dokumentálnak.

Röviden ismertette az új gyártási ágazatok bevezetésének történetét (elektroacélgyártás bővítése, acélöntöde, gabonatárolók gyártása, horganyozott lemezből készített háztartási cikkek, keréktárcsagyártás). Mindezekhez az új üzemekhez szükséges létszámot a hengersorok és a kikészítőüzemben végrehajtott kisgépesítések révén teremtették elő.

Az előadás igen nagy érdeklődést váltott ki, mert ezek az eredmények szélesebb körben alig ismertek.

Az előadó a kérdésekre is részletes válaszokat adott és ezek során kitért az elért, igen kedvező gazdasági eredményekre is.

Ezt követően néhány megoldott problémának a részletesebb ismertetésére került sor. *Nyitray István* „A lemezpácolás átszervezése", *Hamar Ferenc* „A járműkerékgyártás megszervezése", *Csura József* pedig a „Szemestermék-tárolók gyártása" címen tartottak nagy érdeklődéssel kísért előadásokat.

Az előadások után a résztvevők megtekintették a lemezgyár régi telepén levő üzemeket, majd a gyár közelében egy igen szép környezetben levő volt bányászati üzemépületből átalakított üdülőben fogyasztották el a borsodnádasdi kollégákkal a szabadtéri tűzön főzött bográcsost. A szakmai és baráti beszélgetések itt is folytatódtak.

Éjszakára az ózdi Kohász szállóban biztosítottak a vidékieknek helyet, ahova mikrobusszal vitték át a vendégeket.

Másnap délelőtt a régi gyártól távolabb, szinte különálló gyáregységként működő, teljesen új autóbuszkerékgyártó, Trilex-üzemet tekintették meg a szakcsoport tagjai. Ezt az üzemet teljesen korszerű berendezésekkel szerelték fel. Sikeresen oldották meg a régóta vajúdó autóbuszkeréktárcsa gyártás nehéz műszaki problémáit, és ma már az Ikarus szükségleteit teljes mértékben kielégítve, jelentős mennyiségben nyugati exportot is lebonyolítanak. Ebben az üzemrészben *Hamar Ferenc* üzemvezető szolgált részletes műszaki felvilágosításokkal.

Az üzemlátogatás és a tanácskozás végén *dr. Remport Zoltán*, a szakcsoport titkára megköszönte a vendéglátók messzemenő segítségét és örömmel állapította meg, hogy ez a látogatás a többi üzemből érkezett résztvevők részére sok érdekes meglepetéssel szolgált. Igen nagy fejlődést és sok újonnan bevezetett technológiai megoldást tapasztalt a szakcsoport Borsodnádasdon. Érdemes volt eljönni és részletesen tanulmányozni ennek a nagy élni akarásról tanúságot tevő üzemnek az új berendezéseit. (Ó. A.)

Elnökségi ülés július 10-én

Az elnökségi ülést, amelyen *Philip Miklós*, a MTESZ főtitkárhelyettese is részt vett, *dr. Martos Ferenc* alelnök vezette.

Első napirendi pontként az elnökség megtárgyalta *Moharos Jenő* főtitkár által összeállított és az elnökség tagjai részére megküldött anyagot, amely az Egyesület vezető testületeinek időszerű feladatait foglalta össze a XI. Pártkongresszus dokumentumai és határozatai alapján.

Az elnökség a javaslatokat egyhangúlag elfogadta és úgy határozott, hogy ezeket a jövő évi egyesületi munkatervben messzemenően figyelembe kell venni.

Második napirendi pontként *Szabó Csaba* titkár által összeállított és szintén előzetesen szétküldött anyagot tárgyalta az elnökség, amely a helyi csoportok tevékenységéről, az üzemekkel való kapcsolatairól, az egyesületi munka hatékonyságának javításáról, a fiatal szakembereknek az egyesületi munkába való bekapcsolódásáról szólt.

Az összeállítás egy reprezentatív felmérés kérdőívére érkezett válaszokból készült. A több mint 40 helyi csoportból a szakosztályvezetőségek bevonásával kiválasztott 16 csoportvezetőségét kérte fel a titkárság 18 kérdés megválaszolására.

A jelentésből elsősorban az tűnik ki, hogy a szakosztályok helyi csoportjaiban aktív munka folyik. A csoportok munkájuk során érvényesítik mind az egyesületi mind az üzemi szempontokat. Az aktív tagok száma kb. 30%-ra becsülhető. A fiatal szakemberek aktivitása is kedvező irányban halad.

A csoportok vezetőségei számos javaslatot tettek a központi egyesületi munka javítására.

A vita során *Böszörményi Béla, Bakó Károly, dr. Laboda Sándor, dr. Varga Ferenc, Binder Béla, Várhegyi Rezső, dr. Solymár Károly, Kreffly Gábor, Szabó György, Óvári Antal és Bóday Gábor* szólaltak fel. *Philip Miklós* MTESZ főtitkárhelyettes véleménye szerint ez a felmérés példamutató a többi MTESZ egyesület részére és helyi csoportokban folyó egyesületi munka továbbfejlesztése érdekében javasolta, hogy az ún. szakmai kisebbségekkel is fokozottan foglalkozzanak OMBKE csoportjai, végül kérte, hogy a legújabb megállapodások értelmében a helyi csoportok segítsék FMKT-munkát a KISZ szervezetekkel karöltve.

Több hozzászóló felvetette az ún. kettős MTESZ tagság problémáját és kérték a MTESZ erre vonatkozó mielőbbi állásfoglalását.

Az elnökség úgy határozott, hogy a kérdőíveket és a válaszokat részletes tanulmányozás céljából a szakosztályvezetőségeknek át kell adni, főleg azért, hogy a felvetett problémákat és javaslatokat a jövő évi egyesületi tervekben vegyék figyelembe.

Harmadik napirendi pontként *dr. Kovács Mihály* az új alapszabályhoz érkezett legújabb javaslatokat ismertette.

Az elnökség tagjai kézhez kapták az alapszabályok függelékét képező Éremszabályzatot is.

A legfontosabb vitatéma továbbra is az, hogy a ciklus 3, 4 vagy esetleg 5 éves legyen. Javaslat érkezett a helyi csoport vezetők többszöri választhatósági korlátozás aloli kivételére is.

Dr. Solymár Károly ismételten szóvá tette a ICSOBÁ-ról szóló alapszabályrészt, és kérte ennek megváltoztatását.

A vita során *Heinrich József, Pantó Dénes, dr. Solymár Károly, Szász József, dr. Nagy Zoltán, dr. Laboda Sándor, Óvári Antal* fejtették ki a vitatott problémákról a véleményüket.

Az elnökség végül is úgy határozott, hogy 4 éves ciklusidőt javasol a közgyűlésnek, az évente kiadható egyesületi emlékérmekre vonatkozóan egy kivételes lehetőség biztosítását is szükségesnek látja, az ICSOBA helyzetével kapcsolatban pedig szintén változtatott a javaslat szövegén.

Negyedik napirendi pontként az elnökség jóváhagyólag tudomásul vette a szakosztályok 1974. évi munkájáról összeállított jelentéseket. Ezeket a részletes beszámolókat az elnökség tagjai előzetesen szintén kézhez kapták.

Ezt követően *Horváth Gyula* a kohászati szakosztályok jelölő bizottsági tagjai nevében javasolta a szeptemberre tervezett tisztújításnak jövő év első felére való halasztását.

Az elnökség a javaslatot megtárgyalta, elfogadta és úgy határozott, hogy a szeptemberi közgyűlés napirendjére csak az alapszabályok tárgyalását fogja kitűzni. Ezen hangzik majd el a *Mikovíny*-jubileumra való tekintettel az ünnepi megemlékezés is, amelynek megtartására *dr. Tárczy—Hornoch Antal* akadémikust kéri fel az elnökség.

Bakó Károly az öntödei szakosztály titkára tolmácsolta a kecskeméti helyi csoport vezetőségének meghívását. Az elnökség a meghívást elfogadta és úgy határozott, hogy a szeptemberi közgyűlést Kecskeméten tartják meg.

Szabó György, az olajszakosztály titkára bejelentette, hogy a választási előkészületek előrehaladása miatt szakosztályuk a vezetőségválasztást szeptemberben fogja tartani. Az elnökség a bejelentést tudomásul vette. (O. A.)

Következő egyesületi nagyrendezvényeink

1. **Hengerész konferencia Egerben október 14—16-án**
2. **Egyesületi közgyűlés Budapesten október 17-én**

Könyvismertetés

H. G. Müller—M. Opperer: **Das Stahlrohr, Verfahren-Erzeugung-Kosten (Az acélcső).** Verlag Stahleisen, Düsseldorf 1974. 370 oldal.

A 213 képet és 102 táblázatot tartalmazó könyv két nagy fejezetre oszlik. Az első fejezetben a szerzők az acélcsö előállító eljárásokat tárgyalják, míg a terjedelmében az előbbinél kisebb második fejezetben a technológiai, gazdaságossági és piaccal kapcsolatos szempontok elemzését találhatjuk meg.

Az első fejezet keretében bevezetőként az acélcsőgyártás fejlődéséről, jelenlegi helyzetéről és a jövőben várható jelentőségéről tájékozódhatunk.

Nagyon érdekesek és másutt még nem közölt statisztikai adatokat is összegyűjtöttek a szerzők. Eszerint az eddigi fejlődésre az jellemző, hogy 1910-től kezdve az acélcső — gyártásnak alapvetően az összes acélgyártásra vonatkoztatott százalékos aránya 4%-ról 1968-ig 8,5%-ra nőtt a vezető kohászati országokban. (Jelenleg már kb. 10%-ra becsülhető.) Érdekes, hogy legnagyobb az acélcső gyártási arány Olaszországban, a Szovjetunióban és Csehszlovákiában.

A varratnélküli és heggesztett csőgyártás arányának alakulása (1960-ban 49: 51%, 1968-ban 40: 60%), az acélcső egy négyzetkilométerre és egy főre eső fajlagos fogyasztási értékei a fejlett ipari államokban és az egyes kontinenseken, az acélcsőexport tendenciái (a legnagyobb acélcsőexportőrök jelenleg Japán és NSZK, exportarány 30, ill. 53%), mind értékes tájékoztatások a szakemberek részére.

A következő alfejezetben az acélcsövek fő alkalmazási területeit tekintik át a szerzők: az épületszerkezethez, a kémiai ipar berendezéseihez, a gépgyártáshoz, a vezetékekhez való felhasználást részletesen tárgyalják.

Igen fontos és jól áttekinthető az acélcsővel szemben támasztott követelményeket összefoglaló alfejezet, amelyben a kémiai összetételre, a mechanikai tulajdonságokra, a reveállóságra, a korrózióval szembeni ellenállásra, a hegeszthetőségre, a fizikai és mechanikai tulajdonságokra vonatkozó előírásokat találjuk a méret- és súlytűrések, a felületi minőség és a vizsgáló eljárások problémaköre mellett. Részletesen ismertetik a szerzők a rozsdaálló, a hő- és hidegálló, valamint a nemesíthető csőfajtákat is.

A varratnélküli és hegesztett csövek gyártásához szükséges kiinduló félkész gyártmányok különböző előállítási technológiájának áttekintését követően, az első csőgyártási technológiai lépcső hagyományos (Mannesmann, Stiefel) és a legkorszerűbb berendezéseit ismerteti a következő alfejezet.

Ezt követően a varratnélküli csőgyártási technológiai lépcsőiről (tolópadok, melegpilgersorok, sajtolóberendezések), technológiáiról kapunk tájékoztatást. Örvendetesen igen részletes a jelenleg a műszaki fejlődés első vonalában álló hegesztett csőgyártási eljárásokat (hossz- és spirálvarratos megoldásokat) tárgyaló alfejezet.

Természetesen nem csak a szorosan vett különféle hegesztőgépeket, hanem a lemezeket, szalagokat előkészítő korszerű berendezéseket is (ollókat hajlítógépeket, varrathőkezelő fejeket) is részletesen ismertetik.

Az egyik rövid alfejezetben összefoglalták a szerzők a redukáló sorokra, hidegpilgesorokra, a csővonó padokra és a különleges eljárásokra vonatkozó adatokat.

Végül a legkorszerűbb technológiát, az elektronikus számítógépekkel irányított csőgyártást ismertetik, rámutatva a számítógépek felhasználásának egyre bővülő lehetőségeire.

Ezt a fejezetet egy igen érdekes és legjobb tudomásunk szerint még sehol nem publikált információs anyag zárja le. A szerzők ugyanis ismertetik az egyes országok összes csőgyártó üzemeit, az üzemek gyártási programját és kapacitását. A tőkés országok adatai mellett, a szocialista országok üzemeiről is eléggé bőséges adatokat közölnek.

A második — az előzőnél jóval szerényebb terjedelmű — fejezetben szintén igen érdekes minden érdeklődő részére jól felhasználható ismeretbővítő adatokat találunk. A szerzők ismertetik a csőigények méretenkénti és minőségenkénti megoszlását, a méretcsoportonkénti felhasználási területeket, és az egyes gyártó berendezés-típusok kialakult éves kapacitásait. Beruházási szempontból nagyon érdekes pl. az az összeállítás, amely egy-egy mérettartomány gyártására szóbajövő különféle berendezéseket, eljárásokat tekinti át.

A nyugatnémet márkában megadott részletes csőgyártási önköltségadatok jó tájékoztatást adnak, kitűnnek belőlük az egyes berendezéseket jellemző legdöntőbb költségfajták. (Figyelmet érdemel a költségelemző rendszer felépítése is.) Beruházás szempontjából érdeklődésre tarthatnak számot az egyes berendezések létesítési költségei, amelyek egy-egy mérettartományra vonatkoztatva igen jó összehasonlítási lehetőséget nyújtanak.

A könyv zárófejezetében a szerzők ismét egész újszerű ismeretanyagot közölnek: 1980-ig országonként vázolják a csőgyártási fejlődés tendenciáját (új eljárások bevezetése, varratnélküli-hegesztett arány eltolódása stb.), sőt a várható termelési szinteket is megadják. Itt is közreadják az összes csőgyártási szempontból jelentős tőkés és szocialista országok adatait. (Érdekes pl. a hazánk csőgyártási perspektívájára vonatkozó becslés.)

Összegezve megállapítható, hogy ez a mintaszerűnek tekinthető szakmunka bőséges, jól használható és korszerű információs anyagot közöl a csőgyártásról. A jól szerkesztett és felépített szövegét, a viszonylag bőséges ábra- és fényképanyag még értékesebbé teszi. Az egyes berendezések elvi működését jól szemléltető világos ábrák mellett sok segítséget jelent az érdeklődő olvasó részére az éles, sok esetben kiválóan retusált és így leglényegesebb szerkezeti részleteket kiemelő fényképanyag.

Az egyes fejezeteket korszerű szakirodalmi hivatkozásokkal zárják. Ezekben természetesen elsősorban a legismertebb szaktekintélyek publikációi szerepelnek. A szerzők a nyugati szakmunkákon és legismertebb szakfolyóiratokon kívül a szocialista szakirodalomra (Stahl in Deutsch, Neue Hütte) is többször hivatkoznak.

A magyar olvasónak jól eső érzés az is, hogy *Geleji* professzor könyveire több esetben is és ezen kívül *dr. Kiss Ervin* professzor és *Dévényi György* közleményére is utalnak. *(SZL—OA)*

Sz. R. Birman: **Gazdaságosan ötvözött maraging-acélok** Metallurgija Kiadó, Moszkva, 1974.

A 84 × 108 1/32 méretű könyv 208 oldalas, 90 ábrával és 44 táblázattal. Ára: 1 Rbl 11 kop.

Hat fejezetre tagolva tárgyalja a gazdaságosan ötvözött maraging-acélok szerkezetét és tulajdonságait.

(Maraging-acélnak közismerten a maximálisan 0,03% C, valamint 18—25% Ni, 3—9% Co, 5—8% Mo és kevés egyéb ötvözőtartalmú, martensites szövetszerkezetű, kiválásosan keményített acélt nevezzük. A különböző karbontartalmú, ötvözött acélokkal ellentétben ezen acélok szilárdságát nem a martensites, illetve a karbidokban levő C biztosítja, hanem a martensit öregedése során kiváló fémvegyületek.)

A gazdaságosan ötvözött maraging-acélok általános jellemzése után a szerző részletesen elemzi az ötvözők hatását a mechanikai tulajdonságokra és behatóan vizsgálja a szerkezet, valamint a mechanikai tulajdonságok közötti összefüggéseket.

Fontosságával arányos terjedelemben kapunk tájékoztatást a mechanikai tulajdonságok változásáról a magas hőmérsékletű alakítás és a hőkezelés függvényében.

Különösen értékes a hőkezelés, a termomechanikus és a felületkezelés speciális módszereinek ismertetése, valamint a maraging-acélokból készült gyártmányok alakjában a hőkezelés hatására bekövetkező változások törvényszerűségeinek elemzése.

A bő irodalmi hivatkozással kiegészített könyv a kohászat, valamint gépipar területén dolgozó egyetemi oktatók, kutatók és gyakorlati szakemberek könyvtárának bizonnyal sokat forgatott példányává válik.

Pocsaji László

Dr. MIKA JÓZSEF

1897—1975

Mika professzor, 1897. júliusában Budapesten született, ugyanitt március 29-én hunyt el. A halál egy mozgalmas, alkotó, teljes életet zárt le. Ennek az alkotó életnek első fontos állomása volt 1923-ban a vaskohómérnöki oklevél megszerzése. Az oklevél megszerzésekor már a diósgyőri vasgyárban dolgozott a kémiai laboratórium vezetőjeként. 1924-ben nevezték ki a Pénzügyminisztérium Műszaki Osztályának létszámába, és szolgálattételre a soproni Főiskola Bányavegytani Tanszékére osztották be, *Tomasovszky Lajos* professzor mellé.



A 20-as évek végén több külföldi ösztöndíjas tanulmányúton vett részt. Az akkor már világhírű *F. Emich* laboratóriumaiban 6 hónapig mikrokémiai tanulmányokat folytatott. Ugyanakkor látogatta a Nobel-díjas *Pregl* intézetét is, ahol az organikus mikrokémiai eljárásokkal ismerkedett meg. Nyári szabadságai alatt dolgozott még az ugyancsak Nobel-díjas *F. Haber* intézetében, *W. Böttger* professzornál. Itt főleg elektroanalitikai tanulmányokat folytatott. A *Hönigschmied* professzor által vezetett Bajor Tudományos Akadémia atomsúlymeghatározó Intézetében két hónapig egzakt elemzési eljárásokat tanulmányozott. Színképelemzéssel a müncheni Műszaki Egyetem Fizikai-kémiai Intézetében kezdett foglalkozni.

1927-ben a Bánya- és Erdőmérnöki Főiskola Elemző és Fizikai Kémiai Tanszékére nevezték ki adjunktusnak. 1943-ban a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Bánya- és Kohómérnöki Karának Elemző Kémiai Tanszékén laboratóriumvezetői beosztást kapott. 1950-ben intézeti tanár lett és megbízást kapott az Elemző Kémiai Tanszék vezetésére. 1952-ben egyetemi tanárrá nevezték ki. Kiemelkedő tudományos munkásságáért a kémiai tudományok doktora címet kapta, akadémiai jutalommal. A Kohómérnöki Kar Miskolcra költözésekor a Kémiai III. Tanszék vezetője lett. E Tanszéket 1959 nyaráig vezette, majd 1960-ban megvált az Egyetemtől, nyugdíjba vonult. 1957-ben az Akadémia eredményes munkásságáért elnöki jutalomban részesítette. 1973-ban a Nehézipari Műszaki Egyetemen aranydiplomát kapott.

Mika professzor tudományos munkássága az analitikai kémiai területére esik, ezen belül főleg a mikrokémiát és a korszerű analitikát fejlesztette. Könyvei közül kettő, a „Die exakten Methoden der Mikromassanalyse" és a „Die Methode der Mikromassanalyse" nevét a témakörben világszerte ismertté tette. A második könyvéért, mely mindenütt igen kedvező bírálatot kapott, 1963-ban Kossuth-díjjal tüntették ki.

Ő oktatta elsőként hazánkban az emissziós színképelemzést önálló tantárgyként. Az első, a színképelemzéssel foglalkozó magyarnyelvű tankönyv, „A kémiai emissziós színképelemzés műszaki és egyéb alkalmazásai" c. mű szerzője volt, *dr. Török Tiborral* együtt. Vele írta az „Emissziós színképelemzés" I. és II. c. könyveket is, melyeket angol nyelven is kiadtak.

Az 1959-ben kiadott „Kohászati elemzések", ill. az 1964-ben megjelentetett „Metallurgische Analyse" c. könyvei a fémek, ötvözetek és ércek analitikájával foglalkoznak.

Mika professzor tudományos tevékenységét rendkívül alapos munka, a korszerűség és a fejlődés irányának csalhatatlan felismerése jellemezte. Már a 40-es évek végén és az 50-es évek elején is azon kevesek közé tartozott, aki a mai korszerű műszeres analízis körvonalait és a fejlődésének irányát tisztán látta. Széles körű irodalomismeretével, nagy gyakorlati tapasztalatával és manuális készségével szelektálni tudta az egyre szaporodó irodalom valódi értékeit. A könyveiben leírt módszereket maga, ill. munkatársai ellenőrizték. Környezetét pontos, kísérletező, kritikus tudományos munkára szoktatta, mely a gyakorlattól soha nem szakadhat el.

Halála a kohászati analitika nagy vesztesége. Emlékét könyvei, tanítványai és volt munkatársai őrzik.

Dr. Vorsatz Brunó

DÉVÉNYI GYÖRGY

1923—1975

Hosszan tartó súlyos betegség után június 13-án elhunyt *Dévényi György* okl. kohómérnök, c. egyetemi docens, a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés műszaki igazgatója.



Olyan embertől, olyan kollégától, olyan tagtársunktól búcsúzunk, aki a magyar vaskohászat élvonalában rendkívüli energiával, lelkesedéssel és igényességgel munkálkodott az iparág fejlesztésén, az alakítástechnológiai szaktudomány előbbrevitelén. Életútját az elmélet és a gyakorlat területén egyaránt a teljességre törekvés, a soha nem lankadó újat, jobbat kereső alkotó nyugtalanság, közös dolgaink odaadó szolgálata, derűs optimizmus és lelkes szakmaszeretet jellemezte.

Dévényi György 1923-ban született Sopronban. Középiskoláit az ottani Evangélikus Líceumban végezte. 1950-ben szerzett kohómérnöki oklevelet a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán. Mint szigorló mérnök 1949-ben a soproni Egyetem Kohógéptani Tanszékén kezdi el több mint másfél évtizedes oktató és kutató munkásságát. A pályakezdés nehézségeit nem ismerte. Teljes erővel bekapcsolódott az oktatási anyag kidolgozásának, korszerűsítésének és a tanszékfejlesztés sokrétű, mindennapos munkájába. A kohász tanszékek 1952-ben Sopronból Miskolcra történt áttelepülése kapcsán, az átköltözés, a berendezkedés a még épülő új Egyetemen számos újszerű feladatot jelentett az akkor kinevezett fiatal adjunktusnak is. 1962-ig dolgozott a Tanszéken. Részt vett az oktatómunkában, előadásokat, gyakorlatokat tartott, jegyzeteket, tankönyveket írt és szerteágazó eredményes kutatómunkát végzett. Több akadémiai és egyetemi pályázaton nyert díjat. Tevékenyen résztvett az országos távlati kutatási tervek kidolgozásában is. Szakirodalmi munkássága keretében társszerzőként résztvett a Vaskohászati Enciklopédia XII/1 kötetének, valamint számos egyetemi jegyzet megírásában. Három önálló szakmérnöki jegyzetét a kovácsolás és a hengerlés témakörében ma is használják. Mintegy huszonöt szakdolgozat fűződik nevéhez részben önálló alkotásként, részben társszerzőként. Ezek közül több idegen nyelven is megjelent külföldi, ill. hazai szakfolyóiratokban (Stahl und Eisen, Draht, Acta Technica, Freiberger Forschungshefte, BKL-Kohászat stb.)

1962-ben került el az Egyetemről, de 1970-ig félállásos adjunktusként tovább folytatta egyetemi oktatói és tudományos kutatói tevékenységét, amelynek elismeréseként 1970-ben elnyerte a címzetes egyetemi docensi címet. Azóta is ott láthattuk őt az állami vizsgabizottságokban, számos értekezleten, munkabizottságban, ahol a kohómérnökképzés fejlesztésében, a műszaki szakoktatásban és az alakítástechnológiai szaktudomány előbbrevitelében munkálkodni kellett.

1962-ben a Vaskohászati Igazgatóságon bekapcsolódik a vaskohászati irányító munkába. 1965-től 1967-ig a KGM Termelési és Kooperációs Főosztályán mint főosztályvezetőhelyettes tevékenykedett. 1968-tól a Magyar Vas és Acélipari Egyesülés műszaki igazgatója és a Műszaki Szakigazgatói Tanács elnöke. Felelősségteljes munkája mellett a Kohó- és Gépipari Miniszter 1972-ben megbízta a Lenin Kohászati Művek nemesacél közép- és finomhengerműve építésének felső szintű irányításával. Fáradhatatlan aktív tevékenységének és átfogó szakmai ismereteinek nagy része volt abban, hogy ez a kiemelkedő fontosságú létesítmény minden vonatkozásban kiválló műszaki színvonalon, határidőre valósult meg. Ezirányú munkássága elismeréseként 1975-ben a Munka Érdemrend arany fokozatával tüntették ki. A szocialista országok műszaki-gazdasági együttműködésének történetébe is beírta nevét, mint a KGST Hengereltárú Gyártási Szekció elnöke. Nemzetközi műszaki munkásságáért megkapta a KGST Emlékérmet. Példamutató szakmai tevékenysége elismeréseként elnyerte a Kohászat Kiváló Dolgozója kitüntetést és a Kohászat Emlékérmet is.

Sokirányú, felelős vezetői munkája mellett kivette részét a társadalmi munkából, az egyesületi életből is. A Vaskohászati Szakosztály Hengerész Szakcsoportjának megalapítója és mindvégig elnöke volt. Elévülhetetlen érdemei vannak nemcsak a hazai hengerművek műszaki fejlesztésében, hanem a hengerész szakemberek alkotó baráti munkakapcsolatainak kialakításában is. Sokszor járt külföldön, ahol különböző fontos tárgyalásokon, konferenciákon, tanulmányutakon hozzájárult a magyar vaskohászat nemzetközi tekintélyének öregbítéséhez.

A hivatalos, szakmai tevékenység eredményeinek méltatása mellett meg kell emlékeznünk *Dévényi Györgyről* az igaz barátról, a mindig segítőkész munkatársról és példás családapáról is. Munkahelyén, baráti körében, családjával mindenütt szeretet és tisztelet vette körül. Munkatársaival igazi emberi kapcsolatokat tudott kialakítani; igazságos, demokratikus gondolkozású, igényes vezető volt. Széles baráti körében mindig derűs, vidám, mindig segítőkész és megértő igaz jó cimbora, igaz ember volt.

Június 19-én a nagy számban megjelent munkatársak és barátok kísérték el utolsó útjára a Farkasréti temetőben. Ravatalánál a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés nevében *Sebestyén Vilmos* a MVAE alapszervititkára mondott gyászbeszédet. A sírnál az egyesületi tagok és a barátok nevében *dr. Kiss Ervin* egyetemi tanár vett búcsút.

Fájdalommal, elszorult szívvel mondunk utolsó „Jó szerencse"-t, miközben felcsendülnek bennünk a régmúlt diákévek emlékeként az ősi gyászinduló megrázó sorai:

„Imhol a föld alá megyünk
Aknán, tárnákon át,
S a napfényt felváltja ott lent
A gyönge mécsvilág.
S ha munka után egyikünk
Többé nem jönne fel,
Zokogja el fájó szívűnt
Pajtás! Szerencse fel,
Pajtás! Szerencse fel!..."

(KE)

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezetők: GARAY LÁSZLÓ, KOLOSY ERNŐ

Környezetvédelem a fémkohászatban

Dr. HORVÁTH ZOLTÁN egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora
Nehézipari Műszaki Egyetem, Fémkohászattani Tanszék

DK : 669.2/8 : 628.5

A cikk a fémek előállítása során egyre nagyobb mennyiségben keletkező, a környezetet károsan befolyásoló melléktermékek minőségét és mennyiségét, majd azután elsősorban a kén-dioxid és a fluor ártalmatlanná tételére jelenleg használt eljárásokat és az ezekkel dolgozó, jól működő üzemeket ismerteti.

Az emberiség évről évre több fémet használ fel. Amint az *1. ábra* ([16] 342. o.) is mutatja, az igények kielégítésére évenként előállított fémek mennyisége exponenciálisan nő. A mennyiségi sorrendben első helyen az acél áll. Az évenként kohósított mennyisége 2 nagyságrenddel több, mint a jelenleg utána következő alumíniumé. A sorrendben az alumíniumot a réz, cink és ólom követi.

Környezetvédelem szempontjából fontos tudni, hogy a vasat és alumíniumot oxidos, a rezet, cinket és ólmot pedig túlnyomórészt szulfidos ércekből kohósítják; a vasat egyszerű redukcióval, az alumíniumot pedig fluoridos olvadékból való elektrolízissel színitik.

A fémek előállításakor a kohósított fém tömegét meghaladó mennyiségű, gáz-, folyékony vagy szilárd halmazállapotú melléktermékek keletkeznek, amelyek közül elsősorban a kén-dioxid, a fluór, a hidrometallurgiai eljárásoknál keletkező oldatok és lúgozási maradványok a környezetet veszélyeztethetik.

1. SO_2

A réz-, cink- és ólomkohókban évenként keletkező SO_2 tömege (m_{SO_2}) az előállított fémek mennyiségének (m_{Cu}, m_{Zn} és m_{Pb}) ismeretében számítható. Ha ugyanis a kohósított ércek mindegyikében átlagosan 30% S van, a rézérc 20% rezet, a cinkérc 50% cinket, az ólomérc 50% ólmot tartalmaz, és az évenként kohósított fém 70%-át ércből, 30%-át pedig hulladékból állítják elő (ez a világátlag), akkor

$$m_{SO_2} = 0{,}7[3m_{Cu} + 1{,}2(m_{Zn} + m_{Pb})] =$$

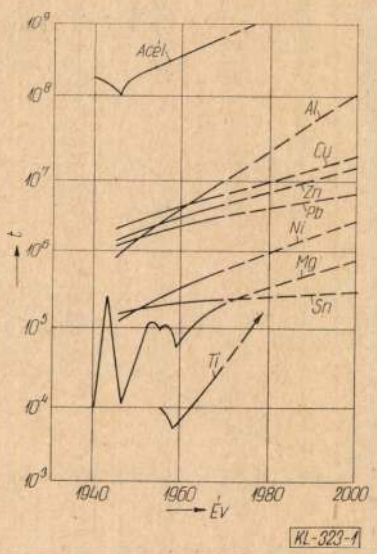
$$= 2{,}1m_{Cu} + 0{,}84(m_{Zn} + m_{Pb}). \qquad (1)$$

Az egyes években kohósított fémek mennyiségét tartalmazó *1. táblázatból* az (1) alapján számolt értékek réznél pontosan megegyeznek az évenként keletkező SO_2 mennyiségét feltüntető *2. táblázat* ([2] 11. és 12. o.) adataival, cinknél és ólomnál azonban a számított értékek nagyobbak. Az *1.* és *2. táblázat* értékei alapján az évenként keletkező SO_2 mennyiségét közelítően az

$$m_{SO_2} = 2{,}1m_{Cu} + 0{,}27m_{Zn} + 0{,}43m_{Pb} \qquad (2)$$

összefüggéssel lehetne számolni. A táblázatból megállapítható, hogy

$$m_{SO_2} \geqq m_{Cu} + m_{Zn} + m_{Pb} \qquad (3)$$



1. ábra. A fémtermelés alakulása

1. táblázat

Az évenként kohósított fémek mennyisége, 10^6 t

	1950	1970	2000
Acél	250	560	2500
Al	1,5	12	250
Cu	2,5	7	20
Zn	2	5	15
Pb	1,8	4	

A *2. táblázatból* megállapítható, hogy a tüzelő berendezésekben évenként kb. egy nagyságrenddel több SO_2 keletkezik, mint a Cu-, Zn- és Pb-kohókban együttvéve, de idővel a kohókban és a tüzelő berendezésekben fejlődő SO_2 aránya nő. Ehhez még azt kell megjegyezni, hogy 1970-ben a levegőbe került SO_2 80%-a természeti, 20%-a pedig emberi tevékenységből származott.

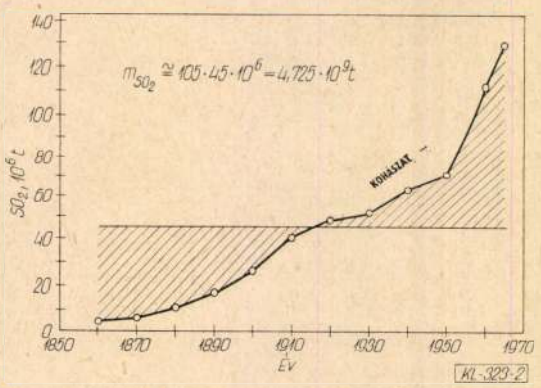
A *2.* ([2] 11. o.) és a *3. ábra* ([2] 13. o.) az évenként keletkező SO_2 mennyiségét szemlélteti 1860 és 1965, illetőleg 1940 és 2000 között. Az ábrákba, a görbék alatti terület meghatározásával, az 1860 és 1965, illetőleg 1965 és 2000 között fejlődő SO_2 mennyiségét (m_{SO_2}) is beírtuk. Látható, hogy az utóbbi esetben a 35 év alatt keletkező SO_2 tömege jóval több, mint amennyi a megelőző 110 év alatt képződött.

A levegőbe jutott SO_2 egy része az élőlényekbe kerül, másik része részben változatlanul, részben SO_3-má oxidálódva vízzel érintkezik, kénes-, illetőleg kénsav alakjában a talaj közelébe jut, itt épületeket, berendezéseket korrodál, szulfitokat

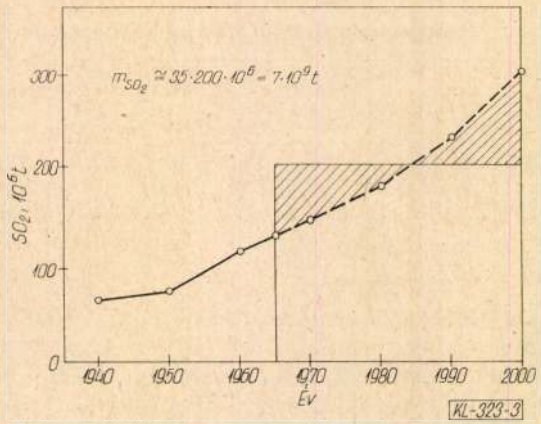
2. *táblázat*

Az évenként keletkező SO_2 mennyisége, 10^6 t

Év	Szén	Petróleum	Cu	Zn	Pb	Σ	Cu+Zn+Pb t	Cu+Zn+Pb %
1860	4,5		0,2			4,7	0,2	4,25
1900	25,3	0,3	1,44	0,14	0,42	27,6	2,0	7,25
1950	59,5	7,5	5,33	0,54	0,77	73,64	6,64	9
1960	86	17,9	9	0,9	1,15	114,95	11,05	9,63
1965	92	26,7	11,6	1,17	1,35	132,82	14,12	10,06
1970	92,5	34,2	14,4	1,53	1,8	144,43	17,73	12,2
1980	94,5	55,8	20,7	2,43	2,97	176,4	26,1	14,8
1990	96,2	90	29,7	3,87	4,87	224,64	38,44	17,2
2000	99	146	42,3	6,2	7,93	301,43	56,43	18,7



2. ábra. Az évenként keletkező SO_2 mennyisége 1865 és 1965 között



3. ábra. Az évenként keletkező SO_2 mennyisége 1940 és 2000 között

vagy szulfátokat alkot, amelyek közül a vízben oldhatók kimosódnak.

Az élőlényekkel érintkező SO_2 igen hátrányos lehet. Az énekes madarak és az érzékenyebb növények már néhány mg/m³ SO_2-tartalomnál elpusztulnak. Az ember 13 mg/m³ koncentrációig bírja az SO_2-t, m³-ként 200 g SO_2-tartalom néhány óra múlva betegséget okoz, 1000 mg pedig már halálos.

Ezeknek a környezetre és egészségre ártalmas hatásoknak az elkerülésére az egyes országokban törvények írják elő a levegő megengedett maximális SO_2-tartalmát. Amint a *3. táblázat* [8, 9, 10] is mutatja, ezek az előírások az egyes országokban nem azonosak, sőt ugyanabban az országban idővel még szigorodnak.

Az SO_2-vel szemben támasztott követelményeket korszerűbb kohósító eljárások alkalmazásával, a keletkező SO_2 ártalmatlanná tételével és a véggázok magas kéményen való átvezetésével lehet betartani.

A korszerűbb kohósító eljárások közül a tűzi munkamódoknál több berendezés összevonásával, oxigén felhasználásával és a kohósítás folyamatossá tételével arra törekednek, hogy kevés helyen, kevés és SO_2-ben dús gáz keletkezzék, a nedves eljárásoknál pedig SO_2 nem is keletkezik. A tűzi munkamódoknál így tudott tért hódítani a röptében való olvasztás, így vált ígéretessé pl. a Kivcet-, Worcra-, Noranda-, Mitsubishi-eljárás. A nedves eljárások jelenlegi részesedéséről a *4. ábra* ([11] 43. o., 7. á.) tájékoztat. Eszerint 1970-ben a Föld réztermelésének kb. 10, cinktermelésének pedig kb. 60%-át nedves úton állították elő. A jövőben a nedves úton előállított fém %-os mennyiségének a növekedése várható.

Az SO_2 ártalmatlanná tevése korszerű kohókban az SO_2-t tartalmazó gázok kénsavra, elemi kénre, esetleg folyékony SO_2-re való feldolgozásával kezdődik, majd a véggázokban levő SO_2 elnyeletésével vagy vegyületté alakításával folytatódik.

A *4. táblázat* [4] 42 olyan *Japánban*, ill. az *USA*-ban jól működő üzem adatait sorolja fel, amelyikben a kénsavgyárat, elemi kenet előállító üzemet, rézkohót, vasérczsugorítót és erőművet elhagyó gázok SO_2-tartalmát teszik ártalmatlanná. Látható, hogy a legtöbb helyen az NH_4OH-val vagy NaOH-val és mésztejjel való mosást használják. Ebből arra lehet következtetni, hogy ez a munkamód a legjobb. Ezt a megállapítást megerősíti a tervezés, illetőleg építés alatt álló üzemek adatait összefoglaló *5. táblázat* [4] is, amelyikből az olvas-

3. *táblázat*

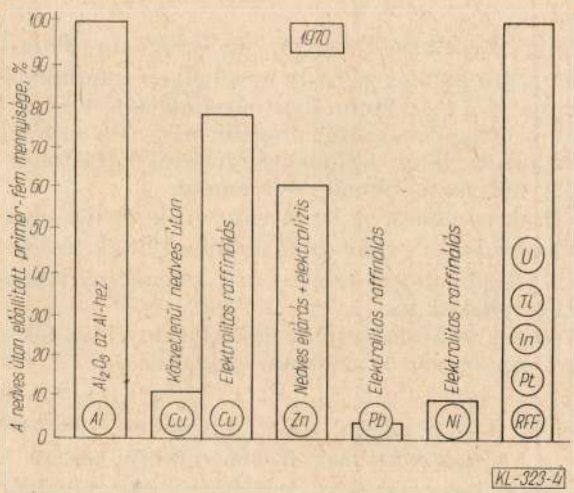
A levegő megengedett max. SO_2-tartalma,
mg/m³ (1 ppm = 2,6 mg/m³)

	½ órás	1 órás	24 órás	Éves
	átlag			
SZU	0,52		0,052	
USA			0,364	0,078
			(0,26)	
NSZK	1		0,3	0,1
Japán (1977-től)		0,26	0,104	

4. táblázat

Jól működő üzemek

Eljárás (vegyi anyag a mosó oldatban)	Termék	Ország	Telj., MW 1 MW = =3050 Nm^3/h	A gáz eredete	Az üzemek száma
Wellman-Lord (Na_2SO_3)	konc. SO_2	Japán	10—220	*E (erőmű), elemi S* előállítása	9
Wellman-Lord (Na_2SO_3)	konc. SO_2	USA	15— 35	H_2SO_4, elemi S előállítása	
Kiyoda (híg H_2SO_4)	$CaSO_4$	Japán	10—250	E, elemi S előállítása	8
Mitsubishi (mésztej)	$CaSO_4$	Japán	15— 40	E, H_2SO_4, *Cu, Fe* (zsugorítás)	9
Nippon Kokan (mésztej)	$CaSO_4$	Japán	20	H_2SO_4	
Chemico (mésztej)	$CaSO_3$, $CaSO_4$	Japán	155	E	
Combustion Engineering (mésztej)	$CaSO_3$, $CaSO_4$	USA	70	E	
Nippon Kokan ($NH_4OH+CaO$)	$CaSO_4$	Japán	10— 50	S, Fe	13
Showa Denko ($NaOH+CaO$) ...	$CaSO_4$	Japán	25—155	E, H_2SO_4	
Kureka Chemical ($NaOH+CaO$)	$CaSO_4$	Japán	75—150	E	
UOP—SFGD (CuO)	konc. SO_2	Japán	5	E, S	1
Combustion Equipment (Na_2CO_3)	Na_2SO_4	USA	250	E	1
Hitachi (aktív szén)	$CaSO_4$	Japán	150	E	1
Összesen 13					42



4. ábra. A nedves úton előállított fémek százalékos mennyisége

ható ki, hogy az *USA*-ban és máshol létesülő 41 üzem közül 20 fog dolgozni az NH_4OH-val vagy NaOH-val és mésztejjel való mosással.

Magas kémények építése azért indokolt, mert csak így lehet biztosítani azt, hogy a talaj közelében kicsi legyen az SO_2-koncentráció. Érdekességként említem meg, hogy a Földön eddig épített legnagyobb kémény 380 m magas.

Az előbb felsorolt intézkedésekkel a keletkező SO_2 legalább 95%-ának az értékesítése, illetőleg hatástalanná tétele biztosítható. Ezzel azonban az jár együtt, hogy új kohóknál a beruházási költség kb. 10%-kal, régi kohóknál pedig még ennél is nagyobb összeggel nő. Ezekre az anyagi áldozatokra azonban szükség van, mert amint az *5. ábra* ([11] 43. o., 6. á) is mutatja, 1971-ben *Japán*, *NSZK* és *Belgium* kivételével a keletkező SO_2 nagyobb részét nem hasznosították, ugyanis az évenkét előállítható kénsav tömege:

$$m_{H_2SO_4} = \frac{98}{64} m_{SO_2} \geqq 1{,}5(m_{Cu} + m_{Zn} + m_{Pb}), \qquad (4)$$

Ez az egyenlőtlenség pedig közelítőleg csak a felsorolt országokban áll fenn.

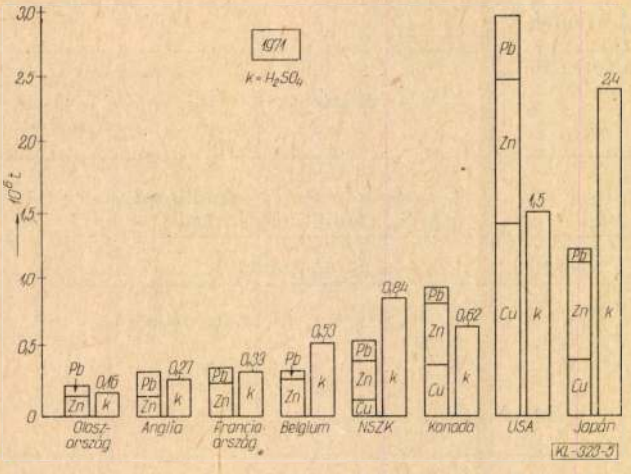
2. F_2

Az alumíniumkohókban évenként keletkező F_2 mennyisége (m_{F_2}) az évi alumíniumtermeléssel (m_{Al}) arányos. Mivel az alumíniumszükségletnek kb. 20%-át hulladék újrafeldolgozásával állítják

5. táblázat

Tervezés, ill. építés alatt álló üzemek

Eljárás	USA-ban	Máshol
	db	
Wellman-Lord		1
NH_4OH v. $NaOH+CaO$ ...	16	4
CuO	1	
Na_2CO_3	1	
Aktív szén	1	3
NaOH		1
MnO_2+MgO		1
Egyéb	8	4
Összesen	27	14



5. ábra. Az egyes országokban 1971-ben termelt fémek és kénsav mennyisége

elő, minden t Al kohósításához 30—40 kg fluórt tartalmazó vegyületet használnak fel és ennek 40—60%-a a katódban és az anódmaradványba, illetőleg a szénsalakba szívódik be. A kádat elhagyó gázba kerülő F_2 tömege:

$$m_{F_2} = 0{,}8(0{,}015 - 0{,}02)m_{Al} = (0{,}012 - 0{,}016)m_{Al}. \quad (5)$$

Ennek a fluórmennyiségnek kb. 20%-a szilárd-, 80%-a pedig gázhalmazállapotú vegyületekben található.

6. táblázat

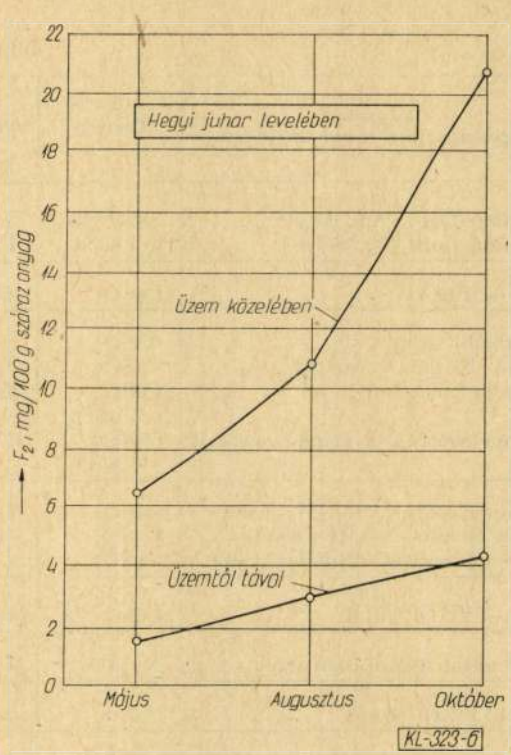
A kádat elhagyó gázba kerül 15—20 kg F_2/t Al (kb. ennyi SO_2)

	Nyitott kádaknál	Fedett kádaknál
A gáz mennyisége, 10^6 m³/t Al	2,2	0,15—0,2
A gáz F_2-tart., mg/m³	6,8—9,1	75—133

A *6. táblázat* ([11] 44. o.) arról tájékoztat, hogy nyitott és zárt kádaknál ez a fluórmennyiség hány m³ gázba kerül és milyen ebben a gázban a fluórkoncentráció.

A fluór a növényekre, állatokra és az emberre még kisebb koncentrációban ártalmas, mint az SO_2. A vizekben 1 mg/l koncentrációig előforduló fluór a fogszúvasodást gátolja. Az állati és emberi szervezet által felvett fluór a csontokban gyűlik össze, a növények pedig a levelekben halmozzák fel. A *6. ábra* ([11] 43. o., 8. á.) arról tájékoztat, hogy az üzem közelében és üzemtől távol levő hegyi juhar levelének F_2-tartalma hogyan változik az év egyes hónapjaiban. Látható, hogy az üzem közelében levő növény közel 1 nagyságrenddel több fluórt tartalmaz, mint az üzem által nem szennyezett vidéken élő.

A fluór káros hatásának az ellensúlyozására az egyes országok éppen úgy szabályozták a levegőbe engedhető F_2 mennyiségét, mint az SO_2-ét. A *7. táblázat* [9, 12] az *NSZK* és *NDK* jelenlegi előírásait tartalmazza. Általában arra törekednek, hogy levegőbe kerülő gáz maximális fluórtartalma



6. ábra. A hegyi juhar levelének F_2-tartalma az üzem közelében és az üzemtől távol

1 mg/m³-nél kisebb legyen. Az *USA*-ban, *Franciaországban* és még néhány más helyen a kádakat elhagyó gáz F_2-tartalmából maximálisan 1 kg/t Al-nak a levegőbe jutását engedik meg. Ez az előírás azt jelenti, hogy a fluórvisszanyerés hatásfokának 95%-nál nagyobbnak kell lennie.

Ezek az előírások itt is vagy új kohósító eljárás kidolgozásával, vagy az F_2 ártalmatlanná tevésével és a véggáz magas kéményen a levegőbe juttatásával tarthatók be.

Az új kohósító eljárásnál kloridos olvadékból, zárt rendszerben akarnak elektrolizálni. A fluór

7. táblázat

A megengedett max. F_2-koncentráció, mg/m³

		½ órás	24 órás	Éves
		átlag		
NSZK	HF	0,1	0,1	0,05
	NaF	0,3	0,2	0,1
	AlF_3	0,5	0,3	0,1
	kriolit	0,5	0,3	0,1
	CaF_2	1	0,5	0,2
	Összesen	2,4	1,4	0,55
		rövid ideig		hosszú ideig
NDK	$HF + SiF_4$	0,02		0,005
	$NaF + Na_2SiF_6$	0,03		0,01
	AlF_3 + kr. + CaF_2	0,2		0,03
	F_2	0,03		0,01
	Összesen	0,28		0,055

nedves vagy száraz gáztisztítással tehető ártalmatlanná [17]. Az első esetben vízzel, lúggal vagy savval és lúggal mossák ki a gázok fluórtartalmát, a másik esetben pedig célszerűen a portól megtisztított gázt timfölddel fluidizálás közben fluórtalanítják.

3. Oldatok

A hidro- és elektrometallurgiai eljárásoknál a környezet szennyeződése zárt körfolyamat kialakításával és a káros szennyezők felszaporodásának a megakadályozásával kerülhető el. Ezen a téren meglepetések is előfordulnak. Így pl. az uránérc-feldolgozásánál az U csak oxidálás után vihető oldatba. Oxidálásra általában MnO_2-t használnak. Ennek hatására azonban a környező kutak Mn-tartalma a megengedett 0,1 mg/l érték [12] tízszeresére is növekedhet. Ennek megakadályozására a *Mecseki Ércbányászati Vállalatnál* külön oldószeres extrakciós technológiát kellett kidolgozni.

4. Szilárd anyagok

Ebbe a csoportba tartoznak a szállóporok, salakok és lúgozási maradványok. Különösebb problémát az utóbbiak okoznak. Pl. a timföldgyártásnál keletkező vörösiszap igen nagy tömegű:

$$m_{\text{vi(száraz)}} = 0{,}8(2-4)m_{\text{Al}} = (1{,}6-3{,}2)m_{\text{Al}} \quad (6)$$

és

$$m_{\text{vi(nedves)}} = (3{,}2-6{,}4)m_{\text{Al}}. \quad (7)$$

Ez nagy területet von el a mezőgazdaságtól, nátrium-hidroxid-tartalma miatt növeli a talaj pH-ját, száradás után porzik és az amalgámelektrolízissel előállított NaOH-ból Hg is kerülhet bele [17]. Ennek a sorsa még ma is tisztázatlan probléma, mert a kidolgozott eljárások nem gazdaságosak.

Összefoglalva azt állapíthatjuk meg, hogy a káros szennyezések megszüntethetők, csak az országok összefogására és pénzre van szükség. Ha az emberiség a jelenleg fegyverkezésre fordított összeg egy részét környezetvédelemre fordítaná, nyugodtabban nézhetnénk a következő évtizedek elé.

IRODALOM

[1] *Ledbetter, J. O.:* Air pollution. Par A. — Analysis New York, 1972. Marcel Dekker.

[2] *Strauss, W.:* Air pollution control. Part II. New York, London, 1972. Wiley-Interscience.

[3] *AIME* — Tagung über Probleme der Aluminiumerzeugung. Alumínium. 1974. 6. sz. 418—419 p.

[4] *Beychok, M. R.:* Coping with SO_2. Chemical Engineering. 1974. 22. sz. 79—85. p.

[5] *Lutjen, G.:* The environmental confrontation in copper. — Chemical Engineering. 1973. 9. sz. D-I. p.

[6] *Treilhard, D. G.:* Copper — State of the art. — Chemical Engineering. 1973. 9. sz. P-Z. p.

[7] *White, L.:* The newer technology: Where it is used and why. — Chemical Engineering. 1973. 9. sz. AA-HH. p.

[8] *Műszaki Információ* — Környezetvédelem. 1974. 2. sz. 20. p.

[9] *Műszaki Információ* — Környezetvédelem. 1974. 5. sz. 5. p.

[10] *Műszaki Információ* — Környezetvédelem. 1974. 7. sz. 9. p.

[11] *Schachmann, A.:* Umweltschutz in Hüttenbetrieben. Metall. 1973. 1. sz. 41—47. p.

[12] A Wilhelm Pick Mansfeld Kombinát kutató központjának Színesfémipari Kutató Intézetének tájékoztatója. 1973.

[13] Technique nouvelles de captation et d'épuration des fumées de l'électrolyse. — Revue de L'Aluminium. 1974. 4. sz. (Avril) 225'232. p.

[14] Express — Informacija. Cvetnaja Metallurgija. 1974. 43. sz.

[15] Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Begleute: Umweltschutz in der Metallhüttenindustrie. Clausthal — Zellerfeld. 1973.

[16] *Horváth Zoltán—Wéber József:* Környezetvédelem a réz-, ólom- és cinkkohászatban. — Bányászati és Kohászati Lapok — Kohászat. 1974. 8. sz. 342—350 p.

[17] *Horváth Zoltán—Wéber József:* Környezetvédelem az alumíniumkohászatban. — Bányászati és Kohászati Lapok — Kohászat. 1974. 9. sz. 399—404. p.

Könyvismertetés

Szücs Lajos: **A Magyaróvári Timföld- és Műkorundgyár Története** A Magyar Történelmi Társulat Üzemtörténeti Szekció Kiadása. Fűzve, 201 oldal. Formátum 140 × 200 mm. Ábra és kép: 35. Szakirodalmi utalás: 104. Megjelent 1975. I. negyedévben.

Az üzemtörténeti füzetek ezen újabb száma a sorozat 9. kötete a hagyományokhoz illő gondossággal összegyűjtött adatanyagot tár az olvasó elé a magyar timföldipar legrégibb üzeméről.

A könyvet olvasva megelevenednek azok a küzdelmes évek, amelyek a magyar timföldipar indulását és hőskorát jellemezték. A gyár történelmének műszaki ismertetésén kívül helyet kapnak a munkásmozgalmi és szociális adatok is.

Az összes adatok forrásait megtaláljuk a „jegyzetek" fejezetben. Külön kis fejezetek állítanak emléket a gyár három alapítójának *dr. Hiller József*nek, *Bartha Lajos*nak és *Kutas Andor*nak.

A történelmi részt a MOTIM üzemszerűen gyártott termékeinek ismertetése és az exporttevékenység leírása egészíti ki. Majd a gazdag fénykép és ábraanyag mutatja be a gyár régi és új berendezéseit és emlékezetes eredményét.

A könyvben szereplő szakkifejezéseket külön fejezet magyarázza lexikonszerűen.

Kár, hogy a mű korlátozott terjedelme miatt nem nagyon tért ki a Magyaróvári Gyár és a Magyar Timföld-Alumíniumipar kapcsolatainak elemzésére.

A szerző különösen az anyag összegyűjtésében igen jó munkát végzett és a könyvet érdemes elolvasni mindenkinek, akit a magyar timföldipar érdekel.

H. W.

Bauxitok fluoreszcenciás röntgenspektrometriai elemzésének néhány tapasztalata

Dr. SAJÓ ISTVÁNNÉ okl. vegyész
Fémipari Kutató Intézet, Budapest

DK: 669.712.02:543.426

A szerző bauxitok fő komponenseinek meghatározásához Tertian módszerét adaptálta. Dolgozatában ismerteti a fontosabb irodalmat és a vizsgálat elméleti alapjait, közli a mintaelőkészítés, valamint az Al, Si, Fe, Ti, Ca meghatározásának módját. A felsorolt 5 elem meghatározása 1—1,5 óra alatt elvégezhető, kielégítő pontossággal.

Bevezetés

Szekundér emissziós vagy fluoreszcenciás röntgenspektrometriai elemzéskor röntgensugárzással gerjesztjük a vizsgálandó anyag elemeit, karakterisztikus röntgensugaraik kibocsátására. A mennyiségi röntgenfluoreszcenciás elemzésnek az az alapja, hogy a vizsgált anyagban levő egyik elem, illetve egymás után a mérendő elemek kiválasztott karakterisztikus vonalainak intenzitását mérjük, majd a mért intenzitásokból következtetünk ezen elemek koncentrációjára. Valamely elemre vonatkozó intenzitás-koncentráció összefüggést a minta többi összetevői erősen befolyásolhatják: gyengítik, vagy néha erősítik a mérendő sugárzás intenzitását, ez utóbbi hatás általában kisebb mértékű. Az alkotókból végzett összeméréssel, vagy más (pl. nedves kémiai) módszerrel történt elemzés alapján pontosan ismert összetételű „standard"-okkal kiértékelő görbét veszünk fel, vagyis a meghatározandó elem koncentrációja (x) és karakterisztikus vonalának mért intenzitása (i) közötti összefüggést koordináta rendszerben ábrázoljuk.

A kiértékelés helyességének első feltétele, hogy pontos (jól elemzett) standardok álljanak rendelkezésre. A minták fizikai állapota hatással van a mérendő intezitásokra: ez por alakú minták esetében a szemcseméret hatásában nyilvánul meg. Ügyelni kell, hogy a standardnak a mérendő mintával azonos legyen a szemcsemérete. A kémiai kötés is módosítja (inkább csak kis rendszámú elemek esetében) a mért vonalintenzitást, tehát fontos, hogy a mérendő és az összehasonlító mintában azonos vegyületben legyen jelen a keresett elem.

Mintaelőkészítés

A mintaelőkészítésnek a rtg-fluoreszcenciás elemzés helyessége szempontjából igen fontos szerepe van.

A szemcseméret hatását vizsgálva megállapították [1], hogy a minta szemcseméretét 100 μm-ről 10 μm-re csökkentve pl. a Sr fluoreszcens intenzitása kétszeresére nőtt (100%-kal megnőtt). Nem minden esetben okoz azonban a porítás ilyen mértékű intenzitásnövekedést, a kérdés általános elveit *Müller* [2], valamint *Jenkins* és *de Vries* [3] tárgyalják.

A szemcseméret-probléma és a homogenizálás másik megoldása az ömlesztéses mintaelőkészítés, amit *Claisse* [4] 1956-ban írt le elsőnek rtg-fluoreszcenciás elemzéshez. Ömlesztőszernek bóraxot ($Na_2B_4O_7$) alkalmazott, gyakran erélyes oxidálószerrel (bárium-peroxiddal) együtt, amely egyúttal „nehezítő"-ként (heavy absorber) is hatott. Az általa használt ömlesztőszer arány a mintát gyakran felhígította (20 : 1 és 100 : 1).

Andermann és *Allen* [5] 1960-ban cementek rtg-fluoreszcenciás elemzéséhez a mintát a legkevesebbet abszorbeáló ömlesztőszerben, lítiumtetraborátban ($Li_2B_4O_7$) oldották 1 : 1 arányban. Ennek hátránya, hogy az alkalmazott kevés ömlesztőszerben nehéz a mintát oldani, másrészt jelentős ún. interelementáris hatás marad a mintában a csekély hígítás miatt. *Rose* és munkatársai [6] lítiumtetraborátot és lantánoxidot alkalmaztak feltáráshoz 8 : 1 ömlesztőszer-minta arányban. Az így nyert gyöngyöket porították és pasztillává préselték, mert szerintük ezzel nagy pontosságot és megbízhatóságot lehet elérni. *Tertian* [7] korábban bauxitok rtg-fluoreszcenciás elemzéséhez a mintákat nátriumtetraborát + lítiumtetraborát elegyben tárta fel. Az ömlesztőszer és a minta súlyaránya 5 : 1 volt. Ilyen hígítás mellett még gyenge, de mérhető interelementáris hatás marad, amelyre egyszerű algebrai korrekciót alkalmazott. Ugyanő [8] 1967-ben bauxitokból 85% lítiumtetraborát és 15% lantánoxid elegyében ömlesztett gyöngyökön végezte méréseit. Az ömlesztőszer-bauxit aránya 10 : 1 volt.

Állhat tehát a mintaelőkészítés csak porításból (mindig azonos szemcseméret) és pasztillapréselésből, de az említett, mátrix-hatás néven összefoglalható hatásokat csak a minta feloldásával lehet megbízhatóan minimálisra csökkenteni. Az oldással egyrészt hígítjuk a mintát, és a megfelelően megválasztott oldószerrel csökkentjük az abszorpciót és az esetleges másodlagos gerjesztést, másrészt megszüntetjük a szemcseméret-problémát, harmadszor homogén mintát nyerünk a mérésekhez.

A mintából készített oldat lehet vizes oldat vagy egyéb szervetlen vagy szerves oldószerrel készült oldat, és lehet valamely ömlesztőszerrel (feltárószerrel) készült szilárd oldat.

Az elemzés elméleti alapja

Megemlítendő, hogy nemcsak a bevezetésben említett „standard"-okkal felvett kalibráló görbéről történő kiértékelés az egyetlen módja annak, hogy a mérési eredményekből a keresett koncentrációt kiszámítsuk. Sok esetben pl. igen hasznos a belső standardos módszer, amelynek lényege az, hogy a keresett (vizsgálandó) kompenenshez közelálló rendszámú (hasonló abszorpciós tulajdonságú) elemet adnak ismert mennyiségben a mintához, és mérik mind a keresett, mindpedig a belső-standardként addicionált elem kiválasztott vonalának intenzitását, feltételezve, hogy a minta többi komponense által gyakorolt mátrix-hatás

mindkét elemre azonos. Bauxitok fő alkotóinak meghatározására azonban ez a módszer nem alkalmas, mert egyrészt nagy koncentrációban jelenlevő elemek esetén nem megfelelő, mert ilyen nagy addíció megváltoztatná a mátrixot, másrészt azért, mert egyetlen kiválasztott elem, mint belső-standard, nem felel meg az összes meghatározandó elemhez, több elem belső-standardként történő adagolása pedig már nehézkes és bonyolult lenne.

Ugyanilyen okok miatt nem alkalmazható jelen esetben az addíciós módszer sem, amelynél tulajdonképpen magát a meghatározandó elemet addicionálják belső-standardként.

Többkomponensű, változó összetételű anyagok (ércek, kőzetek, ásványok) rtg-fluoreszcenciás elemzésére igen jól és általánosan alkalmazható mérési és kiértékelési módszer a *Tertian* [9, 10, 11] által bevezetett ún. „kétszeres hígítás" módszere. Alkalmas feltárószerben (oldószerben) a mintából növekvő mennyiségeket tár (old) fel és méri az A elem fluoreszcens intenzitását. Olyan koordinátarendszerben, amelynek abszcisszáján az A elem koncentrációját, ordinátáján pedig az intenzitás értékét tünteti fel, egy — az abszcissza felé konkáv oldalát mutató — görbét kapunk, mert (általában) a minta nagyobb mértékben abszorbeálja (gyengíti) az A elem sugárzását, mint a feltárószer. Ritkán az ellenkezője is előfordulhat, ezért a görbe görbülete a mintának az A elemre gyakorolt mátrix-hatását fejezi ki.

A görbe és a görbének az origóban meghúzott érintője az origó közelében fedi egymást, vagyis ahol a minta koncentrációja kicsi (tart 0-hoz), a mátrix-hatás is közel zéró. Az érintő ábrázolja azokat az intenzitásokat, amelyeket az A elemre egy elméleti közegben mérnénk, ahol a minta oldatának az A elemre vonatkozó abszorpciós koefficiense a tiszta oldószerével megegyezik.

Az érintő egyenlete

$$y_{(t)} = x.$$

A görbe egyenlete

$$y_{(\gamma)} = \frac{x}{1+\varphi x}$$

ahol φ a minta mátrix faktora az A elem fluoreszcens sugárzására. φ kísérletileg meghatározható a minta két különböző beméréséből, mérve az A elem c_1 és c_2 koncentrációjához tartozó i_1 és i_2 fluoreszcens intenzitásokat. Ha a beméréseket úgy választjuk meg, hogy $c_2 = 2c_1$, akkor

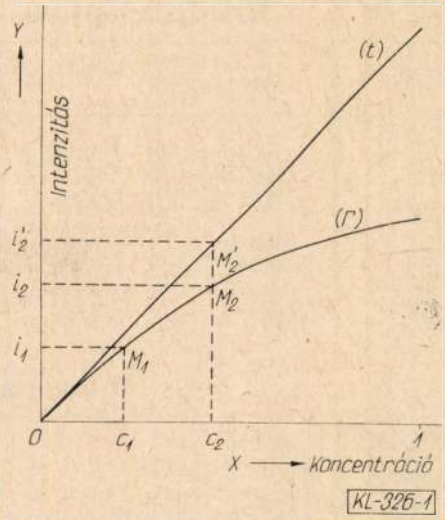
$$\frac{1}{c_2} = \frac{2i_1 - i_2}{i_2 - i_1}$$

még egyszerűbben, φ kifejtése nélkül *(1. ábra)*

$$\frac{1}{i_1} = \frac{1}{i_2} + \frac{1}{i'_2}$$

ahol i'_2 az érintő ordinátája, a c_2 koncentrációhoz tartozó pontban, vagyis az „elméleti közegben" érvényes „korrigált" intenzitásérték, amelyet ily módon a mért i_1 és i_2 értékekkel ki lehet számítani.

Ilyen „elméleti" közegben minden kalibráló görbe lineáris. Az A elemből vagy annak valamely ismert vegyületéből az A-t két különböző koncentrációban tartalmazó ömledéket (gyöngyöt) készítve és ezeken az A fluoreszcens intenzitását mérve egyszerű aránnyal kiszámítható az A elem koncentrációja a mért (ismeretlen) mintában.



1. ábra. Egy elem intenzitás—koncentráció függvénye feltárt gyöngyben és „elméleti" közegben

Olyan anyagok röntgenfluoreszcenciás elemzése esetében, amelyeknek alkotó elemei azonosak és ezek koncentrációja nem túl tág határok közt változik, nem szükséges a kétszeres hígítás elvét követni, elegendő egyetlen intenzitásmérés a mintán és egy a standardon. A mért fluoreszcens intenzitások aránya

$$\frac{i_E}{i_u} = \frac{C_A}{Y_A} \cdot \frac{\mu_u}{\mu_E},$$

ebből már kiszámítható a keresett koncentráció (C_A):

$$C_A = Y_A \cdot \frac{i_E}{i_u} \cdot \frac{\mu_E}{\mu_u}.$$

Itt: Y_A = az A elem koncentrációja a standardban
i_u = az A elem fluoreszcens intenzitása a standardban
} konstansok

μ_u = a standard tömegabszorpciós együtthatója (a primer + a fluoreszcens sugárzásra)

μ_E = a minta tömegabszorpciós együtthatója (a primer + a fluoreszcens sugárzásra).

Tehát csak a meghatározandó elem fluoreszcens intenzitását (i_E) kell mérni és ellenőrizni a minták tömegabszorpciós együtthatóinak változását (μ_E), ill. μ_E-t az ömlesztőszer minőségének és mennyiségének megfelelő megválasztásával szűk korlátok közt kell tartani.

Bauxitok elemzése

Bauxitok rtg-fluoreszcenciás elemzését *Tertian* szerint [7, 8, 10, 11] végeztük el. Bauxitok megömlesztéséhez egyaránt alkalmas akár a bórax magában, akár a lítiumtetraborát—lantánoxid elegy.

A könnyű elemek — különösen az Al és a Si — mérése szempontjából a bórax hatásosabb, és előnye az is, hogy a bórax könnyebben beszerezhető és sokkal olcsóbb, mint a lítiumtetraborát.

1. táblázat

Az etalonok összetétele és a bauxitminták nedves elemzési adatai

Minta jele	Al_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2	TiO_2	CaO	Izzítási veszteség
„A"	0,350 g	0,080 g	0,025 g	0,030 g	0,0064 g	
„B"	0,276 g	0,150 g	0,050 g	0,015 g	0,0193 g	
„C"	0,226 g	0,180 g	0,080 g	0,010 g	0,0130 g	
138 bx	49,5%	12,8%	10,8%	5,2%		17,1%
158 bx	60,2%	20,4%	1,1%	3,8%		13,0%
174 bx	43,3%	16,6%	18,1%	2,2%		18,2%
Ha bx	50,5%	22,5%	8,0%	2,35%		16,8%

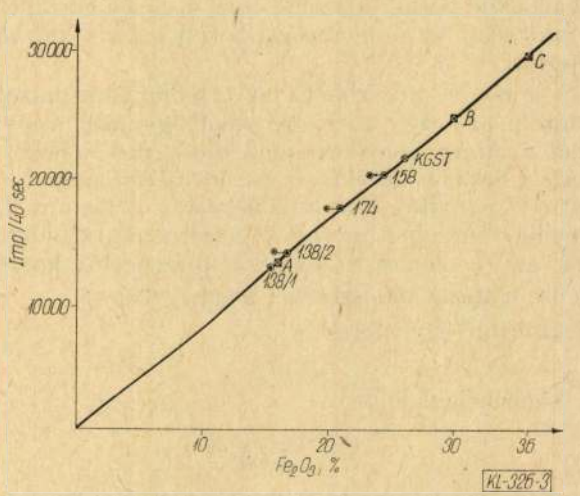
2. táblázat

A PW 1540 vákuumspektrográf beállítási adatai

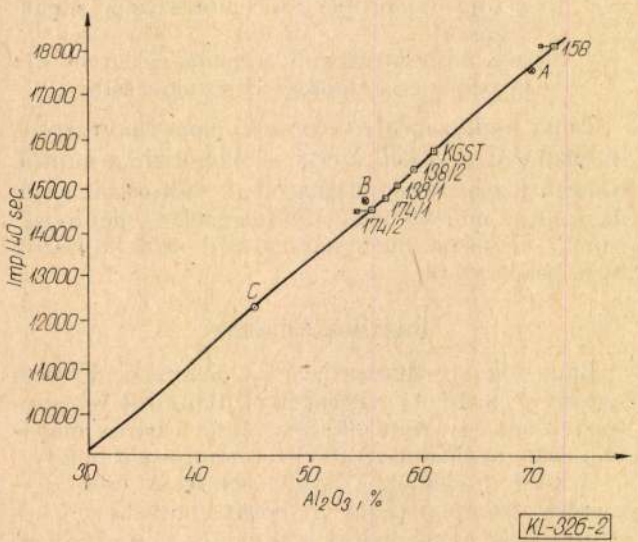
Meghatározandó elem	Rtg-cső terhelése: feszültség, kV	Rtg-cső terhelése: áramerősség, mA	Elemző kristály	Számláló	Goniométer állás	Kollimátor	Számlálási idő, sec	Elemzővonal
Al	40	24	PET	Átfolyásos prop. számláló	145,06	durva	40	$K\alpha$
Si	40	24	PET	Átfolyásos prop. számláló	109,20	durva	100	$K\alpha$
Fe	20	6	LiF	Átfolyásos prop. számláló	57,30	finom	40	$K\alpha$
Ti	24	12	LiF	Átfolyásos prop. számláló	86,00	finom	40	$K\alpha$
Ca	40	20	LiF	Átfolyásos prop. számláló	113,07	durva	40	$K\alpha$

Vizsgálati metodika

Alumíniumoxidból, vasoxidból, szilíciumoxidból, titánoxidból és kalciumkarbonátból összemértünk három különböző összetételű „etalont" és ezekből, valamint a feltárószerként használt bóraxból is, gyöngyöt öntöttünk, amelyet vakpróbának használtunk. A három etalon összetételét és a mérésekhez kiválasztott bauxit minták nedves elemzési adatait az *1. táblázatban* foglaltuk össze. A bauxitokat feltárás előtt 1050 °C-on kiizzítottuk és a kiizzított bauxit mintákból 0,500 g-t tártunk fel 10 g vízmentes bóraxban, 1100 °C körüli hőmérsékleten (gázlángon, mufflival); egy feltárás ideje kb. 20 perc volt. A feltárást 3% arannyal ötvözött platina tégelyben végeztük. Az ömledéket 260 °C-ra előmelegített krómacél lemez (korong)



3. ábra. Fe_2O_3 rtg. fluoreszcenciás meghatározása bauxitban



2. ábra. Al_2O_3 rtg. fluoreszcenciás meghatározása bauxitban

simára polírozott felületére öntöttük ki, és lassan hagytuk hűlni.

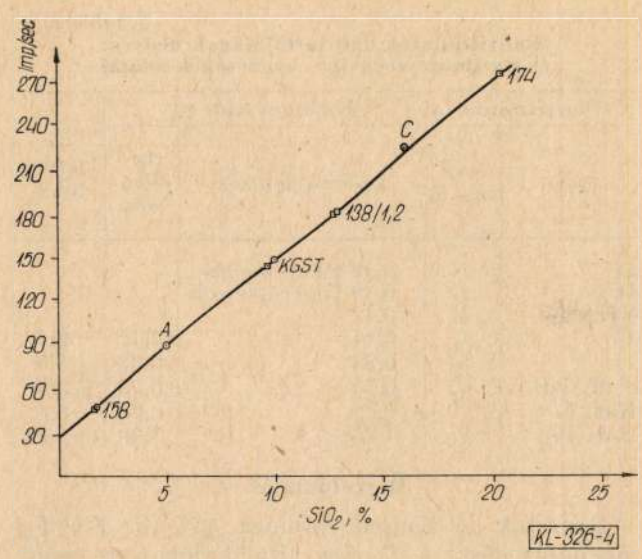
PW 1540 vákuumspektrográffal dolgoztunk. A kis rendszámú elemek leghatásosabb gerjesztése érdekében Cr anódú röntgencsövet használtunk. A készülék beállításának adatait a *2. táblázatban* foglaltuk össze.

Al, Si, Fe és Ti meghatározása

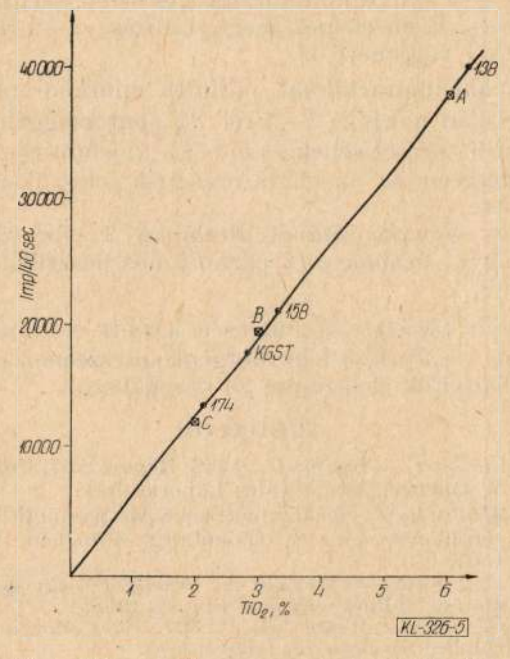
A *2—5. ábrák* tartalmazzák az Al, a Si, a Ti és a Fe mesterséges keverékek alapján kapott mérőgörbéit és ezeken bejelölve a kísérletekhez felhasznált bauxitmintákon mért intenzitásokat.

A mérések értékeléséből levonható következtetések:

A mérések pontossága: a *2—5. ábrából* látható, hogy a mesterséges „etalonokkal" készített mérő-



4. ábra. SiO_2 rtg. fluoreszcenciás meghatározása bauxitban



5. ábra. TiO_2 rtg. fluoreszcenciás meghatározása bauxitban

görbék lineárisak. A mérőgörbéken a bauxitok szilícium és titán pontjai szépen illeszkednek (maximálisan 2 rel. % eltérés). Alumínium és vas esetében némelyik mintánál 3 rel.% eltérés mutatkozik.

A feltárószer—bauxit arányt azért választottuk ilyen nagynak, mert kiszámítottuk, hogy ilyen hígítás esetében már olyan csekély lesz az egyes elemek koncentrációváltozásából eredő eltérés a tömegabszorpciós együtthatóban, hogy az egyes elemekre az adott koncentrációhatárok közt lineáris lesz a koncentráció-intenzitás összefüggés. Si, Ti, Al és Fe esetében még ilyen hígításkor is elég nagyok a mérendő intenzitások. A mérési időket olyan hosszúra választottuk, hogy a mért intenzitások 10^4 nagyságrendűek legyenek, ebben az esetben az impulzusszámlálás statisztikus hibája (a *Poisson*, ill. *Gauss* eloszlás standard deviációját feltüntető képletből számolva):

$$\sigma = \pm\sqrt{N}$$

és ebből a relatív százalékos hiba

$$\text{rel}\% = \frac{\sigma \cdot 100}{N} = \frac{100}{\sqrt{N}}$$

képlet alapján 1 rel.% alatt marad.

A mérési adatok kiértékelésekor némely esetben ennél nagyobb eltérést találtunk a kémiai elemzéssel megadott értékektől. Ha a nedves kémiai elemzést fogadjuk el jónak, akkor a mintaelőkészítésünkben kell keresnünk az eltérések okát. A gyöngyök alakja, mérete, felszínük simasága nem tökéletesen sikerül egyformára, ennek tulajdonítható a minta előkészítéséből származó hiba.*

A gyöngyöntés munkáját nagyon leegyszerűsíti az olyan félautomata berendezés, amilyen hazánkban pl. a V. V. E. Ásványtan tanszékének birtokában van. Ezzel dolgozva a gyöngyöntés ideje jelentősen lecsökken, egyforma méretű, jó minőségű gyöngyöket kapnak, a selejt, az elrepedt, vagy szétpattant gyöngy ritka. Kísérleteinkhez három bauxit mintából mi is öntöttünk gyöngyöket ezzel a berendezéssel, ezért a lehetőségért köszönetünket fejezzük ki ezúton is.

Ca meghatározása

A kalcium a bauxitnak nem főkomponense, csak szennyező eleme, rendszerint csak tized-százalék nagyságrendben van jelen. Ilyen kis koncentrációban jelenlevő elem rtg-fluoreszcens meghatározására nem indulhatunk ki a felhígított mintából, mert kicsik lesznek a mért intenzitások. Méréseinknél ezenkívül még azt tapasztaltuk, hogy a feltáráshoz használt bórax vakértéke magas volt a Ca Kα vonalán. Ezért a bauxitok Ca tartalmának mérését 45 μm-es szemcseméretre porított mintákból hígítás és kötőanyag nélkül préselt pasztillákon végeztük.

Az irodalomból [13, 14] ismeretes, hogy változó összetételű minták (pl. ércminták) egyes, kis mennyiségben jelenlevő komponenseinek mérésekor a mintáról szórt sugárzást alkalmazták — mintegy belső standardként — úgy, hogy mérték a meghatározandó elem karakterisztikus sugárzásának intenzitását és a mintán szóródó sugárzás intenzitását egy meghatározott hullámhosszon. Ez a mérési hely lehet a csőnek (az anódnak) a mintán koherensen szórt primer vonala, vagy a cső vonalának hosszú hullámhosszú oldalán jelentkező *Compton-sáv*, vagy a fékezési (folytonos) sugárzás. Ezzel a módszerrel mind a készülék ingadozásai, mind pedig a minta mátrix-hatásából származó hibalehetőségek korrigálhatók.

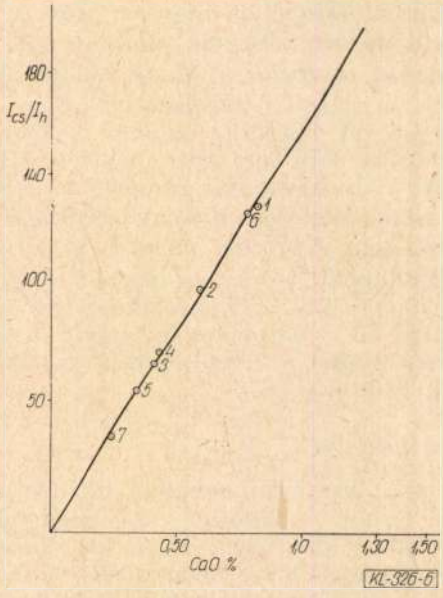
Mi a kalcium Kα vonalának (3,36 Å) intenzitását és 3,20 Å-nél a szórt sugárzás (háttér) intenzitását

* A mérés teljes hibájához hozzájárul még az ún. apparatív hiba, ill. rövidtávú készülékingadozásból eredő hiba. A PW 1540 típusú rtg. spektrográfra *Martin* [12] mérései és számolása alapján ez 0,4%; a mi erre vonatkozó mérési és számolási adataink ezzel megegyeznek.

mértük. A mért intenzitások hányadosa a mérőgörbe segítségével adja a Ca koncentrációt.

A vizsgálathoz 45 μm szemcseméretre porított bauxit mintákból 3,50 g-t lemértünk és 8 tonna nyomással 28 mm belső átmérőjű rézgyűrűbe pasztillát préseltünk.

Méréseinkhez három, nedves kémiai módszerekkel megbízhatóan elemzett bauxit mintát választottunk alapul, és ezek mérési adataival vettük fel a kiértékelő görbét *(6. ábra)*. A mérőgörbe abszcisszájára kalciumoxid mennyiségét (%-ban), ordinátájára pedig a csúcs-háttér intenzitás viszonyt (I_{cs}/I_h) mértük fel.



6. ábra. Mérőgörbe CaO meghatározásához bauxitban

A mérésekhez felhasznált bauxitminták kalciumoxidtartalmának nedves elemzési adatait és a rtg-fluoreszcenciás méréseinek eredményeit a *3. táblázatban* foglaltuk össze. Ugyanebben a táblázatban tüntettük fel a kétféle méréssel kapott eredmények egymástól való eltérését rel. %-ban.

A rendelkezésünkre álló minta mennyiségétől függően két, illetve három párhuzamos pasztillát préseltünk, és ezek adataiból kiszámítottuk méréseink reprodukálhatóságát, amely méréseink többségénél jobb, mint 1%, néha eléri a 2%-ot, ritkán a 3%-ot.

A nedves kémiai méréshez viszonyítva mutatkozó eltérés a *3. táblázat* tanúsága szerint tehát kétháromszor nagyobb, mint a rtg-mérésnek a reprodukálhatósága (Kat. 17. sz. minta esetében, a nagyon kis kalciumtartalom okozhatja a még nagyobb különbséget).

3. táblázat

Bauxit minták CaO-tartalmának nedves és rtg-fluoreszcenciás elemzésének adatai

Bauxitminta		Kalciumoxid, %		
jele	sorszáma	nedves elemzés	rtg-elemzés	Eltérés, rel.%
18.	1.	0,82 } kalibrációs		
IV.	2.	0,59 } mérőpontok		
VI.	3.	0,41 }		
15.	4.	0,44	0,42	±2,3
17.	5.	0,34	0,33	±1,5
S. M. 1-F.	6.	0,73	0,78	±3,3
Kat. 17	7.	0,28	0,25	±5,5
Kat. 15	8.	1,26	1,30	±1,55

Összefoglalás

Bauxitok fő komponenseinek (Al, Si, Fe, Ti) meghatározását a *Tertian* által kidolgozott módszer alapján bóraxgyöngyből (szilárd oldatból) végeztük el. A négy alkotó meghatározásának ideje — a bauxit minta izzítása és bemérése után — 60 perc. Ezen elemek meghatározása 2—3 rel. % hibával végezhető el.

A kalciumtartalmat porított mintából préselt pasztillán mérjük, 2—3 rel. % pontossággal. Egy pasztilla préselésének és ebből a kalcium röntgenfluoreszcenciás meghatározásának időszükséglete 15 perc.

Egy bauxitmintából általában 3 párhuzamos gyöngyöt öntünk és 3 párhuzamos pasztillát préselünk.

Saját tapasztalataink és a kapott eredmények alapján a *Tertian*-féle röntgenfluoreszcenciás eljárás bauxitok elemzésére jól használható.

IRODALOM

[1] *Claisse F.—Samson C.:* 1962. Report S 67. Province de Quebec, Services des Laboratoires.

[2] *Müller R. O.:* Spektrometrische Analysen mit Röntgenfluoreszcenz, R. Oldenburg, München, Wien, 1967.

[3] *Jenkins R.—de Vries J. L.:* Practical X-ray spectrometry. Philips technical library 1968.

[4] *Claisse F.:* Report R. P. 327. 1956. Province de Quebec Services des laboratoires.

[5] *Andermann G.—Allen J. D.:* Anal. Chem. 33. 1689. (1961).

[6] *Rose H. J.—Adler I.—Flanagan F. J.:* Applied Spec. 17. 81, 1963.

[7] *Tertian R.—Fagot C.—Jamey M.:* Symposium sur les Bauxites, Zagreb, 1963.

[8] *Tertian R.:* Compt. Rend. 1968. 266. 617.

[9] *Tertian R.:* Spectrochim, Acta 23 B 305. 1968.

[10] *Tertian R.:* Spectrochim, Acta 24 B 447. 1969.

[11] *Tertian R.:* Proceedings of the Research Institute for non Ferrous Metals IX. Akadémiai Kiadó Budapest, 1971.

A IV. Országos Ritkafém Konferenciát

október 2—3-án tartjuk a Magyar Állami Földtani Intézetben

(Bp. Népstadion út 14)

Felvilágosítással a RTKB Titkárság szolgál 250—020/389 telefonon

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

A *Kaiser Aluminium* 2 millió $-t fordít egy vörösiszap kezelő eljárás kifejlesztésére. Az új eljárás a vörösiszapot egy 80 hektáros, alul dréncsövezett homokágyra szivatytyúzza, melyet kb. 10 m magas gát vesz körül. A vörösiszapban levő alkalikus folyadék átszivárog a homokágyon a dréncsövekbe és visszakerül a körfolyamatba. Az eljárás bevezetését két évi kutatás előzte meg, és a szűrő-tároló berendezés november közepén került üzembe Oaklandban (Calif). Kaiser szerint az új eljárás lényegesen kevesebb helyet igényel, mintha „vörösiszap tavakat" alkalmaznának. A vállalat közlése szerint az eljárást 1976-ban a Bato Rouge timföldgyárban is bevezetik.

American Metal Market, 81. k. 230. sz. 1974. nov. 26. p. 8.

*

Amax Aluminium most újabb nehézségekbe ütközött a 187 et/év kapacitású kohó építésével kapcsolatban. Az alumíniumkohó Warrentonban (Oregon) épülne. Az *Oregon Environmental Quality Commission* (EQC) Amaxnak az állami levegő szennyezési szabványban csak 1,0 lb fluorid emissziót írt elő minden tonna termelt alumínium után. Amax munkába állította műszaki embereit és bejelentette, hogy nemcsak eléri az állami szabványt, de a fluor-kibocsátás mindössze 0,4 lb lesz termelt alumínium tonnánként. Mikor Amax azt hitte, hogy messze túlteljesítette az előírást, akkor az EQC továbbfeszítette a húrt és Oregont I. O. körzetnek nyilvánítva „gyakorlatilag nulla" fluorion szennyezést írt elő. Az egyedüli megoldás, úgy látszik, Amax részére az, hogy a kohót Oregon más részébe telepítse.

Metals Week, 46. k. 2. sz. 1975. jan. 13. p. 3.

*

Az US kohóalumínium termelés a kapacitás 93%-ára csökken. A lanyha kereslet azonban a finomító és feldolgozó üzemeket is érinti. Az US alumíniumipar jelenleg a kapacitás 6,8%-át (335 et/év) leállította. Az öt nagy vállalat termeléscsökkentése:

	Leállított kapacitás, t/év
Alcoa	46 000
Anaconda	18 000
Martin Marietta	20 000
Ormet	109 000
Reynolds	142 000
Összesen	335 000

Metals Week, 46. k. 2. sz. 1975. jan. 13.

*

A chilei katonai kormánynak 1974-ben a külföldi rézüzletekből kb. 2 milliárd $ bevétele volt. A tervezett évi 900 et-val szemben csak 870 et rezet adott el, de ez is lényegesen több az 1973. évi 650 et-nál. Az export azonban 1975-ben nem fog növekedni, a *CIPEC* termeléscsökkentés, a japán túltermelés és a világ nyomott ipari kilátásai miatt. *LME* megállapítása szerint Chile minden penny rézárcsökkenés után a világpiacon, évi 18 millió $-t veszít. p. 1.

*

Phelps Dodge tovább csökkenti a termelést arizonai és new mexicoi rézbányáiban. p. 1.

*

Kanada követte az US réztermelők árcsökkentését. A wirebar ára Kanadában 68.125 c/lb. (K$) p. 1.

Metals Week 46. k. 2. sz. 1975. január 13.

*

A chilei kormány a következő néhány évben külföldi tőkeberuházásokkal akarja kifejleszteni az *EL Abra*, *Los Pellabres* és *Andecallo* porfirréz településeket. Ez a három, már régebben ismert rézbánya kerülne művelésre, ha a kormánynak sikerül külföldi tőkepartnereket találni.

Mining Engineering, 26. k. 11. sz. 1974. nov. p. 22—28.

*

Asarco Sacaton művei 1974 februárjában kezdtek termelni. A külszínfejtés és dúsítómű, amely *Phoenixtől* (Ariz.) délnyugatra fekszik, tervek szerint évi 21 et dúsítmányt fog előállítani. A dúsítmányt *Asarco Hayden* (Ariz.) és *El Paso* (Tex.) rézműveiben fogják feldolgozni. A becsült réztartalék közel 48 millió t, 0,95% réztartalommal.

Mining Engineering, 26. k. 11. sz. 1974. nov. p. 29—32.

*

Asarco az SO_2 véggázokat dimetilanilin (DMA) eljárással dolgozza fel. A rézkonverterek gáztermékeiből cseppfolyós SO_2-t és kénsavat állítanak elő. A véggázokat szárítják, sűrítik és kondenzálják. A *Tacoma rézkohóba* dúsítmány formájában adagolt összes kénmennyiség 51%-át nyerik vissza cseppfolyós SO_2 formájában. A közlemény ismerteti a DMA folyamatot.

Mining Engineering, 26. k. 11. sz. 1974. nov. p. 36—38.

*

Az *International Bauxite Assn.*-nek 10 országa első teljes ülését tartotta Georgetownban (Guyana). Úgy döntöttek, hogy egy csoportot alakítanak a közös árpolitika kialakítására. A három új tag egyike, Haiti, Jamaika-típusú bauxitadót fog alkalmazni, a Dominikai Köztársaság még nem döntött, mert felfüggesztette tárgyalásait az Alcoa-val, és Ghana nem akarja a kezét megkötni. — Guyanában jelenleg az a helyzet, hogy Reynolds az adóügyet a guyanai bíróság kezébe adta.

American Metal Market, 81. k. 235. sz. 1975. dec. p. 11.

*

Great Lakes Carbon Corp. bejelentette, hogy 1974. dec. 1-i hatállyal a kalcinált petrolkoksz export-árát 15%-kal felemelte. Az áremelés, amely 11 $-t jelent tonnánként, f.o.b. US Gulf Coast és Long Beach, Calif., a petrolkoksz árát 84 $-ra növeli.

American Metal Market, 81. k. 11. sz. 1974. dec. p. 11.

*

A japán alumíniumkohók a készletek rohamos növekedése miatt a termelést erősen csökkentik. *Mitsubishi* jövő hónapban csak 60% kapacitással dolgozik. *Nippon Light Metal* 386 et/év kapacitásának februárban csak 80%-át működteti. Más japán termelők is 15—40%-kal csökkentették a termelést.

Metals Week, 46. k. 3. sz. 1975. jan. p. 6.

*

Az észak-amerikai alumíniumtermelők raktárkészletei 1974 októberében elérték a 825 et-át. A nyugati világ teljes alumíniumkészlete októberben (1974) elérte az 1 672 500 t-át, ez 14%-kal több, mint az előző év hasonló időszakában.

Metals Week, 46. k. 3. sz. 1975. jan. p. 6.

*

Kaiser Aluminium közölte, hogy bevételei 1974-ben 36%-kal, 1,7 milliárd $-ra nőttek, a szállítások csökkentek.

Az US hazai bauxittermelés 1974-ben kb. 5%-kal, közel 2 millió t-ra nőtt, közli a *Bureau of Mines*. Az US alumíniumipar bauxit-szükségletének 90%-át még mindig külső forrásokból fedezi.

Metals Week, 46. k. 3. 1975. jan. p. 6.

*

Míg az US és japán kohók minden nap újabb leállításokat jelentenek, addig a három UK termelő öt alumíniumkohója közel teljes (339 et/év) kapacitással dolgozik. *British Aluminium Invergordon*-i 100 et-ás, *Alcan UK* 120 et-ás kohója Lynemouthban teljes kapacitáson üzemel, a többi kisebb kohó sem csökkentette a termelést. Hogy az angliai alumíniumkohók tudnak-e majd folyamatosan teljes kapacitással dolgozni, az az ország gazdasági helyzetétől függ.

Metals Week, 46. k. 3. sz. 1975. jan. p. 6.

*

Alcoa március 1-ével további évi 94 et-val csökkenti a termelést (eddig már évi 45 et-t állított le), így az US-ben beépített 1,575 et kapacitásának csak 91%-ával dolgozik. Négy másik US kohó évi 289 et-val csökken-

tette a termelést. (*Reynolds* 142 et, *Ormet* 109 et-át állított le; *Martin Marietta* 20 et-val és *Anaconda* 18 et-val csökkentette a termelést).
p. 6.

Metals Week, 46. k. 3. sz. 1975. jan. p. 6.

*

Alcan öt kanadai kohójában összesen évi 100 et kapacitást akar leállítani, ez azt jelenti, hogy a működő kapacitás kanadai kohókapacitásának csak 90%-a.

Metals Week, 46. k. 3. sz. 1975. jan. p. 6.

*

A japán rézkohók pénzsegélyért fordultak a minisztériumhoz. Japán réztermelői 30 éve — a második világháború óta — az egyre növekvő készletek miatt most vannak a legnagyobb krízisben. A munkás-elbocsátások egyre gyorsulnak, különösen azoknál a kohóknál, ahol a termeléscsökkentés elérte az 50%-ot. Az egyik kohó vezetője a helyzetet a következőképpen jellemezte: „Élet-halál problémával állunk szemben."

Metals Week, 46. k. 3. sz. 1975. jan. p. 2.

*

A világ rézkészletei 1974 novemberére már 550 et-ra nőttek, melynek jó részét az US-ban tárolják.

Metals, Week, 46. k. 3. sz. 1975. jan. 20. p. 3.

*

India nem sok rezet fogyaszt, különösen a nyugati mértékkel mérve. 1974-ben India 50 et rezet importált a saját szerény 13 et-ás termelésének a kiegészítésére. A kormány véleménye szerint a termeléskereslet csak 1990 táján kerül egyensúlyba.

Metals Week, 46. 3. 1975. jan. p. 3.

*

Chile nyomást akar gyakorolni *CIPEC*-partnereire — Peru, Zambia és Zaire —, hogy a rézexportot tovább csökkentsék. A *CIPEC* végrehajtó bizottsága január 31-én úgy döntött, hogy a miniszteri konferencia (Conference of Ministerters) Párizsban április végén ül majd össze.

Metals Week, 46. k. 3. sz. 1975. jan. p. 3.

*

Zambia szállítási problémái megjavulnak, ha két új vasútvonalat épít, amely összeköti az országokkal körülzárt nemzetet Lobito kikötőjével Angolában és a mozambiki Nacala-val. p. 3.

Metals Week, 46. k. 3. sz. 1875. jan. p. 3.

*

Argentína hivatalos körei egyre gyakrabban és komolyabban tárgyalnak *St. Joe Minerals* képviselőivel, ennek az 500 millió $-os El Pachon ércelőfordulás feltárásához való csatlakozásról. Az El Pachon réztelepülés értartaléka mintegy 550 millió t, átlagosan 0,65% réztartalommal.

Metals Week, 46. k. 3. sz. 1975. jan. p. 3.

*

Olin eladta 38,5% *Frialco* érdekeltségét *Canada Noranda Minesnek; Frialco* egy nemzetközi konzorcium, amely a guineai bauxitművelésben és timföldgyártásban 51%-ig érdekelt. Ezzel *Olin* elvágta az utolsó kötelékeket, melyek az alumíniumiparhoz kötötték. Az US alumínium-érdekeltségeit már az év elején eladta a *Consolidated Aluminiumnak.*

Chemical and Engineering News, 52. k. 47. sz. p. 6.

*

Az ausztráliai rézbányák és kohók most érzik teljes hatásában a világszerte bekövetkezett termeléscsökkentést. A *Peko-Wallsend* japán nyomásra leállítja az egy éve 20 millió $-ért épült olvasztókohóját (flash smelter). Leállítják a termelést a Tennant Creeket ellátó Warrego és Peko rézbányáiban is.

Metals Week, 46. k. 3. sz. 1975. jan. p. 3.

*

A nyugati világ alumíniumtermelése az *International Primary Aluminium Institute* közlése szerint 1974-ben 8,9%-kal, 10 930 et-ra nőtt.

Metals Week, 46. k. 4. sz. 1975. jan. p. 2.

Az *U.S.Geoligical Survey* Wiconsiban új rézelőfordulás nyomaira talált. A váratlanul felfedezett réz-vasszulfid kalkopirit ércesedés Észak-Wisconsiban egy jól ismert vaselőfordulás alatt fekszik. A kalkopirit lelet egyelőre még nem látszik jelentős rézelőfordulásnak, úgyhogy még további fúrásokra és érelemzésekre van szükség.

Chemical and Engineering News, 52. k. 47. sz. 1975. nov. p. 6.

*

Guinea új bauxitbányászati adót szándékozik bevezetni, amely a bauxit Al_2O_3 tartalmán alapul. (Jamaika, Haiti, Surinam és a Dominikai Köztársaság bauxit termelési adóját az alumíniumtömb árának bizonyos százalékában állapítják meg.) Az adó, melyet a bauxitárához kell hozzáadni, a bauxitár 50%-a lesz, ha a timföldtartalom 45% vagy kevesebb, 55%, ha a timföldtartalom 46—50%, 51—55% timföldtartalomnál, és 75%, ha a timföldtartalom 56%, vagy több.

Metals Week, 46. k. 4. sz. 1975. jan. 27. p. 1.

*

Surinam hivatalos japán küldöttséggel bauxit-timföld-alumínium vállalkozásról tárgyalt Paramaiboban. Bár Surinam, az IBA tagja, a világ harmadik legnagyobb bauxittermelője, csak Alcosa 60 et/év kapacitású alumíniumkohója az egyetlen kohómű Surinamban. 1974 novemberében a kormány és Reynolds Metals négy év óta húzódó tárgyalásai eredménytelenül zárultak egy bauxit-alumínium társulás létesítése tárgyában.

Metals Week, 46. k. 4. sz. 1975. jan. 27. p. 1.

*

Az US kormány a jövő héttől kezdődően ellenőrizni fogja a nagyiparok, elsősorban az alumíniumipar áralakulását. A *Council of Wage and Price Stability* (CWPS), bér- és árstabilitás tanácsa hét alumíniumvállalattól bekérte az árak, költségek, termelés és üzletkötések részletes jelentését. Az intézkedést az tette szükségessé, hogy a kohóalumínium termelők inkább a termelést csökkentették, mint hogy az árakkal követték volna a gyengülő keresletet. Az alumíniumtermelők 1973. december és 1974. szeptember között öt részletben 56%-kal, 25c/lb-ről 39c/lb-re emelték az alumíniumtömbök árát.

Metals Week, 46. k. 4. sz. 1975. jan. 27. p. 1.

*

Conakryban (Guinea) egy új alumínium vállalat alakult a guineai kormány — IBA tag hatalmas bauxitkészletekkel — és Egyiptom, Kuwait, Libia és Szaud-Arábia részvételével. A vállalat egy 2 millió t/év kapacitású alumíniumkohó építését tervezi Guineában az ország Boke bauxitelőfordulásának felhasználására. A kohó négyszer akkora lesz, mint bármely jelenleg működő alumíniumkohó a világon. Az arab országok, főképpen anyagiakkal támogatják a létesítmény finanszírozását, amely mai árakon mintegy 6 milliárd $-ba kerülhet. Ez az összeg erőmű, timföldgyár, alumíniumkohó és segédüzemek építését foglalja magában.

Metals Week, 46. k. 4. sz. 1975. jan. 2. p. 1.

*

Alcoa netto bevétele 66%-kal emelkedett a múlt évben, kivéve John Harper igazgató szerint a legfontosabbat, a beruházott tőke amortizációját.

Az US szabadpiaci alumíniumárak 35c-re estek a 99,7-es alumíniumtömbért. De a fogyasztók, melyek nagy része a raktárkészleteit igyekszik csökkenteni, még a leszállított áron is vonakodik vásárolni.

Kaiser Aluminium február 1-étől évi 65 et-val csökkenti a termelést, ezzel a vállalat US-ban működő kapacitása 100%-ról 91%-ra csökken. Kaiser az utolsó, amely az észak-amerikai vállalatok közül termeléscsökkentést jelentett be, Ravenswoodban egy 40 et-ás, és Mead, Wash.-ban egy 25 et-ás kádsort állított le.

Metals Week, 46. k. 4. sz. 1975. jan. 27. p. 1.

*

A *Jamaika—Mexikó* alumíniumtársulás egy lépéssel közelebb jutott a megvalósuláshoz, mikor M. Manley, Jamaika miniszterelnöke bejelentette, hogy Jamaika már kijelölte a helyet mind az évi 800 et kapacitású timföldgyár, mind a tervezett kikötő részére. Manley

azonban nem volt hajlandó a helyeket megnevezni. A jamaikai timföldgyár 51%-ban Jamaika, 29%-ban Mexikó, és valószínűleg 20%-ban Kaiser birtokában lesz. A timföld egy részét eladják, másik része pedig a mexikói 120 et-ás alumíniumkohót fogja ellátni.

Metals Week, 46. k. 4. sz. 1975. jan. 27. p. 2.

*

NSZK alumíniumtermelése a múlt évben 29%-kal 690 et-ra nőtt annak ellenére, hogy a fogyasztás csak kevesebb, mint 2%-kal nőtt, és 1,17 millió t volt. Tekintve, hogy az NSZK alumíniumimportáló állam, inkább az importot, mint a termelést csökkentette.

Metals Week, 46. k. 4. sz. 1975. jan. 27. p. 2.

*

Taiwan Aluminium bizonytalan időre elhalasztotta kaohsiungi alumíniumkohójának a bővítését a lanyha kereslet és az alumíniumipar bizonytalan kilátásai miatt. A vállalat 38 et/év kapacitású kohóját 1975 végére 70 et-ra, és 1983-ra pedig évi 318 et-ra (!) akarta bővíteni.

Metals Week, 46. k. 4. sz. 1975. jan. 27. p. 2.

*

Bár a zavaros politikai helyzet nem befolyásolta hátrányosan a Bougainville réztermelést, az újra megkezdődött Bougainville Copper egyezmény tárgyalások és az ezzel kapcsolatos adókérdések miatt bekövetkezett nyugtalanság következtében csökkent a termelés.

Metals Week, 46. k. 4. sz. 1975. jan. p. 2.

B. E.

*

Bulgáriának igen kevés gyenge minőségű bauxitja volt, amelyet 1900-ban fedeztek fel és 1938-ig termeltek ki. Most Bulgária nem bauxit alapanyagokra akar timföldgyárat építeni és a Kaiser Engineers International vállalattal szerződött tanulmány elkészítésére, amely a bulgáriai olajpalák feldolgozására vonatkozik. Ez lesz az első szerződés, amelyet amerikai vállalat Bulgáriával kötött természeti kincsek hasznosításában való közreműködésre.

Industrial Minerals, 1975. február

*

Guyanaban a nemrég államosított Reynolds Guyana Mines (azelőtt Reynolds Metal of the USA) Berbice Mines néven folytatja működését és az ország fő bauxittermelőjétől a Guybau-tól függetlenül fog dolgozni.

A Berbice folyó partján fekvő evertoni üzem, melynek termelése átmenetileg szünetelt, 1975. január 8-a óta újból termel. A kalcinált bauxit termelés bővítésére új berendezés építését tervezik. A jelenlegi kapacitás 140 et/év.

A Guybau Mackenzie-ben levő üzemének kapacitása 150 et/év. Most készítenek megvalósíthatósági tanulmányt mélyjárású hajók számára alkalmas kikötő építésére, mivel jelenleg a Demerara és Berbice folyókon csak 7000 t teherbírású hajók rakódhattak.

Industrial Minerals, 1975. február

*

1974-ben jó évet zárt a görög Scalistiri Csoport, amely magnezittermelés mellett Görögország legnagyobb bauxit, kromit és mangántermelője.

Négyéves bauxit kitermelési számaik a következők (et):

1972	1973	1974	1975 (előrejelzés)
550	470	650	700

Industrial Minerals, 1975. február

*

A dél-afrikai RIO-TINTO érdekeltséghez tartozó Palabora Mining Compagnia 68 millió Rand (227 millió DM) értékű beruházással 30%-kal növeli éves réztermelését és eléri a 125 000 t/év kapacitást. A termelt mennyiség fele exportra kerül.

Egyidejűleg a melléktermékgyártás (urán) is növekszik.

Handelsblatt, 1974. 193. sz.

*

50—1000 g súlyú tömbökben kínál eladásra Amerikából importált nagytisztaságú fémgalliumot az ALCOA International Inc., Lausanne. Az ALCOA 1974 óta gyárt ipari méretekben galliumot, amelyeket fénykibocsátó diódák gyártására használnak.

Handelsblatt, 1974. 198. sz.

*

Folyamatos rézöntő- és dróthúzóművet rendel a Colata Italiana, Milano, a Schloemann, Düsseldorf, a Southwire, Carrolton és a Morgan Construction Worcester vállalatoktól. A generáltervezést a nyugatnémet cég végzi.

Handelsblatt, 1974. 196. sz.

*

A Pechiney-Ugine-Kuhlmann (PUK) és a SECIM vállalatok exkluzív szerződést kötöttek kemény ötvözött alumíniumból folyamatos szálöntő-hengerlő berendezések eladására. Cegedur Pechiney és Aluminium-Pechiney adják el a knowhow-t, Secim pedig a berendezést. Ezt az eljárást a Pechiney Voreppe-i kutató központjában vezették be a frogesi üzemben elvégzett félüzemi kísérletek után.

L'Usine Nouvelle, 1975. 4. sz.

*

Várhatóan változni fognak az NSZK alumíniumiparának tulajdonviszonyai, miután a Reynolds International el akarja adni a hamburgi alumíniumüzemet (90% Reynolds, 10% Hamburg város) és ki akar lépni a VAW-ból is (Vereinigte Aluminiumwerke), melyben 50 százalékos az érdekeltsége és az Aluminiumoxyd Stade GmbH vállalatból is.

A hamburgi kohó környezetvédelmi előírások miatt jelenleg csak 66%-os kapacitáskihasználással üzemel.

Handelsblatt, 1975. 23. sz.

*

Japán alumíniumiparának tevékenysége úgyszólván az egész világra kiterjed. A 640 et/év kohóalumínium termelésére előirányzott brazil alumíniumóriás ügyében folyó munkákon kívül a következő fontosabb létesítményeknél működnek közre japán vállalatok: A Showa Denko és Sumitomo Chemical 1969 óta érdekelt a „New Zealand Aluminium Smelter Ltd" vállalatban (1971-ben 112 et/év, 1975-ben 148 et/év). A malaysiai Bintan sziget és a Fidzsi-szigetek bauxitelőfordulásainak feltárásában a Nippon Light Metal, Showa Denko és Sumitomo cégek vesznek részt. Kimberley-ben a Mitsui Mining van érdekelve.

Az „Industria Venezolana de Aluminio SA" 150 et/év kapacitású alukohójának építésénél a Showa Denko, Kobe Steel és Marubeni működnek közre és az első beruházási lépcső 75 et/év kapacitással 1976-ban kezd termelni.

A Mitsubishi és Sumitomo csoportok az Aluminio del Caponi (Corp. Venezolana de Guayana és Reynolds) vállalattal 1977-re tervezik 140 et/év teljesítményű alumíniumkohó üzembe helyezését. Ghana-ban a Bauxite Studico Ltd munkájában, amely egyelőre 600 et/év bauxit bányászatát tervezi, a japánok 20%-kal érdekeltek. A vállalat alukohója 100 et/év kapacitással 1980-ban kezdi termelését. A Nippon Light Metal az Aluminium of Canada Ltd vállalattal akar közös céget létesíteni, amely 1977-től 25 éven át szállít Japánba évi 25 et fémet. A Mitsui cég az „American Metal Climax Inc" céggel létrehozza az „Amax Aluminium" vállalatot, amely Oregon-ban (USA) 170 et/év kapacitású alumíniumkohót létesít.

Chem. Ind. 1974. dec.

*

A svéd Gränges cég Sundswall-i alumíniumkohójának kapacitását 85 et/év értékről 135 et/évre kívánja növelni 1977-ig.

Svédország ezen egyetlen alumíniumelőállítójának kapacitásbővítése 300 millió svéd koronába kerül.

Chem. Ind. 1974. december

*

Az Aluminium-Walzwerke Singen GmbH 30 m fesztávolságig és 30 t maximális teherbírásig gyárt kéttartós futódarukat alumíniumból. A daru nagyobb árát az épületalapok, tartóoszlopok, futópályatartók méretezésénél bőven meg lehet takarítani.

Fördern und Heben, 1975. 1. sz.

1975-ben kezdték meg a lengyelországi Kielce melletti „Novny" cementüzemében a lengyel szabadalmon alapuló első olyan timföldgyár építését, amely bauxit helyett hulladék nyersanyagokat használ fel.

Az eljárást dr. Grzymek, a Krakkói Bányászati és Kohászati Egyetem tanára fejlesztette ki. Az új üzemben 115 et/év timföld mellett 300 et/év cementet termelnek majd.

Technik in Polen, 1974. 4. sz.

*

A nyugatnémet Leichtmetall-GmbH (50%-ban Metallgesellschaft, Frankfurt, 50%-ban Schweizerische Aluminium érdekeltség) eredeti tervével ellentétben 5%-kal fogja csökkenteni a kohóalumínium termelését a csökkent kereslet miatt. További 5%-os termeléscsökkentés végrehajtására a kezdő lépések megtörténtek.

Handelsblatt, 1975. 31. sz.

*

Az ALCAN ALUMINIUM LTD, Montreal éves jelentése szerint 1975-re 23%-os termeléscsökkentést tervez. Az Alumínium Co of Canada az eredetileg tervezett 90 et helyett 125 et-val fogja a termelést csökkenteni. Előirányzott beruházásokat egyelőre késleltetnek, de a termelési kapacitást fenntartják, hogy a piaci helyzet javulása esetén rövid idő alatt felfuthassanak a teljes kapacitásra.

*

Handelsblatt, 1975. 32. sz.

H. W.

Sékou Touré guineai köztársasági elnök bejelentette, hogy *Szaud-Arábia, Kuwait, Líbia* és *Egyiptom* együttesen 400 millió dollárt fog a *bokéi bauxitmezők* kiaknázására fordítani. A bokéi bauxit 65% Al_2O_3 tartalmával a világon a legjobb minőségűek közé tartozik.

Tervek szerint a mezőn évi 9 millió tonna bauxitot fognak termelni, amelyből 4 milliót timfölddé fognak feldolgozni, 5 milliót pedig exportálnak majd.

Metal Bulletin
Informations Exonomiques, 1975. február 21.

*

A *bolgár bányaügyi minisztérium* tervet készített az olajpalából történő timföldelőállítás kidolgozására. Tervbe vették egy integrált timföld—alumínium ipar kialakítását is. Megyeztek a *Kaiser Engineers International* vállalattal, hogy részt vesz a technikai és gazdasági problémák megoldásánál. A vizsgálatok a közeljövőben megkezdődnek.

Ez az első bányászati kezdeményezés Bulgáriában, melyben amerikai vállalat is részt vesz. Eltekintve egy kis félkésztermékeket előállító gyártól, Bulgária nem rendelkezik alumíniumiparral.

Industrial Minerals, 1975. február

*

A *Reynolds Metals Co.* bejelentette, hogy az Egyesült Államok Alabama államában, *Lister Hillben* levő évi 35 000 tonna kapacitású alumíniumgyártó üzemét a kereslet erős csökkenése miatt bezárta.

Mercado Mundial, 1975. február

*

A japán alumíniumtermelők egymás után jelentik be kohóik termelésének csökkentését. Februárban a *Mitsubishi* csupán 60%-os kapacitáskihasználást tervez A *Nippon Light Metall* vállalat a korábbi megállapodások szerinti mennyiségnél 10%-kal kevesebb bauxitot szándékozik importálni. A tartalékok további felhalmozódásának elkerülésére a *Showa Denko* további 20%-kal csökkenti termelését, ami már január folyamán is 85%-os kapacitáskihasználásnak felelt meg.

Metal Bulletin, 1975. február

*

1973 végén gazdaságtalan volt az alumíniumipar működése, állapította meg a londoni *Commodities Research Unit* a jamaikai bauxit- és timföldexport adókulcsának növelésével kapcsolatban. Ennek szemléltetésére szolgál az alábbi egyszerűsített kimutatás:

Termék	Elért ár	Az üzemben mutatkozó termelési költség
Bauxit	12,50 $/t	11,20—19,90 $/t
Timföld	93 $/t	120 $/t
Alumínium	27,5 cent/lb	*a)* 30,5 cent/lb, *b)* 33 cent/lb
Hengerelt termék ∅	40 cent/lb	*a)* 42 cent/lb, *b)* 47 cent/lb
Sajtolt termék körszelvényű	40—50 cent/lb	*a)* 44 cent/lb, *b)* 49—50 cent/lb

Megjegyzés: *a)* a fáziskölségeket a nyersanyagárhoz hozzáadva,
b) a fáziskölséget a nyersanyag önköltségéhez hozzáadva.

Metal Bulletin, 1975. 5854. sz.

*

Japán 1974. évi 1,14 millió tonnát elérő termelése 2%-kal több volt, mint az előző évi, a szállítások mégis 16%-kal az 1973. évi érték alatt maradtak, amint az az alábbi összeállításból is látszik:

Teljesítéá	1973	1974
Termelés, ezer t	1096,8	1148,4
Szállítás, ezer t	1125,2	943,2
Készlet év végén, ezer t	66,1	242,2

Metal Bulletin, 1975. 5962. sz.

*

A *Siemens* cég 25. szilíciumegyenirányító egységét szállítja *Norvégiába* 1958 óta elektrolizáló berendezésekhez. A mostani egység a *Lista*-i alumíniumkohó számára készül. A *Transelektro*-val kötött kooperációs szerződés értelmében Magyarország klóralkáli elektrolíziséhez vásárol hasonló típusú egyenirányító berendezést.

Siemens Zeitschrift, 1975. 1. sz.

H. W.

*

A jugoszláviai *Obrovácban* folyik a timföldgyár építése. *Zadarból* a Velebit lábánál levő *Obrovácba* külön közúti járműveken érkeznek a szállítmányok. Eddig tízezer tonna berendezés érkezett. (A gyár az *ALUTERV* tervei alapján épül — ford. megj.)

A kivitelezési munkákat az „*INDUSTROMONTAZA*" és a „*BRACE KAVURIC*" (zágrábi), valamint a „*DJURO DAKOVIC*" (slavonski brodi) cégek, az építészeti munkákat a zágrábi „*HIDROELEKTRA*" és az „*INDUSTROGRANDJA*" végzik.

Slobodna Dalmacija, Split, 1975. március 18.

B. F.

*

A japán kohóalumínium termelés az előző évi december 96 419 tonnával szemben az év első hónapjában 91 130 tonnát ért el.

A termelők stratégiai tartalékai ezzel egyidőben a decemberi 242 238 tonnáról 281 578 tonnára nőttek. Ennek megoszlása a következőképpen alakult:

Vállalat	1974. december, tonna	1975. január, tonna
NLM	61 891	73 796
Showa Denko	54 671	64 231
Sumitomo Chemical	50 756	62 597
Mitsubishi Chemical	53 576	56 342
Mitsui	21 344	24 612
Összesen	242 238	281 578

Metal Bulletin, 1975. február 28.

*

A kapitalista országok kohóalumínium termelő kapacitása 1974 végén 11,86 millió tonna volt, és az *IPAI (International Primary Aluminium Institute)* felmérése

szerint 1977 végére 13,02 millió tonnát fog elérni. A növekedés jelentős része Latin-Amerikára esik, majd ahol a jelenlegi 288 000 tonnát 619 000 tonnára bővítik.

A nyugati világ timföldtermelése az 1973-as évi 22,65 millió tonnáról 1974-ben 24,37 millió tonnára nőtt. 1977-re a timföldgyártó kapacitás előreláthatólag 29,27 millió tonnát fog elérni.

Metal Bulletin, 1975. február 28.

*

A lengyel *Polimex-Cekop* külkereskedelmi vállalat 460 et/év kapacitású szódagyárat rendelt meg a francia *Krebs—Klockner* cégtől 800 millió frank értékben 1978. évi szállítással.

L'Usine Nouvelle, 1975. 8. sz.

*

A *Thomson-Brandt, Société Industrielle de Liaisons Electriques (Silec)*, és a *Société Tréfileries et Cableries, Lens* munkaközösséget létesítettek *GIE-TSL* cégjelzéssel, egy évi 100 et kapacitású folyamatos rézhuzalöntőmű létesítési tanulmányának elkészítésére.

L'Usine Nouvelle, 1975. 8. sz.

*

A *Calais-Grand-Fort-Philippe* tartomány halászai az 1974. évi rossz eredményeiket (250 t halfogás 1974-ben, 1312 t 1973. évben) a környéken működő titándioxid üzem hulladékanyagainak tulajdonítják, és a környezetvédelmi minisztérium intézkedését kérték a környezetszennyezés megszüntetésére.

L'Usine Nouvelle, 1975. 8. sz.

*

Angol közgazdasági tanulmány szerint a jamaikai timföld már nem versenyképes az ausztráliai timfölddel szemben, az Egyesült Államokban pedig gazdaságossá válik agyagok és alumíniumoxidban dús palák feldolgozása. Ha a jamaikai bauxit exportvám a világon követésre talál, úgy az alumínium ára hosszú távon 46 cent/font értékre fog beállni.

L'Usine Nouvelle, 1975. 7. sz.

*

A belgiumi *Nieuwpoort*-ban felállították az első alumínium hőcserélőkkel épült tengervíz, sótalanító berendezést 1500 m^3/nap teljesítménnyel a *„Société internationale de dessalement d'eau de mer" (Sidem)* kezelésében.

A többlépcsős, körfolyamatban működő bepárló összes hőcserélői alumíniumból vannak. A berendezés üzembehelyezése előtt hasonló típusú egység eredményes próbaüzemmel vizsgázott *Salin-de-Girand*-ban.

L'Usine Nouvelle, 1975. 5. sz.

*

Zaire-ben bejelentették, hogy *Somiba* elnevezéssel nemzetközi egyesülést hoztak létre *Shab* északi részén levő rézelőfordulások hasznosítására. A konzorciumban francia *(GRGM, PUK, SNPA)*, japán (*Marubeni* 16%) cégek és *Zaire* állam (20%) vesz részt.

L'Usine Nouvelle, 1975. 9. sz.

*

Az érdekeltek tanulmányozzák *jugoszlávia—líbiai alumíniumipari együttműködés* lehetőségét. Jugoszláviában timföldgyár, Líbiában alumíniumkohó létesülne. A tárgyalások kapcsolódnak az 1975. februári 15-én Belgrádban aláírt jugoszláv—líbiai olajipari egyezményhez, amelynek során Líbia 70 millió $ kölcsönt nyújt Jugoszláviának az Adria kőolaj-távvezeték létesítéséhez.

L'Usine Nouvelle, 1975. 9. sz.

H. W

Az ICSOBA nemzetközi alumínium szervezet hírei

ICSOBA Emlékérem*

Az ICSOBA II. Közgyűlése alkalmából, 1969. október 7-én, Budapesten *Lomniczy Dezső*, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület akkori főtitkára egy ICSOBA emlékérem alapítását javasolta.

Az Egyesület elnöksége ezt a javaslatot jóváhagyta és az Érembizottság kidolgozta az alapítólevelet és adományozási szabályzatot. Az éremnek az első példányát az OMBKE Elnöksége az ICSOBA Magyar Bizottságának javaslata alapján az ICSOBA III. Közgyűlése alkalmából

Prof. Dr.-Ing. Miroslav Karšulin-nak,
a zágrábi Jugoszláv Tudományos és Művészeti Akadémia tagjának, az ICSOBA alapítójának és első főtitkárának adományozza, aki tíz éven át fejtette ki tevékenységét e nemzetközi szervezet szervezésében, valamint megerősítésében és tudományos munkásságával nemzetközi elismerést vívott ki.**

Az alábbiakban közöljük „Az ICSOBA emlékérem alapítólevelét és adományozásának rendtartását", valamint az első kitüntetett, *Dr. M. Karšulin* professzor tudományos életrajzát.

ICSOBA Titkárság
Budapest

* Jelen közlemény az ICSOBA III. Közgyűlése alkalmából (Nizza, 1973. szept. 17—21.) az ICSOBA Budapesti Titkársága által szerkesztett és valamennyi résztvevőnek átadott francia nyelvű ismertető kivonatos magyar szövegét tartalmazza.

** Megjegyzés: az ICSOBA emlékérmet *M. Karšulin* professzornak *dr. Juhász Ádám* az ICSOBA Magyar Bizottságának elnöke személyesen adta át Zágrábban, *M. Karšulin* prof. ugyanis egészségi állapota miatt a Nizzai Közgyűlésen nem tudott részt venni.

Az „ICSOBA Emlékérem" alapítólevele és adományozásának rendtartása

I.

Az **Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület** az alumíniumipar megteremtésében úttörő munkát végzett tudósok emlékének, valamint az Egyesületnek az **ICSOBA** szervezeti megerősítésében és az alumíniumipari nemzetközi tudományos együttműködés fejlesztésében kifejtett tevékenységének megörökítésére emlékérmet alapított.

II.

Az **„ICSOBA Emlékérem"** jelképezi az emberiség közkincsévé vált, az alumíniumipar fejlesztése érdekében Berthier, Bayer, Héroult és Hall által végzett tudományos tevékenységet és egyben a nemzetközi együttműködés jelentőségét a tudomány és technika fejlesztésében, a békéért és a jobb életért.

III.

Az **„ICSOBA Emlékérem"** 70 mm átmérőjű, nemesfémből vert érem, amelynek egyik oldalán *Pierre BERTHIER* (1782—1861) francia akadémikus, a bauxit felfedezője, *Karl Joseph BAYER* (1847—1904), a Bayer-timföldgyártó eljárás megalkotója, továbbá *Paul Louis Toussaint HÉROULT* (1863—1914) és *Charles Martin HALL* (1863—1914), az alumíniumelektrolízis feltalálóinak *domborművű arcképe*, fenti tudósok neve és születési-halálozási évszáma, a másik oldalán az *ICSOBA* és az *Egyesület emblémája*, a kitüntetett neve és az adományozás évszáma, körben pedig *„Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület"* szöveg olvasható (1., 2. ábra).





IV.

Az **„ICSOBA Emlékérem"**-mel az *ICSOBA* azon magyar vagy külföldi állampolgárságú tagja tüntethető ki, aki a nemzetközi tudományos egyesület tevékenységi területén jelentős tudományos vagy gyakorlati eredményt ért el, vagy jelentősen hozzájárult a szervezet megerősítéséhez, a nemzetközi tudományos együttműködés elmélyítéséhez. A tulajdonos nevét az Érmen fel kell tüntetni és az adományozás tényét az Egyesület szaklapjaiban, valamint az ICSOBA szaklapjában közzé kell tenni.

V.

Az **„ICSOBA Emlékérem"** az általában négyévenként sorrakerülő ICSOBA Nemzetközi Közgyűlésen, első alkalommal 1973-ban a III. Közgyűlés alkalmával adható ki, legfeljebb három személynek. Az Emlékérem kiadására vonatkozó személyi javaslatot az ICSOBA Magyar Bizottsága Elnökségének javaslata alapján az Érembizottság elnöke és az Egyesület főtitkára közösen terjesztik az Elnökség elé. A kiadásról az Elnökség határoz. Az Emlékéremmel pénzjutalom nem jár.

Budapest, 1973. május 15.

ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

Dr. Miroslav Karšulin professzor tudományos életrajza

Miroslav Karšulin professzor 1904-ben született. A műszaki tudományok alapjait Bécsben és Zágrábban sajátította el.

1928-ban Zágrábban, az Egyetem Műszaki Fakultásán, a kémiai szakon szerzett egyetemi oklevelet. 1932-ben dolgozta ki téziseit és nyerte el a műszaki doktori címet a zágrábi egyetemen. A székfoglalója 1942-ben volt Zágrábban az Egyetem Műszaki Fakultásán.

1945-ben a zágrábi Műszaki Fakultáson rendes egyetemi tanárrá választották.

1949-ben választották meg a Jugoszláv Tudományos és Művészeti Akadémia tagjának.

Jelenleg igazgatói minőségben vezeti a Zágrábi Egyetem Fizikai Kémiai Intézetét és a Jugoszláv Tudományos és Művészeti Akadémia korróziós és korrózió elleni védelmének Intézetét Dubrovnikban.

Egy tízéves időszakban, 1961-től 1971-ig a Jugoszláv Tudományos és Művészeti Akadémia főtitkára volt, és ez az az időszak, amikor vállalkozott az ICSOBA alapítására. M. *Karšulin* volt az, akitől ez a gondolat származik és aki kifejtette egy olyan tudományos és nemzetközi szervezet létrehozásának szükségességét, amelynek célja az összes tudományos kutató és ipari szakember egyesítése egy közös érdekű munkában a bauxitásvány jobb megismerése végett, hogy jobban hasznosíthassuk azt.

Karšulin professzor egész életét az elméleti és alkalmazott fizikai kémiai kutatásnak szentelte és mintegy 150 tudományos munkát publikált.

Tudományos munkásságáért két ízben tüntették ki a jugoszláv munkaérdemrenddel és kétszer nyerte el az állami díjat is.

Tudományos munkássága általánosságban két területet ölel fel. Az egyik az elektrokémia, másik területe a szilikátok kémiája.

Tanulmányozta az alumíniumhidroszilikátok szintézisének termodinamikai és kinetikai feltételeit, amelyek közül számos a bauxit alkotórésze; továbbá az alumíniumszilikátok és alumíniumhidroszilikátok átalakulásait magasabb hőmérsékleten és a $SiO_2-Al_2O_3-H_2O$ rendszer egyensúlyi diagramját.

Tíz éven át ő vezette a Jugoszláv Tudományos és Művészeti Akadémia Szilikátkémiai Intézetét.

A Zágrábi Technológiai Fakultás Fizikai-Kémiai Intézete és Laboratóriuma *M. Karšulin* munkájának fő színhelye. Negyven év alatt nagyon sokat hasznosított az ő gondolataiból, amelyek az ő és tanítványainak munkájában valósultak meg és még többet az ő lelkesedéséből és önfeláldozásából, azon erőfeszítéseiből, amelyeket a tudományos kutatás, az oktatás, hazája Jugoszlávia műszaki és gazdasági fejlődése érdekében kifejtett.

Különösen így van ez a bauxit és az agyagok kutatásának területén, amellyel hozzájárult a hazája ipara számára gazdasági fontosságú kérdések megoldásához.

Végül ő mindig ki tudta alakítani a szolidaritás és az együttműködés szellemét a laboratóriumban a kutatók között, amely annyira szükséges egy csoport munkájának a sikeréhez.

Ezért fejezik ki munkatársai és tanítványai tiszteletüket, csodálatukat és hálájukat iránta.

Dr. Solymár K.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

108. ÉVFOLYAM



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1975. AUGUSZTUS HÓ
8

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал **Металлургия**
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen **Hüttenwesen**
Mining & Metallurgical Journal **Metallurgy**

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. 105.
Tel.: 426-795

TARTALOM

DR. TÓTH JÁNOS—SHEPPARD TERRY: A szúrásterv és hengerlési irány hatása a képlékenységi anizotrópiára és keménységi kitevőre ... 337
RÉTI TAMÁS: Általánosított Poisson-eloszlások alkalmazása mikroszkopikus részecskék számszerinti eloszlásának leírására, különös tekintettel az oxidzárványokra 340
DR. TÓTH LAJOS—IMRE JÓZSEF: A közepes nyújtási tényező elméleti és kísérleti meghatározása ... 345
A Pszi-részecskék tömege és struktúrája *Dr. Sajó István* ... 349
IFJ. SCHMIDT GYÖRGY: Tolózáras acélöntés ... 350
IVÓCS LÁSZLÓ—FILEP GYULA: Monolitos bélésnyagok jövője az acélműi csapolóüstök építésében ... 356
Egyesületi hírek ... 361
A Kohómérnöki Kar Hírei ... 363
Beszámoló külföldi konferenciákról ... 364
Üzemi hírek ... 365
Műszaki és gazdasági hírek ... 365
DR. ANTAL BOZA JÓZSEF 1932—1975 ... 366

FÉMKOHÁSZAT

TERÉNYI GYULA: Szilícium-oxinitrid kötésű tűzálló bélésanyagok alkalmazása alumínium elektrolizáló kádakban ... 367
POSGAY GYÖRGYNÉ—BORSODINÉ KOVÁCS MAGDOLNA: Adatok a magnézium meghatározásához tiszta alumíniumban atomabszorpciós spektrofotométerrel ... 370
DR. SCHIPPERT LÁSZLÓ: A szalag és a henger felületének hatása a semleges szög (γ_0) nagyságára hideghengerléskor ... 372
HORVÁTH LÁSZLÓNÉ—SINAY GÁBOR: A vékony alumíniumtermékek rugalmassági moduluszáról ... 379
Beszámoló konferenciáról ... 381
Egyesületi hírek ... 382
Alumíniumipari hírek ... 382
Köszöntők ... 382
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek ... 383

ÖNTÖDE

VARGA ENDRE: Az öntöttvas kémiai összetételének és a forma merevségének hatása a hengerfejöntvények tömörségére ... 169
PINTÉR ANDRÁS: Az öntvénytisztítás gépesítési problémái ... 179
Szakosztályi hírek ... 184, 191
SZALAI GYULA—CSUTI JÓZSEF: Öntödei anyaggazdálkodás műszaki normák alapján ... 185
Az öntészet fejlődésének kilátásai a következő 25 évben ... 188
Leobeni Öntőnapok ... 189
Könyvismertetés ... 192

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 426-795.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

75. 8. 4773 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16. F. v.: Povárny Jenő
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámára.
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.
Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770.
Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft.

Index: 25,155

ÉVFOLYAM
ГОД
JAHRGANG
YEAR
108

SZÁM
№
Nr.
No.
8

AUGUSZTUS
АВГУСТ
AUGUST
AUGUST
1975

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ МЕТАЛЛУРГИЯ
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN HÜTTENWESEN
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY METALLURGY

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р Янош Тот—Терри Шепард: **Влияние режима проходов и направления прокатки на пластическую анизотропию и показатель упрочнения** С 337

Авторами была исследована зависимость между четырмями разными направлениями прокатки, величиной обжима за один проход, пластической анизотропией и показателем упрочнения.

Тамаш Рети: **Применение обобщённых распределений Пуассона для описания численного распределения микроскопических частиц, главным образом оксидных включений** ..... С 340

В работе приведен такой метод математической статистики, который может быть использован для описания численного распределения микроскопических частиц, конкретно оксидных включений. На образце, приготовленном из шарикоподшипниковой стали с помощью автоматического анализатора картины типа „Квантимет" измерялось число оксидных включении. Доказалось, что численное распределение включении успешно может быть приближено с помощью обобщённого распределения Пуассона.

Д-р Лайош Тот—Йожеф Имре: **Теоретическое и экспериментальное определение коефициента средней вытяшки** ..... С 345

В работе приведено определение коэффициента средней вытяшки фасонных профилей. Авторами теоретически выведен и потом экспериментальным путём доказан такой метод приближённого расчёта, который может быть применен для проверки заполнения квадратных и других фасонных калибров. Полученные зависимости могут быть использованы при проектировании и усовершенствовании технологии прокатки. Как новый технологический принцип можно оценить то предложение авторов, согласно которому по оценке заводских опытов по профильным проходам можно оценить средний коэффициент уширения. Зная средний коэффициент расширения калибра, можно определить условия полного заполнения калибра и принимать их во внимание при усовершенствовании технологии. В качестве примера авторы приводят углевую сталь.

Младший Дёрдь Шмидт: **Литьё стали при использовании задвижки** ..... С 350

Развитие способов производства стали, быстрое распространение вакуумной металлургии, обработки стали газом и непрерывного литья настаивали на разработке современной системы закрытия дна ковша. Так была разработана вместо закрытия ковша пробкой система закрытия задвижками. При литьё с помощью задвижек не требуется привод для пробок, поэтому увеличивается обём ковша. Вес жаростойкого материала задвижки значительно меньше чем в случае пробки. В ковше с задвижкой металлургические процессы могут быть проведены надёжно, струя стали управляемая, уменьшается число утечек, увеличивается выход годного и в то же время задвижка выгодна с точки зрения безопасности труда.

Ласло Ивоч—Дюла Филеп: **Будушее монолитных футеровочных материалов в строительстве сталеплавильных выпускных ковшей** ..... С 356

На быстром развитии, достигнутом в области технологии производства стали, отражаются и результаты, полученные при исследовании и усовершенствований жаростоиких материалов. За последние годы среди футеровок выпускных ковшей всё больше место занимают монолитные, кислые набивочные материалы. В работе приведены результаты, полученные при исследовании отечественного набивочного материала типа „бадурит" и приведены свойства названного синтетического материала.

Дюла Терени: **Применение жаростойких футеровочных материалов связи кремнии- оксинитрид в электролитических ваннах алюминиевой промышленности** ..... С 367

Ускоренное развитие науки и техники, интенсификация производственных процессов в последние годы способствовали исследованиям в области жаростройких материалов. Были разработаны новые жаростройкие материалы, которые прежде либо были неизвестны, либо не применялись. Был разработан целый ряд жаростойких материалов для печей алюминиевой промышленности, в том числе и для электролитических ванн. В первой стадии развития стали применять графитизированные листы большей плотности. Дальнейшее развитие состоялось из применения самосвязываюших, большой плотности футеровочных листов с связю кремнии-карбид и нитрид или же оксинитрид.

Пошгаи Д:рдне—Боршодине Магдолна Ковач: **Данные по определению магния в чистом алюминии по методу атомно-абсорбционной спектрофотометрии** ..... С 370

Содержание магния в чистом алюминии, после обогашения на коллекторе гидроокиси кадмия из-за переменного количества алюминиевых примесей по раствору солянной кислоты можно определить только по калибровочной кривой, полученной при абсорбции в пламени диазот-

оксид- ацетилена. Предлагаемый метод приводит к хорошим результатам и в пламени воздух-ацетилен и в пламени диазот-оксид- ацетилен. Однако для определения содержания магния в количестве ppm более подходит аддитивный метод воздух-ацетилен из-за его большей чуствительности.

Д-р Шипперт Ласло: **Влияние поверхности ленты и валка на величину нейтрального угла (γ_0) при холодной прокатке** ..... **C 372**

Трение, наблюдаемое при холодной прокатке зависит от многих факторов. На основе проведенных экспериментов в работе исследовано влияние поверхностных характеристик валков и прокатываемой ленты на величину нейтрального угла и таким образом на фактор трения.

Хорват Ласлоне—Габор Шинаи: **Модуль упругости тонких алюминиевых продуктов** ..... **C 379**

Приведен метод определения модули упругости тонких алюминиевых продуктов по измерению самочастоты. Преимуществом предлагаемого метода является, что измерение может быть проведено на образцах малого размера. Данный метод имеет достаточную точность и поскольку измерение является неразрушаюшим, он может быть использован и для исследования изменении, происходяших под влиянием термической обработки, проведенной на том же образце.

INHALT

Dr. J. Tóth—Sheppard Terry: **Die Wirkung des Stichplanes und der Walzrichtung auf die Anisotropie der Verformbarkeit und auf den Verfestigungs-Exponenten** ..... **S 337**

Untersucht wurde der Zusammenhang zwischen vier verschiedenen Walzrichtungen, der Abnahme in einem Stich, der Anisotropie der Verformbarkeit und dem Verfestigungs-Exponenten.

T. Réti: **Anwendung der allgemeinen Poisson-Verteilungen zur Beschreibung der zahlenmässigen Verteilung von mikroskopischen Teilchen, mit besonderer Rücksicht auf die Oxydeinschlüsse . S 340**

Mathematisch-statistische Methoden zur Beschreibung der zahlenmässigen Verteilung von mikroskopischen Teilchen, besonders von Oxydeinschlüssen. Die Zahl der im Blickfeld erscheinenden Oxydeinschlüsse in Probekörpern aus Kugellagerstahl wurde mit einem automatischen Quantimet-Apparat gemessen. Es zeigte sich, dass zur Annäherung der gemessenen Einschlussverteilung die verallgemeinerte Poisson-Verteilung mit Erfolg anwendbar ist.

Dr. L. Tóth—J. Imre: **Die Bestimmung der theoretische und versuchmässige mittlere Streckfaktor S 345**

Untersucht wurde der mittlere Streckfaktor von Formprofilen. Eine theoretisch entwickelte und versuchsmässig bewiesene annäherndeRechnungsmethode, welche zur Kontrolle der Kaliberfüllung bei Quadrat-, Rauteund verschiedenen Formkalibern geeignet ist. Die abgeleiteten Zusammenhänge sind bei der Plannung und Modernisierung der Walztechnologie anwendbar. Aufrund der Auswertung der Betriebserfahrungen über Formstiche konnte die mittlere Breitung berechnet werden. Im Kenntnis der auf den Kaliber bezogenen mittleren Breitung können die Voraussetzungen des Kaliberfüllens bestimmt werden. Die Methode wird an einer Winkelstahlkalibrierung vorgezeigt.

Gy. Schmidt Jr.: **Stahlguss mit Schieberverschluss S 350**

Die Entwicklung der Stahlerzeugungsverfahren, die Vakuummetallurgie im Grossbetrieb, die Gasbehandlung des Stahles und die rasche Verbreitun des Stranggusses haben die Entwicklung eines modernen Pfannenverschlusses anstelle des Stopfens erfordert. Beim Giessen mit Schieberverschluss entfällt das Stopfenbewegungssystem, damit steigt die Pfannenkapazität, das Gewicht des feuerfesten Werkstoffes ist beim Schieber bedeutend geringer, als beim Stopfen. In der Pfanne mit Schieberverschluss kann man die übrigen metallurgischen Operationen gefahrlos durchführen und den Giessstrahl nach Bedarf regulieren. Die Menge des Ausschusses beim Giessen nimmt ab, das Ausbringen steigt und hinsichtlich der Betriebssicherheit ist der Schieberverschluss viel vorteilhafter.

L. Ivócs—Gy. Filep: **Die Zukunft der monolythischen Ausfütterung von Stahlwerkspfannen . . S 356**

Die rasche Entwicklung der Stahlerzeugungstechnologien wirkte günstig auch auf die erfolgreiche Forschung der anwendbaren ff.-Werkstoffe. In den letzten Jahren verbreitet sich auch die monolythische Ausmauerung der Stahlwerkspfannen. Es werden sauere Stampfmassen angewendet. Eigenschaften der einheimischen synthetischen Stampfmasse, namens „Badurit„ und die damit erreichten Ergebnisse.

Gy. Terényi: **Die Anwendung von ff. Ausmauerungswerkstoffen mit Silizium-Oxynitrid Bindung in den Elektrlyse-Wannen** ..... **S 367**

Die rasche Entwicklung der Technik und Wissenschaft in den letzten Jahren sowie die Intersifizierung der Erzeugungsprozesse haben die Forschung auf dem Gebiet der ff.-Werkstoffe günstig beeinflusst. Viele neue, bisher unbekannte ff.-Werkstoffe wurden entwickelt und zwar auch für die Öfen der Aluminiumindustrie, insbesonder für die Elektrolyse-Wannen. Als erste Stufe der Entwicklung wurden hochdichte graphitisierte Platten angewendet, später kamen zur Anwendung die hochdichten, selbstbindenden (self-bonded) Siliziumkarbid- und -nitrid-Platten, sowie die Siliziumkarbid Futterplatten mit Oxynitridbindung.

Frau Gy. Posgay—Frau Borsodi (M. Kovács): **Angaben zur Magnesiumbestimmung im Reinaluminium mit dem Atomabsorptions Spektrophotometer** ..... **S 370**

Der Magnesiumgehalt des Reinaluminiums kann nach dem Anreichern an einem Kadmiumhydroxyd-Kollektor aus der salzsauren Lösung infolge der wechselnden Mengen der aluminiumverunreinigung mittels einer Eichkurve nur auf Grund der Absorption in einer Dinitrogenoxyd-Azetylen-Glamme ausgewettet werden. Das Additionsvecfahren liefert gute Ergebnisse sowohl in der Luft-Azetylen- als in der Dinitrogenoyyd-Azetylen-Flamme. Zur Bestimmung eines Magnesiumgehaltes in der Grössenordnung von einigen ppm ist das empfindlichere Luft-Azetylenflamme-Additionsverfahren zu empfehlen.

Dr. L. Schippert: **Einfluss der Band- und Walzenoberfläche auf die Grösse des Neutralwinkels beim Kaltwalzen** ..... **S 374**

Die Reibung beim Band-Kaltwalzen hängt von vielen Faktoren ab. Der Verfasser hat versuchsmässig den Einfluss der Oberflächenkennwerte

der Walzen und des Walzbandes auf den Neutralwinkel und auf den Reibungsfaktor geprüft. Die Walzgeschwindigkeit und das Schmiermittel waren bei den Versuchen konstant, jedoch wurde das Walzgut (Legierung, Festigkeitseigenschaften), die verwendete Reduktion und die geometrischen Walzkennwerte geändert. Die Folgerungen betreffen die Walzfälle, in denen die Bedingungen der Flächendeformation gelten. Mehrere Zahlenbeispiele beweisen die annehmbare Genauigkeit der vorgeschlagenen Zusammenhänge.

Frau L. Horváth—G. Linay: **Der Elastizittätsmodul von dünnen Aluminiumzerzeugnissen ..... S 379**

Die Arbeit beschriebt die Bestimmung des Elastitätsmoduls von dünnen Aluminiumerzeugnissen auf Grund der Messung der Eigenfrequenz. Das Verfahren hat den Vorteil, dass es kleine Probekör per erfordert, eine ausreichende Genauigkeit aufweist und dass sich diese zerstörungfreie Prüfung auch zum Verfolgen der durch die Wärmebehandlung am Probekörper hervorgerufenen Veränderungen.

CONTENTS

Dr. J. Tóth—T. Sheppard: **The influence of the pass schedule and the direction of rolling on the plastic anisotropy and the hardening exponent ..... P 337**

The authors have studied the relationship between the reduction per pass, the plastic anisotropy and the hardening exponent for four different directions of rolling.

T. Réti: **Application of generalized Poisson distributions to describe the numerical distribution of microscopic particles, specially of oxide inclusions ..... P 340**

The paper discusses mathematical statistical methods for describing the numerical distribution of microscopic particles, especially oxide inclusions. On specimens machined from ball bearing steels the number of inclusions per field of vision was measured with an automatic Quantimet instrument. The generalized Poisson distributions can be used successfully to approximate the measured inclusion distributions.

Dr. L. Tóth—J. Imre: **The theoretical and experimental determination of the medium stretching factor ..... P 345**

The paper discusses the determination of the average stretching factor of profiles. The theoretical derivation and experimental proof of an approximate method of calculation is presented for checking the filling of square, rhomboidal etc. calibers. The relationships can be employed in the design and modernization of rolling technology. The authors recommend a modern technological principle, namely the calculation of the average widening factor from the evaluation of the plant experiences concerning profile passes. In the knowledge of this factor the conditions of complete filling of the caliber can be found and considered in modernizing the technology. The authors give an example for angle irons.

Gy. Schmidt Jr.: **Steel casting from ladles with gate valves ..... P 350**

The development of steelmaking processes, large-scale vacuum metallurgy, the treatment of steel with gases and continuous steel casting have led to the development of a novel ladle closing device instead of the stopper. The gate valve eliminates the stopper actuating device, the ladle capacity increases, the weight of the refractory of the gate valve is much less than that of the stopper. Metallurgical operations can be carried out with safety in the gatevalve ladle, the steel jet can be regulated at will and the amount of scrap is reduced. The yield is improved and the gate valve has great advantages from the point of view of labour safety.

L. Ivócs—Gy. Filep: **The future of monolithic linings in the tapping ladles of the steel plant ..... P 356**

The rapid progress of steelmaking technology is reflected in the research and development of refractories. Monolithic acid linings have been introduced recently for tapping ladles. The authors describe the properties of the synthetic ramming material produced in Hungary under the name of ,,badurite" and the results achieved with its application.

Gy. Terényi: **Application of refrectory linings with silicon oxinitride binder in electrolysing baths .. P 367**

The rapid technical progress and the intensification of production have had a favourable influence on research in the field. of refractories. Many new or unusual refractories have been developed, many of them for the furnaces of the aluminium industry, including the electrolyzing baths. In the first stage graphitized plates with improved density were used, later high-density selfbonded or nitride-or oxinitride-bonded lining plates were introduced in several countries.

Mrs. Gy. Posgay—Mrs. Borsodi (M. Kovács): **Determination of magnesium in pure aluminium with an atomic absorption spectrophotometer .. P 370**

The magnesium content of pure aluminium can be measured in the hydrochloric acid solution obtained after enrichment on a cadmium hydroxyde collector only from the absorption in the dinitrogen oxideacetylene flame — using a calibrating curve — because of the varying amounts of aluminium contamination. The method of addition furnishes good results in both an air-acetylene and a dinitrogen oxideacetylene flame, but the more sensitive air-acetylene flame method is preferable for magnesium contents of the order a few ppm.

Dr. L. Schippert: **The influence of strip and roll surface on the neutral angle in cold rolling ..... P 372**

The friction in the cold rolling of strip depends on many factors. The author has carried out experiments to test the influence of the surface characteristics of the rolls and the rolled strip on the neutral angle and on the friction coefficient. The lubricants and the speed of rolling were held constant in the tests, but the rolled material (allyo, strength properties), the employed reduction and the geometric rolling characteristics changed. The conclusions refer to cases of rolling where the conditions of plane deformation prevail. Several numerical examples prove the acceptable accuracy of the proposed relationships.

Mrs. L. Horváth—G. Sinay: **The modulus of elasticity of thin aluminium products ..... P 379**

The paper describes the measurement of the modulus of elasticity for thin aluminium products on the basis of measuring the auto-frequencies. The method requires small specimens, its accuracy is satisfactory and since the test is nondestructive, changes caused by heat treatment can be studied in the same specimen.

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
GARAY LÁSZLÓ, HANTÓ KÁLMÁN, KOLLÁR SÁNDOR, KOLOSY ERNŐ, DR. VERŐ BALÁZS.

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, CSEH MIKLÓS, DR. FUCHS ERIK, DR. HAJTÓ NÁNDOR, HARRACH WALTER, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VAS IVÁN.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

108. évfolyam 8. szám 1975. augusztus

A szúrásterv és a hengerlési irány hatása a képlékenységi anizotrópiára és keményedési kitevőre

Dr. TÓTH JÁNOS okl. kohómérnök,
Vasipari Kutató Intézet

SHEPPARD TERRY
Imperial College of Science and Technology, London

DK: 621.771.013

Szerzők vizsgálták négy különböző hengerlési irány, valamint az egy szúrás alatt alkalmazott fogyás nagysága és a képlékenységi anizotrópia, valamint a keményedési kitevő közötti összefüggést.

A kísérletek leírása

Lankford és társai [1] úttörő munkái óta a kutatók lankadatlan figyelemmel foglalkoznak a képlékenységi anizotrópia és keményedési kitevő problémájával [2—5].

Az általunk ismert munkák közül azonban csak egy [5] van, amely a szúrástervvel foglalkozik, de ez is csak a közbenső lágyítás előtt, illetve után alkalmazott fogyás hatását vizsgálja az $\bar{r}$-értékre. Így kézenfekvőnek látszott, hogy közbenső hőkezelés nélkül készrehengerlés és a szokásos üzemi lágyítás után megvizsgáljuk az $\bar{r}$ és $\bar{n}$ értékeket. A világon a folytatólagos hideghengersorok mellett még igen sok reverzáló hideghengersor is működik, így a hengerlési irány hatásának tanulmányozása a fenti két paraméterre szintén szükségesnek látszott.

A kísérleteket az Imperial Royal College kísérleti duó hengersorán végeztük. A hengerek palást hossza 300 mm, átmérője 250 mm, a hengerlési sebesség 10 m/perc volt.

A felhasznált 3,2 mm-es meleg szalag kémiai összetétele a következő:

C = 0,037%
Mn = 0,31%
Si < 0,002%
S = 0,017%
P = 0,01%

Négyféle hengerlési irányt alkalmaztunk:

1. folytatólagos hengerlés (jelzés: *U*);
2. folytatólagos hengerlés, de az utolsó szúrást ellenkező irányban alkalmaztuk (jelzés: *UO*);
3. reverzáló hengerlés (jelzés: *R*);
4. keresztirányú hengerlés (jelzés: *C*).

67% összfogyás és 1 mm-es végméret mellett a szúrások száma 4, 6, 8, 10, 12 és 16 volt, ami sorrendben 25, 17, 13, 11, 9 és 6,7% szúrásonkénti fogyásnak felel meg.

A hideghengerlésnél kenést nem alkalmaztunk. Hideghengerlés után az angol szabvány (BS-18) szerinti próbatesteket stancoltuk és a kész próbatesteket védőgázban 680 °C-on hőkezeltük. A próbákat hengerlési-, arra merőleges- és 45°-os irányban vettük; irányonként két-két darabot.

A kész próbatestek szakítóvizsgálata után meghatároztuk a képlékenységi anizotrópiát és keményedési kitevőt, a folyási határt és szakítószilárdságot a fenti három irányban (0°-, 90°- és 45°-os értékek). Ezekből számítottuk a képlékenységi anizotrópia és keményedési kitevő átlag értékeit ($\bar{r}$ és $\bar{n}$) a következő egyenletek szerint:

$$\bar{r} = \frac{r_{0°} + r_{90°} + 2r_{45°}}{4} \qquad (1)$$

$$\bar{n} = \frac{n_{0°} + n_{90°} + 2n_{45°}}{4} \qquad (2)$$

Meghatároztuk a fülesedésre jellemző Δr értéket is:

$$\Delta r = \frac{r_{0°} + r_{90°}}{2} - r_{45°} \qquad (3)$$

A szakítóvizsgálatokkal párhuzamosan egy Hilley típusú gépen csészehúzó vizsgálatokat is végeztünk. 60 mm átmérőjű terítékből 32 mm átmérőjű lapos fenekű csészéket húztunk. Kenőanyagként polyetilént használtunk. A négy párhuzamos próbán mért adatok alapján meghatároztuk a csészék füleinek átlag magasságát (h).

Kísérleti eredmények

A lágyított lemezek vizsgálata alapján a következő függvény kapcsolattal jellemezhető diagramokat építettük fel (ε a hideghengerlési fogyást jelzi.):

$$r_{0°};\ r_{90°};\ r_{45°};\ \bar{r};\ \Delta r;\ h=f(\varepsilon) \quad (4)$$

$$n_{0°};\ n_{90°};\ n_{45°};\ \bar{n}=f(\varepsilon) \quad (5)$$

$$R_{m0°};\ R_{m90°};\ R_{m45°};\ \bar{R}_m=f(\varepsilon) \quad (6)$$

$$R_{eL0°};\ R_{eL90°};\ R_{eL45°};\ R_{eL45°}=f(\varepsilon) \quad (7)$$

Fentiek szerint felépített 18 diagram alapján a vizsgált paraméterekre a következő kísérleti eredményeket kaptuk.

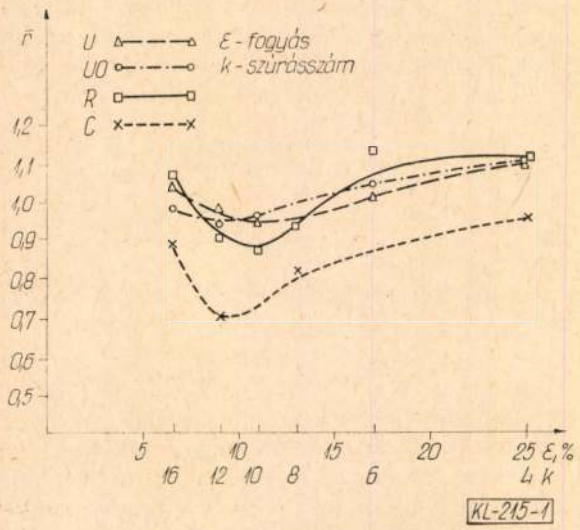
a) Képlékenységi anizotrópia:

A szúrások számának növelésével, vagyis, ha az egy szúrás alatt alkalmazott fogyás kisebb, a képlékenységi anizotrópia három irányban (hengerlési, merőleges és átlós) mért átlag értéke ($\bar{r}$) gyengén csökkenő tendenciát mutat. Feltételezhető, hogyha az egy szúrás alatti fogyás értéke 10% körül van, $\bar{r}$ minimumot mutat *(1. ábra)*. Ha az egy szúrás alatt alkalmazott fogyás nagysága 15—25% körül van a négy hengerlési technológia közül a reverzáló eredményezi a legnagyobb $\bar{r}$ értéket(1. ábra).

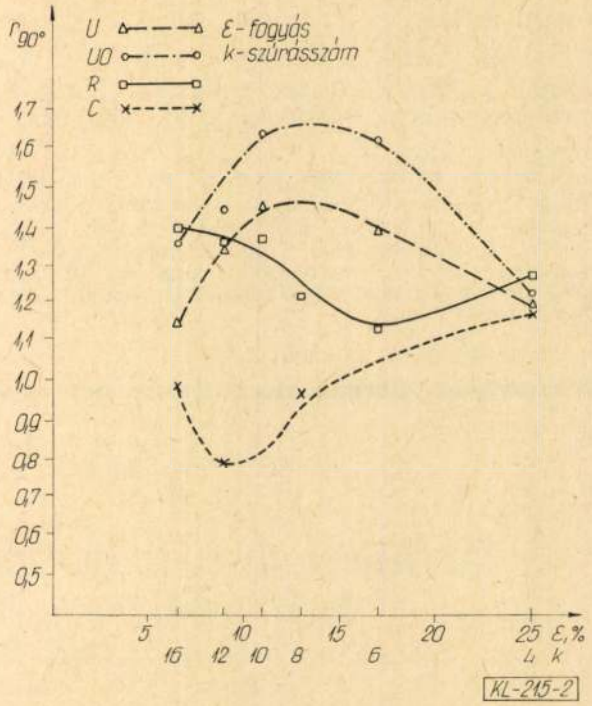
Ugyanakkor azonban ez vezet a legmagasabb fülekhez is *(3. ábra)*. Így ezeknél az üzemi értékeknek leginkább megfelelő fogyásoknál célszerű a valamivel alacsonyabb $\bar{r}$ értéket adó, de jóval kisebb füleket eredményező egyirányú hengerlés alkalmazása (3. ábra).

Valamennyi alkalmazott technológia közül (U; UO; R és C) legalacsonyabb r értéket a keresztirányú hengerlési (C) eredményez. Az $r_{90°}$ esetében az UO és U technológia maximumos, míg az R és C technológia minimumos görbe szerint változik. Az átlag értékeknél ($\bar{r}$) azonban a különbségek kiegyenlítődnek (1. és *2. ábra*).

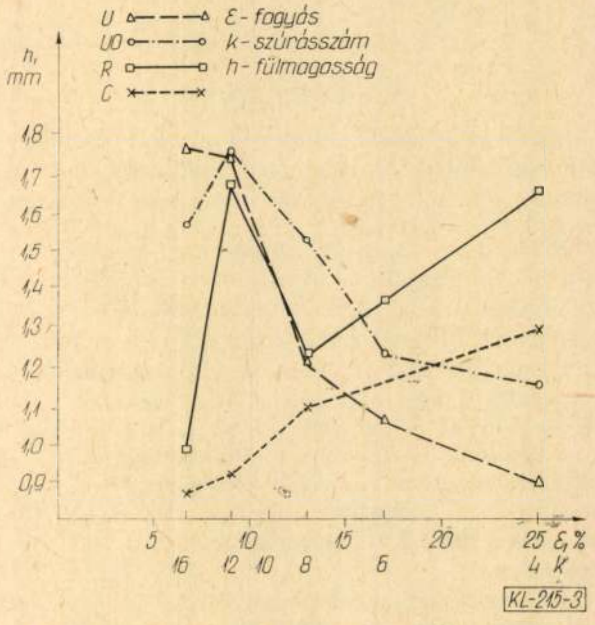
A hossz- és keresztirányú próbák r értékei körülbelül azonosak; az átlós próbák képlékenységi anizotrópiája azonban jelentősen kisebb.



1. ábra. A szúrásszám és hengerlési irány hatása a képlékenységi anizotrópia átlag értékére



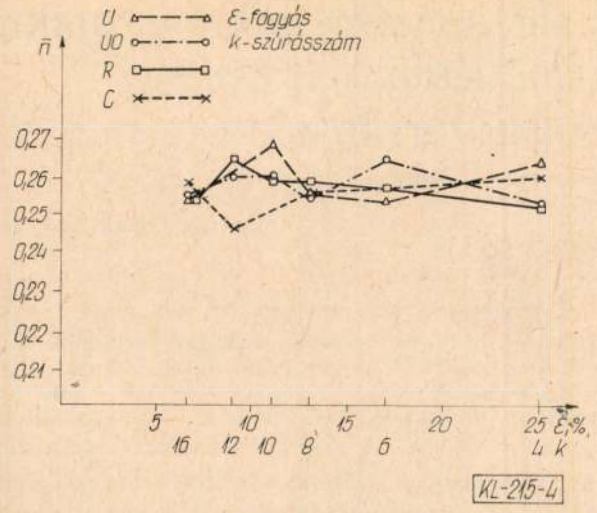
2. ábra. A szúrásszám és hengerlési irány hatása a keresztirányú próbák képlékenységi anizotrópiájára



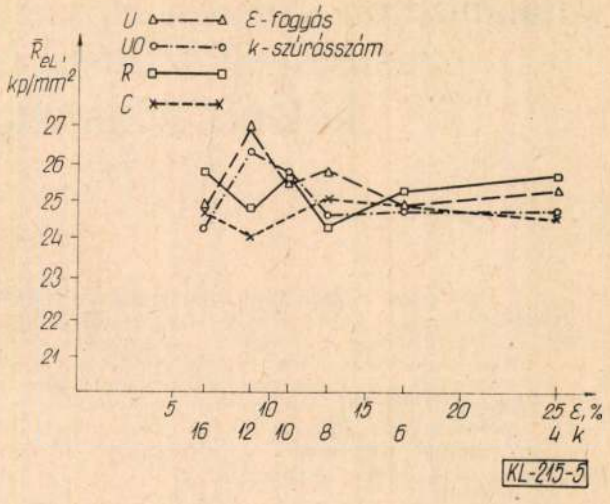
3. ábra. A szúrásszám és hengerlési irány hatása a fülek magasságára

Korábbi munkánk eredményével megegyezően [6] a fülek valamennyi vizsgált esetben a hengerlési, illetve arra merőleges irányban keletkeztek. A fülek tehát abban az irányban keletkeznek, amelyben az r érték nagyobb. A (3) összefüggésnek megfelelően, ha Δr pozitív 0° és 90°-os irányban, ha Δr negatív, 45°-os irányban.

Az 1—3. bekezdésben részletezett kísérleti eredményeink azzal magyarázhatók, hogy a szúrások számának növelése — azonos összfogyás mellett —, vagy a hengerlési irányának változása (U, UO,



4. ábra. A szúrásszám és hengerlési irány hatása a keményedési kitevőre



5. ábra. A szúrásszám és hengerlési irány hatása a folyáshatárra

R és C technológiák) kedvezőtlenül hat az {111} és {100} textúra komponensek viszonyára. Célszerű, ha az általunk alkalmazott összfogyásnál ez a viszony a lehető legnagyobb, azaz, ha kevés az {100} komponens [5]. További munkánk során ezt a feltételezést kísérletekkel kívánjuk igazolni.

A 4. és 5. bekezdésben foglaltakat a mélyhúzólemezek lágyítási textúrájának 90°-os szimmetriája magyarázza.

b) Keményedési kitevő

A három irányban mért keményedési kitevő átlag értéke ($\bar{n}$) nem függ sem az egy szúrás alatt alkalmazott fogyás nagyságától, sem a hengerlés irányától *(4. ábra)*.

A hengerlési iránnyal megegyező, illetve arra merőleges próbák n értékei körülbelül azonos nagyságúak. Az átlós próbák keményedési kitevője azonban valamivel kisebb.

A 45°-os próbák kisebb n értéke magyarázható a fentebb már említett szimmetriával.

c) Folyáshatár és szakítószilárdság

A három irányban mért átlag folyáshatár ($\bar{R}_{eL}$) maximális értéket mutat a reverzáló hengerlés esetében, ha az egy szúrás alatt alkalmazott fogyás 15—25% között van. A folytatólagosan hengerelt lemezek folyáshatár értéke ugyanezen fogyások mellett alacsonyabb, így ez a technológia kedvezőbb a mélyhúzó lemezek szempontjából. Ha a folytatólagosan hengerelt lemezen az utolsó szúrást ellenkező irányban alkalmazzuk (*UO* technológia), valamennyi szúrásszámnál további folyáshatár csökkenés érhető el *(5. ábra)*.

A keresztirányú hengerlési után kapott folyáshatár értékek a másik három technológia (U, UO, R) értékei alsó szintjének felelnek meg.

Ugyanazon technológiai variánson belül a hossz-, kereszt- és átlós irányú próbák közül általában a keresztirányúak adják a legkisebb értéket.

A szakítószilárdság a folyáshatárhoz hasonlóan viselkedik, azzal a különbséggel, hogy az ellenkező irányú utolsó szúrásnak itt nincs egyértelmű szilárdságcsökkentő hatása.

Következtetések

60—70% összfogyás mellett a szúrások számának növelése, vagyis az egy szúrásban alkalmazott fogyás csökkentése kedvezőtlenül hat a mélyhúzhatóságra.

Üzemi körülmények között az egy szúrás alatt alkalmazott fogyás nagysága hideghengerlésnél általában 15—25%. Ilyen fogyások mellett a folytatólagos hengerlés biztosítja a legkedvezőbb mélyhúzási tulajdonságokat.

Régi elképzelésekkel ellentétben a keresztirányú hengerlés nem javítja, hanem rontja a mélyhúzhatóságot.

Befejezésül szeretnénk megköszönni az Imperial Royal College-nak, hogy lehetővé tette a cikkben ismertetett kísérletek lefolytatását.

IRODALOM

[1] *Lankford—Snyder—Bauscher:* Trans. ASM. 1950. 42. 1197.
[2] *Lloyd, D. H.:* Sheet Metal Industry jan—máj. 1962.
[3] *Duckword, W. E.—Baird, J. D.:* J. I. S. I. June 1969.
[4] *Whiteley, R. L.:* Flat Rolled Producte III. New-York—London 1967.
[5] *Donald, J.—Blickwede:* New knowledge about sheet steel Metal Progress, December 1968—November 1969.
[6] *Tóth J.:* BKL—Kohászat 1968 No 6.

Felhívjuk tagjaink figyelmét, hogy az ezévi pályázatok benyujtásának határideje dec. 31-e. Részletes feltételek 1975. 1. számunk borítólapján, ill. 4. sz. 174. oldalán.

Általánosított Poisson-eloszlások alkalmazása mikroszkopikus részecskék számszerinti eloszlásának leírására, különös tekintettel az oxidzárványokra

RÉTI TAMÁS okl. üzemmérnök, okl. matematikus
Gépipari Technológiai Intézet

DK: 620.192.45: 519.214.3

A dolgozat mikroszkopikus részecskék, konkrétabban oxidzárványok szám szerinti eloszlásának leírására alkalmas matematikai-statisztikai módszerekkel foglalkozik. Golyóscsapágyacélból kimunkált próbatesteken a látómezőnkénti oxidzárványszámot Quantimet-típusú, automatikus képelemző berendezéssel mérték. Bebizonyosodott, hogy a mért zárványeloszlás közelítésére az általánosított Poisson-eloszlások sikerrel alkalmazhatók.

A kvantitatív mikroszkópiában a mikroszkopikus részecskék számszerinti eloszlásának meghatározása nem egy esetben = például a zárványosság automatikus képelemző berendezéssel végzett minősítésekor = megkülönböztetett jelentőségű. Jelen dolgozat mikroszkopikus részecskék, pontosabban oxidzárványok eloszlásának leírására alkalmas matematikai-statisztikai módszerekkel foglalkozik, melyek lehetővé teszik a mérési eredmények statisztikus értékelését és számítógépes feldolgozását. Az automatikus képelemző berendezések által szolgáltatott nagyszámú adatot csak úgy lehet eredményesen elemezni, ha előre kidolgozott összefüggések, elméletileg helyesen megalapozott modellek bizonyos választéka áll a kutatók rendelkezésére. Ilyen értelemben a dolgozatban tárgyalt matematikai-statisztikai módszerek fontosak az anyagvizsgáló szakemberek számára is.

A valószínűségszámításban azok a problémák, melyek a tér vagy sík adott mértékű tartományában, véletlenszerűen elhelyezkedő, viszonylag kis kiterjedésű egyedek eloszlásával kapcsolatosak, *véletlen ponteloszlási* vagy *pontelhelyezési problémák* néven ismeretesek. Mivel a fémes mátrixba ágyazott diszperz metallográfiai rendszerek tanulmányozásához, a morfológiai jellemzők eloszlásának leírásához különösképp a ponteloszlási problémák elmélete adja az alkalmas modelleket, ezért a kísérleti eredmények értékelésében jelentős mértékben támaszkodtunk a témakörbe vágó valószínűségszámítási ismeretekre.

Véletlen ponteloszlások néhány tulajdonsága

Véletlen térbeli (vagy síkbeli) ponteloszlásnak, szokás nevezni minden olyan véletlen eseményt (eseménysorozatot), mely a tér (vagy sík) véges vagy végtelen pontsorozatával jellemezhető [1—4]. Egy ponteloszlás „független növekményű", ha a tér közösrész nélküli, más szóval diszjunkt tartományaiba eső pontok száma független valószínűségi változó. Ha a tér tetszőleges tartományába eső véletlen pontok száma független a tartomány helyzetétől és alakjától, csupán annak mértékétől függ, a véletlen ponteloszlást „homogén növekményűnek" tekintjük.

Legyen A egy tetszőleges térrész vagy síktartomány. Jelöljük az $m(A)$ mértékű térrészbe vagy síktartományba eső véletlen pontok számát $\xi(A)$-val, és annak valószínűségét, hogy az A jelű tartományban éppen k db véletlen pont található $P\{\xi(A)=k\}$-val. A fenti jelölések és definíciók felhasználásával a következő állítás fogalmazható meg: Ha egy véletlen ponteloszlás független növekményű és létezik olyan $p(\vec{t})$ folytonos skalár-vektor függvény (a $\vec{t}$ a tér vagy sík egy adott pontjához tartozó helyvektort jelöli), melyre az alábbi összefüggések teljesülnek:

$$P\{\xi(A)=1\}=p(\vec{t})\ \mathrm{m}(A)+o[m/A]^*$$
$$P\{\xi(A)>1\}=o[m/A]$$

akkor az A tartományban található véletlen pontok száma *Poisson*-eloszlású, vagyis

$$P\{\xi(A)=k\}=\frac{\{M[\xi(A)]\}^k}{k!}e^{-M[\xi(A)]}, \qquad (1)$$

ahol

$$M[\xi(A)]=\int_A p(\vec{t})\,\mathrm{d}\vec{t}.$$

Ezek szerint Poisson-típusúak az (1) valószínűségeloszlással leírható véletlen ponteloszlások. A fentiekből az is következik, hogy amennyiben $p(\vec{t})$ konstans függvény, vagyis $p(\vec{t})=\lambda$ (ahol $\lambda>0$), akkor

$$M[\xi(A)]=\lambda\ m(A),$$

tehát a ponteloszlás homogén növekményű is. A λ pozitív állandó az egységnyi mértékű tartományba eső véletlen pontok számának várható értékével egyenlő. A $p(\vec{t})$ függvény szokásos elnevezése *pontsűrűség*.

Valójában az előzőknél egyszerűbb és természetesebb feltevések is Poisson eloszláshoz vezetnek. Bizonyítható [4], hogy mindazon esetekben, amelyekben a tér (vagy sík) egy véges T-vel jelölt tartományában a véletlen pontok száma „elég nagy", és ez utóbbiak $\vec{t}(t_1, t_2, t_3)$ koordinátái egyenletes eloszlásúak T-ben — ami azt jelenti, hogy a T tartomány tetszőleges T_1 részében található véletlen pontok száma arányos T_1 mértékével, $m(T_1)$-el, akkor a T_1-ben a véletlen pontok száma homogén Poisson eloszlású.

*Az o (ordó) jelölés az ún. Landau szimbólum; $g(x)=o[h(x)]$ definíció szerint azt jelenti, hogy $\lim_{x\to 0}\frac{g(x)}{h(x)}=0$

Poisson-típusú modell alkalmazásának lehetőségei a zárványszám-eloszlás leírására

A Poisson-típusú véletlen ponteloszláson alapuló modellek és statisztikai módszerek alkalmazásának igénye az automatikus képelemző berendezéssel végzett zárványszámlálás eredményeinek értékelésekor merült fel. Ilyen méréseket 1,5% krómtartalmú golyóscsapágyacélon végeztük, a próbatesteket ugyanazon 60 mm átmérőjű rúdacél szélső, illetve középső rétegéből munkáltuk ki. A próbatesteknek az alakítás irányával párhuzamos csiszolati síkján 200—200 látómezőt minősítettünk 340-szeres nagyításban, az oxidtípusú zárványok számát látómezőnként feljegyeztük. A hisztogramokat, valamint az $\bar{x}_{sz}$-el és $\bar{x}_k$-el jelölt átlagokat (*sz* és *k* index a szélső, illetve középső rétegéből kimunkált próbatestre utal) az *1. ábra* mutatja. Az átlagokat összehasonlítva megállapítható, hogy közülük a szélső próbához tartozó a nagyobb. Ennek valószínű oka az, hogy az oxidtípusú rideg zárványok a nagyobb alakváltozást szenvedő szélső rétegben erőteljesebben aprózódtak, mint a középsőben. Mivel a képelemző készülékkel kapott zárványossági jellemzők meghatározása síkmetszetek vizsgálatán alapszik, így ezek a térbeli zárványeloszlásra, illetve a térbeli pontsűrűség-függvény alakjára vonatkozóan kevés információt adnak. A viszonylag kisszámú mérési eredmény alapján — a matematikai modell felállítása céljából — a valóságos viszonyokat nyilvánvalóan leegyszerűsítve feltételeztük, hogy a golyóscsapágyacélból kovácsolt, körszelvényű rúd esetében a zárványeloszlást meghatározó térbeli pontsűrűség-függvény alakilag a *2. ábrán* feltüntetetthez hasonló legyen.

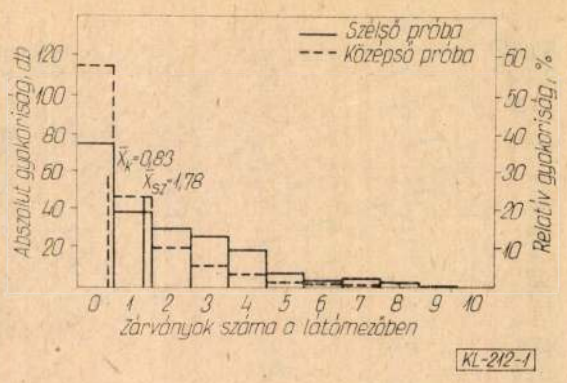
A (ϱ, φ, z) hengerkoordinátarendszerben a $p(\varrho, \varphi, z)$ térbeli pontsűrűség a φ és z változók szerint konstans, a ϱ változó szerint viszont monoton növekedő függvény. Tehát a pontsűrűség — jelen esetben zárványsűrűség — csupán a hengeres test sugarától függ. Feltételezve, hogy az oxidzárványok száma Poisso-eloszlású, a 2. ábrán A-val jelölt hengerszegmens alakú térrészben a zárványok $\xi(A)$ számának várható értékére az alábbi összefüggés adódik:

$$M(\xi(A)) = \int_A p(\varrho, \varphi, z)\,\mathrm{d}A =$$

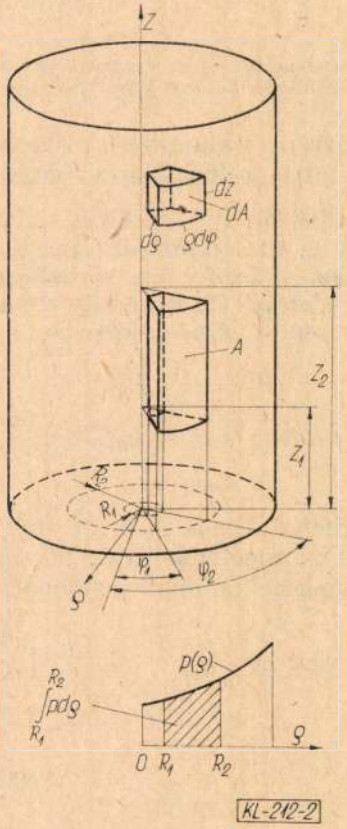
$$= \int_{R_1}^{R_2} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \int_{Z_1}^{Z_2} p\,\mathrm{d}z\,\mathrm{d}\varphi\,\mathrm{d}\varrho =$$

$$= (Z_2 - Z_1)(\varphi_2 - \varphi_1) \int_{R_1}^{R_2} p\,\mathrm{d}\varrho$$

A gyakorlati lehetőségeket számba véve (pl. kémiai zárványizoláció), a térbeli pontsűrűség becslése még olyan esetekben is rendkívüli nehézséggel jár, amikor az öntött vagy alakított acél egyszerűbb geometriájú, sík- vagy forgásszimmetrikus termék alakját ölti. Ezért a következőkben az oxidzárványok szám szerinti eloszlásának tanulmányozásában kizárólag „síkbeli ponteloszlási modellek"



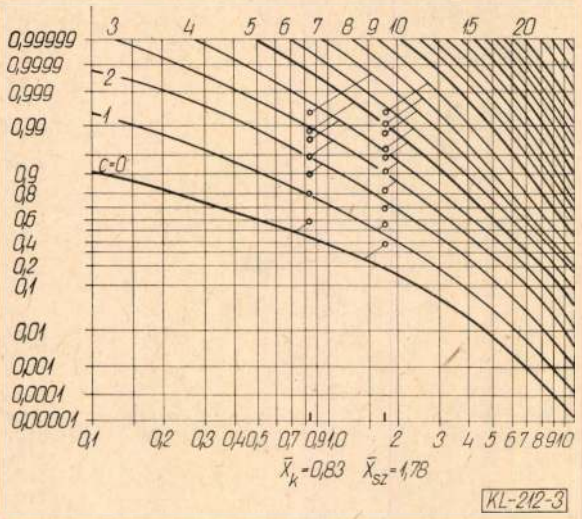
1. ábra. Quantimet típusú, automatikus képelemző berendezéssel végzett mérések nyomán szerkesztett hisztogramok



2. ábra. Elvi vázlat zárványeloszlás Poisson-típusú modelljéhez

vizsgálatára szorítkoztunk, különös tekintettel a Poisson-típusúak konkrét gyakorlati esetekben való alkalmazására.

Mindenekelőtt kézenfekvőnek tűnt az a hipotézis, hogy a mikroszkóp látómezejébe — más szóval a televíziós mikroszkóp képterébe — eső oxidzárványok száma homogén (növekményű) Poisson-eloszlást követ. Avégett, hogy erről meggyőződjünk, a korábban említett 200—200 mérési adatból számított kummulatív valószínűségeket az átlagok függvényében Poisson valószínűségi hálózatban ábrázoltuk (*3. ábra*). A grafikus illeszkedés vizsgálat azonban — amint az ábra is bizonyítja —, kizárta a homogén Poisson-eloszlással való közelítés lehetőségét.



3. ábra. Grafikus illeszkedésvizsgálat Poisson-féle valószínűségi hálózat felhasználásával

Oxidzárványok szám szerinti eloszlásának leírása általánosított Poisson-eloszlásokkal

A továbbiakban figyelmünket a Poisson-eloszlásnak arra az általánosítására irányítottuk, mely az ún. *Gram—Charlier*-féle sorbafejtés *B*-típusú változatán alapszik [5, 8]. Az ily módon általánosított, *n*-edrendű *Poisson*-eloszlás a következő alakú:

$$P\{\xi = x\} = F_n(x) =$$

$$= \{a_0 G_0(x) + a_1 G_1(x) + \ldots + a_n G_n(x)\} \frac{m^x}{x!} e^{-m} \qquad (2)$$

$$x = 0, 1, \ldots$$

A fenti kifejezésben az $m, a_1, \ldots a_n$ a minta alapján becsült paraméterek; $G_0(x)$, $G_1(x)$, ... $G_n(x)$ az alábbi képlettel definiált polinomok:

$$G_s(x) = \frac{s!}{m^s} \sum_{i=0}^{s} (-1)^i \frac{m^i}{i!} \binom{x}{s-i} \qquad (3)$$

A $G_s(x)$ polinomok s-ed fokúak, és ortogonálisak a következő értelemben

$$\sum_{x=0}^{\infty} G_r(x) G_s(x) \frac{m^x}{x!} e^{-m} = \begin{cases} 0 & \text{ha } r \neq s \\ \dfrac{s!}{m^s} & \text{ha } r = s \end{cases}$$

A (2) valószínűségeloszlásban szereplő a_s paraméterek meghatározásakor a $G_s(x)$ polinomok ortogonalitását használjuk fel. Az általánosított Poisson-eloszlás rendjét hosszadalmas számítások elkerülése végett nem célszerű 4—5-nél nagyobbra választani, hacsak nem számítógéppel dolgozunk. A (3) képlet szerint kifejtett $G_s(x)$ polinomokat az $s = 0, 1, 2, 3$ és 4 esetre vonatkozóan az *1. táblázat*-ban tüntettük fel.

Ami az a_s együtthatók meghatározását illeti, ehhez mindenekelőtt az ún. *faktoriális momentumok* számítása szükséges. Egy tetszőleges m_s s-ed fokú faktoriális momentum kiszámítására az

$$m_s = \sum_{x=0} \frac{k_x}{N} x(x-1)\ldots(x-s+1) \qquad (4)$$

képlet szolgál, ahol a k_x/N hányados a mérési adatokból becsült relatív gyakoriság. (Jelen esetben $N = 200$ és a számításokhoz a középső próbát véve alapul — lásd *1. táblázat* — $x = 0,1—7$.) Megállapodás szerint az első faktoriális momentumot m-mel jelöljük, m a (4) képlet szerint épp a mérési adatok átlaga.

A faktoriális momentumok ismeretében kerül sor az a_s együtthatók meghatározására. Az

$$a_s = \frac{1}{s!}(m - m)^s$$

összefüggéssel számíthatjuk őket a jobb oldalon kijelölt formális hatványozási művelet elvégzésével. Formális műveletről azért beszélünk, mert az a_s-et definiáló képletben a hatványozást csupán szimbolikusan kell érteni és alkalmazni, következés-

1. táblázat

Ortogonális polinomok és együtthatóik

$$G_0(x) = 1$$

$$G_1(x) = \frac{x}{m} - 1$$

$$G_2(x) = \frac{x(x-1)}{m^2} - 2\frac{x}{m} + 1$$

$$G_3(x) = \frac{x(x-1)(x-2)}{m^3} - 3\frac{x(x-1)}{m^2} + 3\frac{x}{m} - 1$$

$$G_4(x) = \frac{x(x-1)(x-2)(x-3)}{m^4} - 4\frac{x(x-1)(x-2)}{m^3} - 6\frac{x(x-1)}{m^2} + 4\frac{x}{m} + 1$$

$$a_0 = 1$$

$$a_1 = 0$$

$$a_2 = \frac{1}{2}(m_2 - m^2)$$

$$a_3 = \frac{1}{6}(m_3 - 3m_2 m + 2m^3)$$

$$a_4 = \frac{1}{24}(m_4 - 4m_3 m + 6m_2 m^2 - 3m^4)$$

2. táblázat

Mért és általánosított Poisson-formulákkal számított látómezőnkénti oxidzárványszám

Zárványszám, x	Mért gyakoriság, k_x	$200F_0(x)$	$200F_2(x)$	$200F_3(x)$	$200F_4(x)$	$200H(x)$
0	115	87,2	125,2	108,8	115,7	109,7
1	45	72,4	28,0	63,6	41,7	48,7
2	19	30,0	18,0	4,0	24,9	22,1
3	10	8,3	17,3	8,2	6,2	10,1
4	6	1,7	8,3	9,3	5,1	4,6
5	2	0,3	3,4	4,3	4,0	2,1
6	2	<0,1	0,6	1,3	1,8	1,0
7	1	<0,1	0,1	0,2	0,4	0,4

képp a hatványozáskor kapott m^k helyébe m_k-t, azaz a k-adik faktoriális momentumot kell írni [7, 8]. A fenti módon számított a_s együtthatókat az $s=0, 1, 2, 3$ és 4 esetre vonatkozóan ugyancsak az 1. táblázat tartalmazza.

A mérési adatok feldolgozásakor a hosszadalmas számítások elkerülése végett arra törekedtünk, hogy minél kisebb rendű általánosított Poisson-eloszlást alkalmazzunk a zárványok szám szerinti eloszlásának leírására. Viszont a közelítés jósága épp a magasabb rendű formulák használatát kívánja meg. Az egymásnak ellentmondó követelmények kielégítése csak kompromisszumos úton volt lehetséges. Ezért úgy jártunk el, hogy az eloszlások rendjét mindaddig fokozatosan növeltük, amíg a numerikus illeszkedés vizsgálat (a Kolmogorov—Szmirnov-féle próba) 95%-os konfidencia szinten az elfogadható mértékű approximációt nem igazolta.

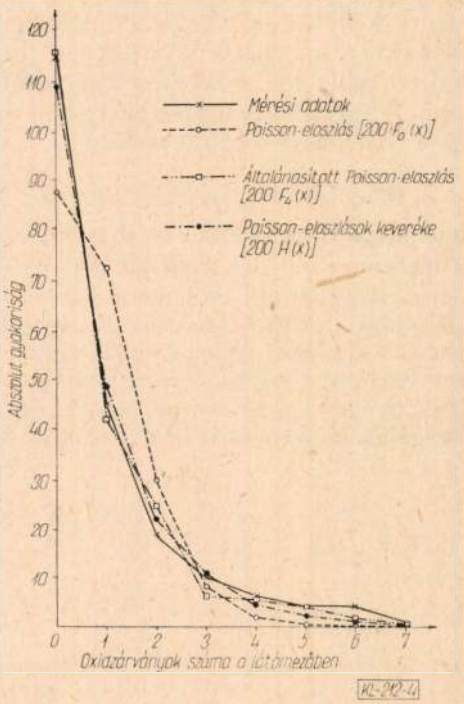
A számításokat elvégezve a *3. táblázat*ban feltüntetett formulákhoz jutottunk. (Az eredmények a középső rétegből kimunkált próbatestre vonatkoznak.) A táblázatban foglalt formulák felírása abban különbözik a (2) képlet szerintitől, hogy a kifejezés egyszerűsítése végett az $a_sG_s(x)$ $(s=0,1,\ldots,n)$ polinomokat összegezés után x növekvő hatványai szerint rendeztük. $F_0(x)$-szel a hagyományos egyparaméteres Poisson-eloszlást jelöltük; ez utóbbi, mint már említettük, az oxidzárványszám-eloszlás jellemzésére alkalmatlannak bizonyult. A másod- és harmadrendű általánosított Poisson-eloszlások sem biztosították a kívánt mértékű közelítést, csupán az $F_4(x)$ negyedrendű formula bizonyult approximáció tekintetében megfelelőnek. A különböző formulákkal számított látómezőnkénti zárványszámot a középső próbára vonatkozóan a 2. táblázat összesíti. A mérés alapján becsült, valamint az $F_0(x)$ és $F_4(x)$ függvényekkel adódó zárványszám-eloszlást a jobb összehasonlítás végett a *4. ábrán* közös diagramban is feltüntettük.

Oxidzárványszám-eloszlás leírása Poisson-eloszlások keverékével

Egy másik járható út általánosított Poisson-eloszlások származtatására: homogén Poisson-eloszlások keverékének előállítása. Indokoltnak tűnt ugyanis az a feltevés, hogy az egyparaméteres Poisson-eloszlással való közelítés azért volt eredménytelen, mert a mérési adatok két vagy több Poisson-eloszlás bizonyos súlyfüggvénnyel vett keverékét képviselik. Diszkrét eloszlások keverésekor aszerint szokás két esetet megkülönböztetni, hogy a súlyfüggvény maga is diszkrét értékeket vesz fel, avagy folytonos. Jelen esetben a második változatot feltételeztük, pontosabban azt, hogy az oxidzárványok száma Poisson-eloszlású ugyan, de paramétere (m) olyan folytonos valószínűségi változó, melynek sűrűségfüggvénye

$$p(m)=\frac{c^p}{\Gamma(p)}m^{p-1}e^{-cm}$$

vagyis p-ed rendben és c paraméterrel gamma eloszlású [6]. Az alábbiakban kijelölt integrálást elvégezve belátható, hogy homogén Poisson-eloszlásoknak a gamma-eloszlás sűrűségfüggvényével (mint



4. ábra. Oxidzárványok számának eloszlása mért és számított adatok alapján

3. táblázat

Általánosított Poisson-eloszlások képletei

$$F_0(x)=\frac{0{,}83^x}{x!}e^{-0{,}83}$$

$$F_2(x)=\{1{,}43555-1{,}68176x+0{,}63224x^2\}F_0(x)$$

$$F_3(x)=\{1{,}24735+0{,}47634x-1{,}17476x^2+0{,}32914x^3\}F_0(x)$$

$$F_4(x)=\{1{,}32635-2{,}69652x+3{,}00234x^2-1{,}22228x^3+0{,}16646x^4\}F_0(x)$$

folytonos súlyfüggvénnyel) vett keveréke egy negatív binomiális eloszlás, vagyis

$$P\{\xi = x\} = H(x) = \int_0^\infty \frac{c^p}{\Gamma(p)} m^{p-1} e^{-cm} \frac{m^x}{x!} e^{-m}\, dm =$$

$$= \binom{p-1+x}{x} \left(\frac{c}{c+1}\right)^p \left(\frac{1}{c+1}\right)^x, \qquad (4)$$

A fenti negatív binomiális eloszlás várható értéke és szórásnégyzete:

$$M(\xi) = \frac{p}{c} \quad \text{és} \quad D^2(\xi) = \frac{p}{c} + \frac{p}{c^2}.$$

Az ismeretlen c és p paramétereket az átlag, $(\bar{x})$ és a korrigált tapasztalati szórás, (s) ismeretében a momentumok elve alapján becsültük meg. A paraméterek értékére a

$$\frac{p}{c} = \bar{x} \quad \text{és} \quad \bar{x} + \frac{\bar{x}}{c} = s^2$$

egyenletrendszer megoldásaként, a középső próbatesten mért adatokat ($\bar{x} = 0{,}83$ és $s = 1{,}27$) használva fel számításainkhoz, $p = 0{,}9736$ és $c = 1{,}1730$ adódott. A (4) valószínűségi eloszlás alapján számított zárványszámokat ugyancsak a 2. táblázatban tüntettük fel. A számított és mért értékek kielégítően egyeznek, ezt a 4. ábra diagramja is tanúsítja. Az iménti keverék-eloszlás alkalmazásának legnagyobb előnye az, hogy paraméterei jóval egyszerűbben becsülhetők, mint az n-ed rendű Poisson-eloszláséi. A közelítés pontosságát tekintve viszont az utóbbi használata a célravezetőbb.

Összefoglalás, következtetések

A matematikai statisztika módszereivel a kvantitatív metallográfia szempontjából néhány olyan problémát vizsgáltunk, melyek mikroszkópiai részecskék szám szerinti eloszlásával kapcsolatosak. Fejtegetéseink során részben valószínűségelméleti megfontolásokra, részben pedig Quantímet típusú, automatikus képelemző berendezéssel végzett zárványvizsgálatok eredményére támaszkodtunk.

Foglalkoztunk a Poisson-típusú véletlen ponteloszlások főbb tulajdonságaival, különös tekintettel a fémtani alkalmazásokra. Vizsgáltuk a Poisson-típusú modellek alkalmasságát a körszelvényű acélrúdban, illetve ennek csiszolati síkjain található zárványok szám szerinti eloszlásának leírására. Az oxidzárványszám meghatározására irányuló Quantimetes méréseket golyóscsapágyacélból kimunkált próbatesteken végeztük, 200—200 látómezőben. Miután grafikus illeszkedés vizsgálat révén bebizonyosodott, hogy a zárványok szám szerinti eloszlásának leírására a szokásos egyparaméteres, homogén Poisson-eloszlás alkalmatlan, figyelmünket először az általánosított, n-ed rendű Poisson-eloszlásokra irányítottuk. Alkalmazásukat konkrét példán is bemutattuk. A numerikus illeszkedés-vizsgálat szerint, ha n értékét kellő nagyra választjuk ($n = 4$), az általánosított Poisson-eloszlás a kísérleti adatokra jól illeszkedik. Megvizsgáltuk azt a lehetőséget is, amely a mérési adatok eloszlását illetően homogén Poisson-eloszlások folytonos súlyfüggvénnyel (gamma eloszlás sűrűségfüggvényével) vett keverékét feltételezi. Ez utóbbi esetben ugyancsak a mért és számított adatok jó egyezését tapasztaltuk. Várható, hogy a fentiekben vázolt matematikai modellek sikerrel adaptálhatók diszperz metallográfiai rendszerek — például kiválások — szám szerinti eloszlásának leírására is.

IRODALOM

[1] *Prékopa, A.:* Valószínűségelmélet műszaki alkalmazásokkal, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1972.

[2] *Rényi, A.:* Valószínűségszámítás, Tankönyvkiadó Budapest, 1954.

[3] *Doob, J. L.:* Stochastic Processes, Wiley, New York, 1953.

[4] *Rozanov, Ju. A.:* Szlucsajnüe processzü, Nauka, Moszkva, 1973.

[5] *Jordan, K.:* Matematikai Statisztika, Athenaeum, Budapest, 1927.

[6] *Kendall, M. G.:* The advanced theory of statistics, I. vol. Griffin, London, 1952.

[7] *Jordan, K.:* MTA III. oszt. közleményei, Budapest, *5* (1955) 129—135.

[8] *Jordan, K.:* Fejezetek a klasszikus valószínűségszámításból, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1956.

EGYESÜLETÜNK RENDKÍVÜLI KÖZGYŰLÉSÉT

október 29-én tartjuk Kecskeméten.

Tárgysorozatán szerepel az egyesület új alapszabályainak jóváhagyása

A közepes nyújtási tényező elméleti és kísérleti meghatározása

Dr. TÓTH LAJOS okl. gépészmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa — IMRE JÓZSEF okl. kohómérnök
Nehézipari Műszaki Egyetem, Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszék

DK: 621.771.011

A tanulmány alakos szelvények közepes nyújtási tényezőjének meghatározásával foglalkozik. Szerzők elméletileg levezetnek, majd kísérletileg igazolnak egy közelítő számítási módszert, amely a négyzet — rauta és különböző alakos üregek töltésének ellenőrzésére alkalmas. Az összefüggések felhasználhatók a hengerlési technológia tervezésében és korszerűsítésében. Újszerű technológiai elvként értékelhető Szerzők azon javaslata, amely szerint az alakos szúrásokra vonatkozó üzemi tapasztalatok kiértékelése alapján a közepes szélesedési tényező számítható. Az üregre vonatkozó közepes szélesedési tényező ismeretében az üreg teljes kitöltésének feltételei meghatározhatók és a technológia korszerűsítésekor figyelembe vehetők. Szerzők erre a módszerre sarokacélokon mutatnak be egy kidolgozott példát.

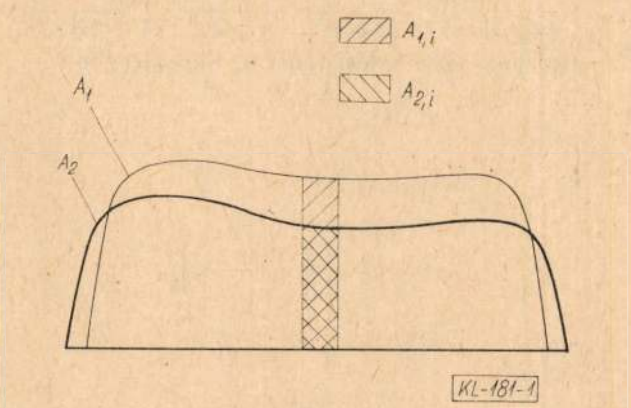
Alakos szelvények szúrástervének elkészítéséhez nélkülözhetetlen a közepes nyújtási tényező ismerete. A közepes nyújtási tényezőt elméletileg a képlékenységtan összefüggései alapján határozhatjuk meg.

Ezen tanulmánnyal célunk az, hogy a közepes nyújtási tényező meghatározásához általánosan alkalmazható, közelítő összefüggést vezessünk le, és annak helyességét kísérletileg igazoljuk. A számítási módszer alkalmazásának lehetőségeit négyzet-, rauta- és sarokacél-üregekre mutatjuk be.

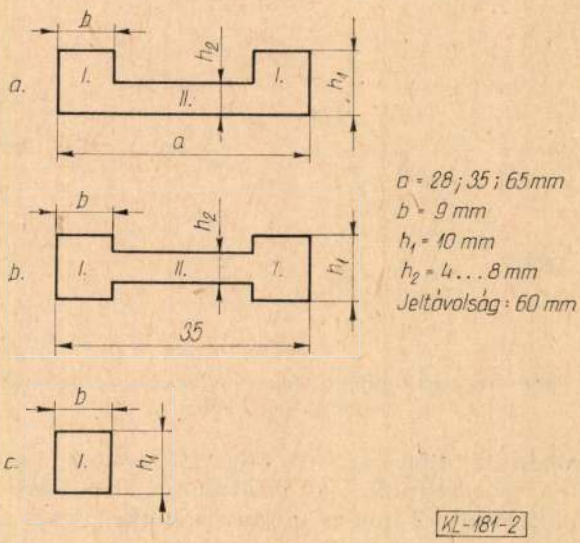
1. Közepes nyújtási tényező alakos szelvény hengerlésekor

A közepes nyújtási tényező közelítő elméleti meghatározását az alábbi modell alapján végezzük: A szúrás előtti szelvény keresztmetszetét az *1. ábra* szerint felbontjuk elemi részekre. Ezek az elemi részek külön-külön történő hengerléskor a keresztmetszetváltozástól függően különböző mértékben nyúlnak meg. Az eredeti kiinduló szelvény hengerlése során viszont az elemi részek szabad nyúlását — mint közismert — a szomszédos anyagrészek is befolyásolják. A két hatás eredőjeként alakul ki a darab tényleges megnyúlása.

Az alakos szelvény tetszőleges elemi részében a kényszernyúlás következtében belső feszültség keletkezik. Ez a belső feszültség első közelítésben az



1. ábra. Vázlat a közepes nyújtási tényező meghatározásához



2. ábra. Próbatestek a laboratóriumi kísérletekhez

elemi rész fajlagos nyúlásának (λ_i) és az alakos szelvény közepes nyúlásának (λ_k) különbségével arányos:

$$\sigma_i = k(\lambda_i - \lambda_k)$$

A teljes hengerelt szelvényre vonatkoztatva a belső feszültségeknek egyensúlyban kell lenniük:

$$\sum_{i=1}^{n} F_i = \sum_{i=1}^{n} \sigma_i A_{2,i} = k \sum_{i=1}^{n} A_{2,i}(\lambda_i - \lambda_k) = 0$$

tehát

$$\sum_{i=1}^{n} A_{2,i}(\lambda_i - \lambda_k) = 0 \qquad (1)$$

Az elemi rész szabad hengerlésekor a nyújtási tényező:

$$\lambda_i = \frac{A_{1,i}}{A_{2,i,s}} \qquad (2)$$

ahol $A_{2,i,s}$ a hengerelt darab keresztmetszete szabad hengerléskor

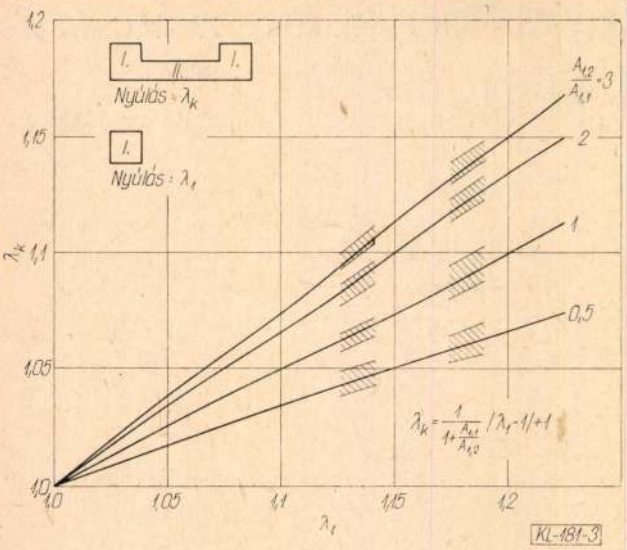
A térfogatállandóság alapján:

$$A_{2,i,s}\lambda_i = A_{2,i}\lambda_k = A_{1,i} \qquad (3)$$

Az (1), (2) és (3) egyenletekből a közepes nyújtási tényező kifejezhető:

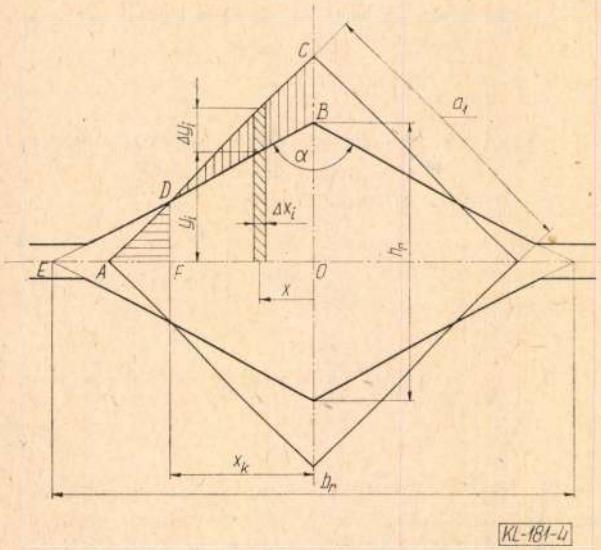
$$\lambda_k = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_{1,i} \cdot \lambda_i}{A_1} \qquad (4)$$

A (4) egyenlet közvetlen igazolását mérési adatok felhasználásával kívánjuk elvégezni. A *2. ábrán* bemutatott próbatesteket laboratóriumban 160 mm hengerátmérőjű duóállványokon, sima felületű hengerekkel alakítottuk. Több mint 50



3. ábra. Közepes nyújtási tényező a laboratóriumi próbatestek hengerlésekor

próbatestet 130 szúrással, 1100 °C kezdőhőmérsékleten hengereltünk. Egy próbadarabot többször is alakítottunk, 2 mm-es magasságcsökkenéseket alkalmazva. Az alakos szelvényeknek (2a, b ábra) csupán a szélső, magasabb (I. jelű) részei kaptak közvetlen alakítást, a középső (II. jelű) rész a szélső anyagrészek megnyúlása következtében közvetett módon vett részt az alakváltozásban. Az I. jelű rész szabad nyúlását (λ_1) külön próbatesteken (2c) vizsgáltuk. Az I. és II. jelű szelvényrészek területarányának változását részben h_2 kiinduló értékeinek változása,részben ugyanazon próbadarab többszöri alakításával változó geometria biztosította. A közepes nyúlást (λ_k) a próbatest felületére karcolt jeltávolság változásából határoztuk meg. A megnyúlásból mért közepes nyúláshoz viszonyítva a próbatest geometria paraméterei alapján számított közepes nyújtási tényező 1,2%-kal szórt. A *3. ábrában* az I. jelű rész nyújtási tényezője és a közepes nyújtási tényező összefüggését

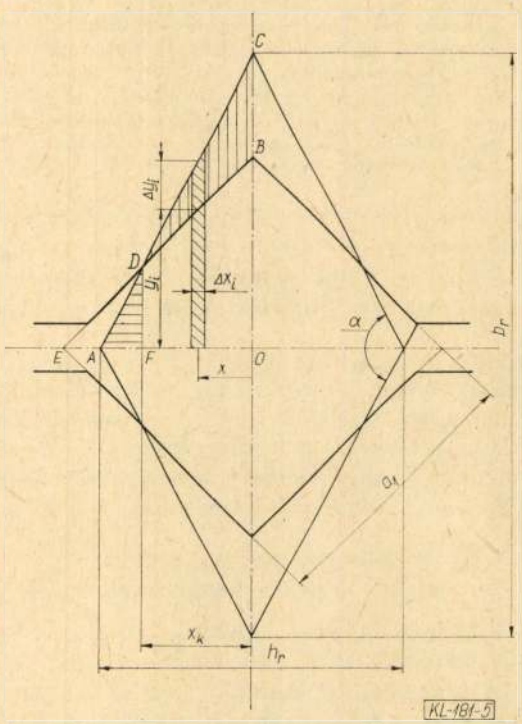


4. ábra. Vázlat a közepes nyújtási tényező számításához rauta-üregben

tüntettük fel. A $\lambda_k(\lambda_1)$ függvényt az $A_{1,1}/A_{1,2}$ területarány is befolyásolja. A 3. ábrában az $A_{1,1}/A_{1,2}=0{,}5$; 1; 2 és 3 paraméter értékekhez tartozó görbéket és mérési eredményeket mutatjuk be.

2. Közepes nyújtási tényező rauta-, illetve négyzetüregben történő hengerléskor

A *4. ábra* lekerekítések nélkül megrajzolt „elméleti" rautaüreget és a kiinduló négyzetszelvényt szemlélteti. A teljes négyzet területét két részre bontjuk. Az *FOCD* rész közvetlen alakítást ($\lambda_i=\lambda_1>1$), az *AFD* rész pedig közvetett alakítást kap ($\lambda_i=\lambda_2=1$). A közepes nyújtási tényező négyzetüregben a (4) egyenlet szerint:



5. ábra. Vázlat a közepes nyújtási tényező számításához négyzet-üregben

$$\lambda_k=\frac{1}{4A_{AOC}}(4A_{FOCD}\cdot\lambda_1+4A_{AFD}) \qquad (5)$$

ahol: (*4. ábra* alapján)

$$\lambda_1=\frac{4A_{FOCD}}{4A_{FOBD}+4c\cdot A_{BCD}}=\frac{A_{FOCD}}{A_{FOCD}-(1-c)A_{BCD}}$$

c — közepes szélesedési tényező rautaüregben

$$A_{AOC}=\frac{1}{4}a^2$$

$$A_{FOCD}=(a\sqrt{2}-x_k)\frac{x_k}{2}$$

$$A_{AFD}=\frac{1}{2}\left(\frac{a\sqrt{2}}{2}-x_k\right)^2$$

$$A_{BCD}=\frac{1}{4}(a\sqrt{2}-h)x_k$$

$$x_k=\frac{b(a\sqrt{2}-h)}{2(b-h)}$$

Az *5. ábra* „elméleti" négyzetüreget, és az üregbe befutó rautaszelvényt ábrázolja. A közepes nyújtási tényezőt a (4) egyenletből az előzőekhez hasonló módon számíthatjuk:

$$\lambda_k = \frac{1}{4A_{AOC}} (4A_{FOCD} \cdot \lambda_1 + 4A_{AFD}) \qquad (6)$$

ahol:

$$\lambda_1 = \frac{A_{FOCD}}{A_{FOCD} - (1-c)A_{BCD}}$$

c — közepes szélesedési tényező négyzetüregben

$$A_{AOC} = \frac{b \cdot h}{8}$$

$$A_{FOCD} = \left(b - \frac{bx_k}{h}\right) \frac{x_k}{2}$$

$$A_{AFD} = \left(\frac{h}{2} - x_k\right)^2 \frac{b}{2h}$$

$$A_{BCD} = \frac{1}{2}\left(\frac{b}{2} - \frac{a\sqrt{2}}{2}\right) x_k$$

$$x_k = \frac{h(b - a\sqrt{2})}{2(b-h)}$$

A négyzet- és rautaüregben az alakváltozást laboratóriumi és üzemi hengerlési kísérletekkel vizsgáltuk. 1100 °C hőmérsékleten, A35 minőségű acélpróbákat hengereltünk, laboratóriumi kísérletek során ∅100 mm, üzemi ellenőrző mérések esetében pedig ∅650 mm átmérőjű üreges hengerekkel. Laboratóriumi kísérletek során a 120°-os csúcsszögű rautaüregben történő alakváltozás vizsgálatához ⧄20; ⧄16 és ⧄8 mm-es próbatesteket hengereltünk. Az alakítás mértékét befolyásoló a/h_r viszonyszámot hengerállítással változtattuk. A négyzetüregben való alakváltozás vizsgálatához 120°-os csúcsszögű rautaszelvényeket állítottunk elő. A h_r/a paraméter változását a h_r, illetve a méretek megváltoztatásával értük el. A kísérleti hengerlések során egy közbenső helyzetben megszakítottuk a hengerlést, hogy a kiinduló szelvény és hengerelt szelvény egyidejűleg legyen tanulmányozható. A be- és kifutó szelvények keresztmetszetét profil-projektorral tízszeres nagyításban kirajzoltuk, majd planimetráltuk. Kiszámítottuk a tényleges nyújtási tényezőket, s ezek ismeretében meghatároztuk a c szélesedési tényezőt. A szélesedési tényező négyzetüregben $c_n = 0{,}115$-nek, rautaüregben pedig $c_r = 0{,}05$-nek adódott.

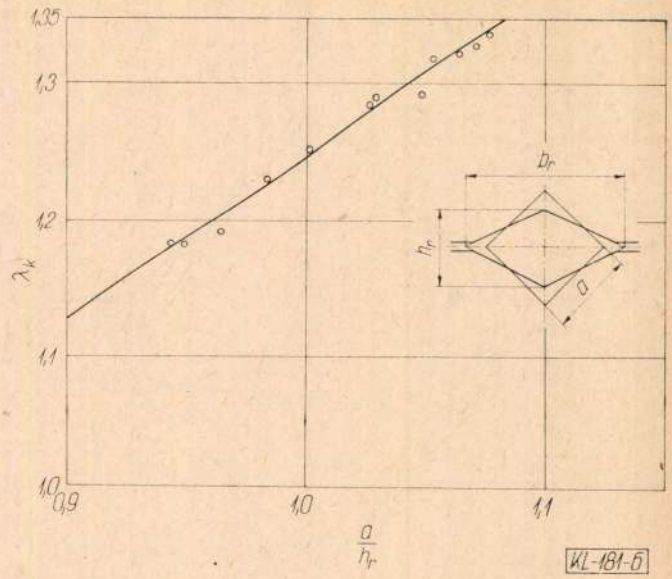
A kísérleti mérésekkel meghatározott és a számított közepes nyújtási tényezőket a *6.*, ill. *7. ábra* tünteti fel. A 6. ábra rautaüreg közepes nyújtási tényezőit mutatja az a/h_r függvényben. A gyakorlatban alkalmazott és az általunk vizsgált a/h_r tartományban a

λ_k-t linearizáltuk:

$$\lambda_k = 1{,}25 \frac{a}{h_r} \qquad (7)$$

A 7. ábra a négyzetüregekre vonatkozó mért és számított közepes nyújtási tényezőket adja meg a h_r/a függvényében. Linearizálva kapjuk:

$$\lambda_k = 1{,}06 \frac{h_r}{a} \qquad (8)$$



6. ábra. Közepes nyújtási tényező rauta-üregben történő hengerléskor

A (7) és (8) egyenletből meghatározható a teljes üregtöltést biztosító maximális nyújtási tényező. A (7) egyenletből a rautaüregre vonatkozó maximális nyújtási tényező:

$$\lambda_{k\,max} = 1{,}25 \frac{a_{max}}{h_r} = \frac{1}{2} \frac{a_{max}^2}{h_r^2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$$

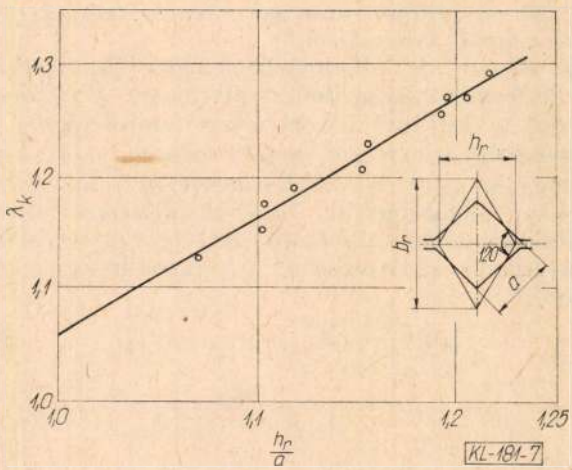
amiből:

$$\frac{a_{max}}{h_r} = \frac{1}{2} 1{,}25 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 1{,}08$$

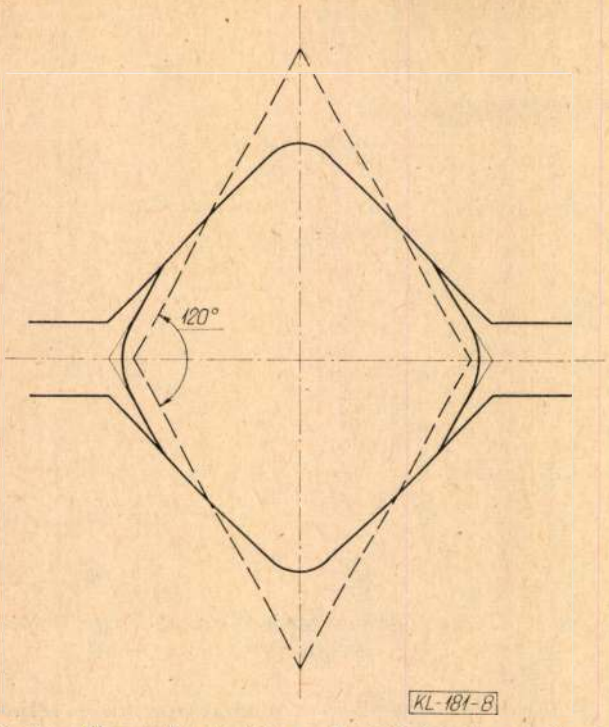
$$\lambda_{k\,max} = 1{,}25 \frac{a_{max}}{h_r} = 1{,}35$$

Hasonló számítással a (8) egyenletből a négyzetüregekre vonatkozó $\lambda_{k\,max} = 1{,}30$.

A (7) és (8) egyenletek felhasználásával a hengerelt négyzet-, ill. rautaszelvények alakja, illetve szélesedése is meghatározható. A megfigyelések szerint négyzetüregben történő hengerléskor a szélesedés úgy ment végbe, hogy közben az eredeti rautaszelvény 120°-os csúcsszöge alig változott meg



7. ábra. Közepes nyújtási tényező négyzet-üregben történő hengerléskor



8. ábra. Üregpróba alapján szerkesztett elvi ábra a négyzet-üregben kialakuló szélesedés számításához

(8. ábra). Ezzel a közelítő feltételezéssel a (8) egyenlet alapján egyszerű geometriai összefüggésekkel meghatározható a kifutó darab alakja és szélesedése.

Az ismertetett számítási eredmények a kísérleti feltételeknek és üregméreteknek megfelelőek. Tetszőleges anyagminőségre, hőmérsékletre, súrlódási viszonyokra, valamint geometriai viszonyokra (hengerátmérő, rauta, csúcsszög, lekerekítési sugarak) további egyszerű kísérletekkel határozhatók meg a (7) és (8) egyenletek egyeneseinek iránytangensei.

3. Közepes nyújtási tényező sarokacélok hengerlésekor

Bonyolultabb alakú szelvények közepes nyújtási tényezőjének vizsgálatához példaképpen kiválasztottuk a sarokacélok hengerlését. A *9. ábra* $30\times30\times3$ mm-es sarokacél üregeit mutatja be „pillangózó" üregezéssel.

A (4) egyenlet alkalmazhatósága céljából a következő számítási modellt vezettük be. A *10. ábra* szerint a szelvényt három részre bontottuk fel, a magasabb gerincrészre, és a két alacsonyabb szárrészre. Az egyes részek területeit és a magasság csökkenését átlagoltuk. Ezzel a módszerrel olyan számítási modellt alkottunk, melyre a (4) egyenlet közvetlenül alkalmazható. A közepes nyújtási tényező:

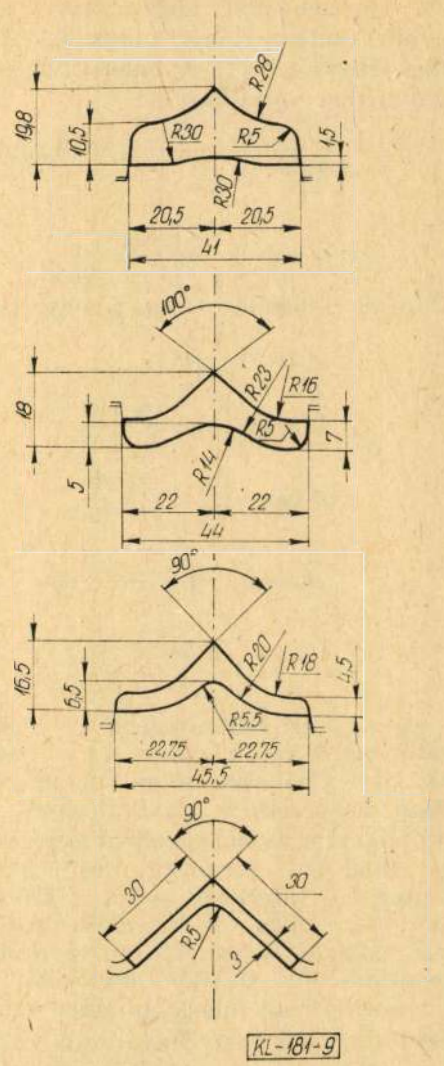
$$\lambda_k=\frac{1}{A_1}\left(A_{1,1}\cdot\lambda_1+A_{1,2}\cdot\lambda_2\right) \qquad (9)$$

ahol:

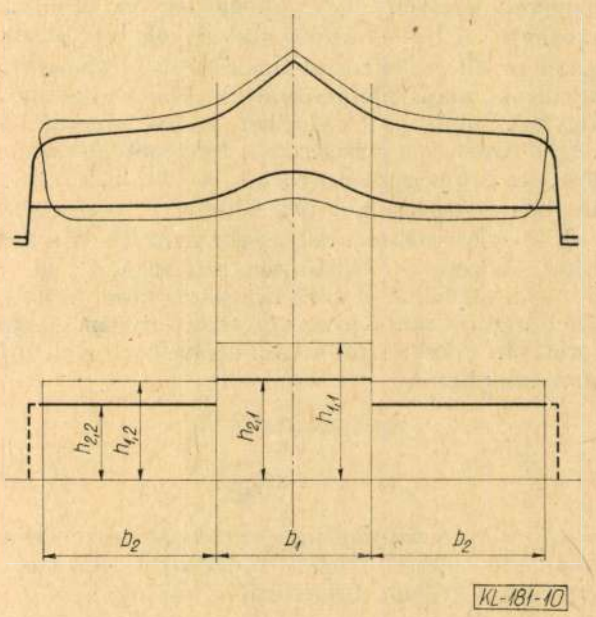
$$\lambda_1=\frac{A_{1,1}}{A_{1,1}-(1-c)\Delta A_1}$$

$$\lambda_2=\frac{A_{1,2}}{A_{1,2}-(1-c)\Delta A_2}$$

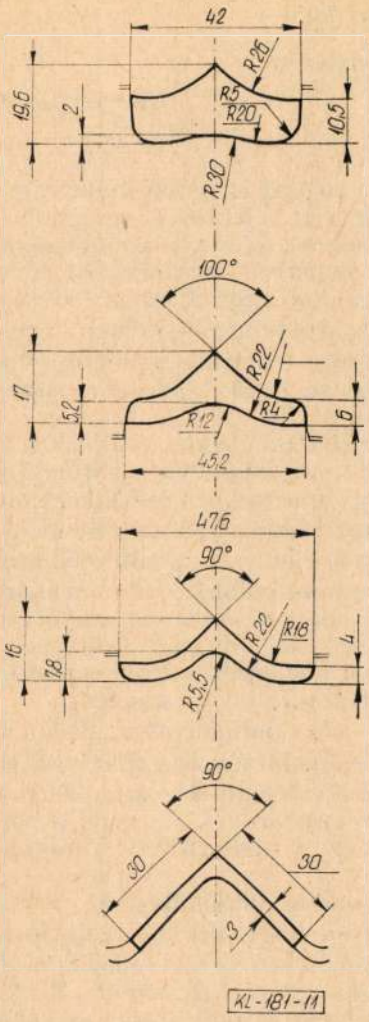
$$A_1=A_{1,1}+A_{1,2}$$



9. ábra. $30\times30\times3$ mm-es sarokacél üregei „pillangózó" üregezéssel



10. ábra. Elvi ábra a közepes nyújtási tényező számításához sarokacél alakos üregeire



11. ábra. Kísérleti mérések alapján korrigált sarokacél-szúrásterv

$$A_{1,1}=h_{1,1}b_1$$
$$A_{1,2}=2h_{1,2}b_2$$
$$\Delta A_1=(h_{1,1}-h_{2,1})b_1$$
$$\Delta A_2=2(h_{1,2}-h_{2,2})b_2$$

Az egyenletben szereplő területeket az üregrajz, illetve a szelvényrajz alapján planimetrálással vagy közelítő területszámítással kaphatjuk meg. A c szélesedési tényezőt laboratóriumi, vagy üzemi kísérlettel határozhatjuk meg. A kísérlet során mérjük a kiinduló és a kész profil tényleges méreteit. A profilméretekből meghatározzuk a szükséges területeket és a (9) egyenlet alapján a mért nyújtási tényezőből c kiszámítható.

A 9. ábrán bemutatott üregsorral végzett kísérletek során több üregnél túltöltést tapasztaltunk. Ezért az üregezést az ismertetett számítási modell segítségével megvizsgáltuk. Kísérletek alapján kiszámítottuk az egyes szúrásokra vonatkozó c szélesedési tényezőt. Előírt közepes nyújtási tényezők mellett a teljes üregtöltést biztosító üregmagasságokat a (9) egyenletből számítottuk ki. A korrigált üregsort a *11. ábra* szemlélteti.

IRODALOM

[1] *Trinks, W.:* Roll Pass Design. Cleveland, 1933.
[2] *Hoff, H.—Dahl, T.:* Walzen und Kalibrieren. Verlag Stahleisen, 1952.
[3] *Wusatowski, Z.:* Grundlagen des Walzens. VEB Deutscher Verlag, Leipzig, 1963.
[4] *Szuvorov, I. K.:* Obrabotka metallov davlényijem. Izdatelsztvo „Vüszokaja skola", Moszkva, 1964.
[5] *Geleji S.:* A fémek képlékenyalakításának elmélete. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967.
[6] *Poluchina, P. I.:* Plaszticseszkaja deformacija metallov i szplavov. Izd. Metallurgija, Moszkva, 1967.
[7] *Neumann, H.:* Kalibrieren von Walzen. VEB Deutscher Verlag, Leipzig, 1969.
[8] *Dévényi L.—Gajda P.:* Kísérleti hengerlés alakos szelvényekkel. NME Tudományos Diákköri Dolgozat, 1972.

ELŐZETES KÖZLEMÉNY

A Pszi-részecskék* tömege és struktúrája

Az elmúlt években az elemi részekre felírt egyenletünk alapján az ott felismert szimmetria csoportok felhasználásával négy hónappal ezelőtt megfogalmaztuk az akkor felfedezett pszi-részecskék tömegét is, melyek esetében a méréstechnika finomodásával a számolt és mért értékek egyre jobban közeledtek egymáshoz, míg végre egybeestek az alábbiak szerint:

A sorozat általános egyenlete $\dfrac{m_{\mathrm{PSI}(n)}}{m_e}=\dfrac{8^2-n^2}{8^2-(2n)^2}\,6\pi^6$

		Elektron tömegben	Tömege MeV-ban számolt	mért
PSI 3095	$n=1$ esetén	$\dfrac{m_{\mathrm{PSI}\,3095}}{m_e}=\dfrac{8^2-1}{8^2-4}\,6\pi^6=6056{,}753$	3095,03	3095
PSI 3684	$n=2$ esetén	$\dfrac{m_{\mathrm{PSI}\,3684}}{m_e}=\dfrac{8^2-4}{8^2-16}\,6\pi^6=7210{,}420$	3684,56	3684
PSI 5790	$n=3$ esetén	$\dfrac{m_{\mathrm{PSI}\,5790}}{m_e}=\dfrac{8^2-9}{8^2-36}\,6\pi^6=11330{,}658$	5790,03	?

Dr. Sajó István
Vasipari Kutató Intézet

* *Burton Richter* és kutatócsoportja az USÁ-ban, Stanfordban 1974 novemberében két új elemi részecskét fedezett fel, amelyeket „pszi-részecskék"-nek neveztek el. Ezideig nem sikerült szerkezetüket feltárni és elhelyezni őket az eddig ismert elemi részecskék csoportjában.

Tolózáras acélöntés

Ifj. SCHMIDT GYÖRGY okl. kohómérnök
Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés

DK: 621.746.329:621.646.5

Az acélgyártó eljárások fejlődése, a nagyüzemi vákuummetallurgia, az acél kezelése gázokkal, főképpen pedig a folyamatos acélöntés gyors elterjedése szükségessé tette, a dugós üstelzárás helyett egy más rendszerű korszerű üstfenék-elzárószerkezet kifejlesztését. A tolózáras öntéskor elmarad a dugómozgató berendezés, ezzel megnő az üst befogadóképessége, a tolózár tűzálló anyagának a súlya jelentősen kevesebb, mint a dugós üstzáráskor, a tolózáras üstben az egyéb metallurgiai műveletek üzembiztosan elvégezhetők, az acélsugár tetszés szerint szabályozható, az elfolyások száma és a selejt mennyiség csökken, a kihozatal javul. Biztonságtechnikai vonatkozásban is sokkal előnyösebb az üsttolózár.

Az előnyöket figyelembe véve, az ismert tolózárak közül a Lenin Kohászati Művekben és az Ózdi Kohászati Üzemekben az Interstop, a Dunai Vasműben a Flo-con tolózár került bevezetésre az acélművekben.

A tolózáras üstelzáró szerkezet Lewis-nek 1885-ben megadott amerikai szabadalma óta ismeretes, mégis 80 évig tartott, amíg az acélgyártók olyan szerkezethez jutottak, amely a korszerű technikai követelményeknek megfelel. Felmerül a kérdés, hogy mi az oka ennek a lassú kialakulásnak akkor, amikor az általános technikai fejlődés az utolsó évtizedekben oly rohamos volt. A fő ok, hogy a tűzálló anyagok minősége alacsony fejlettségi színvonalon állt, ezek az anyagok akkor még egyáltalában nem feleltek meg az ilyen szerkezet követelményeinek. Emellett az évtizedekkel ezelőtt kialakított dugós üstelzárás az akkori acélgyártási igényeket kielégítette.

Változott a helyzet, amikor az acélgyártó eljárások tovább fejlődtek. A nagyüzemi vákuummetallurgia, az acél kezelése inert gázokkal, legfőképpen pedig a folyamatos acélöntés gyors elterjedése szükségessé tették valamilyen más rendszerű üstfenék elzárószerkezet kifejlesztését.

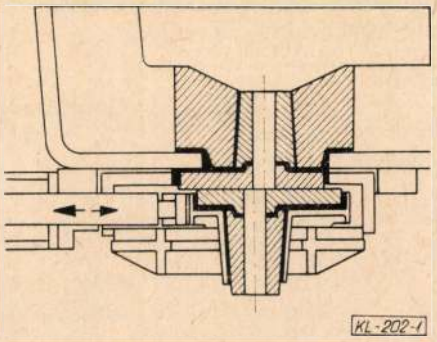
Az első próbálkozások 1964 szeptemberében történtek a paderborni Benteler Művekben. Ebben az üzemben a Vákuumkezelés és a folyamatos öntés találkozása tette szükségessé, hogy a problémával behatóbban foglalkozzanak. A folyton növekvő követelményekkel párhuzamosan haladt a tolózár fejlesztése is, és ma már több tolózár típus ismeretes. Így pl. az Interstop, a Flo-con, Vulcan — Metacon és a Gr-S/NKK típusú tolózárak. Acélműveinkbe az Interstop és a Flo-con rendszerű tolózár került bevezetésre.

A tolózáras öntés előnyei a következők:

— Elmarad a dugómozgató berendezés és a dugószárító kemence.
— A dugórúd megszüntetésével megnő az üst befogadóképessége.
— A tolózár tűzálló anyagának a súlya a dugós üstzárásnak egy tizede és így a szállítási és raktározási igény csökken.
— Mivel a tolózár az üstön kívül van, a tolózárat a meleg üstre is fel lehet szerelni, így nincs szükség az üstnek gyors visszahűtésre, ennek elmaradása az üstbélés élettartamát növeli.
— A tolózár többszöri alkalmazhatósága és az üstök magasabb hőmérsékleten történő felhasználhatósága egyrészt üsttartósság-növekedést, másrészt az üstök számának csökkenését teszi lehetővé.
— A tolózár alkalmazásával akkor is tömör, központi az öntősugár, ha az átömlő keresztmetszetet nagymértékben lecsökkentjük.
— A tolózár alkalmazásával több idő áll rendelkezésre az üstben való metallurgiai utókezelésekre (vákuumozás, redukáló vákuum eljárások, vákuumos frissítés és az üstben való ötvözés).
— A folyamatos öntéshez szükséges magasabb csapolási hőmérséklet csökkenthető, mivel meleg üstben történik a csapolás.
— A folyamatos öntőművek általában az öntőcsarnoktól nagyobb távolságra vannak, ezért a szállítás alatt történő dugókinyílás rendkívül súlyos üzemzavarokat okozhat, a tolózár alkalmazása ezt a veszélyforrást a minimumra csökkenti.
— A folyamatos öntőműben az első üst kagylószelvényét nagynak kell választani, hogy a közbenső üstben az acél minél korábban elérje a szükséges magassági szintet. Ezután indul a közbenső üstből több szálon az öntés, melynek együttes mennyisége az időegység alatt kevesebb, mint ami az üstből a közbenső üstbe folyik. Ennélfogva az első üst nyílásának szelvényét csökkenteni kell, ami a gyakorlatban úgy történik, hogy az öntés alatt 30—40-szer a dugót bezárják. Ha az öntés közben az első üst dugózáró berendezése nem jól működik, akkor az acélfelesleg a szükségüstbe ömlik. Ha az öntést — az öntőgép üzemzavara miatt — meg kell szakítani és az első üst dugója nem zár, a kár mértéke igen nagy lehet. A tolózár alkalmazása jelentkező üzemzavarokat a minimumra csökkenti.
— Biztonságtechnikai szempontból nagy előny a tolózáras öntésnél, hogy az öntőmunkás az üsttől távol áll és gombnyomásra irányítja az öntést.

Az említett tolózárak nagy biztonságot nyújtanak az acél leöntésére, különbség szerkezeti felépítésükben, szerelési megoldásaikban és költség kihatásaikban van.

A Benteler Műveknél kifejlesztett Interstop (M. H. Detriok Co. Chicago) rendszerű üsttolózár terjedt el elsőnek Európa és Japán acélműveiben. Ennek a tolózárnak legnagyobb előnye, hogy lényegében négy tűzállóanyag darabból és néhány különálló fém részből áll. Az *1. ábrán* az üstelzáró szerkezet félig zárt helyzetben látható.



1. ábra. Az Interstop típusú üsttolózár félig zárt helyzetben

A lapok összeállítása a kagylók fémházba történő behelyezésével kezdődik. A kagylót habarccsal borítják be és így helyezik a fémházba. A lapok is habarcsba vannak ágyazva és a kagylók tetejére kerülnek. Ezután ezt egy nyomókerettel összepréselik. Amikor a lapok már a helyükre kerültek, akkor kerül sor a tolózár ház ajtajának bezárására, melyet csavarokkal kell rögzíteni. Az egységes nyomóerő biztosítására speciális csavarkulcs használata szükséges.

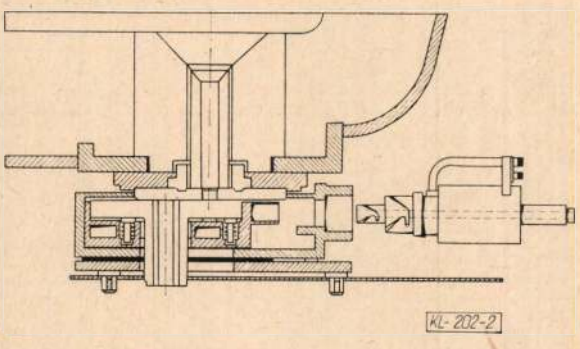
Amikor az üst használatra kész, a folyékony acél belecsapolása előtt homokkal töltik meg a kiömlő nyílás üregét. Az öntés műveletének befejezésekor a hidraulikus hengert és a hidraulika egyéb vezetékeit lekapcsolják az üstről, és azt a javítóhelyre viszik. A tolózár lapjai ekkor zárt helyzetben vannak. Az üstzáró szerkezet kinyitását a javítóhelyen levő hidraulikus egység segítségével végzik.

Ezután oxigénnel kitisztítják a kagylót és lefúvatják az üst belső felületét, majd visszahelyezik a csúszólapot és a tolózár ajtó csavarjait meghúzzák. A munkaciklus ezzel befejeződött és megkezdődhetnek az előkészületek a következő öntésre.

A Flo-con (Zimmermann—Jansen GMBH Ny-Németország) üstzáró berendezés főleg szerkezeti felépítésben tér el az Interstop tolózártól. A leglényegesebb különbség, hogy a csúszólap szerkezetben a kagyló körül rugók vannak elhelyezve.

A rugókat összenyomják a tartókban, hogy az elmozdulást lehatárolják. Amikor a mechanizmus zárva van, akkor a rugók is összenyomott állapotban vannak, hogy egy előre meghatározott rugóerőt képviseljenek *(2. ábra)*.

A tolózár bezárása egy szellemes csuklós megoldással történik. A két csukló közül az egyik mint forgópánt funkcionál, míg a másik csappantyúként működik.



2. ábra. A Flo-con típusú üsttolózár zárt helyzetben

A csuklókon levő hüvelyekbe helyezett csuklórudak segítségével lehet zárt állapotba hozni a tolózárat. Ekkor a rugók egy meghatározott rugóerővel szorítják egymáshoz a csúszó és álló lapot. Ezzel a zárási megoldással a tolózár szerelési igénye 15—20 perc.

A tolózár mozgatását hidraulika végzi, melynek vezetékével együtt párhuzamosan érkezik a rugókhoz a hűtőlevegő.

Az öntő-üstzáró berendezéseknél az álló és csúszó lap magas Al_2O_3 tartalmú tűzállóanyagokból készül. Különleges minőségű tűzállóanyag betétek (pl. cirkonoxid) általában nem használatosak, mivel túl költségesek és a jó szabályozhatóságból következően az eróziónak ellenálló kagyló betétek által nyújtott túlzott mértékű biztonság itt nem indokolt. Ennek ellenére az öntőüstzáró szerkezetekben felhasznált tűzálló lapoknak a tolózárakban fellépő súrlódás következtében adódó koptató hatásnak ellen kell állnia, mert csak il ymódon kerülhető el a nemkívánatos fémlerakódások képződése a felhorzsolódott területen.

Az öntő-üstzáró szerkezeteknél használt tűzálló anyag lapokat általában kristályos Al_2O_3-ból készítik, melynek Al_2O_3 tartalma eléri a 85—90%-ot.

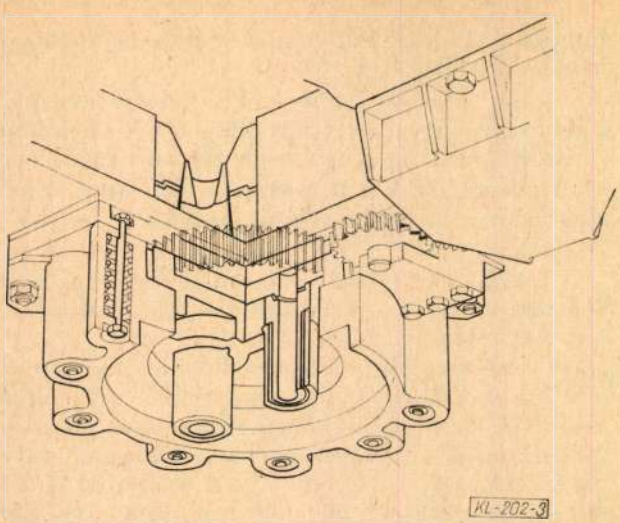
A lapokat egy darab tűzállóanyagból készítik, mely öntéssel vagy sajtolással készíthető.

A Vulcan—Metacon (Vulcan Engeneering Co., Pitsburgh Pennsylvania) rendszerű tolózár még nem eléggé ismert.

A Vulcan—Metacon rendszer legfontosabb alkatrésze az üstfenékhez rögzített tolózárház, amit a tartószerkezettel együtt szerelnek. A tolózár tartalmazza a mechanikus kapcsoló elemeket, valamint a működtető hengert. A különféle öntési módokhoz — ha szükséges — az egyes részek cserélhetők, ami az öntések közötti szünetekben elvégezhető. A működtetés itt is távvezérléssel, nyomógombos megoldással történik, a távvezérlő berendezés az öntőpadon elhelyezhető. A tűzállóanyagok naponkénti, megfelelő beépítéséhez, egyedi speciális készülékek szükségesek.

Egy forgómozgást végző zárat is kifejlesztettek, melynél két darab kiömlő kagylót tartalmazó forgólap fordul el az üsthöz rögzített álló lap alatt *(3. ábra)*. Ezt a forgórendszerű Gr-S/NKK típusú tolózárat a japán Nippon Kokkan Kabushiki cég dolgozta ki. A kifolyók mindegyike más és más átmérőjű kiömlő kagyló. Itt a kagylók közötti tűzálló anyag rész tölti be a zárólap szerepét. Ez azért is jelentős, mert az oda-vissza forgathatóság miatt a forgó lapon négy területen oszlik el a zárásból adódó kopás. Másik előnye ennek a berendezésnek, hogy a két kiömlő átmérőjének a megválasztásával (öntéskezdéskor a kisebb, öntés felétől — nagyobb átmérőjű kagyló) állandó öntési sebesség biztosítható. Ez a körbe forgó zárszerkezet azonban a gyakorlatban nem olyan rugalmas, mint az egyenes vonalú mozgást végző tolózárak és sokkal költségesebb is.

A következőkben az üsttolózár és a hagyomá-



3. ábra. Gr-S/NKK típusú (japán) forgómozgást végző üsttolózár

1. táblázat

Dugórudas öntés üzemi költségei DM-ban

Megnevezés	„A" (45 t)	„B" (100 t)	„C" (120 t)	„D" (180 t)
Dugórúd	23	47	15	22
Rúdegyengetés, csavarmenet	27	10	60	49
Dugórúdcső tégla	36	107	70	103
Dugófej	15	11	18	15
Kagyló	10	20	20	31
Habarcs	1	10	1	1
Dugórúdszerelés	10	22	12	14
Összesen	122	227	196	235
DM/tonna	2,71	2,27	1,63	1,30

nyos dugós üstzárás költségeit szeretném összehasonlítani irodalmi adatok alapján.

A dugós üstzárás esetén az üstnagyság növekedésével növekednek a tűzállóanyagokkal szemben támasztott igények is. Tolózáras öntés esetén a kiömlő kagyló átmérője a döntő a tűzálló minőség kiválasztásánál, amit befolyásol a zárás-nyitás gyakorisága (alsó öntés v. felső öntés), a csillapított vagy csillapítatlan öntési technológia (folyamatos öntés).

A következő acélművek tapasztalati adatainak összehasonlítására van lehetőség.

„A" acélmű:
45 tonnás üst, vákuumfrissítés, alsóöntés

„B" acélmű:
100 tonnás üst, vákuumozás, alsóöntés, folyamatos öntés

„C" acélmű:
120 tonnás üst, vákuumozás, alsófelső öntés, folyamatos öntés

„D" acélmű:
180 tonnás üst vákuumozás, felső öntés

Az *1. táblázat* ezeknek a műveknek az üzemi költségeit mutatja dugós öntés esetén. Feltűnő a dugórudak költségeinek különbsége, amely jelentős költséghányadot jelent. Míg például a „B" acélműben egy rudat csak két öntéshez használnak, addig a „C" üzemben ezt többször teszik, de így jelentősen megnövekednek a dugórudak karbantartási költségei. Magasak a „B"és „D" üzem dugórúdcső költségei is, mivel a salakzónában nagy timföldtartalmú csöveket használ.

Ennek ellenére a fajlagos költség DM/t-ban az üst nagyságának növekedésével egyidejűleg csökken.

A *2. táblázat* „a" oszlopa az üsttolózár üzemi költségeit mutatja a négy mű viszonylatában egyszeri öntés esetén.

Az első és második sor a rendszer összes mechanikus részének üzemi költségeit mutatja, beleértve a hidraulika és kemencetartozékokat is. A harmadik sorban vannak a kagyló költségei, mely több adagon keresztül nem kerül kicserélésre.

A 2. táblázat „b" oszlopában a kétszeri öntés üzemi költségei vannak, ahol a „D" acélműnél már a kiömlő kagyló tűzállóanyag minőségének javítására volt szükség.

Az „A", „B" és „C" acélművekben már háromszori öntést is elértek cserék nélkül, aminek üzemi költségkihatásai a „c" oszlopban láthatók. Ha ezt az eredményt kívánjuk elérni, akkor szükség van a tűzállóanyag minőségének javítására.

Ha összehasonlítjuk az 1. és 2. táblázat utolsó sorát, érdekes szembeállítása adódik az üsttolózár és dugós zárás üzemi költségeit tekintve.

2. táblázat

Üsttolózár költségei egyszeri, kétszeri és háromszori öntés esetén DM-ban

Üzemi költségek DM-ban

Költségfajták	*A* üzem			*B* üzem			*C* üzem			*D* üzem		
	a 45 t	*b* 90 t	*c* 135 t	*a* 100 t	*b* 200 t	*c* 300 t	*a* 120 t	*b* 240 t	*c* 360 t	*a* 180 t	*b* 360 t	*c* 540 t
Mechanikus rész	16	32	48	20	40	60	20	40	60	24	48	—
Hidraulika és kem. részek	6	12	18	7	14	21	7	14	21	10	20	—
Kagyló	4	8	12	10	10	10	8	8	8	8	10	—
Tolólapok	90	90	90	116	116	162*	128	128	162*	177	177	—
Kiömlő kagyló	8	8	8	39	39	59*	41	41	59*	17	41*	—
Habarcs	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	—
Falazás és szerelés	16	16	16	22	22	22	18	18	18	19	19	—
Összesen	141	167	193	216	243	336	224	251	330	257	323	—
DM/t	3,14	1,86	1,43	3,16	1,21	1,12	1,87	1,05	0,92	1,43	0,90	—

* Minőségjavítás

3. táblázat

Interstop rendszerű ösztolózár országok szerinti megoszlása az alkalmazási területek szerint

Ország	A tolózárat alkalmazó művek száma	Tolózárak száma	Alkalmazási területek						
			Folyamatos öntés	Vákuumos gáztal.	Csőrönker. öntés	Tuskó öntés	Közbenső üst	Gázöblítés	Öntöde
USA	9	46	6	4	6	4	1	2	1
Kanada	2	8	2						
Latin-Amerika	3	8	1	1	1	2			
Afrika	4	19	1	1		3			
Japán	55	339	32	19	20	45	4		
Belgium	3	7	1		2	2			
NSZK	14	112	10	13		17		7	2
Anglia	5	24	1	3	1	3			
Olaszország	5	17	5	1		1			
Franciaország	20	115	5	14	9	19		2	2
Spanyolország	3	13	3	1		1			
Norvégia	1	5	1						
Finnország	1	2	1						
Ausztria	2	9		2	1	2			
Svédország	10	87	5	8	4	10		2	
Svájc	1	5	1			1			
Lengyelország	1	1				1			
Magyarország	3	12	2	1		3		2	

4. táblázat

Különböző típusú ösztolózárak megoszlása az USA-ban

Megnevezés	F10-con	Interstop	Vulcan-Metacolon
Tolózárat alkalmazó művek száma	16	9	5
Tolózárak száma	146	46	23
Alkalmazási területek			
Folyamatos öntés	10	6	4
Vákuumos gáztalanítás	1	4	
Csövön keresztül öntés		6	
Tuskóöntés	8	4	2
Közbenső üst	5	1	
Gázöblítés		2	
Öntöde		1	

Az egyszer használt ösztolózár üzemi költségei az „A", „C" és „D" műveknél jelentéktelenül ugyan, de magasabb a dugós zárás költségeinél.

Ha a dugós zárás üzemköltségeit 100%-nak vesszük, akkor az „A", „C" és „D" üzemben a tolózár költségei 110 és 116% között vannak. A „B" üzem a dugórúdcső tégla magas költsége miatt kivételt képez. Itt a tolózáras öntés költségei már egyszeri öntésnél is alacsonyabbak.

Az ösztolózáras öntés esetén a legnagyobb költséget a tűzálló anyag költsége teszi ki, ugyanakkor a tolózárnak ez a része van legjobban igénybe véve. Ezért fontos, hogy a tolózár cserélés nélkül kétszer is felhasználható legyen.

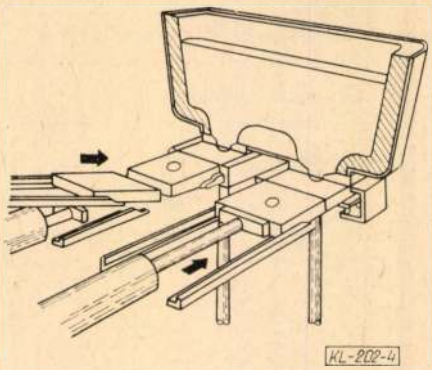
A cél az, hogy olyan tűzálló anyagot használjunk, amely háromszori öntést bír ki. Ez azonban nagy befogadóképességű üstöknél igen drága tűzálló anyagot jelent. Így a költségmegtakarítás a kétszeri öntéssel szemben nem olyan mértékű, hogy azt érdemes legyen használni.

A gyakorlatban egy olyan tűzállóanyag minőség vált be, amely a kétszeri öntést lehetővé teszi, ezután vizsgálat tárgyát képezik, hogy a tűzálló részek további adag öntésénél felhasználhatók-e.

A dugós és tolózáras öntés összehasonlításának teljessé tételéhez természetesen a beruházást is figyelembe kellene venni, de mivel ez a költségeket lényegesen nem befolyásolja, így ettől el lehet tekinteni.

Az acélipar ismeri azokat az előnyöket, melyet az ösztolózáras öntés nyújt. Ezt bizonyítja a *3. táblázat*, amelyből az Interstop tolózár gyors elterjedése látható, amely ma már a világ minden tájáin ismert. Érdekesség még az, hogy Japánban közel annyi tolózár üzemel, mint Európa összes országaiban együttvéve. A japán acéltermelés 20%-át ösztolózárral öntik le. Ez a tendencia is arra mutat, hogy az ösztolózáras öntés szerte a világon kiszorítja a dugózáras öntést.

Miközben Japánban az ösztolózár alkalmazása és bevezetése egyre terjed, addig Amerikában — elsősorban a gyakorlatias felfogás miatt — még mindig kételkednek az ösztolózáras öntés előnyeiben és a tökéletesebb megoldás érdekében több tolózár típust *(4. táblázat)* vezettek be az acélművekben. A 4. táblázatból meglepő a Flo-con tolózár előretörése, annak ellenére, hogy az első ilyen berendezést csak 1967-ben helyezték üzembe. Ennek oka abban keresendő, hogy az U. S. Steel Gary-i gyárában kifejlesztettek egy kívülről működtetett tolózáras üstelzáró szerkezetet a közbülső üstből kilépő fémsugár szabályozása céljából is, mivel folytatólagosan folyamatos öntésnél a hagyományos közbülső üstelzáró dugórúd nem volt megfelelő. A Flocon tolózár felépítése az előzőekben már tárgyalásra került, a különbség az, hogy a folyamatos öntőmű közbenső üstjénél különböző — egymástól különálló — tolózár elemek (kiömlő kagylók és csúszólapok) betolhatók, ill. kihúzhatók



4. ábra. Folyamatos öntőmű közbenső üstjéhez való Flo-con típusú üsttolózár

a közbülső üst alján elhelyezkedő vezetősín segítségével záró, ill. nyitó pozícióba.

A *4. ábrán* a Flo-con rendszerű tolózár látható közbülső üstökhöz.

A közbülső üst tolózárát kifejlesztették merülő öntőcsövel is.

A közbülső üst tolózárszerkezettel az öntés szabályozása kevesebb, mint fél másodperc alatt eszközölhető. Ez a rendkívüli gyorsaság indokolt egyrészt azért, hogy a fémsugár túlságosan hosszú ideig tartó megszakadását elkerülhessék, másrészt pedig, hogy a sugár szétszóródását és fröccsenését megakadályozhassák. Várható a folyamatos öntés érdekében a közbülső üsttolózár ugyan olyan gyors elterjedése, mint az öntőüsttolózár elterjedése.

Az előbbikből is látható, hogy az üsttolózár állandó fejlődés és fejlesztés alatt áll, és előbb vagy utóbb alkalmazásra kerül az acélművekbe, mint ahogy ez a magyar acélművekben is megtörtént.

Hazánkban elsőnek a Dunai Vasműben vezették be a tolózáras öntést, ahol a folyamatos öntésnél jobban elterjedt Flo-con rendszerű tolózárat választották.

A Lenin Kohászati Művekben a vákuumozásnál gyakrabban használt Interstop rendszerű tolózár került bevezetésre, míg az Ózdi Kohászati Üzemek a két tolózár kezdeti eredményei alapján szintén az Interstop rendszerű tolózárat használja a folyamatos és kokilla öntésnél.

A három acélműben használt tolózárak jellemző adatai az *5. táblázatban* láthatók.

Az LKM-ben, DV-ben, ÓKÜ-ben eddig szerzett tapasztalatok alapján elmondható, hogy a tolózáras acélöntő rendszer megbízhatóan működik. Természetesen szerkezete, kezelése bonyolultabb, mint a hagyományos, dugós zárószerkezeté, több figyelemmel kell alkalmazni, magasabb fokú szakértelmet kíván. A szükséges feltételek biztosítása mellett azonban jóval többre képes, mint a dugós zárás.

Igen fontos a tűzálló idomok pontos és gondos beépítése. A tűzálló anyagokat általában mint falazat részeket, elemeket szokás beépíteni. Ezen a helyen azonban funkciójuknál fogva inkább mechanikus szerkezeti elemnek tekinthetők.

Üzem közben egymáson elmozdulnak, változó irányú és nagyságú erőhatás éri őket. Így a beépítésük nem falazási művelet, hanem sokkal inkább mechanikus szerkezeti elemnek tekinthetők.

Az ebből adódó problémán az segített, hogy lakatos szakmunkásokat bíztak meg a tolózár szerkezet előkészítésével. Szakképzettségüknél fogva el tudják látni a szerkezet szerelési feladatait, de a hidraulikus telep üzemeltetését és a műszakon szükséges karbantartási munkát is.

Az álló- és mozgó lap-párt folyamatos öntőműre készített adag esetén minden öntés után cserélik. Néha talán indokolatlanul, ugyanis öntés után esetenként majdnem sértetlenek. A szállító cég is lehetségesnek tartja újabb öntésre való visszaszerelésüket, ennek ellenére nem látszik túlzott óvatosságnak az öntésenkénti új beépítés.

A tűzálló anyagok hazai előállítására a Dunai Vasmű Tűzállótégla-gyárában kísérletet végeztek, ami biztató eredményeket hozott.

Az öntőkő több módosítás után kísérleti sorozat nagyságban ugyan, de megfelelő, sőt az, importnál nagyobb élettartamot ért el.

A belső hüvelyekre a kísérlet két irányban folyik. Egyik út a vegyikötésű magnezit belső hüvely, amelyet hosszabb idő óta használnak, kedvező eredménnyel. Jelenleg kísérleteket végeznek nagy alumíniumoxid tartalmú égetett belső hüvelyek előállítására. Ez a minőség még most van kipróbálás alatt.

A külső hüvely bonyolult alakjánál, illetve a szigorú mérettűrések miatt elsősorban tűzállóanyaggyári gyártási probléma. Gyártása eddig csak nagy

5. táblázat

A hazai üsttolózárak jellemző adatai

Megnevezés	Vállalat		
	DV	LKM	OKÜ
Típus	Flo-con	Interstop	Interstop
Alkalmazás módja	foly. öntés, kok. öntés	vákuumozás kok. öntés	foly. öntés, kok. öntés
Üstkapacitás, tonna	170	50	110
Tolózáras üstök száma, db	7	2	4
Tolózár üzembelépése	1973. IV.	1973. XI.	1974. IX.
1974. IX. 30-ig leöntött adagok száma	1420	224	33
Ebből folyamatosan öntött adag	824	—	3
vákuumos adag	—	89	—
Üzemzavarok száma	88	4	1
Öntés közbeni zárások száma	18—20	10—12	20—23
Tolólapok tartóssága, öntés	1—2	3—4	2—3
1 db tolólappár ára, Ft	5900	5600	4500

6. táblázat

Tolózáras öntés költségei Ft-ban

Megnevezés	Foly. és kokilla öntés			Kokilla öntés		
	1 foly. öntés	1 foly. és 1 kok. önt.	1 foly. és 2 kok. önt.	1 kokilla öntés	2 kokilla öntés	3 kokilla öntés
Egy adagra eső önt. költség, Ft/adag	7738	3981	3021	8730	4500	3090
Egy tonna acélra eső öntési költség, Ft/t	72	37	28	82	42	29

selejtszázalékkal sikerült. Az ellenőrzés által megfelelőnek ítélt darabok a használat során is beváltak.

Eredményes kísérletek történtek hazai előállítású habarcs használatára is.

A tolózáras szerkezetben a zárás után a mozgó lap fölött hosszú kis keresztmetszetű acél marad, így a befagyás veszélye fokozottabb. Általában minden nyitáskor oxigént kell alkalmazni, így viszont a záróelemek megsérülnek, funkciójukat nem tudják ellátni, az öntés záratlan.

Az oxigén alkalmazásának elkerülése érdekében a tolózárat nem teljesen bezárva, kis nyíláson minimális acélfolyást engedve állnak át egyik tábla öntéséről a másikra.

Foglalkozni kell még az új technikát alkalmazó, felhasználó emberrel is. A dugós szerkezet egyszerű, de nagy elemeinek kezelése a dugó beillesztése a meleg üstben igen nehéz fizikai munkát jelentenek. A tolózáras szerkezet előkészítése körültekintőbb, pontos munkát kíván. Az öntés is régi technológiával nehéz, nagy erőkifejtést jelentő feladat, míg a tolózár alkalmazásánál az öntő a munkahenger beemelése után csak kapcsolót kell kezeljen. Az új munkára való átállást csak néhányan voltak képesek végrehajtani, végső megoldásként lakatos szakmunkásokat kellett megbízni a tolózárak előkészítésével.

A problémák ellenére megállapítható, hogy a tolózáras öntés zárási biztonsága jó. Az ÓKÜ-ben kokillára öntésnél tolózár esetén 2,12% volt a záratlan öntés, míg a tárgyi időszakban a dugós üstöknél 6,06% volt a záratlan öntések száma. A FAM-on tolózárral öntött adagok minden esetben zártak, míg a dugós üstök 1,8%-át záratlan

7. táblázat

A dugós öntés költségei Ft-ban

Megnevezés	Stöcker tűzálló-anyaggal 1 foly. öntés	Hagyományos tűzálló anyaggal 1 kokilla öntés
Egy adagra eső öntési költség, Ft/adag	3794	1031
Egy tonna acélra eső öntési költség, Ft/tonna	35	9

öntés miatt meg kellett szakítani és az acélmű öntőcsarnokba visszaszállítani.

A tolózáras acélöntés gazdasági értékelése még folyamatban van. A kezdeti nehézségek és a biztonság miatt a tolólapokat ma még elhasználódás előtt kicserélik, de az már megállapítható, hogy több intézkedésre van ahhoz szükség, hogy a tolózáras öntés költségeit a hagyományos dugós öntés költségei alá szorítsák.

Egy ilyen intézkedés az ÓKÜ-nél, hogy a tolózáras üstöt első öntésre az öntőműben és utána még két kokilla öntésre alkalmazzák, így a tolózáras acélöntés gazdaságosságára az alábbi tájékoztató számításokat végezték.

A *6., 7., 8. táblázatokból* megállapítható, hogy a toló lappár minimális tartóssága három kell, hogy legyen az előbb említett alkalmazási mód szerint (foly önt. + 2 kokillaöntés) a gazdaságosság érdekében.

Acélműveinkben is bebizonyosodott, hogy a tolózáras öntés biztonságos, a folyamatos öntőművek és vákuumozás munkáját nagyban elősegíti, ezen-

8. táblázat

A tolózáras öntés többletköltsége

Megnevezés	Foly. és kokilla öntés			Kokilla öntés		
	1 foly. öntés	1 foly. és 1 kok. öntés	1 foly. és 2 kok. öntés	1 kok. öntés	2 kok. öntés	3 kok. öntés
Egy adagra eső öntési költség, Ft/adag	7738	3981	3021	8730	4500	3090
Levonandó az egy adagra eső dugós átlagos öntési költség, Ft/adag	3794	2412	1952	1031	1031	1031
Egy adagra eső többlet öntési költség, Ft/adag	3943	1568	1069	7698	3468	2059
Egy tonna acélra eső öntési költség, Ft/t	72	37	28	82	42	29
Levonandó az egy tonna acélra eső dugós átlagos öntési költség, Ft/t	35	22	18	9	9	9
Egy tonna acélra eső többletköltség, Ft/t	37	14	10	72	33	19

kívül a tolózár alkalmazása még további előnyöket rejt magában, ezért nagymértékű továbbfejlesztésével lehet számolni, illetve várható, hogy minél hamarabb az öntőműveink közbenső üstjei is tolózárral fognak működni és megvalósul hazánkban is a folyamatos-folyamatos öntés.

IRODALOM

[1] Stahl und Eisen 1971. febr. 18. Anwendung des Pfannen-Schibeverschlusses beim Gespannguss
[2] Iron and Steel Engineer 1973. január Flo-con Sliding Gate Systems For Continuous Casting
[3] Iron and Steel Engineer 1973. február Experience With Interstop Slide Gate Nozzles
[4] Technische Mitteilungen 1973. január Der Pfannenschibeverschluss
[5] 33 Magazine Slide gate valve systems gaining a foothold in the U. S.?
[6] A vákuumtechnológia bevezetése az elektroacélművekbe. *(Eggenhoffer A.)* OMBKE kiadvány 1973. május
[7] Acélüstök tolós elzárása (Stöcker und Kunz GmbH) OMBKE kiadvány 1970. november
[8] Interstop tolózár alkalmazásának ideiglenes technológiai utasítása. Ózdi Kohászati Üzemek 1974. aug. 29.
[9] Tolózáras acélöntőüstök alkalmazása a Dunai Vasműben. Dunai Vasmű XV. évfolyam 29. szám.
[10] A tolózáras öntés tapasztalatai. Zárójelentés. Ózdi Kohászati Üzemek 1975. ápr. 8.

Monolitos bélésanyagok jövője az acélműi csapolóüstök építésében

IVÓCS LÁSZLÓ okl. kohómérnök—FILEP GYULA okl. vegyészmérnök
Ózdi Kohászati Üzemek

DK: 66.162.266.242.6

Az acélgyártás technológiájában beállott gyors fejlődés visszatükrözi a tűzállóanyagok kutatásában és fejlesztésében elért eredményeket is. Az utóbbi években a csapolóüst bélések között egyre nagyobb mértékben terjedt el a monolitikus, savanyú döngölőanyagok alkalmazása. Szerzők a hazai „badurit" elnevezésű szintetikus döngölőanyag tulajdonságait, és az alkalmazásával elért eredményeket ismertetik.

Üzemi tapasztalatok a félsavas üsttégla alkalmazásával

Az ózdi Acélműben az 1940-es évektől félsavas jellegű üsttéglát alkalmazunk. Az üsttartósság növelésére irányuló törekvések során számos új minőségű téglával folytattunk kísérletet, de azok alkalmazhatóságának kedvezőtlen gazdaságossági velejárói voltak. Acélművünkben a következő tényezők szabják meg az üsttéglák gazdaságos kihasználását:

a) a csapolt acél hőmérsékletének emelkedése,
b) tartózkodási ideje az üstben,
c) a helyi kimaródás és az „üstmedve" által okozott sérülések mértéke,
d) a kritikus bélésvastagság meghatározásának bizonytalansága,
e) a rendelkezésre álló üstök száma,
f) az üstbélés viselkedése az adott időszakaszban,
g) a biztonsági bélés vastagsága,
h) az üsthűtés intenzitása, az egyenlőtlen hűtésből eredő feszültség okozta leválások mértéke.

Az ózdi különböző nagyságú csapolóüstök tartóssági és tűzállóanyag felhasználási mutatóit az *1. táblázat*ban foglaltuk össze. Az ebben ismertetett gazdaságossági mutatóknál a téglával falazott üstökkel nem lehetett jobb eredményeket elérni.

A különböző külföldi eredetű döngölőanyagok közül az ózdi acélműben a „Ladelit B" döngölőanyaggal folytattunk kísérletet. Tartóssági adatait a *2. táblázat*ban foglaltuk össze. Ezeket az eredményeket két-három fenéképítéssel és a helyi kimaródások rendszeres üzemközbeni javításával lehetett elérni. A fenékcseréknél az oldalbélés mellé új, kb. 130 mm vastag bélést döngöltünk, 600 mm magasságban. Ekkor került sor elsősorban a helyi kimaródások javítására. A táblázatban közölt tartóssági értékek különbözőségét vissza lehet vezetni az egyenlőtlen megmunkálásra és felfűtés szakszerűtlenségére.

A „Ladelit B" döngölőanyaggal a nagyobb tartóssági adatok ellenére 15,62 Ft/t anyagfelhasználási költség mutatkozott, a téglával falazott üstök 13,62 Ft/t anyagfelhasználási költségéhez viszonyítva, s ezért üzemi alkalmazására nem került sor.

1. táblázat

Félsavas téglák felhasználási mutatói

Megnevezés	Naptári évek							
	1958	1959	1962*	1963*	1964*	1964*	1971**	1972**
Üsttartósság, öntés/üst	15,16	15,8	10,9	11,19	11,38	12,60	12,04	11,65
Téglafelhasználás, kg/t acél	10,71	9,80	8,59	8,36	8,31	7,58	7,31	7,82
Téglafelhasználás értéke, Ft/t acél	12,55	11,48	10,07	9,78	9,70	9,00	10,96	11,73

Jelzés nélküli: 60 tonnás üst
* = 80 tonnás üst
** = 100 tonnás üst

2. táblázat

„Ladelit B" döngölőanyag tartóssági adatai

Kísérleti üst	A kidöngölés kelte	Üsttartósság döngöltüst öntés	Táglával falazott üst
6. sz. üst	1971. augusztus 30.	19	—
10. sz. üst	1971. szeptember 3.	28	—
9. sz. üst	1971. szeptember 7.	27	—
9. sz. üst	1971. szeptember 11.	25	—
4. sz. üst	1971. szeptember 14.	24	—
10. sz. üst	1971. szeptember 22.	27	—
4. sz. üst	1971. október 14.	20	—
Átlag:		24,3	12

A monolitikus bélés készítéséhez alkalmazott döngölőanyagok kémiai jellemzői — bár közel azonosak — teljességében nem határozzák meg az anyag tulajdonságát.

A savanyú döngölőanyag felhasználhatóságára, lehetőségeire [1]

1. a homok szemcseméretе,
2. a homokban levő kötőanyag ásványi felépítése és
3. morfológiai tulajdonságok

vannak hatással.

Minél nagyobb mennyiségben vannak a masszában finomabb frakciójú kvarcszemcsék, annál kedvezőbb a hatásuk a képlékenységre. A döngölőanyag képlékenységét a jelenlevő kaolinit csoportba tartozó agyagásványok is megváltoztatják, de a homok mellett agyagásványként gyakran megtalálható a montmorillonit, illit, klorit is.

Az agyagásvány képlékenységét az agyag—víz rendszerben a következők határozzák meg:

1. az agyagásványban levő 5 mikron alatti szemcsék mennyisége;
2. az agyagásvány kristályok alakja és mérete;
3. az agyagásvány ionjainak elektromos töltése;
4. az agyagásvány felületi aktivitása;
5. az agyagásvány-szemcséken adszorbeált ionok hidratálódása és
6. az agyag—víz rendszer konzisztenciája.

A döngölőanyagban levő agyag és egyéb ásványok együttes jelenléte határozza meg a döngölőanyag tulajdonságait üzem közben [1], [3].

Hazai „badurit" előállítására irányuló kísérletek

Hazai vonatkozásban a Silikol döngölőanyaggal végzett döngöléses eljárás ismeretes. Mind a hazai, mind a külföldi döngölőanyagok előbbiekben leírt hiányosságait szintetikus döngölőanyag előállításával igyekeztünk megszüntetni. Kísérleteink során különböző hatóanyagokból és homokból döngölőanyagokat állítottunk elő, ezeket „Cserszegi IF" és „Badurit" néven hozta forgalomba az Országos Érc- és Ásványbánya Vállalat. A két döngölőanyag kémiai összetétele a következő:

Cserszegi IF	Badurit
SiO_2% 84,81	83,72
Al_2O_3% 9,02	9,99
Fe_2O_3% 3,11	2,29
Izz. v.% 2,99	2,83
PK 167 (SK 30)	165 (SK 29)

Szemcseösszetételük mm-ben a következő:

Szemcseösszetétel mm-ben	Cserszegi IF	Badurit
0,0—0,063	34%	41%
0,063—0,125	21%	21%
0,125—0,25	36%	30%
0,25—0,5	7,8%	6,5%
0,5 felett	1,2%	1,5%

A kísérleti anyagok ásványi összetételét a *3. táblázat*, hőtágulásukat az *1. ábra* szemlélteti.

Az optimális nedvességtartalom meghatározására különböző nedvességtartalom mellett tömöríthetőségi vizsgálatot végeztünk. A *2. ábrán* látható berendezés gyűrűjében [2] különböző nedvességtartalmú anyagot mértünk be úgy, hogy a töltési magasság 100 mm legyen. A bemért anyagot 2 kp-dal 600 mm ejtési magasságból öt ejtéssel tömörítettük. Ejtésenként a tömörödést megmértük. Öt vizsgálat eredménye a következő:

Nedvességtartalom %	5	6	7	8	9	10
Tömörödés mm:	36	47	52	56	56	54

A vizsgálati eredményeket statisztikai módszerrel értékeltük ki [4].

A számítások alapján az optimális nedvességtartalom: 8,45%.

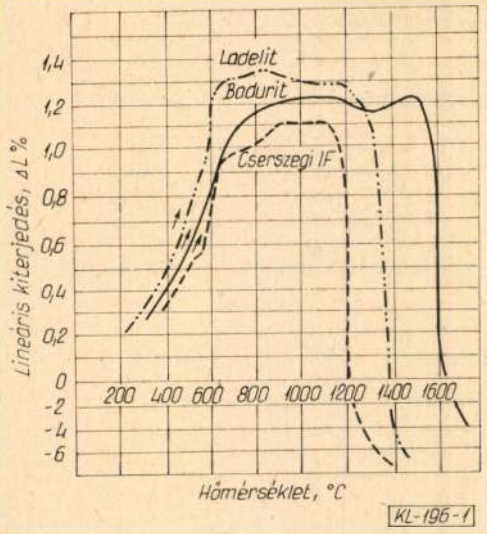
A *3. ábrán* a különböző nedvességtartalmú döngölő masszák tömöríthetőségének összehasonlítása látható. Az anyagok plaszticitása kielégítette a bedolgozási feltételeket. A *Fischer*-féle keménységmérővel mért, bedolgozás utáni nyerszilárdság 95—100 egység között változott.

A nyers bauxit-vörös kisebb csomókba összeálló, szétmorzsolható, laza anyag. Kevés 1—3 mm-es

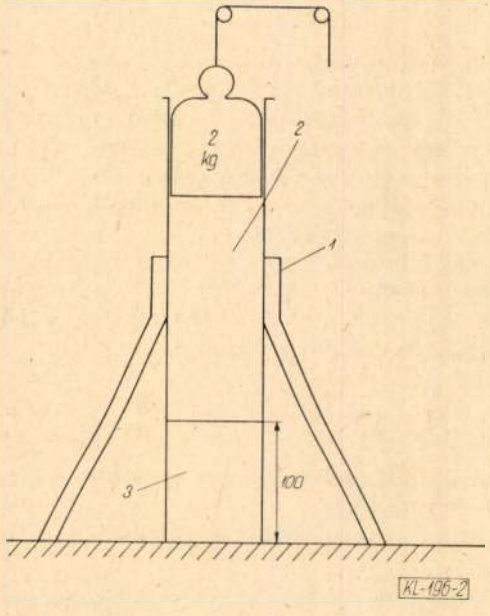
3. táblázat

Hazai döngölőanyagok ásványi összetétele

Döngölőanyagok megnevezése	Ásványi összetétel %-ban					
	Kvarc	Kaolinit	Illit	Hidragillit	Hematit	Amorf és egyéb
Cserszegi I. F.	76	16	3	—	—	5
Badurit	80	15	—	3	2	—

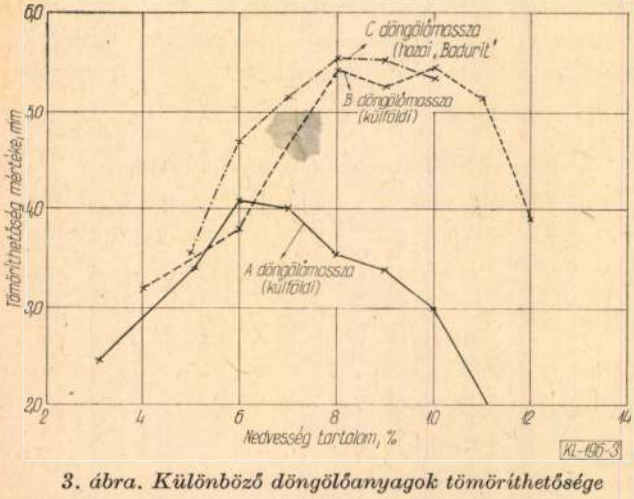


1. ábra. Kísérleti döngölőanyagok hőtágulása



2. ábra. Tömörödésvizsgáló berendezés elvi vázlata

1. Tartószerkezet. *2.* Terhelés. *3.* Hengeres tartó az anyag elhelyezésére



3. ábra. Különböző döngölőanyagok tömöríthetősége

fehér kaolincsomót, néhány hasonló méretű kvarcszemcsét tartalmaz, ezek együttes mennyisége a 3%-ot nem éri el. A homokszemcsék felülete a kötőanyaggal mindenütt egyenletesen bevont. Vizes állapotban plasztikusan kenhető, formázható. Az üstben felhasznált anyag réteges felépítésű. Külső megjelenése alapján négy réteget lehet elkülöníteni. Eredeti tulajdonságait mind a négy réteg elvesztette.

Az A réteg jellemzése és leírása:

A nyersanyag szemcseméret eloszlásának vizsgálatára nedves szitaelemzést végeztünk. A kiinduló anyag és az egyes rétegek szilárd fázisainak változását az anyagok tájékoztató pontosságú röntgendiffrakciós vizsgálatával és részben vékonycsiszolatok polarizációs mikroszkópi megfigyelésével vizsgáltuk, ill. kísértük nyomon. Meghatároztuk a rétegek SiO_2, Al_2O_3, FeO tartalmát. Kimértük a vékonycsiszolatok szöveti és szemcsenagysági eloszlását. A hevítés hatását 1570 °C-ig hevítési mikroszkóppal vizsgáltuk [5].

Az *A* réteg legnagyobb része kvarcból áll. A szemcsék 100 mikron méretűek, többnyire szögletesek, néhol kissé lekerekítettek. Általában repedezettek, és a hevítés hatására anomális optikai tulajdonságúak. Előfordulnak kriptokristályos kvarcit törmelékek is. A 100 mikront jelentősen meghaladó méretű szemcsék csaknem kivétel nélkül lapos kvarcitpala darabok. Megfigyelhettünk ezenkívül egy-két plagioklasz, biotit és hematit szemcsét is. A szemcsék mindenütt csaknem összeérnek. A kötőanyag egyenletes bevonatot képez, és a szemcseközti hézagokat is kitölti, 1—3 mikronos, vagy még kisebb szemcsékből áll. Többnyire vörös színű, de előfordulnak színtelen foltok is. A kaolinit 1—2 mm-es lencseszerű önálló foltokban is elkülönül. A kötőanyag eredeti fázisai a hevítés hatására elbomlottak, kvarc, tridimit, krisztoballit, mullit és spinell keletkezett. A hematit mennyisége változatlan maradt, de a vas ionok aránya a Fe^{3+} felé tolódott el. A kaolinit egy része (valószínű a lencsékben) metakaolinit állapotban maradt. Az új ásványok közül a hosszú, széles mullit megjelenése a legfontosabb, amely a kötőanyag szilárdságát növeli.

A B rétegben a szemcsék elhelyezkedése és fő mennyiségi arányai változatlanok. Törmelék közvetlen összenövése nem tapasztalható. A kötőanyag teljesen izotropizálódott, és sötétbarnás színeződésű lett, ami hematit-magnetit átmenet kezdetére utal. A szemcsék szegélyén másodlagos kvarczóna keletkezett. A kötőanyag összetételében a krisztoballit, spinell és mullit mennyisége megnövekedett, a kaolinit elbomlott.

A C réteg határai között a szemcseméret lassú, fokozatos csökkenése jellemző. A törmelékszemcsék határán ritkán szabályos összeforradás észlelhető. A kötőanyag a néhány mikronos spinell és hematit-magnetit szemcséket kivéve megolvadt, a szemcsék felületére tapadt, s azokat szilárdan összeköti. A mullit-rostok mennyisége tovább emelkedett. A vörös és színtelen kötőanyag homogenizálódott. A kötőanyag likacsos maradt, de hólyagok keletkezése nem figyelhető meg. A réteg belső sze-

gélye felé ezeket a pórusokat fokozatosan a megolvadó szilikát üveg tölti ki. A kvarcszemcsék optikai tulajdonságai itt már kivétel nélkül anomálisak. A két optikai tengellyé válás mellett gyakori a tridimitesedésre utaló negatív optikai jelleg megjelenése is. A tridimit mennyiségét a rtg-nél alábecsültnek tartjuk. Emellett a tridimit megjelenik a szemcsék szegélyén, ritkábban a repedések mentén, a szemcsék belsejében rostos koszorú formájában a rezorbeált felület vonalát követi. Más szemcsék anyaga foltosan izotropizálódott, ami a krisztoballittá alakulás jele. Ennek megfelelően a rtg-elemzés szerint a *B* rétegű 77/5 arányával szemben azonban itt a kvarc: krisztoballit arány 50/35-re módosult. A tridimit és krisztoballit együttes jelenlétére utal a DTA görbén a szerkezet átalakulásra jellemző két endoterm csúcs megjelenése.

A megjelenő szilikátüvegben a vastartalom fokozatosan feltáródik és közben egyre növekvő mértékben redukálódik. Az üveg vastag foltokban zöldes színezésű.

A D réteg határát a szilikátüveg nagy mennyiségű megjelenése alapján lehet megítélni. A határok között az üveges anyag mennyisége exponenciálisan növekvő tendenciájú. A törmelékszemcsék úsznak benne, határuk már sehol sem ér össze. Méretük rohamosan csökken. Maradványaikat itt is rostos tridimit koszorú övezi. Az izotropizálódott krisztoballitok száma is ugrásszerűen emelkedik, majd befelé haladva a megolvadás következtében rohamosan csökken.

Az üveges anyagban csak néhány apró mullit, spinnel és plagioklaszból keletkezett szemcse maradt. A réteg belső határától kis távolságra a kvarc megolvadásával egyidőben először csak 60—80 mikronos gömbölyded buborékok jelennek meg. Ezek egyesüléséből csakhamar mm-es méretű hólyagok keletkeztek. A nagyobb hólyagok megnyúlt alakja a meglágyult anyag elmozdulására utal. A kötőanyag vastartalma az üveges anyagban teljesen feltáródott. Az O_{Fe} érték $\left(O_{Fe}=\frac{2Fe_2O_3}{FeO}\right)$ hirtelen minimálisra csökkent. A kvarckrisztoballit arány 25/73-ra csökkent. A réteg belső határa tiszta, felhabosodott, törmelékmentes szilikátüvegből áll. A rétegben a tridimit mennyisége a krisztoballit rohamosan növekvő mennyiségével szemben csökkent. Ezt jelzi a DTA görbén az első endoterm szerkezetátalakulás csúcs elmaradása.

A szövetszerkezet tulajdonságának értékelése

A döngölőmassza hevítés közben bekövetkezett változásait a túlnyomó mennyiségben jelenlevő kvarc és a hatóanyag modifikációs és halmazállapot változásai határozzák meg. Ezeket a *4. táblázat*ban foglaltuk össze.

Kémiai összetételét, az O_{Fe} megemelkedését, azaz a vas részleges redukcióját az *5. táblázat* adatai jellemzik.

A *D* rétegre a kvarc-krisztoballit modifikációs átalakulása jellemző. A 60 mikron alatti frakció mennyisége ugrásszerűen megemelkedett. Az Fe-tartalom megnövekedett a SiO_2 és Al_2O_3 tartalom terhére. Az oxidációs fok igen alacsony értékre süllyedt.

Alkalmazási kísérletek hazai előállítású, szintetikus „badurit" döngölőanyaggal

Kutatási eredményeink lehetővé tették a nagy alapanyagbázisra épülő „badurit" hatóanyaggal készült döngölőanyag előállítását. A „badurit" típusú döngölőanyaggal 1972-ben öt alkalommal folytattunk kísérletet 100 tonnás üstökben.

Teljes kampányon keresztül az öt üstből hármat üzemeltettünk. Kampány közben két üst bélését az elhasználódás megvizsgálása céljából megfúrtuk és ezeket az üstöket a további üzemeltetésből ki-

4. táblázat

Döngölő massza minták ásványi összetétele a rtg. vizsgálat szerint*

Minták	Ásványi összetétel %-ban							
	Kaolin	Hidragillit	Hematit	Kvarc	Tridimit	Krisztoballit	Mullit	Spinell
Nyers	15	3	2	80	—	—	—	—
A	—	—	2	84	5	3	3	3
B	—	—	3	77	5	5	5	5
C	—	—	3	50	3	35	7	2
D	—	—	—	25	1	75	—	2

* Tájékoztató pontosságú

5. táblázat

Döngölő massza minták kémiai vizsgálatainak eredményei

Minta	SiO_2, %	Al_2O_3, %	Fe_2O_3, %	FeO, %	Fe, %	OFe, %	Összesen, %
2385/1*A*	86,18	10,33	1,85	0,07	1,32	53	98,44
1*B*	86,12	10,25	1,76	0,13	1,31	27	98,26
1*C*	86,21	9,27	1,51	0,55	1,46	5,5	98,14
1*D*	81,63	9,53	1,39	1,52	2,13	1,03	94,07
2385/2	82,35	10,73	1,56	0,20	1,23	1,56	94,84

6. táblázat

Üsttartósság alakulása

Sorszám	A kísérlet időpontja	A kísérleti üst száma	Üsttartósság, öntés/üst	A felfűtés módja
1.	1972. VI. 17.	10	21	Üzemi égő
2.	1972. X. 29.	4	25*	Üzemi égő
3.	1972. XI. 19.	13	15	Üzemi égő
4.	1974. II. 12.	5	15	TÜKI égő+üzemi égő
5.	1974. III. 5.	7	Öntést nem kapott	TÜKI égő+üzemi égő
6.	1974. III. 19.	7	21*	Ózdi fűtőtest
7.	1974. IV. 3.	7	14	Ózdi fűtőtest
8.	1974. IV. 9.	1	16	Ózdi fűtőtest
9.	1974. IV. 22.	15	16	Ózdi fűtőtest
10.	1974. VI. 10.	5	19*	Ózdi fűtőtest
11.	1974. VIII. 29.	17	19*	Ózdi fűtőtest
	Átlagos:	10 db	18,1	

* Fenékcserével
1974. I. n. éves átlagos üsttartósság téglával falazott üstöknél 11,34 öntés/üst.

7. táblázat

110 tonnás üstök badurit bélésének elhasználódása

Mérési magasság, mm	Mért falvastagság mérési helyenként							
	1.		2.		3.		4.	
	Elhasználódás		Elhasználódás		Elhasználódás		Elhasználódás	
	mm	mm/adag	mm	mm/adag	mm	mm/adag	mm	mm/adag
600	129	7,6	132	7,8	143	8,3	142	8,3
1200	106	6,5	115	6,7	97	5,6	99	5,8
1800	83	4,5	105	6,1	76	4,4	70	4,1
2400	77	4,2	92	5,3	43	2,5	43	2,5

Mérési helyek jelölése: 1. =csőr alatt
2. =csőrrel szemben
3. =bal horog
4. =jobb horog

vontuk. A kísérlet olyan üzemi viszonyok között folytatódott, amikor a csillapított és a csillapítatlan adagok aránya 40/60% helyett 20/80%-nak megfelelően alakult, a salak és az acél hosszabb ideig tartózkodott az üstben, a Ladelit döngölőanyaghoz hasonló javítást csak egy alkalommal végezhettünk.

A döngölet elhasználódása minden esetben az üstfenéktől felfelé számítva 400 mm magasságig volt a legnagyobb.

A teljesen az üzembiztonság feltételéig üzemeltetett üstök átlagos tartóssága 20 öntés, a téglával falazott üstök 11,34 öntés-tartósságához viszonyítva. A kísérleteket 1974-ben az ózdi 110 tonnás, a diósgyőri SM acélmű 50 tonnás, valamint a csepeli acélmű üstjeivel tovább folytattuk.

Az ózdi 100 és 110 tonnás üstök tartósági és javítási adatait a *6. táblázat*ban foglaltuk össze.

Az elhasználódás adatait a *7. táblázat*ban összesítettük. A két táblázat adataiból megállapítható, hogy a „badurit" döngölőanyaggal bélelt üst fajlagos elhasználódása és a tartóssága jóval kedvezőbb a téglával falazott üstökénél.

Az elhasználódás mértékéből érzékelhető a fejlesztés iránya és a monolitos bélés jövője az acélműi csapoló üstök szerkezetében.

IRODALOM

[1] *Filep Gyula—Ivócs László* 1972. évi Petrik Lajos pályázat
[2] *Filep Gyula* FMKT Országos pályázat
[3] *Ivócs László—Filep Gyula* MTA 1972. évi pályázatára benyújtott tanulmány
[4] *Dr. Köves Pál—Dr. Párniczky Gábor:* Általános statisztika 1971
[5] *Dr. Csillag János* 1972. évi vizsgálati jelentése
[6] Nehézipari Műszaki Egyetem 25—XIX—3/73 számú vizsgálati jelentése

Egyesületi hírek

Köszöntjük
Binder Bélát, testvérlapunk főszerkesztőjét

Binder Béla okl. bányamérnök, aki egyesületünk harmadik egyre izmosodó testvérlapjának, az 1968-ban megindult Kőolaj és Földgáz-nak megindulása óta főszerkesztője, e hónapban tölti be 70. életévét. Ebből az alkalomból sok szeretettel köszöntjük a testvérlap nevében is és kívánunk további sikereket, jó egészséget.



A még Sopronban végzett kohómérnökök mind jól ismerik *Binder Bélát*, hisz már a főiskolás diákévekben is kitűnt mint a testvér-szak egyik legszimpatikusabb képviselője, önzetlen baráti segítőkészségével, mindig lekötelező kedvességével, lelkes sportimádatával, fanatikus szakmaszeretetével. Akik ismertük mindannyiunk emlékezetében ilyen maradt, ezért is üdvözöljük mindig mi kohászok is szívből jövő szeretettel, ha valamelyik egyesületi rendezvényen összetalálkozunk. A jubileum és *Binder Béla* kiemelkedő egyesületi munkája indokolja, hogy röviden méltassuk sok szép munkasikert felmutató gazdag és sokoldalúan változatos életét, amely rendkívüli megpróbáltatásoktól sem volt mentes.

Minden iskoláját jeles eredménnyel abszolválta: 1923-ban tett érettségit Székesfehérvárott, majd 1939-ben szerzett Sopronban bányamérnöki oklevelet.

Már főiskolás korában is elsősorban saját munkájára támaszkodot és a tanulás anyagi bázisának biztosítása érdekében rövidebb-hosszabb szünetekre kényszerült: volt nevelő, szálloda-igazgató, sportoktató és szigorlómérnökként a duna-drávai kincstári aranykutatások geológusmérnöke.

A bányamérnöki oklevél megszerzése után az Állami Földmérésnél — földmérési és térképezési munkákat végezve Zalában —, majd az Állami Ércbányászat státusában az Aranyidai Érckutató Kirendeltség vezetőjeként eltöltött néhány évi gyakorlata után 1941 közepén lépett a Magyar-Amerikai Olajipari Rt. (MAORT) szolgálatába, ahol termelési mérnöki beosztást nyert. Rövidesen az akkor Európában még sehol sem alkalmazott, az olajtelepek racionális kitermelését biztosító gázvisszanyomás kifejlesztésével bízzák meg. E nagy horderejű feladatának sikeres megoldását bizonyítja, hogy 1944. tavaszától nemcsak a budafai, hanem a lovászi olajmező gázvisszanyomásának is irányítója; a felszabadulás után termelési felügyelő Nagykanizsán, majd 1946. tavaszától Budapesten teljesít szolgálatot a vállalat főmérnökeként, termelési felügyelői beosztásának egyidejű megtartása mellett. 1948 szeptember elejéig állt így a vállalat szolgálatában. Közben — 1947 tavaszától a fenti időpontig — egyben a Magyar Mérnökök és Technikusok Szabad Szakszervezete Bánya- és Kohómérnöki Osztályának országos alelnöke.

Több éves kényszerű megszakítás után 1951-től 1957-ig a Bányászati Kutató Intézet olajosztályának tudományos munkatársa, majd osztályvezető-helyettese. Ezt követően a MTA soproni Olajbányászati Kutató Laboratóriumnak tud. osztályvezetője; közben 1955. szeptemberétől 1958 júliusáig a Nehézipari Műszaki Egyetem akkor még Sopronban működő Olajtermelési Tanszéke keretében meghívott előadóként is működött.

1959-től 1963-ig a Nagyalföldi Kőolajtermelő Vállalat demjéni olajmezőjének műszaki vezetőjeként Egerben, később termelési mérnökeként Szolnokon dolgozik. 1963-tól a NIMDOK bányászati csoportjának vezetője.

1952-óta a BÁNYÁSZATI LAPOK szerkesztő bizottságának tagja, majd a lap „Kőolaj", később „Kőolaj és Földgáz" rovatának szerkesztője, 1968 óta pedig önállóvá vált folyóiratunk tükrözi mindennél ékesebben fő-, ill. felelős szerkesztőjének beléje fektetett, szívvel-lélekkel végzett szakavatott munkáját, aminek eredményeképpen a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ mind színvonal, mind külső megjelenési formája tekintetében bármelyik hasonló tárgyú külföldi szakfolyóirattal állja a versenyt és több tekintetben az egyesület régebbi lapjait is túlszárnyalta.

Eredményes munkája elismeréséül 1964-ben a „Nehézipar Kiváló Dolgozója" lett; 1966-ban eredményes műszaki és tudományos munkáját az Egyesület a „Mikoviny"-éremmel, 1972-ben az Egyesületben végzett kiváló műszaki-tudományos és társadalmi tevékenységét a „Péch Antal" éremmel jutalmazta, majd 1973-ban a Magyar Népköztársaság Minisztertanácsa által adományozva; „érdemes és eredményes munkával eltöltött szolgálati idejének elismeréséül" a „Bányászati Szolgálati Érdemérem" bronz fokozata kitüntetésben részesült.

Szívből kívánjuk, hogy még sok esztendőn át jó egészségben az eddigi évekhez hasonlóan sikeresen irányítsa testvérlapunkat. (FR—OA).

Acélgyártási Szakcsoport ülése a Kohászati Gépgyártó Vállalat és a Magnezitipari Művekben

Az Acélgyártó Szakcsoport a hatodik ülését május 21-én a Kohászati Gyárépítő Vállalatnál, míg május 22-én a Magnezitipari Művekben tartotta.

Az ülés napirendjén a hazai ívkemence gyártás, a SM-kemencék import tűzállótégla felhasználásának elemzése, illetve a hazai bázikus tűzálló téglagyártás helyzete és várható fejlesztésének témája szerepelt. Május 21-én 30 fő, május 22-én 24 fő vett részt a Szakcsoport ülésen.

Május 21-én a Kohászati Gyárépítő Vállalatnál rövid bevezetés után *Farkas Sándor* műszaki igazgató helyettes és munkatársai tartották az első előadást a hazai villamos ívkemence gyártásról.

Farkas Sándor rövid áttekintést adott az elektroacélgyártás hazai elterjedéséről, majd a hazai ívkemence gyártást ismertette. Az első hazai ívkemencéket a Magyar Siemens Művek Váci úti öntödéjében, illetve az ózdi vasgyárban 1938-ban helyezték üzembe. A hazai ívkemencegyártás 1957-ben indult el a Vaskohászati Kemenceépítő Vállalatnál a mai KGYV jogelődjénél. Az első ívkemence 1,5 tonnás betétsúlyú, a transzformátort a Ganz Villamossági Művek, a szabályozó berendezést a Villamosipari Kutató Intézet készítette. Hamarosan áttértek a 3 tonnás kemence gyártására, amelyből már a 60-as évek elején Csehszlovákiába, Lengyelországba, NDK-ba és Indiába exportáltak. 1965-ben gyártották az első 5 tonnás, 1966-ban az első 10 tonnás kemencét. Átvették a kemencék villamos tervezési és fejlesztési munkáit. 1969-től önálló exportjogot kapott a vállalat. Az elmúlt időszakban 4 kemencét hazai üzemek részére, 21-et szocialista országok és 20-at tőkés országok részére szállítottak. 1975-ben helyezik üzembe az első 25/30 tonnás ívkemencét a hollandiai Utrecht melletti acélöntödében. 1974-ben összesen 22 kemencét gyártottak, a transzformátor és a fojtótekercsek kivé-

telével a teljes komplett berendezést. 1975-ös évben 35 ívkemence legyártását irányozták elő.

A továbbiakban az ívkemence tervezés és gyártás területéről felelős vezetők tartottak rövid ismertetést a saját munkájukról.

Budai Sándor a villamos hálózattal kapcsolatos követelményeket és előírásokat smertette. Foglalkozott az ívkemence nemkívánatos fogyasztói tulajdonságaival, a megengedhető hálózati teljesítmény és feszültségingadozás nagyságával, a legújabb fojtótekercs megoldásokkal.

Egri József az ívkemence szabályozás témakörével foglalkozott. Az alapelvek ismertetése után a korszerű szabályozás kritériumait összegezte, majd rátért a KGYV által alkalmazott elektrohidraulikus szabályozás elveinek ismertetésére. Ez a 1,5 t—10 tonnás nagyságú kemencéken a legjobban elterjedt korszerű megoldás. A nagyobb 25 tonnás kemencén már áttérnek az elektromotoros szabályozásra. Problémát okoz a külföldi alkatrészek és készülékek beszerzése, ezért igyekeznek a hazai lehetőségeket kihasználni.

Bolgár Gábor az ívkemencék tűzállóanyag kérdéséről, az egyes kemencerészek tartósságáról, a falazási és javítási eljárásokról szólt előadásában. Ismertette a fokozódó igénybevételek hatásának ellensúlyozására bevezetett új anyagminőségeket és falazati megoldásokat.

Balogh Sándor a korszerű ívkemenceüzem számítógépes irányításának alapelvét foglalta össze. A számítógépes irányítási rendszer legfontosabb alkalmazási területe: a betét és ötvözet számítás, a villamosenergia fogyasztás programozása és korrekciója, energia csúcsok kiküszöbölése, az adaggyártás és anyagmozgatás programozása. A kézi irányítású hagyományos üzemvitel és a legbonyolultabb számítógépes rendszer között több változat lehetséges. A hazai alkalmazás felmérésére tanulmány készült, amely szerint 30—40 millió forint szükséges egy részleges megoldás megvalósításához. A legjobb megoldás, ha a know-how-t megvásárolják és ez alapján dolgozzák ki a kis kemencék programvezérlését. Az első lépésként villamos energia fogyasztást ellenőrző készüléket kell beépíteni, amely az energia túlfogyasztást regisztrálja.

Az elhangzott előadásokhoz *Mátyus Béla* és *Barczi Mátyás* (Magnezitipari Művek), ill. *Kállai Endre* (Csepel Acélmű) tett fel kérdést, amelyet az előadók megválaszoltak.

Az ülés második napirendi pontjaként *Csépai Dezső* (KGYV) tartott ismertetést a hazai acélművek import tűzállótégla fogyasztásának alakulásáról. Előadásában művenként ismertette az 1971—1975-ös évek import tűzállótégla fogyasztását, a termelésnövekedést és néhány fajlagos mutatószámot. Megállapította, hogy az összes hazai acélműben emelkedett az import tűzállótégla és import szóróanyag felhasználás. Egyes vállalatoknál, így a Dunai Vasműben az import téglafogyasztás növekedés arányban áll a termelési eredményekkel, máshol azonban valószínű, hogy már túlhaladták a felhasználási optimumot. Az import tégla felhasználás legnagyobb mértékben a Csepeli Acélműben változott, ahol az 1972. évi 3,6 kg/t értékről 1975-ben 8,62 kg/t-ra nőtt a tervezett felhasználás. Ennek csökkentésére műszaki együttműködés indult a Csepeli Acélmű és a KGYV között. A többi üzemben kisebbek az 1975. évre előirányzott értékekek, a Dunai Vasműben 4,35 kg/t, az Ózdi Kohászati Üzemekben 6,4 kg/t, illetve a Lenin Kohászati Művekben 3,40 kg/t.

Az előadást élénk vita követte, amelynek során az egyes acélművek képviselői kifejtették álláspontjukat. Az OKÜ részéről *Schottner Lajos* és *Kurta László*, Csepel Acélmű részéről *Kállai Endre*, a MVAE részéről *Horváth Gyula* szólt az időszerű témához. Az ülés napirendi részének befejezése után a szakcsoport ózdi tagjainak kérésére szűkebb körben vitatták meg az OKÜben legutóbbi napokban balesetet okozó, öntőcsarnoki problémát.

Május 22-én a Magnezitipari Művek Kutató Laboratóriumának tanácstermében folytatta a Szakcsoport a munkáját.

Mátyus Béla műszaki igazgatóhelyettes a Magnezitipari Művek tevékenységét, a vállalat fejlesztési kérdéseit, a bázikus tűzálló téglagyártás alapanyag és technológiai problémáit ismertette előadásában. A jelenlegi magnezit tűzállótéglagyár a második világháború előtt magánkézben volt és alapanyagát a Jolsva környéki bányákból kapta. Az államosítás után 1953-ban épült az új gyár, amelyben még generátorgázzal fűtötték az égető kemencéket. A saját erőből bevezették a földgáz tüzelést és a generátor üzemet megszüntették. Az új téglasajtoló üzemben kezdetben napi 130 tonna volt a termelés, ma fele létszámmal 180 tonnát termelnek. 1959-től bevezették a vegyi kötésű krómmagnezit tégla gyártását Robur tégla elnevezéssel. Szilika téglából ma már csak évi 2000—3000 tonnát termelnek és csak kényszerből tartják fenn, mert a Csepeli Acélmű igényeit nem tudják más vállalatnál legyártani. Átvették a Dunai Vasműtől a habsamott termékek gyártását, ma 1400—1500 m³ térfogatú terméket gyártanak. A finom-kerámiai üzemrészleg termelési értéke 1965-ben 20 millió Ft volt, 1975-ben 65—70 millió Ft lesz.

1963-ban vonták össze egységes vezetés kialakításával a budapesti tűzállótéglagyárakat. Az előadásának további részében a bázikus kemenceépítő téglák gyártási problémáit, ill. az alapanyag és gyártástechnológiai nehézségeket ismertette, amelyek a minőségi eltérést okozzák a nyugati, főleg osztrák gyártmányokkal szemben.

A berendezések korszerűsítésére javaslatot készítettek és 500 millió Ft költségvetési támogatást kértek a bázikus tűzálló téglagyártás korszerűsítésére. Távlati fejlesztés vonatkozásában döntés szükséges a tiszavárkonyi szintetikus magnezitgyártó üzem ügyében. A kísérleteket lezárták és a gazdaságossági számításokat most készítik.

A szükséges beruházások elvégzése után az import tégla igény egy részét hazai termékkel lehet helyettesíteni. Jelenleg évi 527 millió Ft-ot tesz ki az összes tűzállótégla import, ez értékben több, mint a Magnezitmű termelése. Végül ismertette azokat a különleges termékeket, amelyeket a jövőben be fognak vezetni. Ilyenek pl. a folyamatos öntés tűzállótéglái, kivéve a tolólapok gyártását, amit a jövőben is importálni kell.

Horváth Gyula hozzászólásában kiemelte, hogy a tűzállótégla iparnak a hazai 5—5,5 millió tonnás évi acéltermeléshez szükséges téglaigény kielégítésére kell felkészülnie. Nincs még döntés a konverterfalazat beszerzési forrása és minősége tekintetében. Hazai fejlesztés, de külföldi beszerzés is lehetséges. A hazai magnezit előállítás viszont 1 milliárd Ft-os beruházást igényel, amelynek előteremtése nehézséget jelent.

Mátyus Béla válasza szerint a konverter falazathoz szükséges dolomit üzemet csak akkor gazdaságos megépíteni, ha nemcsak a Dunai Vasmű részére gyártanak dolomittéglát. A hazai és az import tégla minőségének és ellátásának problémájához *Schottner Lajos*, *Csépai Dezső*, *Kurta László* és *Kállai Endre* szóltak hozzá.

Mátyus Béla szerint a felmerült igényeket nem tudják jelenleg még kielégíteni, de az előirányzott új berendezések és fejlesztések megvalósítása már a kezdetét jelentik a kérdés megoldásának.

Továbbiakban *Zámbó József* (Vaskut) tartott előadást az acél csapolás utáni az üstfalazat és egyéb tényezők által előidézett hőveszteségeiről, ill. az üstelőmelegítés és a folyamatos üsthasználatból eredő hőmegtakarítási lehetőségekről. A problémát a folyamatos öntőművek által megkövetelt nagyobb hőmérsékletű acél öntés vetette fel. A vizsgálati eredmények alapján egyértelműen megállapítható, hogy az acél csapolás utáni hőveszteségét legnagyobb mértékben az üstfalazat hőmérséklete befolyásolja. Ezért fontos az üstök folyamatos és lehűtés nélküli használata. A tolólapos üstelzárás alkalmazásával ez ma megvalósítható, sőt ehhez csatlakozó üstelőmelegítés tovább javíthatja a helyzetet.

Schottner Lajos hozzászólásában ismertette az ózdi megoldást, ahol még a dugórudas üstöket is előmelegítik 800—900 °C-ra, de ügyelnek rá, hogy csapolás előtt az üst már ne tudjon visszahűlni és ezzel elkerülik a dugótéglák megsérülését. Foglalkozni kell a közbenső üst szigetelésének problémájával is.

Utolsó napirendi pontban *Éles László* ismertette a KGM Műszaki Főosztály levelét, amelyben az V. ötéves terv legfontosabb problémáira és feladataira hívta fel az Egyesület tagjainak figyelmét.

Az Acélgyártó Szakcsoport az elkövetkező időszakban az alábbi három témakörrel fog folyamatosan foglalkozni:

1. Import SM-kemence tűzállótégla felhasználás csökkentése,
2. SM-acélok minőségének javítása; a komplex dezoxidálás —, illetve az argonozás technológiájának szélesebb körben történő bevezetése és alkalmazása,
3. Acéltermelés növelése és az oxigén felhasználás optimumának meghatározása.

Az ülés befejezése után a Szakcsoport tagjai *Mátyus Béla* és *Barczi Mátyás* vezetésével megtekintették a vállalat legfontosabb üzemeit.

(ÉL)

MTESZ- és egyesületi vezetők Ózdon

Ózdon 1968 óta működik a MTESZ Intéző Bizottsága. Munkájának értékelésére, az elmúlt időszakban szerzett tapasztalatok összegezésére látogattak Ózdra aug. 14-én a MTESZ országos vezetői: *Karlik Nándor*, a MTESZ-vb tagja, a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés vezérigazgatója, *Végh László*, a MTESZ alelnöke, *Philip Miklós*, a MTESZ főtitkárhelyettese, *Moharos Jenő*, az OMBKE főtitkára, *dr. Horváth János*, az OMBKE Vaskohászati Szakosztályának elnöke, valamint *Szabó Csaba*, az OMBKE titkára. A vendégeket *dr. Fürjes Emil* műszaki igazgató fogadta, és tájékoztatta őket *Mezőturi István* MTESZ titkárral karöltve az ózdi intéző bizottság munkájáról.

Az ózdi intéző bizottság munkáját elemezve a vendégek megállapították, hogy országos mércével mérve is elismerésre méltóak az ózdi műszaki szakemberek sikerei.

A termeléssel, a műszaki fejlesztéssel rendkívül intenzív, jó a kapcsolata a MTESZ-ben dolgozó szakembereknek, rendezvényeik — amelyeknek alapevető célja az önképzés — mindig színvonalasak.

Igen szoros a kapcsolat a vállalatvezetés és az ózdi intéző bizottság között, a tudományos munkához, a szakmai rendezvények megtartásához kedvezőek az objektív feltételek.

Az ózdi műszaki dolgozóknak a Pártoktatók Házában klubhelyiségük van, és a műszaki könyvtár és a dokumentációs iroda is rendelkezésükre áll. A vállalat életében jelentkező műszaki problémák orvoslásában mindenkor lehet számítani az intéző bizottság által irányított nyolc egyesületben munkálkodó mintegy 800 műszaki szakemberre.

Az egyesületi csoportok közül legrégibb az OMBKE Vaskohászati Szakosztályának közel 250 fős helyi csoportja. A helyi csoportok szakmai előadásain, a vitafórumain mindenkor a legkorszerűbb technika alkalmazásának helyi lehetőségeit tárgyalják meg.

Hagyományos már, hogy 3 évenként megszervezik az országos hengerész konferenciát, az országos energiagazdálkodási konferenciát és az országos távfűtő ankétot. A MTESZ anyagi hozzájárulásával számos szakembernek lehetősége nyílt már arra, hogy más országok kohászatát tanulmányúton megismerje. Az elmúlt évben 48 szakmai és tudományos előadást szerveztek. Munkások és szocialista brigádtagok s nem csupán a MTESZ ózdi csoportjainak a tagjai vettek részt e fórumokon. Így a vállalat dolgozói is megismerkedhettek a MTESZ ózdi csoportjában tevékenykedők munkájával.

A szakmai információ bővítése érdekében 1973 óta évente két alkalommal jelenik meg az Ózdi Acél című szaklap, amelyben mind a MTESZ-ben dolgozó tudományos munkát folytató idősebbek, valamint a Fiatal Műszakiak és Közgazdászok Tanácsában tevékenykedő fiatalok írásait közlik.

Philip Miklós, a MTESZ főtitkárhelyettese véleménye szerint az ózdi intéző bizottság érzékenyen reagál mindenre. Szinte a felhívással egyidőben elküldték például a nevezésüket az FMKT 1975—76. évi pályázatára. Nagyon fontosnak és jónak tartja, hogy az ózdiak elsősorban a vállalat előtt álló feladatok sikeres megvalósítása érdekében fejtik ki munkájukat a MTESZ egyesületeiben. Így nem válik öncélúvá a tudományos tevékenységük. Hasonlóképpen igen elismerésre méltó, hogy nem akarnak zárt, elit csoportosulás maradni, hanem munkájukat igyekeznek megismertetni a vállalat dolgozóival, közöttük a szakmunkásokkal és így mind több fizikai dolgozó is bekapcsolódik az egyesületek sok irányú munkájába.

M. Tóth Ilona

Somorjai József tagtársunk 70 éves

Köszöntjük *Somorjai József* okl. gépészmérnök tagtársunkat a jubileum alkalmából.

Somorjai József évtizedekig a Csepeli Csőgyárban dolgozott és onnan ment nyugdíjba. Egyesületünk Csepeli Csoportjának volt aktív tagja. Egyesületünkhöz mint nyugdíjas is ragaszkodik.

Továbbra is jó egészséget kívánunk.

K. S.

A Kohómérnöki Kar hírei

Hazánk felszabadulásának 30. évfordulója alkalmából a Kar dékánja és a KISZ NME-i Bizottsága *pályázatot hirdetett a magyar kohászat haladó hagyományainak feldolgozására.* A pályaműveknek az alábbi négy történelmi korszak valamelyikében az egész magyar kohászat vagy egy-egy jelentős kohászati ipari centrum (pl. Dunaújváros, Inota, Ózd, Csepel, Diósgyőr stb.) vonatkozásában ismertetniük kellett a műszaki fejlődés, a munkásmozgalom, munkásművelődés, munkásszokások stb. fejlődését. A feldolgozandó történelmi korszakok:

— 1848 előtt
— 1848 és az I. világháború között
— az I. és a II. világháború között
— a szocialista építés időszakában.

A pályázatra az alábbi 3 pályamunka érkezett:

Baán Mária—Bíró Márta IV. éves kohómérnökhallgatók „Vashámor" című, *Varga M. Valéria* II. éves kohómérnökhallgató „Az Inotai Alumíniumkohó üzembehelyezése és fejlődése a szocialista építés időszakában" című és *Kiss Károly* II. éves kohómérnökhallgató „Ózd 1920—1945" című dolgozata.

Mindhárom pályamunkát díjazták. Ezeken kívül jutalomban részesültek *Bárczy Gergely*, *Bollobás József*, *Pohl László* és *Szabó Zsolt* V. éves kohómérnökhallgatók, akik a „Jót s jól" című — kohászati és üvegipari vállalatok részvételével rendezett — nagysikerű, a szakma megismerését és megszerettetését is kitűnően szolgáló kiállítással pályáztak.

*

A Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karának valétáló hallgatói március 28-án tartották meg a hagyományos *gyűrű- és szalagavató szakestélyüket*, melyen oktatóik, a kohászati üzemek küldöttei, valamint hallgatótársaik jelenlétében búcsúztak az egyetemi évektől.

*

A Kohómérnöki Kar hallgatói KISZ csúcsszervezete május 2.-a és 4.-e között rendezte meg a *Kohász Szakmai Napokat*, melynek keretében a résztvevők (oktatók, hallgatók, vegyesen) változatos programok közül válogathattak. Az ünnepélyes megnyitó után *Dr. Horváth Zoltán* tszv. egy. tanár tartott előadást „A réz termelésének és felhasználásának várható alakulása 2000-ig" címmel, majd *Baán Mária* IV. éves vas- és fémkohász ágazatos hallgató ismertette az egyetemnek Selmecig visszanyúló hagyományait, valamint ezek továbbélését és szerepét napjainkban. Az első napi program Csepel történetét bemutató filmmel zárult.

Május 3.-án nyitották meg a *„Hallgatók hobby-ja" c. kiállítást*, majd különféle vetélkedők és sportversenyek kerültek sorra: tanár-diák labdarúgó mérkőzés, tréfás

sportjátékok, és az egyetemi stúdió szervezésében egy 8 órás összegyetemi kollégiumok közötti — szellemi és ügyességi feladatokat tartalmazó — vetélkedő, mely a kohász csapat győzelmével zárult.

*

Május közepén az egyetem végzős hallgatói a *Valétanapok '75*, három napos eseménysorozatán is emlékezetes és gazdag programmal szórakoztatták az érdeklődőket. Megnyitóként május 15-én orgonahangversenyre került sor az Avasi templomban, majd másnap délután előbb az egyetem területén, s ezt követően a városban is *vidám karnevált* rendeztek, melyen most először az ötödéves hallgatókon kívül a város néhány középiskolájának ez évben érettségiző és a szakmunkásképző intézet végzős diákjai is résztvettek. A színpompás maskarás felvonulást utcabál követte. A valétanapok műsorát az elmaradhatatlan valétabál zárta 16-án este az egyetem aulájában.

*

A KISZ NME-i Bizottsága és a Tudományos Diákköri Tanács a Valétanapok keretében május 15-én *tudományos diákköri konferenciát* rendezett.

A konferencián résztvettek a Freibergi Bányászati Akadémia és a Kassai Műszaki Főiskola hallgatói is. *Dr. Tajnafői József* rektorhelyettes megnyitója és a plenáris előadás után 5 szekcióban 58 előadás hangzott el. A Kohómérnöki Karon 20 TDK dolgozat készült, ebből a Tüzeléstani Tanszéken 8, az Öntészeti Tanszéken 5, a Fémtani Tanszéken 4 és az Általános és Fizikai Kémiai Tanszéken 3.

Ezenkívül egy-egy kohómérnökhallgató az elektrotechnikai, ill. Marxizmus—Leninizmus Tanszéken készített TDK-dolgozatot.

A dolgozatok közül 10 első, 10 második, 2 harmadik díjban részesült.

Előadói díjat nyert: *Baán Mária, Horváth Ferenc, Nagy Lajos* IV. évf. hallgatók és *Benkő Mária* II. évf. hallgató. Kiemelkedő konzultálási munkájuk elismeréséül *Jónás Pál* és *dr. Simon László* tanársegédek jutalomban részesültek.

*

A május 21—23-a között *Freibergben* megtartott *„Bányászati és Kohászati Napok"* rendezvényein a Kohómérnöki Karról 10 oktató vett részt. A résztvevők közül előadást tartottak:

Dr. Kiss Ervin: Beiträge zur Stichplanoptimierung für Warmbandwalzen mittels Rechner.

Dr. Gulyás József: Umformtechnische Probleme beim Walzen von I-Trägern.

Dr. Reisz Gyula: Untersuchung des Klemmens des Walzgutes beim Walzen in Kalibern címmel

A Kar tanszékei 1976 tavaszán az alábbi *mérnöktovábbképzési tanfolyamokat* indítják:

Automatikai Tanszék: Analóg számítástechnikai alkalmazása a mérnöki gyakorlatban.

Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszék: Új irányzatok a kohászati anyagok elemzésében.

Vaskohászattani Tanszék: A zsugorítványgyártás és nyersvasgyártás technológiai fejlődésének újabb eredményei.

A tanfolyamokra az 1976 januárjában a BME Továbbképző Intézete által kiadandó Tájékoztatóban megadottak szerint lehet jelentkezni.

*

Május 29-én és 30-án az MTA Műszaki Tudományos Osztályának Metallurgiai Bizottsága — az MTA fennállásának 150. jubileuma alkalmából — *„Metallurgiai Konferenciát"* rendezett a Nehézipari Műszaki Egyetemen. A Vaskohászattani Szekció és a Fémkohászattani Szekció házigazdái a megfelelő tanszékek voltak.

*

Fémtani Tanszék:

Dr. Káldor Mihály egy. tanár, az NME Fémtani Tanszékének vezetője az Egyesület küldöttségének tagjaként április 29—május 1. között Londonban The Metals Society éves rendezvényén és tudományos ülésszakán vett részt.

*

Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszék:

Dr. Vorsatz Brúnó tszv. egy. tanár május 12—16-a között résztvett a Drezdában megrendezett „Nukleáris analitikai módszerek" című tudományos ülésszakon, ahol a 89 megtartott előadás között az alábbi magyar előadások is elhangzottak: *Bakos L.—Simon S.—Vorsatz B.:* Budapest—Miskolc: Aktivációs analitikai módszerek az acélgyártás folyamatának ellenőrzésében. *Vorsatz B.—Kelen E.—Papp E. z.:* Miskolc—Budapest: Neutrongenerátorban előállított gyors-neutronok energiamegoszlásának vizsgálata és gyakorlati alkalmazása. *Vorsatz B.—Szopory B.—Kelen E.—Jámbor E.—Nagy S. B.—Horváth J.:* Miskolc—Budapest: Fémek és ötvözetek gáztartalmának neutronaktivációs analízis útján történő meghatározása.

Vaskohászattani Tanszék:

Május 14-én a vas- és fémkohász ágazatos hallgatók Szakmai Köre összejövetelt tartott, melyen *dr. Sziklavári János*, a KGMTI főmettalurgusa „A hazai vaskohászat fejlesztésének problémái" címmel tartott előadást (T).

Beszámoló külföldi konferenciáról

Kovács-konferencia Csehszlovákiában

A Csehszlovák Tudományos — Technikai Társaság védnökségével a Szlovák Gépipari Egyesület, a Szlovák Szocialista Köztársaság Építési és Technikai Minisztériuma, a Dubnica nad Váhom-i Gépipari és Metallurgiai Vállalat, a Szlovák Műszaki Főiskola Gépgyártási Tanszéke Bratislavaból és a Szlovák Tudományos és Műszaki Egyesület kovács- konferenciát rendezett a Magas Tátrában, *Tátralomnicon* május 19—21. között. A „Korszerű eljárások a melegalakításban" című előadássorozat az alábbi témacsoportokból állt:

1. Kiinduló félterméket korszerű kovácsoló eljárásokhoz (ötvözött acélok, öntött darabok),
2. Kis- és közepes kovácsolt munkadarabok korszerű kovácsolási technológiája,
3. Kovácsoló gépek- és berendezések,
4. Mechanizálás, automatizálás.

A három napos előadássorozatot a Tátralomnic-i Hotel Slovan-ban rendezték meg, ahol a résztvevők elszállásolása is történt. Az elhangzott 15 előadást orosz- és német nyelven tolmácsolták, a hozzászólásokat hasonlóan.

Egyesületünket a nemzetközi konferencián *Vollák Andor* tagtársunk, a Gépipari Technológiai Intézet főosztályvezetőhelyettese, *Szabó Antal* tagtársunk, a Kohó- és Gépipari Minisztérium Tervező Irodájának főtervezője, *Pöhm György* tagtársunk, a Vasipari Kutató Intézet tudományos főmunkatársa, és *Latinák István* tagtársunk, a Kohászati Gyárépítő Vállalat szaktanácsadója képviselte.

Latinák István

Üzemi hírek

Az LKM III. sz. nagyolvasztójának közepes javítása

A 700 m³-es nagyolvasztó közepes javítása tulajdonképpen egy átépítéssel egyenértékű munka volt, mivel a berendezések nagy részét le kellett cserélni az átépítéskor szokásos mértékben. A felújítás során csak a páncél alsó része és a kupola valamint a fenék és medence karbon falazata maradt meg.

Az átépítést hosszas előkészítő munka előzte meg. Ugyanis LKM — először Magyarországon — arra vállalkozott, hogy vékonyfalú aknát építtet. A Kohászti Lapok 1974/8. számában *Herr László Ádám* okl. kohómérnök „Megkezdték az ország első vékonyfalú nagyolvasztójának tervezését" címmel ismertette elképzeléseiket és indokaikat. A kivitelezésről az alábbiakban számolunk be:

A nagyolvasztó átépítése az alábbi főbb munkákat tartalmazza:

- nyugasz, szénpoha és aknapáncél cseréje; ez utóbbi a szokásostól eltérően vastagabb — 35—25 mm-es — lemezekből
- 3 sor acélöntésű és 4 sor hegesztett kivitelű faltartógyűrű az akna belsejében
- torokzáró és elegyelosztó szerkezet
- torokvédő öntvények
- nyugaszban és szénpohában — nem hűtött — koptató öntvények
- fúvókaszerelvények
- teljesen új vízhűtőrendszer, az aknán erőteljes külső hűtéssel
- medence, nyugasz, aknafalazat
- felvonó pálya cseréje
- feladó bunkerek
- 8—9. sz. léghevítő kisebb javítása
- 7. sz. léghevítő rács, tűzakna és kupola bélés csere a forrószélcsonktól felfelé

A nagyolvasztó átépítését 60 napra tervezték, s március 7-én álltak le a kohóval. A bontás és az olvasztó kikaparása a vártnál nehezebb volt, az angol anyagból készült falazat kivitelezése során eleinte problémák adódtak az újszerű technológia miatt, ami szintén lassította a munkát.

A falazati munkákat az alábbiakban ismertetjük, különös tekintettel az import falazati megoldásra és a vékonyított falazatra.

Az átépítés alatt az olvasztóba és a kapcsolódó léghevítők falazatába 1770 tonna tűzálló anyagot építettek be. A rövid idő alatt végzett átépítés jelentőségét növeli az a tény, hogy több műszaki újdonság került bevezetésre az átépítés során. Magyarországon először ennél a nagyolvasztónál alkalmaztak angol gyártmányú grafitos ún. Plumbago téglát az akna alsó egyharmadában.

A Plumbago legkiválóbb értéke magas hővezetőképességében rejlik, melyet a 36,5% grafitalakban benne levő karbon alkotó elem biztosít. E tulajdonságánál fogva lényegesen hatásosabb hűtést tesz lehetővé, mint a hagyományos samottfal. Ez a jó tulajdonsága azonban csak akkor érvényesül, ha megfelelő mennyiségű hűtővíz kohópáncélra való permetezésével gondoskodnak az levont hőmennyiség elvezetéséről. A Plumbago tégla elé — az elegy koptató hatásának kivédése céljából — ugyancsak angol ún. Albion KD nevű nagyszilárdságú samott téglát építettek be.

A hatásosabb külső hűtés több szerkezeti változtatást tett lehetővé. Így: levékonyították az aknafalat — ugyanakkor megvastagították az aknapáncélt — és elhagyták a hűtőkúpokat, ill. nem alkalmaztak belső hűtést. Az akna középső és felső részében a hagyományos 800—900 mm-es falvastagságot 345 mm-re csökkentették. A vékony fal stabilitásának fokozása érdekében az akna középső részében három hőálló acélból kialakított öntvénygyűrű van beépítve. Az akna felső részében a téglafalazatot három darab acélszerkezetű, lemezből összehegesztett konzolgyűrű tartja.

Az erősített aknapáncél vastagsága az akna alsó egyharmadában 35 mm, a középső szakaszában 25—30 mm. Mivel a torokrész nem változott, a torokrész lemezvastagságát változatlanul 18 mm-ben hagyták. A hűtőkúpok elhagyása a hűtőkúpok kiégéséből eredő üzemzavarok (vízbetörés, kohóvisszahűtés, falazatomlás stb.) megszűnését eredményezi, ezáltal a nagyolvasztó üzembiztonsága várhatóan javul.

A munkák előkészítése során a kivitelezők adatai és konzultációi alapján LKM vonalas és Pert-hálós ütemtervet készített. Az ütemtervben az átépítési idő 53 nap volt, amellyel szemben KGYV 50 napos átépítésre dolgozta át a terveket.

A javításra külön építésvezetőséget létesítettek, s körültekintően állították össze az ellenőrző és átvételi bizottságokat. Nagy gondot fordítottak a munkavédelem megszervezésére s a maximális gépesítés kiépítésére is.

Ezeknek a részletes és alapos munkáknak is köszönhető, hogy a kohót 49 nap és 6 óra után KGYV szárításra átadta. A szárítás és a feltöltés befejezése után a nagyolvasztóra április 30-án délelőtt fújtak rá, s az első vasat 1975. május 1-ére csapolták.

A munkák kivitelezői voltak:

- KGYV gyártó, szerelő, falazó, építőipari és műszerész részlegei
- LKM különböző gyáregységei
- Csőszerelőipari és Gyár- és Gépszerelő Vállalat 1—1 csoportja.

Mácsay József—Soós György

Műszaki és gazdasági hírek

Új szibériai szén-előfordulás

A Szovjetunióban Jakut autonom köztársaság területén, az északi sark közelében levő Verhojanszkban kitermelték az első kokszolható szén mintákat.

A jakut szénlelőhelyek a felszín közelében helyezkednek el és 300—600 méteres mélységig nyúlnak le a földbe. Szibéria zord körülményei között a szénbányászat jelentős nehézségekkel jár és komoly befektetéseket igényel.

Már elkészítették az épülő Bajkál—Amur vasúti fővonal közelében levő Nyerjungrinszki lelőhely kiaknázásának tervét, ahol évente több, mint tíz millió tonna energia-szén és kokszolható-szén kibányászását tervezik. Ez egy félévszázadra is elegendő.

Az Aldani-fennsík szénmedencéjét lényegesen kiegészíti a közelben elhelyezkedő, vasércben gazdag terület, amely nemcsak méreteiben, de az itt felgyülemlett ásványi nyersanyagok minőségének tekintetében is lenyűgöző. Az Fe tartalma közel 70%-os.

Ez, és a rendelkezésre álló mészkő, márvány, valamint dolomit és kvarcit lelőhelyek lehetőséget nyújtanak egy nagy vaskohászati kombinát felépítéséhez. A kész terméket a most épülő Bajkál—Amur vasúti fővonalon fogják továbbítani (OA).
(APN).

DR. ANTAL BOZA JÓZSEF
1932—1975



Dr. Antal Boza József tanszékvezető egyetemi tanár, a műszaki tudományok kandidátusa, a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karának dékánja, az MSZMP Miskolc városi Bizottságának és Végrehajtó Bizottságának, valamint az Egyetemi Tanácsnak tagja aug. 15-én hosszú betegség után Miskolcon elhunyt. Rövidítve ennyit tartalmazott a megrendítő gyászhír, amely a döbbenetes órákban az egyetemen megjelent. A hír és a rövid 43 életév mögött azonban egy szakadatlan munkával töltött, tartalmas életút rejlik, amelyet a túlélő tanítványok, oktatótársak, kutatók és üzemi kollégák, pártmunkások és közéletünk vezetői őriznek emlékezetükben a fájdalmas veszteség után. Három éve, hogy torokszorító aggodalmak közben újra és újra hittünk a reá tört betegség legyőzésében, hogy emberfeletti küzdelme, akaratereje legyőzi a halált...

A túlélők szomorú feladata szavakba foglalni a munkás, dolgos élet főbb adatait és eredményeit, a teljesség igénye nélkül. Inkább emberi jellemét, élete mozgatórugóit kutatjuk emlékezésünkben.

Antal Boza József 1932. október 19-én született Sajóvárkonyban. Alap- és középfokú tanulmányait Ózdon, a felsőkfokút a Dnyepropetrovszki Kohászati Egyetem Kémia-Technológiai fakultásán végezte, ahol 1956-ban szilikát kohász szakon kohómérnöki oklevelet szerzett. Tanulmányai közben az Ózdi Kohászati Üzemekben, az oklevél megszerzése után pedig a Lenin Kohászati Művekben dolgozott 1963-ig a Kemenceépítő Gyárrészlegben, az üzemmérnöki beosztástól kezdve a gyárrészleg főmérnökéig különböző munkakörökben. Ezekben az években gyűjtött szakmai és vezetői tapaasztalatai alapozták meg emberismeretét, a jövőért érzett felelősségét, szakmaszeretetét, munkalendületét.

1959-ben nyert felvételt aspirantúrára szilikát-kémia és -technológia tématerületre, s eredményes tanulmánya befejezéseként 1963-ban nyerte el a műszaki tudományok kandidátusa címet. Disszertációjában a gyorsan módosuló kriptokristályos kvarcitok előzetes hőkezelés nélkül történő felhasználásával foglalkozott. Kutatómunkája eredményét az üzemi eljárással együtt átvették és a szilikatégla gyártásban ma is alkalmazzák.

1963-tól dolgozott a Nehézipari Műszaki Egyetemen. Ekkor választották meg az NME PB titkárává, de első perctől kezdve, mint a Tüzeléstani Tanszék adjunktusa, részt vállalat az oktatásban is. *Diószeghy* professzortól 1968-ban vette át a Tanszék vezetését. Előbb, mint docens, majd 1971-től mint egyetemi tanár irányította a Tanszék munkáját. 1968-tól 1971-ig a Kohómérnöki Kar dékánhelyetteseként tevékenykedett. 1974-ben a Kari Tanács megbízta a dékáni teendők ellátásával.

Szakmai tevékenységét az üzemi évek után a Tüzeléstani Tanszéken igen nagy ambícióval és energiával végezte, mind a hagyományos tárgyak oktatásában részt vállalva, mind újabb szakterületek kutatásában is. Az oktatás szakosodásának bővítésével új tantárgyakat vezetett be, így fáradhatatlanul dolgozott a szilikátipari kemencék, valamint a szilikát-kémia és technológia tématerület tananyagának kialakításán és művelésén. Érdeme az oktatást és kutatást egyaránt elősegítő szilikáttechnológiai laboratórium létrehozása, amelyben a téma iránt érdeklődő hallgatók egy-egy csoportja éveken át alkotó otthonra talált. Korszerű szemléletmódra alapozta a kohászati kemencék oktatását is, de a tananyag teljes kibontakoztatását már nem fejezhette be.

Hallgatóival túl a szakmai vonatkozásokon is kezdeményező, emberközeli kapcsolatot épített ki, szívügyének tekintve szakmai és társadalmi tevékenységüket. Mindig teremtett időt arra, hogy tudományos diákköri munkáról, diplomatervekről konzultáljon a hallgatókkal.

Törekvése a tanszék hazai és külföldi ipari és tudományos kapcsolatainak gazdagításában fáradhatatlan volt. Mindvégig rendszeresen tevékenykedett azon, hogy a tanszék új területeken is bekapcsolódjon a szakmai közéletbe. Számos ipari kutatási, szakértői, tanácsadói tevékenységgel erősítette a tanszék helyzetét.

Biztatással, támogatással karolta fel a pályakezdő munkatársakat, folyamatosan serkentve őket a napi oktató-nevelő munka fejlesztésén túl az egyéni kutatómunkára is. Szakterületén a szilikáttechnológiában újítások, szabadalmak, szakértői vélemények, hazai és idegennyelvű publikációk, egyetemi jegyzetek sora jelzi elméleti és gyakorlati tevékenységét. Sok új gondolattal igyekezett a kohászati kemencék tűzállóépítőanyagainak választékát növelni, előnyösebb kémiai és mechanikai ellenállóképességű anyagok kikísérletezésével. Gyakori külföldi tanulmányútjain előadásokon adta át újabb ismereteit, tapasztalatait.

Lételeme volt a közösségért, a szocialista társadalomért végzett sokoldalú munka. Az ifjúsági mozgalomban 1948-tól, a munkásmozgalomban 1950-től vállalt részt. Mindig a megújulást kereste, jobbító akaratát viták, harcok árán is érvényre juttatta. Hittel, meggyőződéssel, felelősségérzettel szolgálta a közösséget, egyetemi pályája kezdetén a Pártbizottság titkáraként éppúgy, mint oktatóként, majd a Tüzeléstani Tanszék vezetőjeként, dékánhelyettesként, dékánként.

Munkája elismerését a Kohászat Kiváló Dolgozója (1972), a Munka Érdemrend ezüst fokozata (1974) és az Oktatásügy Kiváló Dolgozója (1974) kitüntetések jelzik.

Aktív tagja volt a Szilikátipari Tudományos Egyesületnek és 1968-tól Egyesületünknek is.

A kérlelhetetlen búcsú mindig fájdalmas, és sokszorozottan az, amikor alkotó évei teljében, egy felfelé ívelő pályájú életút szakad meg. Vigaszt nem nyújt, csak megnyugvást, hogy minden méltató szó mögött ott van egy példaadóan szép élet tiszta aranyfedezete.

Augusztus 19-én a mélybe tűnő koporsót körülölelő virágtenger, s a kialvó lámpafények mellett búcsúztak a munkatársak, tanítványok, harcostársak és tisztelők *dr. Antal Boza Józseftől.*

Dr. Farkas Ottóné

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezetők: GARAY LÁSZLÓ, KOLOSY ERNŐ

Szilícium-oxinitrid kötésű tűzálló bélésanyagok alkalmazása alumínium elektrolizáló kádakban

TERÉNYI GYULA okl. vegyészmérnök
Magnezitipari Művek, Budapest

DK:666.762:669.713.7

Az utóbbi években a technika és a tudomány gyors fejlődése, a gyártási folyamatok intenzifikálása kedvezően befolyásolták a tűzálló-anyagok területén a kutatást. Kidolgozásra került számos új, korábban nem ismert, vagy nem alkalmazott tűzállóanyag. Egész sor új tűzállóanyagot fejlesztettek ki az alumíniumipari kemencék részére, beleértve az elektrolizáló kádakat is. A fejlődés első szakaszaként áttértek nagyobb tömörségű grafitált lapok alkalmazására, majd több országban a nagytömörségű önkötött (self-bonded) szilícium-karbid és a nitrid, vagy oxinitrid kötésű szilíciumkarbid béléslapok alkalmazására.

Bevezetés

Az 1960-as évek elején több országban indult meg a szilíciumnitrid és a szilícium-oxinitrid kötésű SiC termékek gyártásának és alkalmazásának kutatása, elég, ha az amerikai eredményekre [1, 2] vagy a szovjet munkákra [3, 4] hivatkozunk. Ezzel közel egyidőben Magyarországon is megindítottuk az elektrolizáló kádak bélelésére alkalmas anyagok kutatását. 1966-ban a Varsói Tűzállóanyagipari Konferencián beszámoltunk az oxinitrid kötésű SiC termékek kutatása és gyártása terén elért első eredményeinkről [5].

Az oxinitrid kötésű tűzálló termékek gyártásának alapját az képezi, hogy a tűzálló szemcséket az a szilícium-oxinitrid köti össze, mely az égetés során képződik a nyers masszában levő finom fémszilíciumból és a gázatmoszférában levő oxigénből és nitrogénből az alábbi összesített reakció szerint:

$$2\,Si + 1/2\,O_2 + N_2 = Si_2ON_2$$

Nagyon alacson oxigéntartalmú, vagy teljesen oxigén mentes gázfázisban tiszta szilíciumnitrid képződik (melynek ismert az α- és β módosulata).

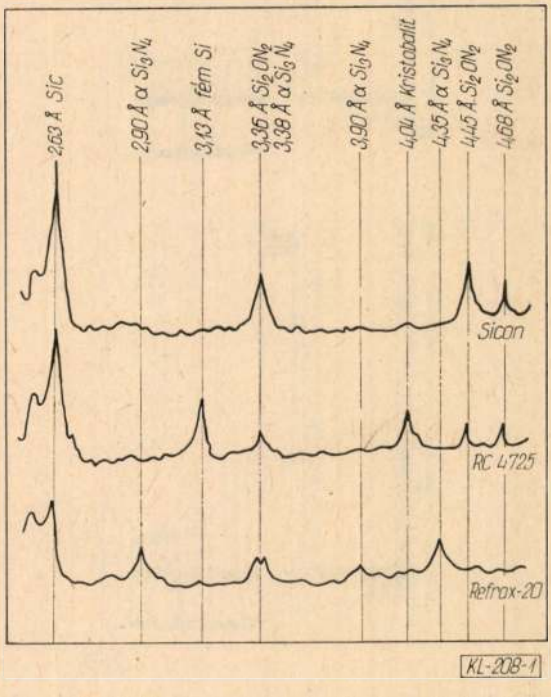
$$3\,Si + 2\,N_2 = Si_3N_3$$

A Veszprémi Vegyipari Egyetem által korábban végzett [6] vizsgálatok szerint az oxinitrid lesz a domináló fázis a szilíciumnitriddel szemben, ha a gázatmoszféra oxigén tartalma megközelíti a 2—3%-ot.

A Magnezitipari Művekben alkalmazott technológia szerint az égetésnél a nyers lapokat koksz réteggel vesszük körbe. Ilyenkor az égetés során a füstgázok oxigénje a rakományon belül szénmonoxiddá, ill. széndioxiddá alakul, azonban bizonyos mennyiségű le nem reagált oxigén mindig marad, így a gyakorlatban nem tapasztaltunk röntgennel kimutatható szilíciumnitrid képződést (csupán a vastagabb idomok belső zónáiban mutatható ki jelentősebb Si_3N_4 képződés).

Az oxinitrid kötésű SiC lapok a kedvező tulajdonságok fő hordozója maga a szilíciumkarbid, de korróziós viselkedés szempontjából alig marad le mögötte az oxinitrid is [7]. Ugyanakkor, a technológiai okokból előforduló, le nem reagált fémszilícium, és a túlzott oxidációnál képződő SiO_2 (krisztobalit formában) igen károsak: az olvadt alumínium és a kriolit fürdő egyaránt oldják, így a jelentős Si, vagy SiO_2 tartalmú SiC lapok korróziós tartóssága csekély.

A korróziós ellenállás növelése szempontjából fontos, hogy a termék minél kisebb porozitású legyen, ezért nem elégedhettünk meg első eredményeinkkel, amikor 1963—65-ben 21—23% porozitású és esetenként 4—5% SiO_2 tartalmú lapokat gyártottunk. A biztonság fokozása érdekében az akkor beépített lapok vastagsága 40 mm volt. Később, a Magnezitipari Művekben kidolgozott módszer alkalmazásával, mely eltér az USA-ban és a Szovjetunióban kidolgozott és alkalmazott eljárásoktól, sikerült a termékek porozitását 15—18%-ra, a krisztobalit tartalmat 1,5—2,0%-ra, a szabad szilícium tartalmat pedig 0,5%-nál kisebbre csökkenteni.



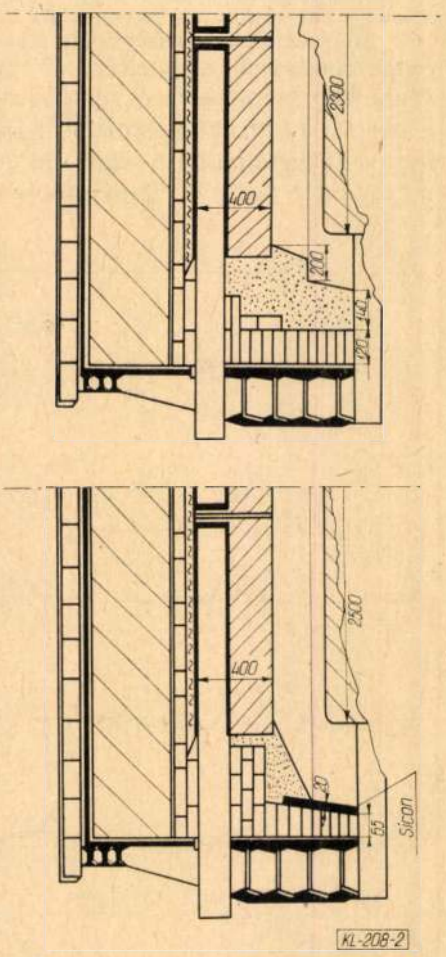
1. ábra. Különböző eredetű nitrid és oxinitrid kötésű SiC lapok röntgen - diffraktogramjai

Hazai eredmények

A fázisösszetétel szempontjából érdekes összhasonlítani a Magnezitipari Művek által gyártott, újabban „Sicon" márkanév alatt forgalmazott termékek röntgen-difraktogramját az angol eredetű „Refrax 20" (Carborundum Co. gyártmánya), továbbá a francia eredetű „Crystolen RC 4763" (Norton Co. gyrtámánya) termékek röntgenfelvételeivel *(1. ábra)*.

Láthatjuk, hogy a magyar termék szabad szilíciumot nem, krisztobalitot csak igen csekély mennyiségben tartalmaz, míg a francia RC 4763-as termék jelentős mennyiségű szilíciumot és krisztobalitot tartalmaz. Az angol termék jellegzetessége, hogy kevés Si_2ON_2 mellett a kötőfázis fő alkotóeleme az α-Si_3N_4. A vizsgált magyar termék nyitott porozitása 15,1%, térfogatsúlya 2,46 g/cm³ volt, míg a Refrax 20 terméké 15,3%, illetve 2,53 g/cm³, és a Crystolon RC 4763-é 18,1%, illetve 2,47 g/cm³. Láthatjuk, hogy a rendelkezésünkre álló francia termékkel szemben a magyar számos előnnyel bír (az angol termék gyártástechnológiájának jelentős eltérése és ebből kifolyólag fázis összetételbeli eltérések miatt az összehasonlítás nem jogos, hiszen a Refrax 20 kötőfázisa nem oxinitrid, hanem szilíciumnitrid).

A „Sicon" termékek fizikokémiai és termikus tulajdonságait az alábbi paraméterek jellemzik:



2. ábra. Hagyományos és Sicon lapokkal bélelt elektrolizáló kádak metszeti képe

SiC tartalom:	70—75%
Si_2ON_2 tartalom:	22—27%
SiO_2 tartalom:	0—2%
Szabad Si tartalom:	0—0,5%
Térfogati tömeg:	2,42—2,55 g/cm³
Nyitott porozitás:	15—18%
Hideg nyomószilárdság:	600—1100 kp/cm³
Hideg szakítószilárdság:	300—450 kp/cm²
Hajlítószilárdság 1350 °C-on:	300 kp/cm² felett
2 kp/cm² terhelés alatti lágyulás hőmérsékletei:	*To* 1680 °C
	Ta 1700 °C felett
	Te 1700 °C felett

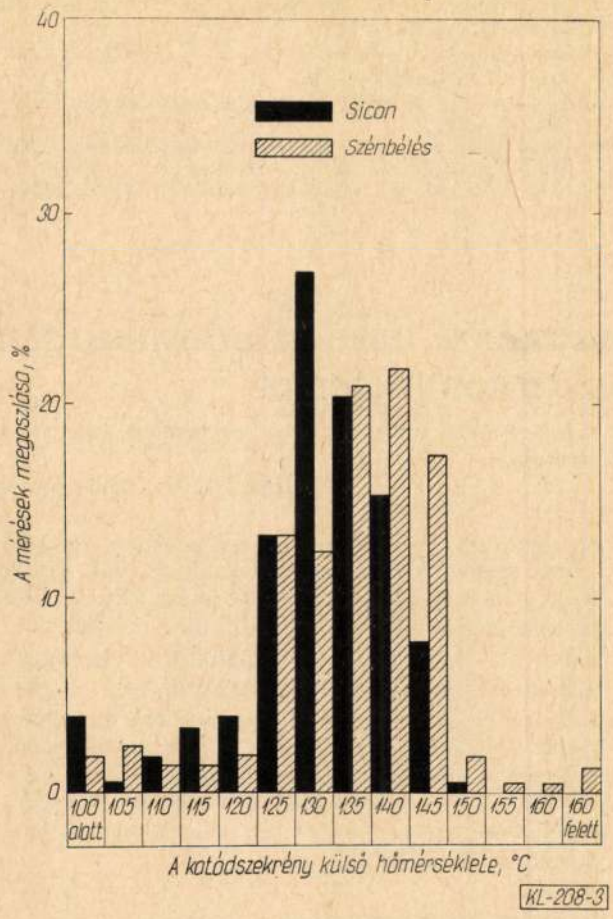
A hagyományos tűzállóanyagokkal szemben igen magas meleg hajlítószilárdság és terhelés alatti lágyulás hőmérséklete mellett szembetűnő a termék igen nagy szakítószilárdsága. A hagyományos tűzállóanyagoknál a szakítószilárdság általában a nyomószilárdság 10—15%-át éri el és csak ritkán emelkedik annak 20%-áig, míg a „Sicon" terméknél 40—60%-os érték tapasztalható. Ez az oxinitrid kötésű termékek belső szerkezetével függ össze, hiszen a scaning-elektromikroszkóppal nyert felvételek tanulsága szerint a szilícium-oxinitrid fázis szálas szerkezetű, rostszerű.

A Sicon lapokkal bélelt és a korábban alkalmazott, döngölt oldalfalú elektrolizáló kádak sematikus képét a *3. ábra* mutatja. Látható, hogy a Sicon lapok alkalmazásával jelentősen nőtt az olvasztótér, növelni lehetett az anódméretet is, az eredeti 2300 mm-ről 2500 mm-re (azonos katódszekrény méret mellett).

Aggályként merült fel a kisebb vastagságú, jó hővezetési tulajdonságokkal rendelkező Sicon lapok esetleg kedvezőtlen hatása a kádak hőveszteségére. Ennek eldöntése céljából a *2. ábrán* látható, korábbi és újabb rendszer szerint épített 1—1 kádnál összehasonlító jelleggel köpeny hőmérsékletet mértek egy éven keresztül. A mérési eredményeket a 3. ábra szemlélteti. Megállapítható, hogy a fürdőfagyás szigetelő hatása következtében a Sicon lapokkal bélelt kádaknál nem tapasztalható nagyobb hőveszteség.

Több kutató-fejlesztő szakember veszélyesnek tartotta a Sicon lapok alkalmazását az előállított fém minősége, elsősorban szilícium tartalom esetleges növekedése szempontjából. E kérdés eldöntésére 1969-ben az Inotai Alumíniumkohóban, mely a szilíciumkarbid lapok alkalmazásának hazai úttörője volt, összehasonlító méréseket végeztek egy Sicon lapos és egy összehasonlító széndöngöléses kád fémtisztaságának megállapítására, 7 hónapos időperiódus alatt. A vizsgálat eredménye a *4. ábrán* látható.

A Sicon béléslapok minőségre kifejtett hatásának elbírálásához érdemes összehasonlítani az inotai üzem statisztikai eredményeit 1971. és későbbi években. 1971-ben a kádpark 26%-a üzemelt Sicon béléssel, 1972-ben már 44%-a, míg 1975 januárjában 73,9%-a. Az üzem által termelt fémalumínium minőségi megoszlását az *1. táblázat*, míg a termelt alumínium Si tartalmának megoszlását a *2. táblázat* tartalmazza. A termelt fém tisztaságának a táblázatokban közöltek szerinti jelentős javu-



3. ábra. Szénbéléses és Sicon lapokkal bélelt kádak külső hőmérsékletének alakulása

1. táblázat

Kohóalumínium tisztasága szénbéléses és Sicon béléses kádüzem esetében

Alumínium tisztasága, %	A termelt alumínium mennyiségi megoszlása, tisztasági fokozatonként, %	
	1971.	1975. január
99,8 felett	3,0	0,4
99,7—99,8	47,8	63,3
99,5—99,7	40,4	29,9
99,0—99,5	8,3	5,4
99,0 alatt	0,5	1,0

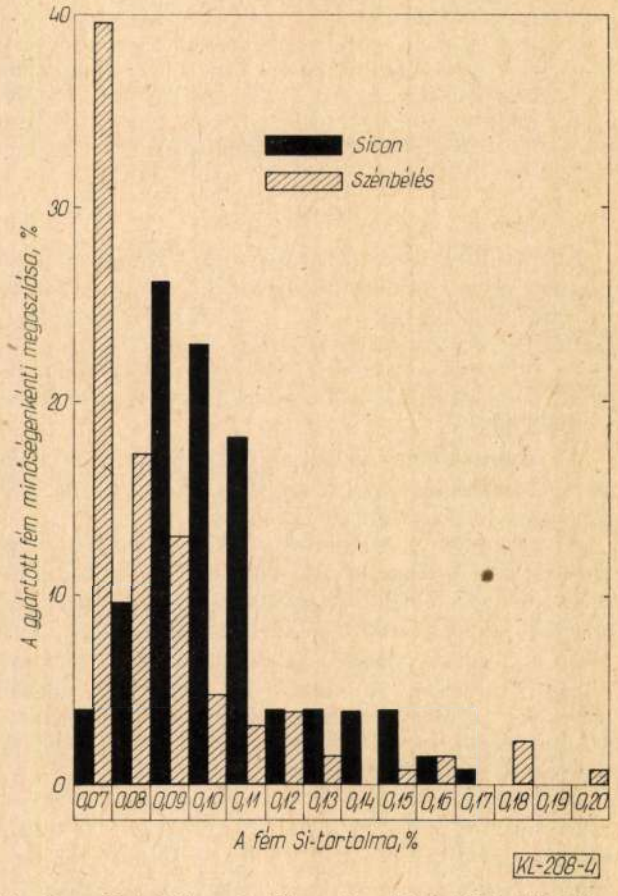
2. táblázat

Kohóalumínium Si-tartalmának alakulása szénbéléses és Sicon kádüzem esetében

Kohóalumínium Si-tartalma, %	A termelt alumínium mennyiségi megoszlása, tisztasági fokozatonként, %	
	1971.	1975. január
0,06 alatt	24,0	41,5
0,06—0,08	43,7	43,8
0,08—0,10	15,4	6,6
0,10 felett	16,9	8,8

lása természetesen nemcsak a Sicon bélésnek tulajdonítható, hanem annak is, hogy az üzem 1971-ben nagyobb tisztaságú timföld alkalmazására tért át és más minőségjavító intézkedéseket tett. Ugyanakkor nyilvánvaló, hogy a Sicon lapok alkalmazása lehetővé tette ezen intézkedések pozitív hatásának érvényesülését.

Az elektrolizáló kádak Sicon lapokkal történő bélelése tömeges méretekben 3—3,5 éves múltra tekint vissza, ezért a kádak többsége még üzemben van, hiszen a már említett Inotai Alumíniumkohóban elért átlagos élettartam 1974 III. negyedévében 69,0, IV. negyedévben 63,7 hónap volt. Ugyanakkor, az 1967—68-ban épített és 1972—74-ben leállított első 20 mm vastagságú lapokkal készült ún. *addíciós* kádak tartóssága 53,4—78,1 hónap között változott (átlag 65,9 hó). A jelenleg üzemben levő kádak egy része elérte a 60 hónapos kort, a legidősebb már 77,8 hónap óta üzemben van.



4. ábra. Szénbéléses és Sicon lapokkal bélelt kádakban előállított fémalumínium minőségének alakulása

Összefoglalás

Az eddigi tapasztalatok szerint a Sicon bélésű kádak közül egyet sem kellett az oldalfal rossz állapota miatt leállítani, hanem más okok játszottak közre (katódszekrény repedés, katódfenék elöregedés, katódfelemelkedés, vasasodás stb.).

Az Inotai Alumíniumkohóban szerzett tapasztalatok szerint a Magnezitipari Művek által gyártott Sicon lapok alkalmazása alumínium elektrolizáló kádak oldalbéléséhez kedvező a kád tartós-

sága, az előállított fém minősége, a kád üzemeltetési viszonyai és nem utolsó sorban az átépítés költségei szempontjából.

IRODALOM

[1] *Washburn, M. E.—Love, R. W.* (1962): Amer. Ceram. Soc. Bull. *41* (7), 447—449.

[2] U. S. Pat. 3.193.399 (1965); U. S. Pat. 2. 897. 572 (1959)

[3] *Kajnarszkij, I. Sz. és társai* (1960): Ognyeuporü, *25* (4) 175—180.

[4] *Voronyin, N. I.—Kraszotkina, N. I.* (1962): Ognyeuporü, *27* (10), 463—468.

[5] *Terényi Gy.* (1967): Materialy ogniotrwale, XIX, N-4, 89—92.

[6] Veszprémi Vegyipari Egyetem zárójelentése: „Nitridkötésű szilíciumkarbid termékek..." (1965)

[7] *Washburn, M. E.* (1967) Cer. Bulletin, *46* (7), 667—671.

Adatok a magnézium meghatározásához tiszta alumíniumban atomabszorpciós spektrofotométerrel

POSGAY GYÖRGYNÉ tud. munkatárs — BORSODINÉ KOVÁCS MAGDOLNA tud. segédmunkatárs
Fémipari Kutató Intézet

DK: 543.54: 546.6 + 546.46

A tiszta alumínium magnéziumtartalmát kadmiumhidroxid-kollektoron dúsítás utáni sósavas oldatból a kísérő változó mennyiségű alumínium szennyezés miatt kalibrációs görbéről csak dinitrogén-oxid—acetilén lángban kapott abszorpcióból lehet kiértékelni. Az addíciós módszer jó eredményt ad levegő-acetilén és dinitrogén-oxid-acetilén lángban egyaránt, de ppm nagyságrendű magnéziumtartalom meghatározására az érzékenyebb levegő-acetilén láng addíciós módszer az ajánlatosabb.

Bevezetés

Egy korábbi dolgozatunkban [1] foglalkoztunk a magnézium atomabszorpciós meghatározásával alumíniumban. Ebben 0,01—10% Mg tartalom tartományban végzett elemzéseink eredményeit közöltük. Az alábbiakban a 0,01% alatti Mg mennyiségek meghatározására végzett kísérleteinkről számolunk be.

Az összes elemek közül az egyik legérzékenyebb atomabszorpciós meghatározás a magnéziumé. Kimutatási határa 0,0005 $\mu g/cm^3$ [2].

A magnézium meghatározására atomabszorpciós eljárást *Allan* közölt először [3]. Kimutatta, hogy levegő-acetilén lángban a magnézium abszorpcióját nem zavarja a nátrium, kálium, kalcium és foszfát jelenléte. *Belcher* és *Bray* [4] megállapították, hogy az alumínium zavarja a magnézium elemzését, amely zavarás stroncium adagolással kiküszöbölhető. Szérum kísérleteinél *Willis* [5] is észlelte a stronciumhatást.

A fenti közlemények alapján ellenőriztük az alumínium zavaró hatását *(1. ábra)* és stroncium hozzáadással küszöböltük ki. Így a fémalumíniumban levegő-acetilén lángban meg tudtuk határozni a magnéziumtartalmat század százaléktól 10% Mg-tartalomig [1].

A század százaléknál kisebb magnéziumtartalom így nem mérhető. Jelen közleményünkben ennek a problémának a megoldásával foglalkozunk.

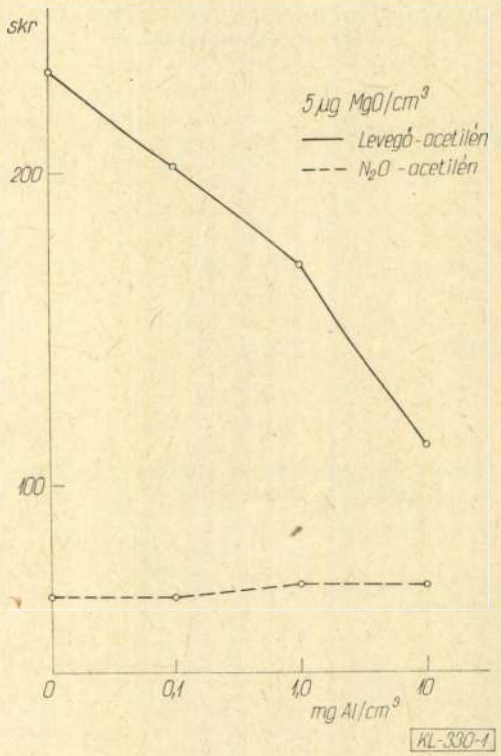
A kísérletek leírása

Magasabb hőmérsékletű láng alkalmazása

Amos és *Willis* [6] dinitrogén-oxid-acetilén lángban az alumínium zavaró hatását nem tapasztalták. Megállapításaikat méréseinkkel mi is igazoltuk *(1. ábra)*. Azt is észleltük, hogy a dinitrogén-oxid-acetilén lángban a levegő-acetilén lángban kapott érzékenységi értéknek csak durván a felét kapjuk. Így ez utóbbi láng stroncium-klorid adagolása nélkül is alkalmas alumíniumötvözetek magnéziumtartalmának meghatározására, de század százalékok és annál kisebb Mg tartalmak meghatározására az érzékenység romlása miatt már nem használható. A térfogat pedig az alumíniumsókoncentráció jelenlétében egy adott határon túl nem csökkenthető, mert nehezíti a beporlasztást és égőfejduguláshoz vezet. Mindez hibát okozhat az atomabszorpció észlelésénél.

Kadmium zavaró hatásának vizsgálata

A jelzett hibák kiküszöbölésére célul tűztük ki a magnézium dúsítását az alumínium alapfémtől való elválasztással [7]. Az elválasztásra



1. ábra. Az alumínium hatása a magnézium abszorpciójára

$Cd(OH)_2$-hordozót választottuk. A kadmium-kollektor esetleges zavaró hatását előzőleg modelloldatokon mértük ki. Azt tapasztaltuk, hogy a kadmiumtartalom a magnézium meghatározásának érzékenységét nem változtatja meg *(2. ábra)* sem levegő-acetilén, sem dinitrogénoxid-acetilén lángban, a dúsítási eljárás tehát alkalmazható (2. ábra).

Nátrium zavaró hatásának vizsgálata

A fémet NaOH-an oldottuk. *Allan* [1] kísérleteit megismételtük és kiterjesztettük dinitrogén-oxid-acetilén lángra is. Azt tapasztaltuk, hogy a nátriumnak *(3. ábra)* egyik lángban sincs zavaró hatása a magnéziumra.

A magnézium dúsítása

Előkísérleteink alapján a bemért fémalumínium forgácsot NaOH-oldatban oldottuk. A kadmium-kollektort kadmium-klorid oldat formájában adagoltuk hozzá. A $Cd(OH)_2$-on adszorbeálódott magnézium-hidroxidot állása után szűrtük és a csapadékot híg NaOH-dal mostuk. Ezzel a csapadék oldékonyságát kívántuk csökkenteni. A csapadékot ezután sósavban oldottuk. Így kis oldattérfogatba tudtuk vinni a bemért minta teljes magnéziumtartalmát, elválasztva az alumínium-alapfém tömegétől.

Vizsgálatok kalibrációs görbével és addiciós módszerrel

Az oldatban a magnézium mellett változó mennyiségben vannak alumínium-, nátrium-, és kadmium-ionok. Előkísérleteinkben megállapítottuk, hogy a nátrium és kadmium jelenléte a magnézium abszorpcióját nem zavarja. A kadmium-kollektoron adszorbeálódott magnézium-hidroxidot még a mosás után is szennyezi alumínium, ezt bizonyította, hogy azonos mintából levegő-acetilén és dinitrogén-oxid-acetilén lángban a megfelelő kalibrációs görbéről kiértékelt magnéziumtartalmak eredményei nem egyeztek meg egymással; a levegő-acetilén lángban felvett értékek kisebbeknek adódtak *(1. táblázat)*. Ennek oka a változó mennyiségben jelenlevő alumínium szennyezésnek zavaró hatása levegő-acetilén lángban. Így ezt a lángot kalibrációs görbével történő kiértékeléshez nem használhatjuk.

Ellenőrzésként a fenti mintaoldatok magnéziumtartalmát addiciós módszerrel is meghatároztuk. Az így kapott értékek mindkét lángban megegyeztek.

Az elemzéshez szükséges vegyszerek és oldatok

Sósav 1+1

Nátrium-hidroxid-oldat 200 g/l és 20 g/l-es

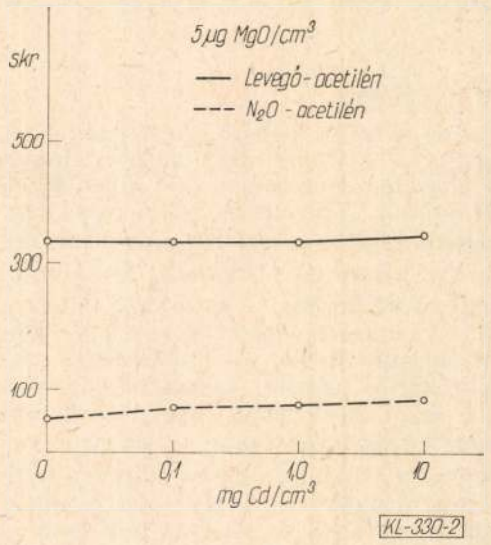
Hidrogén-peroxid-oldat, 30%-os

Kadmium-oldat, 1 g/l-es

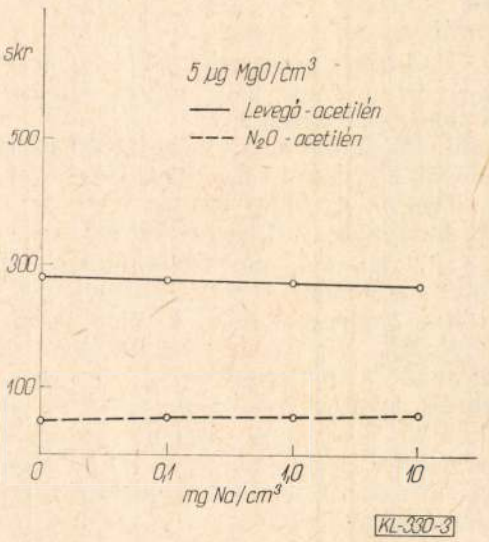
Készítése: 1,00 g tiszta kadmium fémet 20 cm^3 1+1 salétromsavban oldunk. A nitrózus gőzök kiforralása után lehűtjük, 1 l-es mérőlombikban vízzel jelig töltjük és elegyítjük.

Magnézium standard-oldat, 1 g/l-es

Készítése: 1,000 g 99,95%-os tisztaságú Mg fémforgácsot 400 cm^3-es pohárba 0,1 mg pontossággal bemérünk és lefedve 30 cm^3 sósavval oldjuk. 1 literes mérőlombikban vízzel jelig töltjük és elegyítjük.



2. ábra. A kadmium hatása a magnézium abszorpciójára



3. ábra. A nátrium hatása a magnézium abszorpciójára

1. táblázat

Mérési eredmények összehasonlítása

Minta jele	Mg% levegő-acetilén lángban		Mg% N_2O-acetilén lángban	
	kal. görbéről	addícióval	kal. görbéről	addícióval
1.	0,00035 0,00028	0,00075 0,00073	0,00074 0,00072	0,00072 0,00071
2.	0,0038 0,0041	0,0055 0,0056	0,0051 0,0051	0,0059 0,0051
3.	0,0011 0,0011	0,0020 0,0021	0,0019 0,0021	0,0017 0,0018
4.	0,00086 0,00088	0,0016 0,0016	0,0017 0,0018	0,0014 0,0014

Ebből a Mg standard-oldatból 10,00 cm^3-t 100 cm^3-es mérőlombikban hígítunk: 1 cm^3-e megfelel 0,01 mg Mg-nak.

Megjegyzés: Az elemzés során kvarcedényben bidesztillált vizet és teflon poharakat alkalmazunk.

Az elemzés menete

250 cm^3-es teflon pohárba bemérünk 1 mg pontossággal 2,5 g alumíniumforgácsot. Hozzáadunk 5 cm^3 kadmiumoldatot és részletekben 40 cm^3 5 n NaOH-oldatot. A poharat lefedjük és a heves reakció megszűnte után az oldatot melegítjük. Az oldás végén az óraüveget bemossuk, forró vízzel kb. 150 cm^3-re felhígítjuk és forralásig felmelegítjük. Ezután tömör szűrőpapíron leszűrjük és meleg 0,5 n NaOH-oldattal mossuk. A csapadék zömét kevés meleg vízzel az előzőleg használt pohárba visszavisszük, majd a szűrőpapírt 25 cm^3 meleg sósavval és végül kevés meleg vízzel a pohárba öblítjük. A poharat a csapadék oldása céljából felmelegítjük, majd néhány csepp H_2O_2-dal oxidáljuk. Az oldatot 5 cm^3 térfogatra bepároljuk és 25 cm^3-es mérőlombikban jelig töljük és elegyítjük. 0,00002—0,004% Mg-tartalom esetén a kapott oldatot porlasztjuk be, 0,004—0,02% Mg-tartalom esetén hígítás után oly módon, hogy 10 cm^3 alikvot részt 20 cm^3 1 + 1 sósav hozzáadása után 50 cm^3-es mérőlombikban hígítunk, jelig töltjük, elegyítjük és ezt az oldatot porlasztjuk be.

A kalibráló sorozat készítéséhez 10 db 100 cm^3-es mérőlombik közül az 1—5 sorszámúba a 0,01 g/l-es Mg-oldatból rendre 0,0; 0,2; 0,5; 1,0 és 5,0 cm^3-t, a 6—10 sorszámúba a 0,1 g/l-es Mg-oldatból rendre 0,7; 1,0; 2,0; 3,0 és 4,0 cm^3-t mérünk be, majd valamennyi mérőlombikba 50 cm^3 sósavat adunk és jelig töltve homogenizáljuk. Az oldatok így 0,0; 0,02; 0,05; 0,1; 0,5; 0,7; 1,0; 2,0; 3,0 és 4,0 $\mu g/cm^3$ magnéziumot tartalmaznak.

Addíciós módszer esetén 5—5 cm^3-t pipettázunk ki a 25 cm^3-es törzsoldatból és az egyik alikvot részhez 10 μg Mg addíciót (a 0,1 g/l Mg-oldatból 0,1 cm^3) adunk. Jelretöltés nélkül, homogenizálás után porlasztjuk be.

A felhasznált vegyszerekből készült vakpróba értékét levonjuk a vizsgálat eredményéből.

A használt mérőműszerek

A kísérleteinket *Pye-Unicam SP 90 B* atomabszorpciós spektrofotométerrel végeztük, s az abszorpciós jeleket *Pye-Unicam AR 25* típusú írókészüléken rögzítettük vagy *Sodeco Weyfringe Printerrel* nyomtattuk ki. *Unicam* típusú kombinált vájtkatód lámpát és levegő-acetilén, illetve dinitrogén-oxidacetilén égőfejet használtunk. A mérési paramétereket úgy állítottuk be, hogy maximális abszorpciós jelet kapjunk. A levegő vagy dinitrogén-oxid 5 l/perc áramlási sebessége mellett 1,5 l/perc vagy 3,8 l/perc acetilén-áramlási sebességgel dolgoztunk. Az optikai rés 0,08 mm, az égőfej magassága 1 cm volt. A magnézium abszorpcióját a legnagyobb érzékenységet biztosító 285 nm hullámhosszú rezonáns vonalon mértük.

Az eredmények értékelése

Az eredményekből látható, hogy az addíciós módszer jó eredményt ad levegő-acetilén és dinitrogén-oxid-acetilén lángban egyaránt.

A kalibrációs görbével végzett kiértékelés csak dinitrogén-oxid-acetilén láng alkalmazásakor ad jó eredményt, mert levegő-acetilén láng használatakor a változó mennyiségben jelenlevő alumínium szennyezés zavar. A *ppm* nagyságrendű magnéziumtartalom meghatározására a levegő-acetilén lángot ajánljuk addíciós módszerrel, ennél az alumínium zavaró hatása nem okoz hibát, mert a lángtípusban a magnézium érzékenysége jobb.

IRODALOM

[1] *Posgay Györgyné:* Fémipari Kutató Intézet Közlemények X. 1971. 255.
[2] Pye-Unicam SP 90 Series 2 Atomic Absorption Spectro-Photometer prospektus.
[3] *Allan J. E.:* Analyst **83**, 466 (1958)
[4] *Belcher B. Bray H. M.:* Anal. Chim. Acta **26**, 322 (1962)
[5] *Willis J. B.:* Spectororchim. Acta **16**, 273 (1960)
[6] *Amos D. M.—Willis J. B.:* Spectrochim. Acta **22**, 1325 (1966)
[7] ISO/TC 79 SC 1/455 dok.

A szalag és a henger felületének hatása a semleges szög (γ_0) nagyságára hideghengerléskor

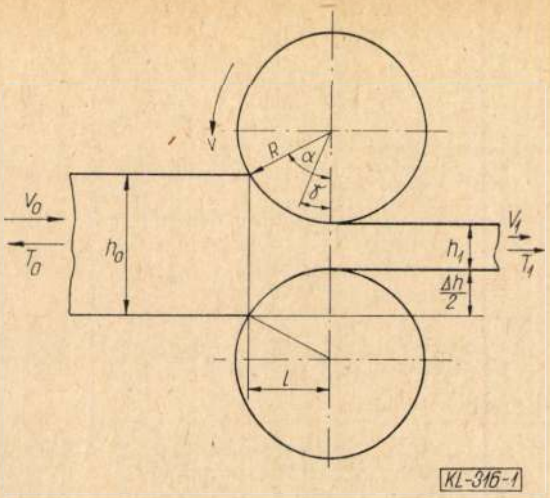
Dr. SCHIPPERT LÁSZLÓ okl. kohómérnök, a műszaki tudományok kandidátusa
Fémipari Kutató Intézet

DK: 621.771.014.2

A szalagok hideghengerlésekor megfigyelhető súrlódás nagysága igen sok tényezőtől függ. A cikk szerzője kísérletekre támaszkodva azt vizsgálja, hogy miként hatnak a hengerek és a hengerlendő szalag felületi jellemzői a semleges szögre és ezen keresztül a súrlódási tényező nagyságára. A kísérletek során a kenőanyag és a hengerlési sebesség állandó volt, de változtak a hengerelt anyag (ötvözet, szilárdsági tulajdonságok), az alkalmazott fogyás és a hengerlés geometriai jellemzői. A következtetések azokra a hengerlési esetekre alkalmazhatók, melyekre a síkbeli deformáció feltételei érvényesek. A javasolt összefüggések elfogadható pontosságát a dolgozatban több számpélda igazolja.

Az alkalmazott jelölések

h_0	az anyag vastagsága szúrás előtt, mm
h_1	az anyag vastagsága szúrás után, mm
h_k	közepes anyagvastagság, mm
α	befogási szög, rad.



1. ábra. A hengerrés keresztmetszeti vázlata

ε	relatív magasságcsökkenés, fogyás,
Δh	abszolút magasságcsökkenés, fogyás. mm
R	a henger sugara, mm
l	deformációs zóna hossza, mm
γ_0	semleges szög feszítés nélkül, rad.
γ_H	semleges szög feszítéssel, rad.
σ_{S0}	folyáshatár szúrás előtt, kp/mm²
σ_{S1}	folyáshatár szúrás után, kp/mm²
σ_S	közepes folyáshatár a deformációs zónában, kp/mm²
n_k	lineáris keményedési tényező
F_f	alaktényező
μ_0	súrlódási tényező feszítés nélküli hengerlésnél
Π_C	a hengerlendő szalag felületi mutatója
B_C	a hengerek felületi mutatója
T_0	hátsó (fékező) feszítő erő, kp
T_1	első (húzó) feszítő erő, kp

A vékony szalagok hideghengerlése esetén a súrlódási tényezőre ható paramétereket a következőképpen csoportosíthatjuk:

— a hengerelt anyag szilárdsági tulajdonságaitól függő paraméterek
— a deformáció és a deformációs zóna geometriai jellemzői
— az érintkező felületek jellemzői
— az alkalmazott kenőanyag tulajdonságai
— a hengerlési sebesség
— a hőmérsékleti viszonyok.

Kísérleteink alapján arra az eredményre jutottunk, hogy a súrlódási tényező nagyságának vizsgálatához célszerű előbb az ugyanazon tényezőktől függő semleges szög (γ_0) értékét meghatározni. A semleges szög nagyságának és a szalaghengerlésnél alkalmazott feszítőerőknek az összefüggését az [1]-ben részletesen tárgyaltuk. A [2]-ben megállapítottuk, hogy egyébként azonos hengerlési körülmények között, ha a hengerek átmérője, a szúrásonkénti fogyás és a hengerelt anyagok szilárdsági tulajdonságai különbözőek is, az egyes szúrások során az előresietésből meghatározható semleges szögek (γ_0) nagyságai között a következő összefüggés van:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = \gamma_0(\mathrm{II}) \frac{h_0(\mathrm{I})}{h_k(\mathrm{I})} \cdot \frac{h_k(\mathrm{II})}{h_0(\mathrm{II})} \cdot \frac{n_k(\mathrm{II})}{n_k(\mathrm{I})} \cdot \frac{\sigma_S(\mathrm{II})}{\sigma_S(\mathrm{I})} \quad (1)$$

ahol

$$h_k = \frac{h_0 + h_1}{2}$$

$$n_k = \frac{\sigma_{S0} + \sigma_{S1}}{2\sigma_{S0}}$$

$$\sigma_S = \sigma_{S0} + \frac{3}{4}(\sigma_{S1} - \sigma_{S0})$$

A hengerrés keresztmetszeti vázlatát az *1. ábra* tünteti fel.

A jelen dolgozatban a felületi jellemzők hatásának vizsgálatával kapcsolatos kísérleteinkről számolunk be.

A kísérleteket a következő állandó feltételek mellett végeztük:

hengerátmérő $D = 151{,}6$ mm
hengerlési sebesség 0,2 m/s
kenőanyag: technikai petróleum.

Kiinduló adatainkat az *1. táblázat* tartalmazza. Megjegyzendő, hogy a táblázatban szereplő anyagok adott feszítés nélküli szúrásra vonatkozó semleges szögeinek (γ_0) a nagyságát többféle módszerrel is meghatároztuk és egybehangzó értékeket kaptunk [3].

A hengerelt anyag felületét jellemző mutató (Π_C) és a semleges szög (γ_0) közötti összefüggés

Ha az *1. táblázat* 5. és 7. számú anyagai (a továbbiakban 1/5 és 1/7-tel jelöljük) ismertetett hengerlési körülmények mellett mérhető semleges szögeiből (γ_0) az (1) összefüggés segítségével akarjuk az 1/1 és 1/2, 1/3, 1/4 és 1/6 anyagok semleges szögeinek nagyságát meghatározni, nem kapunk elfogadható eredményt. Ha pl. az 5. sz. anyag adatai segítségével akarjuk kiszámítani az 1. sz. anyag semleges szögét (zárójelben a helyes érték), akkor

1/5 → 1/1:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0126 \cdot \frac{1{,}0}{0{,}9} \cdot \frac{0{,}915}{1{,}0} \cdot \frac{1{,}36}{1{,}03} \cdot \frac{23{,}10}{12{,}15} = 0{,}0322 \quad (0{,}0218)$$

1/7 → 1/1:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0143 \cdot \frac{1{,}0}{0{,}9} \cdot \frac{0{,}90}{0{,}98} \cdot \frac{1{,}30}{1{,}03} \cdot \frac{38{,}40}{12{,}15} = 0{,}0581 \quad (0{,}0218)$$

a kapott eredmények elfogadhatatlanok.

Mivel az *1. táblázat* által feltüntetett hengerlési esetekben a hengerlés sebessége (0,2 m/s), az alkalmazott kenőanyag (petróleum), a hengerek felülete ($R_a \simeq 0{,}1$ mm) mindig azonos volt s az egyéb tényezők az (1) összefüggés segítségével vehetők számításba, ismeretlen tényezőként magának a hengerlendő anyagnak a felülete marad hátra.

Valóban az eddig ismertetett mérések [2] során Al 99,5 és AlMgSi1 ötvözetek hengerléséről volt szó s ezek az anyagok nem hajlamosak, az erőteljes felületi oxidálódásra, míg az AlCu4Mg2 és különösen az acélszalag felülete az előkészítő lágyítás és különösen a hosszú ideig elhúzódó kísérletek miatti raktározás alatt már észrevehetően oxidálódott.

1. táblázat

Összefüggés a semleges szögek (γ_0) között. Alapadatok

No.	Anyag	Állapot	h_0, mm	h_1, mm	h_k mm	ε, %	a, rad	$\frac{1}{h_k}$	σ_{S_0} kp/mm²	σ_{S_1} kp/mm²	n_k	σ_S kp/mm²	$\gamma_0$mért rad	γ_0 rad. számított			Mutatók		μ_0
														No anyagról No anyagra	γ_0	hiba $\frac{14-16}{14}$ %	Π_C	B_C	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Al99,5	kemény	1,0	0,8	0,9	20	0,0514	4,3	11,6	12,3	1,03	12,15	0,0218	2—1 3—1 4—1 5—1 6—1 7—1	0,0218 0,0221 0,0251 0,0218 0,0235 0,0228	0 +1,3 +15,1 0 +7,8 +4,6	1	1	0,194
2	AlMgSi1	kemény	1,0	0,8	0,9	20	0,0514	4,3	18,1	18,9	1,02	18,6	0,0144	1—2 3—2 4—2 5—2 6—2 7—2	0,0144 0,0145 0,0165 0,0145 0,0156 0,0146	0 +0,7 +14,6 +0,7 +8,3 +1,4	1	1	0,060
3	Al99,5	lágy	1,0	0,8	0,9	20	0,0514	4,3	3,3	9,0	1,86	7,55	0,0197	1—3 2—3 4—3 5—3 6—3 7—3	0,0194 0,0195 0,0224 0,0196 0,0210 0,0200	—1,5 —1,0 +13,7 —0,5 +6,6 +1,5	1	1	0,5
4	AlMgSi1	lágy	1,0	0,8	0,9	20	0,0514	4,3	4,7	13,8	1,96	11,45	0,0140	1—4 2—4 3—4 5—4 6—4 7—4	0,0127 0,0122 0,0124 0,0122 0,0131 0,0125	—9,3 —12,8 —11,4 —12,8 —6,4 —10,7	1	1	0,100
5	AlCu4Mg2	lágy	1,0	0,83	0,915	17	0,0473	3,9	15,0	25,7	1,36	23,1	0,0126	1—5 2—5 3—5 4—5 6—5 7—5	0,0124 0,0124 0,0126 0,0142 0,0132 0,0131	—1,6 —1,6 0 +12,7 +4,8 +4,0	1,47	1	0,067
6	AlMgSi1	lágy	1,8	1,26	1,53	30	0,0844	4,2	7,0	15,4	1,60	13,3	0,0148	1—6 2—6 3—6 4—6 5—6 7—6	0,0135 0,0138 0,0139 0,0156 0,0140 0,0144	—8,8 —6,7 —6,1 +5,4 —5,3 —2,7	1	1	0,085
7	Acél	lágy	0,98	0,83	0,9	15,3	0,0440	3,8	26,5	42,3	1,30	38,4	0,0143	1—7 2—7 3—7 4—7 5—7 6—7	0,0138 0,0138 0,0140 0,0160 0,0138 0,0147	—3,5 —3,5 —2,1 +11,5 —3,5 +2,8	2,55	1	0,090

A hengerlés során a felületen levő oxidréteg természetesen összetört és megváltoztatta a hengerlési viszonyokat.

Az előbbiek alapján célszerű bevezetni a hengerelt anyag felületi minőségét jellemző mutató fogalmát (Π_C). Ha az általunk végzett mérésekre vonatkozóan a szalagok felületének jellemzésére bázisértéknek a technikailag tiszta (Al 99,5) alumínium szalag felületét fogadjuk el, akkor az erre vonatkozó felületi mutatószám értéke a következő lesz:

$$\Pi_C = 1{,}0$$

Világos, hogy az ennél rosszabb (durvább, oxidosabb) felületű anyagokra vonatkozó $\Pi_C > 1{,}0$ és fordítva különösen a sima, tiszta és friss felülettel rendelkező anyagok hengerlésekor $\Pi_C < 1{,}0$.

A semleges szögek közötti kapcsolatot kifejező és a hengerelt anyag felületi minőségét is figyelembe vevő összefüggés a következő lesz:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = \gamma_0(\mathrm{II}) \frac{h_0(\mathrm{I})}{h_k(\mathrm{I})} \cdot \frac{h_k(\mathrm{II})}{h_0(\mathrm{II})} \cdot \frac{n_k(\mathrm{II})}{n_k(\mathrm{I})} \cdot \frac{\sigma_S(\mathrm{II})}{\sigma_S(\mathrm{I})} \cdot \frac{\Pi_C(\mathrm{I})}{\Pi_C(\mathrm{II})} \quad (2)$$

Ellenőrző számításokkal megállapítottuk, hogy a kísérleteinknél felhasznált anyagok felületi mutatóinak közepes értéke a következő:

$AlCu_4Mg_2$ szalagoknál $\Pi_C = 1{,}47$
acél szalagnál $\Pi_C = 2{,}55$
Ebben az esetben:

$1/5 \rightarrow 1/1$:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0126 \cdot \frac{1{,}0}{0{,}9} \cdot \frac{0{,}915}{0{,}100} \cdot \frac{1{,}36}{1{,}03} \cdot \frac{23{,}10}{12{,}15} \cdot \frac{1{,}00}{1{,}47} = 0{,}0219 \quad (0{,}0218)$$

$1/7 \rightarrow 1/1$:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0143 \cdot \frac{1{,}0}{0{,}9} \cdot \frac{0{,}90}{0{,}98} \cdot \frac{1{,}30}{1{,}03} \cdot \frac{38{,}40}{12{,}15} \cdot \frac{1{,}00}{2{,}55} = 0{,}0228 \quad (0{,}0218)$$

$1/5 \rightarrow 1/7$:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0126 \cdot \frac{0{,}98}{0{,}90} \cdot \frac{0{,}915}{1{,}000} \cdot \frac{1{,}36}{1{,}30} \cdot \frac{23{,}1}{38{,}4} \cdot \frac{2{,}55}{1{,}47} = 0{,}0138 \quad (0{,}0143)$$

$1/7 \rightarrow 1/5$:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0143 \cdot \frac{1{,}00}{0{,}915} \cdot \frac{0{,}90}{0{,}98} \cdot \frac{1{,}30}{1{,}36} \cdot \frac{38{,}4}{23{,}1} \cdot \frac{1{,}47}{2{,}55} = 0{,}131 \quad (0{,}0126)$$

A *2. táblázat* durál szalagokkal végzett kísérletsorozat adatait tartalmazza.

Fel kell hívni a figyelmet arra, hogy eltérően az *1. táblázatban* közölt mérésektől, a *2. táblázatban* szereplő hengerlési méréseket $T_1 = T_0 = 122$ kp nagyságú feszítőerők alkalmazásával végeztük el. Az így mért γ_H értékekből az [1]-ben leírt módon számítható ki γ_0 nagysága.

2. táblázat

A semleges szög (γ_0) változása különböző tényezők hatására. Anyag lágy AlCu4Mg2

No	h_0, mm	h_1, mm	h_k, mm	ε, %	$\frac{l}{h_k}$	α, rad	σ_{S_0}, kp/mm²	σ_{S_1}, kp/mm²	n_k	σ_S, kp/mm²	f^*	T_1, kp	T_0, kp	$\frac{n_k}{3n_k-1}$	$\gamma_{\max}$ rad	γ_H mért rad	γ_0, rad	Szalag felületi mutató, π_c	μ_0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0,5	0,45	0,475	10	4,1	0,0256	15,6	28,5	1,41	25,3	1,23	122	122	0,435	0,0111	0,0095	0,0098	1,47	0,127
2	0,5	0,40	0,45	20	6,1	0,0362	15,6	31,5	1,51	27,5	1,21	122	122	0,430	0,0155	0,0102	0,0108	1,47	0,078
3	0,5	0,35	0,425	30	8,0	0,0445	15,6	33,7	1,58	29,2	1,10	122	122	0,423	0,0188	0,0116	0,0118	1,47	0,070
4	0,7	0,63	0,665	10	3,5	0,0303	14,6	26,9	1,42	23,8	1,28	122	122	0,436	0,0132	0,0106	0,0112	1,47	0,115
5	0,7	0,56	0,63	20	5,2	0,0417	14,6	30,0	1,53	26,2	1,22	122	122	0,425	0,0177	0,0112	0,0117	1,47	0,077
6	0,7	0,49	0,595	30	6,7	0,0528	14,6	32,0	1,59	27,4	1,11	122	122	0,423	0,0223	0,0121	0,0124	1,47	0,070
7	1,0	0,9	0,95	10	2,9	0,0362	14,3	25,1	1,38	22,4	1,24	122	122	0,440	0,0159	0,0109	0,0116	1,47	0,076
8	1,0	0,8	0,90	20	4,3	0,0514	14,3	27,0	1,44	23,7	1,15	122	122	0,434	0,0223	0,0123	0,0128	1,47	0,069
9	1,0	0,7	0,85	30	5,6	0,0628	14,3	29,2	1,52	25,4	1,06	122	122	0,427	0,0268	0,0131	0,0133	1,47	0,073
10	1,0	0,6	0,80	40	6,9	0,0725	14,3	30,9	1,58	26,8	0,95	122	122	0,423	0,0306	0,0137	0,0136	1,47	0,073
11	1,8	1,62	1,71	10	2,1	0,0486	18,9	24,6	1,15	23,2	1,03	122	122	0,468	0,0227	0,0151	0,0151	1,47	0,078
12	1,8	1,44	1,62	20	3,3	0,0689	18,9	27,2	1,22	25,2	0,98	122	122	0,458	0,0315	0,0139	0,0138	1,47	0,067
13	1,8	1,26	1,53	30	4,2	0,0844	18,9	29,9	1,29	27,2	0,90	122	122	0,448	0,0378	0,0148	0,0145	1,47	0,076

Megjegyzés: a szalag szélessége $b = 80{,}0$ mm
* $f = n_k(1-\varepsilon)$

Az *1.* és *2. táblázatok* anyagai közötti számításokra is felhasználható a (2) összefüggés:

$1/1 \rightarrow 2/2$:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0218 \cdot \frac{0{,}50}{0{,}45} \cdot \frac{0{,}90}{1{,}00} \cdot \frac{1{,}03}{1{,}51} \cdot \frac{12{,}15}{27{,}50} \cdot \frac{1{,}47}{1{,}00} =$$
$$= 0{,}0096$$
$$(0{,}0108)$$

$1/4 \rightarrow 2/2$:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0140 \cdot \frac{0{,}50}{0{,}45} \cdot \frac{0{,}90}{1{,}00} \cdot \frac{1{,}96}{1{,}51} \cdot \frac{11{,}45}{27{,}50} \cdot \frac{1{,}47}{1{,}00} =$$
$$= 0{,}0113$$
$$(0{,}0108)$$

$2/12 \rightarrow 1/1$:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0138 \cdot \frac{1{,}00}{0{,}90} \cdot \frac{1{,}62}{1{,}80} \cdot \frac{1{,}22}{1{,}03} \cdot \frac{25{,}20}{12{,}15} \cdot \frac{1{,}00}{1{,}47} =$$
$$= 0{,}0229$$
$$(0{,}0218)$$

$2/12 \rightarrow 1/4$:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0138 \cdot \frac{1{,}00}{0{,}90} \cdot \frac{1{,}62}{1{,}80} \cdot \frac{1{,}22}{1{,}96} \cdot \frac{25{,}20}{11{,}45} \cdot \frac{1{,}00}{1{,}47} =$$
$$= 0{,}0128$$
$$(0{,}0140)$$

Az acél hengerlése esetén mért értékekkel is elfogadható eredményhez jutunk.

Pl.:

$1/7 \rightarrow 2/6$:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0143 \cdot \frac{0{,}700}{0{,}595} \cdot \frac{0{,}90}{0{,}98} \cdot \frac{1{,}30}{1{,}59} \cdot \frac{38{,}4}{27{,}4} \cdot \frac{1{,}47}{2{,}55} =$$
$$= 0{,}0103$$
$$(0{,}0124)$$

$2/13 \rightarrow 1/7$:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0145 \cdot \frac{0{,}98}{0{,}90} \cdot \frac{1{,}53}{1{,}80} \cdot \frac{1{,}29}{1{,}30} \cdot \frac{27{,}2}{38{,}4} \cdot \frac{2{,}55}{1{,}47} =$$
$$= 0{,}0162$$
$$(0{,}0143)$$

A Π_C felületi mutató tulajdonképpen a hengerlendő anyag következő tulajdonságait jellemzi:

— a felületi egyenetlenségeket, ill. a felület simaságát

— a felületen levő oxidréteget (annak vastagságát, keménységét stb.)

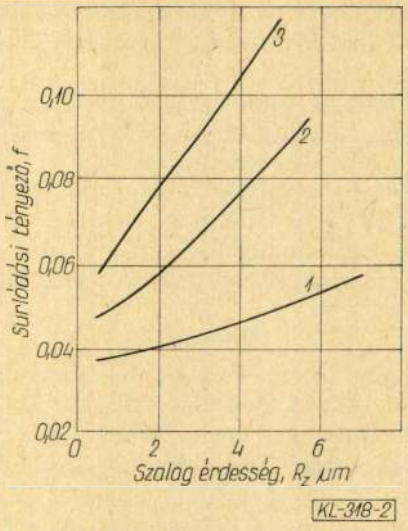
— a felületen levő oxidok és az alkalmazott kenőanyag kölcsönhatását.

Ezek közül a második és harmadik valószínűleg erőteljesebben hat a Π_C nagyságára, mivel a mérése kszerint [4] a gyakorlatban előforduló felületi egyenetlenségeket viszonylag könnyen elsimítják a sokkal keményebb felületű hengerek.

Fel kell hívni a figyelmet arra, hogy Π_C általunk kapott értékeit semmi körülmények között sem szabad jellemző értéknek tekinteni az AlCu4Mg2 és a kis C tartalmú acélszalagokra általában a következők miatt:

— az Al 99,5 szalagok felületének bázisfelületté ($\Pi_C = 1{,}0$) választása teljesen önkényes;

— a Π_C-re kapott értékek valószínűleg változnak és a mi esetünkben is csak az első szúrásokra érvényesek. Ez érthető, ha figyelembe vesszük, hogy a hengerlés alatt nemcsak a felületen levő oxid és egyéb hártyák töredeznek össze, hanem új, fémes felület is képződik. Az üzemi gyakorlatban a technológiai műveletek viszonylag rövid időközönként követik egymást és a kiinduló felületi oxidréteg újjáalakulásához elegendő idő sincs, nem is szólva az esetleges kenőanyag maradványok korrózióvédő hatásáról. A meleghengerlési hőmérsékletnek és a közbeeső lágyításoknak a hatását a hideghengerlésre kerülő anyagok felületére külön kell tanulmányozni.



2. ábra. A szalagfelület érdességének hatása a súrlódási tényező (f) nagyságára [4., 252. old.]. A hengerfelület érdessége $R_z = 3{,}2$ µm, kenőanyag: ricinusolaj. Fogyás ε,%: 1—10 2—20 3—30

A Π_C felületi mutató általában jellemzi a hengerlendő anyag felületét. Az így kapott kép egyébként nem mond ellent azoknak a legújabb vizsgálati eredményeknek, melyeket különböző felületi finomságú, alacsony C tartalmú acélszalagok hideghengerlésekor kaptak [4]. *Grugyev* vizsgálataiból a *2. ábrán* mutatunk be néhányat. Megjegyezzük, hogy az átlagos érdesség R_a és az egyenetlenség magasság R_z között a következő kapcsolat van [5]:

$$R_z \approx 4{,}5 \cdot R_a$$

A hengerek felületét jellemző mutatók (B_C) és a semleges szög (γ_0) közötti összefüggés

Az alakító szerszám — a mi esetünkben a hengerek — felületének finomsága és a súrlódási tényező elválaszthatatlan kapcsolatban vannak egymással.

Az ezen kérdés tisztázására fordított kutatási erőfeszítések eredményeként a minőségi változások irányát már elég jól ismerjük, viszont a változások mértékének a kifejezésére még nem vagyunk képesek.

Az alumíniumhengerészek számára jól ismert *E. Amann* formulája a súrlódási tényező nagyságának kifejezésére [6, 7]:

$$\mu = 0{,}16 - 0{,}00017 \cdot K_2 - 0{,}0314 \cdot E$$

Ebben a formulában a jobb oldal első tagja a

hengerlendő anyag felületi finomságának és szilárdságának a függvényében változik.

K_2 az utolsó hengercsiszolókő szemcsefinomsági száma

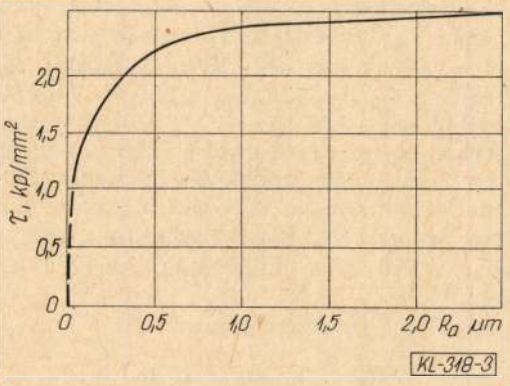
E a kenőanyag 50 °C hőmérsékleten mért viszkozitása *Engler* °-ban.

Látható, hogy a javasolt tapasztalati formula a súrlódási tényező nagyságára ható közül csak néhányat vesz figyelembe.

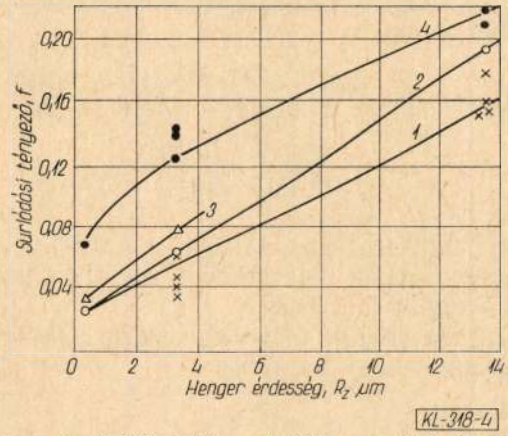
Mind alumínium, mind acélszalagok hengerlésére kiterjedően, *Gorenstejn* [8] végzett vizsgálatokat a hengerek érdessége, a súrlódó erő nagysága és a hengerelt termékek felületi fénye közötti kapcsolat megismerése érdekében. Al 99,5-nek megfelelő anyagból való szalagok kísérleti hengerlésekor (henger átmérő 100 mm, kenőanyag nagy kenőképességű emulzió) a *3. ábrán* feltüntetett eredményeket kapta.

Lényegében hasonló eredményre jutott alacsony C-tartalmú acélszalagok hideg hengerlésekor *Grugyev* [4] is, ahogy ezt a *4. ábra* szemlélteti.

Az alumínium hideghengerművekben használt hengerek felületi érdessége a tapasztalat szerint $R_a = 0{,}05 \div 0{,}8$ μm között van. Ezzel összhangban



3. ábra. A fajlagos súrlódó erő | τ | és a hengerek felületi érdessége közötti összefüggés Al 99,5 szalag hideghengerlésekor [8., 47. *old.*]



4. ábra. A súrlódási tényező (f) nagyságának függése a hengerek felületi érdességétől [4., 252. *old.*]
1 : kenőanyag ricinusolaj, fogyás ε = 10%
2 : kenőanyag ricinusolaj, fogyás ε = 25%
3 : kenőanyag ricinusolaj, fogyás ε = 40%
4 : kenőanyag emulzió, fogyás ε = 25%

3. táblázat

A semleges szög (γ_0) változása különböző tényezők hatására. Anyag lágy Al 99,5

No	h_0, mm	h_1, mm	h_k, mm	ε, %	$\frac{l}{h_k}$	α, rad	σS_0 kp/mm²	σS_1 kp/mm²	n_k	σS, kp/mm²	f^*	T_1, kp	T_0, kp	$\frac{n_k}{3n_k-1}$	γ_{max} rad	γH mért rad	γ_0, rad	Mutatók Π_C	Mutatók B_C	ρ_0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0,5	0,40	0,45	20	6,1	0,0362	4,6	10,1	1,60	8,7	1,28	122	122	0,421	0,0153	0,0113	0,0124	1	0,7	0,113
2	0,5	0,35	0,425	30	8,0	0,0445	4,6	11,4	1,74	9,7	1,22	122	122	0,412	0,0183	0,0135	0,0143	1	0,7	0,123
3	0,7	0,63	0,665	10	3,5	0,0303	3,9	8,2	1,55	7,1	1,40	122	122	0,426	0,0129	0,0094	0,0112	1	0,7	0,135
4	0,7	0,56	0,63	20	5,2	0,0417	3,9	9,5	1,72	8,1	1,37	122	122	0,414	0,0172	0,0120	0,0135	1	0,7	0,124
5	0,7	0,49	0,595	30	6,7	0,0528	4,3	10,4	1,71	8,9	1,20	122	122	0,414	0,0218	0,0140	0,0149	1	0,7	0,100
6	1,0	0,9	0,95	10	2,9	0,0362	3,7	7,9	1,57	6,9	1,41	122	122	0,423	0,0153	0,0122	0,0135	1	0,7	0,183
7	1,0	0,8	0,90	20	4,3	0,0514	3,7	9,3	1,76	7,9	1,41	122	122	0,412	0,0211	0,0148	0,0164	1	0,7	0,140
8	1,0	0,7	0,85	30	5,6	0,628	3,7	10,3	1,89	8,7	1,33	122	122	0,404	0,0253	0,0166	0,0178	1	0,7	0,113
9	1,8	1,62	1,71	10	2,1	0,0486	4,4	6,9	1,28	6,2	1,15	122	122	0,451	0,0219	0,0173	0,0183	1	0,7	0,164
10	1,8	1,44	1,62	20	3,3	0,0689	4,4	8,6	1,48	7,6	1,18	122	122	0,430	0,0296	0,0203	0,0210	1	0,7	0,137
11	1,8	1,26	1,53	30	4,2	0,0844	4,4	9,9	1,63	8,5	1,14	122	122	0,421	0,0355	0,0210	0,0215	1	0,7	0,126

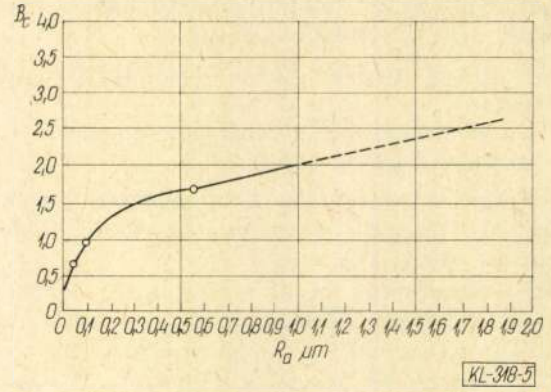
* $f = n_k(1-\varepsilon)$

4. táblázat

A semleges szög (γ_0) változása különböző tényezők hatására. Anyag lágy AlMgSi

No	h_0, mm	h_1, mm	h_k, mm	ε, %	$\frac{l}{h_k}$	α, rad	σ_{S0}, kp/mm²	σ_{S1}, kp/mm²	n_k	σ_S, kp/mm²	j^*	T_1, kp	T_0, kp	$\frac{n_k}{3n_k-1}$	γ_{max} rad	$\gamma_{Hmért}$ rad	γ_{01} rad	Mutatók Π_C	Mutatók B_C	μ_0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	1,0	0,8	0,9	20	4,3	0,0514	4,7	14,5	2,04	12,0	1,63	122	122	0,398	0,0205	0,0165	0,0175	1	1,7	0,22
2	1,8	1,26	1,53	30	4,2	0,0844	5,7	16,6	1,96	13,9	1,37	122	122	0,402	0,0339	0,0221	0,0227	1	1,7	0,159

* $j = n_k(1-\varepsilon)$



5. ábra. A hengerek felületi mutatójának (B_C) értékei a hengerek felületi érdességének függvényében

a kísérleti programunkban a következő érdességű hengerekkel végeztünk vizsgálatokat:

$R_a \simeq 0{,}1$ µm
$R_a \simeq 0{,}05$ µm
$R_a \simeq 0{,}55$ µm

A különböző érdességű hengerekkel kapott eredményeket a (2) összefüggést is felhasználva összehasonlítottuk.

A szalag felületi mutatójához hasonlóan ez esetben is célszerű egy megfelelő bázisérték kiválasztása, s ennél a henger felületi mutatójának az értékét $B_C = 1{,}0$-nek vesszük. Mivel a legtöbb mérést $R_a \simeq 0{,}1$ µm érdességű hengerekkel végeztük ezt választjuk bázisnak. Az ennél kisebb érdességű hengerekre $B_C < 1{,}0$, a durvább felületű hengerekre $B_C > 1{,}0$ lesz a jellemző. A B_C értékek változását a hengerek felületi érdességének függvényében az *5. ábra* szemlélteti. Tapasztalataink szerint B_C értékeinek változása meggyorsul az érdesség kis értékeinél.

Az 5. ábrából leolvasható, hogy

$R_a \simeq 0{,}1$ m-nél $B_C = 1{,}0$
$R_a \simeq 0{,}05$ m-nél $B_C = 0{,}7$
$R_a \simeq 0{,}55$ m-nél $B_C = 1{,}7$

A hengerek felületi érdességének a hatását a semleges szög (γ_0) nagyságára a következőképpen fejezhetjük ki:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = \gamma_0(\mathrm{II}) \cdot \frac{h_0(\mathrm{I})}{h_k(\mathrm{I})} \cdot \frac{h_k(\mathrm{II})}{h_0(\mathrm{II})} \cdot \frac{n_k(\mathrm{II})}{n_k(\mathrm{I})} \cdot \frac{\sigma_S(\mathrm{II})}{\sigma_S(\mathrm{I})} \cdot \frac{\Pi_C(\mathrm{I})}{\Pi_C(\mathrm{II})} \cdot \frac{B_C(\mathrm{I})}{B_C(\mathrm{II})} \qquad (3)$$

A *3. táblázat* Al 99,5 szalagok, a *4. táblázat* pedig AlMgSi1 szalagok hengerlésére vonatkozó mérési eredményeket tüntet fel.

A (3) összefüggés helyességének igazolására bemutatunk néhány számítást:

$1/1 \rightarrow 4/1$:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0218 \cdot \frac{1{,}0}{0{,}9} \cdot \frac{0{,}9}{1{,}0} \cdot \frac{1{,}03}{2{,}04} \cdot \frac{12{,}15}{12{,}00} \cdot \frac{1{,}0}{1{,}0} \cdot \frac{1{,}7}{1{,}0} = 0{,}0187 \quad (0{,}0175)$$

$1/7 \rightarrow 3/5$:

$$\gamma_0(I) = 0{,}0143 \cdot \frac{0{,}700}{0{,}595} \cdot \frac{0{,}90}{0{,}98} \cdot \frac{1{,}30}{1{,}71} \cdot \frac{38{,}4}{8{,}9} \cdot \frac{1{,}00}{2{,}55} \cdot \frac{0{,}7}{1{,}0} = 0{,}0138 \quad (0{,}0149)$$

A mérések pontatlanságai miatt esetenként jelentős a számított eredmények eltérése a mérthez viszonyítva. Ilyen esetekben is növelhető a számítások pontossága, ha azokat párhuzamosan végezzük. Pl.:

$3/6 \rightarrow 1/5$:

$$\gamma_0(I) = 0{,}0135 \cdot \frac{1{,}000}{0{,}915} \cdot \frac{0{,}95}{1{,}00} \cdot \frac{1{,}57}{1{,}36} \cdot \frac{6{,}9}{23{,}1} \cdot \frac{1{,}47}{1{,}00} \cdot \frac{1{,}0}{0{,}7} = 0{,}0102 \quad (0{,}0126)$$

$3/7 \rightarrow 1/5$:

$$\gamma_0(I) = 0{,}0164 \cdot \frac{1{,}000}{0{,}915} \cdot \frac{0{,}9}{1{,}0} \cdot \frac{1{,}76}{1{,}36} \cdot \frac{7{,}9}{23{,}1} \cdot \frac{1{,}47}{1{,}00} \cdot \frac{1{,}0}{0{,}7} = 0{,}0149 \quad (0{,}0126)$$

A két mérés átlagából számított érték megegyezik a mérttel.

A felületi mutatók (Π_C és B_C) ismeretében már elvégezhető az *1. táblázatban* szereplő valamennyi anyag teljes körű átszámítása a (3)-as összefüggés helyességének ellenőrzése céljából. Ezt azért is érdemes elvégezni, mert az *1. táblázatban* foglalt méréseket a további vizsgálatokhoz is alapadatokként használhatjuk majd fel, hiszen mindegyik γ_0 érték 5—6 közvetlen és 30÷70 közvetett mérés kiértékelésének egybehangzó eredményeként jött létre. A táblázat anyagai között a (3)-as összefüggés segítségével elvégzett számításokból nyert γ_0 értékek jól egyeznek a mért adatokkal (a hibák értékeit a 17. oszlop tünteti fel):

$\pm 10\%$ biztonsági határ mellett az 1/4 anyagra vonatkozó érték megbízhatósága 0,90, a többi anyagnál pedig a megbízhatóság $>0{,}98$.

IRODALOM

[1] *Schippert L., Sapsál V.:* A súrlódási tényező és semleges szög nagysága szalagok hideghengerlésekor feszítéssel és feszítés nélkül. BKL—Kohászat *108.* 4. sz. (1975)

[2] *Schippert L.:* A semleges szögek (γ_0) közötti általános összefüggés szalagok hideghengerlésekor és a szilárdsági és geometriai jellemzők. BKL—Kohászat *108.* 5. sz. (1975)

[3] *Schippert L.:* A feszítőerők hatása az előresietésre szalagok hideghengerlésekor. BKL—Kohászat *106.* 12. sz. (1973)

[4] *Grugyev A. P.:* Vnyesnyeje trenyije pri prokatke. Metallurgija, Moszkva 1973.

[5] *Vámos E.:* Elméleti kenéstechnika (Tribológia) I. Tankönyvkiadó, Budapest 1969.

[6] *Amann E.:* Ausgewählte Kapitel der Walztechnik in Theorie und Praxis. Alumínium 1962. N. 4, 6, 9, 10, 11, 1963. N. 1, 3, 4, 6, 8.

[7] *Amann E., Benz E., Langen H.:* Ergänzende Untersuchungen zur Walztheorie dünner Bänder aus Alumínium-Legierungen. Zeitschrift für Metallkunde. 1968. N. 6.

[8] *Gorenstejn M. M.:* Trenyije i tyehnologicseszkije szmazki pri prokatke. „Tyehnika", Kiev 1972.

A vékony alumíniumtermékek rugalmassági moduluszáról*

HORVÁTH LÁSZLÓNÉ okl. gépészmérnök, tud. s. munkatárs — SINAY GÁBOR okl. gépészmérnök, tud. főmunkatárs
Fémipari Kutató Intézet

DK: 669.717: 539.32: 620.179

A dolgozat vékony alumíniumtermékek rugalmassági moduluszának meghatározását ismerteti önfrekvencia mérés alapján. A módszer előnye, hogy a mérés kisméretű próbatesteken elvégezhető, kielégítő pontosságú és — mivel a vizsgálat roncsolásmentes — alkalmas egyazon próbatesten végrehajtott hőkezelések hatására bekövetkező változások vizsgálatára is.

Egyre többször fordul elő, hogy szokatlanul kisméretű mintákon kell rugalmassági moduluszt mérni. A „szokatlan" itt néhány milliméteres vastagságot vagy átmérőt és néhány centiméteres hosszat jelent.

Az ilyen méréseket elsősorban a kutatás igényli, miután a rugalmassági modulusszal, mint fizikai jellemzővel, a fémek szerkezetében bekövetkező változások sokszor jól követhetők, egyes esetekben jobban, mint más anyagvizsgálati mérőszámainkkal. A kutatók ismerni akarják azt, hogy például a hidegalakítás, hőkezelés [1, 2, 3], kúszás vagy relaxáció [4] hatására hogyan változik a rugalmassági modulusz.

Miután a különböző anyagállapotok szerint a rugalmassági modulusz hozzávetőlegesen 10%-ot változik, ahhoz, hogy az ebből levont következtetéseink helyénvalóak legyenek, pontos mérésre van szükség.

Gyakorlati szempontokból érdekes lesz megvizsgálni, hogy az építészeti célokra felhasznált lemezanyagok tulajdonságait mennyiben befolyásolják a korróziós folyamatok. A közeljövőben jelentkezni fog a neutronbesugárzásnak kitett anyagok vizsgálatának igénye is. Ez utóbbi területen két szempontból is előnyös a kisméretű minta. A próbatest tömegével ugyanis arányosan csökken a vizsgálatot végző személyt érő káros hatású sugárzás, a kísérleti reaktorok besugárzási térfogatának korlátozottsága miatt pedig a kisméretű minta egyszerre nagyobb számú próbatest besugárzását teszi lehetővé.

Ilyen okok miatt Intézetünk *dr. Förster*-gyártmányú *ELASTOMAT 1.017 VR* műszeréhez

*Elhangzott a „VIII. Kohászati Anyagvizsgáló Napok"-on, Balatonszéplakon, jún. 4-én.

— a használati leírás alapján — összeállítottuk az *1. ábrán* látható elrendezést. Itt a próbatestet a piezoelektromos gerjesztő- és vevőrendszerhez erősített két vékony nylonszálra függesztjük. Ennek a levegőben lógó, néhány grammos mintának méri a műszer az önfrekvenciáját, amiből a rugalmassági modulusz számítható. A minta könnyűsége és a felfüggesztés labilitása miatt az emberben szükségképpen kétség merül fel a mérés pontosságával kapcsolatban. A mérés érzékenységének az érzékeltetésére csak annyit említünk meg, hogy akkor, amikor a szomszédos helyiségben nagyfrekvenciás pulzátor működik vagy valaki néhány méteres körzetben az ujjával csettint, mérni nem lehet.

Az előbbiekre való tekintettel kétféle kisméretű alumíniumterméken megvizsgáltuk azt, hogy az ilyen mérések mennyire pontosak és milyen mértékben alkalmasak azonos anyag eltérő állapotai között a különbségek érzékelésére.

Az egyik termék 3,5 mm átmérőjű EAl 99,5 vezetékhuzal volt, amelyből 70 mm hosszú próbatesteket vágtunk le. A huzalt kétféle keménységi állapotban vizsgáltuk: 92%-kal hidegen alakítva, ill. ezután még mechanotermikusan is kezelve.

Másik termékként az építészeti célokra, főleg térlefedésre használt, AlMgSi1 ötvözetű lemezt választottuk, nemesített állapotban. A kimunkált próbatestek méretei a következők voltak: $1{,}3 \times 7 \times \times 70$ mm.

Mind a kétféle keménységi állapotú huzalból, mind a lemezből 2—2 próbatestet készítettünk és azokon egymás után 20-szor mértük az önfrekvenciát. A méréseket úgy hajtottuk végre, hogy ugyanazon próbatestet minden esetben új próbatestnek tekintettük, vagyis kiemeltük a felfüggesztésből, újból mértük geometriai méreteit és csak ezután függesztettük ismét fel. Ezt azért tettük, mert a mérés pontosságát egyrészt az határozza meg, hogy az alátámasztások és lengési csomópontok menynyire pontosan esnek egybe, másrészt pedig az, hogy a geometriai méretek meghatározása menynyire pontos (lásd alábbi összefüggéseket).

A méretek pontos mérésének fontossága a rugalmassági modulusz számítására felhasznált képletekből közvetlenül érzékelhető:

$$E = K_{1\,\text{transz}} \cdot 1{,}6379 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{P \cdot l^3}{d^4} \cdot (f_{1\,\text{transz}})^2 \quad (1)$$

körkeresztmetszetű próbatest és

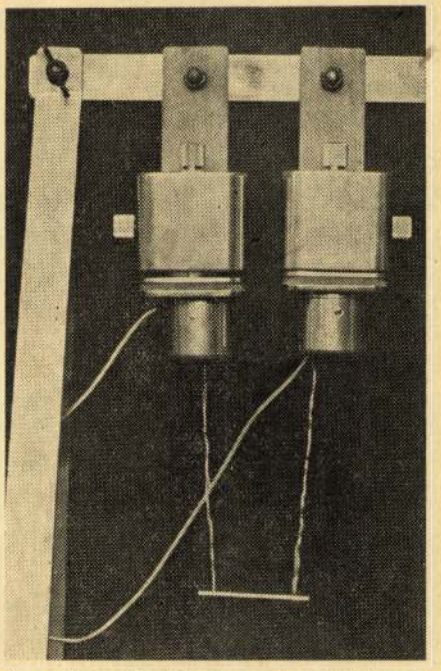
$$E = K_{1\,\text{transz}} \cdot 0{,}96478 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{P}{b} \cdot \left(\frac{l}{a}\right)^3 \cdot (f_{1\,\text{transz}})^2 \quad (2)$$

négyszögletes keresztmetszetű próbatest esetében.

A két összefüggésben $f_{1\,\text{transz}}$ a műszer által 10^{-4}% pontossággal mért önfrekvencia, a számértékek pedig műszerállandók. Az (1) és (2) összefüggések mellett figyelembe véve azt, hogy $K_{1\,\text{transz}}$ például körkeresztmetszetű próbatest esetében

$$K_{1\,\text{transz}} = 1 + 5{,}312 \cdot \frac{d^2}{l^2} - 5{,}649 \cdot \frac{d^4}{l^4} \quad (3)$$

közvetlenül látható, hogy a mérés pontosságát a próbatest P súlya, d átmérője, illetve a szélessége



1. ábra. A próbatestek önfrekvencia mérésére összeállított műszerelrendezés

és b vastagsága, valamint l hossza befolyásolja, esetenként a 3. vagy 4. hatványon. Annak tehát, aki ilyen mérések eredményeit óhajtja felhasználni, próbatesteit a lehető legpontosabban kell kimunkáltatni és megmérni.

A próbatestenként végrehajtott 20—20 egyedi mérés alapján kiszámítottuk a rugalmassági moduluszokat és az összetartozó értékhalmazok σ-szórását. Ekkor az alábbi értékeket kaptuk:

Huzal húzott állapotban

1. próbatest	2. próbatest
7265 ± 25 kp/mm^2	7330 ± 5 kp/mm^2

Huzal mechanotermikusan kezelve

1. próbatest	2. próbatest
7243 ± 23 kp/mm^2	7204 ± 33 kp/mm^2

Lemez

1. próbatest	2. pórbatest
6544 ± 72 kp/mm^2	6654 ± 52 kp/mm^2

Mérési eredményeink szerint kellő gondossággal végezve a mérést (súlymérés analitikai mérlegen, méretmérés mikronméter skálájú mikrométerrel) adott elrendezéssel is reális értékeket lehet nyerni, kis szórással. A szórás a körkeresztmetszetű próbatestek esetében kisebb, mint a több hosszméret mérését igénylő lemezpróbatest esetében.

A meghatározott rugalmassági modulusz érzékeli a huzalnak az újrakristályosodás hőmérséklete alatt végzett, csekély mértékű maradó alakváltozást eredményező mechanotermikus kezelésének hatását is.

Amellett, hogy az elmondottak szerint ez a mérési módszer alkalmasnak tekinthető a bevezetőben említett feladatok megoldására, előnyeként említjük még meg azt, hogy roncsolásmentes — azaz a próbatest méréskor alak-, vagy szerkezeti változásra vezető külső hatást nem kap — így olyan

folyamatok vizsgálatára is alkalmas, mint az egyazon próbatesten végrehajtott hőkezelések hatására bekövetkező változások.

IRODALOM

[1] *K. Cseténvi E.— É. Tassy-Betz—Szentkúti E.:* A hidegalakítás és az utólagos hőkezelés hatása a kohóalumínium rugalmassági modulusára és csillapodására, Magyar Alumínium *5* (1968) 6, p. 177.

[2] *Geröly F.-né—K. Cseténvi E.—Sinay G.:* A Dr. Förster-féle ELASTOMAT és annak néhány alkalmazása, Gép *21* (1969) 11, p. 432.

[3] *Kovács-Cseténvi E.—Sas B.:* Internal friction and modulus changes in cold-worked dilute Al-Fe alloys during heat treatment. Phys. Stat. Sol. (a) *15* (1973), p. 687.

[4] *Brown, G. M.:* Self-consisted polycristalline model for creep under combined stress states. J. Mech. Phys. Sol. *18* (1970), 6, p. 367.

Beszámoló konferenciáról

Metallurgiai konferencia Miskolcon

Az MTA műszaki tudományos osztályának metallurgiai bizottsága május 29—30-án, az MTA fennállásának 150 éves jubileuma alkalmából a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Vaskohászati, ill. Fémkohászati tanszékén 2 napos metallurgiai konferenciát rendezett. A konferencia megnyitó beszédét *Dr. Verő József* ny. egyetemi tanár, kétszeres Kossuth-díjas akadémikus tartotta, megemlékezve a kohászati tudományok kiváló művelőinek az Akadémia munkájában való részvételéről, fennállásának 150 éve alatt.

A fémkohászati szekció ülésén a következő előadások hangzottak el.

Dr. Juhász Ádám, a műsz. tud. kandidátusa, miniszterhelyettes
A magyar alumíniumipar fejlesztési kérdései
Felkért hozzászóló:
Dr. Osztrovszki György akadémikus, az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság elnökhelyettese

Dr. Zámbó János, a kém. tud. kandidátusa, igazgató (FKI)
Műszaki fejlesztés az alumíniumiparban
Felkért hozzászóló:
Dr. Miskei Mihály, a kém. tud. kandidátusa, oszt. vez. (FKI)

Dr. Stefán Mihály igazgató (Csepel)
A magyar színesfémipar fejlesztési kérdései
Felkért hozzászóló:
Horváth Csaba, osztályvezető (Csepel)

Dr. Várhegyi Győző, a műsz. tud. doktora, c. egy. tanár, igazgatóh. (FKI)
A ritkafémkohászat fejlődésének prognózisa és a hazai kutatási feladatok
Felkért hozzászóló:
Temesszentandrásy Guidó főoszt. vez. (OMFB)

Dr. Horváth Zoltán, a műsz. tud. doktora, tsz. vez. egy. tanár
Az elméleti fajlagos energiafogyasztás az egyes fémek előállításánál
Felkért hozzászóló:
Dr. Várhegyi Győző, a műsz. tud. doktora, c. egy. tanár, igazgatóh. (FKI)

Dr. Miskei Mihály, a kém. tud. kandidátusa, oszt. vez. (FKI)
Új alumíniumelőállító eljárások jövője
Felkért hozzászóló:
Dr. Horváth Zoltán, a műsz. tud. doktora, tsz. vez. egy. tanár

Dr. Wéber József tud. m.-társ (MTA Kohászati Munkaközösség)
Nátrium-aluminát oldatok néhány fizikai-kémiai tulajdonsága
Felkért hozzászóló:
Dr. Klug Ottó, a kém. tud. kandidátusa, oszt. vez. (Alutröszt)

Molnár Pál, tud. m.-társ (FKI)
Titánból előállított berendezések technológiai problémái
Felkért hozzászóló:
Adlovitsné Széll Zsuzsanna fejl. mérnök (Láng Gépgy.)

Dr. Sziklavári Károly egy. docens (NME)
Klórozó eljárások a fémkohászatban
Felkért hozzászóló:
Dr. Miskei Mihály, a kém. tud. kandidátusa, oszt. vez. (FKI)

Dr. Czeglédi Béla, a műsz. tud. kandidátusa, üzemvezető (MÉV, Pécs)
Baktériumos lúgzás az uránkohászatban
Felkért hozzászóló:
Dr. Lakatos Tamás, tud. m.-társ (FKI)

Wieder Nándor, tud. m.-társ (MTA Kohászati Munkaközösség)
A baktériumos lúgzás szerepe a réz hidrometallurgiájában
Felkért hozzászóló:
Párkányi István lab. vez. (OÉÁV, Eger)

Dr. Pásztor Gedeon, a műsz. tud. kandidátusa, oszt. vez. (MAVAE)
Új vákuum-metallurgiai eljárás, a kavitációs vákuumozás
Felkért hozzászóló:
Dr. Szabó János, a fizikai tud. kandidátusa, tsz. vez. egy. tanár (NME)

Riedl István egy. adj. (NME)
Híradástechnikai minőségű $MnCO_3$ előállítása
Felkért hozzászóló:
Dr. Fekete László, a műsz. tud. kandidátusa, oszt. vez. (FKI)

Mihalik Árpád egy. adj. (NME)
Kísérleti modell az ioncserélő oszlop néhány működési jellemzőjének meghatározására
Felkért hozzászóló:
Dr. Vígvári Mihály, a kém. tud. kandidátusa, oszt. vez. (FKI)

A szekció ülés résztvevői nagy érdeklődéssel hallgatták a magasszínvonalú előadásokat, amelyeket a lapunk hasábjain folyamatosan közölni fogunk, a hozzászólásokkal együtt, hogy az előadások anyaga azok részére is hozzáférhetővé váljék, akik nem tudtak a konferencián résztvenni.

G. L.

Egyesületi hírek

A Fémkohászati Szakosztály vezetőségének ülése

A Magyar Alumíniumipari Tröszt székházában 1975. április 9-én megtartott ülésen a vezetőség a következőket tárgyalta meg.

Az *ICSOBA választmányi ülésére* Leobenben, vagy Bécsben kerül sor; a bauxit és timföld szekció ülése rendezését a magyar fél vállalja. A vezetőségi ülés egyebekben az ICSOBA szervezeti helyzetével kapcsolatos időszerű kérdésekről tárgyalt.

A *Székesfehérvári Fémkohászati Szakcsoport* 20 éves fennállása alkalmából ünnepséget rendeznek. Kibővített ülésen kerül majd sor a „*Zorkóczy*" emlékérem átadására is.

A *Fémkohászati Napokat* a Csepel Vas- és Fémművek dísztermében rendezik meg, a mű patronálásával. Határozatot hoztak a program és a tematika pontosításáról.

A *lengyel tanulmányút* előkészítése rendben folyik. E tanulmányút keretében a Fémkohászati Szakosztály 15 tagja és az ICSOBA 5 tagja a skawinai, majd a konini alumíniumkohókban tesz látogatást és folytat tapasztalatcserét.

G. S.

Alumíniumipari hírek

Óriás búvárszivattyú-telep az újonnan átadott Rákhegy II-őn

Április 6-án ünnepélyesen avatták fel a negyedik ötéves terv egyik kiemelt nagyberuházását, a *Rákhegy II. Bauxit bányaüzemét*, amely a tervezettnél 8 hónappal korábban készült el.

A több mint 600 millió forintos költséggel megvalósult bánya termelése már ezévben 480 ezer tonna bauxit. A tervezői munkákat az ALUTERV végezte. A bolgár NIPRORUDA — altervezőként — a külszíni aknarakodó terveit szolgáltatta.

A bányaüzemben minden eddiginél nagyobb búvárszivattyútelep üzemel. Az ALUTERV speciális, kivételesen nagykapacitású percenként 150 m³ karsztvizet emelő búvárszivattyús vízmentesítő telepet tervezett. A búvárszivattyúk egyenkénti teljesítménye 1000 kW, emelőmagasságuk 300 m.

Az aktív vízvédelmi módszerrel nyert víztömeg egyelőre a Székesfehérvári Könnyűfémmű ipari-ivóvíz ellátását elégíti ki, de a későbbiekben egész Székesfehérvár, valamint Pét, Moha és Kincsesbánya vízszükségletét is fedezi.

Arató

Köszöntők

Állami díjat kapott Pohl Károly, az ALUTERV igazgatóhelyettese

A Minisztertanács Magyarország felszabadulásának 30. évfordulója alkalmából az Állami Díj II. fokozatát adományozta Pohl Károly okl. bányamérnöknek, az ALUTERV igazgatóhelyettesének, a magyar bauxitbányászat műszaki fejlesztésében és az aktív vízvédelem megvalósításában végzett munkájáért.

Pohl Károly, aki 1916-ban született Rozsnyón, immár 33 éves bányászati gyakorlattal rendelkezik, ebből 29 évet töltött a bauxitbányászatban. 1950-től az Iszkaszentgyörgyi Bauxit bányafőmérnöke, 1957-től a Bauxitkutató Vállalat hidrogeológiai osztályának vezetője volt. 1963-ban helyezték fel az ALUTERV-hez, ahol jelenleg a vállalat műszaki igazgatóhelyettese. Pohl Károly aktívan közreműködik az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület tevékenységében is.

Munkásságában kiemelkedő helyet foglal el a karsztvíz elleni védekezés problémáinak megoldása. Az Iszkaszentgyörgyi Bánya főmérnökeként a hazai bányászatban először alkalmazta a teljesen újszerű aktív vízvédelem elvét: a víztároló kőzetek megcsapolását és a vízszint lesüllyesztését a bánya termelői szintje alá.

Pohl Károly nemcsak a bauxitbányászat műszaki fejlesztésében tevékenykedik, hanem cselekvő résztvevője azoknak a munkáknak is, amelyeket más iparágak rendeltek meg az ALUTERV-től. Így irányítása alatt készül a recski ércbánya és feldolgozó kombinát generáltervezése, valamint a szénbányászat egyes karsztvízproblémákkal terhelt területeinek beruházási javaslata. Pohl Károly számos kitüntetés, többek között a *Munka Érdemrend* arany fokozatának birtokosa.

Arató

Kutas Andor tagtársunk 90 éves

Köszöntjük Kutas *Andor* okl. vegyészmérnök tagtársunkat, aki Egyesületünknek 1949 óta tagja, ebből a ritka alkalomból. A magyar alumíniumipart szolgálta több évtizeden át. A *Bauxit Ipar Részvénytársaság*-nál dolgozott 1928-tól és az ugyancsak vegyészmérnök *Bartha Lajossal* együtt nagy érdemeket szerzett az első magyar timföldgyár *Magyaróvárott* 1934-ben történt üzembehelyezése során.

Jelentős szerepe volt a hazai timföldipar fejlesztésében. Örömmel láttuk még kilencvenedik évében is többször az „alumínium székházban" tevékenykedni. Kívánunk további jó egészséget!

Kolosy

Jubiláló tagtársaink

Emőd Gyula, *Dr. Hullán Tibor* és *Krétai József* okl. fémkohómérnökök 40 éve tagjai Egyesületünknek. Ez alkalomból tisztelettel és sok szeretettel köszöntjük őket, jó egészséget és további derűs életet kívánva mindhármuknak. *Dr. Hullán Tibor* tagtársunkat külön is köszöntjük, abból az alkalomból, hogy szeptember 6-án Miskolcon a Nehézipari Műszaki Egyetemen aranyoklevéllel tüntették ki.

G. L.

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Új *alumíniumötvözetet* hozott piacra a Cégédur cég. A 2901 ötvözet hosszútávon felváltja az A-G3, A-U2G és 2901 ötvőzeteket. Bár egyelőre még csak havi 10—20 tonnát gyártanak, 1977-re 100—500 t/hó kapacitás elérését tervezik. Az új anyag az alumíniumgépkocsi felé vezető út egyik fontos állomása lehet. Nagy felvevő piacként számítanak az USA-ra, amely a *biztonsági gépkocsik gyártásához* már a 2117 ötvözetből is nagy mennyiségeket használ fel. A fejlődés a karosszéria-ötvözetek gyártásában szembetűnő az A-G3 ötvözet — a sorozat első tagja — alacsony rugalmassági határa miatt még nem tette lehetővé a lemezvastagság jelentős csökkenését és így nagyobb súlymegtakarítást. A 2901 ötvözet tartóssága már megközelíti az acélét, mélyhúzási tulajdonságai jobbak az acélnál. Meleg állapotban való kisebb repedékenysége a 2117-el szemben jobb szerelési adottságokat biztosít. Egyaránt hegeszthető a TIG (Wolframelektródos védőgázas) és a MIG (Fogyóelektródos védőgázas), valamint az ellenállásos ponthegesztési módszerrel.

Az ötvözet korrózióállósága azonos a 2117 ötvözetével. Az elvégzett kísérletek alapján frontális összeütközés esetében a 2901 ötvözet csak 5%-kal adott rosszabb eredményeket, mint az acél. Ha a gépkocsiszerkezetben műszakilag alkalmazható összes helyeken acél helyett az új aluötvözetet alkalmazzák 35—55% súlymegtakarítást lehetne elérni. A gépkocsikarosszéria gyártásához használható alumíniumötvözetek és acél összehasonlítására az *1. táblázat* szolgál.

1. táblázat

Karosszériagyártás alumíniumötvözetei és karosszériaacél

Anyag	A—G3	A—U2G	2117—T4*	2901—T4*	Karosszériaacél
Jellemzők					
Ötvözők Cu, %	≤0,1	2,0—2,8	2,0—2,8	2,2	
Mg, %	2,5—3,7	0,3—0,7	0,3—0,7	0,6	
Mn, %	0,1—0,7	≤0,2	≤0,2		
Szakítószilárdság, R, kg/mm²	22		29	34	35
Rugalmassági határ (0,2%), E, kg/mm²	8		17	23	20
Nyúlás, A, %	28		29	26	50
Keménység alakítás előtt, Brinell	48	7	75	85	110
Alakíthatóság					
anizotrópia együttható: r	0,58		0,58	0,63	
alakíthatósági együttható: n	0,27		0,25	0,25	
Fajsúly, g/cm³	2,66	2,75	~2,8	~2,8	8

L'Usine Nouvelle 1975. 14. sz. és Barrand P., Gadeau R.: L'Alumínium alapján
*T4 = a festés utáni normális felhasználás állapotának felel meg (1 óra alatt 30 °C-ról 160 °C-ra hevítve, 3 hónapos öregedés után)

Japán *titánszivacs* termelés 1974-ben elérte a 8900 tonnát, ami 37%-kal több az 1973. évi termelésnél, de nem éri el az 1970. évi rekordrészletet, a 9200 tonnát.

Metal Bulletin 1975. 5971. sz.

*

Az USA után *Svédországban* a legnagyobb az egy főre jutó alumíniumfogyasztás. Az 1974. évi 150 et fogyasztás 18,3 kg/fő értéket ad.

Metal Bulletin 1975. 5971. sz.

*

A Chrysler konszern két új felhasználási területet talált az alumínium számára az autógyártásban. A Reinold 5182-0 típusú alumíniumötvözetből készítik a katalitikus *kipufogógázátalakító* köpajzsát és a *féktárcsa* olajfogó pajzsát. Ez 7 kg súlymegtakarítást jelent az acéllal szemben. Az autógyártásban további alkatrészeket fognak alumíniumötvözetből gyártani, így pl. ajtókat, kupakokat, karosszériatetőket és gépalkatrészeket.

Metal Bulletin 1975. 5972. sz.

*

Az Institut des Producteurs de Ferso-Alliages d'Europe Occidentale pályázatot hirdetett a ferroszilícium és fémszilícium gyártásakor elszívott és összegyűjtött SiO_2 por gazdaságos felhasználására (Pályadíj 10 000 svájci frank). A szilíciumgyártás pora 94—98% SiO_2-t a 75%-os FeSi-gyártásé 86—92% SiO_2-t tartalmaz. A por szemcsemérete 70%-ban 0,1 μm alatt van, 25% esik a 0,1—0,2, μm tartományba. Szennyezésként C van a porban, melynek lazasúlya a porleválasztó után 150—200 kg/m³ a gyűjtősilóból 250—300 kg/m³.

A keletkező mennyiség üzemenként változó évi 1—30 et-ig. További részletek megtudhatók alábbi címen IPFEO, Boite Postale 5430, Middelthungsgate 27. Oslo 3, Norway

*

Ramunia, a malaysiai bauxitbányatársaság le akarja állítani bauxitbányászatának nagyrészét és a jövőben csak Japánba szándékozik exportálni. 1974-ben Malaysia bauxitbányászatának kapacitásából a Ramunia társaság 500 et-val, az SE Asia Bauxites 800 et-val részesedett. A tényleges termelés azonban csak 1000 et volt.

Metal Bulletin 1975. 5972. sz.

H. W.

*

A tőkés világ alumíniutermelése csökkenő tendenciát mutat az *International Primary Alumínium Institute* jelentése szerint. Az 1975 januári és februári kohóalumíniumtermelés kisebb, mint az előző év azonos időszakában és az 1974 decemberi 941 ezer tonnás termelést 1975 januárban 919 ezer, februárban pedig 787 ezer tonna termelés követte.

Alumínium, 1975. 4. f. 320 o.

*

A *csehszlovák* Kovohute állami vállalat új alumínium fóliahengerművet létesített *Bridlicnán*, ami rövidesen üzembe kerül. Ez fogja fedezni a csehszlovák élelmiszeripar csomagoló fóliaszükségletét.

Alumínium, 1975. 4. f. 321. o.

*

Az *angol* ALCAN Both szerződést kötött 100 tonna nagyszilárdságú alumíniumlemez szállítására az olasz torinoi Aeritalia céggel. Ebből a lemezből űrlaboratóriumot építenek. Európában ez az első ilyen alkotás lesz és 1980-ban küldik a világűrbe.

Alumínium, 1975. 4. f. 326.

Jugoszlávia a legújabb tervek szerint 1985-ig az alábbi termelési szinteket kívánja elérni:

timföld	2 millió tonna,
alumínium	400 ezer tonna,
hengerelt alum.	200 ezer tonna.

Alumínium, 1975. 5. f. 378. o.

*

A *japán* alumíniumkohók termelése 1974-ben ugyan 2%-kal növekedett az 1973. évi értékhez képest, de az alumínium félgyártmánygyártás teljesítménye 17,4%-kal esett vissza az alábbiak szerint (tonnában):

Termelés	1974	1973	Változás %-ban
Alumínium félgyértmány	1 158 344	1 402 389	—17,4
Ebből lemez	188 127	243 095	—22,6
szalag	170 390	188 933	—9,8
tárcsa	33 192	44 343	—25,1
hengerelt összes	391 709	476 371	—17,8
cső	26 808	20 270	—8,4
rúd	27 072	28 430	—4,8
idomok	603 927	716 688	—15,7
huzalok	17 008	22 264	—23,6
sajtolt, húzott összes	674 815	796 652	—15,3
kovácsolt darabok	1 980	1 989	—0,5
vezető anyagok	89 840	127 371	—29,5

Alumínium, 1975. 5. f. 373. o.

K. J.

*

A világon bányászott *bauxit* mennyisége 1974-ben 5%-kal haladta meg az előző évit, és 77 millió tonnát ért el.

Az elsődleges *alumíniumtermelés* 1974 első felében 8%-kal, a második félévben 4%-kal haladta meg az előző évi megfelelő időszakban termelt mennyiséget. Franciaország 50 000 tonnával, az NSZK 100 000 tonnával, Norvégia 30 000 tonnával, Kanada 100 000 tonnával termelt többet az 1973-as évinél.

A *kereslet* nőtt ugyan 1974-ben, de nem érte el az utóbbi évek 8—10%-os rátáját, csupán 5%-ot. Az év első felében ugyan rohamos igénynövekedés volt tapasztalható, a második félévben azonban ez jelentősen visszaesett. Az, hogy az 1973-as 15%-os felhasználásnövekedés ilyen mértékben is folytatódott, váratlan volt, tekintve az alumínium két fő felvevő területének — az építőiparnak és a járműiparnak — termelésvisszaesését.

A jelentősebb bauxittermelő országok termelése az elmúlt két évben: (millió tonnában)

	1973	1974
Ausztrália	17 596	18 500
Franciaország	3 133	3,240
Görögország	2 742	2 500
Guayana	3 621	3 800
Jamaika	13 490	15 000
Surinam	6 688	6 800
Más országok	15 716	17 000
Szocialista országok	9 900	10 200
Összesen:	72 886	77 040

Metal Bulletin Monthly 1975. március

*

Az *International Primary Alumínium Institute* (IPAI) által a közelmúltban közzétett jelentés szerint a tőkés világ alumíniumtartalékai január végén 2,34 millió tonnát értek el, szemben az 1974 december végi 2,01 millió tonnával. (1974 január végén 1,38 millió tonna volt). Ez év január folyamán Kelet-Ázsia (főleg Japán) tartalékai növekedtek a legnagyobb mértékben, 310 000 tonnáról 354 000 tonnára, míg Nyugat-Európáé 574 000 tonnáról 660 000 tonnára nőttek. Egyedül Latin-Amerika csökkentette a felhalmozott alumínium mennyiségét 45 000 tonnáról 41 000 tonnára.

A tőkés világ alumínium termelése február folyamán jelentősen csökkent és csupán 787 000 tonnát ért el (1973 február óta a legalacsonyabb havi termelés 764 000 tonna volt). A legjelentősebb csökkenés Észak-Amerikában történt januárhoz viszonyítva: 447 000 tonnáról 366 000 tonnára. (1974 februárjában 419 000 tonna volt.)

Metal Bulletin 1975. március 25.

*

Az 1974-ben egyesült Montanwerke Brixlegg és a ranshofeni Vereinigte Metallwerke vállalat tevékenységének a súlypontja még mindig az alumíniumtermelésen van, amely a forgalom mintegy 56%-át teszi ki. A vállalat a jövőben is további forgalomnövekedéssel számol, a következő években ezt átlag 15%-ra becsülik. Az összes forgalom ezáltal 3,4-ről 6,9 milliárd öS-re emelkedik. Ezeket az optimista kilátásokat mindenekelőtt a tovább- és végfeldolgozás területén mutatkozó eredményekre alapozzák. Miután az elmúlt években sor került több nagy terv megvalósítására, 1975-ben utolsó alkalommal várhatók nagyobb beruházások. Az ezt követő években a beruházások jelentősen visszaesnek majd. A nagy tervek közül jelentős a berndorfi drót- és kötélgyár, amely 1977-ben lép üzembe és 200 millió öS-be került és a Brixlegg által tervezett huzal-berendezés. A tervekben nem szerepel új elektrolizáló kád építése, mivel több kérdés, így a finanszírozás, a telephely, az elektromos energia ára, a rentabilitás és az esetleges külföldi részvétel még nem tisztázott.

Die Presse 1975. március 27.

H. W.

*

A londoni Head Wrightson Process Engineering Ltd és a Soutern Peru Copper Corp. 10 mio $ értékű berendezés szállítására kötöttek szerződést a Cuajone-i rézműhöz. Az 1976-ban induló üzem 170 e short ton/év (=154,2 et) nyersréz gyártási kapacitással a világ egyik legnagyobb réztermelője.

A Head Wrightson által tervezett üzem összes berendezéseit az Egyesült Királyságból szállítják.

Mine and Quarry 1975. 3. sz.

*

Az OPEC átütő sikere *Latin-Amerika* nyersanyagtermelő és agrárországait is nyersanyagexportjuk koordinálására késztette. A latin-amerikai bauxittermelő országok jelentős sikereket értek el. *Jamaika, Suriname, Guayana és Dominika*, Észak-Amerika szükségletének 90%-át fedezi. Jamaika és Guayana kedvező pozíciót harcolt ki a nagy amerikai konszernekkel, az Alcan-nal, a Reynolds-szal és leányvállalataikkal szemben. Jamaika az adóemelés taktikáját választotta, és a múlt évben a bauxittermelésből származó bevételeit meghétszerezte, amely elérte a 185 millió $-t. Guayana az államosítások mellett döntött, és ezt 1974. december 31-ig végrehajtotta.

Az International Bauxit Association (IBA) Kinstonban rendezi be irodáját.

Die Presse 1975. március 19.

*

Tervek szerint *Guinea* bauxittermelése az 1970-es évek végére 30 millió tonnát fog elérni. Az ország jelenlegi termelése 6 millió tonna, de több bánya nyitását, és a meglevők bővítését tervezik. A Cie de Bauxite de Guinée jelenlegi 4,5 millió tonnás termelését 9 millió tonnára növeli. A szovjet segítséggel kiépülő kindiai bányából 2 millió tonna/évi kitermelés várható.

Az *arab-guineai* közös terv 9 millió tonna bauxit felszínre hozatalát tűzte ki célul. Touge-ban az *Alusuisse*, Dabolaban a *jugoszláv Energoinvest vállalat* segítségével összesen 10 millió tonna termelésére számítanak.

Metal Bulletin 1975. március 14.

*

Az Alcoa vállalat kiadásait az elmúlt évi 355 millió dollárral szemben erre az évre 415 millió $-ra tervezik. Az 1975-re előirányzott összeg nagy részét az *Andersonban* épülő elsődleges alumíniumkohóra, illetve a *Massena*-i kohó felújítására fordítják. 60 millió $-t környezetvédelmi intézkedésekre terveznek.

Az Alcoa a jelenlegi alumíniumpiaci pangás ellenére 1980-ig átlagban évi 6%-os alumíniumigény-növekedéssel számol.

Metal Bulletin 1975. március 18.

H. W.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

108. ÉVFOLYAM



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1975. SZEPTEMBER HÓ
9

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал Металлургия
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen Hüttenwesen
Mining & Metallurgical Journal Metellurgy

ALAPITOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. 105.
Tel.: 426-795

TARTALOM

DR. VERŐ JÓZSEF: Életkörülményeink jelene és jövője 385
DR. FARKAS OTTÓ: A nagyolvasztói CO-kihasználás néhány kérdése 389
DR. HORVÁTH JÁNOS—GÁRDONYI SÁNDOR—SZÜCS AMBRUS—SZÜCS EMIL: A zsugorítvány bázikussága, oxidációs foka és redukálhatósága közötti kapcsolat 393
KOZMA LAJOS—GONDA KÁLMÁNNÉ—VOLLÁK ANDOR—ZSILA SÁNDOR: Nyitott kompenzátoros sorjamentes sajtolás 395
GÁBOR BÉLA: A kohászati vízgazdálkodás fejlődése a környezetvédelem szolgálatában 399
FRANTISEK BLASCIK—SZABÓ ÖDÖN: Az ónozás technológiájának hatása az acéllemezek mélyhúzhatósági tulajdonságaira, szakítóvizsgálattal értékelve 402
Egyesületi hírek 408, 411
A Kohómérnöki Kar Hírei 409
A környezetvédelmi képzés helyzete és irányai a Nehézipari Műszaki Egyetemen 410
Beszámoló külföldi konferenciákról 412
Beszámoló konferenciákról 413
Műszki és gazdasági hirek 413

FÉMKOHÁSZAT

DR. JUHÁSZ ÁDÁM: A magyar alumíniumipar fejlesztési kérdései 415
DR. ZÁMBÓ JÁNOS: Műszaki fejlesztés az alumíniumiparban 422
GURUBI LÁSZLÓ: Tűzálló idomok üvegolvadék-korrózióállóságának vizsgálata 429

ÖNTÖDE

VIII. Öntőnapok 193
Szakosztályi hírek 197, 211
KOVÁCS DEZSŐ—DR. VÖRÖS ÁRPÁD: A hazai öntvénygyártás fejlesztésének időszerű kérdései 198
VIDA LÁSZLÓ—SÖVEGJÁRTÓ ZOLTÁN: Az öntödei vezetés szerepe, helye és feladatai a termelésirányításban 202
Szabványosítási hír ek 205
HORVÁTH LÁSZLÓ—STOCKER KÁLMÁN: Az öntödei környezetvédelem jelentősége és feladata 206
Folyóiratszemle 213
Könyvismertetés 216

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 426-795
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

75. 9. 4917 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16. F. v.: Povárny Jenő

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámára

Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149
Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770
Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft.

Index: 25,155

ÉVFOLYAM ГОД JAHRGANG YEAR 108

SZÁM № Nr. No. 9

SZEPTEMBER СЕНТЯБРЬ SEPTEMBER SEPTEMBER 1975

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ МЕТАЛЛУРГИЯ
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN HÜTTENWESEN
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY METALLURGY

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р Йожеф Верё: **Настоящее и будущее жизненных условии** ..... **С 385**

Обеспечение быстро растушего человечества питательными продуктами настаивает на сильном развитии агротехники и на увеличении плодотворной почвы. Мы должны были бы строго беречь заново не создаюшиеся минералные материалы, руды важных металлов и фосильные носители энергии. Потребности энергии можно удовлетворить использованием солнечной энергии и отчасти атомной энергии. Создание человеческих жизненных условии для будуших нации требует большие усилия для научно-технического и общественного развития.

Д-р Отто Фаркаш: **Некоторые вопросы использования CO в доменной печи** ..... **С 389**

Автор исследуя теоретически возможные, а для отечественных шихт максимальные значения использования CO, на основе упрошенных весовых уравнении доменной печи, принимая во внимание изменение температуры дутья и доменного газа определяет зависимость $Cg = f(\eta_{CO})$. После этого определяет максимальные значения η_{CO} при температуре дутья 800—1400 °C, доменного газа 250 °C при удельном количестве шлака 800 кг и при удельном удальяемом количестве кислорода 387, 55 кг.
Приведены данные по η_{CO} и удельному расходу топлива некоторых отечественных и других, работаюших в более благоприятных условиях доменных печей и указаны возможности более эффективного использования CO.

Д-р Хорват Янош—Гардони Шандор—Сюч Амбруш—Сюч Эмил: **Взаимосвязь между основностью, степенью окисленности и степенью восстанавливаемости агломерата** ..... **С 393**

Авторами в многосерийных опытах исследованы физико-металлургические свойства агломератов, произведенных в экспериментальных ковшах. Найдена однозначная зависимость между степенями окисленности и восстанавливаемости. Авторы установили, что в отличие от распространенного на практике и в литературе мнения основность играет роль в формировании степени восстанавливаемости лишь косвенно. Эта роль сказывается в том, что растущее количество окиси калция способствует возникновению окиси железа и ее соединений, которие восстанавливаются легче.

Лайош Козма—Гонда Калманне—Андор Воллак—Шандор Жила: **Открытая, компенсационная безоблойная штамповка** ..... **С 395**

После проведения тщательных испытании специалисты Института машиностроительной технологии для объёмной ковки разработали подробную технологию открытой, компенсационной безоблойной штамповки. В ставку вводятся небольшого размера каналы и в последнем этапе штамповки избыточный материал попадает в эти каналы. После штамповки, при верхнем движении штамповочной головки накоплённый в каналах избыточный материал отрежется. Новый метод приводит к значительному сбережению основного материала и размерноточным продуктам.

Бела Габор: **Развитие водного хозяйства в металлургии и охрана окружающей среды** ..... **С 399**

Приведены тенденции развития водного хозяйства металлургических заводов. Главной целью является уменьшение количества наступаюшей на завод воды и загязнителей, попадаюших в природные воды. Качественные и количественные потребности отдельных заводов надо удовлетварить при повышенном соблюдении безопасности труда. Приведение самых результативных решении.

Франтишек Блашцик—Эден Сабо: **Влияние по испытанию на разрыв технологии покрытия оловом на глубокую вытягиваемость стальных лент** ..... **С 402**

Оценка глубокой вытягиваемости стальных лент покрытых оловом по испытанию на разрыв. С точки зрения оценки глубокой вытягиваемости стальных лент, покрытых оловом не целесообразны испытания, проведенные одноосным растяжением. Следует принимать во внимание значения показателья упрочнения и пластической анизотропии.

Д-р Юхас Адам: **Вопросы развития алюминиевой промышленности ВНР** ..... **С 415**

Для того, чтобы изучать актуальные вопросы венгерской алюминиевой промышленности в сущности, необходимо обрисовывать занимаемое нами место в мировой алюминиевой промышленности, а также исходить из состояния отдельных технологических фаз, соответствующих проблем и возможных решений.

Д-р Замбо Янош: **Технический прогресс в алюминиевой промышленности** ..... **С 422**

Автор дает анализ состояния технического прогресса, а также намечает его перспективы по различным секторам алюминиевой промышленности.

Ласло Гуруби: **Исследование жаростойких профилей против стекло расплавной коррозии** .... **С 429**

Приведенные результаты дополняют наши знания о механизме растворения жаростойкого материала в стеколном расплаве. Предлагаемый метод может быть использован для исследования влияния добавок на составные типы жаростойких материалов.

INHALT

Dr. J. Verő: **Gegenwart und Zukunft unserer Lebensverhältnisse** ..... S 385

Die Versorgung mit Lebensmitteln der sich rasch vermehrenden Menschheit erwünscht die kraftvolle Entwicklung der Agrotechnik und die Vergrösserung der fruchtbringenden Ackerflächen. Mit den sich nicht erneuernden mineralischen Rohstoffen, mit den Erzen der wichtigen Metalle, mit den fossilen Energieträgern soll strengstens gespart werden. Die Befriedigung des Energieträgern soll strengstens gespart werden. Die Befriedigung des Energiebedarfes könnte durch Ausnützung der Strahlungsenergie der Sonne und durch zeitgemässe Atomkraftwerke gelöst werden. Die Verschaffung menschenwürdiger Lebensverhältnisse der künftigen Generationen benötigt sehr grosse Kraftanstrengungen zur Entwicklung der Wissenschaft und Technik, sowie zur Verwirklichung des sozialen Fortschrittes.

Dr. O. Farkas: **Einige Fragen der CO-Ausnützung im Hochofen** ..... S 389

Untersucht wurde die theoretisch mögliche und die für die einheimische Möllerverhältnisse gültige maximale CO-Ausnützung. Es wurde der Zusammenhang $Cg=f(\eta_{CO})$ festgestellt, und zwar in Hinblick auf die Windtemperatur und auf die Gichtgastemperatur. Dann wurde der maximale Wert des η_{CO} bei 800—1400 °C Windtemperatur, bei 250 °C Gichtgastemperatur, bei 800 kg/t Schlackenmenge und bei 387,55 kg auszutreibende Sauerstoffmenge bestimmt. Zum Schluss werden die η_{CO}-Werte und die spez. Heizstoffverbrauchszahlen der einheimischen und einiger günstiger arbeitenden ausländischen Hochöfen vorgezeigt. Die weiteren Möglichkeiten der CO-Ausnützung werden aufgezählt.

Dr. J. Horváth—S. Gárdonyi—A. Szücs—E. Szücs: **Beziehung zwischen der Basizität, dem Oxidationsgrad und der Reduzierbarkeit des Sinters** .. S 393

Die Verfasser haben die physikalischen und metallurgischen Eigenschaften zahlreicher, in einer Versuchspfanne hergestellter Sinter untersucht und eine eindeutige Beziehung zwischen dem Oxidationsgrad und der Reduzierbarkeit festgestellt. Im Gegensatz zu der in der Praxis und im Schrifttum verbreiteten Meinung wurde gefunden, dass die Basizität den Reduktionsgrad nur mittelbar beeinflusst. Die mittelbare Rolle erscheint darin, dass die steigende CaO-Menge das Entstehen des leichter reduzierbaren Eisenoxids oder seiner Verbindungen fördert.

L. Kozma—Frau K. Gonda—A. Vollák—S. Zsila: **Gratloses Pressen in einem offenen Kompensator** ..... S 395

Im Technologischen Institut für die Maschinenindustrie wurde zum Gebrauch der einheimischen Gesenkschmiede-Industrie das gratlose Pressen im offenen Kompensator entwickelt. An jenen Teilen der Gesenkgravur, welche zum Schluss ausgefüllt werden, wurden kleine Rillen verfertigt. Im letzten Abschnitt des Pressens gelangt der überflüssige Werkstoff in diese Rillen hinein. Nach dem Pressen wird bei der aufwärts Bewegung des Druckkopfes der in die Rillen gelangte überflüssige Werkstoff von der Schneideplatte abgeschnitten. Das Verfahren erbringt eine erhebliche Werkstoffersparnis und dabei auch masspünktliche Schmiedestücke.

B. Gábor: **Die Entwicklung der Wasserwirtschaft in Hüttenwerken und der Umweltschutz** ..... S 399

Die bisherigen Richtungen der Entwicklung der Wasserwirtschaft in Hüttenwerken. Hauptziel ist die Verminderung der auswertig bezogenen Wassermenge und der in die Rezipienten geführten Abwässer. Der sich vermehrende Wasserbedarf der einzelnen Betriebseinheiten soll sowohl in quantitativer wie auch in qualitativer Hinsicht bei gesteigertem Betriebssicherheit gedeckt werden. Beschreibung der erfolgreichsten Lösungen.

F. Blascik—Ö. Szabó: **Die Wirkung der Verzinnungstechnologie auf die Tiefzieheigenschaften der Stahlbleche, abgeschätzt an Werten von Zerreisversuchen** ..... S 402

Auswertung der Tiefzieheigenschaften von verzinnten Stahlblechen aufgrund ihrer Zerreisfestigkeiten. Es wurde festgestellt, dass die Prüfung mit dem einachsigen Ziehen ist zur Bewertung der Tiefzieheigenschaften von Stahlblechen nicht geeignet, viel günstigere Ergebnisse liefern die Verfestigungs-Exponenten und die Werte der plastischen Anisotropie.

Dr. Á. Juhász: **Die Entwicklungsfragen der ungarischen Aluminiumindustrie** 415

Um die zeitgemässen Probleme der Entwicklung der ungarischen Aluminiumindustrie gründlich behandeln zu können, ist es nötig, unsere Lage in der Aluminiumindustrie der Welt kurz zu skizzieren und die einzelnen Probleme aus der Sicht der derzeitigen Lage der einzelnen Produktionsphasen, ihrer zukünftigen Bedüfnisse und deren Erfüllungs-möglichkeiten zu analysieren.

Dr. J. Zámbó: **Technische Entwicklung in der Aluminiumindustrie** 422

Die Lage der technischen Entwicklung und das vorliegende Programm der ungarischen Aluminiumindustrie werden für die einzelnen Sektoren dieser Industrie getrennt analysiert und bewertet.

L. Gurubi: **Prüfung der Korrosionsfestigkeit von feuerfesten Steinen gegen Glasschmelzen** 429

Die Daten und Informationen der mit der beschreibenen Methode vorgenommenen Prüfungen ergänzen unsere Kenntnisse über den Mechanismus der Auflösung der feuerfesten Stoffe in Glasschmelzen. Die Methode ist zur Prüfung des Einflusses der Zusatzstoffe in feuerfesten Stoffen auf Korundbasis geeignet.

CONTENTS

Dr. J. Verő: **The present and the future of our conditions of life** ..... P 335

The supply of food for the rapidly developing humanity requires an intensive development of agrotechnics and an increase of the cultivated soil regions. A strict conomy should be practised with respect tothe non-replaceable minera, raw materials, the main ores, the fossile energy carriers. Our energy requirements could be satsified from the sun's radiation and partly from modern nuclear power plants. The creation of suitable conditions of life for the man of the future requires immense efforts in technical and scientific progress and social development.

Dr. O. Farkas: **Some problems of the CO utilization in the blast furnace** ..... P 389

The author studies the theoretical maximal and the actual maximal values for CO utilization — valid in our burdening conditions — and starts by defining the relationship $Cg=f(\eta_{CO})$ bytaking into account the blast temperature and the blast furnace gas temperature variations, from the simplified balance equations for the blast furnace. The value of η_{CO} max. isalso calculated for a blast temperature of 800—1400 °C, a blast furnace gas temperature of 250 °C, assuming a specific slag mass of 800 kg and a specific removable oxygen content of 386.55 kg in the burden (BEM sinter). The specific fuel consumption data for some domestic and some more favourable operating blast-furnaces are presented and the main possibilities for increasing the CO utilization are pointed out.

Dr. J. Horváth—S. Gárdonyi—A. Szücs—E. Szücs: **Relationship between the basicity, the degree of oxidation and the reducibility of sinter** ..... P 393

The authors have studied the physical and metallurgical properties of a large number of sinter samples and have found a definite relationship between the degree of oxidation and reducibility. Contrary to the current opinion expressed in practice and in literature they have found that basicity plays a secondary part in the determination of the degree of reduction. This indirect effect in increasing amounts of CaO promoting the formation of easily reducible iron oxide or its compounds.

L. Kozma—Mrs. K. Gonda—A. Vollák—S. Zsila: **Flashless pressing with open compensator** .... P 395

The specialists of the Institute for Engineering Technology have developed a detailed technology pf flashless pressing for the Hungarian die pressing industry. Small channels are prepared at the points of the closed die which are filled last and the excess material enters these channels in the last stage of pressing. After the completion of pressing the upper die moves upward and the shear plate cuts off the excess material pressed into the small channels. The procedure gives a great saving in base material and yields an exactly dimensioned end product.

B. Gábor: **The development if water management in metallurgy and the protection of the environment** ..... P 399

The author describes the trends of development in water management of metallurgical plants. The main objectives are: reduction of the amount of water introducedfrom outside and of the effluents discharged into living waters. The increasing water requirements of the plants should be satisfied qualitatively and quantitatively with an increased regard to plant safety. Detailed description of the most successful solutions.

F. Blascik—O. Szabó: **Influence of tinning technology on the deep drawability of steel sheet, from the evaluation of the tensile test** ..... P 402

The study discusses the evaluation of the deep drawability of tinned steel sheets onthe basis of tensile tests. The authors have concluded that uniaxial tensile tests are not suitable for evaluating the deep drawability of tinned steel sheets; the values of the hardening exponent and of plastic anisotropy have proved more suitable.

Dr. Á. Juhász: **Problems of development of the Hungarian aluminium industry** ..... P 415

After a short sketch of the situation of th Hungarian aluminium industry in the world the actual problems of development are dis.ussed from the point of view of the present situation in the various production phases, the future requirements and the possibilities of satisfying these.

Dr. J. Zámbó: **Technical progress in the aluminium industry** 422

The problems of technical development in the Hungarian aluminium industry and the program to be realized are anylyzed and evaluated separately for the various sectors of the industry.

L. Gurubi: **Testing the corrosion resistance to glass melts of refractory shapes** 329

The data and information supplied by the tests carried out by the described method supplement our knowledge of the mechanism of dissolution of refractories in glass melts. The method can be used to test the effect of additives in corundum-based refractories.

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
GARAY LÁSZLÓ, HANTÓ KÁLMÁN, KOLLÁR SÁNDOR, KOLOSY ERNŐ, DR. VERŐ BALÁZS.

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, CSEH MIKLÓS, DR. FUCHS ERIK, DR. HAJTÓ NÁNDOR, HARRACH WALTER, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VAS IVÁN.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

108. évfolyam 9. szám 1975. szeptember

Életkörülményeink jelene és jövője

Dr. VERŐ JÓZSEF akadémikus
Vasipari Kutató Intézet

DK: 339.1

A jelenleg gyorsan szaporodó emberiségnek élelemmel való ellátása az agrotechnika erőteljes fejlesztését, a termőterület növelését kívánja. A meg nem újuló ásványi nyersanyagokkal, a fontos fémek érveivel, a fosszilis energiahordozókkal szigorúan takarékoskodnunk kellene. Az energiaigények kielégítése részben a nap sugárzási energiájának hasznosítása, részben pedig korszerű atomerőművekkel oldható meg. A jövő nemzedékek emberhez méltó életfeltételeinek megteremtése nagyon nagy erőfeszítéseket kíván a tudomány és technika fejlesztése és a társadalmi haladás megvalósítása céljából.

Létfontosságú szükségleteink

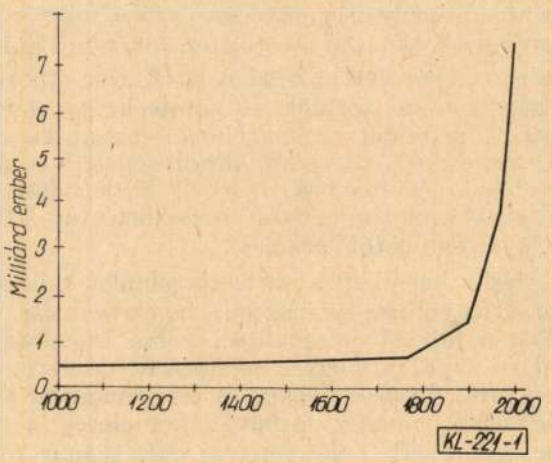
Az emberi méltósághoz illő élet folytatásához kell az egészségre nem ártalmas természeti környezet, továbbá kellő mennyiségű anyag és energia. Az anyag egyik részét táplálék alakjában vesszük magunkhoz, biológiai energiaszükségletünk fedezése céljából, nagyobb részéből pedig ruházatunkat, lakásunkat, munkaeszközeinket, továbbá a közlekedést, művelődést, szórakozást szolgáló létesítményeket és berendezéseket készítjük. Energiára a nyersanyagoknak használhatóvá tétele, a tápláléknak szánt termékek termelése, az ipari termelés, fűtés, világítás, a hírközlés és szállítás üzemének fenntartása céljából van szükségünk főleg hő- és villamos energia alakjában.

A technika fejlődésével hatalmasan megnőtt az igényünk a felsorolt javakban. Nagyon elégedetlenek volnánk, ha úgy kellene élnünk, ahogyan még a nagyapáink is éltek.

Ugyanakkor az igénylők és fogyasztók száma is gyorsabban nőtt, mint a történelem folyamán bármikor; ez tűnik ki az *1. ábrából*, az emberiség létszámának 1000 év alatt bekövetkezett növekedéséből.

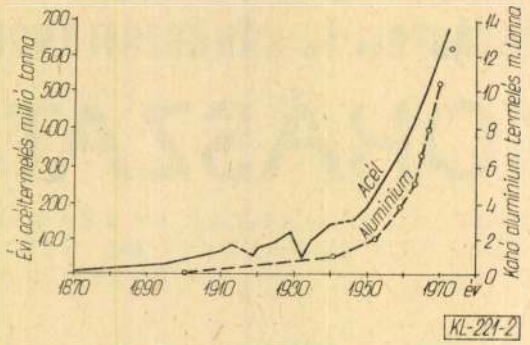
Az egyéni igények és az igénylők létszámának együttes növekedése miatt minden fontosabb anyagot egyre nagyobb mennyiségben fogyasztunk. Példaképpen a *2. ábrában* az acél és az alumínium termelésének és fogyasztásának adatait állítottam össze az utóbbi 100 évre vonatkozóan.

Hasonló változás sok más anyag fogyasztásában is volt. Ez azzal a következménnyel is járt, hogy egyre mélyebben kell belenyúlnunk a Föld kincseskamrájába, felidézve azt a veszélyt, hogy ez a nagy kamra is előbb-utóbb kimerül. A nagy mennyiségű anyag feldolgozása és az ugyancsak rohamosan növekvő energiatermelés egyre több kárt tesz a természeti környezetben, amit még fokoz az eredeti növényzet, főleg a nagy erdőségek irtása.



1. ábra. A Föld lakossága a második évezredben

* Előadásként elhangzott a Siófokon tartott VIII. Anyagvizsgáló Napokon jún. 3-án.



2. ábra. A világ alumínium és acéltermelése

Ezek azok a változások és folyamatok, amelyek miatt már a következő nemzedékek életfeltételének alakulása az érdeklődés középpontjába került.

Az élelmezés jövője

1974-ben már 4 milliárd ember élt a Földön, az évi szaporulat 75—80 millió, mintegy 2%. Ha tovább is ilyen ütemben szaporodunk, 30 év múlva 7,5—8 milliárd, 60 év múlva pedig 15 milliárd emberrel számolhatunk.

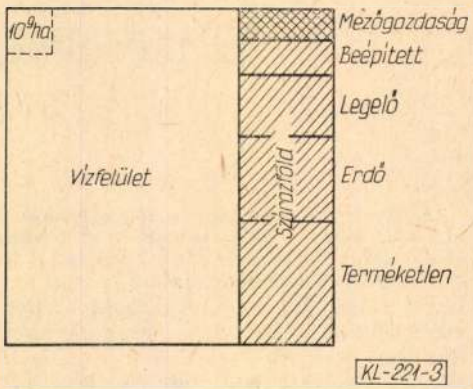
Egy ember élelme 0,4, ha megművelt területen terem meg. Jelenleg 1,4 milliárd ha-on, a Föld egész felszínének közel 3%-án, a szárazföldnek pedig nem egészen 10%-án folytatunk élelmet termelő gazdálkodást *(3. ábra)*. Egyszerű számvetésnek az az eredménye, hogy csak 3,5 milliárd ember élelme terem meg, vagy 500 millióé azonban máris hiányzik. Ezt igazolja az ENSZ Élelmezési és Földművelésügyi Szervezetének megállapítása, hogy a fejletlen és fejlődő országokban élő 2,5 milliárd ember 20%-a krónikusan éhezik, 60%-a pedig egyoldalúan táplálkozik. Ehhez az is hozzájárul, hogy az emberiségnek 1/3 része az élelemkészletnek 2/3 részét fogyasztja el.

A máris kritikus élelmezési helyzet a következő évtizedekben csak súlyosbodhatik. Ha el akarjuk kerülni, hogy minden évben több millió ember csak azért szülessen meg, hogy éhen haljon, minden lehetőséget meg kell ragadnunk ennek megelőzésére.

Az élelem-termelést elsősorban annak a 2 milliárd ha „szűzföldnek" felszántásával lehetne növelnünk, amely megművelhető volna vagy művelhetővé tehető; ezen a területen további 5 milliárd ember élelme teremhetne meg. Ennek érdekében eddig nem sok történt: az agrotechnikai művelés alatt álló terület nem nő, hanem lassan csökken. A veszteséget szikesedés, karsztosodás, meg a nagyobbodó lakótelepek, ipari és közlekedési létesítmények okozzák. Svájc művelhető területének 10%-át fedi betonburkolat.

Másik lehetőséget az agrotechnika fejlesztése kínál, ha-onkinti terméseredmények növelése. Erre főleg a fejlődő országokban volna lehetőség, de súlyos akadály, hogy a fejlődéshez gépekre, műtrágyára, öntözőművekre és sok energiára volna szükségük, mindezt azonban képtelenek a saját anyagi erejükből előteremteni. Még számos fejlett ország terméseredményeit is fokozni lehetne, hiszen például burgonyából 70 és 350 q/ha átlagokat említenek még a legutóbbi évek jelentései is. Azt, hogy a világ élelemkészlete milyen ütemben növekszik, nehéz megállapítani, még nehezebb megjósolni; nagyon valószínű azonban, hogy a fogyasztók száma gyorsabban nő, mint az elfogyasztható készlet.

Nem sok reménnyel kecsegtet a fogyasztók számának csökkentése vagy legalább a stagnálásra való törekvés sem. Nincsen olyan ország, amely a népességének csökkentését tekintené céljának, hiszen minden ember munkaerőt, gazdasági értéket is jelent. A népesedés politika minden országban erre törekszik; a családtervezés lehetőségének megteremtése a szaporodásnak ésszerű határok között tartását célozza. A nagyobb gondot persze a fejletlen országok lakosságának évi 2,5%-os 60—65 milliós szaporodása jelenti. Ezekben az országokban a sok gyermek a szülők öregkori ellátásának biztosítéka.



3. ábra. A Föld felszínének megoszlása

Ebből következik, hogy a szegény fejletlen országok népének gyors szaporodása főként a gazdasági és társadalmi fejlődésük elősegítésével lenne mérsékelhető. Ez nyilván hosszú időt kíván.

A jövő problémái közül az élelmezés látszik a legnehezebbnek. Biztosra vehető, hogy mindig több lesz az eszkimó, mint a fóka. Az első teendő nyilván az lehetne, hogy a szűkös készletet az igénylők közt a lehető legméltányosabban osszuk el. Nem is okos dolog, hogy az emberek kisebb, de jelentős része a nem éppen veszélytelen túltápláltság következményei miatt szenved, amikor százmilliók éheznek.

Az élelmet termő terület növelhető ugyan, de semmi esetre sem a még 4 milliárd ha erdőség rovására. Tudnunk kell, hogy egyetlen bükkfa 60—70 ember oxigénszükségletét termeli, az utolsó igazán nagy őserdő az Amazonas medencéjében pedig az összes emberek felét látja el ezzel a nélkülözhetetlen életelixírrel. Már ma is több CO_2 jut a légterünkbe, mint amennyit a meglevő növények feldolgozni képesek. A következő években még több szenet, olajat, földgázt fogunk elégetni, mint ma és még több CO_2-vel terheljük meg a troposzférát. Ezért az erdők, fák irtása helyett feltétlenül azok szaporítását, a „zöld forradalom" megvalósítását kell célul kitűznünk.

A meg nem újuló anyagkészlet

A táplálékul használt, valamint néhány növényi eredetű egyéb anyag, például a fa és a gyapot kivételével minden más szükséges anyagot a Földnek véges készleteiből kell vennünk. Ezek az anyagok a számításba vehető rövid idő alatt nem teremnek újra. A készleteknek valamikor a végére érünk, annál előbb, minél többet használunk fel évente a készletből.

Már többféle feltételezésből kiindulva kiszámították, mennyi időre elegendő a legfontosabb ásványi nyersanyagok készlete. A számítások eredménye nagyságrendben nem különbözik és nem nagyon vigasztaló. Száz évre van krómból, vasból és kőszénből; legfeljebb 50 év alatt viszont elfogy az alumínium, a réz, a higany, a cink, az ón és az ólom érckészlete, valamint a kőolaj és a földgáz. Ma még elképzelnünk is nehéz, hogy 50 vagy 100 év múlva miképpen tarthatjuk fenn a mai technikánkat azok nélkül a fémek nélkül, amelyek addig elfogynak.

Arra kell törekednünk, hogy ez a veszedelmesnek látszó időpont minél későbbre tolódjék. Ennek első lehetősége a fémekkel való legszigorúbb takarékoskodás mielőbbi megvalósítása. Ebből a célból a fémek hasznos tulajdonságait, főleg azok terhelhetőségét, az elérhető legmagasabb szintre kell fokoznunk és a szerkezetekben ki is kell használnunk, tehát pontosan kell méreteznünk és szerkezeteket felesleges súlytöbblet nélkül gyártanunk. Voltaképpen nem is helyes szemlélet, hogy egy ország technikai fejlettségét az egy főre eső acél- vagy alumíniumfelhasználással fejezzük ki; az ország technikai színvonaláról többet mondana az olyan mérőszám, amely mutatná, hogy ott hány kg acél és egyéb anyag felhasználásával létesítenek egy adott teljesítményű erőművet vagy meghatározott méretű hidat.

A takarékoskodás másik lehetőségét kínálja a korróziós károk csökkentése és az elhasználódott gépek és egyéb szerkezetek fémanyagának regenerálása és újrafelhasználása. Ezen a téren folyik ugyan már most is tevékenység, de azon javítani még feltétlenül lehet.

Némi tartalékra is számíthatunk. Ilyen tartalék az olyan szegény ércek és melléktermékek készlete, amelyeket ma még nem tudunk gazdaságosan feldolgozni, a jövőben azonban, ha már bőven lesz a jelenleginél olcsóbb energiánk, nyersanyagként szóbajöhetnek. Még nem ismert mennyiségű ásványi kincseket a tengerfenék is rejtegethet. A Föld mélyében elhelyezkedő nagy fémtömeghez viszont egykönnyen nem férhetünk hozzá, ma legalábbis még nem látjuk lehetséges-e egyáltalán.

Azokat a nem ásványi eredetű anyagokat, amelyek az utóbbi időben egyre szélesebb körben használunk fel fémek helyett, elsősorban a már változatos minőségű műanyagokat, nem szabad a kohászati termékek kellemetlen vetélytársainak tekintenünk. Ezek olyan anyagok, amelyek a nem hosszú időre elegendő fémkészleteink kimerülését későbbre halasztják. Így nézve a dolgot, a fémekkel foglalkozó műszakiaknak is érdekes, hogy a műanyagok gyártása és felhasználása minél gyorsabban fejlődjék. Ennek azonban feltétele, hogy legyen elegendő mennyiségű alapanyag és energia.

Az energiaigények és azok kielégítése

Az energia-igények kielégítésének már ma is kiemelkedő jelentősége van, a jövőben még inkább így lesz. Erre mutat az a körülmény, hogy az energia fogyasztás évi 7—8%-kal nő, sokkal gyorsabban, mint az emberek száma. A jövőben a jelenleginél több energiát igényel az agrotechnika fejlesztése, tehát az élelem-termelés fokozása, a jelenleg még fel nem dolgozható nyersanyagok, például a szegény ércek feldolgozása, a műanyaggyártás, egyéb hasznos szintetikus anyagok előállítása molekulák összekapcsolásával; reméljük, hogy sikerül mesterséges táplálékot, például fehérjét is gyártani. Mindehhez használható alakban, főleg villamos-energia formájában kell majd az energia. Azt nagy mennyiségben, megszakítás nélkül folyamatosan és a jelenleginél olcsóbban kell a fogyasztókhoz eljuttatni.

Az ember biológiai energiaszükséglete napi 2500 kcal. Jelenleg világátlagban az energiafogyasztás ennek 15-szöröse, napi 37 000 kcal. A villamosenergiaszükségletet jelenleg egy főre számítva 2 kW erőmű-teljesítmény fedezi. Az egyéb földi javakhoz hasonlóan a fejlődő szegény és a fejlett gazdag országok közt nagy különbség van. A fejletlen országok lakóinak összes energiafogyasztása a biológiai szükségletnek alig négy-ötszöröse, a fejlett országok lakóié pedig annak 70—80-szorosa.

A villamosenergia termeléséről jelenleg közel 8 milliárd kW teljesítményű erőművek gondoskodnak, világátlagban egy főre tehát 2 kW teljesítmény jut; a fejlett országokban az egy főre eső erőmű teljesítmény viszont 10 kW.

A felsorolt adatokból kiszámítható, hogy az emberiség jelenlegi energiaszükséglete évi 75 000 TWh = 0,25 (Q/A Q = 300 000 TWh a számvetés megkönnyítésére használt egység).

A jövő energiaszükségletét nem szabad szűkmarkúan becsülnünk. A XXI. század elején várható 8 milliárd ember ellátásáról gondoskodó erőművek kapacitása átlagban feltehetően eléri a fejlett országok jelenlegi 10 kW/fő értékét, az évi energiaszükséglet akkor a jelenleginek tízszerese, 2,5 Q lesz. A század közepén 15 milliárd embert 30 kW/fő teljesítményű erőművek szolgálnak ki, évi 15 Q mennyiségű energiát szolgáltatva. Az említett értékek bőven számítva az időszak utolsó évére vonatkoznak; valószínűleg jól megközelítjük a valószínű fejlődést, ha a következő három évtizedben évi 1 Q, azután pedig évi 10 Q összes energiaszükségletet veszünk számításba. Ennek előteremtése céljából részben kozmikus, részben meg földi energiaforrásokat vehetünk igénybe.

A kozmikus, de egyben minden földi energia forrása a Nap. Sugaraival bőkezűen ontja Földünkre az energiát: m^2-kint 100 W, km^2-kint 100 000 kW a napsugárzás energiája. A XXI. század közepe táján várható 30 kW/fő igényt és 300 fő/km^2 népsűrűséget véve számításba, ennek a sugárzási

energiának 9%-a, 9000 kW/km² fedezhetné az emberiség teljes szükségletét. A Nap sugarainak felhasználható energiává való átalakítása azonban még megoldásra váró probléma; bátortalan és legfeljebb laboratóriumi méretűnek nevezhető próbálkozások vannak ugyan, ezek azonban nem szolgáltatnak számottevő mennyiségű felhasználható energiát. Kérdésesnek látszik, hogy a belátható jövőben lehet-e majd elég nagy területeket sugárgyűjtő tükrökkel beárnyékolni, hiszen a Nap sugaraira az élővilágnak szüksége van.

A Nap sugarainak energiáját felerészben felemészti a víz körforgásban tartása. Az egyéb légköri jelenségek, a szél, a hullámzás és áramlatok a Nap sugárzási energiájának nem egészen 1%-át képviselik. Ez így is nagy energiamennyiséget jelent, hiszen például 7,5 m magas tengeri hullámok 1 km partszakaszon 800 MW-ot képviselnek. Akár a szél, akár a hullámok azonban alig jöhetnek szóba jövendő energiaforrásként, hiszen megbízhatóan folytonos energiatermelésre nem lehetnek alkalmasak.

A földi energiaforrások közül a Föld belsejében tárolt óriási hőmennyiséghez aligha férhetünk hozzá. Legalább 30 km mélyre kellene fúrnunk, hogy ebből a forrásból számottevő mennyiségű energiát hozzunk a felszínre; ettől egyelőre még nagyon messze vagyunk.

A fosszilis energiahordozók az elmúlt évmilliók napsugárzását tárolják a Földön, sajnos, nem valami nagy mennyiségben. Az olajkészlet 3 Q, a földgázkészlet 1 Q mennyiségű energiát képvisel, a még nem ismert készletekkel együtt ez a két forrás együttvéve 20 Q nagyságú lehet. Már a következő két évtizedben várható fogyasztás ezeket kimerítheti. Lényegesen nagyobb a kőszénkészletben tárolt 120 Q mennyiségű energia; ha kíméletesen fogyasztjuk, 100 évre is elegendő lehet.

A szén égésén kívül más hőtermelő reakciók csak jelentéktelen mennyiségű energiát szolgáltathatnak. Az újabban felmerült energiahordozók közül a hidrogén nem mondható energiaforrásnak, legfeljebb energiatárolónak. Hidrogént csak valamilyen vegyületének bontásával, energia felhasználásával állíthatjuk elő, a ráfordított energiát meg csak részben nyerhetjük vissza újabb reakció révén.

A jövő reménysége kétségtelenül csak az atomenergia lehet. Az atomhasadással működő reaktorok üzemanyagából, uránból és tóriumból összesen mintegy 2 Q energiatartalmú készletünk van, ez csak rövid időre lehet elég. Jóval nagyobb, legalább 2000 Q mennyiségű energiára számíthatunk a már kifejlesztettnek mondható gyorsszaporító reaktorokból. Ez már 100 évnél is hosszabb időre lesz elég. Egyszer s mindenkorra megoldaná az egész emberiség energiagondját a fúziós reaktoroknak legalább 200 000 Q, elvben pedig végtelen nagy energiatermelése. Az utóbbi jelenleg még elég kezdeti állapotban van, megközelítően ott tart, ahol az atomhasítás kísérletei 40 évvel ezelőtt tartottak.

Nyilvánvaló, hogy a jövőben várható energiaszükséglet biztonságos fedezése csak atomenergiától a gyorsszaporító és fúziós reaktoroktól várható. Fejlett országok energiaszükségletének 70—85 százalékát már századforduló idején a prognózisok értelmében atomerőművek fogják szolgáltatni. A még szükséges kutatáson és fejlesztésen kívül több milliárd kW teljesítményű atomerőművet is létesíteni kell, hogy ezt a kívánatos helyzetet megteremtsük.

Az atomerőművek veszélyességét illetően a következő felfogás alakult ki. Nagy veszélyt az jelentene, ha a reaktortérben levő nagymennyiségű rádioaktív hasadási termék a szabadba juthatna. Ilyen baleset eddig nem fordult elő, bár elég sok hosszú ideje működő reaktor van üzemben. A biztonsági berendezések és rendszabályok tehát kielégítőnek látszanak. Kisebb baleseteket csővezetékek, szelepek és egyéb szerelvények tömítetlensége már okozott. Ilyen hibák következtében sugárzó anyaggal szennyezett víz vagy gáz juthat a szabadba. Sok reaktor üzemben tartásával kétségtelenül jár valami kockázat. Kockázatot azonban a hagyományos erőművekkel kapcsolatban is kell vállalnunk, arról nem is szólva, hogy kockázat vállalása nélkül szárazon, vizen vagy a levegőben nem közlekedhetnénk.

A jövő három nagy problémája a szaporodó emberiségnek élelemmel, nyersanyagokkal és energiával való ellátása. Közülük a legutóbbi tűnik inkább megoldhatónak.

Mit remélhetünk a jövőben?

A számok tükrében világosan látszik, hogy a következő nemzedékek élete súlyos problémák megoldásának eredményétől függ. Azt, hogy milyen lesz ez az élet, még a leglényegesebb részleteiben is csak feltételes mondattal záródóan lehet megjelölni, olyan formán, hogy „Ez és az lesz, ha ..., de a „ha" után megnevezett eseményt, változást inkább jósolnunk kellene, mint prognosztizálni.

A feltételes prognózis helyett talán célszerűbb, ha azokat a feltételeket vesszük szemügyre, amelyeknek teljesülése a jövő nemzedékeknek emberhez méltó életét megteremtheti. A világunknak olyannak kell lennie, hogy abban minden embernek legyen elegendő élelme, tiszta ivóvize és tető a feje fölött.

Abból indulunk ki, hogy forradalmi korban élünk, a tudományos-technikai forradalom korában. Mint minden forradalmi korban, ma is egy időben és együtt léteznek e múltból örökölt maradványok és a haladást képviselő új elemek. A történelem tanúsítja, hogy az utóbbiak előbb-utóbb mindig felülkerekedtek. Azt remélhetjük, hogy a jelenlegi forradalom is így végződik, vagyis, hogy a tudományos-technikai forradalom végül is előteremti az élethez szükséges javakat kellő mennyiségben, a forradalommal járó társadalmi haladás pedig gondoskodik ezeknek a javaknak igazságos elosztásáról.

A nagyolvasztói CO-kihasználás néhány kérdése

Dr. FARKAS OTTÓ okl. vaskohómérnök, egy. tanár, a műsz. tud. kandidátusa
Nehézipari Műszaki Egyetem, Vaskohászattani Tanszék

DK: 669.162.262 : 661.993

A szerző a CO-kihasználás elméletileg lehetséges és hazai elegyviszonyainkra érvényes maximális értékeit kutatva, először meghatározza a $C_g = f(\eta_{CO})$ összefüggést a fúvószélhőmérséklet és a torokgázhőmérséklet változásának figyelembevételével, a nagyolvasztó egyszerűsített mérlegegyenletei alapján. Majd a CO_2-mérleg és az

$$\eta_{CO}^{W/Fe} = f\left(\eta_{CO}^{M/Fe}\right), \text{ ill. } \eta_{CO_e}^{W/Fe} = f\left(\eta_{CO_e}^{M/Fe}\right)$$

kiszámításával és felhasználásával meghatározza, az η_{CO} max értékeit 800—1400 °C-os fúvószél, 250 °C-os torokgázhőmérséklet, 800 kg fajlagos salakmennyiség és 387,55 kg fajlagos eltávolítandó oxigénmennyiség (BÉM-zsugorítmány) esetén. Végül bemutatja a hazai és az ennél kedvezőbb feltételek között dolgozó néhány nagyolvasztómű η_{CO}, ill. fajlagos tüzelőanyagfogyasztási adatait, és megjelöli a CO-kihasználás további növelésének főbb lehetőségeit.

Az indirekt redukciós viszonyok vizsgálatával, hazai üzemi kísérletek alapján foglalkozó korábbi dolgozat [1] egyik megállapítása az volt, hogy a CO-kihasználás mindenekelőtt azért nem éri el a kívánt mértéket, mert az indirekt redukció 750 °C-nál kisebb hőmérsékletű tartományában a folyamat sokkal kisebb intenzitású, mint 750—1100 °C között. Felmerül a kérdés a továbbiakban, hogy a CO-kihasználás elméletileg lehetséges maximális határai — hazai betétviszonyaink mellett, és az alapvető paraméterek függvényében — milyen értékeknél jelentkeznek. Ennek ismerete nemcsak a soron következő technológiai beavatkozások várható hatásának megítélése szempontjából fontos, hanem a fejlődés tartalékainak felbecsülése végett is.

Ahhoz, hogy válaszolhassunk a kérdésre, mindenekelőtt meg kell határoznunk a CO-kihasználás (η_{CO}) és az elgázosított fajlagos C-mennyiség (C_g) között fennálló konkrét összefüggést. A megoldáshoz a nagyolvasztóra érvényes és ismert alábbi egyszerűsített mérlegegyenletek [2, 3] felhasználásával jutunk, melyek önjáró zsugorítmányt és H_2-mentes gázt tételeznek fel. (Ez az egyszerűsítés részben a várható hazai fejlődést veszi figyelembe, részben pedig eltekint a gáz H_2-tartalmának a CO-kihasználást kismértékben növelő hatásától.)

C-mérleg:

$$V_{tg}(CO + CO_2)5{,}35 \cdot 10^{-3} = C_g; \quad \text{kg/t nyv.}$$

O_2-mérleg:

$$V_{tg}(CO + 2CO_2)7{,}14 \cdot 10^{-3} = O_r + 0{,}3\ V_{lev}; \quad \text{kg/t nyv.}$$

N_2-mérleg:

$$V_{tg}(100 - CO - CO_2)12{,}5 \cdot 10^{-3} = 0{,}994\ V_{lev}; \quad \text{kg/t nyv.}$$

Hőmérleg:

$$C_g \cdot 7950 + 0{,}337\ V_{lev} t_{lev} = 2{,}11 \cdot 10^6 + S \cdot 350 + 30{,}2\ V_{tg} \cdot CO + 0{,}33\ V_{tg} t_{tg}; \quad \text{kcal/tnyv.}$$

$$\eta_{CO} = \frac{CO_2}{CO + CO_2}$$

a képletekben:

V_{tg} torokgázmennyiség, nm³/t nyv.
CO, CO_2 a torokgáz alkotói, térf.%
C_g elgázosított fajlagos C-mennyiség, kg/t nyv.
O_r redukálandó oxigénmennyiség, kg/t nyv.
V_{lev} fúvószélmennyiség, nm³/t nyv.
0,337 levegő fajhője, kcal/nm³·°C
0,33 torokgáz fajhője, kcal/nm³·°C
S salakmennyiség, kg/t nyv.
t_{lev} fúvószélhőmérséklet, °C
t_{tg} torokgázhőmérséklet, °C

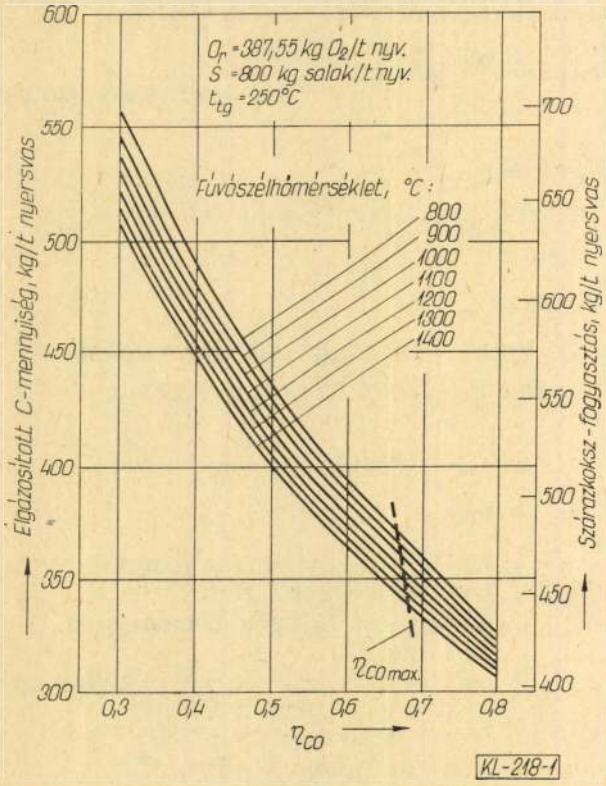
$2{,}11 \cdot 10^6$ az elegy hőszükséglete, kcal/t nyv.
melyben: $+1{,}70 \cdot 10^6$ kcal/t nyv. redukcióshő
$+0{,}29 \cdot 10^6$ kcal/t nyv. nyersvas hőtartalma
$+0{,}21 \cdot 10^6$ kcal/t nyv. hőveszteség
$-0{,}09 \cdot 10^6$ kcal/t nyv. salakképződési és oldási hő

A kifejezésekben ismert, ill. felvehető az O_r, S, t_{lev}, t_{tg}. Ismeretlen a V_{lev}, V_{tg}, C_g, CO, CO_2. Kiindulva az Fe = 46,72%, Fe_2O_3 = 54,49%, FeO = = 11,06%, CaO = 12,40%, MgO = 1,16%, SiO_2 = = 14,37% és Al_2O_3 = 2,00% összetételű BÉM-zsugorítmányból, valamint felvéve a nyersvasban 0,6% Si-ot, 0,4% Mn-t és 0,12% P-t, az 1 t nyersvas előállításához eltávolítandó oxigénmennyiség: O_r = 387,55 kg. A salakmennyiség jelenlegi és valószínűleg jövőbeni elegyviszonyaink mellett: S = = 800 kg/t nyv. Így a $C_g = f(\eta_{CO})$ összefüggést legcélszerűbb a fúvószélhőmérséklet és a torokgázhőmérséklet változásának függvényében meghatározni.

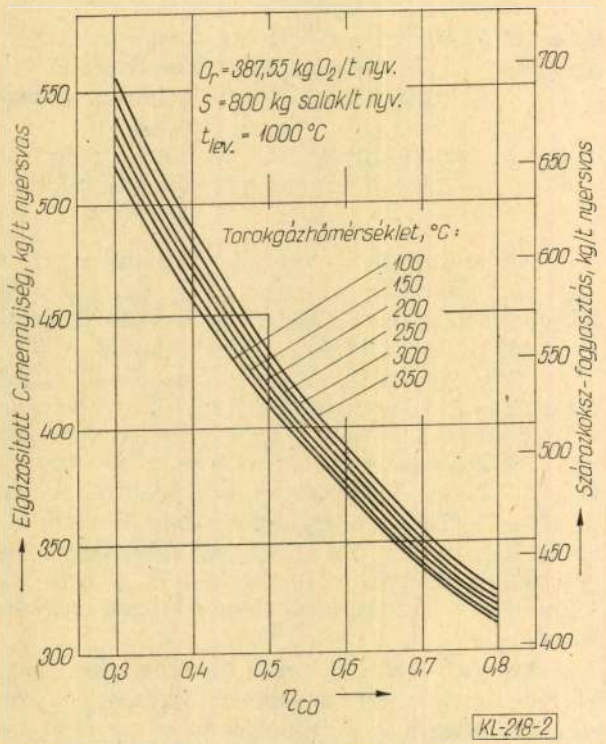
A kifejezésekben szereplő öt ismeretlen tényezőre öt egyenlet áll rendelkezésünkre, így a keresett összefüggés az egyenletrendszer megoldásával meghatározható. Az eredmény a következő:

$$C_g = \frac{474\,000 - 69 t_{tg} + 88{,}3 t_{lev}}{\eta_{CO}(1125 - 0{,}233 t_{tg} + 0{,}3 t_{lev}) + 453 + 0{,}24 t_{lev} - 0{,}353 t_{tg}} \quad \text{kg/t nyv.}$$

A képlet felhasználásával C_g és η_{CO} összetartozó értékeit t_{tg} = 250 °C = konst. és t_{lev} = 800—1400 °C feltételek között, ill. t_{lev} = 1000 °C konst és t_{tg} = = 100—350 °C feltételek között kiszámítva az *1.* és *2. ábra* tartalmazza. A diagramok jobb oldali ordinátája közvetlenül a fajlagos szárazkoksz-



1. ábra. A $C_g = f(\eta_{CO})$ összefüggés különböző fúvószélhőmérsékletnél, adott feltételek mellett



2. ábra. A $C_g = f(\eta_{CO})$ összefüggés különböző torokgázhőmérsékletnél, adott feltételek mellett

fogyasztást is megadja 86% C-tartalmú koksz és 4% C-tartalmú nyersvas esetében. (Szénhidrogének befúvásakor természetesen a kokszfogyasztás értékei — a helyettesítési aránynak megfelelően — kisebbek.)

Az 1. ábrán feltűnik az η_{CO} változásának a fajlagos C-, ill. kokszfogyasztásra gyakorolt erős hatása, különösen a CO-kihasználás kisebb értékeinél. Világosan látható, hogy a zsugorítmány jó redukálhatóságának és a CO-kihasználást fokozó egyéb intézkedéseknek milyen nagy jelentősége van a kokszfogyasztás csökkentésében. A CO-kihasználás változásának ez a hatása a fúvószélhőmérséklet növekedésével valamelyest mérséklődik, ami a növekvő fúvószélhőmérséklet kokszmegtakarító hatásának csökkenő tendenciájával függ össze. Ha pl. 900 °C-os fúvószél esetén η_{CO} 0,35-ről 0,41-re nő, ez ugyanolyan kokszfogyasztás csökkenéssel (44 kg/t) jár, mintha $\eta_{CO} = 0{,}35$ mellett, a fúvószélhőmérséklet 900 °C-ról 1400 °C-ra növekszik.

Hasonló összefüggésekről tanúskodik a 2. ábra is, melyen a torokgázhőmérséklet változásának szerepe figyelhető meg, az η_{CO} és a fajlagos C-, ill. kokszfogyasztás összetartozó értékeire. Látható, hogy a torokgázhőmérséklet növekedésének hatása ellentétes értelmű a fúvószélhőmérsékletével, az η_{CO} növekedésével csökken, de minden tartományban jelentős.

Rendelkezésre áll tehát a $C_g = f(\eta_{CO})$ összefüggés és keressük az η_{CO}, betétviszonyaink mellett, elméletileg lehetséges maximális értékét [3, 4].

A szénmonoxidkihasználás, részleteire bontva, a következőképpen írható fel:

$$\eta_{CO} = \eta_{CO}^{W/Fe} + \eta_{CO}^{M/W} + \eta_{CO}^{H/M},$$

ahol W = wüstit, M = magnetit és H = hematit. Ebből:

$$\eta_{CO}^{W/Fe} = \eta_{CO} - \eta_{CO}^{M/W} - \eta_{CO}^{H/M} = \eta_{CO} - \eta_{CO}^{H/W},$$

illetve

$$\eta_{CO}^{M/Fe} = \eta_{CO} - \eta_{CO}^{H/M}.$$

A CO_2-mérleg alapján a W→Fe indirekt redukciójában keletkező CO_2-mennyiség:

$$CO_2^{W/Fe} \cdot 10^{-2} V_{tg} = CO_2 \cdot 10^{-2} V_{tg} - \frac{(1{,}5 - 1{,}05)22{,}41}{55{,}85} 940;\ nm^3/t\ nyv.$$

a M→Fe indirekt redukciójában képződő CO_2-mennyiség pedig:

$$CO_2^{M/Fe} \cdot 10^{-2} V_{tg} = CO_2 \cdot 10^{-2} V_{tg} - \frac{(1{,}5 - 1{,}33)22{,}41}{55{,}85} 940;\ nm^3/t\ nyv.$$

(A kifejezésekben szereplő 1,5, 1,33 és 1,05 az oxigénnek vasra vonatkoztatott mólaránya a hematitban, magnetitben és wüstitben, a 940 pedig 1 t nyersvas Fe-tartalma kg-ban.) Osztva az egyenleteket az elgázosított C gázmennyiségével (C-mérleg):

$$\frac{22{,}41}{12} C_g = V_{tg}(CO + CO_2) \cdot 10^{-2};\ nm^3/t\ nyv.$$

az eredmény

$$\eta_{CO}^{W/Fe} = \eta_{CO} - \frac{(1{,}5 - 1{,}05)12}{55{,}85 C_g} 940,$$

1. táblázat

η_{CO}, $\eta_{CO}^{W/Fe}$ és $\eta_{CO}^{M/Fe}$ összetartozó értékei 800 °C-os és 1400 °C-os fúvószél esetén

t_{lev}, °C	η_{CO}	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
800	$\eta_{CO}^{W/Fe}$	0,137	0,214	0,292	0,369	0,446	0,224
1400		0,120	0,197	0,274	0,351	0,427	0,504
800	$\eta_{CO}^{M/Fe}$	0,238	0,330	0,421	0,513	0,604	0,696
1400		0,232	0,323	0,415	0,506	0,597	0,688

illetve

$$\eta_{CO}^{M/Fe} = \eta_{CO} - \frac{(1{,}5-1{,}33)12}{55{,}85C_g}\,940.$$

$\eta_{CO}^{W/Fe}$ és $\eta_{CO}^{M/Fe}$

értékeit, a 800 °C-os, ill. 1400 °C-os fúvószélhőmérsékletre érvényes, összetartozó η_{CO} és C_g adatok alapján kiszámolva, az *1. táblázat* tartalmazza.

Ha az η_{CO} lehetséges maximális értékeit kutatva az ellenáram elve alapján végtelen nagy redukciósebességet tételezünk fel a wüstit redukciójára, akkor

$$\eta_{CO}^{W/Fe} = \eta_{CO_e}^{W/Fe},$$

vagyis azonos az egyensúlyi értékekkel.

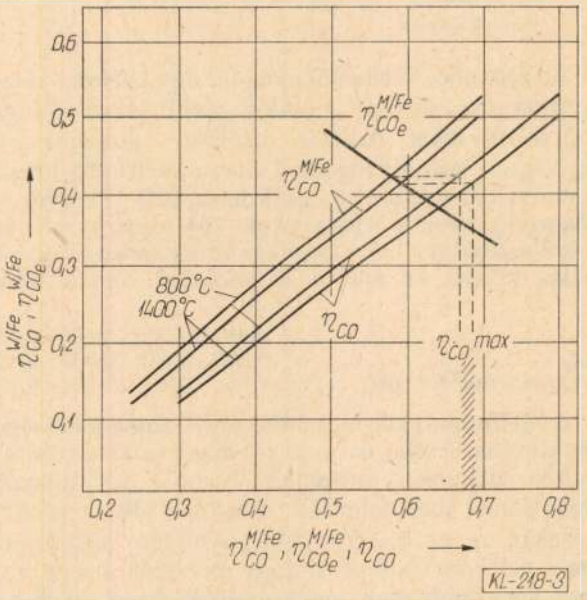
$\eta_{CO}^{W/Fe}$ és $\eta_{CO}^{M/Fe}$

összetartozó egyensúlyi értékeit a Fe–C–O-rendszer ismert diagramjából meghatározva és ábrázolva olyan egyenest kapunk, mely $\eta_{CO_e}^{M/Fe}$ növekedésekor $\eta_{CO_e}^{W/Fe}$ csökkenéséről tanúskodik. Ezt az összefüggést, a M→W redukció endoterm, ill. a W→Fe redukció exoterm volta magyarázza, aminek következtében $\eta_{CO_e}^{M/Fe}$ növekedésével $\eta_{CO_e}^{M/W}$ részesedése is nagyobb lesz.

Ezzel szemben a mérlegegyenletből az következik, hogy — amint azt az 1. táblázat adatai is bizonyítják — $\eta_{CO}^{M/Fe}$ növekvő értékei $\eta_{CO}^{W/Fe}$ nagyobbodásával vannak összhangban, azaz $\eta_{CO}^{M/Fe}$ csak úgy növelhető, ha a W→Fe indirekt redukciós folyamat jobban kifejlődik. Végül is az

$$\eta_{CO_e}^{W/Fe} = f(\eta_{CO_e}^{M/Fe}) \quad \text{és az} \quad \eta_{CO}^{W/Fe} = f(\eta_{CO}^{M/Fe})$$

ábrázolása két ellentétes lejtésű egyenes, melynek metszéspontjában mind az egyensúlyi, mind a mérlegfeltételek teljesülnek. Ezt fejezi ki a *3. ábra*. Ha a diagramba az 1. táblázat alapján berajzoljuk a megfelelő η_{CO} értékeket tartalmazó egyenest is és erre rávetítjük a metszéspontok helyeit, megkapjuk az adott feltételek között elméletileg lehetséges maximális η_{CO} értékeket. Ezek alapján 800—1400 °C-os fúvószélhőmérséklet, 250 °C-os torokgázhőmérséklet, és BÉM-zsugorítmány felhasználása esetén $\eta_{CO,max} = 0{,}665$—$0{,}680$. A kapott értékeket az 1. ábrán feltüntetve, közvetlenül leolvashatjuk a feltételeink között elméletileg lehetséges minimális fajlagos C_g-fogyasztást, ill. — szénhidrogénbefúvás nélküli üzemben — a fajlagos szárazkoksz-fogyasztást.



3. ábra. Az elméletileg lehetséges maximális CO-kihasználás, adott feltételek mellett

Az elméletileg legkedvezőbb értékeket természetesen nem lehet a nagyolvasztóban elérni, sem a legtökéletesebb feltételek biztosításával, sem annak szem előtt tartásával, hogy a szénhidrogénbefúvás révén megnövekedett hidrogénmennyiség növeli a szénmonoxidkihasználást. Ismernünk kell azonban, hogy milyen távolságban vagyunk az elméleti optimumtól és fel kell tárni azokat a lehetőségeket, melyek az elméleti értékek megközelítéséhez vezetnek.

A *2. táblázat* hazai és egyes külföldi nagyolvasztóművek gázkihasználásáról, ill. fajlagos tüzelőanyag-fogyasztásáról nyújt tájékoztatást a legújabb adatok alapján olyan válogatásban, mely a saját eredményeink mellett a tőlünk kedvezőbb betét-, ill. technológiai viszonyok között dolgozó, s így jobb eredményeket elérő nagyolvasztóművek adatait mutatja be.

Az η_{CO} növekedésének sorrendjében feltüntetett adatok világosan mutatják a szénmonoxidkihasználás és a fajlagos tüzelőanyagfogyasztás szoros kapcsolatát. A kisebb eltéréseket a különböző fúvószélhőmérsékletek, ill. elegyviszonyok magyarázzák. A táblázat a teljesség kedvéért a hidrogénkihasználás (η_{H_2}) értékeit is feltünteti, az *N. N. Babarükin* [5] által közölt egyenlet felhasználása alapján.

2. táblázat

Egyes nagyolvasztóművek gázkihasználása és fajlagos tüzelőanyag-fogyasztása

Nagyolvasztóművek	η_{CO}	$\eta^{*}_{H_2}$	Koksz, kg/t	Földgáz, nm^3/t	Olaj, kg/t	t_{lev}, °C
Ózdi Kohászati Üzemek	0,329	0,349	671	69,0	—	840
Lenin Kohászati Művek (III.)	0,341	0,356	622	69,3	—	978
Dunai Vasmű	0,352	0,364	655	—	35,0	939
Longwy (Franciaország)	0,405	0,396	543	—	35,0	930
Denain (Franciaország)	0,422	0,404	478	—	62,0	965
Magnyitogorszk (SZU)	0,424	0,405	506	82,0	—	1044
Bagnoli (Olaszország)	0,437	0,321**	462	—	46,0	1030
Cserepovec (SZU)	0,458	0,421	456	34,0	—	1157
Kakogava (Japán)	0,575	0,377**	466	—	45,0	1066

* $\eta_{H_2} = 1{,}41\,\eta_{CO} - 1{,}07\,\eta^2_{CO}$ (5)

** Mérések alapján

A különböző tüzelőanyagok egymáshoz viszonyított mennyiségét is csak a gázkihasználás függvényében lehet reálisan értékelni, minthogy az egységnyi szénhidrogénnel megtakarítható kokszmennyiség szintén a gázkihasználás függvénye. Magnyitogorszki vizsgálatok [6] szerint például a koksz/földgáz helyettesítési arány és a gázkihasználás között az alábbi kapcsolatok állnak fenn:

η_{CO}	0,300	0,350	0,400	0,450
η_{H_2}	0,327	0,362	0,393	0,418
kg koksz/nm^3 földgáz	0,85	0,89	0,93	0,96

A szénmonoxidkihasználás elméletileg lehetséges maximális értéke és a 2. táblázat adatai minden esetre világosan mutatják, hogy a technológiai fejlődésnek még jelentős tartalékai állnak rendelkezésünkre az η_{CO} további növelésére még annak szem előtt tartásával is, hogy az elméleti maximumot legfeljebb csak megközelíteni lehet. Ebben a törekvésben (csak a legfontosabbakat említve) a zsugorítmány jó redukálhatósága és redukciós szilárdsága mellett, igen nagy jelentőségű az elegy karbonátmentessége. A mészkőből lehasadó CO_2 ugyanis nemcsak a termikus disszociáció endoterm folyamatának hőszükségletét vonja el a rendszertől, hanem csökkenti az aknagáz CO-tartalmának parciális nyomását, ezzel redukálóképességét, s így kihasználását is.

Hasonlóan fontosak a gázáramlást egyenletesebbé tevő intézkedések, mint például a zsugorítmány szilárdságának, ill. granulometriai összetételének javítása, a poros alkotók kirostálása, az osztályozás, az adagolási rendszer optimalizálása, az adagolásnak aknagázösszetétel alapján történő vezérlése, s az adott nagyolvasztónak megfelelő, optimális méretű és egyenletes vízszintes kiterjedésű oxidációs zóna kialakítása.

Jelentősek továbbá mindazok a vizsgálatok, ill. technológiai módosítások, melyek az elegy fizikai állapota és a gáz áramlási sebessége, azaz a járatintenzitás közötti kedvező összhang létrehozására törekednek, mint például a nagytoroknyomás.

A felsorolt fontosabb lehetőségek egy részének megvalósítása beruházásokat igényel. Másrészük azonban a rendszeresen meghatározott üzemi adatok hatékonyabb és célirányos hasznosításával, hazai és külföldi üzemi tapasztalatok, vizsgálatok, ill. kutató munkák eredményeinek jobb felhasználásával, s a hazai nyersvasgyártási kutatási tevékenység ilyen irányú fokozottabb kiterjesztésével valóra válthatók.

IRODALOM

[1] *Dr. Farkas Ottó:* Indirekt redukciós viszonyok vizsgálata a nagyolvasztóban. BKL, Kohászat 1974, 7. p.: 300—303.

[2] *von Bogdandy L.—Engell H. J.:* Die Reduktion der Eisenerze. Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf, 1967.

[3] *Schierloh Z.:* Thermodynamische Grenzen der Gasausnutzung und deren Bedeutung für den spezifischen Koksverbrauch und die Leistung des Hochofenverfahrens. Stahl u. Eisen 1970, 13, p: 709—712.

[4] *Ramm A. N.:* A korszerű nyersvasgyártásban elméletileg lehetséges legkisebb kokszfogyasztás. Sztal, 1964, 10. p: 860—871.

[5] *Babarükin N. N.:* Kölcsönös kapcsolat a hidrogénkihasználás és szénmonoxid-kihasználás mértéke között a nagyolvasztóban. Sztal, 1973, 8. p: 684—687.

[6] *Babarükin N. N.:* A redukciós folyamat analízise az MMK nagyolvasztóiban 1950—1972 között. Sztal, 1973, 11. p: 972—977.

Egyesületünk rendkívüli közgyűlését okt. 29-én tartjuk Kecskeméten

A zsugorítvány bázikussága, oxidációs foka és redukálhatósága közötti kapcsolat

Dr. HORVÁTH JÁNOS okl. kohómérnök, igazgató
Vasipari Kutató Intézet

SZŰCS AMBRUS kohásztechnikus
Vasipari Kutató Intézet

GÁRDONYI SÁNDOR okl. kohómérnök
Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés

SZŰCS EMIL okl. matematikus
Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés

DK: 669.162.12 : 622.341 – 185 : 669.162.263

A szerzők nagyszámú, kísérleti üstben gyártott zsugorítvány fizikai és metallurgiai tulajdonságait vizsgálva, egyértelmű összefüggést találtak az oxidációs fok és a redukálhatóság között. Ellentétben a gyakorlatban és irodalomban elterjedt véleménnyel megállapították, hogy a bázikusság csak közvetve játszik szerepet a redukciós fok alakulásában. A közvetett szerep abban nyilvánul meg, hogy a növekvő kalciumoxid mennyiség elősegíti a könnyebben redukálódó vasoxid vagy vegyületeinek keletkezését.

Hazánkban a Borsodi Ércelőkészítő Mű üzembehelyezésével a nagyolvasztók zsugorítványfelhasználása jelentősen növekedett. Éppen ezért nem lesz érdektelen, ha a következőkben azzal foglalkozunk, hogy milyen tényezők befolyásolják a zsugorítvány redukálhatóságát.

A tapasztalat azt bizonyítja, hogy ha a zsugorításra kerülő elegy bázikusságát — bizonyos határig — növeljük, a zsugorítvány redukálhatósága javul [1]. Ezt az összefüggést a következőképpen magyarázzák:

Az elegy bázikusságának növekedésével (amit a gyakorlatban több kalciumoxid adagolásával biztosítanak), a zsugorítás folyamán az elegyben fayalit (Fe_2SiO_4) helyett vaskalciumortoszilikátkristályok képződnek, és ezekből vasoxidok válnak ki. A zsugorítvány szabad vasoxidkoncentrációja ezért nő, ennek eredményeként a redukálhatóság jobb lesz.

Ez a magyarázat azonban nem állja meg a helyét. Egyrészről ugyanis a zsugorítvány redukálhatósága és bázikussága között nincs szigorúan egyértelmű kapcsolat. Másrészről, ha a zsugorítandó elegyben a bázikusság (vagyis a kalciumoxid és a szilíciumoxid aránya) kisebb, mint 0,5—0,7, akkor — a zsugorításra kerülő érc minőségétől függetlenül — már egészen kismennyiségű kalciumoxid jelenlétekor is a zsugorítvány oxidációs foka (a zsugorítványban levő kétvegyértékű-, illetve összes vas aránya) nagymértékben javul [1, 2, 3, 4, 5].

Ezt a megállapítást saját kísérleteinkkel is megerősíthetjük. Különböző összetételű általunk gyártott zsugorítványok vizsgálati adatainak statisztikai kiértékelésével megállapítottuk, hogy a redukálhatóság és az oxidációs fok között szorosabb a kapcsolat, mint a redukálhatóság és a bázikusság között. Hasonló eredményről számol be *Pohviszнyev* [6] és *Berg* [7].

Az előbbiekben említett és általunk kétségbevont magyarázat mellett egyesek azt hozzák fel bizonyítékul, hogy a kalciumoxiddal kevert fayalit redukálhatósága 1000 °C-nál nagyobb hőmérsékleten javul [8]. Mások viszont azzal érvelnek, hogy ha a kalciumoxid és a kovasav aránya 2-höz közeledik, az acélgyártási salakoknak mind az oxidálóképessége, mind a bennük levő vas (II)oxid aktivitása nő [9].

A zsugorítványnak csak a bázikusság növekedésével járó jobb redukálhatósága, a nagyolvasztóban lejátszódó indirekt redukció során ezekkel az érvekkel nem indokolható, a következők miatt:

1. Az acélgyártó kemencék salakja homogén olvadék. Ez esetben valóban értelmes dolog a homogén olvadék „szabad" oxidkoncentrációjáról beszélni, amely tényleg a bázikussággal egy meghatározott értékig nőhet. Ezzel szemben a zsugorítvány nem homogén, hanem heterogén rendszer. Heterogén rendszernél viszont a „szabad" oxidkoncentráció fogalmának nincs értelme.
2. A fayalit helyett keletkező vaskalciumolivinek éppen olyan nehezen redukálhatók, mint maga a fayalit [10, 11, 12]. Ezen túlmenően a mésztartalom, tehát a bázikusság növelésével a zsugorítvány salakalkotóinak mennyisége nagyobb lesz, a kötött oxidtartalom azonban közel azonos a kalciumoxiddal nem dúsított termékével.
3. Az acélgyártási salak vasoxidtartalma lényegesen kisebb, mint a zsugorítványé. Ilyenkor a kalciumoxidadagolás észrevehetően együtt jár a szabad vasoxidok koncentrációjának növekedésével. A minimálisan 75—80% szabad vasoxidtartalmú szokványos zsugorítványoknál azonban a szabad vasoxidok mennyiségének változása a kalciumoxid adagolás hatására nem jelentős.
4. A szabad vasoxidok oxigéntartalma — a kötött vasoxidok oxigéntartalmának változásától függetlenül — minimálisan 85—90%. Ez jelentősen meghaladja a nagyolvasztóban lejátszódó indirekt redukció során a szilárd vasoxidoktól elvont oxigén mennyiségét. Ha feltételezzük, hogy az indirekt redukció alkalmával elsősorban a szabad vasoxidok redukálódnak — természetesen nem közömbös, hogy ezek milyen állapotban vannak jelen — ez még bőségesen elegendő az indirekt redukció lefolyásának biztosítására.

Így tehát azt mondhatjuk, hogy a zsugorítvány 50—60%-os redukálhatóságát nem a szabad vasoxidok mennyisége szabja meg. A megkívánt redukciós fok nem a zsugorítvány szabad vasoxidtartalmától függ, hanem sokkal inkább a szabad vasoxidok állapotától, abszorpciós aktivitásától, a redukálógázok behatolásával szemben tanúsított ellenállásától. Ezeket a tulajdonságokat viszont a zsugorítvány porozitása, az oxidkristályok diszperzitása, a hematit-magnetit arány, a nehezen redukálható salakalkotók mennyisége és eloszlása szabályozza. Megemlítjük, hogy a zsugorítványnak

a bázikusság növelésével együtt járó jobb redukálhatóságát még (a fayalitnál intenzívebben redukálható) kalciumferrit-képződéssel is magyarázzák [13]. A redukálhatóság legnagyobb mértékű javulása azonban éppen a nem bázikus tartományban következik be. Ezt akkor észleljük, amikor a zsugorítványban a kalciumoxid és a szilíciumdioxid arány kisebb, mint 0,5—0,7. Ilyenkor azonban a zsugorítványban kalciumferriteket nem találunk [2, 3].

Ha a zsugorítvány bázikussága, azaz a kalciumoxid és a szilíciumdioxid aránya 2-nél kisebb, már jelentős mennyiségű szabad vasoxid fordul elő. Kalciumferritet pedig csak 2-nél nagyobb bázikusságnál találunk.

Terjedelmes laboratóriumi kísérletek elvégzése után a zsugorítvány oxidációs foka és redukálhatósága között fennálló kapcsolat feltárásával, illetve a bázikusságnak az ásványképződésre gyakorolt befolyásával foglalkoztunk. Kimutattuk, hogy a bázikusság növekedése miatt bekövetkező jobb redukálhatóság nem vezethető vissza a zsugorítvány szabad vasoxidtartalmának a nagyobbodására. A jelenséget a ferrittartalmú salakkötőanyagok redukálhatóságának a javulásával magyarázzuk, mert ennek eredményeképpen a gázok jobban hozzáférhetnek a szabad oxidokhoz. Ez a magyarázat azonban csak abban az esetben helytálló, ha a zsugorítvány kötőanyagában ferrit jelentős mennyiségben fordul elő és a kötőanyag bevonja a szabad oxidkristályok felületének nagy részét. Ez mindig bekövetkezik, ha a bázikusság 1,2—1,3-nél nagyobb. Kevésbé bázikus zsugorítványnál és pelletnél, ahol a kötőanyag szerepét a szabad vasoxid váz is átveheti, a redukálhatóság javulása valószínűleg csak kismértékben függ a salakalkotók ásványtani összetételének változásától.

A zsugorítványban levő vasoxidok redukciója bonyolult fizikai-kémiai folyamatok (adszorpció, diffúzió, deszorpció, heterogén kémiai reakció stb.) lejátszódása közben megy végbe. Ezek során még kristálytani átalakulások is lezajlanak.

A redukálhatóságot befolyásoló tényezők (bázikusság, oxidációs fok, különféle ásványok jelenléte) hatásának tanulmányozása céljából több száz különféle összetételű és bázikusságú zsugorítványt állítottunk elő. A zsugorítványgyártás során kialakult ásványok azonosítása céljából esetenként mikroszkópos és röntgendiffrakciós vizsgálatot is végeztünk.

A vizsgálatok főbb eredményei a következők:

Ha a zsugorítványgyártásnál hozaganyagot (mészkövet, dolomitot) nem adagolunk (ilyenkor a bázikusság kb. 0,1), a termék vas(II)-oxid tartalma igen nagy. Ez vagy a szilikátban oldódik, vagy a magnetit kristályrácson kívül marad és cseppalakban (wüstit) kristályosodik. A termék fő alkotója a magnetit, amely a szilikátolvadékból részben dendritekben válik ki.

Fayalitot kisebb mennyiségben csak az ilyen zsugorítványban találunk. A mikroszerkezet kialakulásának okairól már beszámoltunk [14].

Ha a bázikusságot növeljük azaz a zsugorítványelegyhez mészkövet adagolunk, megteremtjük az új fázisok kialakulásának feltételeit, ugyanakkor csökkentjük a fayalitképződés lehetőségét. Véleményünk szerint a kalciumoxid jelenléte a fayalitképződést megakadályozza. Ezt igazolja az a kísérletünk is, melynek során 1100 °C-on 0,4 bázikusságú mészkő, szilíciumdioxid és vas(II)oxid keverékét olvasztottuk. Végtermékül monticellitet ($CaO \cdot FeO \cdot SiO_2$) és szabad vas(II)-oxidot nyertünk. A szilikátvegyületből a beépülő kalciumoxid hatására szabad vas(II)-oxid vált ki. A bázikusság növekedésével a likviduszhőmérséklet kisebb lesz. Emiatt csökken az exoterm vasredukció és a folyékony fázisban a kalciumoxid stabilizálja a háromvegyértékű vaskationt.

Más szóval annak a valószínűsége, hogy a bázikusság nagyobbodásával a folyékony fázisból ferritkristályok képződjenek, erősen megnő. A szilíciumdioxid hatása éppen ellentétes, mert ez a vegyület a kétvegyértékű vaskationok kialakításának kedvez.

Befejezésül megemlítjük, hogy a nagyszámú kísérleti zsugorítvány adatainak segítségével regresszióanalízist végeztünk. A regresszióanalízis során a vizsgálatba bevont változók a következők voltak: a bázikusság (x_1) a vas(II) oxid (x_2), a ferroferrioxid (x_3), az oxidációs fok (x_4), a redukciós fok (x_5)és a dobszilárdság(x_6).

Ezután függő változónak az x_1-et választottuk és ezt becsültük a többi segítségével úgy, hogy a független változókat az (x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) halmazból képzett első-, másod-, harmad-, negyed-, és ötödosztályú kombinációs csoportok alkották. A becslésre lineáris formát használtunk. Meghatároztuk a lineáris forma állandóját, továbbá a változók együtthatóit, a parciális korrelációs együtthatókat és a többszörös korrelációs együtthatót. Ennek végeztével az eljárást azzal ismételtük, hogy függő változónak vettük x_2-őt, x_3-at, x_4-et, x_5-öt, és x_6-ot, tehát ezeket a változókat is megbecsültük a többivel x_1-hez hasonlóan.

A regresszió-analízis teljes mértékben alátámasztja az előzőekben már említett véleményünket, amely szerint a redukálhatóság és az oxidációs fok között sokkal szorosabb a kapcsolat, mint a bázikusság és redukálhatóság között, feltéve, hogy lineáris formával becsülünk. Ez azonnal kitűnik a regresszió analízis adataiból. A többszörös korrelációs együttható számértéke ugyanis, amely közismerten a kapcsolat szorosságát méri, az első esetben: 0,75, a másodikban: 0,23.

IRODALOM

[1] *Jakobszon, Á. P.:* Az önjáró tömörítvény gyártása és alkalmazása Sztálj 1955. 1. sz. 11—18 o.

[2] *Dr. Horváth János—Puch József:* Berendezések zsugorítványok redukálhatóságának laboratóriumi meghatározására. BKL—Kohászat 1972. 2. sz. 61—65. o.

[3] *Dr. Horváth János—Puch József:* A nagyolvasztói elegyalkotók redukálhatóságának vizsgálata. BKL—Kohászat 1972. 1. sz. 1—5. o.

[4] *Anoprienko, V. P.:* Trudii NTO Cs M. Metallurgizdat 1958 XVII. kötet 129.—145. old.

[5] *Raszpopov, I. V.* és társai: A kercsi ércből készült önjáró tömörítvény gyártása és alkalmazása a nagyolvasztóban. Sztálj 1958. 8. sz. 676—682. o.

[6] *Csillingárov, G. Á.—Pohvisznyev, Á. N.:* Az acél és ötvözetek gyártása és feldolgozása. Metallurgizdát 1958. XXXVIII. kötet 5—44. o.
[7] *Berg, B.:* Az érctömörítvények redukálhatósága. Rev. Universalle des mines. 1962. 3. sz. 284—291. o.
[8] *Ljuban, A. P.:* A nagyolvasztóban végbemenő folyamatok analízise. Kohászati kiadó 1962.
[9] *Kramarov, Á. D.:* Az acélgyártás fizikai-kémiai folyamatai. Sztálj metallurgizdát 1954. 80—83. o.
[10] *Kisszin, D. Á.—Litvinova, T. I.:* Az ásványképződés mechanizmusa az önjáró tömörítvény zsugorításakor. Sztálj 1960. 5. sz. 397—403. o.
[11] *Mazanek, E.—Jacienska, S.:* Az önjáró érctömörítvény ásványszerkezete és redukálhatósága. Iron and Steel Inst. 1963. 201. kötet 1. sz. 60—67 o.
[12] *Burcev, V. I.* és társai: A vas kiredukálása ferromonticsellitből Izvesztyija vuzov csornaja metallurgijá. 1966. 1. sz. 5—9. o.
[13] *Hohlov, D. G.—Miller, V. Ja.:* Az önjáró tömörítvény gyártásának elmélete és gyakorlata. Sztálj 1955. 6. sz. 488—497. o.
[14] *Dr. Horváth János—Szücs Ambrus:* Kísérleti üstben gyártott zsugorítványok fizikai és metallurgiai tulajdonságainak vizsgálata. BKL—Kohászat 1975. 3. sz. 97—101. o.

Nyitott kompenzátoros sorjamentes sajtolás

KOZMA LAJOS okl. gm., KGM—MTTI, GONDA KÁLMÁNNÉ okl. gm., VOLLÁK ANDOR okl. gm, ZSILA SÁNDOR szaktech.
Gépipari Technológiai Intézet

DK: 621.73.043.09

A Gépipari Technológiai Intézet szakemberei gondos kísérletezéssel a hazai süllyesztékes kovácsipar részére kidolgozták a nyitott kompenzátoros sorjamentes sajtolás részletes technológiáját. Az eljárás révén a zárt süllyesztéküreg végső kitöltésre kerülő részein kisméretű csatornákat készítenek, ezekbe kerül a sajtolás utolsó szakaszában az anyagfelesleg. A sajtolás után a nyomófej felfelé haladásakor a kis csatornákba besajtolt anyagfelesleget a vágólap levágja. Az eljárás jelentős alapanyagmegtakarítást és méretpontos kész kovácsdarabokat eredményez.

A Gépipari Technológiai Intézet (GTI) 1969-óta foglalkozik a sorjamentes sajtolás különböző megoldásainak hazai bevezetésével. Első változatként egy NDK licenc szerinti eljárás honosítása fejeződött be [1].

A jelen cikkben ismertetett következő változat elsődleges előnye, hogy nem támaszt különösebb igényt a darabolási pontossággal szemben. Ugyanakkor lehetővé teszi az eljárás egyéb előnyeinek maradéktalan érvényesülését.

Bevezetés

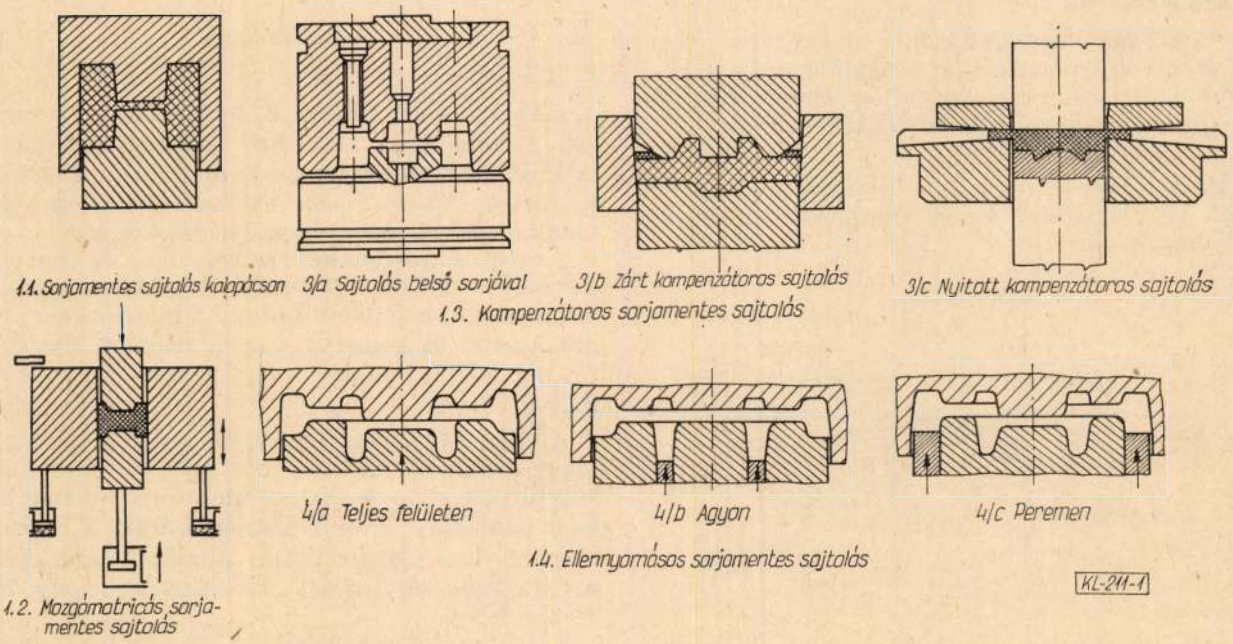
A sorjamentes sajtolás fejlesztése — a közismert előnyök kihasználása érdekében — fejlett ipari országokban igen intenzíven folyik.

A főbb változatokat az *1. ábra* szemlélteti.

A sorjamentes sajtolást legelső megoldásként *(1.1 ábra)* a kalapácson vezették be. Ez a szűk alkalmazási terület (csak körökrös darabok) mellett jelentős igényt támaszt a darabolási pontossággal szemben.

Az *1. 2 ábra* szerinti változat a haránthengerléssel kombinálva alkalmas a hosszú alakú darabok sorjamentes sajtolására is. A haránthengerléssel történő előalakítás esetén a darabolási pontossággal szemben támasztott követelmény igen jelentősen csökken. Ugyanakkor a körkörös vetületű daraboknál még mindig ±2%-os értéken belül biztosítani kell a darabolási pontosságot.

A fenti két változat alkalmazásához szükséges darabolási pontosság biztosítása általában proble-



1. ábra. Sorjamentes sajtolás változatai

mát okoz. Azonban a sorjamentes sajtolás bevezetése anyag, energia, valamint munkaerő tekintetében olyan jelentős megtakarításokat eredményez, melyeket a sorjás sajtolás továbbfejlesztésnek korlátai miatt más megoldásokkal elérni nem lehet. Ezért olyan változatokat fejlesztettek ki, melyek a kisebb darabolási pontosság mellett lehetővé teszik a sorjamentes sajtolás ipari alkalmazását.

Az *1.3*, valamint az *1.4 ábrákon* látható változatok kielégítik ezeket a követelményeket azzal, hogy lényegében továbbra is jelentős megtakarítások érhetők el.

A Gépipati Technológiai Intézet a bemutatott 1.3 és 1.4 változatok hazai bevezetésének előkészítésével foglalkozva elsőként az *1.3/c ábrán* látható *nyitott kompenzátoros* sorjamentes sajtolás bevezetését készítette elő.

Az eljárás alapelve

A nyitott kompenzátoros sorjamentes sajtolás alapelve, hogy a zárt süllyesztéküreg utoljára kitöltésre kerülő részein csatornákat kell készíteni és a sajtolás utolsó szakaszában az anyagfelesleg ezekbe a kis üregekbe szabadon befolyik. A sajtolás után a nyomófej felfelé haladásakor a kilökő a kész darabot feladja az üregből és ezzel egyidőben történik a csatornákba kisajtolt anyagfeleslegek levágása.

A *2. ábrán* bemutatott négy szerszámelem által határolt üregben történik a sajtolás, illetve kilökéskor a vágógyűrű segítségével távolíthatók el az anyagfeleslegek. A négy szerszámelem egyben az alkatrészhez tartozó cserebetét garnitúra, melyeket a sajtolandó alkatrész alakjának és méreteinek megfelelően kell elkészíteni. Az egyes betétek az elhasználódás mértékétől függően önállóan cserélhetők.

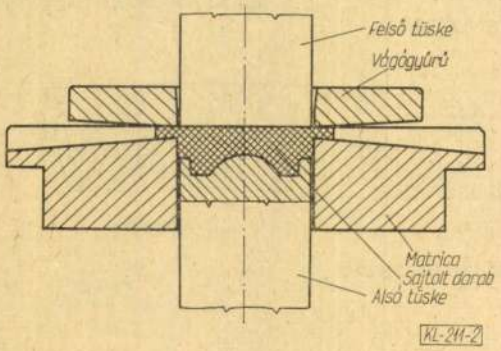
Alkatrész kiválasztás

A nyitott kompenzátoros sorjamentes sajtolás alkalmazásának

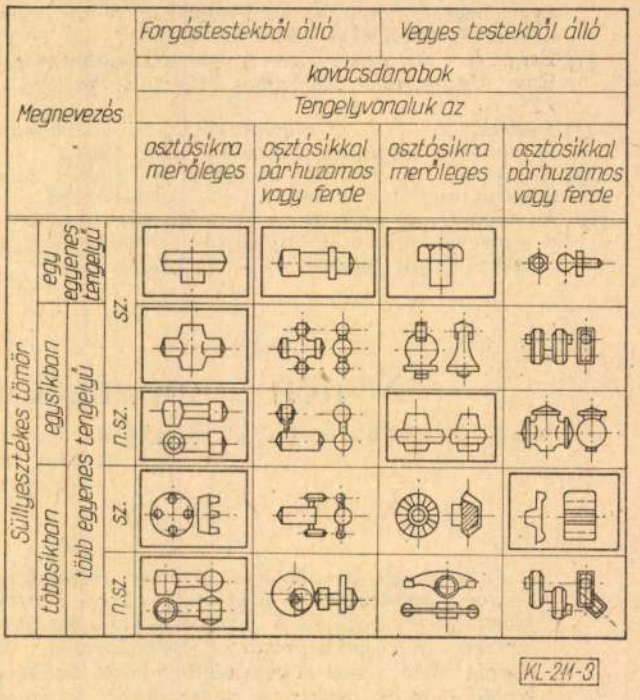
— az eljárás megvalósításához alkalmazható szerszámkonstrukciók sajátosságaiból, valamint
— a kompenzátor üreg kitöltésének alakítástechnikai, anyagfolyási sajátosságaiból

adódóan korlátai vannak.

Ez azt jelenti, hogy ez a technológiai változat csak az alkatrészek egyes típusainak sajtolására alkalmazható.



2. ábra. Nyitott kompenzátoros sorjamentes sajtolás



3. ábra. Nyitott kompenzátoros sorjamentes sajtolásra kiválasztható alkatrész típusok

A *3. ábrán* szereplő alakcsoport gyűjteményben keretezéssel kiemelt alakcsoportok mutatják az aljárással sajtolható alkatrészféleségek jellegzetes képviselőit.

A nyitott kompenzátoros sorjamentes sajtolással előállítható alkatrészek kiválasztásánál az alábbi fő feltételek érvényesítéséből kell kiindulni:

1. A darab vastagsága a kompenzátor üreg vastagságának legalább 2—3-szorosa legyen.
2. Nem lehet zárt profil, pl. segességváltó villához hasonló alkatrészek.
3. A kompenzátor elhelyezhető legyen az utolsónak kitöltésre kerülő szakaszon.

A technológia

1. A kovácsdarab tervezése

A ráhagyások, tűrések és legbömbölyítési sugarak a vonatkozó szabvány szerintiek legyenek. A külső oldalferdeségre a szabványban előírt 3° helyett 0°30′—1°30′ értékeket lehet adni. A belső oldalferdeségek nagyságrendje változatlan.

Az osztósík-meghatározás helyett a kompenzálás helyét kell meghatározni, továbbá a kovácsdarab rajzán is fel kell tüntetni a kompenzáló üregek számát és keresztmetszetét (lásd. *4. ábrát*).

2. A darabolás

A kiinduló anyagot fűrészen vagy ollón egyaránt lehet darabolni. A kiinduló anyagok darabolási súlytűrését a kovácsdarab ütésirányú méreteiből és a vonatkozó tűrések alapján számított súlyhatárokból kell megállapítani. Általános előírásként a darabolási súlyszórás a névleges darabsúly 5—10%-a lehet.

A fenti értéket meghaladó súlyszórás — max. 20%-ig — még megengedhető, de nem ajánlatos.

A darabolási súlyszórás megengedhető felső határa függ:

— a sajtoláshoz rendelkezésre álló gépparktól,
— a sajtolt darabbal szemben támasztott követelményektől.

A kompenzálás mértékét az *5.1—5.2—5.3 és 6. ábrák* szemléltetik.

3. Áthevítés

A kompenzátoros sajtolásnál a kompenzáló üregbe az anyagfolyás kedvező feltételeinek biztosítása érdekében — különös tekintettel az ütésirányú méretnek a megfelelő kompenzálási feltételek hiányából adódó növekedésére — ± 30 °C-os hőfok határon belül célszerű sajtolni.

4. Előalakítás

Az előalakítás módja — slsősajtolás, előhengerlés stb. — a darab jellegétől függ. Az előalakítás tervezésénél a kompenzátor üreg kitöltésének kedvező feltételeit, valamint az előalaknak a készresajtoló üregben való megbízható központosítását kell szem előtt tartani.

5. A készresajtolás

Az alsó tüske, a matrica és a vágógyűrű, valamint a felső tüske által bezárt — kész darabnak megfelelő alakzatú — üreg alkotja a készresajtoló üreget. Az összezárt üregből csak a kompenzáló üregeken keresztül folyhat ki a darabolási pontatlanságból adódó felesleg.

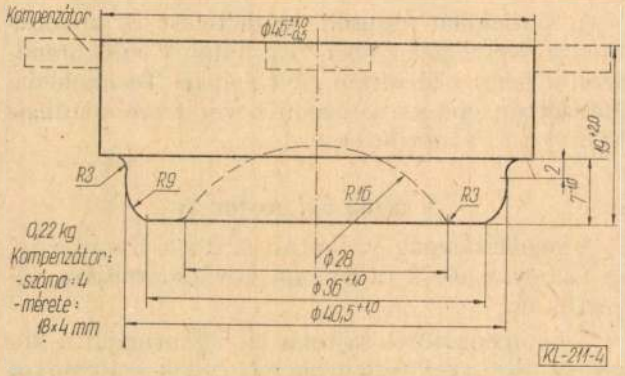
A készresajtoló üreg méretezése — a zsugor figyelembevételével — hagyományos módon történik.

A szerszám

1. A szerszám felépítése

A nyitott kompenzátoros sorjamentes sajtolószerszám a *7. ábrán* látható. Az alsó és a felső szerszámfelek pontos összevezetése érdekében a szerszámházat vezetőoszlopos kivitelben kell készíteni.

A süllyesztéküreget alkotó matrica, alsó és felső tüskék, valamint a kompenzált anyagfelesleget eltávolító vágógyűrű a *8. ábrán* látható a sajtolt darabokkal és a kompenzált hulladékkal együtt.

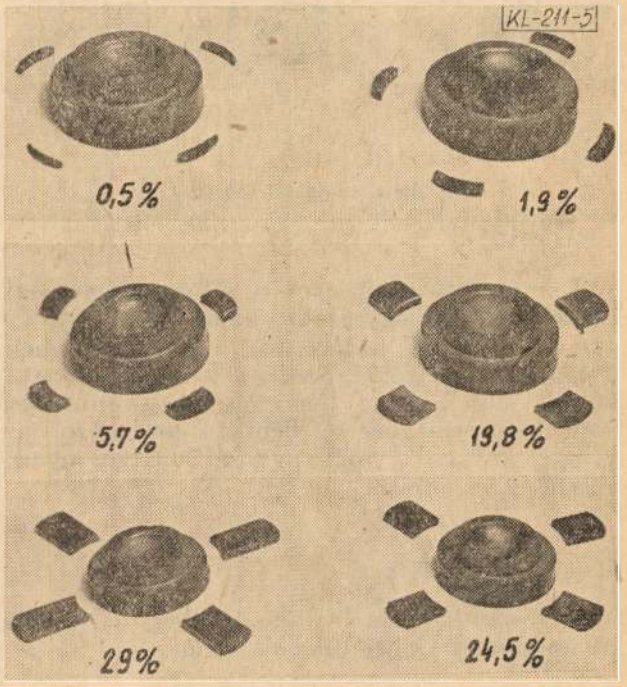


4. ábra. Sorjamentesen sajtolt darab (kovácsdarabrajz)

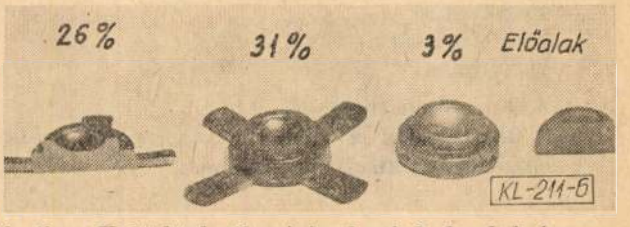
2. A kompenzáló üregek kiképzése

A süllyesztéktervezéskor meg kell határozni a kompenzáló üregek helyét, méretét, számát és alakját.

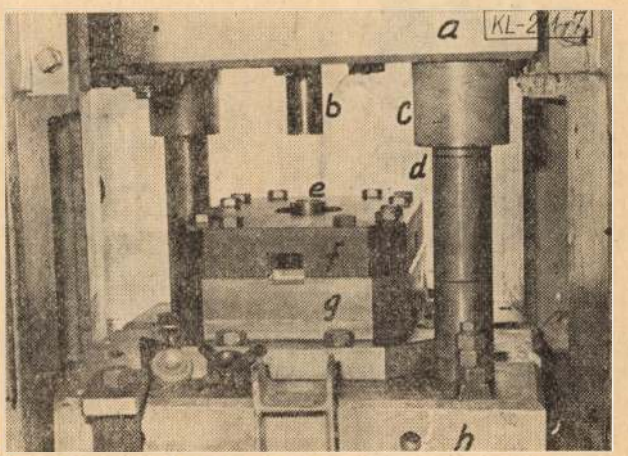
A kompenzátorok a kovácsdarab kerülete mentén a süllyesztékben elhelyezkedő, annak kontúrjára merőleges nyitott üregek.



5. ábra. Különböző súlyszórással sajtolt darabok (anyagfelesleg levágása után) 1. 2. 3. kép

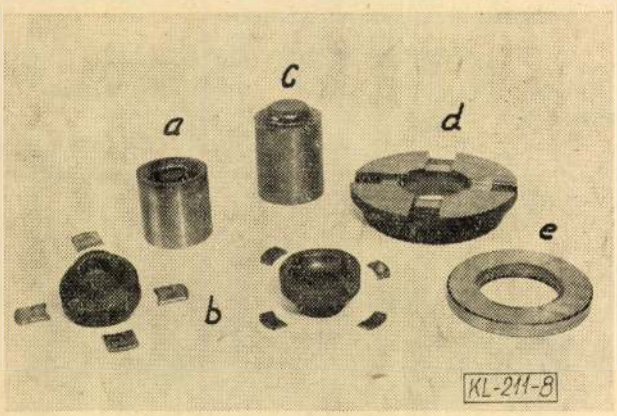


6. ábra. Különböző súlyszórással sajtolt darabok (anyagfelesleg levágása nélkül)



7. ábra. Nyitott kompenzátoros sorjamentes sajtolószerszám

a — felső szerszámlap, *b* — felső tüske, *c* — vezető persely, *d* — vezető oszlop, *e* — alsó tüske, *f* — rögzítő lap, *g* — szerszámtartó tömb, *h* — alaplap



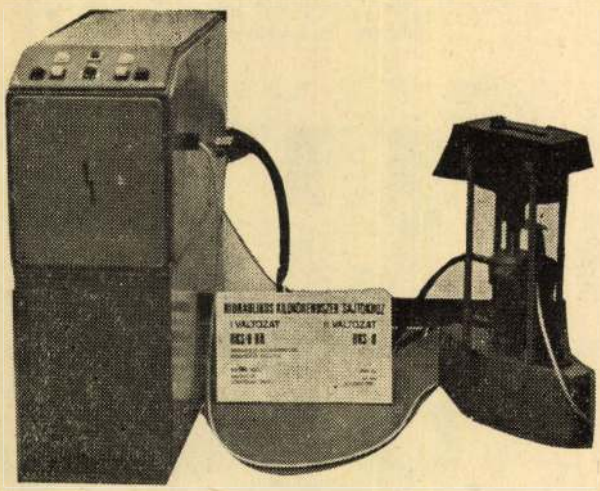
8. ábra. Süllyesztéktek betétek
a — alsó tüske, *b* — sajtolt darabok, *c* — felső tüske, *d* — matrica, *e* — vágó gyűrű

A kompenzáló üregeket a süllyesztékben úgy kell elhelyezni, hogy azokba az anyag kifolyása a sajtolás befejező szakaszában indulhasson meg. Tehát a kompenzáló üregekbe a darab teljes kialakulása után csak a tényleges anyagtöbbletnek szabad kifolynia, mivel ellenkező esetben anyaghiányos kovácsdarabok, vagy indokolatlan anyagveszteség jön létre.

3. A szerszámanyag

A szerszámanyag kiválasztásakor az alábbi szempontokat kell figyelembe venni;

— a sajtolásra kerülő darab anyaga,
— az alakítási hőmérséklet,
— az alakítás módja:
  a) folyatás
  b) duzzasztás
  c) nyomás
— a szerszám konstrukció:
zárt üreg, sorjás sajtoláshoz viszonyítva kisebb **erőszükséglet, kisebb falnyomás,**



9. ábra. Hidraulikus kilökőrendszer

— az adott szerszámelem funkciója szerint lehet:
  a) matrica
  b) tüske
  c) vágólap

A fenti szempontok szerint az alakító üreget létrehozó szerszámelemek anyaga lehet:

W1—W2—W3	(MSZ jelzés)
K12—K13—K14	(MSZ jelzés)
NK	(MSZ jelzés)
SCMV	(Lenin kohászati Művek jelzése)
EI 956	(Csepeli Acélmű jelzése)

Az alakító gép

A nyitott kompenzátoros sorjamentes sajtoláshoz a technológia sajátosságaiból adódóan elsősorban határolt löketű gépeket kell kiválasztani, lehetőség van orsós sajtó alkalmazására is.

Az alakítógép kiválasztáshoz ismerni kell az alkalmazásra tervezett gépek erő-nyúlás diagramjait. A gépkiválasztáshoz figyelembe kell venni továbbá, a technológia tervezésekor számítással meghatározott, kompenzátor-kitöltés megindításához szükséges erő nagyságát.

A kilökőrendszer

A nyitott kompenzátoros sorjamentes sajtolásnál a kilökőrendszer rendeltetése kettős:

— a sajtolt darabot a szerszámból csak kilökővel lehet kiemelni,
— a kilökőrendszer biztosítja a kilökéssel egyidejűleg a kompenzáló üregekbe folyt anyagfelesleg levágását a sajtolt darabról.

A kilökőrendszerrel szemben támasztott követelmények:

— legyen gyorsan és automatikusan működtethető,
— a működtetés a nyomófejről szabályozhatóan történjen
— legyen a kilökőrendszer az automata üzemmód mellett kézi vezérléssel is működtethető,
— a levágáshoz megfelelő teljesítményű legyen,
— biztosítható legyen a szerszámból kiemelt darab biztonságos eltávolítása érdekében a kilökő szabályozható időtartamú fenntartása és automatikus leeresztése.

A fentiekben felsorolt rendeltetést és követelményt legmegfelelőbben hidraulikus kilökőrendszerrel lehet biztosítani. A Gépipari Technológiai Intézetben épített és üzemi bevezetésre alkalmas kivitel a *9. ábrán* látható.

A gazdasági eredmény

A gazdaságossági számítást az Ipari Szerelvény- és Gépgyár 403/2 rajzszámú kovácsdarabjára végeztük el.

A kompenzátoros sajtolás anyagnormáját a kohászat által szállított hengerelt rudak szabványos szelvényméreten belüli, átlagosan 10%-os folyó-

métersúly-szórás alapján határoztuk meg. Az előtömítés és készresajtolás egy melegre végezhető.

A gyártási önköltség csökkenésének mutatója a hagyományos sorjás sajtoláshoz viszonyítva a kompenzátoros sajtolás esetén: *0,73*

Az önköltség csökkenés legnagyobb része kb. 30%, anyagmegtakarításból, más része a sorjázási művelet és az ezzel járó anyagmozgatási költségeknek elmaradásából adódik.

IRODALOM

1] *Karácsonyi Károly—Sebestyén Ferenc—Vollák Andor* Sorjamentes sajtolás bevezetése az Ipari Szerelvény- és Gépgyárban, BKL—Kohászat, 1973. 5. sz. 207—211. oldal.

A kohászati vízgazdálkodás fejlődése a környezetvédelem szolgálatában

GÁBOR BÉLA okl. gépészmérnök, gazdasági tanácsadó
Lenin Kohászati Művek

DK: 628.175 : 669 : 658.265

A szerző ismerteti a kohászati üzemek vízgazdálkodásának eddigi fejlődési tendenciáit. Fő célkitűzése a kívülről beszerzett vízmennyiségnek és a szennyező anyagok élővízbe való kibocsátásának csökkentése. Az egyes üzemegységek növekvő vízszükségletét mennyiségi és minőségi tekintetben is fokozott üzembiztonság mellett kell kielégíteni. A legeredményesebb megoldások részletes ismertetése.

Az acéliparban az elmúlt évtizedek során bekövetkezett nagyarányú fejlődést a főbb kohászati berendezések teljesítményének ugrásszerű növekedése jellemezte. E fejlődés együttjárójaként oly mértékben nőtt meg a lokálisan jelentkező vízigény, hogy annak kielégítése változatlan vízgazdálkodási elvek mellett hovatovább lehetetlenné vált, vagy csak aránytalanul magas költségráfordítással volt megoldható. Növelte a probléma súlyosságát, hogy a mennyiségi igény fokozódása mellett számottevő fogyasztói területen jelentősen növekedett a vízminőséggel szemben támasztott követelmény, melynek biztosíthatóságát az élővizek elszennyeződése nehezítette. E folyamat megállítása érdekében a hatósági szervek szigorították a szennyvízre vonatkozó előírásokat (a kibocsátási értékhatárokat), aminek betartása hagyományos vízellátási mód mellett műszaki és gazdasági téren egyaránt súlyos feladat elé állítja az üzemeket.

Fentiek alapján nagy érdekek fűződtek egy új vízgazdálkodási rendszer kialakításához, mely

1. biztosítja az egyes fogyasztók részére szükséges víz minőségét és mennyiségét, illetve az egyenértékű hűtőhatást,
2. minimumra korlátozza a kohászati mű kívülről történő vízbeszerzési igényét és a szennyvízkibocsátást,
3. távlatilag biztosítja az élő vízfolyások vízminőség védelmét.

A cél elérése érdekében nagyfokú nemzetközi tapasztalatcserére került sor, és így viszonylag rövid időn belül kialakultak azok a módszerek, melyek a fenti célkitűzéseket elősegítették.

Az út az átfolyó rendszerű vízellátási módból kiindulva vezetett a félig nyitott keringető rendszereken át a kohászati mű teljes egészére nézve is gyakorlatilag zártnak tekinthető vízrendszerig.

E fejlődés eredményességére jellemző, hogy amíg egy átfolyó vízellátású integrált kohászati mű egy tonna acéltermelésre vetített vízfogyasztása átlagosan 150 m^3/t-ra vehető, korszerű vízgazdálkodás mellett a mű pótvízigénye — mint azt szakirodalmi utalások igazolják — 5 m^3/t-ra, sőt a fejlődés legújabb lehetőségeit is figyelembe véve 3 m^3/t-ra korlátozható.

Ez a hatalmas fejlődés elsősorban annak a szemléletbeli változásnak köszönhető, mely az új technológiai folyamatok kialakulásának idején már élő környezetvédelmi előírások hatására alakultak ki. A környezetvédelmi követelmények a technológiai folyamatot minimális szennykibocsátására, a kibocsátásra kerülő anyag fizikai és kémiai jellemzőinek a leválasztás szempontjából előnyös befolyásolására, ugyanakkor a tisztítási rendszerek fejlődését az egyes technológiai folyamatok adottságaihoz igazodó speciálizálódásra készítették. Minthogy a vízfogyasztók vízminőségi igénye általában nem haladta meg a kibocsátott vízre előírt hatósági követelményeket, kézenfekvővé vált a tisztított víznek zárt ciklusban a kibocsátó üzemben történő újra felhasználása. A recirkulációs rendszer elemei a technológiai folyamat szerves részévé válnak és az érintett üzem tőszomszédságában helyezkednek el.

Az egyes gyártási feladatok vízminőségi igényéhez, valamint speciális szennyvíztisztítási feladatához igazodó egyedi recirkulációs körök összességéből alakul ki az új vízgazdálkodási rendszer, melynek fő jellemvonásai az alábbiakban összegezhetők:

1. Minden egyes vízkeringető rendszer önállóan bonyolítja le a visszahűtési, a szükség szerinti szennyvíztisztítási és visszatáplálási feladatot. Beállítja a megfelelő minőségű pótvíz és a lecsapolás mértékének megválasztásával a fogyasztói vízminőséget. A lebocsátásra kerülő vízhányadra helyileg biztosítani kell a hatósági szennyezettségi határok betartását.
2. A központi vízellátási feladat döntő módon az egyedi vízkeringető rendszereknek megfelelő pótvízzel való ellátására korlátozódik.

Vizsgáljuk meg fentiek után, hogy az egyes kohászati vízellátási típusok mily módon állíthatók a bevezetőben megjelölt célok szolgálatába.

Az indirekt hűtés

E vízfelhasználási mód egységes jellemzője, hogy a víz hűtőhatását zárt hőkicserélő elemeken keresztül fejti ki.

E fogyasztói csoportban elérhető fejlődésnek döntő jelentősége van a vízgazdálkodási rendszer alakulására, minthogy a kohászati vízfogyasztás 70—80%-a e csoportba sorolható. A felmelegedett víz visszahűtési módja szerint az alábbi alcsoportokat különböztethetjük meg:

1. Az átfolyó rendszerű hűtés

A felmelegedett víz mesterséges hűtés nélkül jut a folyóba vagy más fogyasztói ág felé. A bevezetőben elmondottakból következően ez a kohászatban a soros kapcsolás speciális eseteire korlátozódik.

2. A nyitott hűtőtoronyban történő visszahűtés

A hűtőhatást a hűtőtoronyban permetszerűen átbocsátott víz egy részének elpárolgása idézi elő. A párolgási veszteség, mely a hűtőrendszer hőlépcsőjével nő, kohászati gyakorlatban átlagosan az átfolyó víz 1,2%-ára becsülhető. Minthogy a párolgás révén nő a keringetett víz sótartalma, ennek ellensúlyozására a víz egy részét le kell csapolni. Ennek mértéke a pótvíz előlágyításával, ill. a megengedett sókoncentrációs szint növelésével csökkenthető. Előlágyított pótvíz alkalmazásával még jó hűtővíz esetében megkövetelt alacsony sókoncentráció mellett is 2,5—3% szinten lehet tartani a pótvízigényt, a nyersvíz keringető rendszer kb. 5%-os pótvíz szükségletével szemben. Ugyanakkor a magasabb vízminőséggel járó költségtöbbletet jelentősen kompenzálja a hatékonyabb hűtőhatás és a hűtőszerelvények hosszabb élettartalma révén elérhető megtakarítás.

3. A zárt visszahűtő rendszerek

Minthogy nagy intenzitású hőterhelések esetén nem engedhető meg, hogy a víz minősége a nyitott hűtőtornyok esetén szokásos só és lebegőanyag tartalom növekedéssel romoljon, új speciális víz/víz és víz/levegő hőkicserélős zárt rendszereket hoztak létre, melyeket sótalanított vagy ioncserélt vízzel töltenek fel. E rendszerekben a magas vízminőségű oldalnak az elhanyagolható tömbszelence csepegésektől eltekintve gyakorlatilag nincs vesztesége. Vízgazdálkodási szempontból elsősorban a víz/levegő rendszert kell előnyben részesíteni, hol a sekunder oldali visszahűtést a csőkötegeken átáramló légáramlat biztosítja, így *a teljes rendszerre lehetségessé válik a vízveszteség nélküli üzemvitel.* Elterjedését korlátozza, hogy a víz nyáron 40—50 °C alá nem hűthető. Alkalmazási területe — ennek ellenére — épp az új technológiai rendszerekben (oxigénes acélgyártás, folyamatos öntés stb.) nő.

4. Az elgőzölögtető hűtés

A hűtésnek azt az esetét, mikor a magas hőmérsékleten levő hűtőelemeket egy kazán hőátadó felületeként képezzük ki, elgőzölögtető hűtésnek nevezzük. A keletkező gőz értékesíthető vagy léghűtéses kondenzátoron keresztül visszatáplálható a rendszerbe, biztosítva annak vízegyensúlyát. E rendszer vízgazdálkodási szempontból ideálisnak tekinthető, hisz *vízvesztesége gyakorlatilag nincs.* Igen jelentős energetikai és technológiai előnye mellett ki kell emelni azt, hogy a legbiztonságosabb vízellátási rendszernek tekinthető, hisz természetes cirkuláció révén a hűtőhatás még tartós villamosenergia kiesés esetén is biztosított.

Hogy a fentiekben felsorolt technológiai fejlődés mily vízgazdálkodási lehetőséget rejt magában, szabad legyen példaként felhozni egy korszerű nagyolvasztó pótvízigényének alakulását különböző vízgazdálkodási megoldások esetén:

1. Átfolyó víz esetén vízigény:	2000 m³/óra
2. Hűtőtornyos keringetés pótvízigény:	60 m³/óra
3. Elgőzölögtető hűtés esetén kazánpótvíz:	15 m³/óra
megmaradó keringetés pótvize:	20 m³/óra
Összes pótvíz igény:	35 m³/óra
4. Elgőzölögtető hűtés gőzkondenzálással és víz/levegő zárt rendszerrel *pótvízigény elméletileg nincs,* tömbszelence csepegésekből max.	5 m³/óra

Nem téveszthető szem elől ugyanakkor, hogy a vízgazdálkodási szint növekedése a pótvíz minőségével szemben jelentkező igény fokozódással jár együtt!

A direkt hűtés

E rendszerekben a hűtővíz közvetlenül érintkezik a hűtendő közeggel, eltávolítja a szennyezéseket, miközben maga is szennyeződik. Az alábbiakban e vízhasználati mód két jellegzetes esetét vizsgáljuk:

1. A hengerműi revésvíz-rendszer

A felhasznált víz hűti az intenzív hőhatásnak kitett berendezéseket, miközben magával sodorja a hengerlés során keletkező revét, valamint az olajat és a zsírt. A víz tisztítása több lépcsőben történik. Elsőként a durva szemcsék ülepítésére és az úszó olaj lefölözésére kerül sor az ún. revekútban vagy a korszerűbb nyitott hidrociklonban. A második ülepítési szakasz feladata az olaj és lebegő anyag eltávolítása. Bár ezek az ülepítő medencék igen kis felületi terhelésűek és igen nagy helyet foglalnak el, ülepítési hatásfokuk főleg finomhengerművekben nem kielégítő.

A távozó víz lebegőanyag tartalma 50—60 mg/liter, olajtartalma 15—20 mg/l. Ez sem a fogyasztói, sem a hatósági igényeket nem elégíti ki. A feladat hatékony megoldását akadályozza az a tény, hogy a finom hengersorokról távozó revés

víz szemcséi túlnyomó részben 40 mikron alatt vannak, s ezek véges méretű medencékben gyakorlatilag nem ülepíthetők.

A nem kielégítő tisztítás eredményeként az elosztó hálózatban a finomszemcséjű reve és az olaj koncentrálódik, ott lerakódásokat idéz elő. Az ülepedési sebességet vegyszer adagolással növelni lehet. E módszer elterjedését korlátozza a vegyszerek jelentős költsége, valamint a hatósági szerveknek a vegyszerek nagymértékű alkalmazását korlátozó állásfoglalása. A probléma megoldását a nemzetközi gyakorlat ma már egyértelműen a végfokozati szűrésben látja. A szűrés hengerműi alkalmazása hazánkban nem új, hiszen az 1950-es évek elején LKM szennyvíztisztító telepén jelentős szűrőkapacitás épült.

E szűrők hibája az volt, hogy az olaj hatására a szűrőbetét idővel összetapadt, ennek föllazítása bizonyos idő múltán a szokásos módszerrel már nem volt egyértelműen elvégezhető.

A kézi úton történő időszakos átmosást a feladat munkaigényessége és kevésbé higienikus volta nehezíti. Az új korszerű szűrőkkel e probléma megoldottnak tekinthető. Fő előnyük, hogy a szűrősebesség növelésével kis helyet igényelnek, s az egyszerű automatizálhatóság révén munkaerőre gyakorlatilag nincs szükség. A szűrők 70—110 mg/l lebegőanyag és 20—30—(70) mg/l olaj tartalmú víz fogadására is alkalmasak és mindkét szennyezőt 5 mg/l alá tisztítják le. Ez a mai legszigorúbb hatósági előírásokat is kielégíti. Vegyszer alkalmazására kizárólag üzemzavar jellegű olajlökések esetén kerül sor. Minthogy a korszerű szűrők a szennyezettebb vizek fogadására is alkalmasak, lehetővé teszik a korábbi nagyméretű másodlagos ülepítő medencék helyigényének jelentős csökkentését.

Tapasztalati adatok azt mutatják, hogy kb. 20 perces ülepítés után a szűrőkkel zavarmentes üzemmenet érhető el. Szűrés révén elmarad a hálózatban a finom reve és olaj feldúsulása, szükségtelenné válik az ennek kompenzálását szolgáló nagymérvű hígítóvíz.

A hengerműi vízkörök párolgási vesztesége átlagosan 2%-ra becsülhető, így az itt szokásos szórási és szivárgási veszteségek figyelembevételével elérhető, hogy a sókoncentrációnak kb. 1000 mg/l szinten való tartásával a rendszer mesterséges lecsapolását gyakorlatilag minimumra lehet korlátozni. Ha összehasonlítást teszünk a revés vizes és egy nyitott hűtőtornyos indirekt hűtéses recirkulációs kör létesítési költségigénye között, megállapíthatjuk, hogy a revés rendszer kb. négyszer annyiba kerül, mint egy tisztán hűtési célt szolgáló kör. Következésképpen jelentős műszaki és gazdasági érdek fűződik ahhoz, hogy a hengerműi rendszerről válasszuk le a tipikus hűtési fogyasztókat.

A folyamatos öntőművek szóróhűtési feladatai e csoportba sorolhatók.

2. A kohógáz-tisztító vízrendszere

A gázmosó berendezéseket ellátó víz 3—400 °C hőmérsékletű gázt hűt le, kimossa a gázban levő porszennyeződést. A felmelegedett víz 1500—2000 mg/l lebegőanyag tartalommal távozik, miközben az oldatba kerülő sók révén sókoncentrációja növekszik. Ez utóbbit tovább fokozza az elpárolgással járó sókoncentráció-növekedés.

A szennyezett vizet Door-medencékbe vezetik, hol kb. 1 órás ülepítés után lebegőanyag tartalma 60—100 mg/l-re csökken. Hűtés után a vizet visszatáplálják a gáztisztító rendszerbe. Az ülepítő medence alján összegyűlő iszap a legutóbbi időkig legtöbb helyen közvetlenül vagy közvetve a vízfolyásba került. Ennek fő oka az, hogy az iszap nedvességtartalmának számottevő csökkentése ülepítés révén nem érhető el. Az elmúlt évek fejlődésének tudható be, hogy vákuumszűrők, szűrőprések alkalmazásával e probléma ma már megoldott. LKM-ben üzembehelyezett vákuumszűrő üzem nemzetközi viszonylatban is úttörőnek tekinthető, évek óta zavarmentesen állít elő napi 35—50 tonna 30—35%-os nedvességtartalmú terméket vasúti szállításra kész állapotban. Minthogy az oldott sók között nyomelemként mérgező tulajdonságúak is találhatók, célszerű a keringetett víz sókoncentrációjának 1200—1800 mg/l szintre való emelésével a kibocsátást a minimumra korlátozni, s azt a kohászati vertikumban pl. anyagnedvesítési célokra felhasználni.

E kategóriába sorolható az oxigénes acélgyártás gáztisztító rendszereinek vízellátása is.

Egy vízgazdálkodási rendszer elemzése nem tekinthető teljesnek, annak vízellátásbiztonsági szempontból vett minősítése nélkül. Különösen indokolt ez a kohászatban, ahol a vízszolgáltatás átmeneti zavara is sok millió forintos kárt eredményező termeléskiesést okozhat, ugyanakkor egyes folyamatokban akár egy perces vízkimaradás is súlyos berendezési meghibásodásokra vezethet.

Határozottan kijelenthetjük, hogy a fent vázolt vízgazdálkodási rendszer az ellátás fokozott mértékű biztonságát is szolgálja, minthogy

1. az egyes gyártási folyamatok vízellátása gyakorlatilag a helyi villamosenergia biztosíthatóságán múlik (a pótvízellátás kiesését az egyes vízkeringető rendszerek szükség esetén 6—8 órán keresztül is át tudjuk vészelni a hűtőtoronyban tárolt víz segítségével).
2. Azokban az üzemekben, ahol a vízkimaradás a termelés azonnali leállítása esetén is súlyos berendezési meghibásodásokra vezet, ott néhány speciális esettől eltekintve, az elgőzölögtető hűtés alkalmazható. Itt a hűtőhatás villamosenergia ellátás nélkül is tartósan biztosítható.

Nem mehetünk el szó nélkül amellett sem, hogy a szennyvíz- és gáztisztítás során jelentős Fe tartalmú anyag és olajmennyiség termelődik ki, ami önmagában is jelentős értéket képvisel. Amennyiben ezeknek a leválasztást követő sorsáról egyértelmű intézkedés nem történik, elkerülhetetlenül számolni kell azzal, hogy idővel ismét lég-, vagy vízszennyezőkké válnak. Kézenfekvő célkitűzésnek kell tekinteni a termelési folyamatba való visszavezetésüket.

Az ismertetett feladatok megvalósítása kétségtelenül jelentős anyagi terheket ró a vállalatra. Ha a kérdést gazdasági mérleg szempontjából

tesszük vizsgálat tárgyává, megállapíthatjuk, hogy a tágabb közösség érdekeit szolgáló környezetvédelmi tevékenység egyszersmind jelentős vállalati hasznot is biztosít a termelés biztonságának növelésével, valamint energia, anyag és karbantartás jellegű költségcsökkentő hatás révén.

Végezetül szükségesnek tartom kihangsúlyozni, hogy e tervek megvalósításának alapvető föltétele, hogy

1. a kohászati művön belül kialakuljon a közösségi tudat, amely a környezetvédelem szükségszerűségéből kiindulva a szennyező anyagok keletkezésének csökkentésére, a kibocsátás megakadályozására irányul,
2. a vállalat víz- és szennyvízgazdálkodási rendszere jól képzett gépész és vegyész szakemberekre épülő egységes szervezet irányítása alá kerüljön.

Fentiek összegezése képpen megállapíthatjuk, hogy a kohászati technológia fejlődése során kialakult új vízgazdálkodási rendszer beváltotta hozzáfűzött reményeket, egyidejűleg teljesítette a gyártási technológia és a környezetvédelem követelményeit, végül jelentősen fokozta a vízellátás biztonságát.

Az ónozás technológiájának hatása az acéllemezek mélyhúzhatósági tulajdonságaira, szakítóvizsgálattal értékelve

FRANTISEK BLASCIK tszv. egyet. tanár, SZABÓ ÖDÖN okl. gépészmérnök
Műszaki Főiskola, Gépészeti Metallurgiai Tanszék, Kassa, Csehszlovákia

DK: 621.983.3 : 621.7.029

A tanulmány az ónozott acéllemezek mélyhúzhatósági tulajdonságainak kiértékelésével foglalkozik szakítókísérletek alapján. A szerzők arra az eredményre jutottak, hogy az ónozott acéllemezek mélyhúzhatósági tulajdonságainak értékelése szempontjából nem célszerűek az egytengelyű húzással végzett kísérletek, hanem előnyösebb a keményedési kitevő és a képlékenységi anizotrópia értékeinek figyelembe vétele.

Bevezetés

A jelenleg az acéllemezek feldolgozásában az az irányzat érvényesül, hogy az acéllemezeket már a kohászati üzemekben felületi megmunkálás alá vetik. Így a végtermék előállításakor a termék korrózió elleni védelmét szolgáló végső megmunkálás minimálisra csökken. A felületileg kikészített acéllemezek közül ma a legnagyobb mértékben az ónozott acéllemezek használatosak. Ezeket elsősorban a különböző élelmiszeripari és vegyipari termékek csomagolásához alkalmazzák. Ahogy nőnek a követelmények a csomagolt ipari termékekkel szemben, úgy nő a csomagolás, a csomagolás minősége iránti igény is. Ezzel együtt nő az acéllemez minőségének és az előállítás gazdaságosságának a fontossága. Ezért szükséges, hogy az acéllemezek előállítói állandóan korszerűsítsék gyártási technológiájukat [1].

A csomagoló dobozok nagyobb része ónozott acéllemezből hajlítással vagy korcolással készül. Az ónozott acéllemezből készült termékek gyártásának fejlődése a mélyhúzás felé irányul [1]. Ennek a progresszív technológiának a bevezetése azonban a felhasználók részéről alapos informáltságot követel ezen acéllemezek mélyhúzásra való alkalmasságáról. Csehszlovákiában a Keletszlovákiai Vasmű (Východoslovenské železiarne, n.p. Kosice) továbbiakban: VSZ, nagyipari előállítója ezen acéllemezeknek, ezért szükségessé vált az általuk előállított ónozott acéllemezek sokoldaló megvizsgálása [1].

Ebből adódóan jelenleg a kassai Műszaki Főiskola Gépészeti Metallurgiai Tanszékén (továbbiakban: GTM) részleges állami kutatómunka folyik a felületileg bevont ónozott, horganyzott, ill. műanyag bevonattal ellátott acéllemezek alakításának technológiai feltételeivel kapcsolatban. Tanulmányunk azoknak a szakítóvizsgálatoknak első eredményeit tartalmazza, amelyek az ónnal bevont acéllemezek mélyhúzásra való alkalmasságának vizsgálata során mutatkoztak.

A vizsgálat metodikája

Az acéllemezek mélyhúzással történő feldolgozási technológiájának keretében fontos helyet tölt be az alakítás. Az acéllemez mélyhúzásra való alkalmasságának megállapítására világszerte egész sor eljárást dolgoztak ki. Az ajánlott vizsgálatok hátránya, hogy csak az adott konkrét feltéte. leknél adnak képet az acéllemezek tulajdonságairól, melyek csak a vizsgálat elvégzésekor állandóak. Ismeretes, hogy a mélyhúzás végrehajtása során bonyolult folyamatok jönnek létre. Mindezen körülmények befolyásolják a mélyhúzással készült munkadarab előállításának sikerét.

A kísérletek kiválasztásához az e területen ismert legújabb eredmények szolgáltak alapul. Ezek alapján ajánlották a képlékenységi anizotrópia „R" és a keményedési tényező „n" megállapítására szolgáló vizsgálatokat a szakítóvizsgálatok keretében. E vizsgálatok fontosságát bizonyítja az is, hogy Csehszlovákiában új feltételként készülnek bevezetni — a képlékenységi anizotrópia és a keményedési kitevő értékeit az acéllemezek mélyhúzhatóságának meghatározására szolgáló szabványokban.

Szakítóvizsgálatok

A szakítóvizsgálatok eredményei a mélyhúzható acéllemezek sajtolásra való alkalmasságának meghatározásában fontos szerepet töltenek be. Habár ez a kísérlet sokkal kisebb deformációs sebességnél és a kísérleti anyag különböző feszültségi állapotánál végzendő el, mint amilyenek az acéllemez mély-

1. táblázat

A mérés alapján megállapított mechanikai tulajdonság értékei

Anyag 11 321.21	Hengerlési iránytól való eltérés	σ_F, kp/mm²	σ_B, kp/mm²	σ_F/σ_B	δ_{80}, %
Fekete lemez	0°	30,24	38,45	0,786	19,18
	45°	29,74	37,99	0,783	21,15
	90°	28,74	38,79	0,741	23,29
Elektrolitikusan ónozott lemez	0°	37,01	39,09	0,947	21,74
	45°	37,76	38,36	0,965	23,79
	90°	37,94	39,26	0,967	24,07
Tűzi úton ónozott acéllemez	0°	36,52	38,02	0,960	15,97
	45°	36,19	37,46	0,966	18,35
	90°	37,20	37,92	0,980	17,53

húzással történő alakításánál fennállnak, mégis sok fontos, az acéllemezek mélyhúzhatóságával szorosan összefüggő adatot és értéket közölnek. E feladat megoldásához a szakítóvizsgálatok során a következő jellemzők kerültek megállapításra:

1. mechanikai tulajdonságok — σ_F, σ_B, σ_F/σ_B, δ
2. képlékenységi anizotrópia — R
3. keményedési tényező — n

Mechanikai tulajdonságok

A mechanikai tulajdonságok a szakítóvizsgálat alapján állapítandók meg, mely vizsgálatok a csehszlovák szabvány (CSN) 420310 szabvány szerint a CSN 4203121 szabvány által előírt kísérleti anyagon végzendők el. Helyes eredmények elérése érdekében szükség van a vizsgálatok becsületes és figyelmes elvégzésére, főképp a nagyon vékony acéllemezek esetén.

A helyesen elvégzett szakítóvizsgálatok értékes információt nyújtanak az acéllemez minőségéről. Rendszerint négy összehasonlításra kerülő értéket dolgozanak fel, melyek alapján értékelhető az agyag képlékenysége. Ezek:

σ_B — szakítószilárdság (kp/mm²)
σ_F — folyáshatár (kp/mm²)
δ — nyúlás (%)
σ_F/σ_B — folyáshatár és szakítószilárdság aránya

Fontos, hogy az acéllemezek értékelésénél a szakítóvizsgálat alapján elért értékek ne egyenként elkülönítve legyenek értékelve. Ezen adatok kombinációja σ_F/σ_B; $\sigma_B-\sigma_F$; $\sigma_B\cdot\sigma_F$; $(\sigma_B-\sigma_F)\delta$ lehetővé teszi az acéllemezek előnyösebb minősítését a mélyhúzásra való alkalmasság szempontjából [3, 4, 5]. A 0,5 mm-nél vékonyabb acéllemezeknél nem ajánlatos értékelni a nyúlást. Ebben az esetben azonban a szakítóvizsgálat egyes értékei között fennálló kapcsolat megállapításának érdekében került értékelésre a nyúlás.

A vizsgálattal megállapított és kiszámított adatok külön kerültek feldolgozásra a fekete — tűzi úton ónozott — és az elektrolitikus úton ónozott acéllemezek esetén. Ezen értékek feldolgozásánál nem az ónréteg vastagságát vettük figyelembe, hanem az ónréteg felviteli technológiájának hatását a fekete alap-acéllemezre. A kiszámított értékek szórása az egyes acéllemezfajtákon belül minimális volt. A poláris diagramokban ezért csak az átlagértékeket tüntettük fel. Az így feldolgozott értékek az *1. táblázatban* találhatók. A σ_B, σ_F, σ_F/σ_B, δ egyes értékei az *1.*, *2.*, *3.*, ill. a *4. ábrán* láthatók.

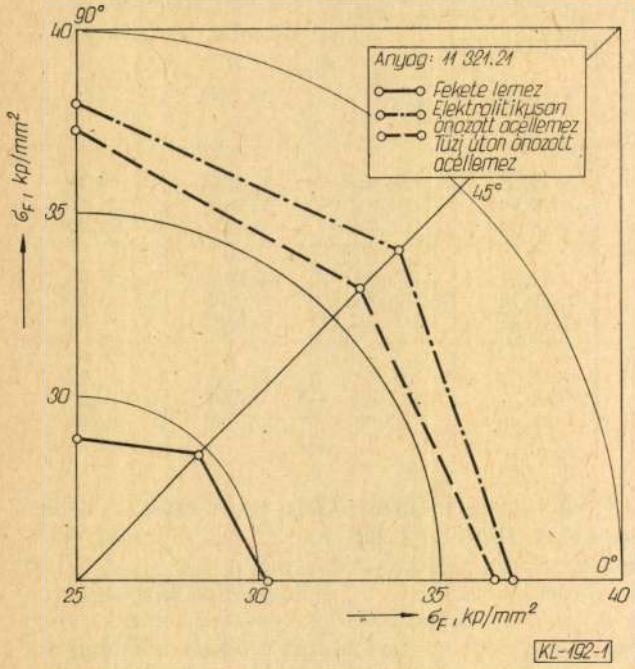
A poláris diagramok lefolyásának karakterisztikája egyenletlenséget mutat a fekete acéllemezek aránylag jó mechanikai tulajdonságaival szemben. Ettől eltérően az ónozott acéllemezek mechanikai tulajdonságai egyenletesebbek. Mindenesetre szükséges a nyúlás számítóábrájának választásakor figyelembe venni a mechanikai tulajdonságok anizotrópiáját.

Az *5. ábrán* látható a három megfigyelt acéllemez csoport szakítódiagramjának tipikus görbéje. Az alap fekete acéllemez szakítódiagramja — *(5a ábra)* — nem mutat különösebb folyási határt, sem pedig nyúlást ezen a területen. Mindkét ónozott acéllemez esetén a diagrammon (*5b* és *c ábra*) nagyobb mértékben megemelkedett folyási határ észlelhető a fekete acéllemezzel szemben, miközben a szakítószilárdság értéke a lemezek mindegyik fajtájára körülbelül azonos. Az ónozott acéllemezeken szintén megfigyelhető nagyobb mértékű nyúlás a folyási határon. Ezen nyúlás majdnem törvényszerűen nagyobb a tűzi úton ónozott, mint az elektrolitikusan ónozott acéllemezeken. Ez a folyáshatáron jellegzetes feszültségingadozással és nagyobb mértékű ún. Lüders-féle deformációval mutatkozik a folyási határon. Ilyen acélok mélyhuzásakor az ónozott acéllemezeknél ráncok keletkeznek — ún. Lüders-féle folyási görbék, ami kellemetlen tulajdonsága a sajtolásra szánt acéllemezeknek. A munkadarab felületén azon helyeken az anyag helyi képlékeny alakváltozása következik be, ilyen esetben a lemez felülete elveszti fényességét, s ezzel csökken a végtermék esztétikai hatása.

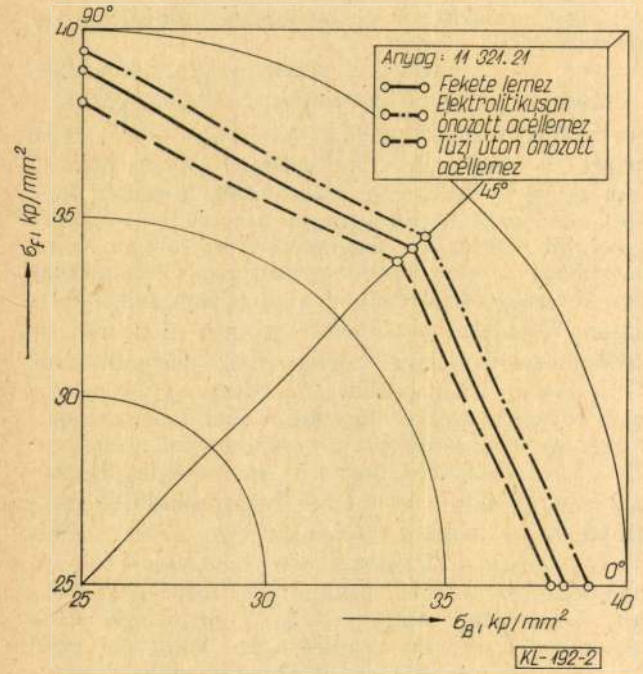
Képlékenységi anizotrópia

Az utóbbi években nagyobb figyelmet szentelnek azoknak a szakítóvizsgálatoknak, melyek eredményei általános érvényűek az adott acéllemez mélyhúzhatóságának megítélésére. A mélyhúzás új kritériumai közé tartozik a képlékenységi anizotrópia és a keményedési tényező.

A képlékenységi anizotrópia az acéllemez tulajdonságainak változásait fejezi ki az acéllemez sík-

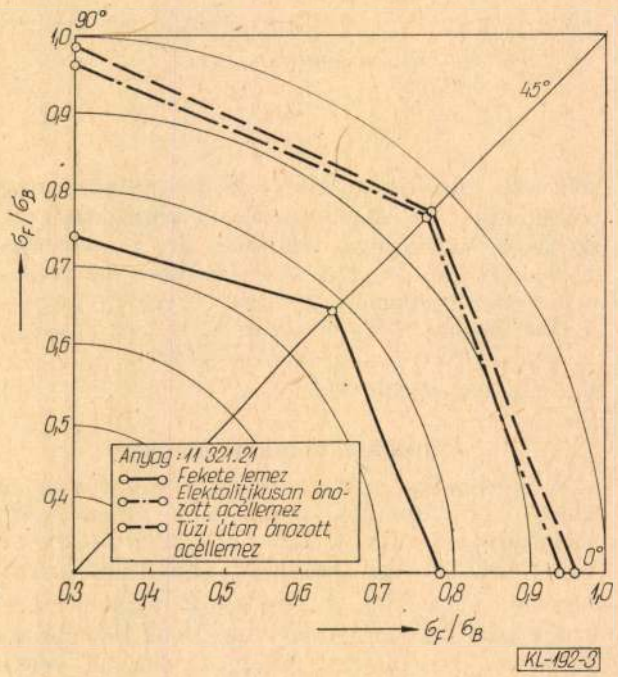


1. ábra. A folyáshatár σ_F görbéje a hengerlés irányához viszonyítva

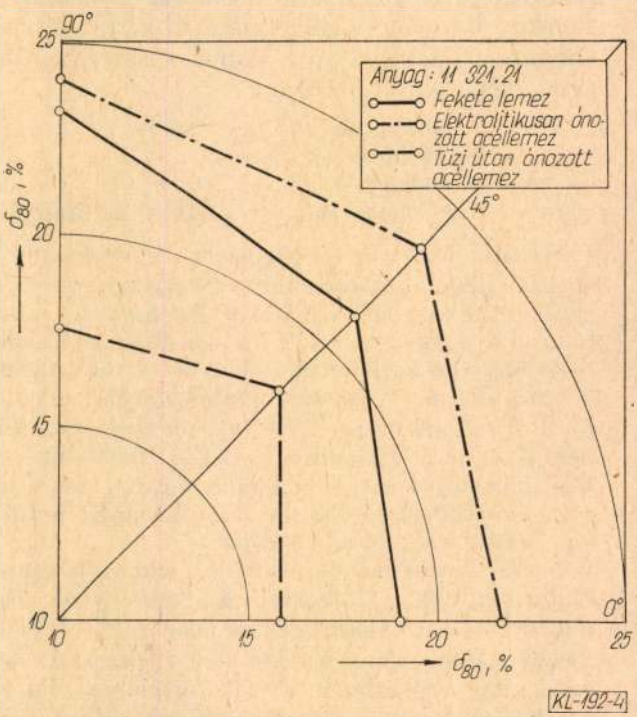


2. ábra. A szakítószilárdság σ_B görbéje a hengerlés irányához viszonyítva

jában, az acéllemez síkjára a merőleges síkhoz viszonyítva. Minél nagyobb a képlékenységi anizotrópia „R" tényezőjének értéke, annál ellenállóbb az acéllemez a húzásnál történő elvékonyodással szemben és jobb a mélyhúzhatósága [3, 4, 5]. Mivel a hengerlés irányához viszonyítva különböző irányban a képlékenységi tényező értéke eltérő, ezért mint a mélyhúzásra való alkalmasság kritériuma a képlékenységi anizotrópia átlag értéke „r" használatos. Az acéllemez képlékenységi anozotrópiájának tényezői közötti különbséget — a hengerlés irányában mért értékhez viszonyítva képlékenységi anizotrópia foka, a ΔR fejezi ki. A ΔR értéke azért fontos, mert abszolút értéke a fülesedés keletkezésére való hajlamosságot és ennek mértékét fejezi ki. Ha a $\Delta R > 0$, a fülek 0° és 90°-os irányban keletkeznek a hengerlési irányhoz viszonyítva. Abban az esetben, ha a ΔR értéke $\Delta R < 0$ a fülek keletkezésének iránya 45°. A legelőnyösebb, ha a $\Delta R = 0$ vagy értéke nullához közeledik, akkor fülek nem keletkeznek.



3. ábra. σ_F/σ_B aránya a hengerlés irányához viszonyítva



4. ábra. A fajlagos nyúlás görbéje a hengerlés irányához viszonyítva

A képlékenységi anizotrópia mint a próbatest tényleges alakváltozásának aránya fejezhető ki a szélesség és vastagság irányában [1]:

$$R=\frac{\lg\frac{b_0}{b}}{\lg\frac{s_0}{s}} \qquad (1)$$

ahol l_0, b_0, s_0 a próbatest eredeti, mért hossza, szélessége és vastagsága,

l, b, s a próbatest alakváltozás után mért hossza, szélessége és vastagsága.

A próbatest állandó térfogatának feltételezésével az alakváltozás előtt és után az előbbi összefüggés (1) kifejezhető a hosszúság és szélesség változása segítségével (2):

$$R=\frac{\lg\frac{b_0}{b}}{\lg\frac{b\cdot l}{b_0\cdot l_0}} \qquad (2)$$

Fontos, hogy az „R" értéke a maximális egyenletes alakváltozás határán belül kerüljön meghatározásra. A maximális alakváltozás bizonyítása kísérleti úton történik. Körülbelül megállapítandó, mint a tényleges logaritmikus alakváltozás a próbatesten a szakadás után, megfelelő távolságban a fejrésztől.

A képlékenységi anizotrópia átlagos értéke „r" az egyes „R" tényezőkből állapítható meg — a hengerlés irányához viszonyítva különböző irányban — a következő összefüggés alapján:

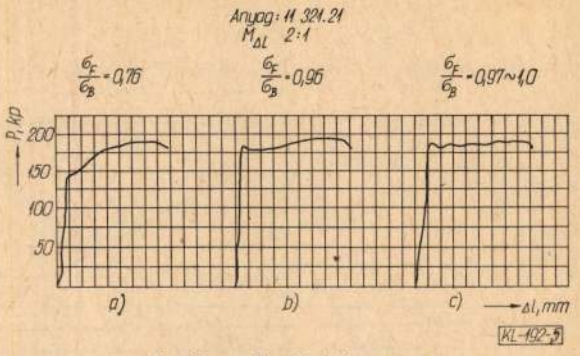
$$r=\frac{R_0+2R_{45}+R_{90}}{4} \qquad (3)$$

ahol R_0, R_{45}, R_{90} 0°, 45°, 90°-on mért r értékek a hengerlés irányához viszonyítva.

A sík anizotrópia foka R a következő összefüggés alapján állapítandó meg (4):

$$R=\frac{R_0-2R_{45}+R_0}{2} \qquad (4)$$

A GMT-en elvégzett vizsgálat kiértékelésének eredményei alapján ebben az esetben az „R" tényező megállapítására a feladatban ajánlott optimális módszert (4) alkalmaztuk.



5. ábra. Szakítódiagram:
a — fekete acéllemez, b — galvanikus úton ónozott acéllemez, c — tűzi úton ónozott acéllemez

A felmért és kiszámított adatok mint átlagadatok kerültek feldolgozásra külön a fekete acéllemezekre, tűzi úton és elektrolitikusan ónozott acéllemezekre. Az így feldolgozott adatok a *2. táblázatban* vannak feltüntetve. A *6. ábrán* látható az acéllemezek egyes értékeinek diagramja.

A 6. ábra alapján következtetni lehet az aránylag kiemelkedő „R" értékek lefolyására az összes acéllemez-fajtánál. Minimális „R" érték a fekete acéllemeznél 45°-nál, maximális 0° és 90°-nál van a hengerlési irányhoz viszonyítva. Ezen eredmények megegyeznek a GMT-el mért különböző tulajdonságú fekete mélyhúzható acéllemezekre megállapított eredményekkel. A tüzi úton ónozott acéllemezeken az „R" emelkedő értéke észlelhető a hengerlési irányhoz viszonyítva 45°-nál és csökkenése 0° és 90°-nál. Ebben az esetben létrejött a fekete acéllemez karakterisztikájának tükrözése vízszintes tengelye körül. Megjegyzendő, hogy többé-kevésbé törvényszerű jelenségről van szó, ugyanis az ónozott acéllemezekre végső értékként 36—40 mérés átlagértéke került felvételre.

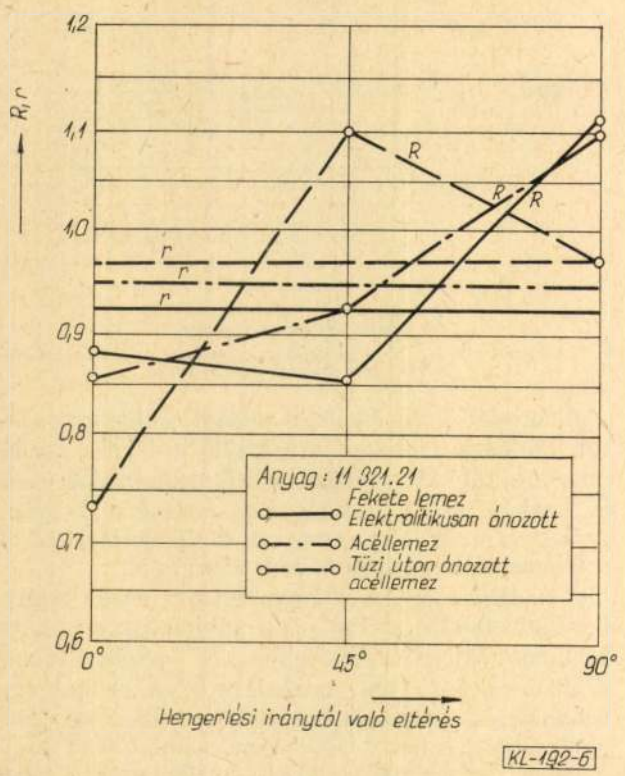
A képlékenységi anizotrópia átlagértéke „r legkisebb a fekete acéllemeznél. Az ónozott acéllemezek magasabb értéket mutatnak, közülük is legmagasabbat a tűzi ónozással készült acéllemezek.

A sík anizotrópia foka a fülek keletkezésre való hajlamosságot fejezi ki 0° és 90° alatt az alapállapotban levő acéllemezeknél, viszont a tűzi úton ónozottnál az állapot éppen ellenkező. Az

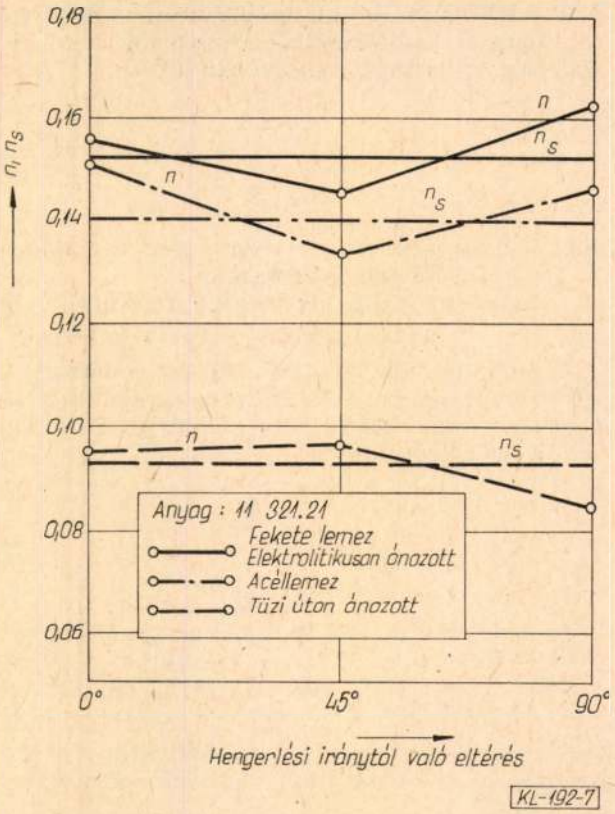
2. táblázat

A képlékenységi anizotrópia és keményedési tényező mérés alapján megállapított értékei

Anyag 11 321.21	Hengerlési iránytól való eltérés	R	r	ΔR	n	n_s
Fekete lemez	0°	0,8848	0,9288	0,1485	0,1561	0,1527
	45°	0,8546			0,1460	
	90°	1,1213			0,1625	
Elektrolitikusan ónozott acéllemez	0°	0,8584	0,9561	0,0465	0,1508	0,1401
	45°	0,9328			0,1317	
	90°	1,1002			1,1463	
Tűzi úton ónozott acéllemez	0°	0,7354	0,9717	—0,2624	0,0950	0,0929
	45°	1,1029			0,0961	
	90°	0,9457			0,0842	



6. ábra. A képlékenységi anizotrópia „R" görbéje a hengerlés irányához viszonyítva



7. ábra. A keményedési kitevő „n" görbéje a hengerlés irányához viszonyítva

elektrolitikusan ónozott acéllemezeknél a R megállapított értéke a fülek keletkezésére való hajlamosság alacsony fokáról tanúskodik.

A keményedési kitevő

Némely szerző ajánlja a mélyhúzás értékelését az „n" kitevő szerint, a keményedés görbéjét egytengelyű húzásnál kifejező egyenlet alapján [4]:

$$\sigma_i = c \cdot \varphi_i^n \qquad (5)$$

ahol σ_i a valódi feszültség intenzitása
γ_i a valódi alakváltozás intenzitása
n keményedési tényező, az anyag minőségétől függő állandó
c az anyag minőségétől függő állandó

A keményedési tényező egyike az acéllemezek sajtolhatóságát kifejező anyagi jellemzőknek. Az anyag keményedésre való hajlamosságát fejezi ki hideg alakításnál.

A mélyhúzhatóság értékelésének jelentősége a keményedési tényező alapján abban rejlik, hogy számbeli értéke egyenlő a maximális egyenletes megnyúlás értékével. Mivel az „n" érték érzékeny arra az irányra, ahonnan a vizsgálati anyag kiválasztásra került a mélyhúzhatóság értékeléséhez, a keményedési tényező átlagértéke használatos: „n_s".

A módszerek sokaságára való tekintettel a keményedési tényező értékéhez ebben az esetben is a GMT-en megoldott feladat (4) eredményei szolgáltak kiindulópontul. A mérésre a GMT-en kidolgozott eredeti módszert alkalmaztuk. Különleges alakú próbatestről van szó, melyet két különböző mért szélesség jellemez [4].

Mivel a végső összefüggés és levezetése, amelyből a keményedési tényező számításra került, a próbatest alakjából eredően aránylag bonyolult. A számítást nem mutatjuk be, részletes ismertetése azonban a [3, 4] munkákban megtalálható. Az n_0, n_{45}, n_{90} kiszámított értékekből a mélyhúzhatóság megítélésére a (6) összefüggés szerint a keményedési tényező „n_s" átlagértéke került felhasználásra.

$$n_s = \frac{1}{4}(n_0 + 2n_{45} + n_{90}) \qquad (6)$$

A mért és számított adatok minden egyes acéllemez minőségre külön feldolgoztuk. Az elért átlageredmények a 2. táblázatban vannak feltüntetve és grafikusan a 7. *ábra* mutatja.

A 7. ábrán levő görbe lefolyásából látható, hogy a keményedési tényező nagyobb értékei a fekete acéllemezeknél, míg a legalacsonyabbak a tűzi úton ónozott acéllemezeknél vannak. A közöttük levő területen találhatók az elektrolitikusan ónozott acéllemezek értékei. A fekete és elektrolitikusan ónozott acéllemez minimális értékét 45°-nál éri el. A tűzi úton ónozott acéllemez minimális értéke ebben az esetben a hengerlési irányhoz viszonyítva 45°-nál van.

A keményedési tényező átlagértéke, „n_s" alapján a következő sorrendet lehet megállapítani a legmagasabb értéktől a legalacsonyabb felé:
fekete acéllemez
elektrolitikusan ónozott acéllemez
tűzi ónozású acéllemez

A szakítódiagramok eredményeinek végső értékelése

Az elemzés elért eredményei alapján a következő végső értékeléshez lehet jutni:

1. Az ónozás technológiája közben a folyáshatár emelkedése és a folyáshatár szembeszökő lefolyása jön létre. A szilárdság értéke körülbelül azonos a nem ónozott acéllemezével.
   A folyáshatár kiemelkedő átmenete arra mutat, hogy az ónozás alapanyaga öregedésre nagyon hajlamos. Az ónozás technológiája után gyakorlatilag az acéllemez teljes öregedése jön létre. Az alsó folyáshatáron való megnyúlás arról tanúskodik, hogy az acéllemez hajlamos a Lüders-féle vonalak keletkezésére.
2. σ_F/σ_B aránya a fekete acéllemezeknél 0,76 körül mozog. A mélyhúzás értékelésének szempontjából ez az acéllemez a kisebb követelményű munkadarab készítésére alkalmas. Az ónozott acéllemezeknél a folyáshatár emelkedése az oka a σ_F/σ_B arány emelkedésének, melynek értéke 1,0 felé közeledik. Gyakorlatban ez az érték 0,96—0,99 határok között mozog, miközben az alacsonyabb értékek az elektrolitikusan ónozott acéllemezeknek és a magasabb a tűzi úton ónozott acéllemeznek tulajdoníthatók.
3. A nagyon vékony acéllemez nyúlásának értékelésénél óvatosan kell előrehaladni. Némely szerzők nem ajánlják a 0,5 mm-nél vékonyabb acéllemezek nyúlásának kiértékelését. A CSN 420321 szabvány szerint ugyancsak min. 0,5 mm vastagságig ajánlatos a nyúlást értékelni, ezen vastagság alatt csak a felhasználó és gyártó közös megegyezés alapján. A szabvány szerint a próbatest szélessége és mérési hossza az acéllemez vastagságának aránylag széles tartományára 0,1-től 3 mm-ig van előírva. A próbatest egytengelyű húzóterhelésénél képlékeny alakváltozás különbözőképpen alakul (az állandó szélesség betartása mellett): a vastag acéllemezek nagy szélessége megnehezíti az alakváltozást, jelentős egyenetlen kontrakciót okoz, úgymint feszültség-alakváltozási séma különböző állapotát az egyszerű húzástól eltérően [8]. Ezért nem helyes az előírt nyúlás értékét az adott anyagnál megadni az acéllemez tág vastagsági keretein belül. Azonos minőségű, méretű és formájú, de vastagabb acéllemezek magasabb nyúlást mutatnak. Ezen ismeretek alapján meg lehet állapítani, hogy a nyúlás átlagértéke a fekete acéllemeznél $\delta_{80} = 20—22\%$, melynél az adott anyag kielégítő képlékenységgel rendelkezik, ha a σ_F/σ_B aránya is megfelelő [7].
   A tűzi úton ónozott acéllemezek esetén azonban a nyúlás és a húzhatóság nagyobb csökkenése következik be, ami a gyártási technológia következtében előálló alakítási öregedés eredménye.
4. A normál állapotú fekete acéllemez a képlékenység anizotrópia állandója révén a kisebb követelményű munkadarab készítéséhez alkalmasnak mondható.
   A megítélt „R" tényező szerint az ónozott acéllemezek is azon területre sorolhatók, ahová a fekete acéllemezek, habár a szakítóvizsgálatokkal megállapított értékek nem tanúskodnak erről. A vizsgált acéllemezek a kisebb követelményű munkadarab mélyhúzására alkalmasak.
5. A tűzi ónozásnál érdekes jelenség lép fel, ugyanis az „R" értékei ellenkező lefolyásra mutatnak, mint a fekete acéllemezeknél. Az önfürdő hőmérséklete alacsony ahhoz, hogy létrejöhessen a hőhatás következtében a szövetszerkezet átalakulása. Ezen jelenségből arra lehet következtetni, hogy az ónozás után alakváltozás jön létre az alapfém, az átmeneti réteg és a külső bevonat között. Ezen feltételezést szükséges lenne szövetszerkezeti vizsgálat segítségével hitelesíteni. Ez további kísérletek tárgya lehet.
6. A keményedési tényező „n" értéke alapján egytengelyű feszültségi állapotnál nagyobb egyenletes alakváltozás érhető el a fekete acéllemezeknél normál-állapotban, mint az ónozott acéllemezeknél. Az „n" értéke 0,09—0,15 határok között van, mely számérték megfelel a 9—15 százalékos maximális egyenletes alakváltozásnak. Ezen értékek megegyeznek a gyakorlatilag 10—14%-os egyenletes alakváltozásnál jelentkező értékekkel.

IRODALOM

[1] *Blascik, F.—Szabó, E.—Kavecansky, V.:* P-15—124—012—00—04. sz. kutatási beszámoló, Kosice, KSTaTS, 1971.

[2] *Blascik, F.:* Teória spracovania plechov I. ALFA Bratislava 1973

[3] *Pollák, L.:* Nové kritériá posudzovana vhodnosti ple.hov k hlbikému tahaniu. Habilitacná práca. Kosice, VST SF, 1972

[4] *Blascik, F.* és munkatársai: Kosice, Zácerecná správa KSTaTS,S-Fak 5/70, 1972

[5] *Pollák, L.:* P-15—124—012—00—03. sz. kutatási beszámoló, Kosice, KSTaTS SF VST. 1971

[6] *Havlik, A.:* Ocelové plechy hlbokotazné v cs. prumyslu. Ostrava, SVK, Státni vedecká kniznice, 1968.

[7] *Szabó, E.:* Kandidátusi disszertáció KSTaTS SF VST Kosice, 1973

[8] *Stepanov, R. D.—Chasatrjan, S. R.:* K. voprosu o vybere rozmerov ploskych obrazcov dlja ispytanija metallov na rastjazenije. Zavodskaja laboratorija C. 8, 1971

Felhívjuk tagjaink figyelmét a Vaskohászati Szakosztály 1975. évi pályázatára

Határidő: dec. 31. Pályázati feltételeink az 1975. 1. számunk borítólapján

Egyesületi hírek

Köszöntjük Szeless Lászlót kettős jubileuma alkalmából

Kevés kohász szakember tekinthet visza olyan sokoldalú és változatos 50 éves szakmai múltra, mint *Szeless László* okl. vaskohómérnök, egyesületünk tiszteletbeli tagja, aki egyesületünknek 50 éve tagja szeptember 6-án vette át Miskolcon a Nehézipari Műszaki Egyetem rektorától aranydiplomáját. Míg ebből az alkalomból a magyar kohászok nevében szeretettel köszöntjük őt, érdeklődésünk fokozott mértékben irányul eddigi nagyszerű pályafutása felé, amely útmutató és követendő példaként is lebeg előttünk.



Szeless László, miután szülővárosában Keszthelyen elvégezte alsóbb iskoláit, Sopronba megy kohászatot tanulni, ahol 1925-ben szerzi meg mérnöki oklevelét. A korszak, amelyben pályája indul, a fiatal diplomások számára nem kínál fényes működési lehetőséget, ő is külföldre megy és az ország határain kívül vállal gyakornoki munkát, nem zárkózva el a fizikai munkától sem. Csak másfél év múlva tér vissza és először, egy évig tanársegédeskedik a Soproni Főiskola kohógéptani tanszékén. 1928 elején helyezkedik el Ózdon, és pályafutása ettől kezdve vesz lendületet. Mintegy hét évig acélgyártással foglalkozik, és vezeti az anyagvizsgálatot, majd 1935-ben a Finomhengerműbe kerül, közben egy évig Budapesten központi szolgálatot teljesít, majd utána 1944-ig a Finomhengermű vezetője volt. 1944-ben ismét a RIMA központjába helyezik és itt éri a háború vége, már igazgatói beosztásban. 1945 júniusa után a borsodi üzemek beindításán fáradozik, az üzemek államosítását követően pedig a Nehézipari Központ a borsodi üzemek igazgatásával bízza meg.

A szocialista iparosítás időszakában elsők között kapcsolódik be az építő munkába, mint a Kohóipari Központ, majd a KGM Vaskohászati Főosztály beruházási vezetője. Résztvesz a kohászati fejlesztési koncepciók kidolgozásában és a beindított beruházások kivitelezésében. 1951—53-ban a Kohóipari Tervező Iroda főmérnöke, 1953—57 között az induló Dunai Vasmű kohászati üzemeinek első főmérnöke, majd az új gyár fémetallurgusa. 1957-től 1960-ig a KGM Tervező Irodáiban, majd 1961—69 között a Vasipari Kutató Intézetben dolgozik. Azóta pedig az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottságban fejt ki szakmai tevékenységet.

Szeless László ipari tevékenysége szinte a vaskohászat egész területére kiterjed. Ózdon egy abroncssort és egy új finomsort helyezett üzembe, majd utolsó három évtizedben pedig számos olyan országos jellegű döntés és intézkedés született, amelynek kezdeményezésében részt vett. Tevékeny szerepe volt a Dunai Vasmű tervezésében és beindításában, a Lőrinci Hengerműtelepítésében, a hengerelt gyártmányok országos jellegű szakosításában, amely hengerműveink munkamegosztásában ma is érvényesül. A Vasipari Kutató Intézetben megszervezte a Képlékenyalakítási Osztályt, és jelentősen fejlesztette a hengerészeti kutatást. Kezdeményezésére indul meg hengerműveinkben a szabályozott acélhengerlés is. Ipari tevékenységében kerül minden látványosságot, működésére az alapos megfontoltság, a józan mérlegelés és a jövőbe látás a jellemző. A kutatásban különösen nagy szerepet szán az üzemi- és félüzemi kísérleteknek. Felkészültségére a sokoldalú tapasztalaton kívül jellemző a széles látókör és az alapos olvasottság. Nem véletlen, hogy az utóbbi 30 évben alig akad a vaskohászat területén olyan szakbizottság, amelynek tagja, vagy vezetője ne lenne. Számos tanulmányt készít önállóan, vagy társszerzőkkel együtt, a Magyar Tudományos Akadémia, az Országos Tervhivatal, az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság és a Vaskohászati Igazgatóság megbízásából.

Emellett jelentős irodalmi tevékenységet is folytat; 20-nál több cikke jelent meg, nagyobb részük a Kohászati Lapokban. Ezekben a gyártási program ésszerűsítésével, a hengersorok fejlesztésével, a termelési kapacitások bővítésével, és a szabályozott hengerléssel foglalkozik. Mintegy 13 szakkönyvet lektorált és 5 könyvet írt, részben társszerzésben. Különösen 1965-ben ér el nagy könyvsikert. Ekkor adják ki a „Korszerű hengerművek" című könyvét, melyet *Pálvölgyi Árpáddal* közösen írt, s amely jelenleg is a hengerészek sokat forgatott kézikönyve. Ugyanebben az évben jelent meg főműve „Vaskohászati gyárak tervezése" címen, amely nemcsak jelentős terjedelmével és a hazai irodalomban egyedülálló témájával tűnik ki, hanem szerzőjének biztos ítélőképességét, nagy tájékozottságát és alapos olvasottságát is tanúsítja.

Irodalmi tevékenységén kívül, a műszaki kultúra élőszóval való terjesztéséből is jelentősen kivette részét. Számos bel- és külföldi szakmai előadást tartott, egyetemi diplomaterveket bírált és 10 évnél hosszabb ideig a miskolci és budapesti egyetemek államvizsgáztató bizottságainak is állandó tagja.

Szeless László társadalmi szerepe sem marad el ipari tevékenységétől. Különösen nagy szerepet tölt be Egyesületünk életében, amelynek 1925-től, tehát pályakezdésétől fogva tagja, s így mint egyesületi tag is 50. évével jubilál. A kohászok közösségét mindig saját nagyobb családjának tekintette, és az Egyesület felvirágoztatásán mindig odaadással dolgozott. Két cikluson keresztül elnöke volt a Vaskohászati Szakosztálynak és 1958-tól szerkesztőbizottsági tagja a Kohászati Lapoknak. Számos nagy rendezvényünkön képviselte az Egyesületet és az ország határain kívül is növelte annak tekintélyét. Közösségi munkájának elismeréseként az 1972. évi közgyűlés az Egyesület tiszteletbeli tagjává választotta, ezenkívül megkapta 1954-ben a Mikoviny, 1966-ban a Wahlner és 1967-ben a Péch Antal egyesületi emlékérmet.

Amikor *Szeless Lászlónak* kétszeres jubileumához sok szeretettel gratulálunk, kívánunk neki jó egészséget és még sok sikert, további pályafutása során. (E. Z.)

Mossóczy Vilmos 80 éves

Mossóczy (Pfaff) Vilmos okl. vaskohómérnök egyesületünk régi tagja a közelmúltban töltötte be 80. életévét.

Salgótarjánban. született Apja bányamérnök volt. Középiskoláit Pozsonyban, főiskolai tanulmányait Selmecbányán, majd Sopronban végezte. Oklevelét 1922-ben szerezte meg.

1919-ben lépett a Diósgyőri Vasgyár szolgálatába. Először az acélműben dolgozott, majd az anyagvizsgáló laboratóriumot, később a hőtechnikai osztályt vezette 1946-ig, amikor betegsége miatt nyugdíjazását kérte. 1946—1949 között mérnöki irodája volt, majd 1949-től az Országos Találmányi Hivatalban, később a Műszaki Fejlesztési Bizottságban dolgozott, ahol vas- és fémkohászati, ércbányászati és tűzálló falazati kérdésekkel foglalkozott. 1954-től a Vaskohászati Kemenceépítő Vállalatnál, majd 1960-tól a Magyar Szabványügyi Hivatalban dolgozott, innen ment nyugdíjba 1966-ban. Szerény modora, szakismerete, hosszú pályafutása alatt sok barátot szerzett neki.

80. születésnapja alkalmából szeretettel köszöntjük és tartós jó egészséget kívánunk. *G. L.*

A Kohómérnöki Kar Hírei

A június 3—6 között Balatonszéplakon megrendezett VIII. Kohászati Anyagvizsgáló Napokon a Kohómérnöki Kar részéről az alábbi előadások hangzottak el:

Automatikai Tanszék: *Dr. Czekkel János:* Módszerek a fémfürdő oxigéntartalmának az acélgyártás közben történő közvetlen mérésére.

Fémtani Tanszék: *Dr. Bárczy Pál*; Diszlokáció-sűrűség meghatározása röntgendiffrakciós profilanalízissel. *Dr. Káldor Mihály*; A martensites átalakulás alapjairól. *Nébli Vendel:* Diszlokációk és ponthibák kölcsönhatásának vizsgálata belső súrlódás mérésével. *Robonyi Andorné — Dr. Temesi Zoltánné:* Nióbium és vanádium kiválási mechanizmusa acélokban. *Dr. Roósz András—Gácsi Zoltán:* A perlit austenitesedésének kinetikája. *Dr. Tranta Ferenc:* Mágneses mérőmódszer használata átalakulások vizsgálatánál.

Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszék: *Dr. Vorsatz Brunó:* A fémötvözetek összetételének és tulajdonságainak kapcsolata és ennek analitikai kémiai vonatkozásai. *Dr. Szopory Béla—Dr. Péter László:* Mikroanalitikai módszerek a zárványelemzésben.

*

Az idén végzett kohómérnökhallgatók az alábbi megosztásban kaptak diplomatervet:

Automatikai Tanszék: *Magyari Kálmán, Takács Margit.*

Fémkohászattani Tanszék: *Bebiák László, Bronner Éva, Duong Thanh Sung, Grélinger Gábor, Kalocsai Ágnes, Persa Ioan, Pohl László, Rádi Gyula, Rutkai Györgyi.*

Fémtani Tanszék: *Bárczy Gergely, Boross Péter, Farkas József, Kahut János, Márkus László, Pham Viet Dung, Técsi Jolán, Varga Pál.*

Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszék: *Batta Bertalan, Becski Tibor, Borbély György, Forray József, Kelemen Gyula, Majoros István, Nguyen the Phuong, Rémiás János, Richter Tibor, Szabó Ildikó, Ta Minch Due, Takács Zsuzsanna, Varga Edit, Varga Sándor.*

Öntészeti Tanszék: *Ádám Annamária, Bollobás József, Bucska Magdolna, Buza Gábor, Deme László, Dénes Margit, Dobrosi Ferenc, Lelik Zsuzsanna, Mészáros Géza, Szabó Zsolt, Szuchy Ilona, Tóth Pál.*

Tüzeléstani Tanszék: *Devecsai János, Kiss Rigó János, Gulácsi János, Török Attila.*

Vaskohászattani Tanszék: *Falucskai Zoltán, Hamar József, Koszti László, M. Molnár József, Nguyen Quang Minh, Pálos Endre, Vu van Quong.*

Az államvizsgákat négy vizsgabizottság előtt június 23—24 között tartottuk. A diplomavédés eredményeit a következő táblázat tükrözi:

Minősítés	Diploma-terv	Állam-vizsga	Oklevél minősítés
Kitűnő	—	1	1
Jeles	21	4	4
Jó	21	15	15
Közepes	9	25	25
Elégséges	3	2	2
Elégtelen	1	8	8

Automatikai Tanszék:

A Tanszék május 26—30 között „Kohászati kemencék hőüzemének és szabályozási rendszereinek vizsgálata" címmel mérnöktovábbképző tanfolyamot tartott, amelyen 25 fő vett részt és a következő előadások hangzottak el:

Dr. Sulcz Ferenc egy. tanár: A különféle típusú kohászati kemencék, mint szabályozott szakaszok vizsgálata. *Dr. Oláh Miklós* egyetemi adjunktus: A folyamatmodell alkotás és ennek lehetőségei. Izzító kemencében lejátszódó folyamatok modellezése. *Dr. Szarka Tibor* főmérnökhelyettes (LKM): Az impulzustüzelés elmélete, alkalmazásának lehetővégei, gazdaságossága. *Palotás Árpád* osztályvezető (TÜKI): Önműködő olaj- és gázégetők automatizálási rendszerei. *Kis Mátyás* egy. tanársegéd: A kemencék hőüzemének irányítási rendszerei. Ívfényes kemence ívhossz-szabályozásának modellezése. *Juhász András* egy. tanársegéd: Az analóg számítógép és analóg modellezése felhasználása kemencék hőüzemének és irányítási rendszerének vizsgálatára. Védőgáz generátorokban lejátszódó folyamatok modellezése.

*

Fémtani Tanszék:

Dr. Káldor Mihály tszv. egy. tanár és *Dr. Tranta Ferenc* egy. adjunktus részt vettek májusban a Freibergi Bányászati Akadémia „Ausbildung von Werkstoffeinsatzingenieuren" című, a szocialista országok szakértőinek bevonásával tartott kerekasztal-megbeszélésen. Részt vettek még Gépészmérnöki Kar Mechanikai Technológiai Tanszéke részéről *Dr. Romvári Pál* tszv. egy. tanár, valamint *Lizák József* és *Zolnai Gábor* egy. adjunktusok is.

*

Öntészeti Tanszék:

A Freibergi Bányászati Akadémia (NDK) Öntödei Intézetének igazgatója, *Dr. Karl Stölzel* professzor febr. 24-től márc. 6-ig Magyarországon tartózkodott. Az Öntészeti Tanszéken tartott szakmai, tudományos megbeszéléseken kívül látogatást tett az Öntödei Vállalat Soproni Vasöntödéjében, a ZIM Kecskeméti Kádöntödében, valamint a Csepeli Vas- és Acélöntödében.

Dr. Nándori Gyula tszv. egy. tanár ápr. 14—18 között. Moszkvában részt vett a hazánk 30. éves felszabadulási ünnepségeinek keretében megtartott, és a MTESZ Központi Titkársága által előkészített magyar tudományos és technikai előadássorozaton. A Szovjet Technika és Tudomány Házában „A ritkaföldfémek hatása az öntöttvasak szövetszerkezeti és szilárdsági tulajdonságaira" címmel április 16-án előadást tartott.

*

Vaskohászattani Tanszék:

Az ápr. 21—26 között Dobrában (Csehszlovákia) tartott, „Radioizotopok és nukleáris módszerek alkalmazása a metallurgiában" c. I. Nemzetközi KGST Szimpoziunon — egyebek között — az alábbi 3 előadás hangzott el.:

Dr. Vorsatz Brunó (Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszék) — *Dr. Simon Sándor — Dr. Szarka Gyula — Benkő Gyuláné:* Nukleáris módszerek alkalmazása nagytisztaságú acélok előállításánál.

Benkő Gyuláné—Dr. Simon Sándor:—Dr. Vorsatz Brunó (Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszék) — *Dr. Szarka Gyula:* Folyamatos öntőműben az acél és a tűzálló anyag közötti kölcsönhatás vizsgálata nukleáris módszerrel. *Dr. Farkas Ottó—Dr. Szarka Gyula—Csutor Tivadar:* A nagyolvasztóban az anyaglevonulás idejének és sebességének meghatározása radioaktív izotopos módszerrel.

*

Június 5-én a Vaskohászattani Tanszéken a Budapesti Francia Műszaki és Tudományos Tájékoztatási Központ és a NME Vaskohászattani Tanszéke előadássorozatot szervezett, melyen a Creusot—Loire kohászati művek szakemberei előadásokat tartottak mintegy 60 borsodi kohászati szakember részére. (T. K.)

A környezetvédelmi képzés helyzete és irányai a Nehézipari Műszaki Egyetemen

A mérnök legfőbb környezetvédő feladata a *műszaki környezetvédelem*, ami mindig megoldáscentrikus, *aktív* környezetvédelmet, a mind az egyénre, mind a tágabb környezetre ható *szennyeződés műszaki megelőzését, elhárítását és megszüntetését jelenti.* Mindhárom műszaki feladat *részlegesen* általában megoldható megfelelő védőberendezéseknek, ill. olyan eljárásoknak a kidolgozásával és technológiai rendszer megfelelő fázisába történő beiktatásával is, amelyekkel az üzemegészségügyi, valamint a további *környezetszennyeződési problémák erősen csökkenthetők.* A fő és *végleges megoldást* azonban mindig csak *a technológiák megfelelő korszerűsítése, az üzemegészségügyi és általános környezetvédelmi szempontokat teljesen figyelembevevő, célszerű megváltoztatása,* ezen belül is a lehető teljesen *zárt, komplex technológiai rendszerek kidolgozása* és megvalósítása jelenti, amikor is a lefogott környezetszennyező anyagok akár átalakítás nélkül, akár átalakítva visszakerülnek az adott technológiai folyamatba, vagy értékesebb, más célra szolgáló anyagokká feldolgozva gazdaságosan felhasználásra kerülnek más technológiákban, vagy a fogyasztásban.

A környezetvédelmi feladatok megoldása tehát mindig súlyos *műszaki és anyagi probléma,* de ugyanakkor *igen komplex gazdaságossági és szemléleti kérdés* is. Nem elég ugyanis csak valamely szennyezőt valamilyen módszerrel kinyerni, ha annak felhasználása, vagy újbóli elhelyezése újabb problémákat vet fel, hanem olyan műszaki megoldásokat kell választani, amelyek az adott esetben a leggazdaságosabbak és a *legkevesebb további szennyeződési problémát okozzák.* Ez a legteljesebb mértékben interdiszciplináris feladat és az összes tényezők komplex ismeretét és célszerű alkalmazását kívánja meg.

A helyes *környezetvédelmi szemléletnek* a *kialakítását,* ill. *átalakítását* és tudatosítását, úgyszintén a megfelelően súlyozott *tudásanyagnak a biztosítását* csakis a megfelelően célirányított, színvonalas környezetvédelmi *oktatási tevékenység* alapozhatja meg.

A *környezetvédelem felsőfokú oktatásának világhelyzete* és módszerei igen sokszínűek. Mindenfajta megoldásra és módszerre lehet példát találni; van műszaki egyetem, ahol külön környezetvédelmi mérnökképzés, van ahol csak egyetemi környezetvédelmi előadás van, van ahol a szaktárgyakba beépített környezetvédelmi ismeretátadás a módszer — mint ahogy a magyar műszaki felsőoktatásban is —, de van, ahol már külön környezetvédelmi tanszék, ill. intézet is létezik, s. i. t., és az egyes helyeken különböző terjedelmű és idejű a posztgraduális képzés.

A magyar műszaki felsőoktatásban történő környezetvédelmi jellegű képzés kialakítása során egyrészt abból kell kiindulni, hogy

1. bár környezetvédelmet a nevében is viselő tantárgy a jelenlegi és volt mérnökképzési tantervekben nincs, ill. nem volt, ez a legkevésbé sem jelenti azt, hogy a környezetvédelem műszaki problémáinak tárgyalása és oktatása eddig is ne folyt volna, ha nem is nevezte a tananyag a technológiai, víz, ill. levegőtisztító berendezéseket expressis verbis környezetvédelmieknek;

2. hazánk népességszáma, ill. ipari szerkezete nem igényli a túlzott szakosítást, sőt, egy olyan optimumot kíván meg a felsőoktatásból kibocsájtott szakemberek ismereteitől, amelyekkel azok nem túl nagy határokon belül jól konvertálhatók. Hazánk ennek megfelelően *nem igényel külön, speciális környezetvédelmi szakos mérnököt sem.* Képzendő viszont olyan bánya-, kohó-, gépész-, vegyész-, agrár-, s. i. t. mérnök, akinek a *szakiránya* és ennek megfelelő tudása olyan, hogy őt a saját mérnöki szakterületén felmerülő környezetvédelmi feladatok önálló és aktív megoldására alkalmassá teszi. Az ilyen *mérnöki szakirány* szerinti környezetvédelmi oktatás megvalósítása lehetséges és az egyedüli célravezető út;

3. a nappali és levelező *mérnökképzésben* általában a környezetvédelmet nem külön tárgyként, hanem a szaktárgyak anyagába beépítve a legcélszerűbb oktatni és csak az általános — biológiai, meteorológiai, jogi, s. i. t. — környezetvédelmi alapismereteket érdemes külön előadásban tárgyalni.

Egy műszaki és műszaki felsőoktatási szakemberekből álló országos munkabizottság 1973—74-ben megvizsgálta a műszaki egyetemi környezetvédelmi oktatás helyzetét és a fentiek szellemében javaslatokat tett a további környezetvédelmi oktatás tevékenység kereteire megfelelő profilirozására és fejlesztésének irányaira vonatkozóan.

E javaslatok szellemében a Nehézipari Műszaki Egyetemen is kialakultak a környezetvédelmi képzés profiljai és keretei. Ennek során a környezetvédelmi képzés megszervezése és irányítása a Kohómérnöki Kar, ill. azon belül is az Általános és Fizikai-Kémiai Tanszék feladatkörébe került. Ugyanakkor eldöntésre került egyrészt az, hogy a mérnökképzésben *a jövőben mely tantárgyakban adható és adandó a környezetvédelmi vonatko-*

Tanterv *1. táblázat*
(általános rész)

Sorszám	Tantárgy	Félévi óraszám 1	2	3	4	Koll.	Gyak. j.
1.	A környezetvédelem alapjai.	36				1	
2.	A környezetvédelem szervezete és jogszabályai	6				1	
3.	A környezetvédelmi módszerek fizikai-kémiai alapjai..	32	13			1,2	
4.	A környezetszennyeződés vizsgálati és számítás módszerei	28	23			1,2	
5.	Zajmérési és -ellenőrzési módszerek	6				1	
6.	Levegőtisztaságvédelmi módszerek és berendezések		23	21		2,3	
7.	Víztisztaságvédelmi módszerek és berendezések		23	21		2,3	
8.	Zajvédelmi módszerek és berendezések.....			21		3	
9.	Szennyező szilárd, folyékony és radioaktív hulladékok elhelyezése			21		3	
10.	Víztisztaságvédelmi laboratóriumi gyakorlat		15				2
11.	Levegőtisztaságvédelmi laboratóriumi gyakorlat			16			3
12.	Korróziós laboratóriumi gyakorlat		15				2
13.	Zajlaboratóriumi gyakorlat .			8			3
14.	A környezetvédelem közgazdasági kérdései				8	4	
15.	Számítástechnikai módszerek	12	8	12	8	1,3	2,4

Tanterv *2. táblázat*
(Szakosított rész)

Sorszám	Tantárgy	Félévenkénti óraszám	Koll.	Gyak. j.
	Környezetvédelem a kohászatban szak			
16.	Környezetvédelem a vaskohászatban ..	20	4	
17.	Környezetvédelem a fémkohászatban ..	15	4	
18.	Környezetvédelem az öntödékben	15	4	
19.	Környezetvédelem a képlékenyalakító üzemekben	10	4	
20.	Kohászati kemencék környezetszennyező hatásai	15	—	
21.	Speciális tárgy	7	4	
22.	Technológiai laboratóriumi gyakorlat ...	22		4
	Környezetvédelem a tüzeléstechnikában szak			
16.	Tűálló anyagok előkészítéséhez kapcsolódó környezetvédelem	15	4	
17.	Környezetszennyezők keletkezési feltételei a lángban	15	4	
18.	Tüzelési eljárások és a környezetvédelem összefüggései	15	4	
19.	Szilárd szennyezők keletkezése a tűzálló anyagok gyártásában és kemenceépítésben	21	4	
20.	Környezetszennyezés a kommunális tüzelőberendezéseknél és járműveknél ..	10		
21.	Speciális tárgy	6	4	
22.	Technológiai laboratóriumi gyakorlat ...	22		4

zásoknak nagyobb súly a jelenlegi helyzethez képest, másrészt kimunkálásra kerültek a posztgraduális képzés tartalmi kérdései.

Jelen körülményeink között ugyanis éppen a *posztgraduális oktatás* beindítása vált a legsürgetőbbé és fontossá, mert a sűrűsödő feladatok, a környezetvédelmi törvény előírásai által katalizált műszaki védekező munka gyors felfutása megfelelő számú, az egyetemet már korábban elvégzett szakember igen gyors környezetvédelmi kiképzését tette szükségessé.

A posztgraduális képzés fő módszerei: a rövid, kb. egy hetes *mérnöktovábbképző tanfolyamok* és a *szakmérnöki kurzusok*. A NME-n az első mérnöktovábbképző tanfolyam 1974 februárjában került megszervezésre, az első szakmérnöki kurzus 1975 februárjában 26 fővel indult.

A Nehézipari Műszaki Egyetemre profilírozott iparágak számára megszervezett környezetvédelmi *szakmérnöki képzés célja* az, hogy a korábbi egyetemi tanulmányok során szerzett ismereteken túlmenő környezetvédelmi szemlélettel és ennek megfelelő korszerű szakismeretekkel rendelkező műszaki szakembereket képezzen a *bányászat, kohászat* és *tüzeléstechnika* területén jelentkező környezetvédelmi feladatok ellátására és az ilyen irányú technológiai fejlesztés korszerű és önálló megvalósítására.

A négy féléves, államvizsgával záruló, diplomát adó, levelező formában történő, félévenként 120, összesen 480 órás képzés *első három félévében* a hallgatók közös tantárgyak keretében a környezet- és levegőtisztaságvédelemre vonatkozó, mindhárom szakirányra egyaránt érvényes *általános* ismereteket szereznek és műszaki képzést kapnak, míg a *negyedik félévben szakosodásra kerül sor* az említett három területre, ill. a bányászaton belül a szilárd bányászati és fluidum bányászati *ágazatra vonatkozó speciális* környezetvédelmi műszaki ismeretek megszerzése céljából. A szakmérnöki szak 3 féléves általános részének tantervét az *1. táblázat*, a kohászati és tüzeléstechnikai irányú szakosított félév tantervét a *2. táblázat* mutatja be.

A tantervből is világosan látható cél tehát kifejezetten a szakirányított aktív műszaki környezetvédelem felé mutat, ezért részletesebb biológiai, egészségügyi, ökológiai, természetvédelmi, meteorológiai, s. i. t. ismeretanyag oktatása nem lehetséges és nem is indokolt. Ezek legszükségesebb alapfogalmai a *„Környezetvédelem alapjai"* c. egyféléves összefoglaló alapozó tárgyba kerültek bele, a szemléletkialakításban tehát szerepet kapnak.

A posztgraduális képzésben az Egyetem a speciálisabb ismeretanyagot közlő mérnöktovábbképző tanfolyamokat is, ill. főként a szakmérnöki tanfolyamokat tartja továbbra is a legjárhatóbb és legfontosabb módszernek, és a jövőben is folyamatosan szervezni fog ilyen tanfolyamokat *(újabb szakmérnöki tanfolyamot már 1976. februári indulással:* erre várjuk az érdekelt kollégák *mielőbbi* és minél számosabb *jelentkezését!)*. Ugyanakkor a későbbiekben komolyan megvizsgálandónak tartja egy *határterületi*, ún. *nehézipari környezetvédelmi szakirány* (pl. metallurgus és tüzeléstechnikai irányulású kohómérnök hallgatókból + érc-, szén- és ásványelőkészítő és műszaki és hidrogeológiai irányulású bányamérnök hallgatókból + szilikát- és vegyipari gépészmérnök hallgatókból) *nappali tagozaton* történő esetleges megszervezésének és beindításának lehetőségét is.

A környezetvédelmi képzés teljes felsőoktatási vertikumához a legszorosabban hozzátartozik a kutatóvá képzés is *a Nehézipari Műszaki Egyetemen — egyrészt — mint a magyar bányászat és kohászat szakmai — másrészt — mint a környező nehézipari régió kifejlesztendő műszaki környezetvédelmi bázisán.*

Mint már korábban is említettem, a Nehézipari Műszaki Egyetemen eddig is folyt komoly, bizonyos vonalakon világszínvonalú környezetvédelmi jellegű kutatómunka. Most, az igények gyors növekedésekor az a feladat, hogy az egyes tanszékek által szétaprózva folytatott kutatómunkát közös mederbe tereljük és egy olyan *komplex egyetemi környezetvédelmi kutatóbázist* fejlesszszünk fokozatosan ki az egyetem eddigi keretei között, amely aktívan tud résztvenni az állandóan növekvő környezetvédelmi kutató és fejlesztő feladatok megoldásában, az üzemegészségügyi megelőző feladatok műszaki segítségében főként a bányászat, a kohászat és a tüzeléstechnika területén, de — a gazdasági földrajzi szempontokat is figyelembe véve — az egyetem közvetlen környezetében elterülő régió többi, kapcsolódó iparágainak — főképpen a vegyipar és építőipar — szolgálatában.

E rövid ismertető végén újból szeretném felhívni a környezetvédelmi problémák megoldásában érdekelt kollégák figyelmét arra, hogy *1976 februárjában induló új szakmérnöki tanfolyamunk várja mielőbbi jelentkezésüket.*

Dr. Berecz Endre tszv. egy. tanár,
a kémiai tudományok doktora
NME Általános és Fizikai-Kémiai Tanszék

Egyesületi hírek

Megalakult a MTESZ Fejlődő Országok Bizottságának „Kohász munkacsoportja"

Múlt év nov. 18-án a Technika Házában alakuló ülését tartotta a MTESZ Fejlődő Országok Bizottságának Kohász munkacsoportja. Az ülésen megjelentek részletesen megvitatták a fejlődő országokkal foglalkozó kohász munkacsoport céljait és feladatait. A hozzászólások alapján lényegében kialakult az a munkaprogram tervezet, ami szerint az említett kohász munkacsoport dolgozni kíván.

A munkaprogram tervezetet a következőkben foglaljuk össze:

A kohász munkacsoport alapvető feladata, hogy szellemi segítséget nyújtson a fejlődő országok azon törekvéséhez, hogy létre tudják hozni saját érc- és ásványfeldolgozó iparukat és ezáltal megváltoztassák nemzetgazdaságuk torz strukturális szerkezetét, amely elsősorban a nyersanyagtermelés domináns szerepében, valamint az ipar fejletlenségében jut kifejezésre.

Az említett feladatot a munkacsoport a következő konkrét területeken kívánja elősegíteni:

1. Információ-gyűjtés a fejlődő országokról, ami elsősorban a feltárt természeti kincsek (ércek, ásványok) mennyiségére és minőségére, valamint a várható ipari és általános gazdasági fejlődésre terjed ki. Az információ gyűjtés érdekében a munkabizottság folyamatosan beszerzi a fejlődő országokra vonatkozó legfontosabb UNIDO, UNESCO és egyéb nemzetközi és nemzeti kiadványokat és közleményeket. Ugyanakkor fel szeretné használni a fejlődő országokban járt hazai szakemberek tapasztalatait is, ezért rendszeres előadásokat kívánunk tartani az említett szakemberek bevonásával.

2. A munkabizottság társadalmi úton segítséget kíván nyújtani a fejlődő országokkal közvetlen műszaki-tudományos kapcsolatban levő vállalatoknak, szerveknek.

Ennek érdekében olyan szakmai jellegű rendezvényeket kívánunk szervezni, amelyeken a hazai szakemberek szélesebb körű részvétele mellett egy-egy olyan szűkebb témakör kerülne megvitatásra, amelyek a fejlődő országokkal kapcsolatban levő vállalatokat, intézményeket leginkább foglalkoztatják.

3. A fejlődő országokra vonatkozó közleményekből, információkból irodalmi összeállítások, ill. műszaki-tudományos jellegű ajánlások készítése egy-egy szűkebb szakmai területre vonatkozóan.

A munkacsoport megalakulása óta több értekezletet tartott. A legutóbbi szeptember 25-én *Farkas László*, a KGYV Export Irodájának vezetője tartott előadást „A fejlődő országokban szerzett tapasztalatok" címmel.

Hédai Lajos

Beszámoló konferenciákról

Metallurgiai Konferencia a Nehézipari Műszaki Egyetemen

A Magyar Tudományos Akadémia Metallurgiai Bizottsága, az Akadémia fennállásának 150 éves jubileuma alkalmából Metallurgiai Konferenciát rendezett május 29—30-án a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen, azzal a célkitűzéssel, hogy fórumot teremtsen a metallurgiában elért újabb hazai tudományos, ill. szakmai eredmények megismertetésére, megvitatására, a megvalósítás lehetőségeinek megtárgyalására és a legfontosabb tudományos feladatok megjelölésére.

A konferencia, egymással párhuzamos vaskohászati, ill. fémkohászati szekcióban, s ennek megfelelően a Vaskohászattani Tanszéken és a Fémkohászattani Tanszéken folyt le. Ez a két tanszék képviseli az akadémiának — a Kohómérnöki Kar keretein belül *dr. Simon Sándor* egy. tanárnak, a műszaki tudományok doktorának vezetésével működő — Kohászati Tanszéki Munkaközösségében a metallurgiai kutatásokat. Így a konferencia részben az akadémiai metallurgiai kutatások újabb eredményeinek számadása is volt.

A plenáris ülésen *dr. Verő József* ny. egy. tanár, kétszeres Kossuth-díjas akadémikus mondott megnyitó beszédet. Ezt követően a vas- és fém-metallurgiának a tudomány, ill. a hazai metallurgiai ipar fejlődése szempontjából legjelentősebb témáiból összesen 27 előadás, 32 tervezett és számos ad hoc hozzászólás hangzott el. A következő előadások, ill. felkért hozzászólók hozzászólásai hangzottak el:

Vaskohászati szekcióban:

1. *Dr. Horváth János* igazgató—*Gárdonyi Sándor* főoszt. vez. A nyersvas- és acéltermelés fejlődésének törvényszerűségei
   Hozzászólók: *Csépányi Sándor* vezérigazgató és *Karlik Nándor* vezérigazgató.
2. *Dr. Fürjes Emil*, a műsz. tud. kandidátusa, műsz. igazgató. A folyamatos öntés néhány metallurgiai problémája
   Hozzászóló: *Hauszner Ernő* főmetallurgus.
3. *Éles László* oszt. vez. A kén hatása az acélok tisztasági és ridegtörési tulajdonságaira
   Hozzászóló: *Dr. Énekes Sándor*, a műsz. tud. kanditátusa, igazgató h.
4. *Dr. Simon Sándor*, a műsz. tud. doktora, tsz. vez. egy. tanár — *Benkő Gyuláné* tud. m. társ — *dr. Szarka Gyula* egy. adj. — *Tóth L. Attila* tud. m.-társ. Az öntőszerelvények bázikus, neutrális és savas tűzállóanyagainak hatása az acél tisztaságára.
   Hozzászóló: *Dr. Fürjes Emil*, a műsz. tud. kandidátusa, műsz. igazgató.
5. *Dr. Sziklavári János*, a műsz. tud. kandidátusa, főmetallurgus. A kemencén kívüli acélfinomító eljárások jelentősége acélgyártásunk fejlesztésében.
   Hozzászóló: *Dr. Csabalik Gyula*, a műsz. tud. kandidátusa, egy. docens.
6. *Dr. Károly Gyula*, a műsz. tud. kandidátusa, tud. m.-társ. Nagytisztaságú acélok előállítása korszerű átolvasztó eljárásokkal.
   Hozzászóló: *Éles László*, oszt. vez.
7. *Dr. Farkas Ottó*, a műsz. tud. kandidátusa, egy. docens. A nagyolvasztói gázkihasználás néhány kérdése.
   Hozzászóló: *Dr. Réthy Károly* fejlesztési oszt vez.
8. *Dr. Horváth János* igazgató. Redukálógázok felhasználásának lehetőségei és várható eredményei a nyersvasgyártásban.
   Hozzászólók: *Dr. Visnyovszky László* a műsz. tud. doktora és *Illyés János* oszt. vez.
9. *Csutor Tivadar* egy. adj. Különböző oxidfokozatú mangánoxidok karbonnal való redukciója közben a folyamat mechanizmusának változása.
   Hozzászóló: *Dr. Horváth Dezső* lab. vez.
10. *Dr. Simon Sándor* a műsz. tud. doktora, tsz. vez. egy. tanár — *Dr. Csabalik Gyula*, a műsz. tud. kandidátusa, egy. docens — *Dr. Károly Gyula*, a műsz. tud. kandidátusa, tud. m.-társ. Az ipari oxigén felhasználásának mértéke és szerepe az acélgyártás fejlesztésében.
    Hozzászólók: *Schottner Lajos* főoszt. vez. és *Dr. Sziklavári János*, a műsz. tud. kandidátusa, főmetallurgus.
11. *Szőke László* igazgatóhelyettes. Különböző karbontartalmú acélok olvadási jelenségeinek vizsgálata, és az eredmények gyakorlattal való kapcsolata
12. *Benkő Gyuláné* tud. m.-társ. Minőségi acélok gazdasági gyártására alkalmas, optimális összetételű és szerkezetű mésztimföld salakok kialakítása
13. *Dr. Vorsatz Brunó*, a kém. tud. kandidátusa, tsz. vez. egy. tanár — *dr. Simon Sándor*, a műsz. tud. doktora, tsz. vez. egy. tanár — *dr. Szarka Gyula* egy. adj. — *Benkő Gyuláné* tud. m.-társ. Nukleáris módszerek alkalmazásának újabb eredményei az acélok oxigén- és oxidszenynyezőinek vizsgálatánál.
    Hozzászólók: *Dr. Horváth Aurél* főoszt. vez. és *dr. Fodor József*, a műsz. tud. kandidátusa, oszt. vez.

(A **Fémkohászati Szekcióban** elhangzott előadásokat a Fémkohászat rovat keretében külön beszámolóban ismertetjük lapunk más helyén. Szerk.)

Az előadások témáinak, a hazai metallurgiai bázis fejlesztése szempontjából vett aktualitására jellemző, hogy az előadások számát mintegy megkétszerező és legtöbb esetben külön előadásoknak is beillő hozzászólások nagyobb részét üzemi szakemberek tartották.

A konferencián kb. 150 fő vett részt, ami a hazai metallurgiai terület volumenét tekintve, a vártnál is nagyobb érdeklődést bizonyít. A résztvevők aktivitása, az előadások, ill. hozzászólások témája, színvonala, elméleti és gyakorlati jelentősége és nem utolsósorban a konferencia szüneteiben is folytatódó színvonalas szakmai viták arról tanúskodnak, hogy a konferencia eredményesen járult hozzá a metallurgiai tudomány és a hazai vas- és fémkohászat fejlesztéséhez, a tudományos, ill. szakmai kapcsolatok erősítéséhez és az együttműködési lehetőségek gazdagításához.

Dr. Farkas Ottó
az MTA Metallurgiai
Bizottságának titkára

VIII. Kohászati Anyagvizsgálati Napok

Szakosztályunk Anyagvizsgáló Szakcsoportja 1960-ban Ózdon rendezte az I. Kohászati Anyagvizsgáló Napokat. Azóta mind a résztvevők és előadások számát, mind pedig az előadások színvonalát tekintve jelentős fejlődést sikerült elérni. Ma már ezek a rendezvények nemcsak a hazai, hanem a külföldi kohászati üzemekben anyagvizsgálattal foglalkozó szakemberek körében is nagy érdeklődést váltanak ki, szinte a szűkebb szakterület rendszeres seregszemléjének számítanak.

Már szinte az is hagyományossá vált, hogy ezek a konferenciák egyre vonzóbb környezetben Balatonszéplakon kerülnek megrendezésre. Ezévben a jelentkezők nagy száma komoly elhelyezési problémákat okozott, végül is egyes siófoki szállodák igénybevételével, valamint a Hotel Interpress és a DV-Medicor üdülőkben sikerült a nagyszámú külföldi érdeklődőt és a hazai jelentkezőket kulturált környezetben elhelyezni. A helyhiány miatt a belföldi jelentkezők számát korlátozni kellett.

A jún. 3—6.-án tartott nagyrendezvényen 60 külföldi szakember jelent meg Angliából, Ausztriából, Csehszlovákiából, Dániából, Finnországból, Jugoszláviából, Lengyelországból, Hollandiából, NDK-ból, NSZK-ból, Olaszországból, Romániából, Svájcból, és a Szovjetunióból.

A hazai résztvevők száma mintegy 300 fő volt. A megnyitó, ill. a plenáris előadások Siófokon a Lidó szálló nagytermében zajlottak le, mert az összes résztvevők elhelyezése csak itt volt lehetséges. *Dr. Horváth Jánosnak*, a Vaskohászati Szakosztály elnökének meg-

nyitója után, *dr. Verő József* akadémikusnak „Életkörülményeink jelene és jövője" nagy érdeklődést keltő előadása hangzott el. (Az előadást lapunkban teljes egészében közöljük.)

Ezt követte *Martin Imre* „Vaskohászatunk fejlesztése és vizsgálati körülményei" c. előadása, amelyet *Szőke László* olvasott fel, valamint *Király István* „Helyzetünk a világ gazdaságában" c. előadása.

Szünet után *dr. Prohászka János* „A hőkezelési folyamatok gyorsításával kapcsolatos fémtani problémák", *dr. Fuchs Erik* „A fémtani vizsgálatok helyzete és lehetőségei a Vasipari Kutató Intézetben", végül *dr. Vorsátz Brunó* „A fémötvözetek összetételének és tulajdonságainak kapcsolata és ennek analitikai kémiai vonatkozásai" c. előadásai következtek.

Június 5-én és 6-án 5 fémtani és egy kémiai szekcióban 110 előadás zajlott le. Az előadók közt szerepeltek szinte valamennyi kohászati üzemünk, a miskolci, valamint a budapesti Műszaki Egyetem és a Vaskút anyagvizsgálati területen működő szakemberei, valamint szovjet, NDK-beli, lengyel, csehszlovák NSZK-beli, jugoszláv, olasz, angol, osztrák, dán, vietnami, svájci és holland előadók.

A konferencia előadásainak anyagát a résztvevők magyar, valamint angol, orosz nyelven 2 kötetben kézhez kapták.

A szokásos ismerkedési estre ezévben a Balaton túlsó partján Gyenesdiás melletti szőlőkben levő Tavernában, valamint Balatonfüreden a Tölgyfacsárdában került sor, ahova külön autóbuszok szállították a résztvevőket, mert a nagyszámú résztvevő elhelyezése csak így volt lehetséges. (Ó. A.)

Beszámoló külföldi konferenciákról

Számítástechnika felhasználása a karbantartásirányításában c. konferencia Csehszlovákiában

A febr. 4—7 közt Kladnóban tartott nemzetközi konferencián, amelyen a rendező ország több mint 200 kiküldöttjén kívül Ausztria, Bulgária, Jugoszlávia, Lengyelország, Magyarország, az NDK, az NSZK 2—9 főnyi küldöttségei is részt vettek, 25 előadás hangzott el. A magyar kiküldöttek közül *Rapatyi József* (DV): „Kohászati javítások és rekonstrukciók korszerű szervezése, számítógépek alkalmazása" és *Tagányi Zsolt* „Pótalkatrész-gyártás és raktározás számítógépes irányításának problémái" c. tartottak előadásokat. A résztvevők javasolták rendszeres szorosabb kapcsolatok kiépítését a közös problémák megoldásában elért eredmények rendszeres kicserélése érdekében.

A csehszlovák kohászati üzemekben az utóbbi években főleg IBM számítógépeket helyeztek üzembe. Az egységes adatbank kiépítése folyamatban van. Csehszlovákiában a karbantartás területén főleg a nagyjavítások szervezésében értek el jelentős eredményeket. A tartalékalkatrész vonatkozásában még nincs egységes elképzelés.

A hazai hasonló jellegű munkákhoz a konferencia sok jó információt szolgáltatott. A konferencián a MVAE 2 a OKV és DV 1-1 képviselője vett részt.

Schneider János

*

Kovácsolás és melegsajtolás korszerű módszerei c. konferencia Csehszlovákiában

A csehszlovák Gépipari Tudományos Egyesület rendezésében máj. 18—21-én a Magas Tátrában tartott konferencián négy magyar szakember vett részt. A 15 szakmai előadást csehszlovák, szovjet és NDK-beli szakemberek tartották. A csehszlovák előadók zöme a pozsonyi és a kassai műszaki főiskola oktatói karából került ki, kiegészítve néhány üzemi szakemberrel. Az előadások anyaga orosz, ill. német nyelven kiadásra került (jelenleg fordítás alatt van.)

Latinák István

*

Hideghengerlési konferencia az NDK-ban

Az Eisenhüttenstaalban máj. 28—30 között tartott „III. Hideghengerlési Napok" c. konferenciát a Kammer der Technik és a Hermann Matern Bandstahlkombinát rendezte. A négytagú magyar delegáció (2 fő DV-ből, 1-1 fő SKÜ-től és a Vaskuttól) tagjai közül előadásokat tartottak: *dr. Lendvai József* „Közepes és nagy karbontartalmú acélok hideghengerlése", *Bozsó István* és *Hanák János* „A hidegen hengerelt szalagok felületi szennyeződései", *Édes János* „Az ötvözetlen karbonacélok felkeményedése" címmel. A konferencia célkitűzése a hidegen hengerelt, valamint a bevont felületű szalagok és lemezek minőségének és gazdaságosságának javítása, a technológia tökéletesítése volt. Az előadások két szekcióban hangzottak el. Az első szekció a hidegalakítással, a második a felületbevonással foglalkozott.

Az üzemi szakemberek számára különösen sok hasznos információt nyújtott a konferencia, mert az előadások túlnyomó többsége gyakorlati problémákat tárgyalt. Így pácolóberendezésekről, emulziókról és tisztításukról, szalagfelületi hibákról, dinamószalag-gyártásról stb. hangzottak el előadások.

Az előadásokat élénk érdeklődés kísérte és több hozzászólás is elhangzott az előadást követő vitákban.

A konferencia résztvevői számára üzemlátogatást is szerveztek a hideghengerműben.

Édes János

Műszaki és gazdasági hírek

1979-ben 1 millió tonna/év kapacitással üzembe lép *Marokkó* első vas- és acélkombinátja. A marokkói állami acélvállalat a Sonarid az angol W. S. Athius céget bízták meg a beruházás előkészítésével és lebonyolításával.

Világgazdaság, 1975. 103. sz.

*

A *jugoszláv* Energoinvest és a *nyugatnémet* DEMAG cég vaskohászati kombinátot építenek *Zambiában*. 1976-ban kezd termelni az első beruházási ütem 200 et/év kapacitással. 1976-ban kezdték építeni a 250 et/év teljesítményű direktredukciós acélüzemet, amelyet a Swindell—Dressler cég szállít.

Journ. Four Electrique 1975. 1. sz.

Japán energiafogyasztása 10 év alatt 2,5-szeresére nőtt. Az acélipar az ország energiafelhasználásából 17%-kal részesedik 1965-ben az 1 tonna acélra jutó energiafajlagos 6,23 mió kcal-t ért el, 1972-ben 6,17 mió kcal értékre csökkent. Az 1972-ben felhasznált energia fajtánkénti megoszlása a következő volt: szén 56%, villamosság (vásárolt) 20%, nehézolaj 20%, egyéb olajok 4% (kalória arányában).

A nagyolvasztók kokszfogyasztása az 1965. évi 507 kg/t értékből 1973-ig 438 kg/t-ra csökkent a nagyolvasztók méret növelése, a melegkeverőbefúvatás, nagynyomású levegő felhasználás eredményeként.

Ugyancsak csökkentette az energiafelhasználást, hogy

az acélgyártásban tovább nőtt az oxigénkonverterek részesedése (80%), melyeknél időközben bevezették a még hasznosítható konvertergázok ipari felhasználását. Az energiatakarékossági intézkedéseken kívül hosszú távon az atomenergia bevezetése jelent további fejlődést a japán vas- és acélipar energiagazdálkodásában.

Nippon Steel News, 1975. 70. sz.

*

Venezuela direktredukciós acélművet épít, jelentette be Argenis Gamboa, a Corporacion Venezolana de Guayana elnöke. 1985-ig 15 mió t/év nyersacéltermelést irányoztak elő. Az első lépcsőben az 5,8 mió t/év termelést kívánják elérni. 1973-ban az acéltermelés 1,3 mió t volt, míg a belföldi felhasználás elérte a 2,3 mió tonnát (192 kg/fő). Venezuela bőséges szén- (53 miót). olaj- (2 mrd t). földgáz- (1165 10^9 m^3) és érckészletekkel (vasban számítva 4,5 mrd t) rendelkezik, villamosenergia kapacitása 3766 MW.

Elektrowärme International 33 (1975) B2 sz.

*

1975-re 740 mió tonnára becsülte a világ nyersacél igényét *Baker* az IISI VIII. kongresszusán Münchenben elmondott előadásában. Lehetséges azonban, hogy a termelés nem éri el ezt a számot és 720—740 mió t körül lesz.

A következő tíz évben 170 mió t termelésnövekedés szükséges, hogy az igényeket ki lehessen elégíteni.

A kongresszuson kialakult vélemény szerint a fejlődés súlypontja a harmadik világ és a szocialista tábor országaira tevődik át.

Elektrowärme International 33 (1975) B2 sz.

*

Egy mió frank tőkével megalakult a „Ste" Francais des Minerais Préreduits S. A. (SFMP)", hogy részben vásárlásokkal, részben kutatással és direktredukciós üzemek létesítésével biztosítsa a *francia kohászat vasszivacs szükségletét*. Az alapító cégekhez tartoznak:

(USINOR) Union Siderargique du Nord et de l'Est de la France S. A

(SACILOR) Stc. Acieries et Laminoips de Lorraine, Cie des Forges de Chatillon Commentry Biache, Hauts Fourneaus de la Chiers, Creusot-Loire, Ugine Aciers, Acieries et Trefileries de Neuves-Maisons.

Stahl und Eisen 1975. 4. sz.

*

Olaszországban az Italsider Taranto-i üzemében üzembehelyezték a folyamatos bugaöntőberendezést is. Mindkét egységet a svájci Concast AG, Zürich és a nyugatnémet Schloemann—Siemag tervezte. A kivitelezésben közreműködött a Milano-i Innocenti Santeustacchio cég is.

Az első egység 1850×270 mm keresztmetszetű bugákat gyárt. 1974 júniusában beindult. A második egység 1974 december óta üzemel és 2120×270 mm keresztmetszetű bugákat önt. Az üzem nagy részét számítógép irányítja.

Stahl und Eisen 1975. 4. sz.

*

Tovább csökken az NSZK-ban az acél iránti kereslet. Az 1975 I. negyedévi termelés éves szintre vetítve csak 45,6 mió t-nak felel meg. Még ha bekövetkezne a nyár folyamán a várt rendelésnövekedés, 50 mió t termelés már nem várható 1975-re. A nyersvastermelés az előző év hasonló időszakának csak 85,9%-át érte el 8,63 mió t mennyiséggel.

Handelsblatt 1975. 66. sz.

*

A kedvezőtlen gazdasági helyzet ellenére *1974-ben tovább nőtt a világ nyersacéltermelése* (+2,1%). Ezen belül a Szovjetunió részesedése a világtermelésből 18,9%-ról 19,2%-ra emelkedett, míg az USA a tavalyi 19,8% helyett 1974-ben a világ acéltermeléséből csak 19,3%, 1974-ben először lépte túl a világ acéltermelése a 700 mió tonnát. A főbb termelők számait az alábbi táblázat mutatja:

Ország	1973, millió t	%	1974, millió t	%
Világ	694,2	100	708,9	100
Európai közösség	150,1	21,6	155,6	21,9
NSZK	49,5	7,1	53,2	7,5
Belgium	15,5	2,2	16,2	2,3
Franciaország	25,3	3,6	27,0	3,8
Olaszország	21,0	3,0	23,7	3,3
Luxemburg	5,9	0,8	6,4	0,9
Hollandia	5,6	0,8	3,8	0,8
Nagy-Britannia	26,6	3,8	22,5	3,2
Egyéb európai közösségi ország	25,8	3,7	28,0	4,0
Szovjetunió	131,5	18,9	136,0	19,2
Többi KGST ország +Jugoszlávia	181,0	26,1	187,5	26,5
Japán	119,3	17,2	117,2	16,6
Kínai NK	24,0	3,5	26,0	3,7
USA	137,6	19,8	136,9	19,3
Kanada	13,4	1,9	13,4	1,9
Egyéb	43,0	6,2	44,7	6,2

Stahl und Eisen 1975. 4. sz.

*

Svédországban erősen vitatják az állami Statsföretag AB-hoz tartozó Norbotten Vasmű (NJA) szervezetében tervezett új acélmű építésének kérdését. Az üzemet Lulea-ban akarják megépíteni 6 mrd svéd korona beruházási költséggel. Főcél Lulea, Boden, Pitea és Alvsbyn ipari fejlesztése és a svéd vasércek hazai feldolgozása. Az „Acélmű 80"-nak 2300 munkással 1980-tól kezdődően évi 4 mió t acélt kellene termelnie.

Szó van a Krupp-konszern közreműködéséről is. Problémát a környezetvédelem és a mészellátás jelent. A svéd kormány mérlegeli annak lehetőségét, hogy a szenet ne Ausztráliából vagy az USA-ból, hanem a KGST országokból importálják.

Handelsblatt 1975. 68. sz.

*

Az *elektroacélgyártás* ma 15%-kal részesedik a világ nyersacéltermelésében. 1980-ra 0,9—1,0 milliárd t/év termeléssel és ezen belül 20% elektroacélgyártással lehet számolni.

A vasszivacs felhasználás lehetővé teszi az ócskavas szennyezéseinek csökkentését az elektroacélgyártásnál. Ma még csak 5,2 miót/év vasszivacsot termelnek a világ üzemei, de ennek a mennyiségnek jelentős növekedése várható.

A vasszivacs alkalmazása azonban rendkívül erősen igénybeveszi a falazatot. A kemencék teljesítményének az elektródátmérő és terhelésmaximum szabnak határt.

Nagy teljesítményű kemencétől max. 1 óra 15 perces beolvasztási időt és hulladékvas feldolgozása esetén max. 30 perc mellékidőt engednek meg. Ebből következik, hogy a metallurgiai folyamatok vagy a beolvasztás alatt, vagy az ívkemencén kívül az utána kapcsolt kezelő üstökben játszódjanak le.

Elektrowärme International 1975. febr. ref. alapján Contin—Stahlmarkt, 12/74.

*

Irán acéltermelése az 1973. évi 1,1 miót-ról, 1980-ra 15 miót/év értékig nő. Az acélprogram első lépcsőjeként Istahan mellett 1967—73. években megépült az Arya—Mehr acélmű 600 et/év idomacél termeléssel. Ezt a kapacitást a második lépcsőben 1,9 miót/év, 1980-ra 4 miót/év értékig növelik (amiből 2 miót/év a laposacél termelés).

Az iráni távlati terv 15 miót/év acéltermelés, ennek keretében 1979-ig Istahan-ban 1 miót/év hidegenhengerelt acél termeléséhez elegendő direktredukciós üzem létesítése,

1977-ig Ahwaz-gan 3 mió/év kapacitású 1980-ig Busher Kangan-ban 2—3 mió t/év, és végül Bandar Abbasban 2—3 mió t/év kapacitású direkt-redukciós üzem. (HW)

Elektrowärme Int. 1975. febr.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezetők: GARAY LÁSZLÓ, KOLOSY ERNŐ

A magyar alumíniumipar fejlesztési kérdései*

Dr. JUHÁSZ ÁDÁM nehézipari miniszterhelyettes

DK: 669.711.001.6

Ahhoz, hogy érdemben vizsgálhassuk a magyar alumíniumipar fejlesztésének időszerű kérdéseit, röviden vázolni kell helyünket a világ alumíniumiparában, és a további fejlesztés problémáit az egyes gyártási fázisok jelenlegi helyzetéből, távlati szükségleteiből és azok kielégítési lehetőségeiből kiindulva célszerű elemezni.

A világ alumínium termelése 1974-ben elérte a *15 millió tonnát*. Az elmúlt évtizedekben a termelt alumínium mennyisége átlagosan 8—9%-kal nőtt, azaz 8—9 évenként megduplázódott. Az utóbbi 1—1,5 évben a világpiacon tapasztalható keresletcsökkenés, illetve a fogyasztás visszafogása ellenére több tekintélyes forrásból származó, egybehangzó vélemény szerint az *éves termelési és fogyasztási növekedési ütem* a következő 10—15 évben elérheti a *10—15%-ot*. Ennek elsősorban az a magyarázata, hogy az olaj árának növekedése miatt az alumínium felhasználása ugrásszerűen fog növekedni a közlekedési eszközök gyártásában a súly és ezen keresztül az üzemanyagfogyasztás csökkentése érdekében.

Ma az alumíniumgyártás szinte kizárólagos alapanyagának a *bauxitot* lehet tekinteni; más nyersanyagot (nefelin, alunit) timföld és fémalumínium termelésre csak viszonylag kis mennyiségben használnak fel. Földünk bauxitkészletei lehetővé teszik a fenti arányú fejlesztést, mivel az egyre újabb területekre kiterjedő geológiai kutatások által kimutatott bauxitvagyon gyorsabb ütemben nő, mint a világ alumínium termelése. A jelenleg ismert *Bayer-rendszerű* timföldgyártásra alkalmas bauxitkészlet kb. 25 milliárd t-ra tehető, ami a mai, 70 millió t/év felhasználást 350 évig tudná fedezni. (A részletesen megkutatott készletek „csak" kb. 6 milliárd t-t tesznek ki, viszont nap mint nap újabb lelőhelyek feltárására lehet számítani.) E hatalmas bauxitkincs földrajzi eloszlása azonban számunkra kedvezőtlen, mert csupán kb. 5%-a található az európai szocialista országok területén, Jugoszláviát is beleértve. A fejlődő országok az összkészlet 93,6%-ával rendelkeznek; ebből 49,8% található *Nyugat-Afrikában*, 15,2% *Közép- és Dél-Amerikában*, 20,4% *Ausztráliában*.

Az alumíniumipar alapját képező anyagok, a timföld- és fémalumínium előállítási technológiája jelenleg és előreláthatólag a következő 10—15 évben lényegében nem változik, bár a helyi bauxitkészletek fokozatos kimerülése és a bauxit árak várható növelése hatására több országban széles körű kutatási tevékenység bontakozott ki egyéb, alumíniumoxid tartalmú nyersanyagok fémtartalmának kiválasztását biztosító és a hagyományos technológiánál kevésbé energiaigényes, egyszerűbb eljárások kidolgozására.

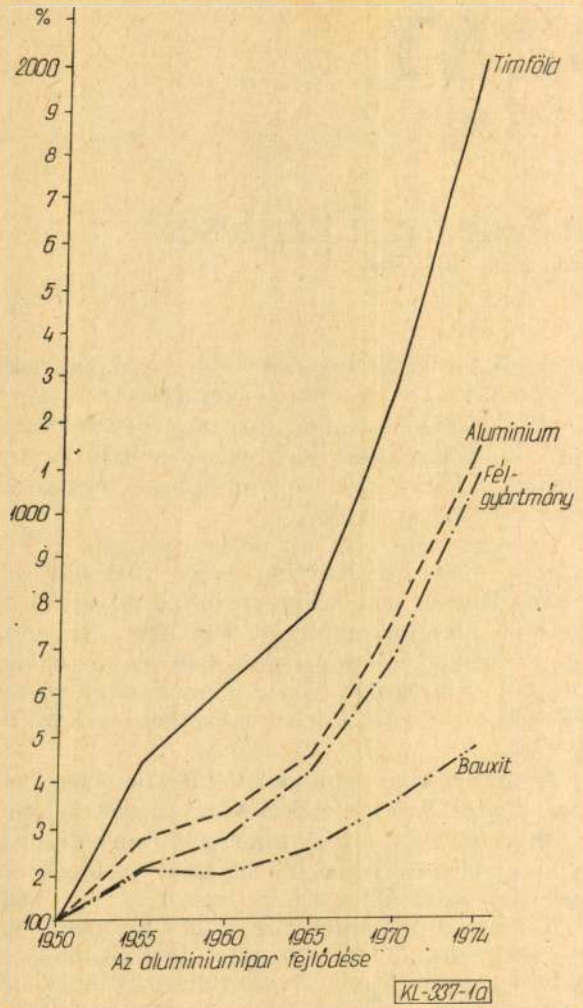
Ilyennek tűnt pl. az erősen propagált *Tóth-eljárás*, melynek lényege, hogy valamely nem bauxit-típusú, alumínium tartalmú anyagból klórozással alumíniumkloridot hoz létre. Az alumíniumkloridnak alumíniummá színítése mangánnal történik, s további redukciós folyamatok révén a klór és a mangán is visszavezethető a körfolyamatba.

Az eddigi kutatások és laboratóriumi kísérletek nem igazolták az elméleti várakozásokat, sem a Tóth, sem más egyéb eljárások (karbotermikus eljárás, plazmakémia, H^+-eljárás) esetében, mivel vagy az előállított fém tisztasága nem megfelelő, vagy a folyamat bonyolultsága, energiaigényessége, magas költségei azok, melyek miatt legalábbis egyelőre nem konkurálhatnak a jelenlegi technológiával, illetve üzemi szinten az adott eljárás előnyei még nem bizonyíthatók (pl. klorid elektrolízis). E témát nem kívánom részletesebben elemezni, mert Miskei Mihály elvtárs ismerteti majd az új eljárások kidolgozása során felmerült problémákat. A vázolt nehézségek miatt azonban megállapítható, hogy várhatóan továbbra is uralkodni fog a *Bayer-rendszerű timföldgyártás és a Hall-féle alumíniumkohászat*, így a századvégén is még az említett technológiákon alapuló üzemek szolgáltatják majd az alumíniumgyártás zömét.

A magyar alumíniumipar az elmúlt 20 év alatt igen gyors ütemben fejlődött; a timföld-, a félgyártmány és készárutermelés mintegy ötszörösére növekedett, a fémalumíniumtermelés azonban a korlátozott hazai kohókapacitások miatt csak kétszeresére nőtt *(1. ábra)*.

A szocialista nemzetközi integrációból fakadó előnyöket Magyarország is élvezi. Erre jó példa az 1951-ben megkötött magyar—cseh és az 1960-ban létrejött magyar—lengyel kooperációs megállapodásokon túl, az 1962. november 15-én megkötött — az előbbi kettőt mennyiségben és jelentőségben is nagyságrenddel meghaladó — magyar—szovjet timföld-alumínium egyezmény. Az egyezmény értelmében hazánk évről évre növekvő mennyiségű timföldet szállít a Szovjetunióba, amely a feldolgozás után a timföld teljes fémtartalmát visszaszállítja. (1967-ben 30 ezer t timföld, 1980-ban 330 ezer t timföld.) Az együttműködés

* A M. Tud. Akadémia miskolci metallurgiai konferenciáján május 29.-én tartott előadás rövidített anyaga.



1. ábra. A magyar-szovjet timföld-alumínium egyezmény megvalósulása

eredményeként a két fél az alábbi előnyöket élvezi:

Szovjetunió:

— az olcsó vízienergiát világpiaci áron exportálja;
— elmaradt egy kb. 2500 km-es villamos távvezeték építése
— elmaradt egy 330 ezer t/év kapacitású timföldgyár, s a kiszolgálásához szükséges bányák, üzemek építése;
— lehetőség nyílt jelentős mennyiségű, fontos közszükségleti cikk importjára.

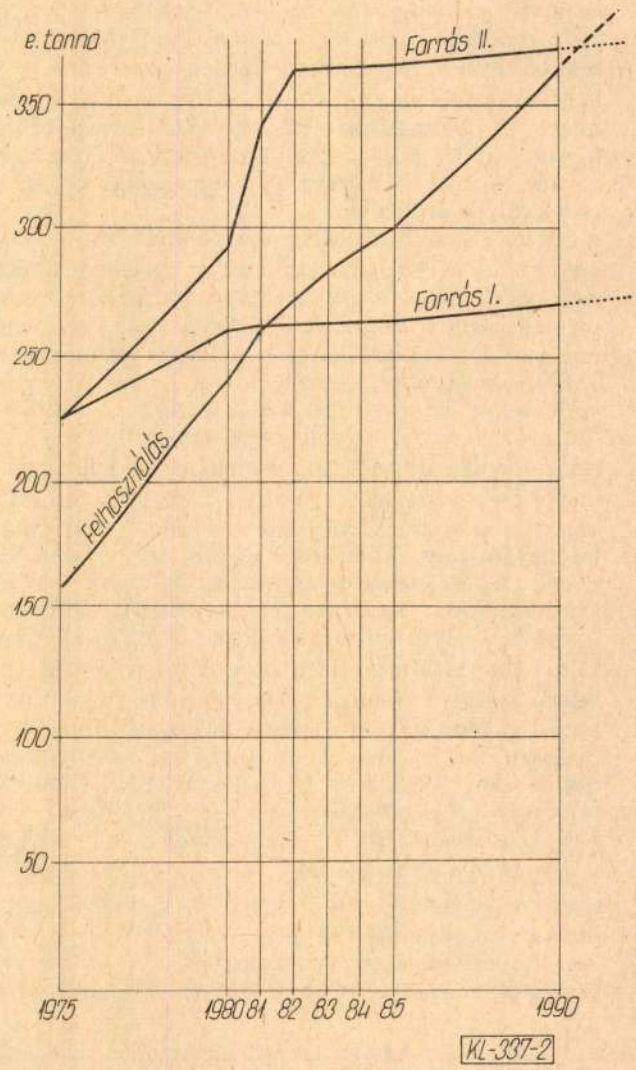
Magyarország:

— elmaradt egy 165 ezer t/év kapacitású kohó és ennek kiszolgálásához szükséges, mintegy 500 MW-os erőmű építése: ez 15 milliárd Ft megtakarítást jelentett, amit más, kevésbé energiaigényes, és alumíniumiparunk arányos fejlesztését szolgáló ágazatokba lehetett átcsoportosítani (bányászat, félgyártmány és készárutermelés);
— alumíniumfelhasználásunk folyamatos, biztos, a tőkés árakhoz képest olcsó forrása hosszútávon;
— a feldolgozási költségeket a szokásos áruforgalom körébe tartozó árucikkekkel egyenlítjük ki.

A gyártás önköltsége 20—25%-kal alacsonyabb a magyar költségszintnél, ebből 3—4-szeresen is megtérül a timföld, illetve az alumínium szállítási költsége *(2. ábra)*.

A *bauxitbányászatban* jelentős sikereket könyvelhetünk el, különösen ha figyelembe vesszük, hogy készleteink nagy része nem összefüggő telepekben koncentrálódott, és csak mélyművelésű bányászkodással termelhető ki. Emiatt a bányákban a termelés és szállítás nagyfokú gépesítettsége ellenére is, 1974-ben csak *3,1—3,4 t/műszak* volt az összüzemi teljesítmény, míg a produktív teljesítmény *14,3 t/műszak* volt. (Külszíni fejtésnél több száz t/műszak is elérhető lenne.)

A műszaki fejlesztés eredményei az ércbányászatban világszerte a *dieselesítés* előnyeit igazolták. A Diesel-berendezések a kitermelés minden területén — fúrókocsik, önjáró-önürítő rakodógépek, szállítóberendezések stb. — olcsóbbnak, nagyobb teljesítményűnek mutatkoztak a bányászatban eddig elterjedt, sűrített levegővel működő, korlátozott működési sugarú berendezésekhez képest.



2. ábra. Fémmérleg az 1975—1990. években

Nagy előnyük, hogy nem helyhez kötöttek, rugalmasan alkalmazkodnak a bányaművelés vándorló jellegéhez, könnyen átcsoportosíthatók. Kedvezőbb munkahelyi koncentráció és nagyobb telmelékenység elérését várjuk bevezetésüktől: a jelenlegi 14,3 t/műszak produktív teljesítmény a tervek szerint *18,5 t/műszakra* fog nőni 1980-ig, ami 30%-os termelékenységemelkedést jelent. Reméljük, hogy a valóságban ezt meghaladó fejlődést fognak a bauxitbányászok elérni.

Timföldipari koncepcióink kialakításánál alapvetően azt kell figyelembe vennünk, hogy bár bauxitkincse és magas műszaki fejlettségi színvonalat elért timföldgyártása révén, hazánk saját szükségletei fedezésén túl jelentős mennyiségű timföldet exportál, ennek ellenére a KGST országoknak importból kell biztositaniok alumíniumiparuk nyersanyag-ellátását.

Mivel a KGST országok alumíniumiparának fejlődése meghaladja az átlagos fejlődési ütemet, a nyersanyag-ellátásban a külső források szerepe a jövőben minden bizonnyal nőni fog.

A beszerzési források közül a szocialista tábor számára gazdasági és politikai megfontolásokból elsősorban a fejlődő országok jöhetnek számításba.

Jelenleg a KGST-n belül a Szovjetunió mellett Magyarország rendelkezik az alumíniumipar fejlesztéséhez szükséges ismeretek, műszaki és gazdasági adatok széles körével, s mivel bauxitalapú timföldgyártásunk az alumíniumvertikum azon területe, ahol a legnagyobb eredményeket értük el, mind a technológia, mind pedig annak megvalósításához szükséges berendezések fejlesztésében, így azt a jelentős tudást, amely 40 éves ipari tapasztalataink és állandó műszaki fejlesztési tevékenységünk eredményeképp felhalmozódott, *szellemi export formájában* gyümölcsöztetjük. Egyidejűleg a szocialista integráció keretein belül hozzájárulunk a többi érdekelt ország alumíniumipari nyersanyagszükségletének kielégítéséhez is.

Timföldgyárainkban az ismert és gazdaságossága miatt világszerte alkalmazott, és bauxitjaink viszonylag rossz minősége miatt a hazai viszonyokra adaptált, tökéletesített *Bayer-eljárással állítunk elő évi 710 ezer t timföldet.* A termelés mennyiségét tekintve is jelentős helyet vívott ki magának alumíniumiparunk: világviszonylatban a bauxitbányászatot és timföldtermelést tekintve, a 12., Európában a 4. helyen állunk, a termelési technológia és eljárások színvonala alapján azonban világviszonylatban is az élvonalhoz tartozunk.

Mai üzemeink nagyteljesítményű egységekből állnak, kellően automatizáltak és az üzemvitel jól kézben tartható.

A technológia fejlődését többek között az tükrözi legjobban, hogy a feldolgozott bauxit minőségének romlása ellenére is az anyag és energia fajlagosok jelentős javulást mutatnak.

Timföldgyári fejlesztési programunk értelmében a hazai bauxitkincsre alapozva, *timföldgyári kapacitásunkat mintegy 1,0—1,1 millió t/évre kívánjuk és tudjuk fejleszteni* a folyamatban levő, vagy már elhatározott, illetve vizsgálat alatt álló bővítések útján.

Műszaki lehetőségeink módot adnának szükségleteinket meghaladó timföldgyári kapacitások létrehozására is. Ennek megvalósítására többféle változat jöhet számításba:

1. Egyik megoldás lehet *újabb 200—300 ezer t/év kapacitású timföld-üzem létesítése* a jelenleginél gyengébb, Bayer-technológiára alkalmatlan hazai bauxit más eljárással történő feldolgozására. Elképzelhető új gyár üzemeltetése részben, vagy egészben külföldről behozott Bayer-bauxittal is, de a *szállítási költségek* ez utóbbi megoldást minden bizonnyal gazdaságtalanná tennék.
2. Felmerült annak a gondolata, hogy részt vennénk egy *import bauxitra telepítendő timföldgyár megvalósításában külföldön.* Ezzel kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy napjainkban 500 ezer—1 millió t/év, vagy ennél nagyobb kapacitású timföld-üzemek építése és üzemeltetése jelenti a gazdaságos szintet. Ez a mennyiség már meghaladja saját szükségleteinket. Ezért és a szállítási költségek csökkentése céljából, valamint a műszaki, gazdasági és kereskedelmi szempontok egybevetése alapján, célszerűnek látszik az NDK-val, vagy Lengyelországgal, mint tengerparttal rendelkező országgal kooperálni. Az ily módon *afrikai, ausztrál,* vagy más lelőhelyről importált nyersanyagok ellentételezése lenne megoldható, mind kapitalista, mind szocialista relációban.
3. További lehetőség valamelyik *bauxitkinccsel rendelkező, fejlődő országban hitelnyújtás,* vagy közös vállalkozás keretében, közreműködésünkkel létesítendő timföldgyár termékének behozatala lenne. Az általunk nyújtandó hitel törlesztése, így timföld-szállítással lenne megoldható. Ez a törekvés találkozna a fejlődő országok gazdasági, iparfejlesztési céljaival, mely szerint ezen országok is a minél magasabb feldolgozottsági fokú termékek exportjában érdekeltek. Erőfeszítéseiknek ugyanakkor határt szab tőkehiányuk, meglevő, alacsony technikai színvonaluk, energia- és közlekedési hálózatuk fejletlensége, rendelkezésre álló munkaerőik képzetlensége. A tapasztalat azt mutatja, hogy a fejlődés első lépéseként az alumíniumiparban timföldgyárat célszerű létesíteni, s ez egyben a szocialista országokkal való közös érdekeltség alapját is jelenti.

Ezen elvi és perspektivikus lehetőségek vizsgálata folyamatban van.

Az elmondottakból adódnak a timföldiparunk előtt álló feladatok:

— A Bayer-kapacitások kiépítése a bauxit vagyon felső határáig;
— a gyengébb minőségű magyar bauxitvagyon ésszerű, gazdaságos felhasználása;
— a timföldgyártás nyersanyagbázisának kiszélesítése;
— a timföldgyári kapacitás hazai, illetve nemzetközi kooperációban történő növelése, bővítése, saját szükségleteink és a szocialista országok igényeinek kielégítése céljából;
— a fentiek érdekében a magyar alumíniumipari szellemi tulajdon folyamatos fejlesztése.

Feladataink teljesítéséhez *kivitelre orientált műszaki fejlesztést kell végeznünk.* A timföldgyár felszerelésének fejlesztése során már az utóbbi években is a nagyobb egységteljesítményű berendezések fejlesztésére helyeztük a súlyt. E fejlesztési irányvonal lényegében összhangban van az iparág területén világviszonylatban tapasztalható, egyre szigorúbb gazdaságossági követelményekkel és általános fejlesztési törekvésekkel, melyet az egyre nagyobb kapacitású timföldgyárak létesítésének igénye határoz meg.

Az eddig kialakított lényeges alapberendezéseink a következők:

— 50 m^3-es autoklávok a folyamatos, jobb feltárást biztosító, 240 °C hőmérsékleten dolgozó, 120—150 ezer t/év kapacitású sorokhoz;
— 35 m ∅ ülepítő berendezés, évi 300—600 ezer t vörösiszap mosásához;
— 500—1000—2000 m^3-es levegő keverésű tartályok kovasavtalanításhoz, vagy kikeveréshez;
— 50 m^2 szűrőfelületű vákuumdobszűrő timföldhidrát, illetve vörösiszap szűrésére (külföldi kooperációval);
— 100 m^2-es tárcsás szűrő;
— 500 t/nap kapacitású korszerű kalcináló kemence (külföldi kooperációval);
— speciális kopásálló szelepek, armatúrák.

Ezekből a timföldgyártáshoz szükséges fontosabb, nagyobb berendezésekből évente 2—3, 300 ezer t/év kapacitású üzem építéséhez szükséges mennyiséget tudna *a magyar gépipar* exportképes minőségben biztosítani.

A technológiai berendezések szabadtelepítését éghajlati viszonyaink mellett is sikeresen megoldottuk, ami jelentős beruházás, tervezési és építési költségmegtakarítást eredményezett. Ilyen berendezések működnek *Almásfüzitőn* és *Ajka II.* timföldgyárban, továbbá *Korbában* (India), Romániában, a *Tulceai Timföldgyárban* és üzemelnek majd Jugoszláviában, az *Obrováci és Birácsi Timföldgyárakban.*

További távlati célkitűzéseink elérésének feltétele, hogy a timföldgyártás műszaki színvonala továbbra is minden területen (kutatás, műszaki fejlesztés, technológia, apparatúra, anyag- és energiagazdálkodási fajlagosok, automatizálás, rendszerirányítás, folyamatszabályozás, termelékenység) megfeleljen a világszínvonalnak.

Az *alumíniumkohászat* elvi alapjai — a timföldgyártáshoz hasonlóan — nem változtak jelentősen. Lényeges változás az anódszerkezetben és a berendezések méreteiben tapasztalható. Míg kezdetben a 10—12 kA-es elektrolizáló cellákat tekintették korszerűnek, az újabban létesült kohók már 120—150 kA áramerősséggel üzemelnek, de építettek már kísérleti jelleggel 200—300 kA-es kádakat is. Ez idő alatt, az 1950-es évek óta az 1 t alumínium előállításához szükséges 25—28 kWó/t villamosenergia-igény a felére csökkent. (12—14 e kWó/t.) A kisteljesítményű *blokkanód szerkezeteket* a 40-es években forradalmasította a középteljesítményű *Soederberg-féle önsülő anódmegoldás;* azonban újabban ismét a blokkanódás kádszerkezetek kerültek előtérbe, melyek lehetővé tették a 150 kA-es és ennél nagyobb áramerősség alkalmazását.

Magyarországon az elmúlt 20 évben nem létesült alumíniumkohó. A 60-as évek elején, mikor már világosan látható volt, hogy a meglevő kohók a szükségletet intenzifikálással sem tudják kielégíteni, országunk pénzügyi és nem utolsósorban energiahelyzete nem tette lehetővé új kohók építését. Jellemző, hogy az 1960-ban termelt, mintegy 50 ezer t alumínium az ország akkori teljes villamosenergia-termelésének kb. 15%-át vette igénybe. További energiamennyiség lekötése alumínium előállítására gátolta volna a népgazdaság többi iparágának fejlődését. A hiányzó alumínium pótlását a baráti országokkal kötött megállapodások hosszabb időre megoldották. Jelenleg kohóink közel *70 ezer t/év alumíniumot termelnek* és kapacitásuk a jelenlegi kádtípusokkal nem növelhető lényegesen. Legnagyobb üzemünk az Inotai Alumíniumkohó, amely felsőtüskés kádtípust alkalmaz, és 72 kA-es áramerőssége ma már elmarad a korszerű üzemekétől.

Bár kohóalumínium-termelésünk mennyisége és műszaki színvonala világviszonylatban ma már nem kiemelkedő, néhány eredményünk azonban nemzetközi összehasonlításban is elismerésre méltó. Ez elsősorban az *1 t alumínium* előállításához felhasznált villamosenergia mennyiségére vonatkozik, mivel Soederberg-rendszerű kádjaink 15 e kWó/t alumínium egyenáram felhasználással termelnek. Jónak mondható a termelt fémalumínium minősége is. Az összmennyiség 90%-a 99,5%-os, vagy annál jobb minőségű, ami a termelőberendezések elavultságához képest figyelemre méltó eredmény. Bár az utóbbi években jelentősen csökkent a munkaidőráfordítás, mégis kohóinkban a jelenlegi kb. 14 mó/t fajlagos érték viszonylag igen magas, mintegy háromszorosa a nemzetközileg elismert értéknek.

A technológia megvalósításához a legszükségesebb gépesítést több, mint 15 éve hajtottuk végre, így ezek már jelentős korszerűsítésre szorulnak és vannak olyan, nehéz fizikai munkát igénylő műveletek, melyek gépesítésére még nem találtak kielégítő megoldást (kádbetörés, tüskekihúzás, kádtisztítás).

Az alumíniumkohászat fejlesztési célkitűzéseinek kialakításánál a várható *fémalumíniumigény* kielégítése a cél. Szükségletünk az előjelzések szerint 10—15 év múlva kb. 350 ezer t/év lesz. Ennek egy részét a meglevő ajkai, inotai és tatabányai üzemek termelése adja, és számolunk az 1960-ban megkötött lengyel—magyar és az 1962-ben megkötött szovjet—magyar timföld-alumínium egyezmények meghosszabbításával is. A hiányzó fémmennyiség az import, vagy a hazai termelő kapacitás bővítésével, új kohó építésével biztosítható. Alumíniumtermelésünk jelentős kapacitásnövelését ma már nem korlátozza a korábbi mértékben a szükséges villamosenergia biztosítása. Egy 100 ezer t/év kapacitású új kohó üzembelépése pl. az 1980-as években a meglevő kohókat is figyelembe véve, a várható országos villamosenergia-felhasználásnak csupán *5—6%-át*

kötné le, ami a jelenlegi aránynak felel meg *(3. ábra).*

Az egy főre jutó, alumíniumgyártásra felhasznált villamosenergia mennyiség alakulását a *4. ábra* mutatja.

Energiahordozó-bázisunk legutóbbi felmérése eredményeként a feltárt jelentős barnaszén- és lignit készletekre alapozva, nagyteljesítményű, szénbázisú erőműveket létesíthetünk. Új távlatokat teremt továbbá az atomerőművek építése. A 100 ezer tonnás többlettermelés megvalósításához bauxit- és timföldiparunk kellő mennyiségű nyersanyagot tud biztosítani.

Új kohóüzem létesítésénél feltétlenül figyelembe kell venni a *környezetvédelmi, valamint ergonomiai követelményeket is.* A nehéz fizikai munkát kiküszöbölő, egészséges munkakörülmények kialakításától kohászutánpótlási gondjaink megoldása is várható.

Egyértelműnek látszik, hogy fejlesztéseinknél csak a jelenleg legmodernebb, *kb. 150 kA áramerősségű, blokkanódos kádtípusok* jöhetnek számításba, melyeknél az igen kedvező termelékenységi mutatók mellett a munkahelyi és környezetvédelmi kérdések is megoldottnak tekinthetők. A munkafolyamatok teljesen gépesítettek, a technológia automatizált és munkaerőráfordítási hányad is igen kedvező: 4—5 óra/t alumínium.

Az új kohó terveit, technológiáját hazai tapasztalatok hiányában meg kell vásárolnunk, de kutató-fejlesztő gárdánkra jelentős feladatok hárulnak a tervek és a technológia adaptálásánál.

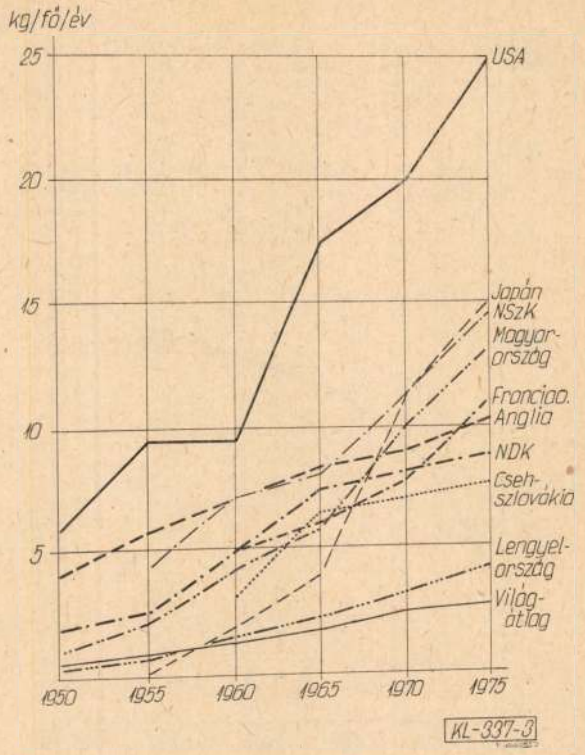
A hazai kutatás-fejlesztés feladata tehát az új technológiák (blokkanódos kohászati technológia, anódszéngyártás) elsajátítása, adaptálása és továbbfejlesztése. A régi kohókban pedig — a lehetőségek határain belül — egészségesebb munkakörülményeket kell teremteni és gondoskodni kell a környezetvédelem szempontjainak érvényesítéséről.

A korszerű kohászat biztonságos üzemviteléhez *anódszén üzemet* is létre kell hozni. Az e témakörben végzett kutatások és felmérések azt mutatják, hogy az anódszén ellátáshoz szükséges kötőanyag országon belül rendelkezésre áll: a Dunai Vasműben keletkező kátrány *95 ezer t/év anódszén* kötőanyag előállításához elegendő.

A megfelelő minőségű petrolkoksz előállításához többféle lehetőség mutatkozik. Az olefinüzemben keletkező pirolízis olajból, valamint a ramaskinói és algyői típusú gudron keverékből előállítható, ún. „zöld" petrolkoksz, mintegy *93 ezer t anódszén* előállítását biztosítaná. A fenti mennyiségen túl szükséges pirolízis olaj szocialista országokból megvásárolható.

Világszerte egyre nagyobb gondot fordítanak a hulladékanyagok, így az alumíniumhulladék összegyűjtésére és ismételt felhasználására. Világviszonylatban a kohófém termelés kb. 20%-át a reciklált alumíniumhulladék újbóli feldolgozása teszi ki. A közelmúltban tett hasonló intézkedések révén jelentős anyag- és energiamennyiség megtakarítása várható, hazánkban is.

A *félgyártmánygyártás* helyzetét mind minőségi, mind pedig mennyiségi szempontból elsősorban



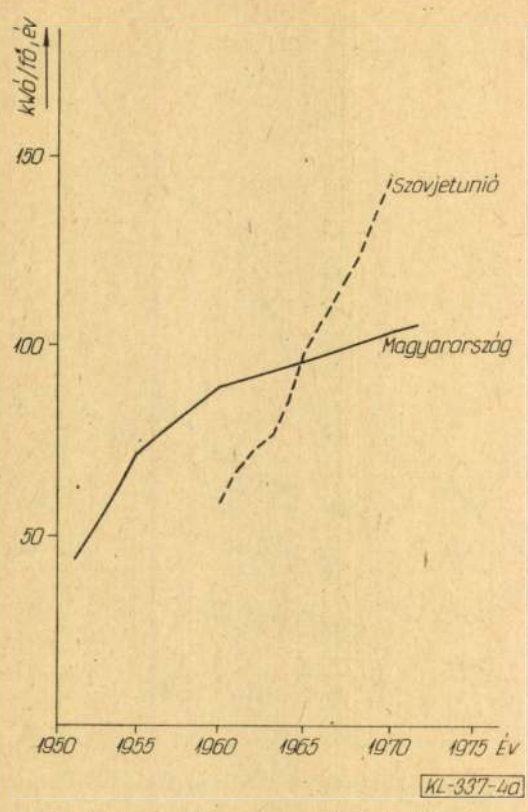
3. ábra. Az egy főre jutó alumíniumfelhasználás alakulása

a hazai készárugyártás szabja meg, bár elég jelentős a nemzetközi munkamegosztásból származó export-import forgalom is. A félgyártmánygyártás dinamikus fejlődését mutatja, hogy a magyar—szovjet timföld-alumínium egyezmény megkötése előtti, az 1960. évi 33 ezer tonnával szemben, az 1974. évi termelés már meghaladta a *130 ezer tonnát,* azaz az elmúlt 15 év alatt a termelés megnégyszereződött.

Az alumíniumipari központi fejlesztési program keretében ebben az időszakban történt meg az addig meglehetősen elmaradott félgyártmánygyártás kiemelt fejlesztése; ennek ellenére az iparág máig sem képes sem mennyiségben, sem választékban kielégíteni a feldolgozóipar gyorsabb ütemben növekvő szükségleteit. A félgyártmánygyártás területén mutatkozó lemaradások csökkentése és a termékválaszték bővítése érdekében jelentős összegű licencia- és ismeretanyagot vettünk meg.

A *félgyártmány termékek választékán belül* megmutatkozó, leglényegesebb, alapvető aránytalanságok (pl. a hengerelt és sajtolt áruk aránya) a Székesfehérvári Könnyűfémmű szélesszalaghengerművének üzembe helyezésével megszűntek. Természetesen a félgyártmánygyártásra is rányomja a bélyegét, hogy a hazai készárugyártás struktúrája eltér a fejlett tőkés országokétól: a teljes termelésre vetített villamosipari felhasználásunk 1972-ben 33% volt, szemben az USA-val, ahol ez 15%, illetve az építőipar részesedése 13% volt, a 25%-kal szemben. Jelenleg a fejlődés a fennálló különbségek csökkentése irányába hat.

Az elkövetkező évek során a mennyiségi felfutás várhatóan lassulni fog, 1990-ig az 1975. évi szint megduplázásával lehet számolni.



4. ábra. A fajlagos alumíniumgyártási villamos energia felhasználás alakulása a Szovjetunióban és Magyarországon

Az V. ötéves terv időszakában kerül sor a Székesfehérvári Könnyűfémmű hengerművének 60 ezer t/év-ről 120 ezer t/év-re, a présmű 25 ezer t/év-ről 40—50 ezer t/év-re való bővítésére, a vékonyszalag és fóliaszalaggyártás fejlesztésére, valamint egy újabb folyamatos öntvehengerlő-durvahuzalgyártó berendezés telepítésére.

A fejlesztésnek a *XI. Kongresszus határozata értelmében* mindenütt elsősorban a minőségi követelmények és választékigények minél teljesebb kielégítésére, a termelés intenzifikálására, és az anyag- és energiatakarékosság javítására kell irányulnia. Ez érvényes természetesen az alumíniumiparra is. A termelőegységek gazdaságos kihasználása és a beruházási költségek gyorsabb megtérülése érdekében a közeljövőben fokozódó nemzetközi együttműködésre lehet számítani, elsősorban a KGST keretén belül.

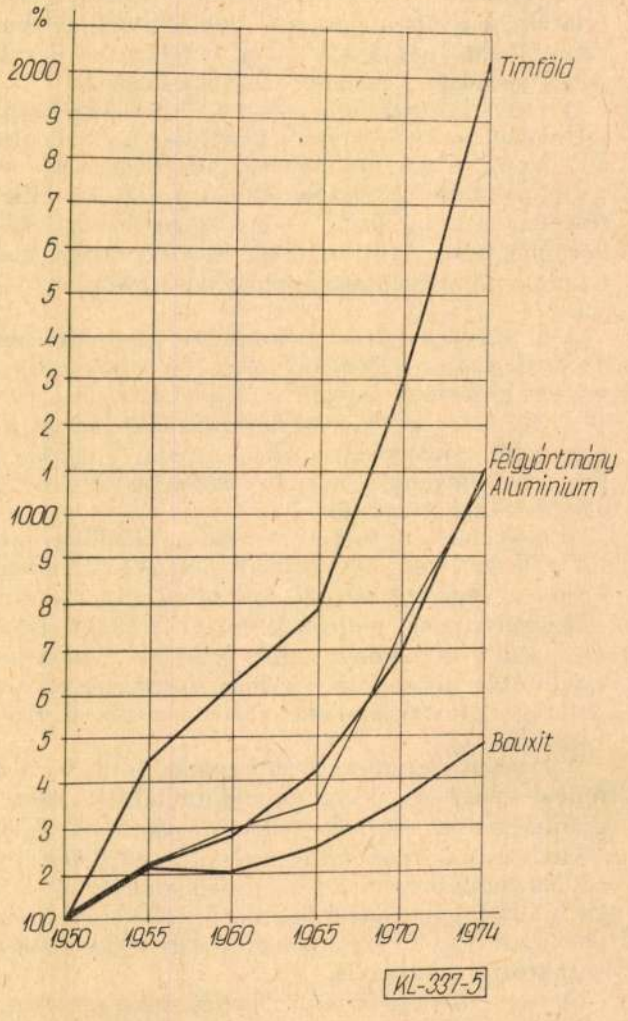
Az alumínium készárufogyasztás volumene és a nemzeti jövedelem alakulása között szoros összefüggés áll fenn. A fennálló korrelációt részint az adott ország ipari struktúrájának általános helyzete és az 1 főre jutó bruttó nemzeti termék értéke, részint pedig az alumíniumfelhasználásra ható különleges körülmények (pl. alumíniumellátottság, a fémmegmunkáló ipar tradíciói, az egyes területeken rendelkezésre álló szellemi kapacitások, más szerkezeti anyagok versenye) befolyásolják. Ezen összefüggés alapján elemezni lehet a jelenlegi helyzetet és fel lehet becsülni az alumíniumfelhasználás jövőbeni alakulását.

Hazai fémfeldolgozóiparunk nyersanyaghelyzete, termelési szerkezete és ipari tradíciói következtében — jelenleg különösen alumíniumra orientált, amit legjobban az bizonyít, hogy míg az 1970—1972. évi időszakban az 1 főre jutó acél-, cement-, fa- és egyéb szerkezeti anyagok felhasználása vagy megegyezik, vagy 20—30%-kal kisebb, mint a hasonló fejlettségű országokban, addig *az alumíniumfogyasztási szintet* kb. 50%-kal meghaladja.

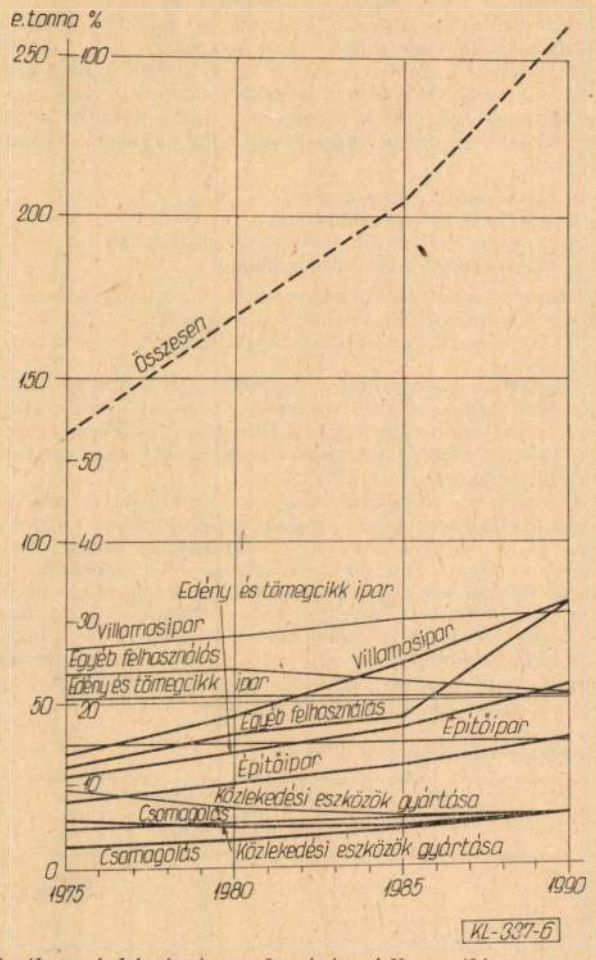
A nemzeti jövedelem alakulása, valamint a hazai adottságok figyelembevételével várható, hogy *1990-ben a készárugyártás fémszükséglete eléri a 240—290 ezer tonnát*, ami azt jelenti, hogy az 1974. évi 115 ezer tonnás mennyiség több, mint kétszeresére növekszik *(5. ábra)*.

Az alumíniumfelhasználás fejlődésének becslése alapján megállapítható, hogy — különleges adottságaiknak megfelelően — a villamosipar részesedése 1990-ben is meghaladja az átlagot, az építőipari részesedés kezdetben gyorsabban, majd később lassabban fog növekedni, a csomagolóipar részesedése 1975 után várhatóan erőteljesebb lesz. Számolni lehet az edény- és tömegcikkipari termékek részarányának növekedésével is. Várhatóan tovább nő a járműipar alumínium-felhasználása is.

Legfontosabb feladat az alumínium indokolt felhasználási területein *a gazdaságos termékválaszték kialakítása*, a készárugyártási technológiák és gyártmányok fejlesztése. Jelenlegi adottságaink mellett a hazai kapacitások bővítése és a készáru-



5. ábra. Az alumíniumipar fejlődése



6. ábra. A készáruipar alumíniumfelhasználása az egyes feldolgozó iparágakban

ellátás biztosítása alumíniumiparunk keretein belül csak részben lehetséges — a hiányt licencia, gép- és termékvásárlással kell fedeznünk, ill. a *szocialista integráció és szakosodás keretében* már megvalósított gyártásmegosztás, választékcsere, valamint az időszakos fölös kapacitások lekötése révén nyílik lehetőség további kölcsönös előnyök kihasználására. Így pl. Magyarország alumíniumszalagot, tárcsát, öntött, kovácsolt termékeket szállít az NDK-ba lakkozott és ötvözetlen alumíniumszalag ellenében, Romániával pedig az elmúlt évben 10 ezer tonnás választékcsere jött létre a magyar meleg, illetve a román hideg hengerművi kapacitások gazdaságos kihasználására.

Az *alumíniumipari központi fejlesztési program* egyik fontos célkitűzése az, hogy növelni kell alumíniumipari exporttunkban a magasabb feldolgozottsági fokú termékek arányát *(6. ábra)*.

Magyarország alumíniumexportjának *az összes exporthoz viszonyított aránya* meghaladja más, fejlettebb országokét, s mivel a különböző feldolgozottsági fokú termékekért kapható ár erősen differenciált, nem közömbös, hogy egyetlen, jelentősebb mennyiségben található nyersanyagunkat milyen formában értékesítjük. Míg a tömbalumínium világpiaci ára kb. 800 $/t, addig a félgyártmánnyá feldolgozott alumínium 1300—1400 $/t-ért, a készáruk pedig 2000—5000 $/t-ért értékesíthetők. Annak ellenére, hogy az egységnyi termelésre jutó beruházási költség a készárugyártásnál a legnagyobb (timföldgyártásnál a kapacitástól függően ez az érték 240—330 $/t-ra tehető, a készárugyártásnál viszont már eléri az 1400—1500 $/t szintet), mégis — az elérhető ár miatt — a készáruk gyártása és értékesítése a leggazdaságosabb.

A készáruexport fokozására alumíniumiparunk emelkedő színvonala és a kereslet várható alakulása alapján meg van a lehetőség, de ez csak a korszerű termelőkapacitások és termékválaszték kialakítása és folyamatos fejlesztése esetén realizálható.

Dr. Osztrovszki György hozzászólása

Az utolsó 15 évben a magyar alumíniumipar fejlődésének feltételeit és lehetőségeit döntő módon határozta meg a szocialista nemzetközi munkamegosztásba való bekapcsolódása, a *magyar—szovjet* és *magyar—lengyel timföld-alumínium egyezmény* megkötése és végrehajtása.

Az egyezmények léte meghatározó jellegű volt alumíniumiparunk szerkezetének átalakulása szempontjából is:

— dinamikusan megindult a *bauxitbányászat*, a *timföldgyártás* fejlesztése és tart egészen addig, amíg a termelő kapacitások el nem érik a magyar bauxitvagyon mennyiségével arányos, maximális szintet;
— az *alumíniumelektrolízis* szerény ütemben fejlődik, a villamosenergia-termelésünkkel, az ország villamosenergia ellátása teherbíróképességével arányosan, amit az tesz lehetővé, hogy a népgazdaság alumíniumszükségletének kielégítésében az elsőrendű szerepet egyre inkább az egyezményes fémimport határozza meg;
— az *alumíniumfeldolgozóipar* fejlesztésének üteme a növekvő fémalapanyagellátástól függ; ennek dinamikusan fejlődő forrása a növekvő mennyiségű szovjet egyezményes import, amely a szerény mértékben növekvő hazai termelés mennyiségére halmozódik.

A szerkezeti változás eredményeképpen az 1960. évi arányokhoz képest megnő a feldolgozott alumínium aránya az összes alapanyagjellegű termékek értékéhez viszonyítva.

Az alumíniumipar szerkezetének változása: az alumínium alapanyag és a félgyártmányok mennyiségének dinamikus növekedése, kedvezően hat a népgazdaság ipari szerkezetének átalakulására is, ezért került az alumíniumipar azon iparágak közé, amelyek távlati fejlesztését *központi fejlesztési program* határozza meg, hogy a fejlesztés meggyorsítására nagyobb eszközmennyiséget lehessen koncentrálni.

A központi fejlesztési program végrehajtásának első 5 éve azonban azt mutatja, hogy az a fejlesztési eszközkoncentráció, amelyet a kormány a központi fejlesztési program jóváhagyásakor elhatározott, nem valósult meg olyan következetesen, ahogyan a program

— az egyezmények végrehajtásának, az alumínium alapanyagellátás növekedésének ütemével arányosan meghatározta.
— A bauxit- és timföldtermelés ugyan a programnak megfelelő ütemben fejlődött, de *a hazai alumíniumtermelés* még az igen szerényen tervezett ütemet sem tartotta.
— A feldolgozóipar fejlődési üteme a programhoz képest lényegesen elmaradt; a *félgyártmányipar termelése* 1975-ben a programból csak mintegy 85%-ot, a *készáruipar* pedig 70—75%-ot teljesített.

Elmaradt a központi fejlesztési programhoz viszonyítva az alumínium alapanyagellátás mennyisége is, mert egyrészt nem jött létre a hazai alumíniumkohók 1975-re tervezett kapacitásszintje, másrészt elmaradt a magyar—szovjet timföld-alumínium egyezmény tervezett bővítése. A kettő együttes hatására az 1975-re tervezett alumínium alapanyagmennyiség mintegy 40

ezer tonnával kevesebb a központi fejlesztési programban előirányzottnál.

Az alumíniumipar kívánatos *szerkezeti átalakulásának lelassulása* többirányban is negatív hatást fejt ki:

— A készáruipar nem jut megfelelő alumínium félgyártmányellátáshoz, az alumíniumipar szerkezeti átalakulásának lassulása tehát *lassítja a népgazdasági ipar szerkezeti átalakulását is*,
— nem tudjuk kihasználni azokat a kedvező gazdasági lehetőségeket, amelyeket a *fémalapanyag feldolgozása nyújt* egy nyersanyagokban egyébként is szegény országban,
— csak csökkentett mértékben tudjuk teljesíteni azt a szocialista segítségnyújtást, amelyet a szovjet partner a nagymennyiségű fém juttatásával tőlünk vár: a polgári célú alumíniumfelhasználás korszerű ipari megoldásainak úttörő kimunkálásánál *szerzett tapasztalatok átadását a szovjet ipar számára.*

A fém alapanyagellátás elmaradása a központi fejlesztési programhoz viszonyítva nagy feszültséget fog okozni a VI. ötéves tervidőszakban, ha időben nem teszünk megfelelő intézkedéseket, hogy 1980 és 1985 között a fémellátás mennyisége megnövekedjék.

További új fémforrásról kell tehát gondoskodni még az V. ötéves tervidőszak folyamán, melynek elvi lehetőségei:

— a *magyar—szovjet timföld-alumínium egyezmény* mindkét fél számára előnyös feltételekkel történő bővítése,
— ha ez nem volna lehetséges, egy *új korszerű kohó* első kapacitásegységének megépítése, melynek megkezdése még 1980 előtt kívánatos volna.

Az alumíniumipar azon iparágak közé tartozik, amelyek kedvező adottságainak folytán — mint ahogyan az MSZMP XI. kongresszusa meghatározta — arra kötelezettek, hogy a haladás élvonalába kerüljenek. Tíz évvel ezelőtt alumíniumkohászatunk és timföldgyártásunk is elmondhatta magáról, hogy megközelítette ezt a kívánatos színvonalat. Azóta ez a *hírnevünk helyenként kissé megkopott.* Timföldgyártásunk ugyan még többékevésbé lépést tart a fejlődéssel, amit elősegítettek a hazai nagy létesítmények és rekonstrukciós bővítések, valamint a nagy egységek szellemi és gyárexportja. Alumíniumkohászatunk azonban a hazai fejlesztés szempontjából *kedvezőtlen helyzetben volt.*

A meglevő üzemek ma már nem korszerű nagyságrendű elektrolizáló kádjai, a kádak telepítése és a csarnoképületek megoldása bizonyos — ma már túlhaladott technikai színvonalat konzervált. Ez egyaránt vonatkozik:

— a folyamatok gépesítésére,
— az elérhető teljesítményekre,
— a fajlagos villamosenergiafelhasználásra és
— a környezetvédelem megoldására.

Elmaradásunk talán nagyobb is, mint amit a kedvezőtlen adottságok eleve meghatároznak.

Itt az ideje, hogy előbbre lépjünk ismét ezen a területen is.

Távlatban számunkra a legjobb mód a *szovjet—magyar timföld-alumínium egyezmény szerinti bővítés*, amit a világ energiahelyzetének kiélesedése különösen indokol. Bármely energiahordozó ára drágább lesz, mint az alumíniumban foglalt kWó ára.

Alumínium *feldolgozóiparunk* műszaki színvonala 10 évvel ezelőtt sem volt a haladó világszínvonal közelében. A IV. ötéves terv egyik figyelemre méltó eredménye, hogy a *Cegedur ismeretanyag megvásárlása* útján a félgyártmányipari műszaki színvonalának fejlődése felgyorsult. Ma még nem állíthatjuk azonban — fejlődésünk kétségtelen sikerei ellenére —, hogy a haladás élvonalában vagyunk. Ahhoz, hogy ezt elmondhassuk magunkról, még nagyon sokat kell tennünk a műszaki fejlesztés érdekében.

Összehasonlító termelési adatok

Termék	Ezer tonna	
	1960	1974
Bauxit	1160	2750,7
Timföld	218	709,3
Alumínium	49,5	69,04
Félgyártmány	33,3	116,9
Készáru	41,54	129,0

Műszaki fejlesztés az alumíniumiparban*

Dr. ZÁMBÓ JÁNOS okl. bányamérnök, igazgató
Fémipari Kutató Intézet

DK: 669.711 : 65.011

A magyar alumíniumipar műszaki fejlesztési helyzetét, problémáit, az előttünk álló programot elemzi, az iparág különböző szektorait külön értékelve.

Az előadás címe alapján az alumíniumipar *minden fázisával* foglalkoznom kellene, a figyelmet mégis elsősorban az *alapanyaggyártás területére* veszem igénybe. A bauxitbányászat kérdéseit csak a timföldgyártás műszaki-fejlesztési célkitűzéseinek meghatározásához szükséges mértékben érintem, a félgyártmányelőállítással és készárutermeléssel kapcsolatban pedig csak a műszaki-fejlesztés fő irányait ismertetem dr. Juhász Ádám előadásának megállapításaihoz csatlakozva.

A műszaki-fejlesztési program kialakításához célszerűnek látszik az ipar műszaki színvonalának elemzése, az elért eredmények áttekintése, a fejlődés tendenciájának meghatározása. A hazai timföldgyártás és alumíniumkohászat mintegy négy évtizedes múltja erre jó lehetőséget kínál.

A bauxit bányászása Magyarországon zömében mélyműveléssel folyik, a geológiai viszonyok gyakran kedvezőtlenek, a telepek többsége mélyen a karsztvíznívó alatt helyezkedik el. A gépesítés ellenére a mélyművelésben az összüzemi teljesítmény *3,3 t/műszak* volt 1974-ben. A bauxitbányászat világszerte zömében külszíni műveléssel *többszáz tonna/műszak* teljesítménnyel történik, így a magyar bauxit kitermelése lényegesen költségesebb, mint a világ nagy részén.

Míg a timföldgyártásra a nyugati világban felhasznált bauxit nagytöbbségében 10 hányados feletti, addig a hazai *bauxit átlagminősége* 6—7 körül van.

A készletek jelentősek, évi mintegy 3,5 millió tonnás termelési szint elérését tartósan biztosítják, az ismert bauxitvagyon azonban további fejlesztést nem tesz lehetővé.

* Előadás a M. Tud. Akadémia miskolci metallurgiai konferenciáján május 29.-én.

A hazai bauxithelyzetből kiindulva *a timföldgyártás műszaki-fejlesztési célkitűzései:*

— a timföldgyártás nyersanyagbázisának bővítése,
— a közepes minőségű bauxitok gazdaságos feldolgozása,
— a hazai timföldgyártás műszaki színvonalának növelése.

Timföldgyártás

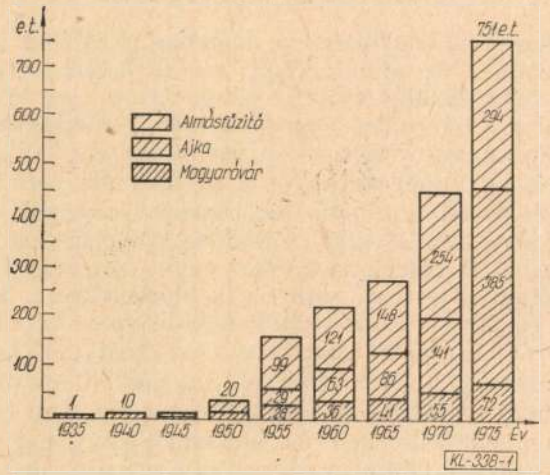
Az egyes hazai gyárak termelésének alakulását az *1. ábra* mutatja. Következésként csupán annyit említek meg, hogy a termelés növekedésében nincs megállás, intenzifikálás és rekonstrukciós bővítésekkel minden timföldgyár termelése töretlenül emelkedett, és az *Ajka II új gyárat* nem számítva 5 évenként a termelés 20—80%-kal nőtt. Ha nem is ilyen mértékben, de a meglevő gyárainknál a *továbbiakban is* jelentős termelésnövekedéssel kell számolnunk.

A timföldgyárak műszaki-fejlesztési kérdéseit a gépi berendezések, az energiagazdálkodás, a technológia, az automatizálás és a termelékenység vizsgálata alapján kísérlem meg bemutatni.

Gépi berendezések, vonalteljesítmény

Még az 1950-ben üzembehelyezett, akkor korszerűnek számított *Almásfüzitői Timföldgyárban* is a berendezések általában szakaszos üzeműek és kis teljesítményűek voltak. Például: 20 m^3-es szakaszos üzemű autoklávok, 14 m ∅-jű (770 m^2 összfelületű) 5 kamrás ülepítők, iszapmosók, 460 m^3-es szakaszos üzemű kikeverő tartályok, 15 m^3/ó vízelpárologtatású bepárló készülékek, 60 t/nap teljesítményű kalcináló kemencék. A gyár tervezett kapacitását a berendezések szükség szerinti párhuzamos beépítésével és üzemeltetésével biztosították.

Az *ülepítés és a vörösiszap mosás* volt az egyetlen folyamatos művelet, amit kaszkád rendszerben, zárt ciklusban valósítottak meg. A 14 m ∅-jű Dorr típusú berendezésekből kialakított sor névleges kapacitása mintegy 60 ezer t/év timföldtermeléshez volt elegendő. A vörösiszap mosó berendezések fokozatos kicserélése Almásfüzitőn 35 m ∅-jű (mintegy 1000 m^2 felületű), korszerű berendezésekre ma már *300 ezer tonna timföld termelését* teszi évenként lehetővé.



1. ábra. A magyar timföldtermelés alakulása

A 2000 m^3-es kikeverő berendezések összekapcsolásával a sor teljesítménye 240 ezer t/év, de az ALUTERV-nek megvalósításra kész tervei vannak 3000 m^3, sőt ennél nagyobb tartályok építésére. Az 50 m^3-es autoklávból kialakított három feltáró sor tartalékkal együtt biztosítja az ajkai gyár névleges kapacitásának elérését.

A *Kestner típusú bepárló* 100 m^3/óra víz elpárologtatására képes, Almásfüzitőn és Ajkán beépített korszerű *kalcináló kemencék* kapacitása pedig közel 500 t/nap. Így a timföldgyárak ún. *vonalteljesítménye* (a kulcs berendezésekből egy sor vagy egy készüléket mint kapacitás megszabót tekintve) hazailag az elmúlt 25 évben 50 ezer tonnáról 300 ezer tonnára azaz kb. ötszörösére emelkedett. A továbbiakban is a vonalteljesítmény növelésére kell törekednünk, miután ez a munkatermelékenység emelésének egyik legkézenfekvőbb eszköze. A termelékenység fokozásának másik alapvető tényezője a berendezések *karbantartási igénye*, ami bár nem mindenhol olyan látványosan, (szivatytyúk, armaturák, stb.), de szintén jelentősen csökkent. Megemlítem, hogy a Kestner bepárló szinte nem igényel karbantartást vagy az új ajkai feltárósorok ciklusideje több mint 12 hónap, ami világviszonylatban is kiváló eredmény.

A gépi berendezések továbbfejlesztésénél elsősorban

— a nagy teljesítményű speciális timföldipari berendezések kifejlesztésére,
— a karbantartási igény radikális csökkentésére,
— a karbantartási tevékenység teljes gépesítésére kell törekednünk.

Energiagazdálkodás

A gépi berendezések összekapcsolása, a műveleti egységek folyamatossá tétele kezdetben a kapacitások növelésére irányult, azonban ezzel teremtődött meg az alapja a korszerű energiagazdálkodásnak is, melynek útja más területekhez (iparágakhoz) hasonlóan a technológiai okokból szükséges hőmérsékletre felmelegített anyag és közeg hőtartalmának maximális hasznosítása a körfolyamaton belül. A fejlődés jellemzésére és a további irány meghatározására bemutatom az 1940-es évek technológiájának (Magyaróvár) az Ajka II. timföldüzemek és a *csőfeltárás* tervezett megoldásainak *I—T diagramját, 2. ábra*, ahol 1 t timföld előállításakor a körfolyamatban résztvevő anyag hőtartalmát és hőmérsékletét ábrázoljuk. Látható, hogy

— a feltárási hőmérséklet jelentős növekedése ellenére a kalóriaigény egyre csökken,
— a körfolyamatból bepárlókban eltávolított víz fajlagos mennyisége szintén csökken, sőt *nagy hőmérsékletű technológiánál* a bepárlás nélküli üzemvitel is megvalósítható.

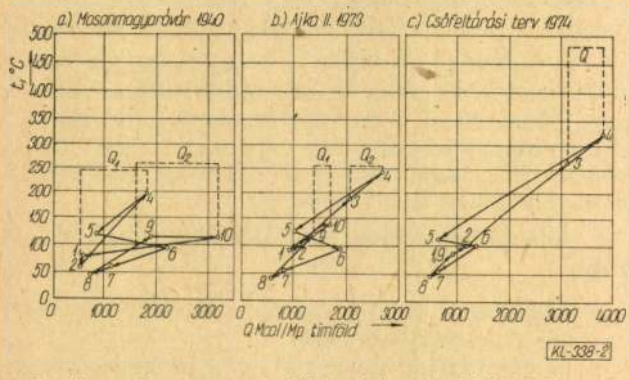
A gépi berendezések és a racionális energiagazdálkodás eredményeként a timföldgyártáshoz felhasznált elsődleges energia világ viszonylatban is igen tisztes alacsony értékre csökkent, amint ezt

a *3. ábra* mutatja. A görbe ellaposodása arra utal, hogy a kézenfekvő lehetőségek nagyrészét az ipar kihasználta, a további energia megtakarításhoz általában már költséges nagy *hőtadó felületek* beépítése szükséges, ezért e téren ugrásszerű változás nem várható, az energiafelhasználás alakulását gazdaságossági optimum számítások szabják meg.

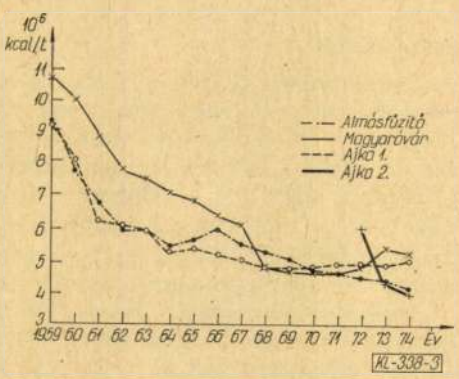
Technológia

A technológia esetenként kiváltotta, általában azonban követte a gépi berendezések fejlődését, az energiagazdálkodás javulását. Ezt jól tükrözi az Al_2O_3—Na_2—H_2O rendszerben a koncentráció-viszonyok alakulása, az energiagazdálkodásnál már vizsgált három esetben *(4. ábra)*. A legszembetűnőbb változás

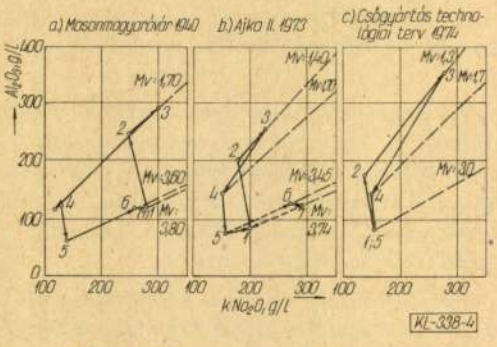
— a feltárási és kikeverési koncentrációk közeledése a feltárólúg hígulása és kikeverés koncentrációjának növekedése útján (az I—T diagram alapján érthető energiagazdálkodási okokból).



2. ábra. A magyar timföldgyári technológiák hőtartalom (Q) — hőmérséklet (t) diagramja



3. ábra. A magyar timföldgyárak energiafelhasználása



4. ábra. A timföldgyári koncentráció viszonyok az Al_2O_3-Na_2O—H_2O rendszerben

Bár a körfolyamat hatékonysága (amit az 1 t timföld gyártáshoz szükséges feltáró- és kikeverésre menő nátriumaluminát-oldat térfogata határoz meg), a Na_2O koncentráció és a feltárás, valamint a kikeverés utáni mólviszony függvénye és ennek növelése mindig elsődleges feladat, mégis az ábrából látható, hogy az optimális koncentráció-viszonyokat elsősorban nem a körfolyamat hatékonysága szabja meg.

A hőmérséklet és koncentráció-viszonyok megváltoztatása következtében jelentősen javult a bauxitból az üzemi timföldkihozatal, amint ez az *5. ábrán* látható. A feldolgozott bauxit minőségének fokozatos romlása ellenére iparági átlagban a kihozatal nem romlott.

Mivel timföldgyárainkban megközelítettük a bauxit SiO_2-tartalma által okozott Al_2O_3 és NaOH veszteségek elméleti értékeit, további jelentős javulás csak a szokásos

$$3(Na_2O - Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2) \cdot Na_2X \cdot nH_2O$$

vegyület helyett, az

$$\frac{Al_2O_3}{SiO_2} \quad \text{és} \quad \frac{Na_2O}{SiO_2}$$

arányok szempontjából kedvezőbb összetételű vegyületek képzésével érhető el.

A magyar timföldiparban elsőként került kidolgozásra az *előmeszezés*, illetve *a vörösiszap kausztifikálásának* üzemi módszere.

Ennek eredményeként

$$3\,CaO \cdot Al_2O_3 \cdot k \cdot SiO_2(6 - 2k)H_2O$$

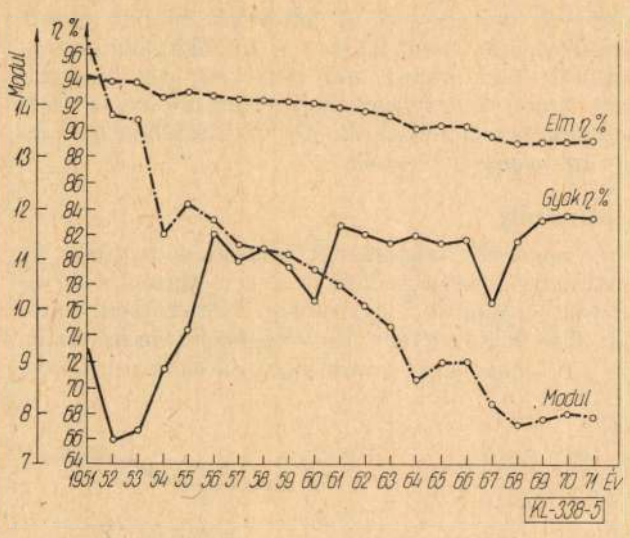
összetételű vegyület képződik. A meszezés mértékétől és körülményeitől függően k értéke 0,8—1,2 között változik a gyakorlatban, ami jelentős NaOH megtakarítást eredményez, de az Al_2O_3 veszteségeket nem csökkenti, sőt kismértékben növeli is.

Újszerű a szintén hazailag kidolgozott marónátron pótlási eljárás is, mely szerint a nátrium-alumínium-hidroszilikát képletében Na_2X-szel jelölt részt az NaOH-nál sokkal olcsóbb NaCl-dal vagy Na_2SO_4-tal pótoljuk, miáltal tonna timföldenként 10—15 kg NaOH takarítható meg.

Laboratóriumi körülmények között már előállítottunk

$$3\,CaO \cdot Fe_2O_3 \cdot 1{,}9\,SiO_2 \cdot nH_2O$$

összetételű vegyületet is, melyben a nátront kalciummal, az alumíniumot vassal helyettesítjük. E vegyület képződési körülményei ma még kívülesnek az üzemileg megvalósítható hőmérséklet és koncentráció viszonyokon, távlatilag azonban egyrészt az üzemi viszonyok a fejlődés általános irányát követve tágabb lehetőséget nyújtanak (pl. hőmérséklet növelés csőfeltárással), másrészt további kutatásokkal a kívánt vegyület képződési feltételeit is kedvező irányba befolyásolhatjuk. Erre jó példák a *goethites bauxitok* feldolgozási kérdései. 20 évvel ezelőtt lefolytatott vizsgálatainknál kimutattuk, hogy a feltáráskor a goethit irreverzibilisen hematittá alakítható, ehhez azonban legalább 300 °C hőmérséklet volt szükséges. A nagyhőmérsékletű feltárás kedvező hatását egyes magyar bauxitok ülepedésére, egyébként *Lányi* prof. még



5. ábra. A timföldgyártáshoz felhasznált bauxit minősége és a kihozatali értékek

korábban igazolta. Az utóbbi években *Solymár Károly* vezetésével végzett igen mélyreható kutatások eredményeként a goethit átalakulásának hőmérsékletét sikerült először 260 majd 235 °C-ig csökkenteni, így már a technológia a magyar timföldgyárakban is alkalmazhatóvá vált. *Almásfüzitőn és Ajkán* lefolytatott üzemi kísérletek minden tekintetben igazolták a laboratóriumi eredményeket; timföldkihozatal javulást és nagymértékű ülepedési sebesség növekedést értünk el, így az eljárás bevezetésére az intézkedések megtörténtek.

A *Bayer-technológia* fejlesztése terén elért eredmények annak a többévtizedes következetes kutatómunkának a következményei, amelyek a bauxit és a vörösiszap, kémiai és ásványos összetételének, fizikai és morfológiai tulajdonságainak megismerésére és a folyamatok tisztázására, valamint a bauxit összetétele, tulajdonságai és a technológiai viselkedés közötti összefüggés feltárására irányultak. A felhalmozódott ismeretek ma már olyan szintet értek el, hogy egy bauxit *kémiai, mineralógiai és fizikai* paramétereinek meghatározásával közvetlen üzemi technológia határozható meg, míg a laboratóriumi technológiai vizsgálatok általában csak kontrolként szükségesek.

Az eredmények mellett szólnom kell arról is, hogy nagyon kevés előrelépés történt a technológia szempontjából nagyon fontos *nátrium-aluminát oldat* szerkezetének és sajátos viselkedése okainak megismerése terén. Az elkövetkező évek elméleti kutatásai legfontosabb kérdésének éppen ezért ezt tekintjük.

Technológiai vonatkozásban a legfontosabb megoldandó kérdések közül a közepes minőségű bauxitok feldolgozásának tervezett irányát már vázoltam, a megoldás a Bayer eljárás továbbfejlesztése az elméleti nátron és Al_2O_3 veszteségek csökkentése útján. A *vörösiszap* tárolásának és hasznosításának kérdése sajnos még teljesen nyitott. A *vörösiszap komplex feldolgozására* kidolgozott eljárások, melyek a komponensek hasznosítását a klasszikus technológiák kombinálásával igyekeztek megoldani, főleg hatékonysági okokból nem látszanak realizálhatóknak, mert a sok műveleti egységből álló technológiák alkalmazása a műszaki fejlődés általános irányával nehezen egyeztethető össze. Ugyanez mondható a mérlegen kívüli (nagy SiO_2 tartalmú) bauxitokra is, ahol a megoldás csak új felismerésre, új technológiai módszerre épülhet (pl. kalcium-aluminát hidrokémiai előállítása, baktériumos kilúgzás stb.).

Automatizálás, folyamatirányítás

Kezdetben a törekvés az egyes technológiai műveletek, jobb hatásfokú megvalósítására irányult. Jórészt hazai kutatások eredményeként kialakultak azok az érzékelők, mérőműszerek, elemzőkészülékek, melyek az automatizáláshoz szükséges paraméterek folyamatos meghatározására alkalmasak, rendelkezünk a szükséges beavatkozókkal is, így az egyes műveleti egységek automatikus szabályozása vagy már megvalósult, vagy folyamatban van. Az egyes műveleti egységek összekapcsolásával elkészült *matematikai modellt* Almásfüzitőn a termelési, az ALUTERV-ben pedig a tervezési paraméterek optimalizálására használják.

Ismereteink szerint a fejlett alumíniumiparral rendelkező tőkés országok sem valósították meg még a timföldgyárak teljes automatikus folyamatszabályozását, ezért az elért hazai eredmények alapján a műszaki fejlesztés célul tűzheti ki a timföldgyárak számítógépes irányítási rendszerének, *főleg saját erőből* történő kidolgozását.

Termelékenység

A munka hatékonyságának összehasonlítása rendkívül bonyolult, még azonos profilú üzemek között is, ezért a kérdés részletes elemzésére nem vállalkozhatom, azonban néhány adat bemutatása rendkívül tanulságos lehet. A *6. ábrán* az Almásfüzitői Timföldgyár dolgozóinak összlétszám alakulását mutatjuk be, valamint az összlétszám, illetve a timföldüzemi létszám alapján az egy főre jutó évi timföldtermelést ábrázoljuk. Az ábrából látható, hogy

— az összlétszám az elmúlt 15 évben lényegében változatlan,
— 25 év alatt egy főre jutó timföldtermelés 4,3-szoros, a timföldüzemben pedig 5,6-szoros.

A különbség főleg abból adódik, hogy az elmúlt 10 évben a vállalat profilja bővült a *különleges* timföldek gyártásával.

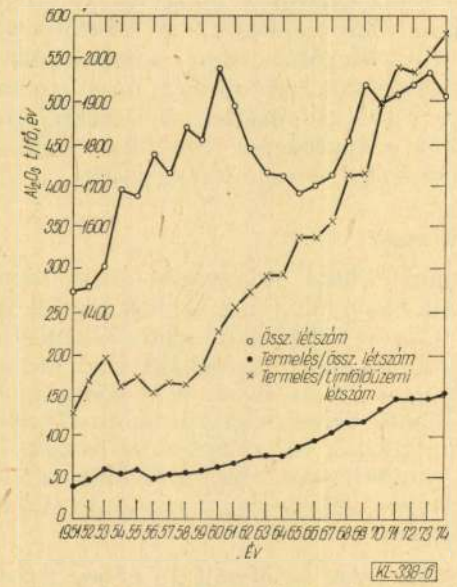
Érdekes rámutatni arra, hogy a timföldüzemi termelékenység-növekedés és az ún. vonalteljesítmény növekedése azonos, amiből az következik, hogy a timföldgyárakban a munka termelékenységének fokozása alapjában a *termelés intenzifikálásával* biztosítható.

A timföldgyártás műszaki fejlődésének áttekintése alapján összefoglalóan megállapítható, hogy az elért műszaki színvonal a nemzetközi összehasonlításban is jelentős. Az elért szint viszonylagos tartása, sőt tervezett javítása nehézségei azonban a hazai menynyiségi fejlesztés hiánya miatt fokozódik, ezért az a megfogalmazás, hogy a szellemi ex-

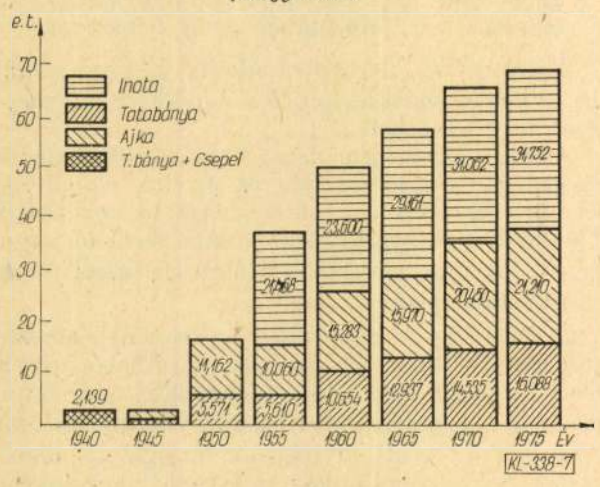
port fokozásához a timföldipar műszaki színvonalát tovább kell emelni meg is fordítható olyképpen, hogy a *timföldiparunk műszaki fejlesztésének egyik alapfeltétele a szellemi exporttevékenység fokozása.* Ebből következik, hogy a műszaki fejlesztési programunk elsőrendű feladata a Bayer-eljárás technológiájának, gépi berendezéseinek, automatizáltsági fokának és termelékenységének élvonalba juttatása, valamint a magyar bauxitok minőségével kapcsolatos speciális problémák megoldása. Programunkban szereplő további olyan kérdések, melyek nem speciális magyar kérdések, más országokat is foglalkoztatnak, mint például a *vörösiszap kérdése* vagy *a timföldgyártás nyersanyagbázisának kiszélesítése*, és csak arra kötelez minket, hogy figyelemmel kísérjük mi történik a világon és csak azokon a területeken végezzünk erőnkhöz mérten kutatásokat, ahol hazai elképzelés, felismerés alapján remény van saját megoldás kialakítására.

Alumíniumkohászat

A termelés adatai üzemenként a *7. ábrán* láthatók. 40 éves ipari múltunk során főleg az 1960-as években műszaki színvonalunkkal nemzetközi te-



6. ábra. Termelékenységi mutatók az Almásfüzitői Timföldgyárban

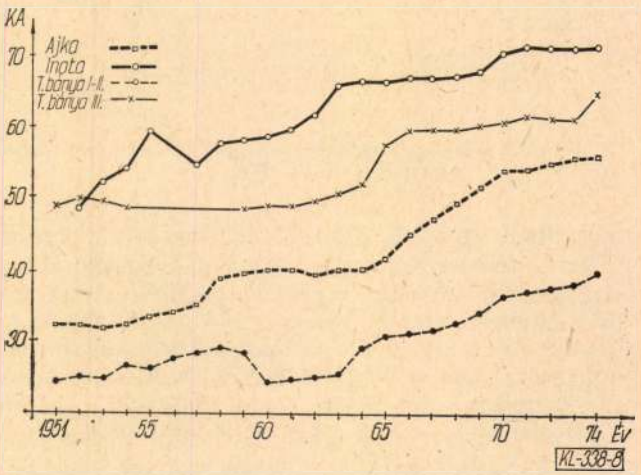


7. ábra. A magyar alumíniumtermelés alakulása

kintélyt vívtunk ki. A feltételek hiánya miatt azonban már közel 25 éve új kohókapacitás nem létesült hazánkban, ami elkerülhetetlenül azzal járt, hogy viszonylagos helyzetünkből sokat vesztettünk és a ma épülő kohók tekintetében nem lehetünk versenyképesek.

Intenzifikálás

A meglevő kapacitások kihasználása terén az eredmények kimagaslóak, mivel a termelés növekedése az elmúlt 2 évtizedben kifejezetten intenzifikálás útján történt. Ennek igazolására mutatom be a *8. ábrát*, ahol az alumíniumkohók áramerős-

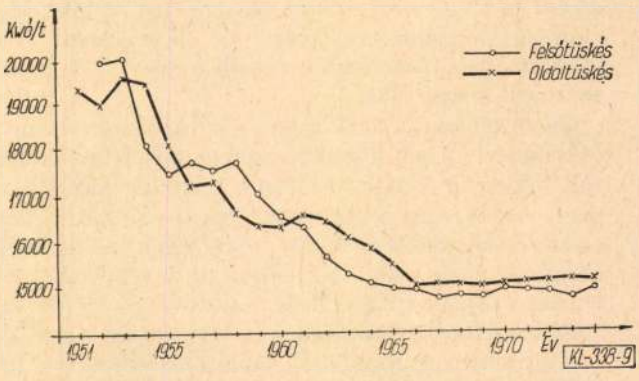


8. ábra. Az alumíniumkohók áramerősségének alakulása

ségének alakulása látható. Mivel az áramhatásfokban jelentős változás nem volt, a görbék egyúttal a termelésnövekedését is mutatják. Bár a görbék nem jeleznek stagnálást, meg kell jegyezni, hogy *anódméretnövelés* lehetőségei gyakorlatilag kihasználtnak tekinthetők, további jelentős intenzifikálás már csak az anodikus áramsűrűség növelésével lenne lehetséges, ami azonban gondos előkészítést és mérlegelést igényel.

Energiafelhasználás

A hazai villamosenergia helyzet a fajlagos energiafelhasználás csökkentését helyezte a műszaki-fejlesztési tevékenység központjába. Az eredmények *(9. ábra)* világviszonylatban is igen jónak mondhatók, a görbék ellaposodása azonban azt

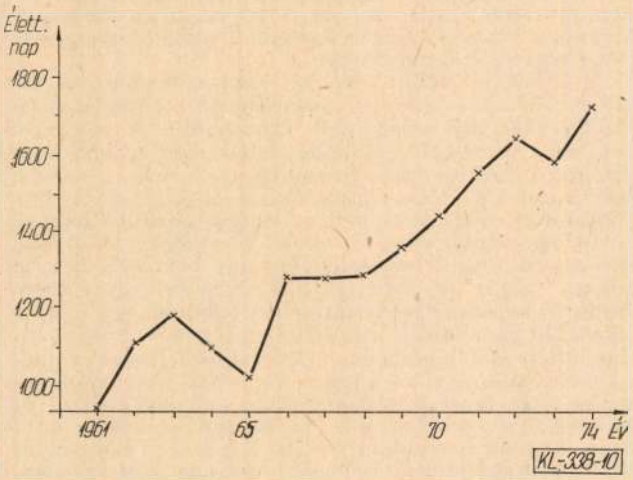


9. ábra. A fajlagos egyenáramfelhasználás alakulása alumíniumkohóinknál

mutatja, hogy további csökkentéshez már olyan költséges szerkezeti megoldások szükségesek, melyek gazdaságilag nem indokolhatók.

Kádélettartam

A lehetőségeink határán belül lépést tartottunk a kádkonstrukció fejlesztésében közepes méretű kádaknál. Ezt jól szemlélteti a kikapcsolt kádak élettartamára vonatkozó *10. ábra*. Ezzel párhuzamosan javult a termelt fém minősége is.



10. ábra. Kohóink átlagos katódbélés élettartamának alakulása

Gépesítés, automatizálás

A 60-as évek elején főleg hazai erőből megtörtént az alumíniumkohók gépesítése. Bevezették a kádbetörő, timföldszállító, tüskehúzó és beverő gépeket. Ezek a gépek a maguk idejében korszerűek voltak, ma már azonban *kis teljesítményük* miatt elavultak.

Az alumíniumkohászatban több próbálkozás történt a kádak üzemének automatikus irányítására. A hazai kohókban a gyakorlati megvalósításra nem került sor.

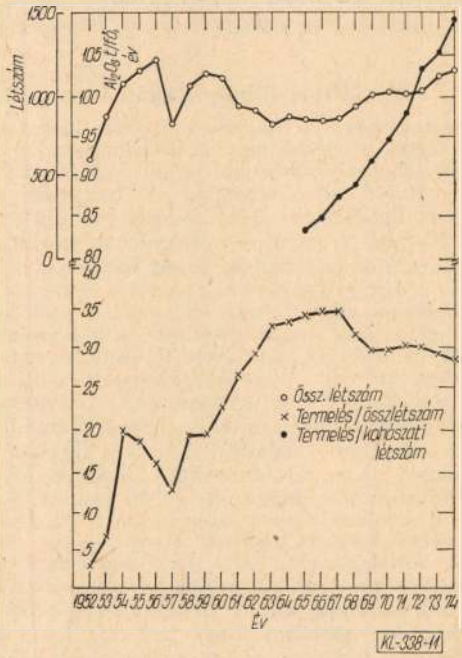
A kohók intenzifikálásával egyidejüleg nőtt az élőmunka termelékenysége. Példaként itt az *Inotai Alumíniumkohó* létszámadatait, illetve termelékenységi mutatóit ismertetem. A *11. ábrán* látható, hogy a termelékenység fokozása itt is az intenzifikálás arányában volt lehetséges. A kohóüzemi és összüzemi mutatók közötti eltérést teljes mértékben indokolja az időközben meghonosított *félgyártmány és készárutermelés*, ami mintegy 200 főt foglalkoztat.

Összefoglalva megállapítható, hogy a közepes teljesítményű elektrolizáló kádak építési és üzemeltetési technológiájában a fajlagos energiafelhasználásban, termelés intenzifikálásában igen jelentős eredményeket értünk el. E téren a lehetőségek már zömében kihasználtak és az eddiginél csak lassúbb ütemű fejlődés várható.

A kohóüzemekben *súlyos munkaerőgondok* miatt is alapvetően javítani kell a munkakörülményeket, csökkenteni a munkahely légszennyezettségét. A gépesítés korszerűsítésével, az ésszerűség határán belüli automatizálással könnyíteni kell a kohászok nehéz fizikai munkáján, növelni kell az élőmunka termelékenységét.

A hazai alumíniumkohászat egyik alapvető gondja volt és maradt az, hogy nem rendelkezünk *anódmasszagyárral*. A petrolkémia fejlesztésével megteremtődött az anódmassza hazai nyersanyagbázisa, ezért a kutatás-fejlesztési tevékenység alapvető kérdése a gyártás megszervezése. Ez egyúttal fontos feltétele az *új kohókapacitás* megteremtésének.

Egy létesítendő új kohó terveit meg kell vásárolni, mivel ma már egyértelmű, hogy főleg munkahelyi ártalmak és környezetvédelmi okokból *blokkanódos megoldást* kell választani és e téren tapasztalatokkal nem rendelkezünk. A kutatásfejlesztésre azonban így is jelentős feladatok hárulnak az adaptációs tevékenységnél. Elég itt utalni például a *timföld fizikai tulajdonságának* szükséges változtatására.



11. ábra. Az Inotai Alumíniumkohó termelékenységi mutatóinak alakulása

Az alumínium félgyártmánygyártás és készárutermelés műszaki színvonalának kérdéseivel nem foglalkozom. Kizárólag előadásom címe alapján rövid tájékoztatás céljából felsorolom a műszaki-fejlesztési tevékenység fő irányait:

— a *minőségi követelmények* és választéki igények minél teljesebb kielégítése,
— a termelés *intenzifikálása*, a kapacitások maximális kihasználása,
— az anyagtakarékosság érdekében az *ötvözött anyagok* arányának növelése, célötvözetek bevezetése (jelenleg 20%-alatt!),
— az alumínium indokolt felhasználásának kiterjesztése a *gazdaságos termékválaszték* növelése érdekében a készáru gyártási technológiák fejlesztése, készáru gyártmányfejlesztés.

A magyar alumíniumipar fejlesztési programjához kapcsolódó országos szintű *kutatás-fejlesztési*

célprogram tartalmazza mindazokat a programokat, melyek megvalósításával biztosítható az alumíniumipar műszaki színvonalával kapcsolatos célkitűzések elérése, összefoglalva ezek:

A *bauxitbányászatban* a hazai adottságoknak legjobban megfelelő művelési módok bevezetésével korszerű gépesítéssel jelentősen fokozni kell a munka termelékenységét, biztosítani kell a timföldgyárak egyenletes minőségű zavartalan ellátását.

A *timföldipar* műszaki színvonalát minden tekintetben a világ élvonalába kell emelni és tartani.

Széles körű fejlesztési tevékenységgel a *meglevő alumíniumkohók* hosszabb távú üzemeltetését kell biztosítani a munkakörülmények és a termelékenység javítása útján. Emellett fel kell készülni a korszerű hazai *új kohó létesítésére.*

Félgyártmány- és készárugyártás műszaki színvonalának az elkövetkező 10—15 évben jelentősen közeledni kell az élvonalat képviselő szinthez: minden vonatkozásban ki kell elégíteni a hazai mennyiségi, minőségi és *választék iránti követelményeket.*

Dr. Miskei Mihály hozzászólása

Ismeretes, hogy a magyar bauxitok kísérőelemként néhány értékes ritkafémet is hordoznak. A magyar bauxitok átlagos *vanádiumtartalmát* V_2O_5-ben kifejezve 0,14% *értékkel* jellemezhetjük. A bauxitok *galliumtartalma* is figyelemre méltó, koncentrációja átlagosan eléri az *50 ppm-et.* Az újabb vizsgálatok szerint a ritkaföldfémtartalom is jelentős, egyes lelőhelyeken csak a *lantán* és a *cérium* összege eléri a fél százalékot.

A *vanádium ipari felhasználása* az elmúlt két évtizedben jelentősen megnövekedett és a növekedés évi 12—18%-os aránya jelentősen felülmúlta más fémek növekedési ütemét. A *galliumfogyasztás* is az utóbbi néhány évben nőtt meg ugrásszerűen. Tekintettel arra, hogy mind a vanádium, mind pedig a gallium előállítása többnyire más fémet előállító eljárások kapcsán melléktermékekből vagy szállóporokból történik, így a magyar alumíniumipar fejlesztése során gondot kell fordítani ezen értékes fémek kinyerésének kérdéseire is. Véleményem szerint ugyanis olyan fémek előállítási gondjait, amelyeknek önálló ércei nincsenek, de ezen fémekre más iparágaknak szüksége van, annak az iparágnak kell vállalnia, ahol e ritkafémek és szórványelemek *kinyerésre alkalmas* koncentrációig feldúsulnak.

Az évente feldolgozott bauxitban levő vanádium mennyisége V_2O_5-ben kifejezve jelenleg 2300 tonna körül van és a timföldgyártás távlati fejlesztését figyelembe véve 1980-ban megközelíti a 3000 tonnát.

A bauxittal a rendszerbe jutó *gallium* mennyisége ugyancsak jelentős, mintegy évi 100 tonnát jelent. A ritkaföldfém forgalom is 1000 tonnákkal jellemezhető.

A timföldgyártás során reálisan azonban csak azoknak a kísérőelemeknek kinyerésével számolhatunk, amelyek a folyamat valamely fázisában a timföld előállítását nem zavarják és koncentrációjuk kimeríti a kinyerés gazdaságossági kritériumát. Mind a gallium, mind a vanádium kinyerése hazánkban iparszerűen évek óta folyik. A műszaki fejlesztés céljainak kitűzésénél abból indulunk ki, hogy a timföldgyártás fejlesztésének keretében milyen módon biztosítható a *komplex feldolgozási szemlélet,* a magyar vanádium- és galliumvagyon nagyobb mértékű hasznosítása. Szabad legyen néhány szóban ismertetni a helyzetképet először a vanádiumkinyerés terén.

A magyar népgazdaság *vanádium-igénye* meghaladja a hazai termelés nagyságát. A vanádiumkinyerés eddigi bázisán a hazai igények kielégítése megoldható lenne. A timföldgyártás fejlesztése viszont mészadagolás bevezetését igényli. Ennek kapcsán viszont a vanádiumkinyerés technológiáját az új paraméterekhez kell igazítani ahhoz, hogy a szükséges mennyiségű vanádiumtermék rendelkezésre álljon. A folyamatban levő és a tervezett vizsgálataink várhatóan a vanádiumkinyerés *növelését* fogják eredményezni.

A fejlesztési célkitűzéseknél nem szabad szem elől téveszteni azt sem, hogy a termelést nem csupán a hazai szükségletek fedezésére kell felhasználni. A technikai minőségű pentoxid vagy polivanadát nem az optimális értékesítési forma; ára erősen függ a szinte évenként változó világpiaci helyzettől. Célszerű tehát gondot fordítani arra, hogy technikai minőségű termékek helyett jóval értékesebb *nagy tisztaságú* termékek előállítását szervezzük meg és választékukat úgy bővítsük, hogy a piacon legjobban értékesíthető termékek gyártására legyünk képesek. Ilyen termékek lehetnek a vegyszer minőségű vanadátsók, vanádiumklorid vegyületek, fémvanádium és félgyártmányai, továbbá félvezető minőségű vanádiumoxidok. Ezen termékek többségére jelenleg már laborméretű előállítási technológiákkal és eljárásokkal rendelkezünk. Természetesen ennek kapcsán kellene megoldani a hazai ipar ferrovanádium szükségletének kielégítését célszerűen termékcsere útján.

A timföldgyári aluminátlúgok *galliumtartalmának* kinyerése terén a kutatás és fejlesztés előterébe a higanymentes kinyerési eljárás kidolgozását lehet *elsődleges* feladatul megjelölni. Igaz, hogy egyelőre lényeges hazai galliumfelhasználás nincs és így a galliumtermelés a külföldi piac felvevőképességének függvénye lehet, de a világ galliumfelhasználásának alakulása határozott *emelkedő* tendenciát mutat. E kérdésben a meglevő technológia fejlesztése, ill. új kinyerési eljárás kifejlesztése mellett állandó feladatnak kell tekinteni a világpiaci helyzet rendszeres értékelését.

Az ilyen modern fém esetében, mint a gallium, arról sem szabad megfeledkezni, hogy a műszaki feltételek rohamosan nőnek és a mai 6N-es minőség rövid idő alatt már nem elégíti ki a felhasználó iparágak igényeit. A fejlesztésnek tehát a mind *tisztább* gallium előállítását is elő kell irányoznia.

A bauxit egyéb értékes ritkafémeinek kinyerésére az elkövetkező időszakban csak alapkutatás jellegű feladatokat lehet megjelölni. A *ritkaföldfémeket* illetően nincs a timföldgyártás során olyan dúsulási hely, amely a kinyerést lehetővé tenné. A vörösiszap ritkaföldfém tartalmának kinyerésére vagy a komplex feldolgozás, vagy pedig valamilyen újszerű szelektív kinyerési eljárás jöhet számításba.

A *komplex feldolgozás* eddigi próbálkozásai nem adtak gazdaságos eljárást, a szelektív kinyerésre pedig csak a kezdeti lépéseken vagyunk túl. A *biohidrometallurgiai* eljárások adaptálása vörösiszap értékes komponenseinek szelektív kinyerésére kedvező tapasztalatokat mutat, azonban még laborméretű kinyerési eljárás kidolgozásáig is további vizsgálatok szükségesek.

Tűzálló idomok üvegolvadék-korrózióállóságának vizsgálata

GURUBI LÁSZLÓ okl. vegyészmérnök
Fémipari Kutató Intézet

DK 666.764.3:536.421

A tanulmányban a szerző adatokat közöl a leírt módszerrel végzett vizsgálatairól, amelyek kiegészítik a többkomponensű tűzálló anyagok oldódási viszonyaira vonatkozó ismereteket. A módszer az adalékkomponensek oldást késleltető hatását mutatja ki többkomponensű korundbázisú próbatestek esetén.

Az üvegolvasztó kádakban tűzálló falazatként használt, olvasztott anyagú korund és cirkon-korund idomok fontos jellemzője az üvegolvadék hatására bekövetkezett elhasználódásuk mértéke.

A tűzálló anyagok kórrozióállóságával foglalkozó közlemények tekintélyes része a korrózió okozta elhasználódás mérési módszereiről és egyes mérési eredményekről számol be. E mérési módszerek két alapvető csoportra, a statikus és dinamikus vizsgálati módszerre oszlanak [1, 2, 3, 4]. Az egyaránt statikus és dinamikus módszerként alkalmazható próbapálcás (*„Finger Test"*), a csak statikus módszerként alkalmazott tégelyes és a csak dinamikus módszerként alkalmazott *„Tank Test"* eljárás lényege az, hogy a nyugvó, vagy áramló üvegolvadék hatásának kitett próbapálcának, tégelynek, vagy idomnak a vizsgálat előtt és után megmérik a térfogatát, illetve jellemző méretét. Nyilvánvaló, hogy e módszerrel történő vizsgálatok eredményei csak a korrózió mértékét mutatják és nem adnak felvilágosítást a korróziós folyamat mechanizmusáról.

A szakirodalomban többféleképpen kísérelték meg a tűzálló anyagok és üvegolvadék között lejátszódó korróziós folyamatok elméleti értelmezését.

Egyes szerzők szerint a folyamat vegyületképződésen keresztül játszódik le [5], de vannak olyan vélemények is, hogy az oldódás végbe mehet a kvarc szemcsék oldódásához hasonlóan kémiai reakció nélkül. *A. Weyl* [6] az üvegolvadék agresszív hatását a savasság-bázikusság fogalmából kiindulva magyarázza, de itt savasság-bázikusság fogalmának a hagyományostól eltérő értelme van. Igen elterjedt a korróziós folyamatok elektrokémiai magyarázata [7, 8, 9, 10].

A szakirodalomban az üvegolvadék okozta korróziós folyamatok egyöntetű értelmezésének az adott esetben a változás várható iránya előrejelzésének a hiánya az oldódási folyamat mechanizmusának megismeréséhez szükséges ismeretek megszerzéséhez vezető vizsgálati (mérési, elemzési) módszerek területén mutatkozó nehézségekre vezethető vissza. E vizsgálatoknál két fő probléma mutatkozik.

1. Az üvegolvadékban a tűzállóanyag felületén igen vékony a diffúziós réteg. E rétegben az oldott tűzálló anyag koncentrációja eléggé erősen változik. Ezért viszonylag nagyobb réteg (50—100 μm) összetételének elemzése olyan eredményt ad, amely az összetétel-profil jellegzetes pontjait elfedi és az eredmények nem a tényleges helyi koncentrációkat mutatják.
2. A vizsgálat tárgyát képező vékony határfelületi réteg összetétele — egyes ritka esetektől eltekintve — üvegszerű szilikát, amelynek azonosítását megnehezíti mind a mérete, mind pedig az a körülmény, hogy a kristályos anyagok azonosítására bevált módszerek itt csak egyes esetekben alkalmazhatók.

Az első probléma az elektronsugaras mikroanalizátor használatával megoldható. Mikroanalizátorral elvileg folyamatos, vagy egymáshoz néhány mikron távolságra levő pontonként az összetételről mennyiségi meghatározás végezhető a próbatest és környezete metszetéből készült csiszolat felületén. Bár a mérés pontosságát befolyásolja a mérendő felület egyenetlensége, az üveg nem teljes homogenitása, mégis kielégítő pontossággal választ kaphatunk arra, hogy az adott összetételű üvegnél a vizsgálat hőmérsékletén az üveg egyes komponensei milyen arányban vesznek részt a tűzálló anyaggal végbemenő reakcióban.

Egyes üvegekben a korróziós folyamat eredményeként 20—100 μm méretű, többé-kevésbé kristályos szilikát réteg képződik. Ennek kristályosodását elő lehet segíteni a vizsgálat utáni lassú hűtéssel. Ha a képződött réteg kristályosítható, akkor az azonosítást röntgendiffrakciós vizsgálattal viszonylag egyszerűen el lehet végezni.

A vázolt problémák alapján választott és fent leírt módszerrel végzett kísérletek célja volt a korund, valamint cirkon-korund próbatestek mész-alkáli üvegekben végbemenő oldódása mechanizmusának vizsgálata a próbatest üveg határfelületén kialakult összetétel meghatározásával.

1. táblázat

Üveg sorszáma	Összetétel (súly%)					
	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	SiO_2	Egyéb
1	16,2	0	7,5	4,3	71,2	0,8
2	11,0	0	9,0	3,5	73,9	2,6
3	6,0	0	12,0	1,8	77,8	2,4
4	9,1	12,3	0,6	0,7	75,8	1,5
5	0,6	15,1	6,6	0,8	75,2	1,7

2. táblázat

Jele	Próbatestek					
	Kémiai összetétele (%)			Fázisösszetétele (%)		
	Al_2O_3	ZrO_2	Egyéb	Korund	Baddeleyit	Eutektikum
Z_{58}-K	41,4	57,4	1,0	0	24,5	74,5
Z_{30}-K	69,3	29,7	1,0	31,0	0	69,0
Z_{10}-K	89,1	9,9	1,0	80,0	0	20,0

3. táblázat

Üveg-próbatest jelzése	Vizsg. időtart. óra	Határfelületi réteg összetétele (%)						
		Na_2O	K_2O	CaO	MgO	SiO_2	Al_2O_3	ZrO_2
1. üveg-korund	1	17,5	0	4,0	1,0	42,0	36,0	0
1. üveg-korund	2	17,5	0	4,0	1,0	42,0	36,0	0
1. üveg-korund	4	17,5	0	4,0	1,0	42,0	36,0	0
1. üveg-ZrO_2	4	17,0	0	5,5	1,0	62,0	0	12,5
1. üveg Z_{58}-K	4	17,0	0	4,0	1,0	43,0	33,0	2,5
3. üveg-korund	4	8,0	0	12,7	1,0	42,0	36,0	0
4. üveg-korund	4	6,6	15,0	0	0,5	49,2	27,2	0
4. üveg-ZrO_2	4	3,0	13,0	0	0,5	58,5	0	25,4
4. üveg-Z_{58}-K	4	5,0	15,0	0	0,5	52,2	21,5	5,8
5. üveg-korund	4	1,5	13,8	1,5	0,5	61,0	20,0	0
5. üveg-ZrO_2	4	3,5	13,5	2,5	0,5	64,0	0	15,0
5. üveg-Z_{58}-K	4	0,6	14,0	1,5	0,5	60,0	12,8	7,2

A korróziós kísérletekhez felhasznált üvegek kémiai összetételét az *1. táblázat*, a cirkon-korund próbatestek kémiai és fázisösszetételét a *2. táblázat* szemlélteti.

A kísérleti olvasztások hőmérséklete 1400 °C, időtartama az 1 sorszámú üveg-korund jelű kísérlet során 1, 2 és 4 óra, a többi kísérletnél 4 óra volt. A vizsgálati eredményeket a *3., 4. és 5. táblázat* tartalmazza.

4. táblázat

Próbatest jele	Al_2O_3-ban elszegényedett réteg (μm) vastagsága		
	1. üvegben	4. üvegben	5. üvegben
Z_{58}-K	50	14	0
Z_{30}-K	50	14	0
Z_{10}-K	—	0	0

5. táblázat

Próbatest jele	Próbatestek oldódásának mértéke					
	1. üvegben		4. üvegben		5. üvegben	
	mg/cm²	μm	mg/cm²	μm	mg/cm²	μm
Korund	9,0	25	5,0	14	1,9	5,2
ZrO_2	4,0	8	5,0	10	2,0	4,0

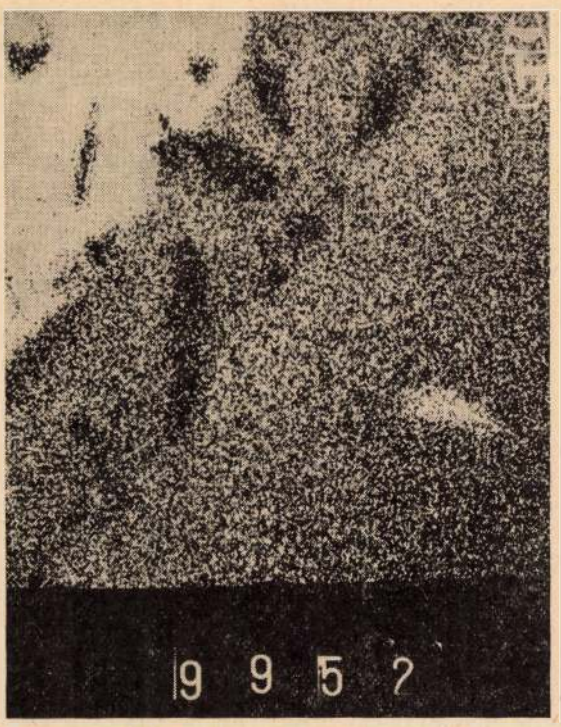
A vizsgálatok eredményeként kapott számszerű adatokat jól kiegészítik a mikroanalizátoron készített elemeloszlási felvételek. A 9951, 9952, 9962 és 9963-as számú felvételek a cirkon-korund anyagú próbatestek jellegzetes oldódását szemléltetik, a 8513 és 8514-es számú felvételek pedig a korund próbatest mész-alkáli üvegben oldásakor a próbatest felületéhez közeli kiválást mutatják. *(Lásd 1—6. ábrák.)*

A vizsgálati eredményekből néhány lényeges következtetés vonható le a kísérletek során alkalmazott próbatestek üvegolvadékban végbemenő oldódására.

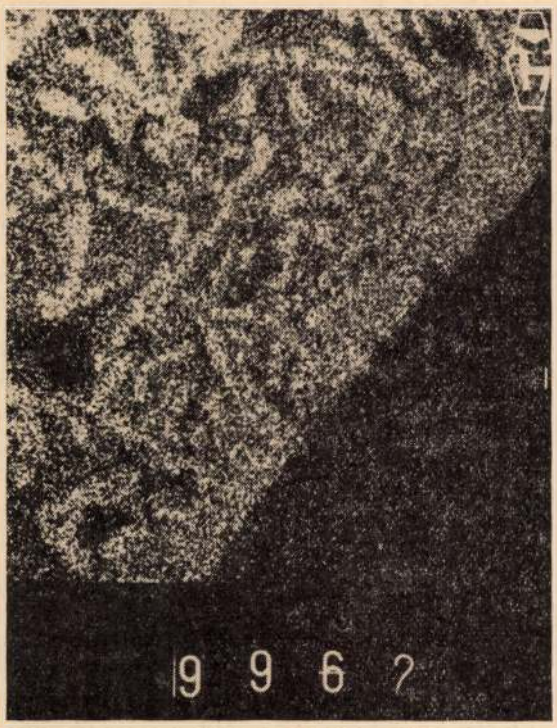
A próbatest felületén az üveg komponenseinek egymáshoz viszonyított aránya eltér e komponensek eredeti arányától, vagyis egyes összetevők feldúsulnak, más összetevők koncentrációja csök-



1. ábra. ZrO_2 eloszlása (Z_{58}—K jelű próbatest, 1. sz. üveg, 9951 sz. felvétel)



2. ábra. Al_2O_3 eloszlása (Z_{58}-K jelű próbatest, 1. sz. üveg, 9952. sz. felvétel)

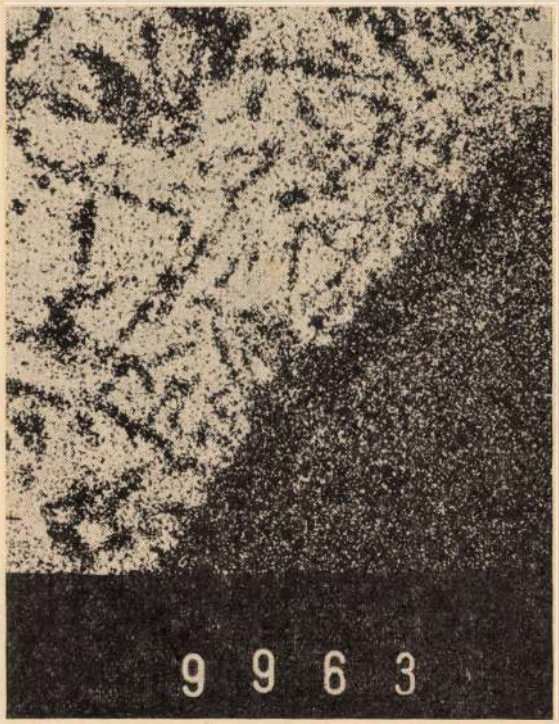


3. ábra. ZrO_2 eloszlása (Z_{58}-K jelű próbatest, 5. sz. üveg, 9962. sz. felvétel)

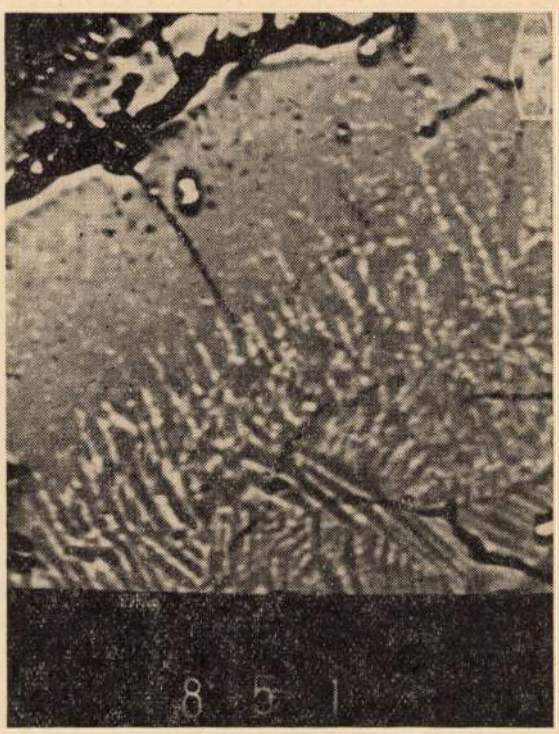
ken. Tehát a próbatest anyagának oldódásakor nem egyszerűen hígul az üvegolvadék, hanem összetételi arányaiban megváltozik.

A próbatestek oldódásakor a próbatest-üveg határfelületnél egyensúlyi összetétel alakul ki az üvegnek a reakcióban résztvevő komponenseiből és az oldott tűzálló anyagból, illetve komponenseiből. Az összetétel egyensúlyi jellegét a következők igazolják:

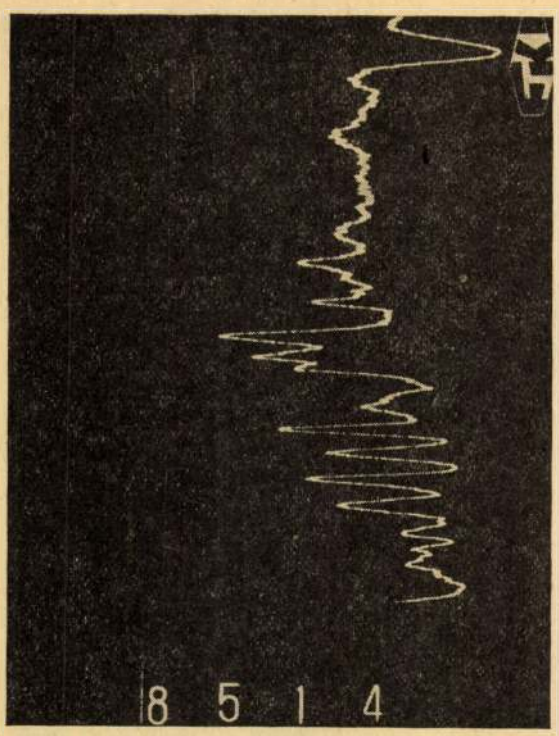
a) A komponensei arányában megváltozott üvegből és az oldott tűzálló anyagból kialakult határfelületi összetétel állandó, vagyis a komponensek koncentrációi függetlenek a vizsgálat időtartamától. Az összetétel adott tűzálló anyag esetében csak az üvegnek a reakcióban résztvevő komponenseitől, ezek arányától (azonos hőmérsékleten több egyensúlyi összetétel lehetséges) és a vizsgálat hőmérsékletetétől függ.



4. ábra. Al_2O_3 eloszlása (Z_{58}-K jelű próbatest, 5. sz. üveg, 9963. sz. felvétel)



5. ábra. Kiválások az üvegben a próbatest határfelületénél (korund pórbatest, 1. sz. üveg, 8513. sz. felvétel)



6. ábra. CaO vonalmenti eloszlása a kiválásokat tartalmazó rétegben (korund próbatest, 1. sz. üveg, 8514 sz. felvétel)

b) A kialakult határfelületi összetétel megfelel a komponensekből álló rendszer fázisdiagramja vizsgálati hőmérsékletnek megfelelő összetételének. Így az oldott tűzálló anyag koncentrációja az adott hőméréklet telítettségi koncentrációja is.

A zömmel α-korundból álló próbatestekbe az üveg komponensei nem hatolnak be. A próbatest tehát felületileg oldódik.

A $Z_{58}-K$ és $Z_{30}-K$ jelű cirkon-korund próbatestek nagyobb hányadát mintegy 58% Al_2O_3-ból és 42% ZrO_2-ből álló eutektikum képezi. E próbatestek határfelületi rétegéből az üveg összetételétől függő mértékben kioldódott az Al_2O_3 és helyét a határfelületi összetételnek megfelelő összetételű üveg foglalta el.

A csak korundból és csak ZrO_2-ből álló próbatestek és a $Z_{58}-K$, valamint $Z_{30}-K$ jelű cirkon-korund próbatestek oldódásának összehasonlításából kitűnik, hogy a cikron-korund próbatestekből kioldódott Al_2O_3 és ZrO_2 egymáshoz viszonyított arányát nem a két anyag eltérő oldódási sebessége határozza meg, hanem valószínűleg az, hogy az adott összetételű-üveg komponenseivel ilyen arányban képez egyensúlyi összetételt. Így egy sajátos szelektív oldódás alakul ki, amely lassítja a próbatest egészének oldódását.

A Z_{10}-k jelű próbatest anyagának mintegy 80%-a α-korund. Ez határozza meg az oldódás jellegét, vagyis a korund próbatesthez hasonlóan felületi oldódás játszódik le.

A határfelületi összetételeket vizsgálva kitűnik, hogy a korund próbatestek mellett képződött rétegben a komponensek molarányai vegyületek jelenlétére utalnak. A határfelületi réteg az 1., 2., 3. üvegben nefelin ($Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$) és amortit ($CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$), a 4. üvegben pedig nefelin és leucit ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$) összetételi jellegű.

A zömmel α-korundból álló próbatestek oldódásánál az 1. és 2. üvegben az átmeneti rétegben kiválás észlelhető. A 3., 4. és 5. üvegben kiválás nem következett be, de a komponensek koncentrációjának állandósága előrendezettségi állapotra utal (nehezen kristályosodó összetétel, vagy oly kis méretűek a kiválások, hogy mikroanalizátorral nem észlelhetők). Az 1. és 2. üvegben az átmeneti rétegben csak a nefelint sikerült egyértelműen kimutatni röntgenvizsgálatokkal. Ennek ellenére az előrendezettségre utaló koncentráció állandóság és a sztöchiometriai összetétel alapján a vegyületképződésre vonatkozó feltevés általánosítható korund próbatestek mészalkáli közegben végbemenő oldódásakor.

Összefoglalás

A kísérleti mérések eredményeiből megállapítható, hogy e módszerrel végzett vizsgálatok adatai és információi kiegészítik a tűzálló anyag üvegolvadékban lefolyó oldódásának mechanizmusára vonatkozó ismereteket. Szemléletesen mutatják a többkomponensű próbatest oldódásának folyamatát, az adalék-komponens oldást késleltető hatását. Ezért a fenti módszer alkalmas a korund alapú tűzálló anyagok összetételi típusaiban az adalékanyagok hatásának vizsgálatára.

IRODALOM

[1] A report by the Refractories comitee of the society. Corrosion tests for evaluating the solution Glass Technology vol. 2, Nr. 6., 12 (1961). 235—237.

[2] Refractories Comitee of the Society, Summary of test results from Co-operative Corrosion test. Glass technology 5 (1964), 207—211.

[3] *Solomin, N. V.—Galdina, N. M.:* UNISS. USSR, and A.A. Litwakowskij, Fused cast Refractories, Jerusalem (1961). 176.

[4] *Frankday jr.—Ambrosone, J. P.:* Corrosion-resistance of Pure Alumina as a Glass Refractory. J. Am. Ceram Soc. vol. 34. Nr. 5. (1961), 163—164.

[5] *Litwakowskij, A. A.:* Fused cast Refractories. Israel. Program for Scientefic-Translations, Jerusalem (1961).

[6] *Weyl, W. A.:* Grundsätzliches über den Angriff von Gläsern auf feuerfeste Oxide. Sprechsaal 95 (1962). 243—250.

[7] *Shonebarger, F. O. J.:* Galvanic Corrosion of Glasstank refractories. Glass Technology vol. 2. Nr. 2. 4 (1961). 53—59.

[8] *Plumat, E.:* Etude des phénoménes de contact entre verre et oxyde a haute témpérature par les mesures de potentiel electrique. Silicates Industries 4 (1954), 141—153.

[9] *Leger, L.—Plumat, E.—Boffe, M.:* Electrochemical phenomenon of the glassrefractory material interface. Glass Technology 1 (1960). Nr. 4. 174—179.

[10] *Plumat, E.:* Sur les causes de forces electromotorices enter systemes vitreux. Silic. Ind. Jan. (1957). 657—667.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

108. ÉVFOLYAM



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1975. OKTÓBER HÓ 10

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал **Металлургия**
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen **Hüttenwesen**
Mining & Metallurgical Journal **Metallurgy**

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. 105.
Tel.: 426-795

TARTALOM

DR. HORVÁTH JÁNOS—GÁRDONYI SÁNDOR: A nyersvas- és acéltermelés fejlődésének törvényszerűségei 433
TAKÁCS JÓZSEF: Hátsó futómű-alkatrészek edzhetőségi vizsgálata 439
HÉDAI LAJOS: Az energetikai fejlődés újabb eredményeinek gyakorlati hasznosítása a nagy hőmérsékletű technológiai folyamatokban 443
SZÉKELY LAJOS—ÓVÁRI ANTAL: Maderspach Károly élete és munkássága 447
DR. VÁRNAI E. TIBOR: Az optimális gázcementálás feltételei 450
ZÁMBÓ JÓZSEF—BOBOK GYÖRGY: A „ladelit" homokkal döngölt üstök szárítási idejének csökkentésére irányuló kísérletek 453
A vaskohászatban hasznosítható hazai szabadalmak 457
A Kohómérnöki Kar hírei 459
Szabványosítási hírek 459
Magyar kohászati vállalat sikere a nemzetközi kereskedelemben 460
Könyvismertetés 460
Műszaki gazdasági hírek 461

FÉMKOHÁSZAT

DR. KÖVES ELEMÉR: Alumínium félgyártmányok minőségjavítása alumínium-előötvözetek alkalmazásával 462
DR. SCHIPPERT LÁSZLÓ: A kenőanyag hatása a semleges szög (%) nagyságára szalagok hideghengerlésekor 466
RIEDL ISTVÁN—NAGY BÉLA—GOMBOS MÁRTON—FARKAS FERENC—KOVÁCS FERENC—DR. KLUG OTTÓ: Szilárdanyag-tartalom mérése a timföldgyári vörösiszapmosás első két lépcsőjében 472
NÉMETH BÉLA: Az almásfüzitői Timföldgyár műszerezésében és automatizálásában 1970 óta bekövetkezett változások 477

ÖNTÖDE

DR. VÖRÖS ÁRPÁD: Adatok az öntvénygyártás 30 éves fejlődéséről 217
SZÁSZ JÓZSEF—BAKÓ KÁROLY: Az Öntödei Szakosztály krónikája megalakulásától napjainkig 223
Egyetemi hírek 229
DR. NÁNDORI GYULA: Tízéves az Öntészeti Tanszék 230
Szakosztályi hírek 233
DR. PILISSY LAJOS: Az Öntöde 25 éve 234

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 426-795.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

75. 10. 5011 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16. F. v.: Povárny Jenő
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámára.
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.
Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770.
Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft.

Index: 25,155

ÉVFOLYAM
ГОД
JAHRGANG
YEAR
108

SZÁM
№
Nr.
No.
10

ОКТЯБРЬ
OKTÓBER
OKTOBER
OCTOBER
1975

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ **МЕТАЛЛУРГИЯ**
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN **HÜTTENWESEN**
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY **METALLURGY**

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р Хорват Янош—Гардони Шандор: **Закономерности развития производства чугуна и стали** . С 433

Вопрос о роли научных прогнозов в технических и экономических науках. Классификация направлений. Долгосрочная тенденция численности населения нашей планеты. Авторами установлены долгосрочные тенденции первой и второй ступеней по развитию производства черных металлов и сделаны выводы.

Такач Ёжеф: **Исследование закаливаемости деталей задного шасси** ..... С 439

Работа посвящена термической обработке корпусов дифференциала, выкованного на заводе „Раба". С помощью исследования по закаливаемости доказано, что вместо нормализации с последующим дисперсионным твердением, т. е. следуя технологической инструкции, достаточно детали подвергать одной лишь нормализации для обеспечения прочностных характеристик. Наряду с значительной экономией средств сказывается и технический выгод.

Хедаи Лайош: **Применения новых достижений энергетики в технике высоких температур** .. С 443

Обзор новшест по применению плазменных факелов, ионизационных горелок, МГД-генераторов и атомно-электростанций.

Секей Лайош — А. Овари: **Жизнь и деятельность Кароя дершпах** ..... С 447

Биография и описание деятельности Кароя Мадершпах, ученика „Шелмецкой" школы, который жил и работал в первой половине прошлого столетия. Развитие основанного им горно-металлургического завода в Рускабане. Описание первых отечественных железных мостов, создателем которых был Карой Мадершпах.

Д-р Варнаи Тибор: **Условия оптимальной газовой цементации** ..... С 450

Основы газовой цементации, состав атмосферы. Структура цементационного слоя, возможности ускоренного науглероживания. Контроль газовой атмосферы, выгоды применения газового хроматографа непрерывного действия. В интересах формирования идеального слоя, а также уменьшения продолжительности науглероживания наужно определенным образом изменять во времени летучесть углерода газовой атмосферы.

Замбо Ёжеф—Бобок Дьердь: **Опыты по сокращению продолжительности сушки ковшей, набытых „ладалитом"** ..... С 453

Свойства ладалитной набывки и определение их изменений по ходу сушки. Улучшение технологии сушки путем измерения температур. Результаты и прочие выгоды.

Д-р Элемер Кёвеш: **Улучшение качества алюминиевых полупродуктов с помощью спомогательных сплавов алюминия** ..... С 462

В первой части работы автор занимается вопросами общего улучшения качества алюминиевых полупродуктов с помощью спомогательных алюминиевых сплавов, которые благоприятно влияют на структуру слитков, применяемых при производстве полупродуктов.
В второй части работы приведены методы обработки бором для улучшения проводимости алюминиевых проволок.
В третей части работы автор указывает на улучшение некоторых алюминиевых сплавов с помощью дальнейшего дегирования спомогательных сплавов.

Д-р Ласло Шипперт: **Влияние смазки на неитральный угол при холодной прокатке лент** .. С 466

Приведено поведение при холодной прокатке смазок, применяемых в промышленных условиях. При проведении испытании скорость прокатки была постоянная, изменялся прокатываемый материал (состав, прочностные свойства) захват и менялось качество поверхности валков. Полученные выводы могут быть применены для тех случаев прокатки при которых соблюдается плоскостная деформация. Применимость предложенных зависимостей доказывают численные примеры.

Иштван Ридл—Бела Надь—Мартон Гомбош—Ференц Фаркаш—Ференц Ковач—д-р Отто Клуг: **Измерение количества твёрдого материала в первых двух этапах мытия красного шлама глиноземного завода** ..... С 472

Подробно исследовались возможности определения содержания твёрдого материала в красном шламе в зависимости от концентрации каустического Na_2O и температуры. Было установлено что в промежутке высокой концентрации шлама ($C_i > 350$ г/л) содержание твёрдого материала можно определить измерением проводимости. Были проведены заводские испытания с помощью трансмиттера Ошимо для непрерывного измерения содержания твердой фазы красного шлама, нанесенного на фильтр.

Бела Немет: **Изменение инструментации и автоматизации глиноземного завода в Алмашфызитё с 1970 года** ..... С 477

В работе приведены те изменения, которые произошли в области инструментации и автоматизации на глиноземном заводе в Алмашфызитё с 1970 года. Показана сущность изменении и новых решении. Сообщены опыты по ведению завода. Приведены результаты, полученные при подготовке управления технологией с помощью вычислительных машин.

INHALT

Dr. J. Horváth—S. Gárdonyi: **Die Gesetzmässigkeiten der Roheisen- und Stahlerzeugung** ..... S 433

Die Rolle der Prognostik in den technischen und wirtschaftlichen Wissenschaften. Die Einteilung der Prognostik und die Bildung der Bevölkerung der Erde. Die erste und zweite Stufe der Prognose der Roheisen- und Stahlerzeugung. Die aus der Prognose abziehbaren Schlüsse.

J. Takács: **Untersuchung der Abschreckbarkeit von hinteren Laufwerkbestandteilen** ..... S 439

Beschreibung der Wärmebehandlungsmethoden von den in der Ungarischen Waggon- und Maschinenfabrik hergestellten geschmiedeten Differential-gehäusen. Die durchgeführten Abschreckbarkeits-Versuche haben bezeugt, dass statt des ursprünglich vorgeschriebenen Normalisierens und des darauf folgenden Vergütens auch mit einem einmaligen Normalisieren die vorgeschriebenen Festigkeitswerte erreichbar sind. Neben dem bedeutenden wirtschaftlichen Erparnis sind auch technische Vorteile aufzuzeichnen.

L. Hédai: **Ausnützung der neueren Ergebnisse der energetischen Entwicklung in den technologischen Prozessen mit hoher Temperatur** ..... S 443

Angaben der Entwicklung von Plasmafackeln, von ionisierenden Brennkörpern, von MHD-Generatoren und von Atomkraftwerken zur praktischen Anwendung in den technologischen Prozessen.

L. Székely — A. Óvári: **Leben und Tätigkeit von Karl Máderspach** ..... S 447

Leben und Tätigkeit des in der ersten Helfte des vorigen Jahrhundert gelebten und in Schemnitz studierten Karl Máderspach. Die Entwicklung der von Máderspach gegründeten Berg- und Hüttenwerken in Ruszkabánya. Die erste von Máderspach projektierte Eisenbrücke in Ungarn. Die Geschichte des historisch bedeutenden Brückenbaues.

Dr. E. T. Várnai: **Die Voraussetzungen des optimalen Gaszementierens** ..... S 450

Grundlagen des Gaszementierens, die Zusammensetzung der anwendbaren Gasatmosphäre. Struktur der zementierten Schicht und die Möglichkeiten der raschen Kohlenstoffaufnahme. Die Kontrolle der Gasatmosphäre, die Vorteile der Anwendung von einem kontinuierlichen Gaskromatograph. Zur Ausbildung einer idealen Kruste und zur Verminderung des Zeitbedarfes der Kohlenstoffaufnahme muss der Kohlenstoffpotential der Gasatmosphäre in bestimmter Weise und Zeit geändert werden.

J. Zámbó—Gy. Bobok: **Versuche zur Verminderung der Trocknungszeit von Pfannen, welche mit der Stampfmasse „Ladelit" ausgefüttert wurden** S 453

Beschreibung der Eigenschaften von „Ladolit" und die durch Messungen festgestellten Änderungen während des Trocknens. Verbesserung der Trocknungstechnologie durch Temperaturmessungen. Ergebnisse und die dazu knüpfenden Vorteile.

Dr. E. Köves: **Die Qualitätsverbesserung der Aluminiumhalbfabrikate durch Anwendung von Aluminiumvorlegierungen** ..... S 462

Im ersten Teil des Artikels wird die Qualitätsverbesserung der Aluminiumhalbfabrikate im allgemeinen behandelt, indem die Struktur der zur Herstellung der Halbfabrikate nötigen Blöcke mit Aluminiumvorlegierungen günstig beeinflusst wird.
Der zweite Teil gibt die zur Verbesserung der Leitfähigkeit der Aluminiumdrähte dienende Borbehandlung des Aluminiums bekannt.
Der dritte Abschnitt weist auf die Qualitäts verbesserung gewisser Aluminiumlegierungen durch weiter legieren mit Aluminiumvorlegierungen.

Dr. L. Schippert: **Einfluss des Schmiermittels auf die Grösse des Neutralwinkels (γ_0) beim Bandkaltwalzen** ..... S 466

Die Arbeit berichtet über die Prüfung verschiedener — teils auch im Betrieb eingesetzter —Schmiermittel während des Walzvorganges. Bei konstanter Walzgeschwindigkeit wurde der gewalzte Werkstoff (seine Zusammensetzung und Festigkeitseigenschaften), die Abnahme, sowie die Oberflächengüte des Bandes und der Walzen geändert. Die Folgerungen gelten für Walzfälle, in denen die Bedingungen der Flächendeformation gültig sind. Die annehmbare Genauigkeit der empfohlenen Beziehungen wird anhand mehrerer numerischer Beispiele bewiesen.

I. Rield—B. Nagy—M. Gombos—F. Farkas—F. Kovács—dr. O. Klug: **Messen des Feststoffgehaltes in den ersten beiden Stufen des Rotschlammwaschens in der Tonerdefabrik** ..... S 472

Die Bestimmungsmöglichkeiten des Feststoffgehaltes in der Rotschlammtrübe in Abhängigkeit vom Gehalt an kaustischer Na_2O und Temperatur wurden eingehend untersucht. Es wurde festgestellt, dass im Bereich hoher Trübekonzentrationen ($C_i > 350$ g/l) der Feststoffgehalt durch Leitfähigkeitsmessung bestimmt werden kann. Zur kontieuierlichen Messung des Feststoffgehaltes der Trübe auf dem Rotschlammfilterwurden Betriesbuntersuchungen mit dem Oscimho-Transmitter vorgenommen.

Béla Németh: **Seit 1970 ausgeführte Änderungen der Instrumentation und Automatisierung der Tonerdefabrik von Almásfüzitő** ..... S 477

Der Aufsatz beschreibt die seit 1970 ausgeführte Änderungen der Instrumentation und Automatisierung der Almásfüzitőer Tonerdefabrik. Er gibt das Wesentliche der Änderungen, bzw. der neuen Lösungen an. Teil die Betriebserfahrungen mit. Er geht auf die bisher erzielten Ergebnisse auf dem Gebiete der Vorbereitung der Lenkung der Technologie durch Rechenmaschinen ein.

CONTENTS

Dr. J. Horváth—S. Gárdonyi: **Laws of the development of pig iron and steel production** ..... P 433

The authors study the role of prognostization in technical and economic sciences, the classification of prognostization, the changes in world population. A first and second stage prognosis of pig iron and steel production is furnished and the conclusions are presented.

J. Takács: **Testing the hardenability of back running gears** 439

The paper discusses the heat treatment of differential housings forged at MVG. Hardenability tests prove that the specified strength characteristics can be achieved by normalizing instead of the originally specified normalizing and subsequent hardening. Technical advantages are obtained by this procedure in addition to substantial savings.

L. Hédai: **Utilizing the recent results of development in energetics in high-temperature technological processes** 443

The author has collected in this study data on the practical application of plasma burners, ionizing burners, MHD generators and nuclear power plants.

L. Székely—A. Óvári: **The life and work of Károly Máderspach** 447

The author discusses the life and work of Károly Máderspach who studied at Selmecbánya in the first half of the last century. The development of the mining and ironmaking works at Ruszkabánya — founded by him — and the first Hungarian iron bridges are described, which were designed and built by him and are of great importance in the history of Hungarian bridge building.

Dr. E. T. Várnai: **Conditions of optimal gas carburizing** 450

Principles of gas carburizing, composition of the atmosphere. Microstructure of the carburized layer and possibilities of rapid carburizing. Control of the atmosphere, advantages of a continuous gas chromatograph. Formation of an ideal case and the reduction of the time necessary for carburizing require a definite variation of the carbon potential of the gaseous atmosphere with time.

J. Zámbó—Gy. Bobok: **Tests for reducing the drying time of ladles rammed with "ladelit"** 453

The properties of the ramming sand and the measurement of the changes occurring during drying are described. The improvement of drying technology by temperature measurement and the advantages attendant on this method are shown.

Dr. E. Köves: **Improving the quality of aluminium semiproducts by using aluminium prealloys** .. P 462

The first part of the work discusses the general quality improvement of aluminium semiproducts by the favourable influence of aluminium prealloys on the microstructure of the cast blocks used to produce these semiproducts. The second part describes the boron treatment of aluminium to improve the conductivity of aluminium to improve the conductivity of aluminium wires. The third chapter details the improvement of certain aluminium alloys by a further alloying of aluminium prealloys.

Dr. L. Schippert: **The influence of the lubricant on the value of the neutral angle (γ_0) in strip cold rolling** 466

The paper describes the testing of several lubricants — some of them in industrial use — during the rolling process. At constant rolling speeds the author varied the grade of the rolled material (its composition and stregnth properties), the reduction, and the surface quality of the strip and the rolls. The conslusions apply to cases of rolling where the conditions of plane deformation exist. The satisfactory accuracy of the proposed relationships is proved by several numerical examples.

I. Riedl—B. Nagy—M. Gombos—F. Farkas—F. Kovács—dr, O. Klug: **Measuring the solids content in the first two stages of washing the red mud in the alumina plant** 472

The methods for measuring the solids content in the red mud pulp have been studied as a function of the concentration of caustic Na_2O and of temperature. It was found that in the range of high pulp concentrations ($c_i > 350$ g/l) the solids content can be measured by conductivity testing. Plant tests have been carried out with the Oscimhotransmitter for the continuous measurement of the solids content in the pulp fed to the red mud filter.

B. Németh: **The changes which have occurred since 1970 in the instrumentation and automation of the Almásfüzitő Alumina Plant** ..... P 477

The study describes the changes in the instrumentation and automation of the Almásfüzitő Alumina plant, the principle of the novel solutions, the operational experienes and the results achieved up to date in the preparations for the computer control of the technology.

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
GARAY LÁSZLÓ, HANTÓ KÁLMÁN, KOLLÁR SÁNDOR, KOLOSY ERNŐ, DR. VERŐ BALÁZS.

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, CSEH MIKLÓS, DR. FUCHS ERIK, DR. HAJTÓ NÁNDOR, HARRACH WALTER, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VAS IVÁN.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

108. évfolyam 10. szám 1975. október

A nyersvas- és acéltermelés fejlődésének törvényszerűségei*

GÁRDONYI SÁNDOR okl. kohómérnök
Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés

Dr. HORVÁTH JÁNOS okl. kohómérnök, igazgató
Vasipari Kutató Intézet

DK: 65.016.2:669.1

A szerzők tanulmányukban vizsgálják a prognosztika szerepét a műszaki és gazdasági tudományokban. Foglalkoznak a prognosztika osztályozásával, a világ népességének alakulásával. A nyersvas- és acéltermelés első és második lépcsős prognózisát adják, majd levonják a prognózisból adódó következtetéseket.

Az irányítás kérdése napjainkban egyre inkább időszerűvé válik. A múltban — a tapasztalatok szerint — átlagban 100 évenként egyszer fordul elő, hogy a műszaki-gazdasági fejlődésre vonatkozó meggondolások módosultak. Manapság ez az időtartam az ötödére redukálódott, de további csökkenéssel is számolhatunk. Mivel az intuició egymagában már nem teszi lehetővé a műszaki-gazdasági irányításban felmerülő mind bonyolúltabbá váló problémák helyes és időben való megoldását, előfordulhat, hogy hirtelen nehéz helyzetbe kerülünk, ha a műszaki-gazdasági fejlesztéssel kapcsolatban hozott döntéseink nem alapulnak a műszaki-gazdasági folyamatok tudományosan megalapozott előrelátásán és megválasztásán.

Végső soron társadalmi-gazdasági tényezők hívták életre a tudományok egyik kialakulóban levő legfiatalabb ágát: a prognosztikát.

Az eddig szerzett tapasztalatok alapján a műszaki-gazdasági prognosztikára a következő difenició adható:

A műszaki-gazdasági prognosztika nem más, mint a gazdaság és a technika lehetséges fejlődésútjaira és eredményeire, valamint az eredmények eléréséhez szükséges erőforrásokra és szervezeti intézkedésekre vonatkozó tudományosan megalapozott becslések rendszere.

A műszaki-gazdasági prognosztikát úgy kell felfognunk, mint a tervelőkészítő munka fontos részét s a gazdasági-műszaki fejlődés eredményeinek előrelátására szolgáló eszközt. Míg a prognózis végső soron a döntés-hozatalhoz ad anyagot, addig a terv már ama döntések meghozatalának közvetlen eredménye, amelyek részint a prognosztikai adatok, részint több más szükséges információ felhasználásával születtek meg.

A prognosztikában a prognózisokat három osztályba sorolják. Az első osztályt az első lépcsős prognózisok képezik. Az első lépcsős prognózisok rendszerint 15—20 évre becsülnek előre és a műszaki-gazdasági haladásnak az adott pillanatban — legalábbis elméletileg — teljes mértékben meghatározható lehetőségeiből indulnak ki. Ezekben a prognózisokban nemcsak minőségi, hanem mennyiségi becslések is vannak, és ilyenkor a prognosztika közvetlenül összeforr a távlati tervezés gyakorlatával.

A második osztályt a második lépcsős prognózisok alkotják. A második lépcsős prognózisokat általában 40—50 évre vetítik a jövőre. Az ilyen periódusú prognózisokban a mennyiségi becslések mindinkább átadják helyüket a minőségieknek A második lépcsős prognózisokat kidolgozó prognoszta már nem indulhat ki azoknak az elképzeléseknek a rendszeréből, amelyek az adott pillanatban az ő konkrét ismeretágára jellemzőek — hiszen azok az elképzelések lényegesen megújulhatnak —, hanem a tudományos elképzelések átfogóbb rendszerére kell alapoznia.

A harmadik osztályba a harmadik lépcsős prognózisok tartoznak. A harmadik lépcsős prognózisokra az karakterisztikus, hogy legalább egy évszázadnyira tekintenek előre. Itt már egyátalában nincsenek mennyiségi becslések, sőt a minőségi becslések és javaslatok is inkább csak a logika, a világnézet, a műszaki-gazdasági- és gazdaságtudomány legáltalánosabb törvényeire szorítkoznak.

*Előadásként elhangzott a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának máj. 29—30.-án Miskolcon a Nehézipari Műszaki Egyetem tartott Metallurgiai Konferenciáján.

S. Lemm megkísérelte, hogy megalapozza az egy évszázadnál még távolabb néző, ún. negyedik lépcsős prognózisok konstruálásának a jogosultságát. A szerző az ilyen prognózisokhoz a világ látásnak egy teljesen specifikus rendszerét dolgozta ki.

A modern tudományos prognosztika több mint 130, különféle színvonalú konkrét módszert és eljárást ismer, amely alkalmas arra, hogy feltárja a jövő technikájának és gazdaságának a lehetőségeit. Mindezek az eljárások bő választékuk ellenére is a

— szakértői becslési módszerek,
— az extrapolációs metódusok,
— a modellezésen alapuló becslések csoportjainak valamelyikébe sorolható.

A szakértői becslések módszere a következő feltételezésen alapul. A kérdéses gazdasági-, műszaki diszciplinát művelő szakembereknek

— hipotetikus elképzeléseik vannak arra, hogy milyen utakon oldható meg az általuk vizsgált folyamat pillanatnyi ellentmondásai,
— képesek a priori megbecsülni a különféle tudományos megoldások értékeit,
— intuitív megsejtik a haladás alternatív és lehetséges változatait.

Az extrapolációs módszerek alapgondolata az a jövőre hivatkozó legrégebben ismert és legtermészetesebb hipotézis, hogy a jövő nem más, mint a jelen egyes és közvetlen folytatása. Annak ellenére, hogy az ilyen prognózisokban minőségi szinten rögzített tendenciákat is extrapolálhatunk, mégis az esetek többségében az extrapoláció alapját a vizsgált jelenség bizonyos mennyiségi jellemzőinek statisztikusan kiakult változásai képezik. Az extrapolációs módszert csak az első lépcsős prognózisoknál alkalmazzák többé-kevésbé megbízhatóan. Más esetekben nem ritkán vitás vagy éppenséggel képtelen eredményekre vezet.

A modellezés módszerének alkalmazása a jelenség matematikai leírását követeli meg. A statisztikai-valószínűségi modellezés legegyszerűbb esetében a prognoszta a vizsgált folyamat jövőbeli menetét valamilyen ismert statisztikai eloszlás segítségével közelíti meg.

Így pl. a technikai berendezések élettartamát a normális eloszlással sok esetben eléggé pontosan approximálhatjuk. A valószínűségi prognosztika matematikai módszereit a napjainkban kifejlődésben levő jósláselmélet dolgozza ki.

A jósláselmélet taktikája az, hogy a folyamatban a determinált részfolyamatokat minél pontosabban elhatárolja, a sztochasztikus részfolyamatokra vonatkozó jóslást pedig az ismeretek gyarapodásának a függvényében állandóan pontosabbá teszi. Az utóbbi években a prognosztika céljaira operációkutatási módszereket is igénybe vesznek. Létezik a matematikai modellnek olyan csoportja is, amelyekben funkcionális — hierarchikus hálókat konstruálnak arra vonatkozóan, hogy milyen utak a legajánlatosabbak a gazdasági-műszaki fejlődés hipotetikus céljainak elérésére.

Ebben a tanulmányban elsősorban a világ acéltermelésének alakulására adunk első lépcsős prognózist részben a szakértői becslési-, részben az extrapolációs módszerrel.

A nyersvastermelés jóslására extrapolációt alkalmazunk. Prognózisainkból végezetül néhány megállapítást következtetünk.

Céljaink elérésére szükségünk van a népesség mennyiségi alakulásának ismeretére. Ezért a következőkben — igen röviden — a populáció változásával foglalkozunk.

A népesedési tudósai már csaknem két évszázad óta foglalkoznak a születési és halálozási arányszám között érvényes összefüggés megtalálásával és ezzel kapcsolatban a szaporodási arányszám alakulásával.

A népesedés tudomány – a vizsgálatok és eddigi tapasztalatok eredményeit összegezve — ún. népesedési ciklusról beszél. A népesedési ciklus valamennyi fehér fajú népnél már lezajlott. Maga a ciklus négy szakaszra osztható. Az egyes szakaszok jellemzői a következők:

Az első szakaszban nagy a születési és halálozási arányszám, ennélfogva a szaporulat rendkívül kicsiny.

A második szakaszban a halálozási arányszám rohamosan süllyed, a születési arányszám egyelőre állandó értéken marad. Következésképpen a népesség gyors ütemben nő.

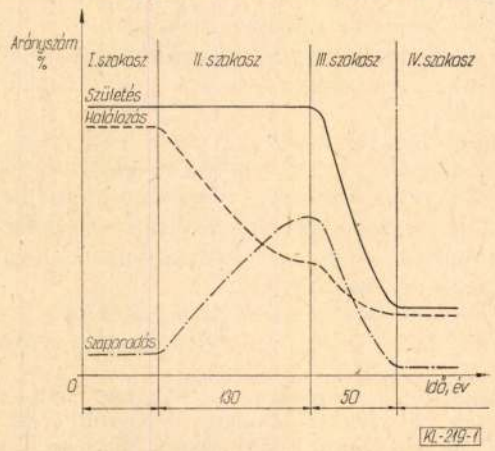
A harmadik szakaszban a halálozási arányszám tovább esik és a születési arányszám is erőteljesen csökken. Ezek eredőjeként a szaporodási arányszám egyre kisebb lesz.

A negyedik szakaszban mind a születési-, mind a halálozási arányszám eléri a mélypontját. A kettő között a különbség rendkívül csekély. A lakosság nagyon lassan szaporodik, ha egyáltalán van szaporodás.

Az elmondottakat az *1. ábrán* szemléltetjük. A föld különféle országaiban élő emberek lélekszámának alakulását az 1870—1973 időintervallumban az *1. táblázatban* foglaltuk össze. A táblázat számértékeit a *2. ábrán* ábrázoltuk. Az itt látható ponthalmaz, illetve függvény az előbbi intervallumban az

$$f(t) = 1{,}4043 + 0{,}0693 \cdot 2^{\frac{t-1870}{20}} \qquad (1)$$
$$(1870 \leq t \leq 1973)$$

formulával igen jól közelíthető. [1]-ben a t független változó az éppen aktuális évet, az y függő vál-



1. ábra. A népesedési ciklus

1. táblázat

A világ népességének alakulása 1870—1973 között

Év	Népesség	Év	Népesség
1870	1340	1941	2260
1875	1380	1942	2280
1880	1420	1943	2305
1885	1460	1944	2320
1890	1510		
1895	1557	1945	2330
1900	1608	1946	2335
1905	1660	1947	2340
1910	1710	1948	2351
		1949	2380
1911	1725	1950	2420
1912	1732		
1913	1756	1951	2438
1914	1762	1952	2469
1919	1802	1953	2493
1920	1811	1954	2526
		1955	2690
1921	1823	1956	2754
1922	1840	1957	2836
1923	1860	1958	2892
1924	1880	1959	2947
1925	1900	1960	3008
1926	1920		
1927	1940	1961	3070
1928	1960	1962	3135
1929	1980	1963	3180
1930	2015	1964	3230
		1965	3289
1931	2025	1966	3350
1932	2040	1967	3420
1933	2060	1968	3483
1934	2080	1969	3547
1935	2095	1970	3632
1936	2110		
1937	2125	1971	3706
1938	2166	1972	3782
1939	2210	1973	3860
1940	2249		

Me: 10^6 fő

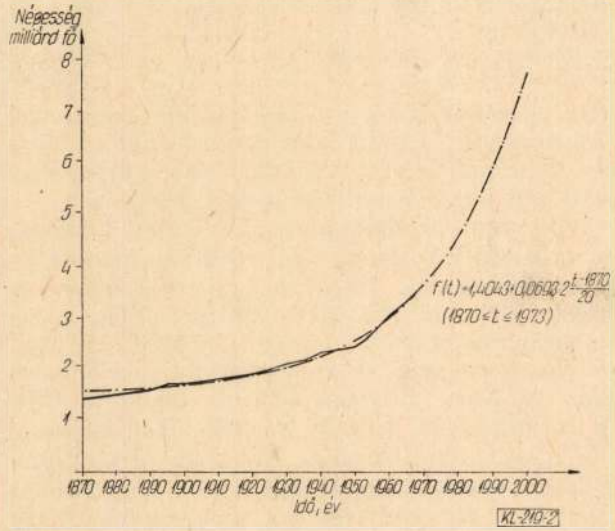
2. táblázat

A föld országainak acéltermelése

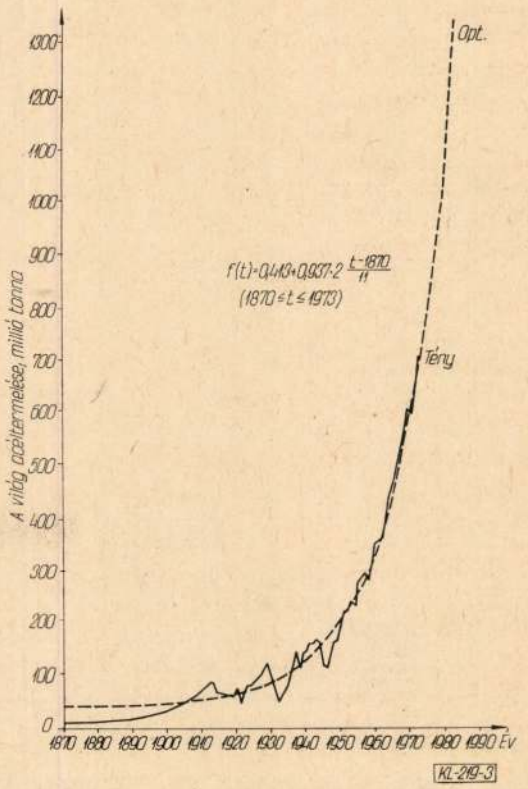
Év	Acéltermelés	Év	Acéltermelés
1870	9 800	1941	154 200
1875	11 100	1942	154 000
1880	14 600	1943	161 500
1885	15 700	1944	155 500
1890	23 700		
1895	25 300	1945	114 100
1900	28 000	1946	111 600
1905	51 900	1947	136 100
1910	66 100	1948	155 800
		1949	161 600
1911	66 300	1950	191 800
1912	82 500		
1913	85 900	1951	214 400
1914	65 300	1952	214 700
1919	61 400	1953	234 600
1920	74 700	1954	223 400
		1955	270 000
1921	46 000	1956	283 400
1922	70 700	1957	292 400
1923	80 400	1958	274 100
1924	80 400	1959	307 600
1925	92 100	1960	347 900
1926	95 000		
1927	102 000	1961	352 300
1928	115 000	1962	361 800
1929	120 900	1963	388 800
1930	95 100	1964	438 100
		1965	458 900
1931	69 700	1966	474 900
1932	49 800	1967	498 500
1933	68 100	1968	530 800
1934	82 500	1969	576 000
1935	99 700	1970	597 000
1936	124 100		
1937	135 400	1971	583 000
1938	109 800	1972	629 400
1939	137 300	1973	691 000
1940	141 500	1974	710 110

tozó pedig az emberiség lélekszámát (millióban számítva) jelenti.

A 2. ábra tanúsága szerint a világ népessége rohamosan növekedik. Ennek oka abban keresendő, hogy a föld országai nem egyidőben jutnak a népesedési ciklus különböző szakaszaiban. Az európai



2. ábra. Az emberiség népesedésének alakulása 10 évenkénti ciklusokban



3. ábra. Az acéltermelés alakulása 10 évenként

népek túlnyomó többségben már a negyedik, a többi világrész országai pedig még csak a második szakaszban tartanak.

Hogy az egész emberiség mikor éri el azt az állapotot, amelyben a népesség már nem robbanásszerűen hanem mértékletesen, vagy mindössze csak kismértékben növekszik, pillanatnyilag nem lehet megjósolni.

A populáció tudománya ilyen dátumot nem tud megjelölni.

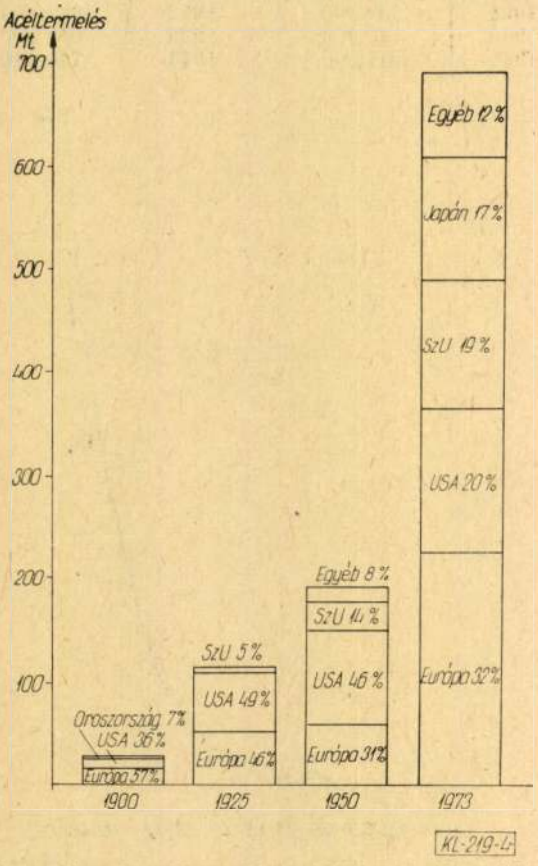
Az (1) formula alapján 1992-ben a világ népessége a 6 milliárdot túlhaladja, más becslések szerint ezt az értéket 2000-ben éri el.

A következőkben az acéltermelés első lépcsős prognózisát adjuk meg szakértői módszer felhasználásával.

Mindenekelőtt szemléljük a világ acéltermelésének alakulását 1870—1974 között. A számadatokat Mt-ban a *2. táblázat*, grafikusan a *3. ábra* tünteti fel. A fejlődés tendenciáját igen jól világítjuk meg, ha negyedszázados intervallumonként megvizsgáljuk a századforduló óta eltelt időszakot.

A világ acéltermelése 1900-ban Mt. Ebből 16 Mt-t termel Európa Oroszország nélkül és mintegy 10 Mt-t az Egyesült Államok. A fennmaradó 2 Mt-t főleg a cári Oroszország termelése adja. A 16 Mt-ás európai termelés másfélszer akkora, mint az Egyesült Államoké. A felsorolt helyeken kívül a világon nincs számottevő acéltermelés.

1928-ban az acéltermelés 115 Mt. Ebből az Egyesült Államok részesedése 57 Mt, Európáé 53 Mt, a Szovjetunióé 5 Mt. Az Egyesült Államok az első világháború folyamán annyira kiépíti acéliparát, hogy a huszas évek közepétől túlszárnyalja Európát.



4. ábra. A világ acéltermelése a XX. században 25 éves periódusokban

A Szovjetunió 5 Mt-ás eredménye, annak ellenére, hogy termelése kétszerese a cári Oroszországnak, még rendkívül szerény. A világnak továbbra is három acéltermelő területe van: az Egyesült Államok, Európa és a Szovjetunió. Bármely országnak, ha acélra van szüksége, az előbbi termelőktől kell vásárolnia.

1950-ben a világ acéltermelése 191 Mt, azaz nem egészen negyedszázad alatt 70%-kal nőtt. Terület szerinti megoszlásban az Egyesült Államok még mindíg a világ legnagyobb acéltermelője. A 88 Mt-ás amerikai produktum a világtermelés 46%-a. Európa — a Szovjetunió nélkül — a második helyen áll. A Szovjetunió pedig termelését már 27 Mt-ra növelte.

Végül 1973-ban a világ acéltermelése 691 Mt. A növekedés az 1950-es értékhez viszonyítva 260%. Az Egyesült Államok a világ acéltermelését nek 20%-át, a Szovjetunió 19%-át produkálja, s erősen megközelíti az Egyesült Államokat. Megjelenik a nagy acéltermelők között Japán is és a termelés súlypontja az amerikairól az ázsiai kontinensre tolódik (*4. ábra*).

Igen érdekes képet mutat az egy főre jutó acélfogyasztás alakulása.

Ez a mutató az 1973-as adatok alapján világrészenként a következő:

Európa (Szovjetunió nélkül):	444 kg-fő
Szovjetunió	606 kg/fő
Ázsia (a Szovjetunió nélkül)	73 kg/fő
Amerika	313 kg/fő
Afrika	16 kg/fő
Óceánia	570 kg/fő

Az említetteknél nagyobb ingadozást tapasztaltunk az egy főre jutó acélfogyasztásban, ha azt egy-egy kontinensen belül vizsgálják. Így — ugyancsak 1973-ban — a fajlagos acélfogyasztás:

Európában a Német Szövetségi Köztársaságban	798 kg/fő
Görögországban	50 kg/fő
Amerikai Egyesült Államokban	653 kg/fő
Uruguayban	5 kg/fő
Ázsiában, Japánban	1093 kg/fő
Burmában	1 kg/fő
Afrikában a Dél-Afrikai Köztársaságbna	240 kg/fő
Algériában	3 kg/fő
Óceániában, Ausztráliában	570 kg/fő
Új-Zelandban	1 kg/fő

Az acéltermelésnek és a fajlagos felhasználásnak a kontinensek és adott kontinensen belül a különböző országok között fennálló óriási különbségei rendkívül nagy belső feszültségét jelentenek

Az Egyesült Nemzetek Ipari Fejlesztési Tanácsának Állandó Bizottsága által 1975-ben kiadott jelentés megállapítja, hogy mig az iparilag fejlett országok 1973-ban 635 Mt acélt termeltek, addig az iparilag fejletlenek mindössze 56 Mt-t állítottak elő. Ennek megfelelően az egy főre jutó acélfelhasználás 1973-ban átlagban 577, ill. 20 kg/fő volt. Az acéltermelés 1990-ig terjedő megjóslásánál a fajlagos acélfelhasználás alakulásából indulunk ki. Nagy valószínűséggel állíthatjuk, hogy azokat a rendkívül kis számértékeket, amelyek ma a világ nagy részén az acélfogyasztást jellemzik, 1990-ben régen túlhaladják. Ekkor sehol sem lesz 4, de még

10—15 kg/fő-s acélfogyasztás sem. Ennek egyszerűen az az oka, hogy a fejlődő országoknak óriási tömegű acélra van szükségük vasútépítéshez; ezerszámra kell nekik mozdony, hogy közlekedésüket kifejlesszék; ezer és ezer kilométer csővezetéket kell lefektetniök, hogy olajat és vizet szállítsanak stb.

Tételezzük fel, hogy 1990 körül a világ népessége eléri a 6 milliárdot és ebből 4,9 milliárd ember az iparilag fejlődő, 1,1 milliárd az iparilag fejlett országokban fog élni. Vegyük az 1 főre eső acélfelhasználást az iparilag fejlett országokban 800 kg-nak, a fejlődőkben 80 kg-nak. Ezekből az adatokból az következik, hogy a világ acéltermelése 1990 körül 1272 Mt lesz, az egy főre jutó felhasználás pedig az 1973-ban érvényes 166 kg/fő-ről 212 kg/fő-re nő.

Az acéltermelés első lépcsős prognózisának az extrapolációs módszerrel való megalkotása ekvivalens a stochasztikus folyamathoz jól simuló görbe illesztésével.

A becslésre szánt függvény-osztály kiválasztása történhet matematikai meggondolások alapján, de lehetséges gyakorlati megfontolások segítségével is. Jelen esetben az utóbbi utat jártuk. Ilyenkor némi támpontot már a pontsereges ábrázolás is ad. Mégis leghelyesebb azt mérlegelni, hogy a vizsgált jelenségnek a jövőben minőségileg milyen alakulása várható. Egyenletes mértékű lesz-e a változás vagy elképzelhető-e bizonyos telítettségi állapot, esetleg rohamosan növekvő tendencia érvényesül.

Az összes körülmények gondos mérlegelése után az a véleményünk alakult ki, hogy a stochasztikus folyamathoz legcélszerűbb olyan folytonos függvényt illeszteni, amely kielégíti a

$$f(t+2c\Delta t)-f(t+c\Delta t)=2^{\Delta t}f(t+c\Delta t)-f(t) \qquad (2)$$

függvényegyenlet. A (2) olyan függvényekre igaz amelyeknél a növekmény $C\Delta t$ időintervallumonként $2^{\Delta t}$-szeres.

Ha t-t egységnek választjuk, akkor (2)-t kielégítő $f(t)$ olyan természetű, hogy növekménye c időközönként megkétszereződik.

A (2) meglehetősen bonyolult megoldása helyett behelyettesítéssel azonnal igazolható, hogy az

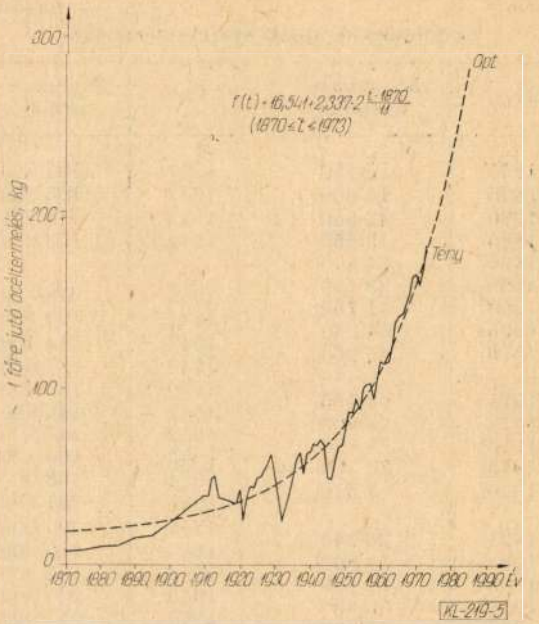
$$f(t)=a+b\cdot 2^{\frac{\Delta t}{c}} \qquad (3)$$

alakú függvényosztály az előbbi kívánalmaknak megfelel.

A (3) formulával jellemzett függvényosztály c értékei szerint alosztályokra bomlik. A dolog természetéből következik, hogy itt csak azok az alosztályok jöhetnek számításba, amelyeket egész számok jellemeznek.

A vizsgálat során egy-egy alosztály legjobban illeszkedő reprezentánsának megkeresésére a legkisebb négyzetek módszerét alkalmaztuk. A terjedelmes és elektronikus számítógéppel elvégzett számítás végeredménye abban foglalható össze, hogy a rendelkezésre álló adatainkhoz igen jól símul a $c=11$ évvel jellemzett alosztály

$$f(t)=0{,}413+0{,}937\cdot 2^{\frac{t-1870}{11}} \qquad (4)$$
$$(1870\leq t\leq 1973)$$



5. ábra. Az egy főre jutó acélfelhasználás változása 10 évenként

eleme. A (4) segítségével a világ acéltermelése 1990 körül 1400 Mt-ra becsülhető. A (4) gráfját a 3. ábrán szaggatott vonallal rajzoltuk meg. A következőkben az 1. és 2. táblázat adataival képeztük az 1870—1973 időintervallumban az 1 főre eső acélfelhasználást. Ennek változása az idő függvényében az 5. ábrán látható. A ponthalmaz az

$$f(t)=16{,}541+2{,}337\cdot 2^{\frac{t-1870}{11}} \qquad (5)$$
$$(1870\leq t\leq 1973)$$

függvénnyel approximálható, amelyet szaggatott vonallal az *5. ábrán* is megrajzoltunk.

Az extrapolációs becslés szerint az 1 főre jutó acélfelhasználás 1990 körül 300 kg/fő érték körül várható.

Az előzőekben megadott becslések eredményeit összevetve igen reálisnak tűnik, ha 1990 körül 1300 Mt acéltermeléssel számolunk. Prognózisunk alátámasztására felhozzuk, hogy a VIII. IISI kongresszuson összegezték az acélgyártó kapacitásoknak a világ különböző tájain 1980-ig tervezett bővítését, amelyet 264 Mt-ban rögzítettek. A számadatok között feltűnő Közel- és Távol-Kelet acélgyártásának rendkívüli növelése. Ha most az 1980-tól 1990-ig terjedő időközben hasonló nagyságú fejlesztéssel számolunk, akkor ezek összegének az 1973-as évi termeléshez való halmozása már csak 100 Mt-val különbözik az általunk megjósolt értéktől.

A következőkben igen röviden a nyersvastermelés alakulásával foglalkozunk. A prognózishoz felhasznált adatokat a *3. táblázat* tartalmazza és grafikusan a *6. ábra* tűnteti fel. A ponthalmaz a

$$f(t)=36{,}483+0{,}652\cdot 2^{\frac{t-1870}{11}} \qquad (6)$$
$$(1870\leq t\leq 1973)$$

függvénnyel közelíthető

3. táblázat

A föld országainak nyersvastermelése

Év	Nyersvas-termelés	Év	Nyersvas-termelés
1870	12 150	1941	107 700
1875	14 000	1942	105 800
1880	18 550	1943	111 900
1885	19 550	1944	103 200
1890	27 870		
1895	29 450	1946	78 400
1900	41 160	1947	97 400
1905	54 030	1948	111 400
1910	66 200	1949	113 500
		1950	130 400
1911	64 100	1951	145 800
1912	73 400	1952	147 800
1913	78 670	1953	163 100
1919	52 200	1954	158 000
1920	61 570	1955	191 600
		1956	200 000
1921	36 940	1957	210 800
1922	54 800	1958	195 800
1923	68 800	1959	225 800
1924	66 630	1960	257 600
1925	75 200		
1926	76 800		
1927	84 800	1961	255 100
1928	86 450	1962	264 300
1929	95 750	1963	277 000
1930	78 100	1964	308 300
		1965	325 900
1931	54 200	1966	337 000
1932	38 200	1967	353 300
1933	47 800	1968	376 700
1934	61 200	1969	410 000
1935	74 000	1970	427 200
1936	91 460		
1937	103 200	1971	423 100
1938	81 800	1972	446 400
1939	98 750	1973	493 200
1940	100 750		

M. e: Mt.

Az extrapolációs jóslás 1990 körül 1000 Mt értéket eredményez.

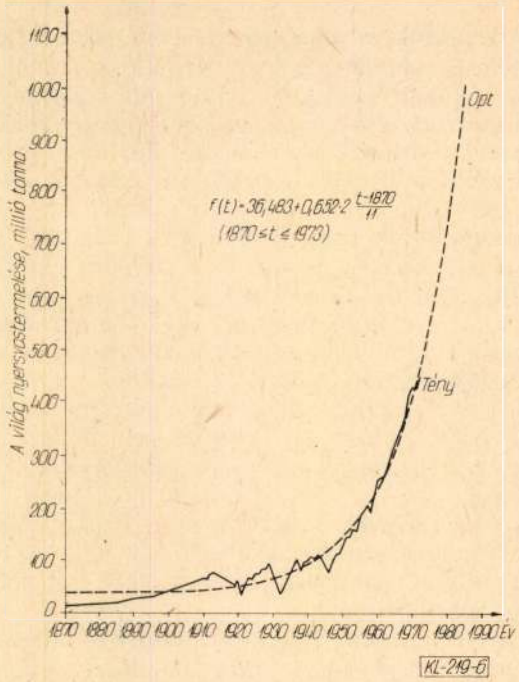
A (6) összefüggéssel adott függvényt a *6. ábrán* a szaggatott vonal ábrázolja. Az egy főre eső nyersvasfelhasználást 1870—1973 között az 1. és 3. táblázattal generáltuk, az aktuális pontok a *7. ábrán* láthatók. A ponthalmaz az

$$f(t) = 20{,}360 + 0{,}882 \cdot 2^{\frac{t-1870}{15}} \qquad (7)$$
$$(1870 \leq t \leq 1973)$$

függvénnyel közelíthető (képe a 7. ábrán szaggatott vonal), az extrapolációs becslés 1990-re mintegy 210 kg/fő körüli értéket jelez.

A fentieket röviden abban összegezhetjük, hogy az elkövetkezendő 15 évben mind az acél-, mind a nyersvastermelés a világon megkétszereződik.

Ez a kijelentés első hallásra irreálisnak tűnik. Körülbelül hasonló eredmény következik azonban az Egyesült Nemzetek Ipari Fejlesztési Tanácsa Állandó Bizottságának az előbbiekben említett jelentéséből is. Az itt csak végeredményeiben ismertetett első lépcsős, tíz éves intervallumra terjedő prognózis szerint a világ acéltermelése 1985-ben eléri az 1025, a nyersvastermelés pedig a 710 Mt-t. A jelentés hangsúlyozza, hogy a prognózis előrejelzései valószínűleg alacsonyak. Ezek a számok

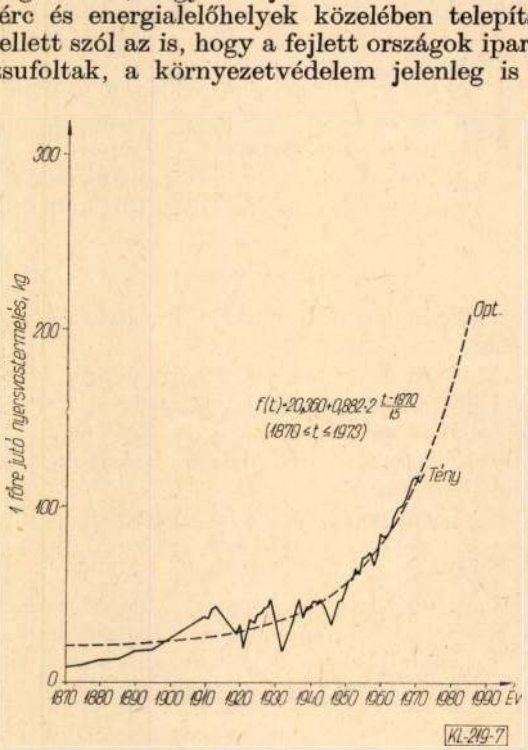


6. ábra. A nyersvastermelés változása 10 évenként

megrázó hatásúak. Még ha az utóbbi, pesszimisztikusabb becslést fogadjuk el is, az ilyen nagyságú acéltömeg előállításához szükséges vasérc mennyisége akkor is 1975-ben 910, 1980-ban 1 130, 1985-ben 1250 Mt lesz.

Ez tíz év alatt akkora fogyasztást jelent, amely az Egyesült Államokban a mai napig kibányászott vasérc mennyiség 2,6-szeresének felel meg.

Ennek az óriási tömegnek a kitermelése jelentős tökebefektetést igényel és rendkívüli szállítási nehézségeket jelent. Így egyre sürgetőbben felmerül az a gondolat, hogy az új vasműveket elsősorban az érc és energialelőhelyek közelében telepítsék. Emellett szól az is, hogy a fejlett országok iparilag túlzsufoltak, a környezetvédelem jelenleg is ko-



7. ábra. Az egy főre jutó nyersvastermelés változása 10 évenként

moly gondokat okoz. A vasércbányászat és az acéltermelés fejlődése azért új földrajzi tagoltságot fog teremteni a közeljövő vaskohászata számára. Új vaskohászati centrumok alakulnak ki. A Közép-Kelet, Ausztria, Brazilia, India, Kína, Dél-Afrika, Venezuela a múltban elsősorban ércet és tüzelőanyagot szolgáltattak. A jövőben valószínűleg fontos termelési központokká fejlődnek.

Ezt a tendenciát nagyon előmozdítja, hogy a fejlett országok a hazai nyersanyaghiány, a drága munkaerő és a környezetvédelmi problémák miatt vaskohászati kapacitásuk bővítéseit már elkezdték a külső, kevésbé fejlett országokba áttenni. A legutóbbi időkig az volt a közfelfogás, hogy az acélipar fejlesztése minden ország ipari fejlődésének kulcsponti kérdése és a nemzeti presztizs szimbóluma. Igen sok országnak az az elhatározása, hogy a hazai acélgyártásának bővítése helyett külföldi fejlesztésre tér át, szinte forradalmi tettnek számít. „A külföldre való elmozdulás — miként azt a „Business Week" 1974. augusztus 3-i száma megállapítja — új iparpolitikát jelent az acéltermelésben."

Részben az alapanyagok és energiahordozók mennyiségével szemben felmerülő igények, részben ugyanezek árának alakulása, amelyek csökkenésére nagy valószínűséggel a jövőben sem lehet számítani, kényszerítő erővel előírják az új technológiák kifejlesztését.

Ezek közül első helyen említjük meg azokat az eljárásokat, amelyekkel ércekből különböző fajta előredukált termék állítható elő. A világ legnagyobb vasfogyasztóit már egyre inkább nem érdekli az ércek vastartalma. Olyan termékeket követelnek, amelyek „energiával kombináltak" és a környezetvédelem szempontjából is értékesek Az ezeket gyártó és most tervezés alatt álló üzemek évi kapacítása — a gazdasági jelentések szerint — a Szovjetunióban 80 Mt, Iránban 3 Mt stb.

Annak ellenére, hogy az előredukált vasércek alkalmazása kihat a koksz-szükséglet alakulására, a termelés növekedése a kokszteremeléssel szemben olyan igényeket támaszt, hogy az az árak további emelkedéséhez vezet. Egyre inkább felmerül ezért a kokszosítható széntől való függés csökkentésének, illetve újfajta tüzelő és redukáló anyagok alkalmazásának a kívánalma

Ilyen vonatkozásban igen nagy jelentőségűek azok a törekvések, amelyek célnak elsősorban a földgáz intenzívebb alkalmazását tűzték ki.

Irodalmi adatok szerint 1970-ben a világ acéltermelésének 39%-át Martin-kemencékben, 42%-át oxigénes konverterekben állították elő. A fennmaradó 14, illetve 6%-ot ívfényes és Bessemer kemencékben gyártották le. Ha az előzőekben említett prognózisok reálisak, akkor könnyen beláthatjuk, hogy ez a szerkezeti konstrukció a jövőben nem tartható, hiszen olyan óriási vashulladék, illetve speciális ércmennyiséget követel, amilyennel nem rendelkezünk. Ezt támasztja alá egyébként az a gazdasági jelenség is, hogy mindenütt a világon akkora áron vásárolják a vashulladékot, amekkora régebben szinte elképzelhetetlen volt. Ennek következménye, hogy számolnunk kell mind a Martin-, mind a Bessemer-acélgyártás fokozatos háttérbeszorulásával, illetve eltüntetésével. *J. R. Miller:* „A vas- és acélgyártás metallurgiai igényei 1975—1985 között" című dolgozatában megfelelő számítások után arra a következtetésre jut, hogy a világ acéltermelésében 1990-ben az oxigénes és elektromos acélgyártás részesedése 62, illetve, 34% lesz, a Martin- és Bessemer-acélgyártásé viszont 3,8 és 0,2%. A századfordulón pedig szerinte a megtermelt acél 57%-át oxigénes eljárásokkal állítják elő, 41%-át elektromos acélgyártással és mindössze 1,9%-ot gyártanak le Martin-kemencében. A Bessemer eljárás teljesen eltűnik.

IRODALOM

[1] *V. R. Miller:* A vas és acélgyártás metallurgiai igénye és ellátása. Előadás az amerikai vegyészmérnökök 77. országos gyűlésén, Pittsburgh, 1974. június.
[2] Nemzetközi Statisztikai Évkönyv, 1974.

Hátsó futómű-alkatrészek edzhetőségi vizsgálata

TAKÁCS JÓZSEF okl. kohómérnök
Magyar Vagon- és Gépgyár

DK: 621.73-214.6:621.785.365

A dolgozat a Magyar Vagon és Gépgyárban kovácsolt hátsó differenciálházak hőkezelési viszonyait tárgyalja. Edzhetőségi vizsgálatokkal bizonyítja, hogy a technológiai utasításban eredetileg előírt normalizálás és az azt követő nemesítés helyett pusztán normalizálással is elérhetők az előírt szilárdsági jellemzők. A jelentős gazdasági megtakarítás mellett még műszaki előnyök is jelentkeznek.

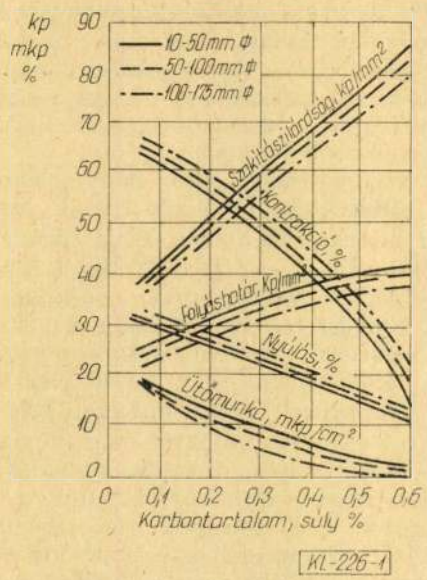
A normalizált acél tulajdonságai

A szerkezeti acélok egyik leggyakoribb hőkezelési művelete a normalizálás. Célja az egyenletes, finom szövet biztosítása. A normalizálás a gyártmánynak az A_3 átalakulási hőmérséklete felett 20—50 °C-kal magasabb hőmérsékleten való izzításából, majd az azt követő nyugodt levegőn való lehűtéséből áll.

Annak érdekében, hogy a normalizálás megfelelő eredménnyel járjon, az alábbi szempontokat kell figyelembe vennünk:

a) Az A_{c3} hőmérsékletet lényegesen ne lépjük túl.
b) A normalizálás hőmérsékletén az austenitesedés befejeződéséig tartsuk a gyártmányt.
c) A hevítés az átalakulási hőmérséklet közelében lehetőleg gyors legyen.
d) A hűtés sebességét a gyártmány méreteinek megfelelően kell megszabni.

A normalizált állapotú acél mechanikai tulajdonságai általában kedvezőbbek, mint ugyanazon acél tulajdonságai melegen alakított állapotban. Ugyanakkor normalizált állapotban az acélok mechanikai tulajdonságai a gyártmány méreteitől is függnek, amint azt az *1. ábra* diagramja is mutatja [1] [2]. A nitridképző elemekkel (például alumíniummal) dezoxidált acélok öregedési hajlama is csökken, mert az acél nitrogéntartalma önálló nitridfázist alkot. Erre a jelenségre saját kísérleteink kapcsán is utalunk.



1. ábra. A normalizált acél mechanikai tulajdonságai

A nemesített, valamint a normalizált darabok tulajdonságainak összehasonlítása

Amint említettük, a technológiai előírás szerint a hátsó futómű differenciálház-feleit normalizálják és utána nemesítik. Ennél a gyártmánynál a legnagyobb igénybevételnek kitett rész hengeres, így edzhetőségi vizsgálattal nyomon követhetjük a gyártmány lehűlés közbeni viselkedését. A nevezett darabok közül két jellegzetes típusból Jominy véglapedző próbát munkáltattunk ki. A differenciálház vizsgált alkatrészei C 45 minőséggel készülnek. A darabokat úgy válogattuk össze, hogy alsó C és Mn, felső C és Mn, valamint közepes C és Mn tartalmúak egyaránt legyenek a vizsgáltak között. Az edzhetőségi vizsgálat szempontjából ez lényeges, mivel több adagot vizsgálva az illető anyagminőségéről viszonylag megbízható képet kaphatunk.

A *2., 3., 4.* és *5. ábra* diagramjai mutatják a kiválasztott próbák Jominy-görbéit, a hozzájuk tartozó keménységtraverzekkel (Ø 10, 20, 40, 60) [3].

A közölt diagramokból a következőket láthatjuk:

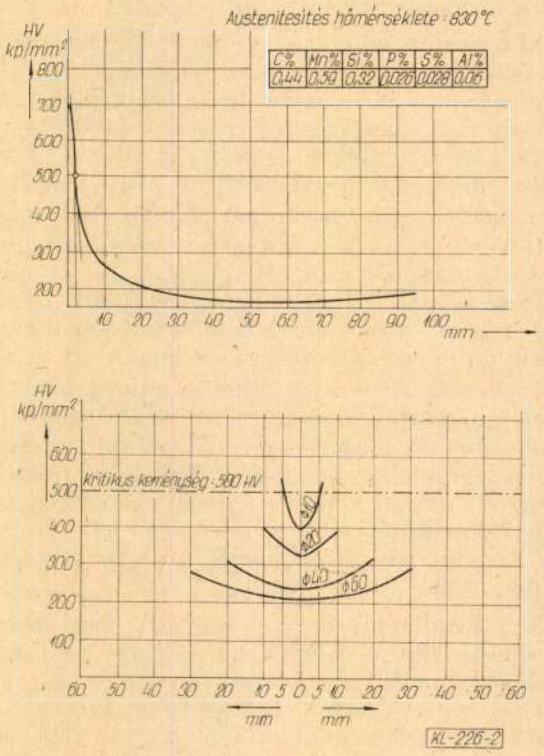
a) Az átedzhetőség kritériuma az adott méretnél nem teljesül,

b) Ø 40-től felfelé a darabok hengeres részeinél edzett réteg egyáltalán nincs, és a keménység a szelvényben alig változik.

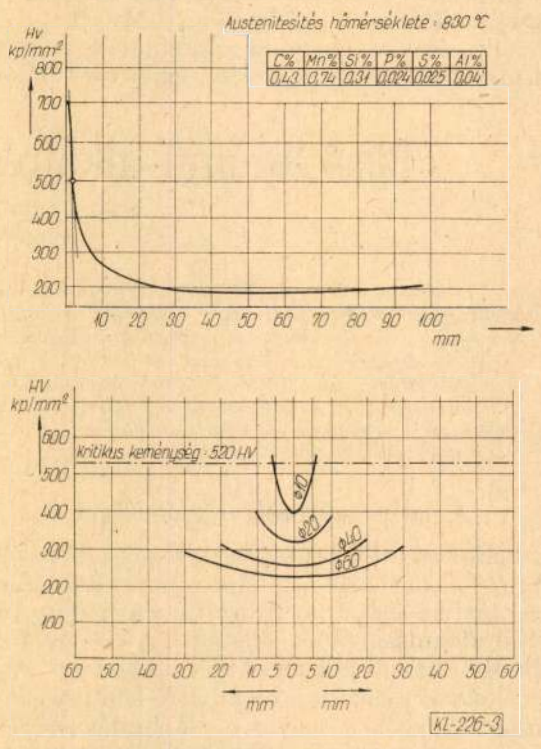
Szükségesnek tartjuk még arra is felhívni a figyelmet, hogy a kovácsolt darabok készremunkálásánál még az esetleg kedvező szövetszerkezetű részt feltétlenül lemunkálják. Mindezek alapján látszik, hogy a nemesítésnek nincs értelme.

Ennek bizonyítására a nemesített, valamint a csak normalizált darabokból kimunkált próbatestek mechanikai vizsgálatát is elvégeztük. A vizsgált típusokból 5—5 darabot kivéve, darabonként 1—1 szakító, illetve ütőpróbatestet munkáltattunk ki a vizsgált kétféle differenciálháznak a *6.* és *7. ábra* metszeti rajzán megjelölt helyeiről, melyeket a megmunkálás utáni kész méretek és az igénybevétel alapján a legjellemzőbbnek találtunk. A mechanikai vizsgálat eredményét az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

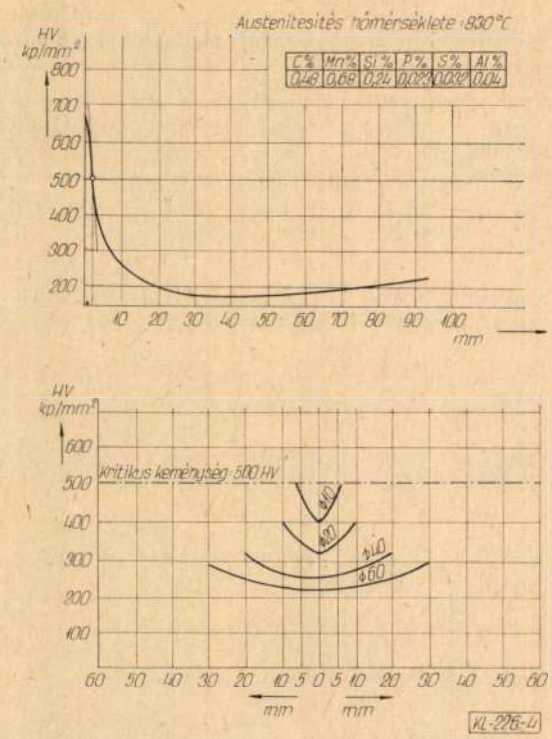
Ha a nemesített darabok ütőmunka-értékeit összehasonlítjuk a normalizáltakéval, akkor szembetűnő, hogy azok között lényeges eltérés nincs,



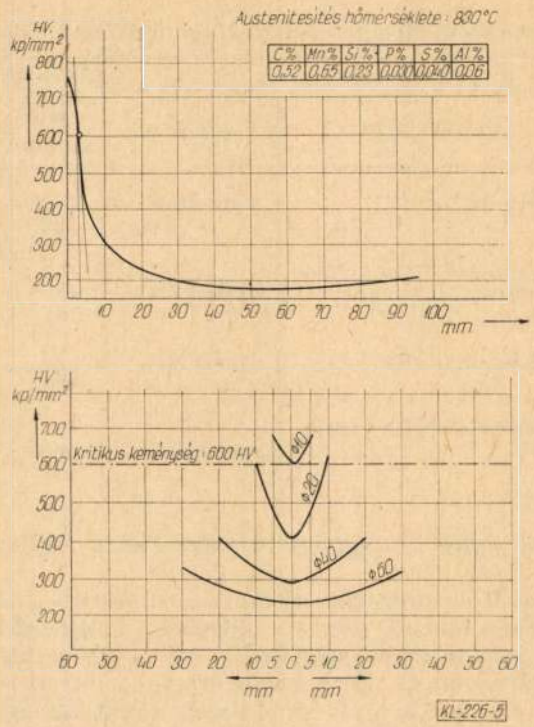
2. ábra. A Jominy-görbe és az abból szerkesztett keménységtraverzek a megadott kémiai összetételű acélnál



3. ábra. A Jominy-görbe és az abból szerkesztett keménységtraverzek a megadott kémiai összetételű acélnál



4. ábra. A Jominy-görbe és az abból szerkesztett keménységtraverzek a megadott kémiai összetételű acélnál



5. ábra. A Jominy-görbe és az abból szerkesztett keménységtraverzek a megadott kémiai összetételű acélnál

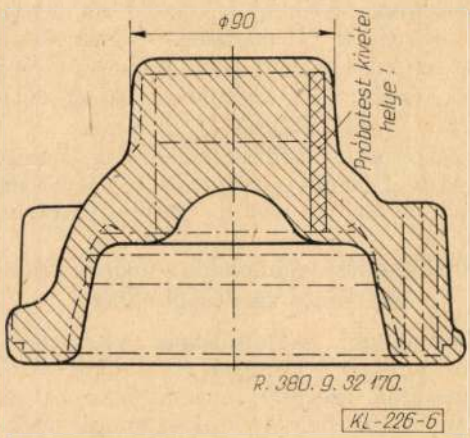
a normalizált állapotban kapott értékek a kedvezőbbek. A nemesítés kedvező hatása tehát itt nem jelentkezett. Ezért a fenti darabok nem nevezhetők nemesített állapotúaknak.

A differenciálház fagypont alatti üzemeltetésének lehetőségei

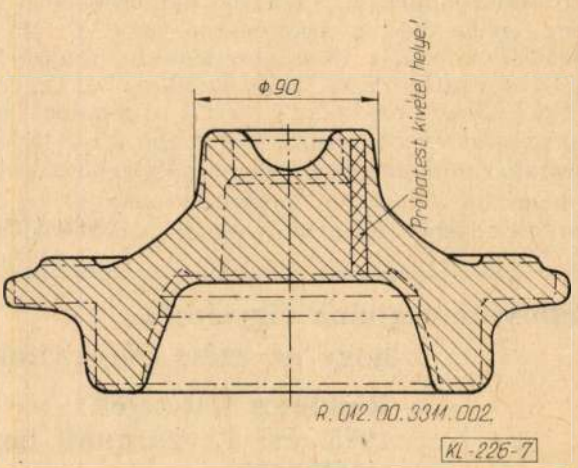
A Magyar Vagon- és Gépgyárban gyártott futóműveket nagy számban a Szovjetunióban tartják üzemben, tehát olyan körülmények között, melyek mellett a hőmérséklet gyakran csökken a fagypont alá. Ezért fontos e gyártmánynál az *öregedés* jelenségével is foglalkoznunk.

Mint az ismeretes [1], a vasötvözetekben az intersztíciósan oldódó C és N_2 oldódásának és ezeknek a környezeti hőmérsékleten végbemenő precipitációjának következményeit nevezzük öregedésnek. A gyakorlatban használatos vasötvözetek ferritjében oldott karbon és nitrogén okozza az acél öregedését. Mindkét elem atomjainak helyszükséglete nagyobb, mint a ferrit, ill. az austenit rácsában levő intersztíciós hely. Ezért a karbon, illetve a nitrogén atomok megszállják a rácshibák környékét, hiszen helyszükségletük ott jobban biztosított. A ferrit krisztallitok diszlokációira települő karbon és nitrogén atomok a diszlokációkat lehorgonyozzák, ezzel mozgásukat és így a ferrit maradó alakváltozását megnehezítik; ennek pedig az acél szívósságának csökkenése lesz az eredménye.

Az öregedés hatására a közönséges hőmérsékleten mért ütőmunka értéke csökken. Ez jól látszik a *8. ábra* diagramján. Az öregedés hatására az ütőmunka és a hőmérséklet összefüggését ábrázoló



6. ábra. A próbatest kivételének helye a differenciálházfélből



7. ábra. A próbatest kivételének helye a peremes differenciálház esetén

1. táblázat

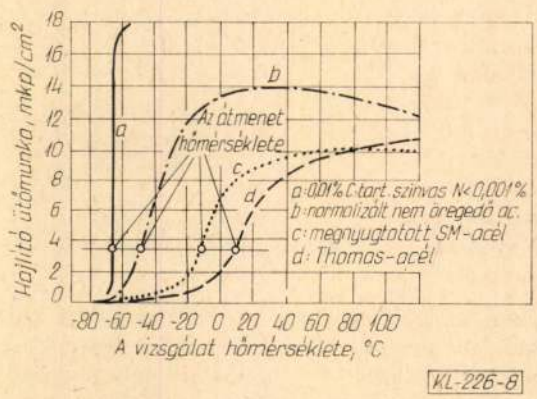
A nemesített, ill. a normalizált állapotú differenciálházból kivett próbatesteken meghatározott mechanikai jellemzők

A munkadarab		Az előírt érték	A mért értékek					
megnevezése	állapota	HB kp/mm²	HB kp/mm²	R_{eH} kp/mm²	R_m kp/mm²	A_5 %	Z %	KCU 30/2 mkp/cm²
Differenciálházfél	nemesített	180—222	192—224	29,6—46,4	61,5—79,1	12,0—22,8	36,0—64,4	5,3—7,7
Differenciálházfél peremmel	nemesített	180—222	180—197	39,8—48,8	60,0—67,2	15,0—26,2	46,2—64,1	3,3—7,9
Differenciálházfél	normalizált	min. 167	180—210	34,6—42,8	62,5—72,6	13,6—24,0	32,8—63,9	4,3—10,8
Differenciálházfél peremmel	normalizált	min. 167	210—219	42,7—44,0	71,6—73,0	12,8—14,6	29,4—44,4	4,3—8,1

görbe felfelé, a nagyobb hőmérsékletek felé tolódik el.

Mivel az öregedést elsősorban a ferritben levő nitrogén okozza, ezért az öregedés állóság érdekében ezt a nitrogént meg kell kötni valamely nitridképző elemmel. Ezek közül leggyakoribb az alumínium, az alumíniummal kezelt acélok általában öregedésállóak. Természetesen ehhez az szükséges, hogy az alumínium mennyisége elegendő legyen a nitrogén megkötésére, és a nitridek valóban kialakulhassanak. A nitridek képződését a normalizálás elősegíti, a normalizálás hőmérsékletén a nitridek az austenitben csak csekély mértékben oldódnak, és így az átalakulás utáni szövetben is nitridekhez kötve található a nitrogén.

A szóbanforgó differenciálházhoz felhasznált acélok Al-mal megnyugtatottak, így a normalizálás még ilyen szempontból is kedvező hatású.



8. ábra. A hajlító ütőmunka és a vizsgálati hőmérséklet közötti összefüggés

A hőkezelési technológia módosításából származó gazdasági előny

Gazdaságossági számításokat végeztem arra az esetre, amikor a kérdéses darabokat a technológiai utasítás szerinti normalizálás és az azt követő nemesítés helyett csak normalizáljuk. Természetesen az utóbbi esetben a nemesítés költsége teljes egészében megtakarítható.

Számításaimnál az 1972. évi darabszámot vettem figyelembe, az árképzéskor pedig az MVG hivatalos árlistáját. Eszerint a nemesítés ára 6—16 kg-os súlykategóriánál kilogramonként 3,0 Ft.

Számításaim eredménye szerint a nemesítés elhagyásával évente mintegy 2 millió Ft-ot lehet megtakarítani, nem beszélve a további előnyökről: a nemesítő agregátnál kapacitás szabadul fel, a normalizálásra való áttérés esetén a darabok átfutási ideje $^1/_3$-ra csökken, elmarad a hűtőközegben való hűtés, így a hőálló rostélyok deformációja csökken és élettartamuk megkétszereződik.

Az előzőekben kimutattuk, hogy a tárgyalt daraboknál a nemesítés felesleges, mert egy lényegesen olcsóbb hőkezeléssel, normalizálással is ugyanazt az eredményt lehet elérni. Alátámasztja a fenti megállapításunkat az is, hogy a differenciálházakat az MVG-ben két éve már csak normalizáljuk, és azokon sem a Szovjetunióban, sem hazánkban semmiféle károsodást, törést nem tapasztaltak.

IRODALOM

[1] *Verő J. — Káldor M.:* Vasötvözetek fémtana. Műszaki Könyvkiadó Budapest 1966.
[2] *Szőke L.:* Hőkezelés. Tankönyvkiadó Budapest 1966.
[3] *Szombatfalvy Á.:* Hőkezelés. Műszaki Könyvkiadó Budapest 1965.
[4] *Verő J.:* A hőkezelés fémtani alapjai. Tankönyvkiadó Budapest 1964.

Felhívjuk tagjaink figyelmét,
hogy az ezévi pályázatok benyújtási határideje december 31-e.
Részletes feltételek
1975. évi 1. számunk borítólapján, illetve a 4. szám 174. oldalán találhatók.

Az energetikai fejlődés újabb eredményeinek gyakorlati hasznosítása a nagy hőmérsékletű technológiai folyamatokban

HÉDAI LAJOS okl. kohómérnök
Tatabánya

DK: 620.9

A szerző a plazmafáklyák, az ionizáló égőtestek, MHD-generátorok és atomerőművek területén elért fejlődés gyakorlati alkalmazására vonatkozó adatokat gyűjtötte össze ebben a tanulmányban. Munkájában az a gondolat is vezérelte, hogy ezek a korszerű energiaátadó rendszerek a fejlődő országok kohóiparában jelenthetnek nagy segítséget, s hazánk tudományos-műszaki kapcsolatai egyre inkább élénkülnek az ilyen országokkal.

Nagy felületen szétterülő plazmafáklyák létrehozása és alkalmazása

„Különlegesen" nagy hőmérsékletek előállítására a plazmaégők alkalmasak, amelyek a felhasznált munkagázokat megfelelő hőmérsékletű és megfelelő ionizációs fokú állapotba tudják juttatni. A plazmaégőket aszerint osztályozzuk, hogy a munkagázokat milyen módon juttatják felhevített, ionizációs állapotba. Eszerint megkülönböztetünk ívfény, indukciós, elektron és fűtőanyag plazmaégőket.

A plazmaégők legjellemzőbb tulajdonságai a következők:

1. Nagy hőmérséklet tartós és biztonságos előállítása.
2. Nagy hőenergia-koncentrálás kis térfogatban.
3. A láng nagy hatásfokú hőleadó képessége.
4. Tetszés szerinti összetételű gázösszetétel biztosítása.
5. A plazmaláng töltéssel rendelkező ionokat és elektronokat tartalmaz, ezért az elektromágneses térrel kölcsönhatásba hozható.

A plazmaégők jellemző tulajdonságai, a nagy hőmérsékletek következtében kialakuló szokatlanul nagy értékű termikus gradiensek, valamint kitűnő hőátadóképesség nagyságrendekkel növelik a technológiai folyamatok sebességét, sőt bizonyos esetekben alapvetően megváltoztatják azok mechanizmusát. Az óriási energiamennyiség kis térfogatban való koncentrálása, valamint a plazma mágneses összetartásának a lehetősége nagymértékben csökkenti a plazmareaktorok méreteit és egyszerűsíti szerkezeti felépítésüket.

A plazmaégők elterjedését a következő körülmények akadályozzák:

1. A jelenleg kifejlesztett plazmaégők bonyolult felépítésűek és működtetésük minden esetben teljesen automatizált vezérlést igényel.
2. Az alkalmazott plazmaégők drága anyagokból készülnek (wolfram, vagy thórium-tartalmú wolfram, vörösréz stb.), élettartamuk pedig viszonylag rövid.
3. A plazmaégőkben általában drága munkagázokat használnak (pl. argon), az olcsóbb és sok esetben technológiai szempontból jobban megfelelő gázok használatára (pl. oxidáló atmoszféra esetén levegő, redukáló atmoszféra esetén földgáz) általában nincs lehetőség.
4. Az összefogott ívfény plazmasugár túlzott mértékű energiakoncentrációt jelent, ami a gyakorlatban használt kemencékben és technológiák esetén nem egyértelműen kívánatos, mivel így nincs biztosítva a hőhomogenitás. A plazmasugár helyén nagy mértékű túlhevítés következik be.
5. Ugyancsak a plazmasugár koncentrált jellegéből adódik, hogy a nagy hőmérséklet-gradiens ellenére viszonylag kedvezőtlen hőátadási viszonyok alakulnak ki, mivel a vékony plazmasugár kis mennyiségű munkagáza nem tud a betét nagy tömegével intenzív konvektív hőátadást létrehozni.

Ezért a továbbiakban egy olyan ívfény plazma kemencét vizsgáljunk meg, amelyik egyszerűbb felépítésű, nem igényel feltétlenül automatikus szabályozást, olcsó munkagázokkal (levegő, földgáz, propán, bután stb.) is üzemeltethető és nem összefogott, hanem nagy felületen szétterülő plazma fáklyát hoz létre.

A fentiekben említett tulajdonságokkal rendelkező ívfény plazma kemence működési elve a következő [1, 2]:

Az ívfényen keresztül a technológiai célnak megfelelő gázokat, vagy gáz-por keverékeket fúvatunk át. Ezáltal a kialakuló ívet egy meghosszabbított kényszerpályára tereljük és így az ívfény ionizációs mértéke jelentősen fokozódik, mivel az elektronok tényleges pályája az elektródák között nagymértékben meghosszabbodik. A kényszerpályára fúvatott ívfény ionizációs mértéke megközelíti az 1%-ot és ennek megfelelően a rekombináció által felszabaduló hőmennyiség, ill. a kialakuló hőmérséklet is erőteljesen megnövekszik a közönséges, nem fúvatott ívfényhez képest. (A 3000—5000 °K átlag ívhőmérséklet helyett 5000—10 000 °K plazmaív hőmérséklettel számolhatunk.)

A kialakuló ívfény plazmafáklya nagyon kedvező az egész hőátadási mechanizmus szempontjából, mivel jelentősen megnő a hőátadási felület, és a sugárzásos hőátadás mellett fontos szerephez jut a konvekciós hőátadás is. (Az utóbbi körülménynek főleg hideg betét beolvasztásakor van fokozott jelentősége.) Úgyszintén különleges jelentőséggel bír az a körülmény, ha a gázárammal finoman diszpergált por alakú fázist is fúvatunk. Pl. szénhidrogének és vasérc-por együttes befúvatása lehetővé teszi az ércből történő közvetlen acélgyártást [3, 4]. Ugyanis ívfényes plazma kemencékben a nagy hőenergia koncentrálás és a nagy hőmérséklet, valamint az ezek következtében kialakuló kedvező hőátadási viszonyok rendkívüli módon intenzifikálják a redukciós folyamatokat.

Mivel a redukciót nem az izzó koksz, hanem a rendszerbe sztöchiometrikus arányban befúvatott

szénhidrogén bomlási termékek végzik, ezért a kiredukálódott folyékony fém nem nyersvassá, hanem alacsony C tartalmú acéllá alakul.

Ionizációs fűtőanyagégők kifejlesztése és felhasználása

A nagy hőmérsékletű technológiák intenzifikálásának egy további módja a fűtőanyagláng egyszerű módszerekkel való ionizálása, ami nagymértékben növeli mind a sugárzásos, mind a vezetéses hőátadó képességet és lehetővé teszi bizonyos mennyiségű villamos energia rátáplálását a fűtőanyag lángra. Ennek eredményeként biztosítható a láng 2500—3000 °K átlagos hőmérséklete.

A fűtőanyagláng ionizációja egyaránt létrehozható kémiai és termikus úton. A chemo- és termo-ionizációnak fokozott jelentősége van szénhidrogén fűtőanyag alkalmazása esetén, mivel az alacsony ionizációs fokú plazma egyik leggyakoribb megjelenési formája éppen a szénhidrogén—levegő láng. A szénhidrogén lángban az ionképződés elsősorban chemoionizáció útján jön létre. Az ionok töltéselvesztése pedig elektron disszociációs rekombinációval megy végbe [5, 6, 7].

Elsőként a leggyakrabban a CHO^+ ion jelenik meg, majd a későbbiekben a H_3O^+ ionok lesznek döntő többségben, amelyek az elektronokkal való ütközésük következtében rekombinálódnak.

$$H_3O^+ + e^- \rightarrow H_2O + H \qquad (1)$$

A szénhidrogén-levegő lángban lejátszódó ionképző reakciók általában bimolekulárisok és leggyakrabban a következő két formában játszódnak le:

$$A + B \rightarrow C^+ + D^- \qquad (2)$$

$$A + B \rightarrow C^+ + D + e^- \qquad (3)$$

Ha a (2, 3) reakció megfelel a $E_i/RT > 5$ kritériumnak, akkor az ionképződési reakciókra alkalmazhatjuk az *Arrhenius*-törvényt:

$$q = z \exp - \frac{E_i}{RT} \qquad (4)$$

ahol q — az ionképződési sebesség; z — előexponenciális többszörös; E_i — az ionképződési folyamat aktivációs energiája; T — abszolút hőmérséklet; R — egyetemes gázállandó.

Logikai megfontolások alapján az ionképződési folyamat aktivációs energia értékének közel kell lennie az égési folyamat aktivációs energiájához. A szénhidrogén lángban az égési aktivációs energia $E = 20$ kcal/mól értékű.

Kedvező lehetőségeket biztosít az ionizáció tanulmányozására az alacsony nyomáson létrehozott lapos szénhidrogén láng.

A vizsgálatokat ilyen körülmények között végezték el, az így kapott eredményekből megállapítható, hogy az aktivációs energia nem függ a nyomástól és a gáz összetételétől, és ugyanakkor általában alatta van, vagy megegyezik a szénhidrogének égési aktivációs energiájával. Ebből adódik az a körülmény, hogy a szénhidrogének elégése során jelentős mértékű chemo-ionizáció jön létre, mivel az égési aktivációs energia elegendő az ionizációs folyamatok megindításához is.

A szénhidrogén lángban az ionképződés elsődleges forrása a következő reakció:

$$CH + O = CHO^+ + e \ (\Delta H = 23 \text{ kcal}) \qquad (5)$$

amelyet egy protoncserés reakció követ:

$$CHO^+ + 2H_2O = CO + H_3O^+ \qquad (6)$$

Mint látható az (5) reakció oxigén, vagy oxigénfejlesztő anyagok jelenlétében megy végbe, míg a (6) reakció lejátszódásához megfelelő H_2O koncentráció szükséges, ami a szénhidrogén, illetve földgáz égéstermékében maximális mértékben biztosított.

Tömegspektrometriás vizsgálatok azt bizonyították, hogy abban az esetben, ha a gázok szennyező tartalmát minimálisra csökkentették, akkor az említett lángban nem alakult ki számottevő ionkoncentráció. Ezen szennyezők közé sorolhatók a szénhidrogének, valamint az alkáli fémek vegyületei.

A szénhidrogén lángok ionizációs mértéke tovább fokozható, ha a fentiekben leírt chemoionizáció mellett a termikus ionizáció lehetőségét is kihasználjuk. A termoionizáció iétrehozását különböző fémek tűztérbe juttatásával valósíthatjuk meg. Ebből a szempontból elsősorban az alkáli (Na, K, Li, Rb. Cz) és alkáli földfémek (Ca, Ba, Sr) jöhetnek számításba, mivel az említett fémek termikus úton viszonylag könnyen ionizálhatók. A felsorolt fémek esetében már 2000 °K körül jelentős termoionizáció érhető el.

Ez a körülmény kedvezően használható ki nagy hőmérsékletű földgázlángok ionizálására, mivel az említett hőmérséklet intervallum viszonylag kismértékű égésintenzifikálással elérhető. Az égésintenzifikálásnak vannak fizikai és kémiai módszerei. A kémiai módszerek közé tartozik pl. az égési levegő dúsítása oxigénnel. Az égésintenzifikálás fizikai módszerei a turbulencia nagymértékű fokozása útján kedvező keverési viszonyokat alakítanak ki, ennek következtében biztosítják az oxigén gyors hozzájuttatását a tüzelőanyaghoz. A fentiekben említett nagymértékű turbulenciát az égő elé épített perdületelemmel, az ún. *impellerrel* hozhatjuk létre [8, 9].

Mindezek a körülmények együttesen szintén ideális tüzelőanyag-oxigén keverést eredményeznek, aminek a következtében az égés pirometrikus hatásfoka elérheti, sőt meghaladhatja a 90%-ot is. Ennek következtében a láng rövid lesz ugyan, de hőmérséklete megfelelő biztonsággal beleesik a Na és H_2O által kedvező ionizációs feltételeket biztosító $2000 \text{ °K} \leqq T \leqq 2500 \text{ °K}$ hőmérséklet intervallumba.

Az ionizációs fűtőanyagégők kedvező hőtechnikai és tüzeléstechnikai tulajdonságaik következtében alkalmasak speciális technológiával dolgozó kisméretű kemencék üzemeltetésére.

Energetikai-technológiai rendszerek

Energetikai-technológiai rendszerek kialakítására főleg a hőenergiát közvetlenül elektromos energiává átalakító MHD-generátorok (magneto-

hidro-dinamikai gen.), valamint az atomerőművek alkalmasak. A továbbiakban mindkét módszert részletesen is megvizsgáljuk.

Az MHD-generátorhoz kapcsolódó technológiai rendszer

A rendszer kiinduló berendezése egy MHD-generátor, amely teljes mértékben ellátná a hozzá csatlakozó technológiai berendezéseket hő és villamos energiával. Az MHD-generátor csatornájából kiáramló nagysebességű és kb. 2000 °C hőmérsékletű gázok egy redukáló reaktort működtetnek, amelyben a redukció, tekintettel a nagyon kedvező hőhatási viszonyokra, rendkívül intenzíven és hatékonyan játszódik le. Mivel a redukciót nem izzó koksz, hanem a rendszerbe juttatott szénhidrogének termikus disszociációs termékei végzik, ezért a kiredukálódott folyékony fém nem nyersvas, hanem egy viszonylag alacsony C-tartalmú acélféleség lesz, amelyet rövid ideig tartó (15—20 perc) plazmaégős kezeléssel rendkívül nagy tisztaságú, minőségi acéllá dolgozhatunk fel.

Az MHD-generátor működési elve

A magnetohidrodinamika egyik legérdekesebb alkalmazási lehetősége a gáz hőenergiájának közvetlen átalakítása elektromos energiává. Forró, gyorsan mozgó gáz elektromosan vezetővé tehető ionizáló adalék (Na, K, Li stb.) alkalmazásával. Ha a vezető gázt ezután szigetelő falú csőben transzverzális mágneses téren vezetik keresztül, és vezető lapokat helyezünk a falba, amelyeket külső ellenálláson át zárunk, a gáz munkát végez a tér ellen, sebessége csökken és a rendszerből energiát vonunk le, amely a külső áramkörben jelentkezik. A külső áramkör R_2I^2 energiája egyszerű kapcsolatban van az áramlás sebességével, a mágneses tér erősségével és a gáz ellenállásával [10, 11, 12].

A külső áramot az $R_2I = U = ED$ kifejezés adja.

A gáz $R_1 = \eta DA$ belső ellenállású, $U_1 = D < < u/c \cdot XB$ 300 V feszültségű generátornak tekinthető.

D = az elektródák távolsága, R_1 = a vezető gáz ellenállása az elektródák közt. A bejövő áramlásnak szuperszonikusnak kell lennie.

A redukáló reaktor

Az MHD-generátor csatornájából eltávozó nagy hőmérsékletű gázokat egy lebegtetéses redukáló reaktorba vezetjük, amelybe finom por formájában folyamatosan adagolják be a vasérc-mészkő keveréket.

Redukálószerként földgázt (esetleg más szénhidrogént) vezetünk be, amely termikusan disszociálódva gyors és hatásos redukciót tud végrehajtani.

A redukciót ebben az esetben ugyanis részben a finomszemcsés vasércre lerakódott nagy diszperzitású, nagyon reakcióképes koromréteg, részben H_2-gáz hajtja végre.

A koromképződés mellett természetesen jelentős mennyiségű hidrogén is keletkezik, amely mint ismeretes, nagyon nagy redukciós aktivitással rendelkezik. A redukciót tehát a hidrogén és az érc szemcsékre rárakódott koromréteg együttesen végzi. Mivel az ismertetett lebegtetéses reaktorban lejátszódó folyamatok teljes egészében a nem egyensúlyi fizikai-kémiai rendszerek közé tartoznak, ezért tárgyalásukra az egyensúlyi termodinamika nem alkalmas.

Az ilyen bonyolult rendeszerekben a lejátszódó makroszkopikus folyamatok, valamint ezen folyamatok közötti kapcsolatok egységes tárgyalására az utóbbi időkben kifejlesztett irreverzibilis termodinamika, vagy más néven transzport elmélet alkalmas.

A kölcsönhatásokat a kiegyenlítődésre törekvő intenzív mennyiségekkel jellemezhetjük anyag impulzus és hő-áramok formájában az *Onsager*-féle reláció segítségével [13, 14].

Eszerint egy rendszer akkor van egyensúlyban, ha a rendszeren belül valamennyi intenzív mennyiség homogén. A folyamatok lejátszódási sebessége pedig annál erőteljesebb, minél nagyobb az intenzív mennyiségek gradiense. A fentiek alapján a vasérc szemcsék redukcióját két egymással ellentétes irányú diffúziós tömegárammal jellemezhetjük, amelyek matematikailag a következő egyenletekkel vannak meghatározva [15, 16]:

$$J_i = -4\pi r^2 D^p i \frac{dc_i}{dr} \qquad (7)$$

ahol $D^p = D_i \gamma \xi$ az ún. *szemcse-porozitás diffúziós együttható*; C_i — redukáló anyag koncentrációja; C_i' — a redukálandó anyag koncentrációja; r — a redukálandó vasérc szemcsék sugara.

Megállapítható, hogy egy-egy vasérc szemcsében a redukció állandó hőmérsékleten csökkenő intenzitású, mivel a diffúziós tömegáramok úthossza mindkét irányban állandóan és folyamatosan növekszik és csökken az egymással reagáló anyagok mennyisége, ill. koncentrációja. A nagy hőmérséklet egyértelműen növeli az anyagrészecskék (atomok molekulák, ionok) mozgékonyságát.

Ebből a szempontból nagyon kedvező a reaktorban uralkodó kb. 2000 °C hőmérséklet. A redukció hatékonyságának további növelési lehetősége a diffúzió úthosszának a csökkentése, ami a vasérc szemcsék méretének a csökkentésével, a minél finomabbra való őrlésével érhető el.

A továbbiakban röviden áttekintjük a redukáló reaktorban kialakuló hőátadási viszonyokat. A reaktorban a hőátadási folyamatok gázfázis és kondenzált fázisok között játszódnak le, éppen ezért különleges jelentősége van az áramlási határréteg vizsgálatának. Az áramló magas hőmérsékletű gázok, valamint kondenzált fázisok között kialakuló hőáramot a következő egyenlet fejezi ki [15, 16]:

$$j_q = \alpha(\vartheta - T) \qquad (8)$$

ahol ϑ — a gázhőmérséklet; T — a kondenzált fázis hőmérséklete; α — a konvektív és sugárzásos hőátadást is magába foglaló együttható.

A gáz λ hővezetési tényezőjének az ismeretében felírható a konvekciós hőátadásra jellemző *Nusselt*-féle szám:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot d}{\lambda_g} \qquad (9)$$

ahol Nu — Nusselt szám; α — összhőátadási tényező, d — a gázok által körbeáramlott kondenzált fázisú részecske átmérője, λ_g — a gáz hővezetési tényezője.

A rendszerben uralkodó 2000 °C hőmérsékleten a konvekciós hőátadás mellett lényeges szerepet játszik a sugárzásos hőátadás is, amelynek a hőmérséklettől való függését a *Stefan—Boltzmann*-törvény fejez ki.

A kisugárzott energia jelentős mértékben változik a sugárzási hullámhossz szerint is. Matematikailag ezt az összefüggést a *Planck*-törvény írja le.

A kisugárzási energiának a Planck-törvény szerinti eloszlásából megállapítható, hogy a maximális sugárzóképesség a látható fényhullám hosszúságok közelében, tehát lényegében 2—5 μ közötti értékeknél van. Ettől kisebb és nagyobb hullámhosszúságok esetén a hősugárzás intenzitása ugrásszerűen csökken.

Ezért hőátadási szempontból fokozott jelentősége van annak, hogy az MHD-generátorból a redukáló reaktorba átvezetett nagy hőmérsékletű gázok jelentős álkáli fém — elsősorban Na — tartalommal rendelkeznek, mivel Na rendkívül intenzív színképvonalat bocsát ki 4982,85 Å hullámhosszon.

A reaktorban áramló gázok sugárzóképességét tovább fokozza a redukciós célból bevezetett földgáz termikus disszociációjából származó nagymennyiségű koromrészecske is, amelyek nagyon kedvező feketeségi fokkal rendelkeznek és összfelületük igen nagy.

Az atomerőműhöz kapcsolódó technológiai rendszer

Az utóbbi években jelentős kísérleteket végeztek az atomerőművek hulladékhőjének technológiai célra történő hasznosításával kapcsolatban. Az atomerőművek hűtőközegei ugyanis jelentős fizikai hőtartalommal távoznak el. Ebből a szempontból részint a CO—CO_2 gázelegy jöhet számításba (800 °C), másrészt a nátrium gőz és hélium keveréke (900 °C). Az utóbbi közeg nagymértékben alkalmas plazmaégők üzemeltetésére, ugyanis alkalmazásával jelentős mértékben fokozható az említett égők gazdaságossága, mivel gyakorlatilag egy előmelegített olcsó munkagázhoz jutunk. A továbbiakban megvizsgáljuk az említett közeg plazmaégőkben való alkalmazhatóságát.

A Na-gőz tartalmú He munkagázként való alkalmazása plazmaégőkben

A plazmaégőkben munkagázként egy és kétatomos gázokat egyaránt felhasználhatunk. A plazma paramétereit és tulajdonságait jelentős mértékben befolyásolja a felhasznált gáz minősége. A különböző gázok alkalmazhatóságát plazmaégőkben lényegében az ionizációs potenciáljuk határozza meg. Minél kisebb az alkalmazott gáz, illetve gáz-keverék ionizációs potenciálja, annál magasabb az ionizációs mértéke adott hőmérsékleten. Az *1. táblázatban* közölt adatokból megállapítható, hogy az alkáli fémek viszonylag alacsony ionizációs potenciállal rendelkeznek.

Ebből tehát arra következtethetünk, hogy az alkáli fémgőzöket tartalmazó nemesgázok alkalmasak plazmaégőkben való felhasználásra.

1. táblázat

Ionizációs potenciálok

Elem	Ionizációs potenciál: Ui, (V)
H	13,6
N	14,5
O	13,5
He	24,5
Ar	15,7
Hg	10,4
Fe	7,8
Na	5,1
Cs	3,9

A fémek jelen esetben a Na fém-gőzök, jelentős szabad elektron koncentrációval rendelkeznek, amely elektronok magasabb hőmérsékleten fokozott mozgási energiára tesznek szert és ha átlag energiájuk nem is haladja meg az 1 eV-t, néhány nagy energiájú forró elektron elindíthatja az elektron ütközéses ionizációt.

A nagy szabad elektron koncentrációjú rendszerekben az inoizáció fő formája valószínűleg az elektronütközéses ionizáció, mivel a nagy mozgékonyságú elektronok ütközési gyakorisága nagyságrenddel nagyobb, mint a nagyméretű részecskéé (atom, ion, molekula).

Befejezés

Napjainkban a műszaki és alkalmazott természettudományok terén elért rohamos fejlődés lehetővé teszi, hogy az energiatermelést, valamint az ércek és ásványok feldolgozását nem hagyományos módon nagy volumenű beruházásokkal, hanem a korábbiaknál sokkal kisebb beruházást igénylő legkorszerűbb új típusú berendezésekben valósítsák meg.

Hazánknak egyre szélesedő gazdasági és műszaki tudományos kapcsolatai vannak a fejlődő országokkal, ezért jelentős szerepünk lehet a legújabb műszaki és természettudományos kutatási eredmények közvetítéses úton való átadásában.

IRODALOM

[1] *Hédai Lajos:* Nagy felületen szétterülő plazmafáklyák elméleti vizsgálata. Acta Technica. Megjelenés alatt.

[2] Javlenyija perenosza v nyizkotyemperaturnoj plazma. Minszk, 1969.

[3] *Hédai Lajos:* A plazmaacélgyártás eredményei az irodalom tükrében. Bányászati—Kohászati Lapok — Kohászat. 1974. 4. 156. old.

[4] *Hédai Lajos:* A legújabb műszaki és természettudományos kutatási eredmények adaptálásos alkalmazása a fejlődő országokban. Energia és Atomtechnika. Megjelenés alatt.

[5] Nyizkotyemperaturnaja plazma. A XX. nemzetközi elméleti és alkalmazott kémiai kongresszus alacsonyhőmérsékletű plazma szimpóziumának az anyaga. Moszkva, 1965. júl. 15—17.

[6] Chimija i fizika nyizkotyemperaturnoj plazmi. Az alacsonyhőmérsékletű plazmával foglalkozó I. főiskolai konferencia anyaga. Moszkva, 1971.
[7] *Thompson, W.:* Bevezetés a plazmafizikába. Budapest, 1970.
[8] *Hédai Lajos:* Impellerek alkalmazása földgáztüzelésű acélműi kemencéknél. Ipari Energiagazdálkodás (8) 1967. 5. sz. 101. 106, old.
[9] *Hédai Lajos:* A tüzeléstechnika és a metallurgia közötti összefüggések. Ipari Energiagazdálkodás (9) 1968. 10. sz. 221—225. old.
[10] Magnetohydrodynamic Electrical Power Ganaratien. Proceedings of an international Sympozium held in Paris — July 1964.
[11] *Von Engel, A., — Corens, J. R.:* Flame plasmas, Adv. Electronics, 1964.
[12] *Gross, B.—Grycz, B.—Miklóssy K.:* Technika plazmatu Praha, 1967.
[13] *Onsager, L.:* Phys. Rev. 1931. 37. sz. 405. old.
[14] *Erdey—Grúz Tibor:* Fizikai kémia. Budapest, 1965.
[15] *Suth, B. L.—Ross, H. U.:* Traus metallurg. Soc. AIME. 1965. 180—185. old.
[16] *Bogdandy, L.—Engell, H. J.:* Die Reduktion der Eisenerze. Berlin—New York, 1967.
[17] *Hédai Lajos:* Égési és hőátadási viszony földgáztüzelésű SM-kemencében. Csepeli Műszaki Közgazdasági Szemle 1967. 1. sz.
[18] *Szűcs Ervin:* A transzportelmélet alkalmazása a tüzelési folyamatok kutatásában. Energia és Atomtechnika. (18) 1965. 5—6. sz. 241—245. old.
[19] *Szolcsányi Pál:* Transzport folyamatok. 1965.
[20] *Hédai Lajos:* Az irreverzibilis termodinamika alkalmazása a plazmában lejátszódó folyamatokra. Energia és Atomtechnika (24) 1971. 3. sz. 142—143. old.

Maderspach Károly élete és munkássága

SZÉKELY LAJOS aranyokleveles bányamérnök
a Bányászati Tervező Intézet nyug. igazgatója

ÓVÁRI ANTAL okl. kohómérnök
Vasipari Kutató Intézet

DK: 82—94 Maderspach

A szerzők a múlt század első felében élt, Selmecen végzett Maderspach Károly életét és munkásságát ismertetik. Bemutatják az általa alapított ruszkabányai bánya- és vasművek fejlődését. Leírják a Maderspach által az 1830-as években tervezett és épített első hazai vashidakat, amelyek a magyar hídépítés történetében úttörő jelentőségűek.

A XIX. század első felében jelentős fejlődésnek indult az akkor hazánkhoz tartozó Krassó-Szörény vármegyében fekvő, Ruszkabánya környéki vasmű társulat. Alapítói a *Hoffmann* testvérek és *Maderspach Károly* (1. kép) voltak. *Maderspach* volt a kohómű műszaki igazgatója és rövidesen a vasmű gyártmányaival országszerte nagy hírnevet szerzett.

A Ruszkabánya környéke a török kiűzés után 1718—1873-ig először hosszú időre határőrvidékként a Monarchia katonai közigazgatása alá került, mivel gazdasági és stratégiai szempontból fontos terület volt. A bécsi udvar a határőrvidék első kormányzóját kötelezte az elpusztított bányák üzembe helyezésére, kedvezményekkel ösztönözte a magánvállalkozókat, és szorglmazta a bányakincsek felkutatását. A munkásokat kedvezményes gabonaárakkal késztették a letelepedésre. A bányászat föllendülése rövidesen megteremtette az alapot a kohászat fejlődéséhez.

A Ruszka hegységi vasérclelőhely fölfedezéséről két monda is kering. Az első szerint zsiványok árulták el a titkot a németgladnai vasmű tisztjének, *Hoffmann Ferencnek*. A másik föltevés kevésbé romantikus, de valószínűbb; barangolás közben fedezte föl a vaspataki olvasztó *Szájbely* nevű gondnoka. A tény az, hogy a *Hoffmann* testvérek, a terület főrészvényesei, 1804-ben szerződés kötöttek a kincstárral nyersvas előállítására, de nem sikerült jó minőséget előállítaniuk. Ezt követően a kincstár vette meg tőlük a létesítményeket, de eredményt ők sem értek el, ezért az üzemet bezárták [1].

Új fordulat következett be akkor, amikor 1820-ban *Hoffmann Ádám* ezüstben gazdag ólomércet talált a Baul hegységben. *Maderspach Károly* oravicai kémlész analizálta meg az ércet. A kedvező feltételek láttán zártkutatmányt szereztek. A kincstártól együtt vették meg a jogosítványokat, s közösen alapították 1823-ban a Ruszkabányai Bánya- és Vasmű Társulatot, amelynek igazgatását is ketten végezték.

Maderspach Károly foglalkozott a kohókkal, az öntödékkel és a vasmű általános fejlesztésével.

A ruszkabányai vállalat 1845-ben kiegészült a négy hámorból és a hozzátartozó olvasztókból álló szomszédos nándorhegyi művekkel. Rövidesen megvásárolták a Macasel meletti vasércbányát és olvasztót is, valamint az ottani ólom-, ezüst-, szén-, és rézbányákat, végül pedig a zsilvölgyi kőszénelőfordulás egy részét.

Az 1842-ben rendezett első magyar ipari kiállításon a vállalat már kitűnően szerepelt. *Edvi Illés* adatai [1] szerint ezen az első kiállításon még a munkácsi és a szilvási vasgyár nyert díjat. *Kossuth Lajos* is elismerő sorokat írt róluk. Ebből kitűnik, hogy vasöntvényeket, bográcsokat, kályhákat küldtek be a kiállításra, ahol második helyezést értek el [1, 2].

A kohómű, az öntöde, a hámor és a szerszámműhely ekkor már 4000 embernek adott kenyeret. Évi termelésük kb. 12 000 bécsi mázsa=kb. 670 t kovácsolt rúdvas, és 10 000 bm=kb. 560 t vasöntvény volt.

A ruszkabányai kohótelep tulajdonosainak egyik legkiemelkedőbb úttörő vállalkozása volt a lugosi, herkulesfürdői és a karánsebesi régi Temes-híd építése. Ezekkel a hídépítésekkel a magyarországi vashidak elterjedésének kezdeményezői voltak [3, 4].

Maderspach úttörő érdeme, hogy az áthidalási problémát újszerű vonórácsos ívszerkezettel és új anyag alkalmazásával oldotta meg. A szerkezet teherbírásának ellenőrzésére végzett kísérlet szerint a felhasznált vasanyag minősége megközelítette a folytacél minőségét (3200—3900 kg/cm² húzószilárdság). Ez a múlt század első felében kétségkívül jelentős kohászati teljesítmény volt [5].



1. ábra. Maderspach Károly egyetlen fennmaradt arcképe

A fémhidak történetéről csak annyit, hogy a gondolat elsőként *Verancsics Faustus* 1616-ban Velencében megjelent Machinae novae című könyvében fordul elő. Az első öntöttvashidat 1770-ben építették Angliában a Severa folyó felett. Hazánkban a világon ötödikként 1810-ben épült az első vashíd a Kis-Garamon.

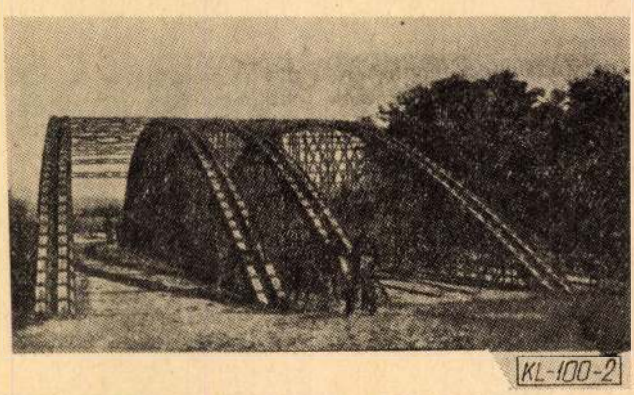
A *Maderspach*-féle első, új szerkezetű 18+36 m fesztávú híd a lugosi Csuka patak felett épült 1833-ban. Ívei négyzetes vasszekrényből készültek. A következő, a herkulesfürdői hídon, amely 1837-ben készült el, már csöveket alkalmaztak; a legnagyobb, az 1840—1844 közt épült a karánsebesi Temes-hídon *(2. ábra)* pedig a csöveket hosszanti bordákkal látták el. Ugyanitt a körkeresztmetszetű rudak helyébe laposvasak kerültek, sőt a kapcsolásokban már a herkulesfürdői híd építése idején még ismeretlen szegecseket is használtak. E híd szabad nyílása 55,2 m volt. Mindkét oldalán kocsipálya, közepén pedig gyalogjáró készült. A híd 1896-ig, több mint 54 évig volt használatban.

A ruszkabányai vállalat vezetőit a sikerek felbátorították, s amikor 1837-ben a pest-budai első állandó Dunahíd-pályázatot meghirdették, ők is pályáztak. *Széchenyi István* a hídépítő bizottság vezetője nem biztatta őket, mert a kor leghíresebb mérnöke, az angol *Clark Vilmos* is pályázott.

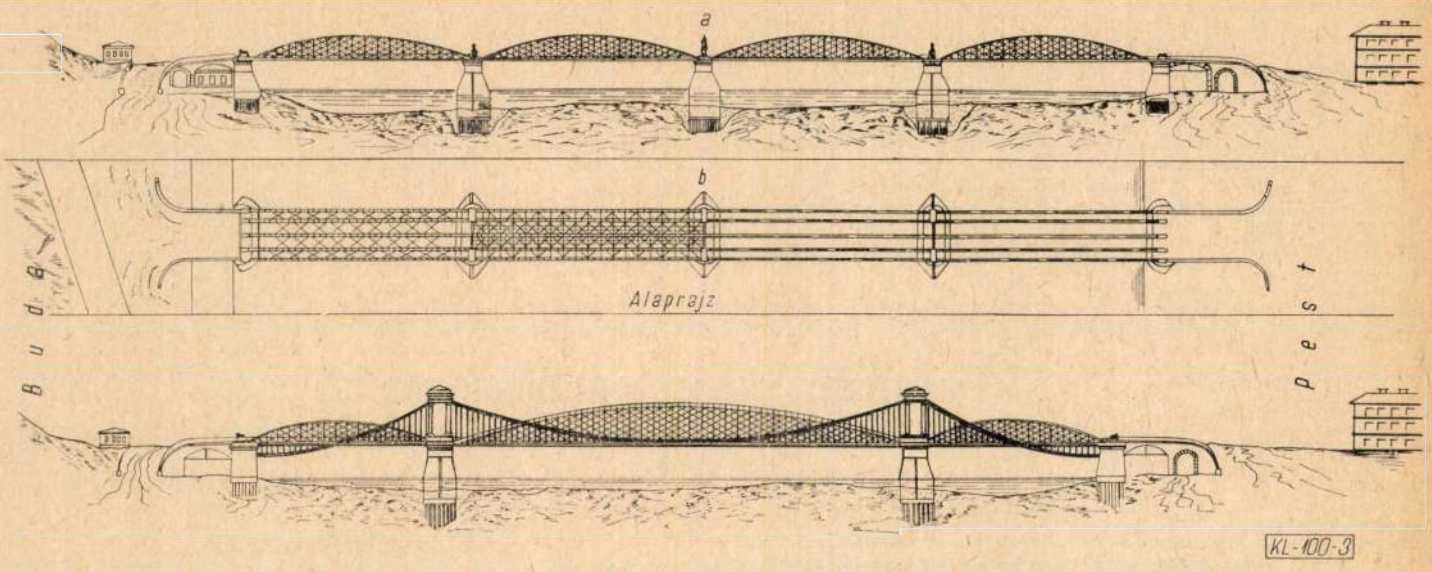
Makkai szerint [7] a magyar mérnököknek nem volt közvetlen szerepük a Lánchíd megalkotásában. *Széchényi* nem is gondolt arra, hogy magyar mérnökökre és kohászokra bízza a munkát, hanem — mint köztudomású — Angliából hívta meg tervezőnek *Clark Vilmost*, építésvezetőnek *Clark Ádámot*, s az öntöttvas alkatrészek nagy részét Ausztriából, a kovácsolt vasláncokat pedig Angliából hozatta.

Mindenesetre akadt egy Selmecen végzett magyar mérnök, aki képesnek tartotta magát a nagy feladat elvégzésére. *Maderspach Károly* 1837-ben fordult — eddig épített újtípusú és általa gyártott vasanyagból épített első hazai vashídakra hivatkozva, — *Széchenyihez* megkérdezve, hogy számíthat-e támogatására, ha megpályázza a Lánchíd tervezését és kivitelezését. *Széchenyi* válaszában idézte a hídbizottság döntését, amelynek rendkívül érdekes az indoklása, ezért szószerint közöljük: „a kérdéses hídnak építése egyáltalában olyan művésznek adatik át, ki már azelőtt valamely hasonló nagy munkát tökéletességre hozván, magát minden tekintetben ily vállalatnak véghezvitelére alkalmasnak lenni megbizonyította", s hozzátette, ő maga mindent elkövet, hogy „az építésnek az ügye semmi mással össze ne kevertessék, mint például a magyar vas előnyben való részesítésével vagy, hogy az építés hazánk szülötteinek adattassék ki". Bár ez az állásfoglalás nyilvánvalóan eldöntötte a kérdést, a karánsebesi cég mégis beadta pályázatát egy *Maderspach*-rendszerű, közel 120 m-es támasztóközű hídra.

A pályázatokat elbíráló országos bizottmány 1838. szeptember 2-án tárgyalta az ajánlatokat. A ruszkabányai vasmű ajánlatára vonatkozó határozat a következő volt: „Kérdés tétetett ennek utána, hogy *Hoffmann* és *Maderspachnak* a 10. sz. alatt benyújtott tervét kell-e, vagy lehet-e és mennyiben tekintetbe venni. Melynek következtében, jóllehet ezen küldöttség a nevezett hazafiaknak hazafiúi buzgóságukat, mellyel az Ország kívánságának sikeresítését előmozdítani igyekeztek, sőt e célra sem fáradtságot, sem költséget nem kímélve, terveiknek bemutatása mellett az általok javaslatba hozott hidak mintáját is dicséretes szorgalommal és ügyességgel elkészítvén itt Pesten közszemlére kiállították, olyannak látja, mely az Ország hálaérzését nemcsak méltán megérdemli, hanem ennek nyilvánítását is megkívánja; jóllehet továbbá kívánatosabb alig volna a küldöttség előtt, mint a reá bízott munkáknak végbevitelével tulajdon honfiát dicsőíteni, mivel azonban előlegesen elhatároztatott és egyedül teljes biztosságra célzó elvei szerint csak olyan művészeknek terveit fogadhatja el, akik már hasonló nagy munkát tökéletességre hoztak, eddigi határozatánál fogva kénytelenítetve látja magát, hogy a nevezett *Hoffmann* és *Maderspach* társaknak, kik önelismerésök szerint ezen tulajdonsággal nem



2. ábra. A karánsebesi Temes-híd. A Maderspach Károly által tervezett és saját üzemében gyártott vasanyagból 1833—1844. években épített legnagyobb vashíd



3. ábra. Az 1837-ben Maderspach Károly által készített és a Pest—Buda-i Dunahíd pályázatra benyújtott tervrajz, amely, mint látható, kétféle — 3 ill. 2 pilléres — változatban készült

bírnak, terveit ezúttal elmellőzze." (A ruszkabányai vasmű ugyanis addig csak két hidat épített közbenső pillér nélkül.)

A modell és a részlettervek — annak kivételével, amelyet a *3. ábra* tüntet fel — elkallódtak. A híd tervezett támasztóköze 118,78 m, szélessége 20,85 m volt.

Maderspach Károly élete

Maderspach Károly 1780-ban született a Krassó-Szörény vármegyei Oravicán. Atyja, *János* főkohógondnok volt, s fiát a bányászat-kohászat szeretetére nevelte. 18 éves korában bányászgyakornok. 1811-ben a selmecbányai Bányászati Akadémiára iratkozott be, ahol későbbi üzlettársának, *Hoffmann Antalnak* évfolyamtársa volt. Barátságuk már itt kezdődhetett [6].

Tanulmányai befejezése után a milovai bánya gondnoka. Négy évvel később a csilovai társulat kohóüzemének vezetője, majd *Hoffmann Ádám* kérésére 6 hónap időtartamra átengedték vállalatához. Ennek eltelte után már nem tért vissza korábbi munkahelyére, hanem a *Hoffmann* testvérekkel közösen megalapították a „Hoffmann testvérek és Maderspach Károly bánya- és kohóvállalat"-ot. 1828-ban nőül vette *Buchwald Franciskát*, egy lengyel származású orvos hazafias gondolkodású leányát. *Hoffmann Ádámmal* és *Zakariással* sógori rokonságban voltak.

A vállalat vezetésében az öntödei, a kohó, a gépészeti és általános fejlesztési ügyekkel foglalkozott. Az 1848-as események mozgásba hozták Ruszkabánya lakosságát. Fosztogató bandák szükségessé tették a bánsági bányatelepek védelmének megszervezését. E hazafias mozgalom központja a Maderspach-ház volt. Nagy szerepet játszott e szervezésben *Maderspachné*. Az oravicai bányakerületben kb. 1800 fő volt a nemzetőrök száma, amelyből kb. 600 fő esett Ruszkabányára. Ágyúkkal is fel voltak szerelve.

A karánsebesi katonai parancsnok akinek fennhatósága alá tartozott Ruszkabánya, megengedte a nemzetőrség megalakítását, sőt kiképzésükhöz tüzéreket is küldött. Később azonban a bécsi kormánytól nyert utasításra a nemzetőrség feloszlatását, a fegyverek és ágyúk beszolgáltatását, valamint a császári hadsereg részére ágyúgolyók öntését követelte. Mikor a vasmű tulajdonosai ennek a kívánságnak nem tettek eleget, katonasággal szállta meg Ruszkabányát, a hadianyaggyártás biztosítása céljából.

Bem tábornok Karánsebesre történt bevonulása után megegyezett *Hoffmann Antallal* és *Maderspach Károllyal*, hogy ezentúl csak a honvédség részére gyártanak hadianyagot. A lőszert Aradra és Szegedre szállították *Bem* hadserege részére.

A szabadságharc bukása után a menekülő honvédcsapatok egy része itt hagyta el az országot, Maderspachék segítségével. *Bem* tábornok is erre vette útját és közben náluk szállt meg. 1849. augusztus 22-én vonult be Ruszkabányára egy osztrák csapat és *Maderspachot* ismert hazafias magatartásáért őrizetbe vették. Másnap letartóztatták *Maderspachnét* is és katonai őrizettel Karánsebesre szállították. Menetközben a bányavároskán kívül egy, a lakosság által nemrég rendezett hazafias ünnepség helyén — állítólag *Haynau* utasítására —, pőrére vetkőztetve nyilvánosan megvesszőzték.

Mikor *Maderspach* — kiszabadulása után — felesége meggyalázásáról értesült, egy a gyárban elrejtett mozsarat kivonszolt, megtöltött és fejét rátartva véget vetett életének. A ruszkabányai temetőben temették el.

E szerencsétlenséggel vette kezdetét a legkiválóbb vezetőjét elvesztett, virágzó vállalat hanyatlása. A vasmű néhány évtizedig még tengődött de egyre inkább eljelentéktelenedett, végül aztán a századforduló táján az üzemet beszüntették.

IRODALOM

[1] *Edvi Illés András:* A magyar vaskőbányászat és vaskohászat ismertetése: 1900. 23. oldal.
[2] *Hofmann H.:* Ruszkabánya története 1823—1827.

A Magyar Mérnökök- és Építész Egylet Közlönye, Budapest, 1944.
[3] *Szentkirályi Zs.:* Erdélyi bányász kalendárium, Kolozsvár, 1844. Lyceum ny.
[4] *Zelovich K.:* A Maderspach és Hofmann féle íven függő hidak. A Magyar Mérnökök- és Építész Egylet Közlönye, Budapest, 1903.
[5] *Totth R.:* A karánsebesi régi Temes-híd. A Magyar Mérnök- és Építész Egylet Közlönye, Budapest, 1903.
[6] *Vajda P.:* Nagy magyar feltalálók. Budapest, 1958 Zrínyi kiadó.
[7] *Pach Zsigmond — Makkai László:* A Magyar Tudományos Akadémia másfél évszázada 1825—1975. Akadémia Kiadó 1975. 67. oldal.
[8] *Maderpach L.:* Maderspach Károly tragédiája és adatok Ruszkabánya történetéhez. Zólyom, 1910.
[9] *Székely Lajos:* A hídépítő Maderspach Károly bányamérnök élete és munkássága. BKL BÁNYÁSZAT 1973. 3. sz. 207. oldal.

Az optimális gázcementálás feltételei

Dr. VÁRNAI E. TIBOR okl. gépészmérnök
Csepel Autógyár

DK: 621.785.51.062.5

A gázcementálás alapjai, az atmoszféra összetétele. A cementált réteg szerkezete és a gyors szenítés lehetőségei. A gázatmoszféra ellenőrzése, folyamatos gázkromatográf alkalmazásának előnyei. Ideális kéreg kialakítása és a szenítési időszükségletek csökkentése érdekében a gázatmoszféra karbonpontenciálját meghatározott módon az időben változtatni kell.

A hőkezelő szakemberek régi törekvése és kutatási témája az ideális cementált kéreg kialakításán kívül a cementálási, a szenítési idő csökkentése is.

Korábban a cementálási idő rövidítésének legismertebb és legalkalmazottabb módszere a művelet hőmérsékletének emelése volt. A hőmérséklet növelésének határt szab a berendezések hőállósága: 920 °C feletti munkahőmérsékletek esetén rohamosan használódnak el a kemencék fémrészei és a hőt leadó szerelvényei (retorták, sugárzócsövek, cekász stb.).

A kutatások ma arra irányulnak, különösen a gázlégkörű cementálás esetében [2, 6], hogy a szenítést a megfelelő szenítőközeg megválasztásával, illetve az atmoszféra C_p szénpotenciáljának tudatos változtatásával gyorsítsák.

Közismert, hogy a gázlégkörű cementáláskor a szenitéshez szükséges szénatomokat két alapgázból nyerjük: CO-ból, illetve CH_4-ből. A szénoxid (szénmonoxid) a cementálás hőmérsékleten CO_2-re és atomos C-re, a metán H_2-re és ugyancsak atomos C-re bomlik.

A szenítés szempontjából az említett gázokra jellemző, hogy a munkahőmérséklet emelkedésével a CH_4 gyorsabban bomlik, míg a CO egyre kevésbé. A metán látszólag kedvező tulajdonságát lerontja azonban az a tény, hogy a szenítés hőmérsékletén nagy mennyiségben kiváló szénatomok még a munkadarabon való adszorbeálódás és a darabba való bediffundálás előtt egyesülnek, korommá alakulnak, és így a szenítés szempontjából hatástalanok. Tisztán CO-gázban nem szokás szeníteni, mert túlságosan hosszú cementálási időszükségletek adódnak (vö. az *1. ábrával*). A két gázt ezért megfelelő arányban vegyítik oly módon, hogy a szénmonoxid gáz szenítő hatását fokozzák metán hozzáadagolásával, de csak oly mértékben, amely még kormozódási veszéllyel nem jár.

A gázatmoszféra összetétele

Ezek után felvetődik a kérdés, vajon milyen *a legideálisabb és leghatásosabb keverési arány* ?

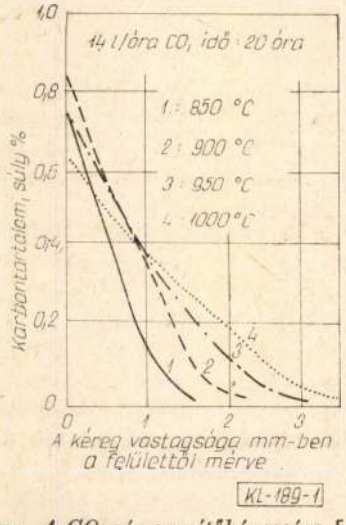
Amíg a munkadarabban a karbon diffúziója, azaz a magában a munkadarabban lejátszódó folyamatok eléggé feldolgozott és ismert témák, addig a gázelegy hasadási tulajdonságának vizsgálatával behatóbban csak az utóbbi időben foglalkoznak. A gázelegy hasadási tulajdonságai nagymértékben meghatározói a szenítés időtartamának. Jól szenítő gázelegyen nemcsak azt értjük, hogy gyorsan válik ki belőle a karbonatom, hanem azt is, hogy a karbonatom rövid idő alatt jut el a fémfelületre és ott gyorsan adszorbeálódik. A hasadási folyamatot és az adszorbeálódást termodinamikai és reakciókinetikai tényezők befolyásolják.

A termodinamikai egyensúly összefüggései a

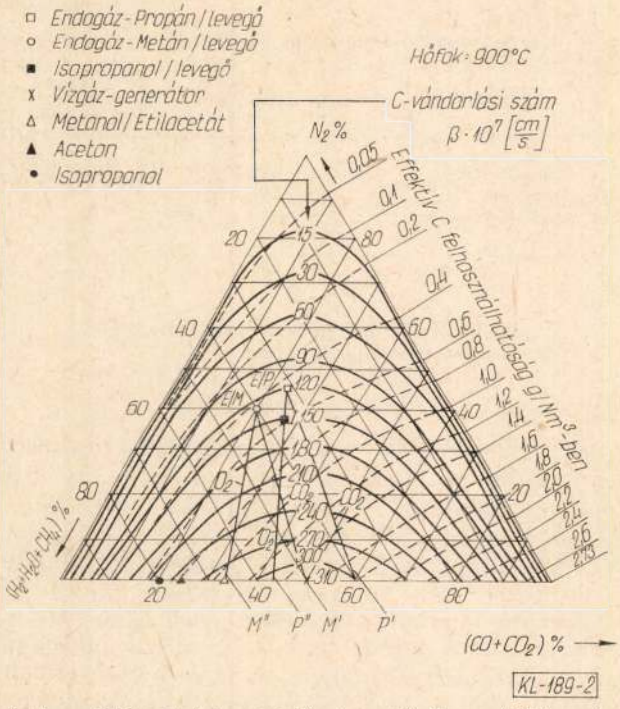
$$C + CO_2 \leftarrow 2CO \qquad (1)$$

$$C + 2H_2 \leftarrow CH_4 \qquad (2)$$

reakcióegyenletek révén ismertek. A gázból keletkező szénmennyiség a hőmérséklettől függően számítható. Ezt a szénmennyiséget azonban teljes egészében nem lehet hasznosítani, mert csak részben adszorbeálódik a cementálandó felületen. A hasznosítható mennyiség a gázelegy hasadási



1. ábra. A CO-gáz szenítőképessége [1]



2. ábra. Különböző összetételű atmoszférák szenítőképessége [2]

1. táblázat

Használatos szenítőközegek CO- és H_2-tartalma

Szenítőközeg	CO, %	H_2, %
Vízgáz generátor gáza	45	51
Endogáz + Metán	20	40
Endogáz + Propán	20—22	40
CO + Metanol (Etilacetát)	84	10
Terál	23—30	55—60
Metanol	33	66
Etilacetát	33	66
Aceton	25	75
Etanol	25	75
Izopropanol	10	80

kinetikájától, illetve a folyamat reakciókinetikájától függ. A reakciókinetika közvetlen megfigyelése igen nehéz, mert viszonylag keskeny az az átmeneti zóna, amelyben a gázatmoszférából a karbonatomok kiválnak és a fémfelülethez kötődnek. Az átmeneti zóna szerkezetét és benne lejátszódó folyamatokat a kutatások még nem tisztázták. A szénatomoknak a gázból való kihasadását és a felületen való kötődését mégis jól jellemezhetjük a „β" tényező bevezetésével.

A külföldi irodalom a β-át „szénátlépési" vagy „szénátmeneti" számnak nevezi. A magyar szóhasználatban helyesebb lenne *szénátvándorlási tényező*nek nevezni. A β-tényező számszerű értéke ugyanis azt mutatja meg, hogy másodpercenként hány gramm karbon lép át 1 cm^2-nyi szilárd fémfelületen az anyagba, 1% C-koncentrációkülönbség esetében.

A szénátvándorlási tényezőt *Fick* I. törvényéből vezették le. Az egyenlet megoldásakor a koncentrációesést különböző dimenziókban lehet behelyettesíteni. Az egyes szerzőknél ezért a β dimenziója is különböző [13, 16], de a mérőszámok egymásba átszámíthatók. A leghasználatosabb a β *cm/s*-ben való megadása, ekkor a koncentrációesést g/cm^2 dimenzióban veszik figyelembe.

A szenítésben résztvevő különböző gázelegyek hatását a szenítés sebességére, az *F. Neumann* és *U. Wyss* alapján a *2. ábrán* megrajzolt háromszögdiagramból olvashatjuk le. A diagram 900 °C-on érvényes. A hőmérséklettől függően más és más görbesereget kapunk, viszont a görbék jellege a szenítés tartományában azonos a bemutatottakkal. A csökkenő β-érték a szenítés hatásosságának gyengülését jelzi.

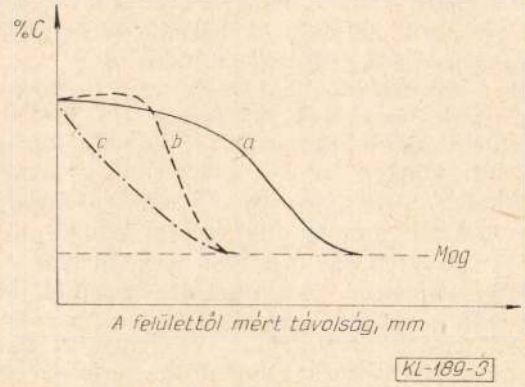
A kutatók az ábrában a különböző szenítőszerek vizsgálatakor kapott értékeket és elhelyezkedésüket is feltüntették. A diagram szerint az ideális gázkeveréknek 50% (CO + CO_2)-t, ill. 50% (H_2 + + H_2O + CH_4)-et kell tartalmaznia. Az N_2 a szenítő gázelegyben hígító gáznak számít, és közlése az aktív gázok mennyiségének viszonylagos csökkenésével jár. Valójában csak a CO és a H_2 mennyisége jelentős a H_2O, a CH_4, a CO_2% mennyisége elenyésző. Így a CO és a H_2 viszonyának a vizsgálata már jól utal a kiválasztandó szenítő közegre.

Az *1. táblázatban* a különböző szenítőközegek hozzávetőleges CO- és H_2-tartalmát állítottuk össze. Ebből a táblázatból az a jól ismert következtetés vonható le, hogy a leggyorsabb szenítőszer — gázok esetében — a vízgázgenerátorból származó termék, míg a gyakorlatban alkalmazott endogáz + szenítőgáz-keverék nem a leghatásosabb. A különböző, folyékony szénhidrogénből álló szenítőszerek eltérnek egymástól. Látható, hogy igen gyors hatású szenítőszer a metanol és az etilacetát keveréke. Egy adott közeg esetében a szenítés hatásosságát úgy lehet javítani, hogy CO/H_2 viszonyát valamilyen adalék hozzáadásával az egység irányába eltoljuk.

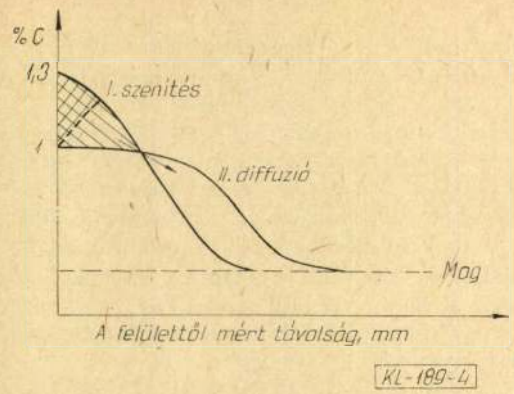
A cementált réteg szerkezete

Eddig csak a szenítőszerek hatásosságát vizsgáltuk, de az atmoszféra szénpotenciáljának beállítására, igény szerinti változtatására, az ideális szenített réteg kialakítására is nagy gondot kell fordítanunk.

A cementált kéreg jellemző széneloszlási görbéi a *3. ábrán* láthatók. A cél, minél hosszabb egyenes szakasz, azaz mély hordozó réteg, és ennek enyhe átfutása a maghoz *(a)*. A hirtelen átmenet *(b)* a cementált, majd edzett réteg leválását okozza.



3. ábra. Széneloszlási görbék



4. ábra. A karbontartalom eloszlása a szenítési és a diffúziós periódusban

A vékony hordozó rétegű *(c)* görbe az alkatrész idő előtti elkopását, berágódását idézi elő. A vékony réteg az utólagos megmunkálást, köszörülést nem képes elviselni.

A karbonkoncentráció eloszlásán túlmenően, a felület karbonkoncentrációja is döntő az alkatrész élettartama szempontjából. Általános és elfogadott gyakorlat szénacéloknál az 1—1,2% C, míg ötvözött acélok esetében 0,8—1% C a felületen. A szénacélok esetében a magasabb karbontartalmat a biztosabb beedződés, és a lágyfoltosság elkerülése érdekében választják. Az ötvözött acéloknál, a cementitkiválás (különösen a vékony éleknél, sarkoknál) és a maradék austenit visszamaradásának veszélye miatt, kedvezőbb az 1% alatti karbonkoncentráció beállítása.

Az ideális karbonkoncentráció-eloszlást a szenitő atmoszféra konstans potenciálon való tartásával is el lehet érni. Rövidíthető a szenítési művelet, ha legalább két szakaszra bontjuk: *cementálási* és *diffúziós periódus*ra *(4. ábra)*. A cementálási idő a teljes művelet $^3/_4$—$^4/_5$ része. Ebben a periódusban az atmoszféra karbonpotenciálját az austenitnek az adott hőmérsékleten érvényes telítési határára, vagy kissé e fölé állítjuk be. Például, ha 926 °C-on az austenit telítési határa 1,25%, 1,3 %-os karbonpotenciált alkalmazunk. Ezen érték fölé menni a kemence elkormozódása miatt nem ajánlatos. A második, diffúziós periódusban állítjuk be a kívánt koncentrációt a felületen, például 1% C-t. A diffúziós időszakban az 1—1,3% C közötti karbontartalom-többlet részben tovább diffundál az anyag belsejében (4. ábra, vonalkázott terület) és növeli a hatásos rétegvastagságot, kisebb részben pedig kidiffundál a felületből az atmoszférába (hálózott terület). A hatásos réteg további gyors növelése a diffúziós periódus szénpotenciáljának fokozatos csökkentésével, vagy a több szakaszra való bontásával lehetséges.

Van egy újabb közlemény [12], amely szerint az átmeneti zónából a karbonatomok gyorsabban válnak ki, ha a gázközeg C_p szénpotenciálja a szenítés kezdetén alacsony, és csak később növekszik 1,25—1,3%-ra. Az első periódusban 0,4—0,5% karbonpotenciál beállítását javasolják. Mivel a szerzők szerint a kezdeti, magas C_p a reakciók megindulását hátráltatja, a leggyorsabb cementálásra a *2. táblázatban* foglaltak szerint kerülhet sor.

2. táblázat

A leggyorsabb cementálás egy javasolt módja

Szakasz	C_p, %	Időtartam, %*
I. Előkészítés	0,4—0,5	25—30
II. Szenítés	1,25—1,3	40—60
III. Diffúzió	0,8—1,1**	10—35
		100%

* Az elérni kívánt rétegvastagságtól függően.
** Az acél minőségétől függően.

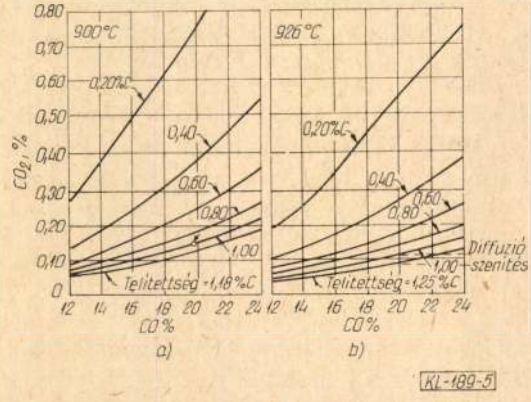
Az ellenőrzés lehetőségei

Magától értetődik, hogy bármilyen szenítőszert használunk, a dúsítás, vagy a karbonpotenciál hígításos módszerrel való beállítása az atmoszféra állandó és pontos ellenőrzésén alapszik. Az atmoszféra karbonpotenciáljára a legjobban akkor következtethetünk, ha a hőmérsékleten kívül az atmoszféra minden gázösszetevőjének mennyiségét ismerjük. Az is nyilvánvaló, hogy az ilyen elemzést rövid időn belül, legfeljebb 3—6 perc alatt el kell végezni ahhoz, hogy az elemzés eredményétől függően, hatékonyan beavatkozhassunk.

A követelményeknek jelenleg csak egy *folyamatos gázkromatográf* felel meg maradéktalanul. Az ilyen készülék azonban meglehetősen drága, s ezért beszerzése csak akkor gazdaságos, ha több hőkezelő berendezés együttes ellenőrzésére használják. Vállalatunknál jól bevált például az a rendszer, hogy egyetlen kromatográffal 6 kemencetérből végzünk ciklikusan váltakozva elemzéseket, mégpedig a következő hat alkotóra: O_2, N_2, CH_4, CO, CO_2 és H_2. Az atmoszféra változása által okozott szénkoncentráció-változás összefüggéseinek meghatározása most van folyamatban, ilyen jellegű feldolgozással a szakirodalomban még nem találkoztunk.

Olcsóbbak az *egy alkotót mérő műszerek*. A CO_2, az O_2, a *harmatpont* mérése esetenként elfogadható információt szolgáltat a kemenceatmoszféra szabályozásához. Legelterjedtebbek a CO_2-t mérő, infravörös gázanalizátorok.

Egy alkotó mérésekor feltételezzük a másik lényeges alkotó ismeretét és állandóságát. A CO_2 említett mérése esetén a kémiai reakcióból adódó



5. ábra. A szénpotenciál változása a CO, CO_2 függvényében a) 900 °C-on, ill. b) 926 °C-on [11]

pápját, a CO-t kell ismernünk és állandó értéken tartanunk.

Egy adott hőmérsékleten a CO és a CO_2 viszonylagos mennyisége meghatározza az atmoszféra szénpotenciálját. A CO, a CO_2, a hőmérséklet és a szénpotenciál négy összetartozó adat, amelyek közül háromnak az ismeretében a negyedik meghatározható. Ebben nyújtanak segítséget a *Graves*-görbék, amelyeket két hőmérsékletre nézve az *5. ábrán* mutatunk be.

Endogáz (min. 93%) + szenítőgáz (CH_4) esetében a CO-tartalom a folyamat teljes tartama alatt közel állandó, és 20—21% körül mozog. Így előzetesen, külön a CO-tartalom meghatározására vagy mérésére gyakorlatilag nincsen szükség, ez az érték adottnak vehető. Ezért előnyös az ilyen gázatmoszféra alkalmazása. Ismeretlen szenítőszer alkalmazásakor azonban csak akkor tudunk megfelelően szabályozni, ha mérjük a CO mennyiségét is.

A Graves-görbék használhatóságát konkrét példán érzékeltetjük: Legyen feladatunk, hogy 1,25% C szénpotenciálú gázt állítsunk elő endogáz + CH_4 szenítőgázból. Feltételezve, hogy a szenítés hőmérséklete 926 °C, és hogy a gáz CO-tartalma állandóan körülbelül 20%-nyi, az *5b ábrán* leolvashatjuk, hogy a szenítőgáz higítását vagy dúsítását addig kell változtatnunk, amíg a CO_2 el nem éri a 0,8%-ot. A *szenítés* művelete során ezen az értéken kell tartanunk a CO_2-t. Ha a szénpotenciált egy esetleges, csatlakozóan elvégzett *diffúziós szakaszban* 1%-ra kell változtatnunk, az *5b ábra* tanúsága szerint 0,11% CO_2 beállítására van szükség.

Kiegészítésképpen megemlítjük, hogy ha harmatpontmérési lehetőséggel rendelkezünk, a szabályozást hasonló görbesereg könnyíti meg, mint amelyet az 5. ábrán láttunk. A harmatpont mérése alapján is tudunk tehát szabályozni, de itt nehézséget jelent az a mérési pontatlanság, amely a csővezetékekben lerakódó vízgőzből adódik. Természetesen ilyenkor is szükség van a CO mennyiségének ismeretére.

A pusztán az O_2 mérésen alapuló szabályozás most van kifejlődőben. Különösen az angol irodalom számol be ezzel kapcsolatban eredményekről. A gyakorlati alkalmazásról azonban még keveset tudunk.

IRODALOM

[1] *Verő J.—Káldor M.:* Vasötvözetek fémtana, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1971.

[2] *Neumann F.—Wyss, V.:* Aufkohlungswirkung von Gasgemischen im System $H_2/CH_4/H_2O$—CO/CO_2—N_2 Härterei Techn. Mitt **25** (1970) 253—265.

[3] *Vünning, J.:* Gasaufkohlungsverfahren. Aichelin: Technische Information W20/4.

[4] *Mayer, R.:* Beitrag zur Frage Kohlenstoffübergänge bei der Gasaufkohlung, Härterei Techn. Mitt. **26** (1971) 85—92.

[5] *Mescsanyikov, B.:* A hőmérséklet és a gázatmoszféra közötti összefüggés állandó hevítés mellett. Metallovegyinyije i Termoobrabótka. (1969) 38. sz. 31—34.

[6] *Kallhardt, K.:* Beherrschung der Aufkohlung in Retortenöfen ohne Generator. Härterei Techn. Mitt. **17** (1962) 6—11.

[7] *Chatterje, F.—Schaaber, O.:* Versuche zur Regelung von Gasatmosphären, Härterei Techn. Mitt. **15** (1960) 67—73.

[8] *Grassl, D.:* Erdgas für die Schutzgasherstellung. „Gas Wärme International" **21** (1972) 362—370.

[9] *Beach, N.:* Practical Experience in the Control of Heat Treatment Atmospheres using the Oxigen Probe. Beach Metall. Cons. Ltd. Paper 19.

[10] *Buszlovics, N. M.:* Aktiv szénkiválás termodinamikai számításai ellenőrzött kemencékben. Metallovegyenyije (1970) 12. sz. 25—28.

[11] *American Soc. for Met.:* Metals Handbook 8. kiadás Vol. 2. 1964.

[12] *Hoffmann, R.—Neumann F.:* Gedanken zum Kohlenstoffübergang beim Aufkohlen von Stahl. Härterei Techn. Mitt. **27** (1972) 157—162.

[13] *Collin, R.—Gunnarson, S,—Thulin, D.:* Ein mathematisches Modell zur Berechnung von Aufkohlungsprofilen bei der Gasaufkohlung. Härterei Techn. Mitt. **25** (1970) 17—22.

[14] *Collin R.—Brachaczek, M.—Thulin, D.:* Einfluss der Reaktionsgeschwindigkeit auf die Gasaufkohlung von Stahl in einer $CH_4(H_2)N_2$-Atmosphäre. Iron Steel Inst. **207** (1969) 1122—1128.

[15] *Schaaber, O.—Fischer, R.:* Beatrag zur Frage der Messung des Aufkohlungsverhaltens von Sazbädern Härt. Techn. Mitt. **2** (1956) 89—90, 92—96.

[16] *Wünning, J.:* Weiterentwicklung der Gasaufkohlungstechnik. Härt. Techn. Mitt. **23** (1968) 101—109.

A „ladelit" homokkal döngölt üstök szárítási idejének csökkentésére irányuló kísérletek

ZÁMBÓ JÓZSEF—BOBOK GYÖRGY okl. kohómérnökök
Vasipari Kutató Intézet, Acélmetallurgiai Osztály

DK: 666.76:621.746.31

A dolgozat röviden ismerteti a döngölőhomok tulajdonságait és a szárítás során végbemenő változások méréssel való meghatározását. Bemutatja a szárítási technológia hőmérsékletmérésekkel való javításának útját, az eredményt és az ehhez kapcsolódó egyéb előnyöket.

Az üstdöngölésre használt homokok jellemzői

A döngölőhomok természetes előfordulású tapadóhomok, vagy szintetikusan állítják elő. Ezek a homokok általában 80—90% SiO_2-ot tartalmaznak különböző szemcseösszetétellel, emellett anyagot és egyéb oxidokat. A homok használhatóságát a kémiai összetétel mellett elsősorban az egyes szemcsefrakciók egymáshoz viszonyított aránya, valamint a mineralógiai összetétel határozza meg. Európában elterjedten használják a Belgiumban bányászott vöröses színű „ladelit" elnevezésű döngölő homokot.

Magyarországon az Ózdi Kohászati Üzemekben széles körű vizsgálatot végeztek a különféle döngölő homokok tulajdonságainak megállapítására [2]. Vizsgálati eredményeik közül a közvetlenebb át-

tekinthetőség érdekében mi is közöljük a kémiai összetételt, a szemcseösszetételt és a mineralógiai összetételt a Dunai Vasműben is használt ladelit döngölő homokra vonatkozóan:

Kémiai összetétel:	%		%
SiO_2	83—88	CaO	0,5—1,0
Al_2O_3	7—20	MgO	0,5—1,0
Fe_2O_3	0,5—2,0	K_2O	max. 0,5
TiO_2	~1,0	Na_2O	max. 0,5
Izzítási veszt.	1—4		

Szemcseösszetétel: %		%	
1 mm felett	2,0	0,12—0,25mm	19,0
0,5—1mm	1,2	0,06—0,12	25,2
0,25—0,5 mm	9,2	0,06 mm alatt	43,4

Mineralógiai összetétel:	%
Kvarc	74
Kaolinit	12
Illit	3
Röntgen amorf	11

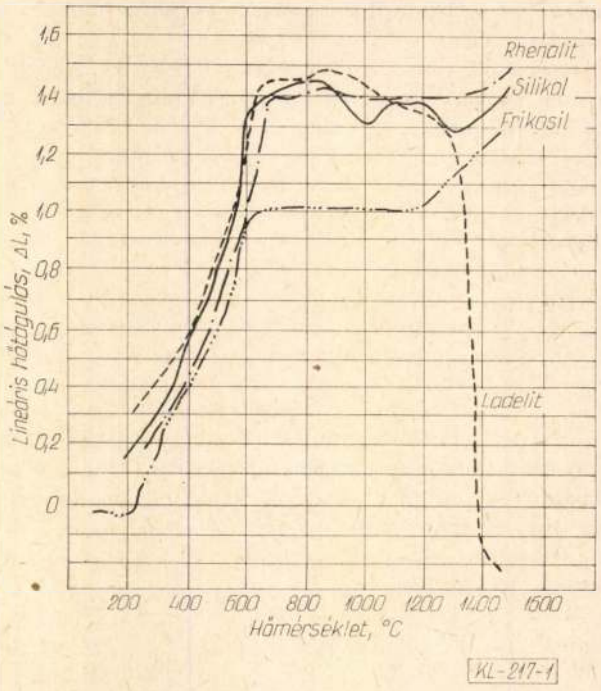
A ladelit homokban a hőmérséklet emelkedésével a következő reakciók játszódhatnak le (Mattler-féle vákuum termoanalizátorral meghatározva):

A DTA, ill. TG görbéket vizsgálva kitűnik, hogy a nedvesség zömében 30—130 °C között távozik az anyagból. Némi súlycsökkenés azonban még 160 °C-ig megfigyelhető. A Dunai Vasmű által rendelkezésünkre bocsátott homokban a nedvesség kevésnek bizonyult, mindössze 3,2%, szemben a megkívánt 6—8%-kal. A mintát tovább melegítve 400 °C-nál igen lassan megindul egy súlycsökkenéssel járó folyamat és ezt követően 460 és 550 °C között egy kb. 1%-nyi súlyveszteséggel járó reakció játszódik le. Ekkor valószínű a kötött nedvesség távozik (a kaolinitnál ez 500—600 °C között várható). 1000 °C-ig további súlycsökkenéssel járó folyamat nem megy végbe. Megállapítható, hogy 550 °C-ig a ladelit homok fizikailag és kémiailag kötött víztartalma eltávozik.

Ezen a két súlyváltozással járó folyamaton kívül, amit természetesen a DTA görbén is észlelünk, a DTA még 559—575 °C között is jelez egy endoterm folyamatot, amely megfelel az $\alpha_{kvarc} \rightarrow \beta_{kvarc}$ átalakulásnak.

Bár kevésbé jelentős, mint üsttéglák esetén a felhasználás szempontjából érdekes lehet még a lineáris hőtágulás. Erre vonatkozóan közöljük az irodalomból átvett *1. ábrát*, amely különböző döngölőhomokok lineáris hőtágulását mutatja a hőmérséklet függvényében. Feltűnő, hogy a ladelit 1200 °C körüli hőmérsékletig tágul, majd hirtelen 1300 °C környékén zsugorodni kezd, szemben a többi homokkal, amelyek tovább tágulnak.

Többen megvizsgáltak a már használt és így a folyékony acéllal érintkezett bélés szerkezetét. Ezen vizsgálatok tapasztalatait a következőkben lehet összefoglalni. A bélésen belül több egymástól eltérő szerkezetű zóna alakul ki, amint azt a [3]-ból átvett *2. ábra* mutatja. A legbelső felszínt az előző adagból visszamaradt salaktapadvány fedi. Ezen belül egy megömlött zóna található. Ezen zóna vastagsága kb. 15—20 mm és a CaO, MnO, és vasoxid jelenlétét kimutató kémiai elemzések is tanúsítják, hogy ebben a rétegben kémiai reakciók is lejátszódtak. Ebben a megömlött és később üvegszerűen megdermedt rétegben számos pórus figyelhető meg [1, 2].

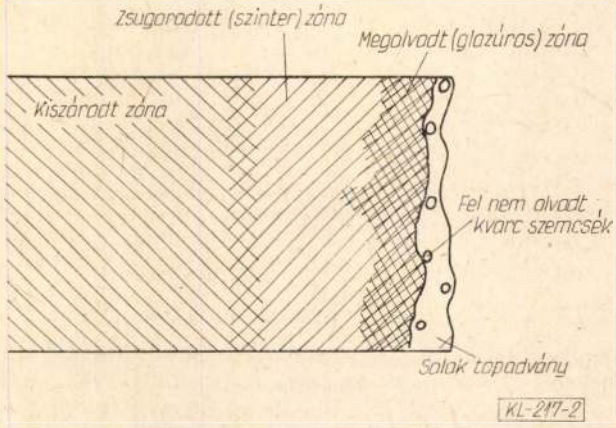


1. ábra. Különféle üstdöngölésre használt homokok lineáris hőtágulása [2]

A második réteg, amelynek vastagsága 10—30 mm, és hőmérséklete az acél hatására meghaladta az 1200 °C-ot, zsugorodott, szintereződött. Ezen első két rétegnek fontos szerepe van, mert ezek biztosítják a bélés szilárdságát.

A következő harmadik réteg a kiszáradt homokból áll. Ez a réteg a rugalmas ütköző szerepét tölti be, lehetőséget ad a különböző feszültségek feloldására. E réteg köpeny felöli részének hőmérséklete általában nem éri el a kötött víz távozásához szükséges hőmérsékletet csak a bélés falvastagságának csökkenése arányában. Ez okozza, hogy a döngölt üstök még a 10. adagjuk után is gőzölnek.

A monolitikus üstbélés elhasználódását annak elsalakulása okozza. Számos megfigyelés és mérés azt mutatta, hogy egy adag hatására 2—11 mm-rel csökken a bélés vastagsága [4]. A vastagságcsök-



2. ábra. A döngölt üstbélés zónái több adag öntése után [3]

kenést döntően az acélgyártás módja, ill. az ezzel kapcsolatban levő salakösszetétel, valamint az adag tartózkodási ideje határozza meg. A döngölőanyag minősége csak másodlagos jelentőségű. Amíg egy 90 t-ás üst bélése, amelybe LD acélt csapoltak, adagonként 2—4 mm-rel vékonyodott, addig ugyanezen döngölő anyagokkal és eljárással a 180 t-ás üsté, amelybe SM acélt (és természetesen salakot) csapoltak, 8—10 mm-rel változott. (Az előző esetben az adag 40—70 percig, az utóbbiban 80—100 percig tartózkodott az üstben.) Kedvezőtlen hatású a magas hőmérsékleten csapolt adag, az acél nagyobb Mn tartalma, a sok folyékony salak.

A monolitikus bélésű üstök szárítása, felfűtése

Az eddigiekből kitűnik, hogy a döngölt üstök felfűtésekor egészen más szempontokat kell szem előtt tartani, mint falazott üstöknél. Most nincsenek hőtágulási problémák, viszont az eltávolítandó nedvesség, mivel nemcsak a habarcsból kell eltávolítani a vizet, lényegesen több. Ideális esetben a homok döngöléskor 6—8% vizet tartalmaz. Ha ennél kisebb a nedvességtartalma, a frissen döngölt bélésnek csökken a stabilitása és a kis stabilitású bélés felfűtéskor könnyebben megrepedezik, lehámlik. Több víz szintén kedvezőtlen.

A döngölt bélés felfűtésével, kiszárításával az a cél, hogy a fizikailag kötött nedvességet a bélésből eltávolítsuk, azaz a döngölt bélés külső részének hőmérséklete is meghaladja a 100 °C-ot, valamint a bélés belső kb. 25—35 mm vastag rétegét pedig a kötött kristályvíztől is megszabadítsuk, és abban valamennyi átalakulás lejátszódjék.

Mint említettük a döngöléskor 6—8% a homok kívánatos nedvesség tartalma, s ez azt jelenti, hogy egy 180 t-ás üstből jóval több mint 1 tonna vizet kell eltávolítani. Ha az üstöt túl gyorsan melegítjük a hirtelen keletkező gőz nyomása a döngölt falat megrepeszti, leválásokat okoz. A vízgőz eltávozását megkönnyíti, ha a páncélzaton sok és megfelelő méretű gőzölő furat van. A helyes felfűtés kritériuma, hogy időegységben annyi vízgőz keletkezzen, amely még éppen el tud távozni az adott gőzölő furatokon anélkül, hogy áramlási sebessége miatt a falazatra káros hatást fejtene ki. Az irodalomból kitűnik, hogy valamennyi üzemben, ahol falazottról döngölt üstre tértek át, megnövelték a furatok számát vagy átmérőjét, és fokozott gondot fordítanak azok rendszeres tisztítására.

A döngölt üstökkel kapcsolatos közlemények általában nem közölnek konkrét felfűtési technológiát, csupán általános jellegű adatokat. Ilyen, tapasztalatokra alapozott tájékoztató jellegű adat, hogy a felfűtés teljes ideje kb. annyi óra, ahány cm a legvastagabb részen a döngölt bélés [5]. Mások szerint egy döngölt üst felfűtése kb. 50—80%-kal több időt igényel, mint ugyanazon üst falazott kivitelben. Más helyen azt közölték, hogy egy 300 t-ás üstöt 15 óra alatt fűtenek fel [6].

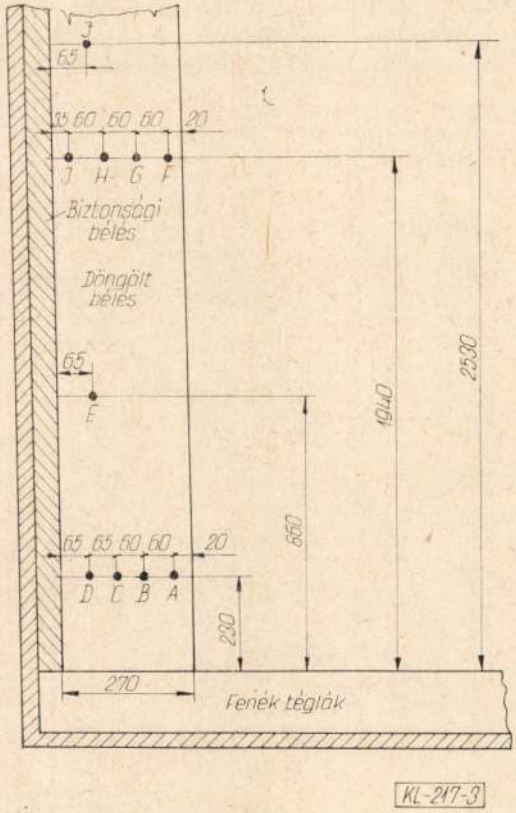
Részletesebb felfűtési diagramot mindössze két esetben találtunk, egyik 40 t-ás, a másik 265 t-ás üstre vonatkozik [7, 8]. Ezek szerint az üst felfűtését úgy végzik, hogy a döngölt és a biztonsági bélés között elhelyezett termoelem 10—14 óra felfűtés alatt kb. egyenletesen emelkedve érje el a 100 °C-ot. A cikk hangsúlyozza, hogy a fizikailag kötött teljes vízmennyiség eltávozásáig fokozott gondossággal és csak lassan szabad az üstöt melegíteni. A felfűtési periódusnak másik kritikus tartománya 600 °C környezetében van (a belső felületen mérve), ahol a kvarc átalakulásai miatt kell viszonylag lassan melegíteni, időt adni a folyamatoknak.

Üzemi mérések

A Dunai Vasműben döngölt üstöket kísérleti jelleggel vizsgálódásunk előtt is használtak és természetesen azok döngölés utáni felfűtését is elvégezték. Ennek a felfűtési technológiának hibája az volt, hogy több mint 36 órát vett igénybe. Miután 1974 júniusában új, nagyobb teljesítményű égőt szereltek fel, az égő teljesítmény oldaláról lehetőség nyílott a felfűtési idő csökkentésére. Az első hőmérsékletmérésekkel ellenőrzött felfűtés ideiglenes technológia szerint történt, amely folyamatosan figyelembe vette a termoelemek mutatta hőmérsékleteket is. A fűtőteljesítményt a következő táblázat szerint szabályozták:

A kísérlet előtt alkalmazott felfűtési előírás:

Időtartam	*Fűtőgáz mennyiség* Nm³/ó	
2 óra	150	
2 óra	200	
2 óra	250	F_e = 3000—3500
2 óra	300	kcal/Nm³ (kamra-
4 óra	350	gáz)
18 óra	600	



3. ábra. A mérőelemek beépítési helye és jelölése a júniusi mérésekkor

A kísérlet során alkalmazott fűtési előírás:

	Nm²/ó	
4 óra	100	
4 óra	150	F_e=3000—3500
4 óra	250	kcal/Nm³ (kamra-
8 óra	300	gáz)
4 óra	350	
8 óra	550	

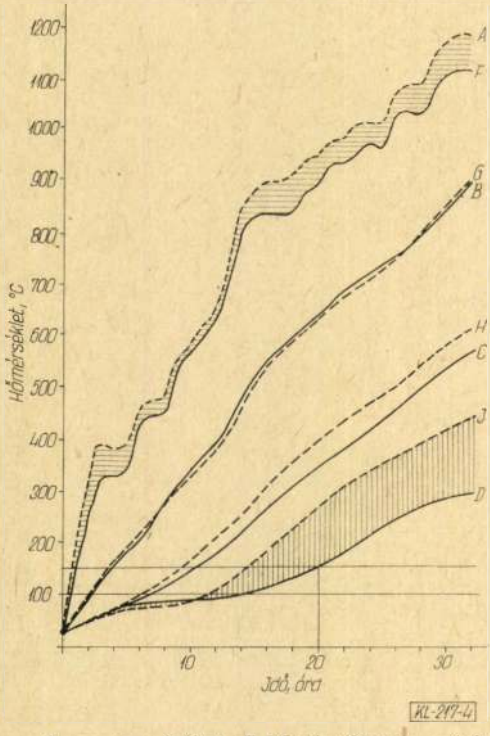
A 6. számú üstbe összesen 10, NiCr—Ni termoelemet építettünk be, a *3. ábra* szerinti elrendezésben. A mérést 1974. jún. 4—5-én végeztük, a teljes felfűtési idő 32 óra volt. A mérés célja az volt, hogy megismerjük az alkalmazott gyakorlat alapján jó üsttartósságot biztosító felfűtés, milyen hőmérsékleteloszlást eredményez az üst falazatán belül. A mérési eredmények grafikusan a *4. ábrán* találhatók.

A mérések eredményei a következőket mutatták:

— 12 óra szükséges ahhoz, hogy a döngölt bélés külső felülete (köpeny felőli része) elérje a 100 °C-ot, ekkor a belső felület kb. 850 °C-os.

— 20 óra szükséges, hogy a fizikailag kötött nedvesség teljes biztonsággal eltávozzék (150 °C). Ekkor a belső felület 900—950 °C-os.

Az *A*, *F* jelzésű mérőhelyek hőmérséklete érzékenyen jelezte az égőteljesítmény esetenkénti megváltoztatását. 1974. jún. 20-án az első mérés eredményeinek ellenőrzésére újabb mérést végeztünk. A második mérés során a felfűtési idő rövidebb volt, amely időcsökkentésre az első mérés eredményei alapján kerülhetett sor. A mérési eredmények megerősítették az első mérési eredmények helyességét. A kitűzött cél, hogy a döngölt bélés teljes keresztmetszetében veszítse el fizikailag kötött nedvességtartalmát (hőmérséklete legyen 150 °C-nál több) és a belső 20—30 mm-ben biztonsággal végbemenjen minden átalakulás (a hőmérséklet haladja meg a 700 °C-ot). A kísérleti technológiával ezt *már 20 órás* szárítási idővel elértük.



4. ábra. Az egyes mérőhelyek hőmérséklete a szárítási idő függvényében a hatos üstben

Az üzemi szakemberekkel az eredmények alapján kialakítottuk a javasolt felfűtési technológiát, amelyet a továbbiakban üzemszerűen alkalmaztak is. A megfigyelések szerint az égőt nem sikerült minden alkalommal központosan elhelyezni, másrészt a meglehetősen hosszú égő az üst fenekét túlmelegítette. Ezért javasoltuk, hogy rövidebb, ill. az üstbe kevésbé benyúló égőt alkalmazzanak. Javasoltuk továbbá, hogy minden döngölt üstbe a biztonsági falazattól mérve kb. 20 mm mélységben a fenék szintje fölött kb. 100 mm-rel építsenek be egy hőelempárt, amellyel ellenőrizni lehet, hogy a szárítás szempontjából legkritikusabb helyen (itt a legvastagabb a döngölt réteg) a hőmérséklet eléri-e a 150 °C-ot.

Méréseink folytatására 1974. októberében került sor. Fő célunk annak meghatározása volt, hogy a „hosszú" és „rövid" égő mennyire egyenletesen melegíti a bélést. A mérésekhez 12 mérőhelyet építettünk az üstökbe.

Az októberi mérések azt mutatják, hogy szemben a „hosszú" égővel, a „rövid" égő egyenletesebb hőmérsékletet biztosít a kerület mentén és függőleges irányban is. Javasoltuk, hogy a továbbiakban ezt az égőtípust használják.

A júniusi helyzettel szemben, amit az állandó üsthiány jellemzett, novemberben már ilyen problémák nem voltak, az üstök egy közbenső javítással átlagosan 25 adagot bírtak ki. Ez elsősorban az üzemi kollektíva tudatos és célratörő munkájának eredménye, de úgy véljük, hogy az eredmények elérését a mi méréseink is elősegítették.

Javasolt szárítási technológia 3000—3500 kcal/Nm³ fűtőértékű kamragáz használata esetén:

	Nm³/ó
4 óra	100
4 óra	150
4 óra	250
4 óra	300
4 óra	350
2 óra	400

Összefoglalás

Több alkalommal — más és más szárítási technológiák és típusú égők használatakor — megmértük a frissen döngölt üstök bélésében a hőmérséklet alakulását. Ezen mérések eredményeit felhasználva javaslatot tettünk egyrészt a rövidített idejű üstszárítási technológiára, másrészt az üstszárítás folyamatának ellenőrzésére. A használt mérési eljárás birtokában az üzem további méréseket végezhet, ha azt a változó feltételek esetleg szükségessé tennék.

Vizsgálatainkkal részben hozzájárultunk, hogy a Dunai Vasműben a döngölt üstökkel jelenleg kb. 25-ös üsttartósságot lehet elérni és így az üsthiány, mint termelést gátló akadály megszűnt.

Mindezen túlmenően a javasolt szárítási technológia az eredetileg alkalmazotthoz képest több mint 50%-os energiamegtakarítást eredményez,

amit a gázégők módosításával és a falazat hőmérsékletmérése alapján végrehajtott helyes égőbeállítással lehetett elérni.

IRODALOM

[1] *Ford, W. F.:* Trans Brit Ceram. 57 (1958) 565—572.
[2] *Ivócs L.—Filep Gy.:* Ózdi Acél 1974. 1. 32—40.
[3] *Kovács Z.—Hevesi I.—Petrei L.:* Kohászat, 106 (1973)11. 490—496.
[4] *Ludvig, H.—Schneider, H.:* Stahl u. Eisen 89 (1969) 20. 1097—1099.
[5] *Sharp, J. D.:* Iron and Steel 43 (1970) 16—19.
[6] *Blom, P.:* Open Hearth Proceedings 56 (1973) 121—127.
[7] *Hartmann, T.:* Stahl u. Eisen 89 (1969) 20 1100—1102.
[8] *Bauer, O.—Koenitzer, J.:* Stahl u. Eisen 89 (1969) 20 1102—1105.

A vaskohászatban hasznosítható hazai szabadalmak

Lapunk 1975. 6. számában megkezdtük a jelentősebb hazai vaskohászati szabadalmak ismertetését. Az alábbiakban most ezt az ismertetést folytatjuk.

Eljárás karbonszegény fémvas (vasszivacs) előállítására

A találmány szerint a vasoxidok redukcióját CO vagy H_2 gáz helyett szilárd karbon végzi. A karbonos redukció sebessége kb. ötszöröse a gázos redukciónak, vagyis egy adott gázredukciós berendezés teljesítménye a találmány szerint ötszörösre növelhető. A redukció kb. 1100 °C hőmérsékleten megy végbe.

A redukálandó ércet vagy külső fűtésű retortában, vagy az ércrétegen átfúvatott forró inert gázzal, pl. nitrogénnel melegítjük fel a reakció hőmérsékletére. A nitrogént cowper rendszerű léghevítőkben lehet felmelegíteni a szükséges kb. 1200 °C-ra.

A munkamenet és a berendezés rendkívül egyszerű, gázbontó és regeneráló berendezések nem szükségesek, így a beruházási és üzemi költsége is kisebb, mint bármely más eljárásé.

(Dr. Visnyovszky László, Vaskut)

*

Légköri korrózionak ellenálló acélok gyártása

A vas és acél anyagok védőréteg nélkül normál körülmények mellett a légtérnek kitéve, fokozatos korrodálódást és jelentős anyagvastagság csökkenést szenvednek. Több évig tartó kísérletek alapján megállapítható, hogy a védőréteg nélkül az atmoszféra hatásának kitett acélgyártmányoknak kb. 13%-a megy kárba évenként korrózió következtében.

A korrózióvédelem eddig ismert két nagy csoportja a védőfestékkel való bemázolás és a horganyzás azonban nem ad mindig kielégítő védelmet.

Egyes gyengén ötvözött acélok felületén olyan védőrozsda réteg alakul ki, amely azután a további korróziót megakadályozza. Ilyen acélminőség már kis mennyiségű ötvöző elemek adagolásával is előállítható.

(Temesszentandrási Guidó, OKÜ)

*

Földgáz-oxigénégő

Az acélgyártási folyamat gyorsítására a gyártás különböző fázisaiban tüzelőanyag befúvást alkalmaznak homlokfalégőkön, boltozati égőkön vagy lándzsán keresztül a betét szennyező és kísérő elemeinek gyors kiégetése, valamint a fürdőhőmérséklet növelése céljából. Az eddig használt belső keverésű égőkben a jó keverés megoldott, de robbanásveszélyes, a külső keverésű égőkben is megoldott a keveredés, de az ilyen befúvószerkezeteknek kettős feladatot kell ellátni: a rakás és olvasztás időszakában égőként, a frissítés időszakában oxigén lándzsaként kell, hogy működjön. A lándzsaként történő üzemeltetéskor a külső keverésű égőkben, mivel a tüzelőanyag és az oxigén más-más nyíláson lép ki, nagy fürdőmozgást idéz elő, ami a földgáz-nyílás eltömődését idézheti elő a felfröccsenő salak révén.

Ezeket a hiányosságokat küszöböli ki a találmány szerinti égő, amellyel a kemencébe rakás és melegítés időszakában a terhelés 30—40%-kal növelhető. Ennek a periódusnak az időtartama, és a fajlagos tüzelőanyagfogyasztása jelentősen csökken a kemence teljesítmény pedig 5—10%-kal nő.

(Mikó József és társai, OKÜ)

*

Daruhorogra rászerelhető horoglakat

Az emelőgép óvórendszabály előírja, hogy a daruk emelőhorgonyait horoglakattal kell ellátni a biztonságosabb emelés, ill. anyagmozgatások biztosítására. A horgok tervezése és elkészítése az előírásnak megfelelően történik ugyan, de ezek a nagy igénybevétel miatt 2—3 nap alatt tönkremennek.

A javaslat tárgya az ismert hiba csökkentése, ezért a javasolt horoglakat tartozéka recézett külső gyűrű, mely az adott helyzethez megfelelő méretben készíthető. Ezt megemelve beleütközik egy golyó az anyába. A golyó szükséghez mérten 5—10 mm-es átmérőjű.

A megemelt golyónak az anyába ütközésekor a lakat nyitott helyzetbe kerül, és tovább emelhet, amíg a nyelv a kivésett horonyból ki nem emlkedik. A lakat ezzel nyitott helyzetbe kerül, és így bármely irányban elfordítható.

A horoglakat zárása a következőképpen történik: A nyitott helyzetben levő horog-zárat bárhol megfoghatjuk, emelve a helyére befordítjuk. Ezáltal a külső hüvely automatikusan leesik, a golyó zárt helyzetbe kerül, így a lakat bezáródik. Mind a beakadás, mind a kiakadás biztonságosan megoldódik a munkásvédelmi előírásoknak megfelelően.

*

Eljárás hőálló, hőszigetelő kerámia termékek előállítására

A talámány eljárás, amellyel 0,8 g/cm³ kisebb térfogatsúlyú kifogástalan minőségű, tulajdonságú hőálló, hőszigetelő kerámia termék állítható elő, jelentéktelen selejtképződés mellett.

A 0,8 g/cm³-nél kisebb térfogatsúlyú samott hőszigetelő tűzálló anyagokat az eddig ismert eljárások során finomra őrölt samottból, agyagból és vízből összeállított keverékből állítják elő, amelybe enyvvel stabilizált habot kevernek. Ez 50—65% nedvességet tartalmazó massza. Az ebből készített idomok száradás közben vetemednek, megrepedeznek és könnyen eltörnek. Égetés után felületük lehámlik, térfogatsúlyuk változik.

A találmány szerint hőálló, hőszigetelő kerámia termékek állíthatók elő olyan eljárással, amellyel az ismert hibák kiküszöbölhetők.

A tűzálló, samott anyagú hőszigetelő tégla finom pórusos szerkezetű, olvadáspontja 1600 °C felett van. Alkalmazható 1350 °C, gyártható 0,45—0,8 kp/dm³ közötti térfogatsúllyal, 20—60 kp/cm³ hideg nyomószilárdsággal. Olyan könnyű, hogy vízre helyezve azon fennmarad. Alumíniumoxid tartalma 45%.

Alkalmazható hideghengerművek harangkemencéinek, a kohó forrószélvezetékeinek, elektromos acélkemencék stb. bélelésére. Az elektromos kemencék tisztítóterébe közvetlenül beépíthető. Kitűnő hőszigetelő hatása révén jelentős tüzelőanyag, ill. villamosenergia megtakarítás érhető el. A kemencék súlya, mérete, falazatának vastagsága csökkenthető, csiszoló vágókoronggal alakítható.

(Dévényi János és társai, DV)

Titán tartalmú komplex ötvözőanyag, ill. dezoxidálószer

Az acélok Ti-nal való ötvözésekor ez ideig többféle módszer alakult ki.

Az egyik eljárásnál 60—70% TiO_2-t tartalmazó salakfürdőből alumínium hozzáadásával igyekeztek a Ti-t redukálni. Ennek az eljárásnak nagy hátránya a költséges volta és az előre megállapítható Ti mennyiségnek a fürdőbe való juttatása.

Szintén ismert az az eljárás, mely szerint Ti-tartalmú ércekből termit keveréket állítanak elő és azt az öntőüstbe helyezve, az acélt rácsapolják. Mindkét eljárásnak az a hátránya, hogy a Ti-veszteség 50—100% között ingadozik.

Valamivel jobb módszer az, ha a szükséges Ti-tartalmat 15%-nál kevesebb SiO_2 és / %-nál több TiO_2 tartalmú salaktartó alatt FeTi-nal vagy fém Ti-nal ötvözik az acélba. Hátránya, hogy az acél zárványossága növekszik.

Közös hátránya tehát az eddig alkalmazott módszereknek az, hogy a Ti- ötvözés találati biztonsága az 50%-ot általában nem haladja meg.

A szabadalom alkalmazásával igen jó ötvözési hatásfok érhető el.

További előnye a találmány tárgyát képező Ti-tartalmú komplex ötvözőanyagnak, hogy a felhasználási célnak megfelelően a M- és Al-tartalom tág határok között változtatható, ugyanakkor az ötvözőanyag Ti-tartalma a növekvő alumíniumtartalom következtében fellépő jobb Ti-kihozatal miatt szűk határok (14—20%) között állandó értéken tartható. A Ti- ötvözés igen jó hatásfoka a szabadalom tárgyát képező Ti-tartalmú komplex ötvözőanyag alacsony olvadáspontjának is köszönhető.

(Dr. Horváth Dezső, Vaskut)

*

Szabadalakított kovácsdarabok technológiai műveletтervezése elektronikus számítógéppel

A szabadalakított kovácsdarabok kézi úton végzett műveletтervezése hosszadalmas, tételenként 20—60 percet igényel.

A kovácsdarab alakjának, kiinduló anyagának és anyagfelhasználási normáinak tervezésekor több változat lehetséges, melyből az optimális változat kiválasztása hosszú számolási műveletet igényel, ezért a műveletтervezők ezt rendszerint nem is végzik el, és a kovácsdarabot az optimálisnál nagyobb anyagigénnyel tervezik.

Elektronikus számítógéppel a műveletтervezés tételenként 10—20 másodpercet igényel.

További előnyei a következők:

— A matematikai program az optimális kovácsdarab kiválasztására vonatkozó összes kritériumot tartalmazza, melynek alapján a számítógép egységesen a legkedvezőbben kialakítható és legolcsóbb kovácsdarabot tervezi.
— A matematikai programba az adott üzemre jellemző paraméterek beépíthetők, így a számítógép az üzemi körülmények mellett az optimális kovácsdarab megtervezésére is képes.
— A gépi műveletтervezés a műszaki munkaerőt felszabadítja a manuális munka alól. A felszabaduló munkaidő következtében ugyanolyan műszaki létszám mellett növekszik a tényleges műszaki tevékenység, csökken az egyének szubjektív befolyása a technológia kialakítására.

Az elvégzett kutatások szerint az elektronikus számítógépi műveletтervezés gazdaságosan alkalmazható többek között az alábbi termékeknél:

— négyszögszelvényű rudak, tömbök, lapok,
— körszelvényű rudak, tömbök, tárcsák, lépcsős tengelyek, csapos tömbök és csapos tárcsák,
— lyukasztott tömbök, — tárcsák, lyukaszott és tágított-tömbök, -tárcsák, -perselyek, -gyűrűk.

A témát kidolgozó Intézet felajánlja, mint know-know-t a következőket:

1. Megfelelő feltételek mellett átadja a termékekre vonatkozó számítógépi programot és annak leírását.
2. Vállalja, hogy a felhasználó viszonyainak megfelelően, megfelelő feltételekre a felsorolt termékek matematikai programját kidolgozza, továbbá bevezeti a műveletтervezést a rendelőnél.

(Gépipari Technológiai Intézet)

*

Csavarfelületű huzal vagy rúd, különösen betonacélfeszítőhuzal, valamint eljárás és berendezés annak előállítására

Feszítő betonacélként sima körszelvényű, rovátkolt periodikus, melegen hengerelt olajedzett vagy körszelvényű huzalokból sodrott pászmákat alkalmaznak.

A felsorolt feszítőhuzalok közül a sima huzal a legkisebb költséggel, jó mechanikai technológiai értékek mellett állítható elő. Ez a huzal azonban éppen a felület simasága miatt a betonban megcsúszik, igen rossz a lehorganyzási tulajdonsága.

A periodikusan rovátkolt huzal a körszelvényű huzal utóhengerlése (rovátkolása) útján állítható elő. Ez a huzal jó lehorganyzási tulajdonságú, azonban előállítási költsége jóval nagyobb a sima huzalénál, továbbá a jellegzetes utóalakítás miatt rosszabb mechanikai értékekkel rendelkezik. A mechanikai értékek javítása céljából az ilyen huzalokat sokszor utolsó gyártási műveletként még hőkezelik (megeresztés), ez azonban a huzal gyártási költségeit tovább növeli.

A melegen hengerelt olajedzett feszítőhuzal, éppen a meleghengerlés (nem hideg húzás) következtében erősen eltérő tulajdonságokat mutat a hidegalakítással gyártott huzalokhoz képest. Az eltérő tulajdonságok közül a képlékenység (hajtogatás, nyúlás, kontrakció stb.) tulajdonságok alacsonyabb volta leginkább szembetűnő (ilyen huzalt Magyarországon nem gyártanak).

A sodrott pászmák alkalmazása korlátozott, miután előállításuk igen költséges. (Egy vastagabb huzalszál helyett több vékonyat kell előállítani és ezeket még egy további műveletben össze kell sodorni.)

A fentiekben vázlatosan leírt feszítőhuzalok jó tulajdonságait kívánja egyesíteni a találmány, amennyiben olyan gyártási eljárást, berendezést és új terméket ad a huzalt gyártó művek, ill. vasbetonipari művek betonelemei számára, amelynek alkalmazásával a sima hidegenhúzott huzalnál alig költségesebb, a periodikus vagy sodrott pászmákkal azonos lehorganyzási tulajdonságú, minőségben pedig egészen kíváló feszítőhuzalt biztosít.

A minőségi vonatkozások vizsgálata során különösen szembetűnő volt a feszítő huzalok talán két legfontosabb paraméterének, a feszültség-korróziós, valamint relaxációs (kúszás) tulajdonságainak kiváló értéke.

A találmány előnye az, hogy könnyen megvalósítható kis költségű gyártást eredményez, kiváló minőségi tulajdonságok mellett.

(Endrődy György és társai, Dec. 4. D.)

ifj. Schmidt György

Szerzőink figyelmébe!

A kéziratokra vonatkozó legfontosabb nyomdai előírások lapunk ezévi 6. számának 263. oldalán találhatók

A Kohómérnöki Kar hírei

A Kohómérnök Karon július 1-én az alábbi kinevezések történtek:

A Vaskohászattani Tanszékre *egyetemi tanári* kinevezést kapott: *Dr. Farkas Ottó*

Docensi kinevezést kaptak:

Az Általános és Fizikai Kémiai Tanszékre: *Balláné, dr. Achs Márta,*

Kohógéptani és Képlékenyalakítási Tanszékre: *Dr. Voith Márton.*

Adjunktusi kinevezést kapott:

Automatikai Tanszékre: *Bánhidi László, Kiss Mátyás,*

Kohógéptani és Képlékenyalakítási Tanszékre: *Pintér Károly,*

Tüzeléstani Tanszékre: *Dr. Nagy Géza, dr. Simon László.*

Tanársegédi kinevezést kapott:

Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszékre: *Kovács Károlyné, Németh Lívia.*

*

Az 1975. évi Pedagógus Nap alkalmával az „Oktatásügy Kiváló Dolgozója" kitüntetést kapott:

Dr. Farkas Ottóné, a Tüzeléstani Tanszék adjunktusa,

Hegedűs Béla, az Általános és Fizikai Kémiai Tanszék adjunktusa,

„Miniszteri Dicséret"-ben részesült:

Buda Judit, a Fémkohászattani Tanszék mérnöke,

„Kiváló Dolgozó" kitüntetést kapott:

Soltész Géza, a Fémtani Tanszék műhelyvezetője.

Az ifjúsági nyelvoktatást végző, de a karhoz tartozó Idegennyelvű Lektorátus oktatói a kötelező nyelvi órák megtartásán túl intenzíven foglalkoznak a műszaki nyelvi fordítások problémáival. Ezt igazolja a „Nyelv és szakismeret" címmel május 29—31-én Miskolcon, a Nehézipari Műszaki Egyetemen lezajlott konferencia. A tudományos ülésszakot három akadémiai munkabizottsággal, továbbá a TIT Országos Idegennyelv-oktatási Tanácsával, s a MAPRJAL hazánkbeli szekciójával közösen az egyetemünk Kohómérnöki Karához tartozó Idegennyelvi Lektorátus rendezte.

A konferencia népes hallgatósága, mintegy 180 fő népgazdaságunk főbb szakterületei nyelvi igényeinek számbavétele alapján olyan hazai, valamint külföldi alkalmazott nyelvészeti, tanyagelméleti, módszertani, továbbá terminológiai kutatási eredményeket és tapasztalatokat vitatott meg, értékelt, illetve népszerűsített, amelyek gyakorlati hasznosítása hozzájárulhat hazánkban a szaknyelvi oktatás, a terminológia-kutatás továbbfejlesztéséhez. A konferencián plenáris és szekcióüléseken, továbbá három kerekasztal-vitán a következő jelentősebb témakörök szerepeltek: a szakember és a nyelvész együttműködésének időszerű feladatai szakszókincsük fejlesztésében, valamint szaknyelveink ápolásában, a nyelvi közvetítés, a szakfordítás és szaktolmácsolás elméleti és gyakorlati problémái, a korszerű szakszövegoktatás tantervi, tananyagelméleti és metodikai kérdései. A záró plenáris ülésen elhangzott értékes javaslatok alkotó jellegű vita eredményeképpen születtek, s számos, a közeljövőben különböző intézmények és szervek összefogását és együttműködését ösztönző konkrét feladatokban összegeződtek.

*

Tüzeléstani Tanszék

Megjelent *dr. Farkas Ottóné* egy. adjunktus szerkesztésében a „Technológiai kemencék tervezése" c. példatár. (T. J.)

Szabványosítási hírek

ÚJ SZABVÁNYOK

Hegesztés

MSZ 6448—75 „Huzalelektródák acélok védőgázas és önvédő ívhegesztésére"

A szabvány a kis karbontartalmú, ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok védőgázas és önvédő kötőívhegesztésére használt tömör, leolvadó huzalelektródák műszaki követelményeire és jelölési rendszerére vonatkozik.

A méretválaszték 0,6-tól 2,4 mm-ig terjed. A huzalokat rézzel, vagy ezzel egyenértékű más bevonattal kell ellátni.

A szakítószilárdság, átmérőtől függően, 60—130 kp/mm².

A minőségi jel öt komponensből áll. Ezek a hegesztési eljárásra, az ömledék szakítószilárdságára, nyúlására, átmeneti hőmérsékletére, az elektróda hegesztés technológiai tulajdonságaira és a védőgázra utalnak.

MSZ 6449—75 „Acélhuzal-elektródák hegesztési ömledékének vizsgálata"

A szabvány kis karbontartalmú, ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok védőgázas és önvédő kötő-ívhegesztésére használt tömör huzalelektródák ömledékének vizsgálatára vonatkozik. Tárgyalja a próbadarabok előkészítését, az ömledék, valamint a szakító- és ütőpróbatest elkészítésének módját, a vegyvizsgálati mintavételt, továbbá a vizsgálatok végrehajtásának és az eredmények értékelésének módját.

ÚJ TERVEZETEK

Acél

MSZ 120/4 T „Menetes acélcsövek. Hegesztve A 34X acélból"

A szabványtervezet az A 34 X anyagminőségű melegen hengerelt acélszalagból hegesztett acélcsövekre vonatkozik, amelyeket kis- és középnyomású föld- és városi gáz vezetésére alkalmaznak.

A legkisebb névleges csőátmérő 10, a legnagyobb 50 mm, a gyártási hosszúság 5,5—6,5 m. A csöveket általában menetes végekkel és karmantyúval szállítják, menet vagy karmantyú nélküli szállítást a rendelésben külön elő kell írni.

VIZSGÁLAT

MSZ 7865/1 T „Ultrahangvizsgáló készülékek ellenőrzése. 1. sz. ellenőrző-test és alkalmazása"

A szabványtervezet fémek ultrahangvizsgáló készülékeinek vizsgálófejes hitelesítésére szolgáló, polimetilakrilát betétes (1. számú) ellenőrzőtest anyagára, alakjára és méreteire vonatkozik. Tárgyalja továbbá az időalap beállítását, az időeltérítés linearitásának ellenőrzését, a készülék beállítást szögvizsgálófejek alkalmazásakor, a kijelzés érzékenységének és a felbontóképességnek az ellenőrzését. (K. E.)

Értesítés konferenciáról

A MTESZ Központi Szabványosítási és Minőségügyi Bizottsága, a Magyar Szabványügyi Hivatal, az EOQC Magyar Nemzeti Bizottsága, a SZOT és a KISZ közreműködésével az ágazati minisztériumok és az OMFB támogatásával

november 3—4-én Budapesten „Minőségfejlesztés — Szabványosítás — Takarékosság '75"

címmel konferenciát szervez a MTESZ székház kongresszusi termében. (Bp. V., Kossuth L. tér 6—8. I. em.)

Bővebb felvilágosítással a Szervező Bizottság szolgál (tel.: 429-764). A részvételi díj személyenként 600 Ft, az előadások anyagának ára további 200 Ft. Étkezésről a résztvevők maguk gondoskodnak.

Magyar kohászati vállalat sikere a nemzetközi kereskedelemben

A Kohászati Gyárépítő Vállalat elnyerte a „Phoenicia" Nemzetközi Kereskedelmi Díjat

Málta Kormánya 1974-től kezdve „PHOENICIA" International Trade Trophy (Nemzetközi Kereskedelmi Díj) elnevezéssel nemzetközi kereskedelmi díjat alapított. A díj célja, hogy azokat a szervezeteket, ipari vagy kereskedelmi vállalatokat, amelyek az elmúlt években kiemelkedő eredményeket értek el a nemzetközi gazdasági együttműködésben, elismerésben részesítse.

A díjat a máltai kormány által erre a célra létrehozott bizottság évenként ítéli oda az erre érdemesnek tartott jelölteknek. A Díjat évenként 20—25 jelöltnek adják át ünnepélyes keretek között La Valettában, a kormány, a diplomáciai testület, a gazdasági és társadalmi szervezetek képviselői, valamint gazdasági szakemberek jelenlétében.

A kitüntetett vállalatok sorában két magyar vállalat a MEDICOR és a KGYV is szerepelt francia, norvég, lengyel, osztrák, angol, india és más országokbeli vállalatok között.

A KGYV részéről *Hammer Ferenc* igazgató vette át a „PHOENICIA" díjat *Sir Anthony Mammotól*, a Máltai Köztársaság elnökétől *(1. kép)* La Valettában.

A KGYV kitüntetésekor a Díjbizottság mindenekelőtt azt vette figyelembe, hogy a fennállása 25. évfordulójának küszöbén levő KGYV 1968. évi összexportjának értékét 1974-re több mint 10-szeresére emelte (1320%). A vállalat gyártmányai 4 világrsz több mint 30 szocialista, ill. tőkés országába jutottak el. Ezen országok között mind a fejlett, mind a fejlődő országok szerepelnek. A KGYV ívkemencéi Svédországban, Dániában, Ausztriában, Törökországban, Iránban, Indiában és még sok más országban ismertek. A vállalat



1. kép. Hammer Ferenc, a KGYV igazgatója átveszi a „Phoenicia" Nemzetközi Kereskedelmi Díjat La Valettában Sir Anthony Mammótól, a Máltai Köztársaság elnökétől

A díj megalapításakor Málta Kormánya mindenekelőtt azt az óhaját fejezi ki, hogy minden országgal baráti kapcsolatokat alakítson ki. Politikai-diplomáciai tevékenysége, Földközi-tengeri medence közepén elfoglalt különleges földrajzi helyzete, valamint haladó szelleme, történelmi hagyományainak összessége folytán Málta hivatásának tekinti a békés egymás mellett élés gondolatának saját lehetőségeivel való elősegítését. A díj alapításával azt a gondolatot kívánta kifejezni, hogy a világkereskedelem az egyik legfontosabb eszköze a békés egymás mellett élésnek.

A „PHOENICIA" Nemzetközi Kereskedelmi Díjat —, amelynek jelképe egy régi föniciai kereskedelmi hajó — ez évben június 7-én adták át La Valettában nagyszabású ünnepség keretében a kitüntetett 20 vállalatnak a Máltai Lovagrend Palotájában, a legfőbb állami hatóságok, a diplomáciai testület, a gazdasági vezetők és a nemzetközi sajtó képviselőinek jelenlétében.

nemzetközi kooperációs kapcsolatai is jelentősek és egyre szélesedőek.

Példaként említhető az eredményes kooperációs tevékenység a környezetvédelem terén a nyugatnémet CEAG céggel, az öntészeti kemencék terén az angol Morganite Thermal Designs céggel, a ferroötvözetgyártó kemencék terén a japán Sumitomo Shaji Khaisha és a Japán Metals and Chemicals cégekkel.

A „PHOENICIA" díj odaítélésekor a külkereskedelmi tevékenység mellett értékelték a vállalat általános gazdasági tevékenységét és fejlődését is, valamint a gyártmánystruktúrára kifejlett piaci hatás érvényesítését. Így legutóbb kifejezetten a nemzetközi piac igénye alapján fejlesztette ki a vállalat a 30 tonnás ívkemencéjét, a 7,5 MVA-es ferroötvözetgyártó ívkemencéjét stb.

E jelentős nemzetközi díj elnyerése a KGYV sikerén túl a magyar kohászat sikerét is jelenti.

(S. B.)

Könyvismertetés

Dr. Kiss Ervin—dr. Voith Márton: **Kohógéptan. A képlékeny fémalakítás gépi berendezései.** Tankönyvkiadó 1974. 566. oldal 59 Ft.

A Kohógéptani Tanszék nagynevű egykori professzorának, *dr. Geleji Sándor* akadémikusnak hasonló című 1950-ben, majd 1953-ban másodszor megjelent úttörő munkája — amelyet nemcsak a kohómérnök-hallgatók, hanem az üzemben dolgozó kohómérnökök is forrásmunkaként rendszeresen használtak napi munkájukban — már régen elfogyott és az eltelt 25 év alatt ezen a területen is jelentkező nagyiramú fejlődés is szükségessé tette egy új Kohógéptan megjelentetését.

A képlékeny fémalakítás gépi berendezései az utóbbi évtizedekben rendkívül intenzív fejlődésen mentek ke-

resztül. E téren szinte nap mint nap újabb megoldások, nagyobb teljesítményű korszerűbb konstrukciók jelentkeztek. Ezek ismertetése is egyre sürgetőbb feladatot jelentett.

Ily körülmények közt régóta meglevő hiányt pótolt *dr. Kiss Ervin* és *dr. Voith Márton* a közelmúltban megjelent új Kohógéptana, amelyben a neves szerzők, a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohógéptani és Képlékenyalalkítástani Tanszékének tanszékvezető professzora és munkatársa igen nagy gonddal gyűjtötték össze mindazt az ismeretanyagot, ami ebben a rendkívül széles szakterületen, a kohászatunk régóta esedékes korszerűsítése érdekében alapvető fontosságú.

Már a tartalomjegyzék és a könyv átlapozása után is rögtön kitűnik mennyit fejlődött ez a szakterület, ezt dokumentálja erről a nagyszámú korszerű új berendezésről a kötetben található leírás és a több száz jól áttekinthető világos új ábra is.

A szerzők a kovácsolás, sajtolás, hengerlés erő- és munkaszükségletére vonatkozó elméleti anyagot is továbbfejlesztették és ezeket az elméleti alapokat, a méretezési elveket teljesen korszerű felépítésben ismertetik. Hasonlóan teljesen új szempontok szerint épült fel az alakító gépek szerkezettana és üzemtana is.

A képlékenyalakítás főbb területei, a kovácsolás, a sajtolás, a hengerlés, a csőgyártás, a rúd- és dróthúzás a népgazdaság nagy jelentőségű iparágai. Ezeknek az ágazatoknak alakító gépi berendezései rendkívül változatosak, nagyon sokféle, egyszerű és egyre bonyolultabbá váló egységekből állnak. Ezek rendszerezését, ismertetését a szerzőknek sikerült igen jól, áttekinthetően megoldani és így ez a munka hosszú időn át forrásmunkája lesz a mai technológus-generációnak.

Nagy előnye a kötetnek, hogy az elméleti alapokból kiindulva a gyakorlati vonatkozások mindenütt kellő hangsúlyozást kaptak és a szerzők rávezetik arra az olvasót, hogy mindenütt felismerje az alakítógépek és a gyártási technológiák kölcsönös összefüggéseit.

A kötet kb. 570 oldalnyi terjedelméből kb. 200 oldalon különféle kalapácsokkal, sajtolókkal és kovácsológépekkel, továbbiakban — fontosságuk arányában — 200 oldalon a hengersorokkal, kb. 60—70 oldalon a csőgyártó berendezésekkel és kb. azonos terjedelemben, 60—70 oldalon a húzógépekkel foglalkoznak a szerzők.

Különösen jól sikerült az ilyen jellegű művekben alapvető fontosságú ábraanyag összegyűjtése, kiválasztása, szerkesztési megoldása. Kellő arányban találunk a kötetben elvi vázlatokat, csak a lényeges szerkezeti részleteket ismertető áttekintő ábrákat és komplett összeállítási rajzokat.

Az ajánlott irodalomban a közismert alapvető művek mellett a legújabb külföldi és hazai szakmunkák adatait találhatjuk meg és így mód nyílik — ha ez szükségessé válik — részletesebb adatok felkutatására.

A szerzőknek az előszóban kifejtett célkitűzését, azt, hogy jól áttekinthető korszerű anyagot adjanak az olvasó kezébe a kohógéptan komplex szakterületéről, teljes mértékben sikerült elérniök. Mind az egyetemi hallgatók, mind az üzemben dolgozó gyakorlati szakemberek az általános elméleti összefüggéseket megismerve, konkrét egyéni feladataik megoldásához is hasznos útmutatásokat, adatokat, irányelveket és módszereket meríthetnek a kötetből. *Óvári Antal*

Műszaki és gazdasági hírek

Önálló trösztöt szerveztek az osztrák nemesacélművekből

A közelmúltban egyesítették az osztrák vaskohászati vállalatokat a VOEST-Alpine Trösztbe. Most ebből a nemesacélgyártással foglalkozó vállalatok: a Böhler, a Scholler—Bleckmann és a Steirische Gusstahlwerke kiváltak és ezeket Vereinigte Edelstahlwerke AG (VEW) néven vonták össze. A cél a versenyképesség növelése. Az osztrák minisztertanács az egyesülést ápr. 15-én hagyta jóvá, de 1975. I. 1-i hatállyal. A három nemesacélvállalat összlétszáma jelenleg 26 400 fő, nemesacéltermelésük 330 000 t/év a termelési érték kb. 22 md Sch. volt 1974-ben. Jellemző, hogy a Böhler a termelésnek a 77%-át, a Scholler—Bleskmann pedig 86%-át exportálja. Mindkét vállalatnak külföldön, elsősorban az NSZK-ban leányvállalatai is működnek.

A Böhlernek Kopfenbergben, Ybbsben és Bécsben, a Scholler—Bleckmannak Ternitzben, Mürzzuschlagban és Hönigsbergben, a Styriának Judenburgban vannak a jelentősebb telephelyei.

Az Alpinének és a VOEST-nek üzemei is gyártanak nemesacélt, hiszen jelentős elektroacélkapacitással rendelkeznek, ezek azonban nem kerülnek a VEW irányítása alá (Ö. A.)

BHM. 1975. 7. 346. oldal.

*

A novolipecki kohászati kombinátban (SZU) 1974. decemberében üzembehelyezték a 300 tonnás oxigénkonvertert.

Az üzemet 4 mió t/év folyamatosan öntött acél termelésére tervezték. (HW)

Stahl und Eisen 1975. 3. sz.

*

Az olaszországi Taranto kohászati kombinát V. sz. nagyolvasztójának üzembehelyezésével elérte a 10 mió t/év acéltermelési kapacitást. A vállalat az elkövetkező 5 évben 2,5 mió tonna 140 cm ⌀ acélcsövet szállít a Szovjetuniónak. (HW)

L'Usine Nouvelle 1975. 5. sz.

*

A nyugat-európai gazdasági egyesülés (Montanunio) 6, illetve 9 államának 1973. és 1974. évi termelése a következőképpen alakult (mió t) (HW):

Állam	1973	1974	%
NSZK	49 521	53 237	+ 7,5
Franciaország	25 270	27 000	+ 6,8
Olaszország	20 995	23 862	+13,7
Hollandia	5 623	5 835	+ 3,8
Belgium	15 522	16 227	+ 4,5
Luxemburg	5 924	6 448	+ 8,8
A hatok összesen	122 855	132 609	+ 7,9
Egyesült Királyság	26 649	22 485	—15,6
Írország	116	112	— 3,4
Dánia	453	540	+19,2
A kilencek összesen	150 073	155 746	+ 3,8

L'Usine Nouvelle 1975. 5. sz.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezetők: GARAY LÁSZLÓ, KOLOSY ERNŐ

Alumínium félgyártmányok minőségjavítása alumíniumelőötvözetek alkalmazásával

Dr. KÖVES ELEMÉR okl. fémkohómérnök, a műszaki tud. kandidátusa

DK: 669.71.416.002

A cikk első része az alumíniumfélgyártmányok általános minőség javításával foglalkozik azáltal, hogy a félgyártmányok gyártására szolgáló öntött tuskók szövetét alumíniumelőötvözetekkel kedvezően befolyásolják. A második rész az alumínium bórös kezelését ismerteti az alumíniumhuzalok vezetőképességének javítása érdekében. A harmadik fejezet bizonyos alumíniumtövözetek minőség javítására mutat rá, alumíniumelőtvözetek továbbötvözésével.

A hazai alumínium félgyártmánygyártás mennyisége ma már meghaladja az évi 120 000 tonnát, a minőség — szilárdsági értékek, mélyhúzhatóság, megfelelő felület stb. — javítása azonban még szükséges.

Ez annál fontosabb, mert az alumínium félgyártmányokat felhasználó iparágak mindőségi igényei is növekednek.

Ismeretes, hogy szemcsefinomítók az alumínium- és alumíniumötvözetek öntési szövetét kedvezően befolyásolják, ami viszont az így öntött tuskóból gyártott félgyártmányok mechanikai tulajdonságait és felületi minőségét javítja. A szemcsefinomítókat általában alakítható alumíniumötvözetek félfolyamatos vagy folyamatos öntésénél alkalmazzák.

1. Alumínium és alumíniumötvözetek szemcsefinomítása Ti—Al és Ti—B—Al előötvözetekkel

Fínom öntési szövetet általában az olvadék gyors hűtésével és megfelelő csiraképzőkkel lehet elérni.

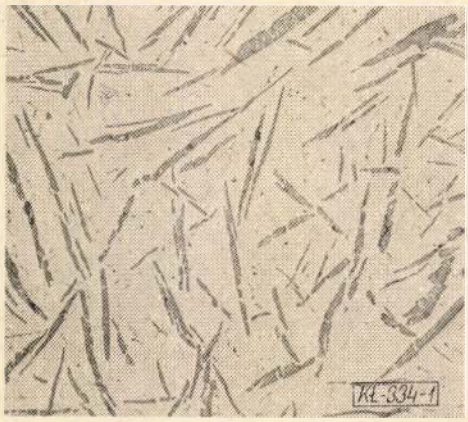
Szemcsefinomítók alkalmazása esetében az öntési sebesség általában növelhető, ami végül az öntési teljesítményt növeli.

Nem megfelelő szemcsefinomítás alacsony öntési sebességet, tuskórepedést és felületi hibákat eredményezhet.

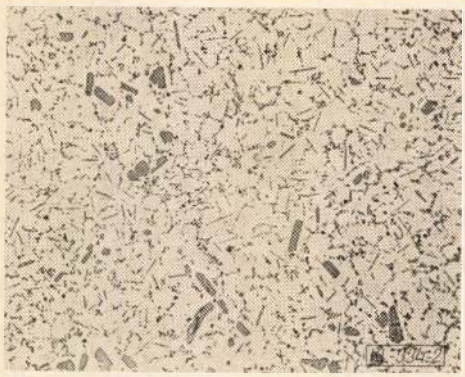
Már többen megállapították, hogy alumíniumötvözetek mind a titán, mind a bór, valamint a titán és a bór együttes alkalmazása kedvező finomszövetet eredményez. Sem a titán, sem a bór — magas olvadáspontjuk folytán — a folyékony alumíniumhoz közvetlenül nem adagolható.

Kezdetben mind a titánt, mind a bórt sók (pl. K_2TiF_6, KBF_6, borax stb.) formájában adagolták. A szóban forgó sók alkalmazásakor füst és salak képződése mellett a szükséges egyenletes titán és bór tartalom tartása nehéznek bizonyult.

A sókat ezért célszerűen Ti-Al, B-Al, ill. Ti-B-Al előötvözetekkel helyettesítették: pl. 6—10% Ti, ill. 5% Ti és 1% B tartalmú előötvözettel.



1. ábra. 6% Ti—Al előötvözet 150 × nagyításban



2. ábra. 5% Ti—1% B—Al előötvözet 150 × nagyításban

A 6% Ti-Al előötvözetben a Ti részben $TiAl_3$ ötvözet formájában, kis részben pedig szilárd oldatban van jelen (*1. ábra*).

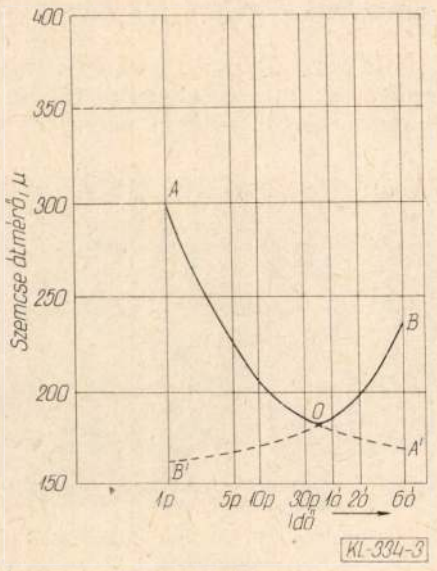
A háromalkotós előötvözetben a bór TiB_2 ötvözet formájában van jelen, a maradék Ti pedig $TiAl_3$ ötvözetet alkot (*2. ábra*).

Alumíniumötvözetek szemcsefinomítására legelterjedtebben az 5% Ti — 1% B — Al előötvözetet alkalmazzák.

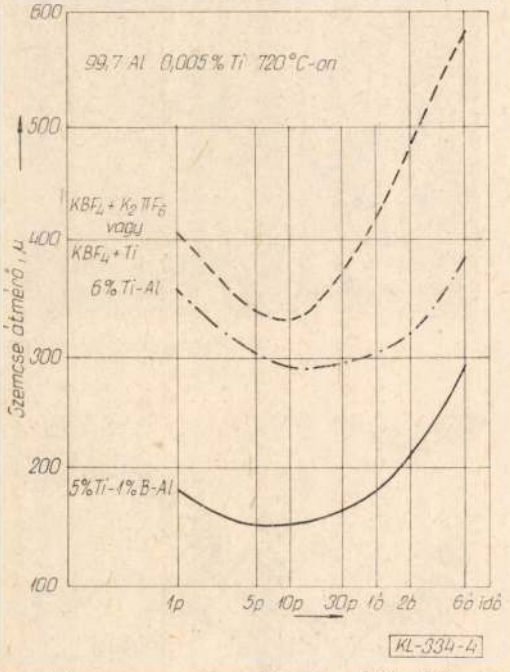
Egyes alumíniumlemez- és fólia gyártók a Ti-Al előötvözetet célszerűbbnek tartják, mert a TiB_2 felületi hibákat, pórusokat eredményezhet.

A szóban forgó előötvözeteket eredetileg az öntő-, ill. pihentető kemencébe adagolták 700—750 °C-on kis tömbök alakjában, leginkább a gáztalanítási fázis előtt. Gazdaságosabb azonban az előötvözeteket huzal formájában az öntőcsatornába adagolni. A huzal adagolási sebessége kb. 500 cm/perc.

A *3. ábra* mutatja a szemcsenagyság változását az idő függvényében.



3. ábra. Szemcsenagyság változása az idő függvényében



4. ábra. Szemcsenagyság változása különféle szemcsefinomítókkal

A *4. ábra* ugyancsak a szemcsenagyság változását mutatja az idő függvényében különféle szemcsefinomítók alkalmazása esetében.

Megjegyezzük, hogy a szóban forgó diagrammok nem üzemi méréseken alapulnak, hanem 10 kg-os kísérleti medencébe merített kis kokillában megdermedt próbák méréseinek eredményei [1].

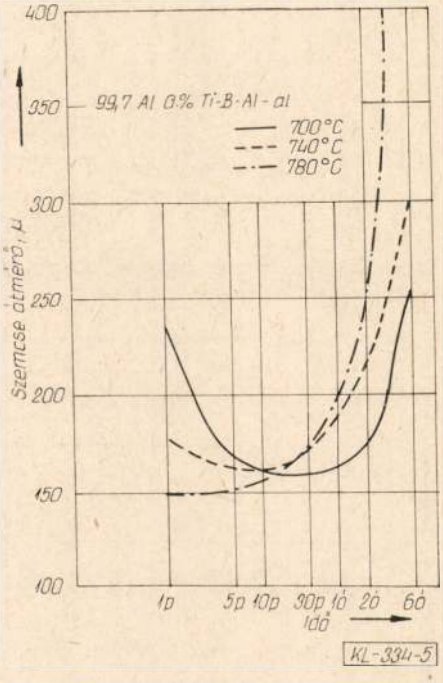
A *4. ábrából* látható, hogy az 5% Ti, 1% B tartalmú előötvözet adja a legfinomabb szövetet, azonos oldási idő mellett.

Az oldási idő és szemcsenagyság változását Ti-B-Al előötvözetű huzal alkalmazási esetében 700—780 °C fürdő hőmérsékleteken, a vizsgálatok alapján az *5. ábra* szemlélteti.

Az ábrából jól látható, hogy a fürdő hőmérsékletének növekedésével az oldási idő és a szemcsenagyság is csökken.

Egy 99,7% tisztaságú alumínium, és egy 99,0% Al, 0,5% Mg, 0,4% Si tartalmú ötvözet szemcsenagyságát vizsgálva, 0,1% Ti-B-Al előötvözet adagolásakor 720 °C-on, a szemcsenagyság a *6. ábra* szerint változott.

Látható, hogy tisztább alumínium durvább szövetet eredményez; több ötvöző — azaz csíraképző — alkalmazásával finomabb szövetet kapunk. Ez gyakorlatilag oda vezet, hogy a szemcsefinomító előötvözettel bevitt 0,1% Ti lényegesen redukálható.



5. ábra. Szemcsenagyság alakulása az idő és hőmérséklet függvényében

A *7. ábrából* kitűnik, hogy magasabb Ti tartalom finomabb szövetet eredményez, Zr hozzáötvözése pedig még tovább finomítja a szövetet.

Ha a szemcsefinomítás mechanizmusát vizsgáljuk, megállapítható, hogy az alkalmazott Ti, ill. B az alumíniummal szilárd csíraképző kristályokat alkot, pl. peritektikus $TiAl_3$-at, ill. TiB_2-t.

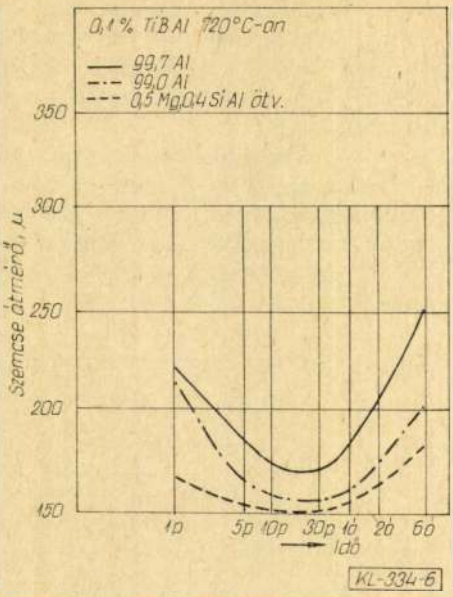
Az Al-Ti diagramból látható, hogy 0,15% Ti az Al-mal, 665 °C-on peritektikumot alkot. Az üzemi szemcsefinomításhoz alkalmazott 0,005—0,05% Ti mennyisége azonban lényegesen a peritektikus összetétel alatt van.

A *4. ábra* azt mutatja, hogy a Ti mellett B adagolása a szemcsefinomítást még tovább javítja. Valószínű, hogy a B a peritektikus összetételt az Al felé tolja el és ezáltal a peritektikus reakció alacsonyabb Ti tartalomnál jön létre.

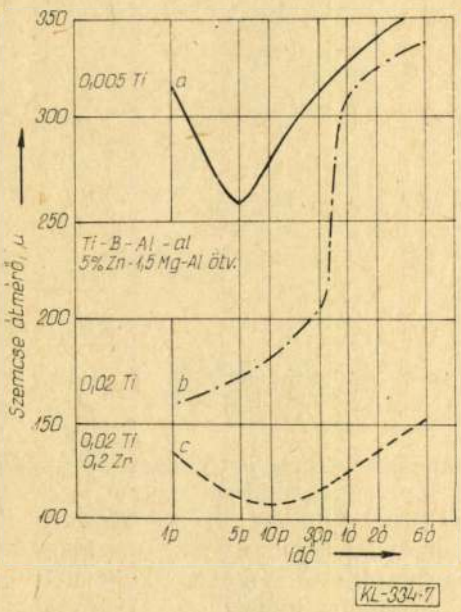
A *3. ábrán* látható, hogy a szecsenagyság kb. 30 perc után növekedésbe megy át, ez a TiB_2 kiválásával magyarázható, ami az olvadékban levő csírákat rekudálja.

A *8.* és *9. ábrák* az 5% Ti — 1% B — Al előötvözetét mutatják különböző nagyításokban.

Az oldási időre többféle teóriát állítottak fel, azonban egyik sem igazolható teljesen.



6. ábra. Szemcsenagyság változása az idő függvényében, Al és Al ötv. esetében



7. ábra. Szemcsenagyság változása Al—Mg—Zn ötvözetnél további ötvözők hatására

Ha a *7. ábrán* látható Zr hatását vizsgáljuk, úgy a Zr-nak TiB_2 csíraképzővel való reakciója látszik fennállni. Valószínű, hogy Zr atomok diffundálnak a TiB_2 kristályokba.

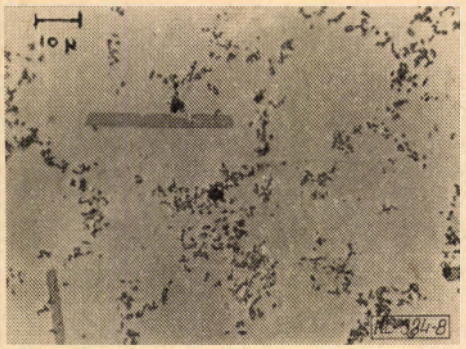
A *6. ábra* azt mutatja, hogy a TiB_2 csíraképző hatása annál nagyobb, minél több ötvözőt, ill. szennyezőt tartalmaz az alumínium.

2. Bóros kezelés alumínium vezeték-huzal gyártásánál B—Al előötvözettel

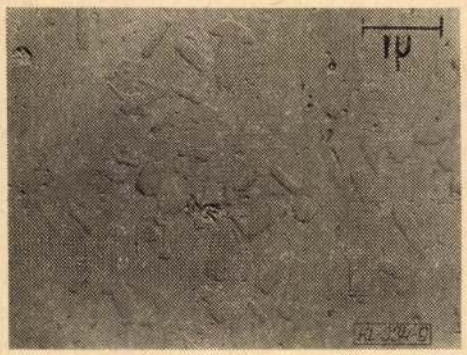
Az alumínium vezetékhuzalok anyagának bóros kezelése ma már általában elterjedt, mert az alumínium vezetőképességét rontó, Ti, Cr, V kiejtésére alkalmas.

A B-Al előötvözet adagolásakor TiB_2, CrB_2 és VB_2 iszap képződik, ami a pihentetési periódus alatt — gravitáció folytán — a kemence talpán rakódik le.

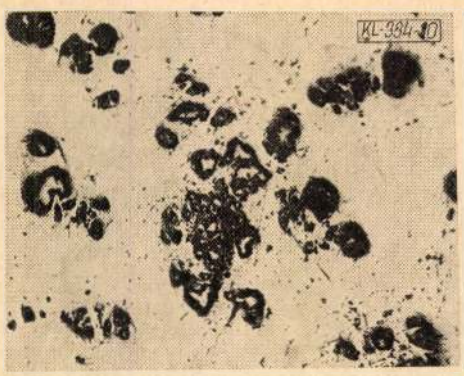
A tisztított alumíniumot továbbvezetik egy öntőkemencébe, az olvasztó kemence talpán lerakódott szennyező iszapot pedig időnként eltávolítják.



8. ábra. 5% Ti—1% B—Al előötvözet 1000× nagyításban



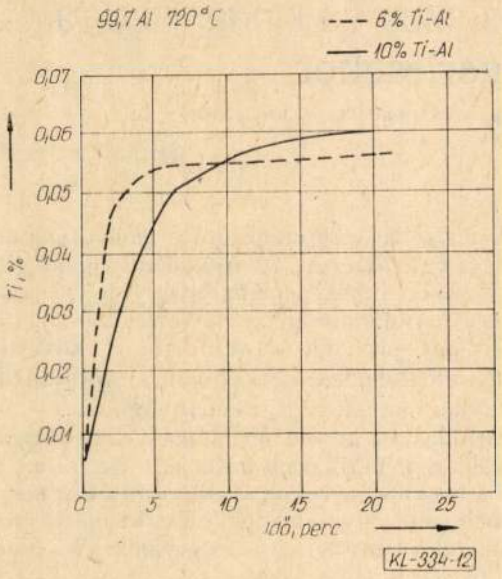
9. ábra. 5% Ti—1% B—Al előötvözet 20 000× nagyításban



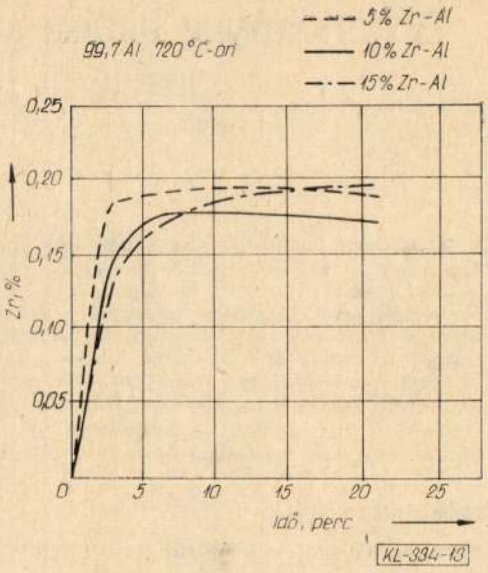
10. ábra. 4% B—Al előötvözet 150× nagyításban



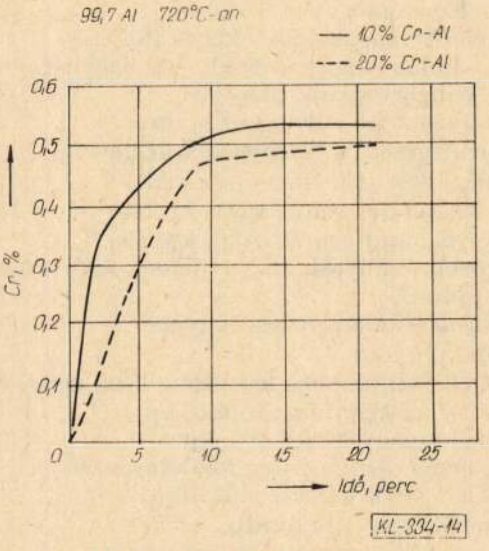
11. ábra. 3% B—Al előötvözet 150× nagyításban



12. ábra. Ti—Al oldási diagramja



13. ábra. Zr—Al oldási diagramja



14. ábra. Cr—Al oldási diagramja

A 3% B-Al előötvözetnek kb. 95%-a AlB_2-t, a 4% B-Al előötvözet főleg AlB_{12}-t tartalmaz és csupán 5%-ban AlB_2-t.

A gravitációs különválást elősegíti az, hogy az AlB_2 fajsúlya 3,19 kg/dm³, az AlB_{12}-é 2,55, a 99,5%-os Al fajsúlya 750 °C-on pedig csak 2,35 kg/cm³.

Maratlan csiszolaton az AlB_{12} fekete, az AlB_2 kristályok pedig barna színűek (*10. ábra*).

A 3% B-Al előötvözetben az AlB_2 tűskristályok formájában látható (*11. ábra*).

Valószínű, hogy az AlB_2, valamint az AlB_{12} affinitása a Ti, V és Cr szennyezőkhöz hasonló: ennélfogva a gyakorlatban 3—4% B-Al előötvözet használható eredményesen.

Célszerű a 3—4% B-Al előötvözetet huzal formájában az öntővályúba adagolni. Mivel a boridok képződése gyors, a huzaladagolásnak is gyorsan kell megtörténnie.

Ha a huzalt sajtolási tuskóból gyártják, úgy a jó sajtolhatóság érdekében még kis mennyiségű 5% Ti — 1% B-Al előötvözet is adagolható huzal formájában a öntővályúba.

3. Ti, Zr és Cr ötvözése alumíniumba alumínium előötvözetekkel

A titánt szemcsefinomító hatása mellett gyakran ötvözőként is adagolják, pl. magas Si tartalmú öntészeti ötvözetekben, 6—10% Ti-Al előötvözet formájában.

Alakítható Al-Zn-Mg ötvözetekhez célszerű Zr-t és Cr-ot adagolni, mert ezáltal hőkezeléskor durva szövet keletkezése elkerülhető és a feszültségi korózió is javítható.

A Ti-t 6—10% Ti-Al; a Zr-t 5—15% Zr-Al; a Cr-ot pedig 10—20% Cr-Al előötvözet formájában célszerű adagolni.

A szóban forgó előötvözeteket 720 °C-on Al fürdőbe aránylag gyorsan adagolják.

A *12—14. ábrák* Ti-Al; Zr-Al és Cr-Al oldási diagramjait mutatják.

A fenti ábrákból látható, hogy a szóban forgó előötvözetek az alumíniumfürdőben gyorsan oldódnak és így nehézség nélkül történhet meg az ötvözés.

Összefoglalás

A dolgozatban az általános szemcsefinomítás révén az alumínium félgyártmány minőségjavítása mellett kitértünk még az alumínium huzalok vezetőképességének javítására, továbbá Al-Zn-Mg ötv. félgyártmányok minőségjavítására is, speciális Al előötvözetek alkalmazásával.

IRODALOM

[1] *Dr. J. Pearson:* Aluminium-Vorlegierungen Ferrolegeringar AG, Zürich 1974 (LSM)
[2] *Dr. Verő József* Akad.: Általános Metallográfia I—II. Akadémiai Kiadó, Bp. 1955.
[3] *Dr. Ing. V. Fuss:* Metallografie des Alumínium und seiner Legierungen, Berlin 1934.
[4] *Dr. Domony, Dr. Buray, Köves:* Alumínium Kézikönyv Budapest 1967.
[5] *A. Čibula J.:* Inst. Met. 1951—52. 80.
[6] *Bäckerud L.:* Int. Conf. on High Volt. Elektr. Stockholm 1971.
[7] *Moriceau J.:* Revue de l'Aluminium, Paris 1972. dec.

A kenőanyag hatása a semleges szög (γ_0) nagyságára szalagok hideghengerlésekor

Dr. SCHIPPERT LÁSZLÓ okl. kohómérnök, a műszaki tudományok kandidátusa
Fémipari Kutató Intézet

DK 621.771.237.013

A dolgozat különböző — közöttük iparilag is alkalmazott — kenőanyagok hengerlés közbeni vizsgálatáról számol be. A vizsgálatok során állandó hengerlési sebesség mellett változtatták a hengerelt anyagot (ötvözetét és szilárdsági tulajdonságát), a fogyást, a szalag és a hengerek felületi minőségét. A következtetések azokra a hengerlési esetekre alkalmazhatók, amelyekre a síkbeli deformáció feltételei érvényesek. A javasolt összefüggések elfogadható pontosságát több számpélda igazolja a dolgozatban.

Az alkalmazott jelölések:

h_0 az anyag vastagsága szúrás előtt, mm
h_1 az anyag vastagsága szúrás után, mm
h_k közepes anyagvastagság, mm
α befogási szög, rad.
ε relatív magasságcsökkenés (fogyás)
Δh abszolút magasságcsökkenés (fogyás), mm
R a henger sugara, mm
l deformációs zóna hossza, mm
γ_0 semleges szög feszítés nélkül, rad.
γ_H semleges szög feszítéssel, rad.
σ_{S0} folyáshatár szúrás előtt, kp/mm^2
σ_{S1} folyáshatár szúrás után, kp/mm^2
σ_S közepes folyáshatár a deformációs zónában, kp/mm^2
n_k lineáris keményedési tényező
F_f alaktényező
μ_0 súrlódási tényező feszítés nélküli hengerlésnél
T_0 hátsó (fékező) feszítő erő, kp
T_1 első (húzó) feszítő erő, kp
Π_C a hengerlendő szalag felületi mutatója
B_C a hengerek felületi mutatója
C_C kenőképességi mutató
P hengerlési nyomás
M hengerlési nyomaték
R_i redukciós index.

A szalaghengerléssel foglalkozó szakembereknek változatlanul egyik központi problémája a megfelelő kenőanyagok kiválasztása és a követelményekkel összhangban álló kenési rendszer kialakítása.

Még az 50-es évek elején az alumínium hideghengerállványoknál is szokványos volt az egymástól különálló hűtő- és kenőrendszerek alkalmazása. Hűtőfolyadékként általában vízalapú emulziókat, kenőanyagként pedig adalékolt ásványolajokat használtak. A hűtő-kenőanyag kielégítő kenőhatását legtöbbször biztosítani lehetett a megfelelő keverék kiválasztásával s a hűtési teljesítmény is összhangban volt a követelményekkel. Nem sikerült viszont megoldani a hidegen hengerelt alumíniumszalagok felületi tisztaságával és fényével kapcsolatos egyre növekvő követelmények kielégítését. Az emulziók rossz szűrhetősége, kis élettartama, a szalagok felületének helyi korróziója és kopástermékkel való szennyeződése, az emulzió és kenőanyagmaradványok különösen hőkezelés alkalmával történő „ráégése" a termékre, elkerülhetetlenné tette az egységes hűtő-kenőanyag alkalmazására való áttérést. Az új kenőanyag a legtöbbször kis viszkozitású speciális ásványolajszármazék, melynek kenőképességét, élettartamát megfelelő adalékokkal javítják a mindenkori követelményeknek megfelelően. Ritkábban szintetikus olajokat is alkalmaznak hűtő-kenőanyagként.

A súrlódási és kenési problémák fontosságának megfelelően e kérdésnek kiterjedt irodalma van, annál is inkább, mivel az alumínium után más színesfémek, sőt egyes acélok hideghengerlésénél is megkezdődött az áttérés a hengerlőolajok alkalmazására [1÷11].

Az eddigi tapasztalatok alapján megállapítható, hogy a korszerű alumínium hideghengerek hűtőkenő rendszereit technológiai szempontból a következők jellemzik:

— a hengerekre áramoltatott folyadékmennyiség elérheti a 20÷25 lit/perc értéket a hengerek hasznos palásthosszúságának 1 cm-ére,
— a folyadékrávitel a hengerpalást mentén szabályozható,
— biztosított a teljes folyadékmennyiség főáramkörben történő szűrése 1÷2 μm finomságig,
— a tartályok nagysága lehetővé teszi, hogy a folyadékmennyiség forgási ideje ne legyen kisebb 20÷30 percnél.

A számos irodalmi forrás ellenére a hengerléssel foglalkozó szakemberek számára az egyik legnehezebb feladatot jelenti az optimális hűtő-kenő folyadék kiválasztása, mivel az ezt elősegítő megbízható módszert a próbálkozások [12] ellenére sem sikerült mindeddig kidolgozni. A probléma megoldását külön is nehezíti két körülmény:

— a különböző üzemek előtt más-más feladatok állhatnak (felületi minőség javítása, szúrásonkénti fogyás növelése, sebességnövelés stb.) s állványonként különböző szempontok kerülhetnek előtérbe,
— a hűtő-kenő folyadékokat forgalmazó cégek kereskedelempolitikai okok miatt termékeiket igyekeztek „bizalmi termékké" változtatni s a kívánatosnál nagyobb titokzatossággal vették körül.

A kiválasztással kapcsolatos döntés előtt sok különböző és néha egymásnak ellentmondó követelményt kell a szakembernek mérlegelnie. Legfontosabbként azt emelhetjük ki, hogy a hűtő-kenő folyadék

— tegye lehetővé a minél nagyobb termelékenység elérését (a szúrásonkénti fogyások növelése, hengerlési sebesség növelése stb.),
— segítse elő a felületi minőség javulását,
— a tűzvédelmi és egyészségügyi követelményeknek feleljen meg,

— az előállítók garantálják az állandó minőségét, hosszú élettartamát és a nagyfokú szállítási rugalmasságot.

— a beszerzési ára is feleljen meg a gazdaságossági követelményeknek.

A különböző hengerállványoknál az előbb felsorolt szempontok közül más és más lehet a legfontosabb, mivel

— az alumínium hengerművek az áttérés alkalmával nem annyira a hengerlési nyomás csökkentési lehetőségét, mint a felületi minőség javításának követelményét tartották szem előtt,

— a fóliahengerműveknél a csöpögtetős kenés felváltása az elárasztásos kenést biztosító központi hűtő-kenő rendszerrel lehetővé tette a fogyások és a sebesség lényeges növelését,

— az acélhengerművekben még jelenleg is a hengerlési nyomás csökkentése, ill. a fogyás növelése az elsőrendűen aktuális feladat.

Ha figyelembe vesszük, hogy az átlagos hengerlési vastagság függvényében az alumíniumhengerművekben a hűtő-kenő folyadék felhasználás 5÷8 kg/t termék, világos, hogy a biztonsági követelmények teljesítése esetén a reális beszerzési források közötti kiválasztásnál a termelékenységi és minőségjavítási szempontok fognak dönteni.

Hangsúlyozni kell, hogy a hűtő-kenő anyag kiválasztása és a hűtő-kenő rendszer beszabályozása után, amint elértük a termékek megfelelő méretét és minőségét, a teljes figyelmet a kenőanyag maradványoknak a termékek felületéről való eltávolítására kell fordítanunk [2, 5, 10, 12].

Jelenleg még nem tekinthetők kialakultnak a különböző kenőanyagok hengerléstechnikai szempontból történő minősítési módszerei.

Előkísérleti jelleggel gyakran alkalmazzák a különböző kenőanyagok kenőképességének összehasonlítására az ún. nyomópróbát [2, 5, 12]. Ennek lényege az, hogy az *1. ábrán* feltüntetett készülék nyomópofái között az előzetesen gondosan zsírtalanított, majd a vizsgálandó kenőanyaggal bevont próbákat lehetőleg a fajlagos hengerlési nyomásoknak megfelelő nyomásokkal alakítjuk. A vastagságcsökkenésből számítjuk ki a kenőanyagra jellemző redukciós indexet (R_i):

$$R_i = \frac{H_1 - H_2}{H_1} \cdot 100\% \qquad (1)$$

ahol H_1: vastagság összenyomás előtt
H_2: vastagság összenyomás után.

Néhány kenőanyag redukciós indexét a következőkben állapították meg [5]:

		R_i
a) Ásványi olajok:		
Paraffinolaj		46,0
Gépolaj	G30	46,7
Szerszámgép-olaj	K15	48,0
Gépolaj	G40	48,0
Gépolaj	G50	56,9
Gépolaj	G60	55,5
Minőségi motorolaj	MM60	57,8
b) Növényi olajok:		
Lenolaj		42,2
Elain		47,9
Napraforgó-olaj		52,2
Repceolaj		55,3
Pálmaolaj		61,0
c) Állati olaj:		
Cetaceum (cetolaj)		57,8

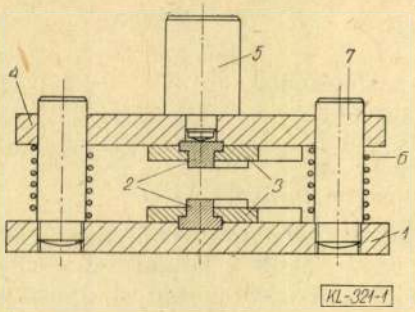
E módszert a hengerlési kenőanyagok kenőképességének összehasonlító minősítése szempontjából is csak mint igen durva közelítést szabad elfogadni. Nemcsak arról van szó, hogy a vizsgálatokat a hengerlést minél jobban megközelítő feltételek között kellene elvégezni (sőt, ha lehet hengerlés közben), hanem arról, hogy ez a vizsgálat figyelmen kívül hagyja a szilárdsági tulajdonságok és súrlódás közötti kapcsolatot általában és a szilárdsági tulajdonságok alakítás közbeni változása (a keményedés), a súrlódás és az alakítás mértéke közötti összefüggést különösen.

A kenőanyagok értékelésére és a súrlódási tényező meghatározására igen elterjedt és még ma is a leggyakrabban javasolt módszer a *D. R. Bland* és *H. Ford* által kidolgozott eljárás [13]. A méréseket ugyan megfelelően felműszerezett hengerállványon lehet elvégezni (és emiatt teljesebb és meg-

1. táblázat

A súrlódási tényező különböző anyagok hideghengerlésénél Whitton és Ford szerint

Hengerelt anyag	Kenőanyag	Szúrás száma	ε%	Súrlódási tényező, f
Lágy acél ($R_a \approx 0{,}2$ μm)	petróleum	1	16,5	0,080
	petróleum	2	17,0	0,068
	petróleum	3	22,0	0,060
	oliva olaj	2	18,1	0,057
	ricinus olaj	4	13,0	0,045
	lanolin	4	26,5	0,041
Raffinált réz ($R_a \approx 0{,}5$ μm)	petróleum	1	23,4	0,069
	petróleum	3	31,5	0,068
	pálma olaj	1	26,85	0,076
	pálma olaj	1	26,9	0,075
	pálma olaj	1	25,1	0,074
	pálma olaj	2	28,4	0,066
	oliva olaj	2	30,2	0,058
	ricinus olaj	3	34,1	0,046
Raffinált réz ($R_a \approx 0{,}2$ μm)	pálma olaj	1	27,5	0,087
	pálma olaj	2	30,0	0,088
	oliva olaj	3	35,0	0,080
	ricinus olaj	3	33,0	0,056
Sárgaréz Sr63 ($R_a \approx 0{,}2$ μm)	petróleum	1	15,0	0,067
	oliva olaj	1	33,8	0,057
	oliva olaj	5	28,0	0,055
	lanolin	6	28,0	0,043
Alumínium ($R_a \approx 0{,}2$ μm)	petróleum	1	24,5	0,081
	petróleum	2	21,3	0,087
	petróleum	3	29,0	0,071
	petróleum	3	28,3	0,069
	pálma olaj	1	24,0	0,066
	pálma olaj	3	33,4	0,066
	pálma olaj	3	38,0	0,064
	pálma olaj	4	47,7	0,069
	ricinus olaj	3	21,6	0,057
	lanolin	4	25,4	0,025



1. ábra. Kenőanyag nyomásvizsgáló készülék vázlata [5]
1 — alaplap, *2* — alakító szerszám, *3* — biztosító lap, *4* — felső nyomólap, *5* — nyomó tüske, *6* — rugó, *7* — vezető oszlop

bízhatóbb információt adhat a kenőképességről, mint az R_i redukciós index), de sajnos az adatok rögzítését a normális hengerlési folyamattól eltérő körülmények között kell elvégezni. A mérés lényege, hogy a szalaghengerlésnél alkalmazott hátsó feszítő erő (T_0) növelésével a γ semleges szög (*2. ábra*) nagyságát fokozatosan csökkentjük s mielőtt az 0-vá válna a kifutó síkban s a súrlódó erők lecsökkenése miatt bekövetkezne a hengerek megcsúszása a szalagon, egyidejűleg mérjük a P hengerlési nyomás és M hengerlési nyomaték nagyságát. Ezen értékekből a súrlódási tényező

$$f=\frac{M}{P\cdot R} \qquad (2)$$

ahol: R a henger sugara.

A *Bland—Ford* módszerrel nyert néhány mérés eredményét [13] az *1. táblázatban* tüntettük fel. A méréseket ∅ 100×150 mm-es duo állványon végezték el 0,15 m/s-es hengerlési sebességgel és $R_a=0{,}2\,\mu$m és $R_a=0{,}5\,\mu$m felületi finomságú hengerekkel. A mérésekhez felhasznált szalagok az első szúrás előtt lágyításra kerültek s méretük a következő volt:

acél	1,78×37,5 mm
réz	1,57×50,0 mm
alumínium	4,80×37,5 mm

a sárgaréz szalag vastagsága 1,6 mm.

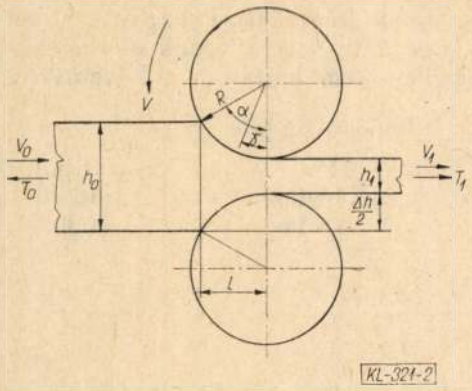
A táblázat adataiból látható, hogy a különböző mérések egymás közötti kapcsolatára vonatkozóan törvényszerűséget nem fedeztünk fel. Az adatokból nem vonható le megnyugtató számszerű következtetés a különböző olajok kenőképességét illetően sem, csak azt lehet becsülni, hogy mi a minőségi sorrend. A kiértékelés egyátalán nem veszi figyelembe a deformációs zóna geometriai jellemzőiben bekövetkezett változást, a szilárdsági adatokat és azoknak a keményedés miatti változását, a feszítőerők hatását, a szalagok felületének állapotát, holott mindezen tényezők komoly mértékben hatnak a súrlódási tényező nagyságára [14, 15, 16]. E módszerrel a súrlódási tényező és hengerlési sebesség kapcsolatáról sem kaphatunk felvilágosítást [17].

Az általunk végzett kísérletek során elsősorban a kenőképesség és a semleges szög (γ_0), valamint az ebből számítható súrlódási tényező kapcsolatá-

A kenőképességi mutató (C_e) és

No	Anyag és állapot	h_0 mm	h_1 mm	h_k mm	ε %	D mm	$\frac{l}{h_k}$	α rad	σ_{S0} kp/mm²	σ_{S1} kp/mm²	n_k	σ_S kp/mm²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Al 99,5 l.	0,7	0,42	0,56	40	36,8	4,05	0,123	4,2	11,3	1,85	9,6
2	Al 99,5 l.	0,7	0,42	0,56	40	36,8	4,05	0,123	4,1	11,1	1,85	9,4
3	Al 99,5 l.	0,7	0,42	0,56	40	36,8	4,05	0,123	3,9	11,7	2,00	9,8
4	AlMgSil l.	1,0	0,8	0,9	20	151,6	4,3	0,0514	5,8	14,2	1,73	12,1
5	AlMgSil l.	1.0	0,8	0,9	20	151,6	4,3	0,0514	4,7	14,7	2,06	12,2
6	AlMgSil l.	1,0	0,8	0,9	20	151,6	4,3	0,0514	7,9	15,3	1,47	13,5
7	AlMgSil l.	1,0	0,8	0,9	20	151,6	4,3	0,0514	5,5	14,6	1,83	12,3
8	AlMgSil l.	1,0	0,8	0,9	20	151,6	4,3	0,0514	4,7	14,5	2,04	12,0
9	AlMgSil l.	1,0	0,8	0,9	20	151,6	4,3	0,0514	7,2	18,0	1,75	15,3
10	AlMgSil l.	1,8	1,26	1,53	30	151,6	4,2	0,0844	5,7	16,6	1,96	13,9
11	AlMgSil l.	1,8	1,26	1,53	30	151,6	4,2	0,0844	9,3	18,0	1,47	15,8
12	AlMgSil l.	0,7	0,42	0,56	40	36,8	4,05	0,123	5,4	15,6	1,94	13,1
13	AlCMg2 l.	0,5	0,45	0,475	10	151,6	0,1	0,0256	15,3	26,8	1,37	23,9
14	AlCMg2 l.	0,5	0,45	0,475	10	151,6	4,1	0,0256	14,8	25,5	1,36	22,8
15	AlCMg2 l.	0,5	0,45	0,475	10	151,6	4,1	0,0256	17,2	27,8	1,31	25,1
16	AlCMg2 l.	0,5	0,45	0,475	10	151,6	4,1	0,0256	16,3	26,6	1,31	23,8
17	AlCMg2 l.	1,8	1,26	1,53	30	151,6	4,2	0,0844	18,4	27,5	1,25	25,2
18	AlCMg2 l.	1,8	1,26	1,53	30	151,6	4,2	0,0844	16,6	28,0	1,34	25,2
19	AlCMg2 l.	1,8	1,26	1,53	30	151,6	4,2	0,0844	17,2	27,8	1,31	25,1
20	AlCMg2 l.	1,8	1,26	1,53	30	151,6	4,2	0,0844	18,3	26,8	1,23	24,7
21	AlCMg2 l.	1,0	0,8	0,9	20	151,6	4,3	0,0514	15,6	26,3	1,34	23,6
22	AlCMg2 l.	1,0	0,8	0,9	20	151,6	4,3	0,0514	16,4	27,6	1,34	24,8
23	AlMgSil l.	1,8	1,26	1,53	30	151,6	4,2	0,0844	8,4	17,0	1,51	14,9
24	AlMgSil l.	1,8	1,26	1,53	30	151,6	4,2	0,0844	8,4	17,0	1,51	14,9
25	AlMgSil l.	1,8	1,26	1,53	30	151,6	4,2	0,0844	8,4	17,0	1,51	14,9
26	Al 99,5 k.	1,0	0,8	0,9	20	151,6	4,3	0,0514	11,6	12,3	1,03	12,15
27	AlMgSil k.	1,0	0,8	0,9	20	151,6	4,3	0,0514	18,1	18,9	1,02	18,6
28	Al 99,5 l.	1,0	0,8	0,9	20	151,6	4,3	0,0514	3,3	9,8	1,86	7,55
29	AlMgSil l.	1,0	0,8	0,9	20	151,6	4,3	0,0514	4,7	13,8	1,96	11,45
30	AlCMg2 l.	1,0	0,83	0,915	17	151,6	3,9	0,0473	15,0	25,7	1,36	23,1
31	AlMgSil l.	1,8	1,26	1,53	30	151,6	4,2	0,0844	7,0	15,4	1,60	13,3
32	Acél l.	0,98	0,83	0,9	1,53	151,6	3,8	0,0440	26,5	42,3	1,30	38,4

Megjegyzés: „*l*" lágy és „*k*" kemény állapotot jelez.



2. ábra. A hengerrés keresztmetszeti vázlata

nak vizsgálatát tartottuk legfontosabbnak. Ezért a normális hengerlési folyamat közben is megmérhető előresietés mérési módszert [18] választottuk a deformációs zónában érvényesülő átlagos súrlódási tényező meghatározására.

A mérések során felhasználandó kenőanyag variációkat úgy állítottuk össze, hogy a kenőképességük változásában bizonyos rendszer legyen. Egyik kenőanyagként egy $R_i = 68\%$ redukciós indexű többszörösen finomított szerszámgépolaj speciálisan adalékolt keverékét használtuk MX10 jelzéssel. Megjegyzendő, hogy ezt az olajat jó kenőképessége és egyéb kedvező tulajdonságai miatt 1967 óta eredményesen alkalmazzák ötvözött alumíniumcsövek hengerléséhez [19].

A kenőanyag nélküli, ún. száraz hengerlési kísérleteink a jelentős feltapadások miatt nem jártak sikerrel.

A kis kenőképességűek közül a technikai petróleumot választottuk (továbbiakban jele P), mivel tulajdonságai elég jól definiáltak és könnyen beszerezhető.

A további kenőanyagok a MX10 és P keverékéből kerültek ki a *2. táblázat* szerint.

2. táblázat

Az alkalmazott kenőanyagok összetétele és jelölése

Össztétel súly %		Keverék jele
petróleum P	MX10	
100	—	P
80	20	MX10 P80
50	50	MX10 P50
—	100	MX10

A kísérletek időszakában az alábbi néhány, szalaghengerművekben is alkalmazott kenőanyagból kaptunk kisebb mennyiségeket, melyek bővizsgálását és összehasonlítását programba vettük:

A cég neve	A kenőolaj jele	Red. index $R_i\%$
Shell (Anglia)	S—7296	7,7
Mobil-Oil (Ausztria)	G—24 (Genrex)	11,6
GEROVE (NDK)	BL—3A	13,5

a semleges szög (γ_0) kapcsolata

3. táblázat

j	T_1 kp	T_0 kp	$\frac{n_k}{3n_k - 1}$	γ_{max} rad	Kenőanyag	γ_H rad	γ_0 rad	Mutatók			μ_0
								Π_c	B_c	C_c	
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1,11	122	122	0,406	0,0500	P	0,0213	0,0226	1,0	1,0	1,0	0,141
1,11	122	122	0,406	0,0500	MX10P80	0,0183	0,0198	1,0	1,0	0,8	0,128
1,20	122	122	0,400	0,0492	MX10P50	0,0102	0,0135	1,0	1,0	0,6	0,109
1,39	122	122	0,414	0,0213	P	0,0168	0,0175	1,0	1,0	1,0	0,173
1,65	122	122	0,398	0,0204	MX10P80	0,0112	0,0134	1,0	1,0	0,8	0,094
1,18	122	122	0,430	0,0221	MX10P50	0,0078	0,0089	1,0	1,0	0,6	0,050
1,47	244	122	0,409	0,0210	MX10	0,0061	0,0005	1,0	1,0	0,13	0,032
1,63	122	122	0,398	0,0205	P	0,0165	0,0175	1,0	1,7	1,0	0,22
1,40	122	122	0,413	0,0212	MX10P50	0,0117	0,0130	1,0	1,7	0,6	0,080
1,37	122	122	0,402	0,0339	P	0,0221	0,0227	1,0	1,7	1,0	0,159
1,03	122	122	0,432	0,0364	MX10P50	0,0116	0,0118	1,0	1,7	0,6	0,072
1,17	122	122	0,402	0,0494	MX10P50	0,0127	0,0147	1,0	1,7	0,6	0,112
1,23	122	122	0,440	0,0112	P	0,0106	0,0107	1,47	1,0	1,0	0,328
1,22	122	122	0,441	0,0113	MX10P80	0,0092	0,0107	1,47	1,0	0,8	0,102
1,18	122	122	0,448	0,0115	MX10P50	0,0051	0,0062	1,47	1,0	0,6	0,031
1,18	122	122	0,448	0,0115	MX10	0,0003	0,0023	1,47	1,0	0,13	0,018
0,87	122	122	0,456	0,0385	P	0,0195	0,0193	1,47	1,0	1,0	0,093
0,94	122	122	0,441	0,0372	MX10P80	0,0114	0,0113	1,47	1,0	0,8	0,069
0,92	122	122	0,448	0,0378	MX10P50	0,0081	0,0079	1,47	1,0	0,6	0,060
0,86	305	122	0,455	0,0384	MX10	0,0112	0,0049	1,47	1,0	0,13	0,053
1,07	122	122	0,444	0,0228	P	0,0123	0,0125	1,47	1,0	1,0	0,064
1,07	122	122	0,444	0,0228	MX10P50	0,0072	0,0075	1,47	1,0	0,6	0,044
1,06	122	122	0,427	0,0360	S—7296	0,0148	0,0150	1,0	1,0	1,1	0,085
1,06	122	122	0,427	0,0360	G—24	0,0158	0,0160	1,0	1,0	1,2	0,089
1,06	122	122	0,427	0,0360	BL—3A	0,0148	0,0150	1,0	1,0	1,1	0,085
	—	—			P	—	0,0218	1,0	1,0	1,0	0,194
	—	—			P	—	0,0144	1,0	1,0	1,0	0,060
	—	—			P	—	0,0197	1,0	1,0	1,0	0,5
	—	—			P	—	0,0140	1,0	1,0	1,0	0,100
	—	—			P	—	0,0126	1,47	1,0	1,0	0,067
	—	—			P	—	0,0148	1,0	1,0	1,0	0,085
	—	—			P	—	0,0143	2,55	1,0	1,0	0,090

Közülük az S—7296 és a G—24 valamely speciális könnyű petróleum frakció megfelelő adalékokkal, a BL—3A alapja pedig szintetikus olaj.

A kísérleteket laboratóriumi hengerállványon végeztük a következő feltételek mellett:

hengerátmérő $D = 151{,}6$ mm (duó) és 36,8 mm (kvartó)

hengerlési sebesség 0,2 m/s

A különböző kenőanyagokkal végzett méréseink során hengereltünk Al 99,5; AlMgSil, $AlCuMg_2$ szalagokat, s a fogyást $\varepsilon = 10 \div 40\%$ határok között változtattuk úgy, hogy közben az alaktényező értéke $F_f \simeq 4{,}2$ volt. A Π_C szalagfelületi mutató és B_C hengerfelületi mutató értelmezését a [16]-ban fejtettük ki.

Néhány mérést kis C-tartalmú lágy acélszalag hengerlése során is végeztünk.

A legtöbb mérést $T_1 = T_0 = 122$ kp nagyságú feszítőerő alkalmazásával végeztük el (a hengerrés keresztmetszeti vázlatát a *2. ábra* tünteti fel). Az így mért γ_H értékekből a [14]-ben leírt módon számítható ki γ_0 nagysága.

A feszítés nélküli semleges szögek összehasonlítására és a különböző kenőanyagok kenőképességének kiértékelésére a következő összefüggést használtuk fel [16]:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = \gamma_0(\mathrm{II}) \cdot \frac{h_0(\mathrm{I})}{h_k(\mathrm{I})} \cdot \frac{h_k(\mathrm{II})}{h_0(\mathrm{II})} \cdot \frac{n_k(\mathrm{II})}{n_k(\mathrm{I})} \cdot \frac{\sigma_S(\mathrm{II})}{\sigma_S(\mathrm{I})} \cdot \frac{\Pi_C(\mathrm{I})}{\Pi_C(\mathrm{II})} \cdot \frac{B_C(\mathrm{I})}{B_C(\mathrm{II})} \qquad (3)$$

ahol $h_k = \dfrac{h_0 + h_1}{2}$

$$n_k = \frac{\sigma_{S0} + \sigma_{S1}}{2\sigma_{S0}}$$

$$\sigma_S = \sigma_{S0} + \frac{3}{4}(\sigma_{S1} - \sigma_{S0})$$

A hengerlendő anyag felületi mutatójának (Π_C) bázisául az ötvözetlen (Al 99,5) szalag felületet választottuk s erre $\Pi_C = 1{,}0$. A hengerek felületi mutatójának (B_C) bázisa az $R_a = 0{,}1$ μm felületi érdességű henger s erre $B_C = 1{,}0$.

A kenőképesség jellemzésére a szalag felületét (Π_C) és a henger felületét (B_C) jellemző felületi mutatók analógiájára célszerű bevezetnünk a kenőképességi mutató (C_C) fogalmát és a technikai petróleumra vonatkozó értéket választjuk bázisnak ($C_C = 1{,}0$). Az ennél jobb kenőképességű anyagokra $C_C < 1{,}0$, a kisebb kenőképességgel rendelkező anyagokra pedig $C_C > 1{,}0$ lesz.

Kísérleteink kiértékelése alapján azt az eredményt kaptuk, hogy az általunk alkalmazott anyagok kenőképességi mutatója a következő:

a kenőanyag jele	C_C
P	1,0
MX10 P80	0,8
MX10 P50	0,6
MX10	0,13
S—7296	1,1
G—24	1,2
BL—3A	1,1

A megközelítőleg azonos szilárdságú anyagok egyébként azonos körülmények között, de más kenőanyaggal való hengerlésekor a semleges szög és kenőképességi mutató között egyenes arányosságot találtunk

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = \gamma_0(\mathrm{II}) \cdot \frac{C_C(\mathrm{I})}{C_C(\mathrm{II})} \qquad (4)$$

Például a *3. táblázatban* feltüntetett mérések közül hasonlítsuk össze a következőket (a 3/1→3/2 jelölés azt jelenti, hogy a 3. táblázat No 1 anyagának hengerlési adataiból számítjuk ki a 3. táblázat No 2 anyagának hengerlésekor várható semleges szög nagyságát):

3/1→3/2:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) \cong 0{,}0226 \cdot \frac{0{,}8}{1{,}0} = 0{,}0181 \quad (0{,}0198)$$

3/17→3/21:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) \cong 0{,}0193 \cdot \frac{0{,}13}{1{,}00} = 0{,}0025 \quad (0{,}0049)$$

3/4→3/7:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) \cong 0{,}0175 \cdot \frac{0{,}13}{1{,}00} = 0{,}0023 \quad (0{,}0005)$$

3/23→3/25:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0150 \cdot \frac{C_C(\mathrm{I})}{C_C(\mathrm{II})} = 0{,}0150 \quad (0{,}0150)$$

Ez utóbbi viszont csak úgy lehetséges, ha a különböző kenőanyagok kenőképességi mutatója azonos, tehát $C_C(\mathrm{I}) = C_C(\mathrm{II})$, ami a G—24 és BL—3A kenőanyag esetében be is igazolódott.

A (3) és (4) összefüggések alapján felírhatjuk, hogy

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = \gamma_0(\mathrm{II}) \cdot \frac{h_0(\mathrm{I})}{h_k(\mathrm{I})} \cdot \frac{h_k(\mathrm{II})}{h_0(\mathrm{II})} \cdot \frac{n_k(\mathrm{II})}{n_k(\mathrm{I})} \cdot \frac{\sigma_S(\mathrm{II})}{\sigma_S(\mathrm{I})} \cdot \frac{\Pi_C(\mathrm{I})}{\Pi_C(\mathrm{II})} \cdot \frac{B_C(\mathrm{I})}{B_C(\mathrm{II})} \cdot \frac{C_C(\mathrm{I})}{C_C(\mathrm{II})} \qquad (5)$$

Az (5) összefüggés használhatóságát a *3. táblázat* mérési adatainak felhasználásával a következő példák is igazolhatják:

3/27→3/6:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0144 \cdot \frac{1{,}0}{0{,}9} \cdot \frac{0{,}9}{1{,}0} \cdot \frac{1{,}03}{1{,}47} \cdot \frac{18{,}6}{13{,}5} \cdot \frac{1{,}0}{1{,}0} \cdot \frac{1{,}0}{1{,}0} \cdot \frac{0{,}6}{1{,}0} = 0{,}0083 \quad (0{,}0089)$$

3/14→3/21:

$$\gamma_0(\mathrm{I}) = 0{,}0097 \cdot \frac{1{,}0}{0{,}9} \cdot \frac{0{,}475}{0{,}500} \cdot \frac{1{,}36}{1{,}34} \cdot \frac{22{,}8}{23{,}6} \cdot \frac{1{,}47}{1{,}47} \cdot \frac{1{,}0}{1{,}0} \cdot \frac{1{,}0}{0{,}8} = 0{,}0125 \quad (0{,}0125)$$

$3/18 \rightarrow 3/10$:

$$\gamma_0(I) = 0{,}0113 \cdot \frac{1{,}80}{1{,}53} \cdot \frac{1{,}53}{1{,}80} \cdot \frac{1{,}34}{1{,}96} \cdot \frac{1{,}00}{1{,}47} \cdot \frac{1{,}7}{1{,}0} \cdot \frac{1{,}0}{0{,}8} = 0{,}0203 \quad (0{,}0227)$$

$3/23 \rightarrow 3/32$:

$$\gamma_0(I) = 0{,}0150 \cdot \frac{0{,}98}{0{,}90} \cdot \frac{1{,}53}{1{,}80} \cdot \frac{1{,}51}{1{,}30} \cdot \frac{14{,}9}{38{,}4} \cdot \frac{2{,}55}{1{,}00} \cdot \frac{1{,}0}{1{,}0} \cdot \frac{1{,}0}{1{,}1} = 0{,}0145 \quad (0{,}0143)$$

$3/24 \rightarrow 3/30$:

$$\gamma_0(I) = 0{,}0160 \cdot \frac{1{,}00}{0{,}915} \cdot \frac{1{,}53}{1{,}80} \cdot \frac{1{,}51}{1{,}36} \cdot \frac{14{,}9}{23{,}1} \cdot \frac{1{,}47}{1{,}0} \cdot \frac{1{,}0}{1{,}0} \cdot \frac{1{,}0}{1{,}2} = 0{,}0129 \quad (0{,}0126)$$

$3/25 \rightarrow 3/26$:

$$\gamma_0(I) = 0{,}0150 \cdot \frac{1{,}0}{0{,}9} \cdot \frac{1{,}53}{1{,}80} \cdot \frac{1{,}51}{1{,}03} \cdot \frac{14{,}9}{12{,}15} \cdot \frac{1{,}0}{1{,}0} \cdot \frac{1{,}0}{1{,}0} \cdot \frac{1{,}0}{1{,}1} = 0{,}0231 \quad (0{,}0218)$$

A kenőanyagokkal kapcsolatos kísérletek során a csepegtetős kenési mód miatt a hengerrésben a hőmérséklet 50 °C körül volt.

Érdemes felfigyelni arra — az első pillanatban meghökkentő — tényre, hogy az ipari méretekben alkalmazott hengerlőolajok (S—7296, G—24, BL—3A) kenőképessége kisebb, mint a technikai petróleumé. A [11]-ben található adatok szerint több 99% víztartalmú emulziónak is lényegesen jobb a kenőképessége, mint az említett hengerlőolajoké. Ez is igazolja, hogy a vizes emulziókról a hengerlő olajok alkalmazására való áttérés okát elsősorban nem a kenőképesség megjavítására való törekvésben kell keresnünk, hanem a felületi minőség lényeges megjavításával kapcsolatos elodázhatatlan követelményekben (pl. a finomszűrésre való alkalmasság) még annak vállalása árán is, hogy a hengerlőolajok rosszabb hőelvezetőképessége miatt romlanak a hőegyensúly fenntartásának a feltételei.

IRODALOM

[1] *Bowden F. P., Tabor D.:* Friction and Lubrication. London, New-York 1954.

[2] *Guminski RD, Willis J.:* Development of cold rolling lubricants for aluminium alloys. The Journal of the Institute of Metals. 1960 N°8, 1961 N° 4.

[3] *Butler, L. H.:* The effect of interposed lubricants. The Journal of the Inst. of Met. 1960. N° 4.

[4] *Vejler Sz. Ja. Lihtman V. L.:* Gyejsztvie szmazok pri obrabotke metallov davlenyijem. Iz-vo AN. SZSZSZR. Moszkva 1960.

[5] *Csokán P., Magyary E.:* Alumíniumfólia-hengerléshez használatos kenőanyagok minősítése. Kohászati Lapok 1963 N° 5, N° 6.

[6] Fiziko-himicseszkie zakonomernosztyi gyejsztvija szmazok pri obrabotke metallov davlenyijem. Iz-vo AN. SZSZSZR. Moszkva 1963.

[7] Oli lubrificanti per la laminazione a freddo dell' aluminio. Aluminio 1967. N° 9.

[8] *Csertavszkih A. K., Beloszevics V. K.:* Trenyije i tyehnologicseszkaja szmazka pri obrabotke metallov davlenyijem. „Metallurgija" Moszkva 1968.

[9] *Livanov, V. A. :* Szmazocsno-ohlazsgajuscsaja zsidkoszty dlja holodnoj prokatki iz aljuminyievüh szplavov. Cvetnüe metallü. 1969. N° 9.

[10] *Cockcroft, M. G.:* Lubrication in Metall-Working. „Lubrication and Lubricants" edited by E. R. Braithwaite, Elsevier Publishing Co. Amsterdam—London—New—York 1967.

[11] *Gorenstejn, M. M.:* Trenyije i tyehnologicseszkije szmazki pri prokatke. „Tehnika" Kijev1972.

[12] *Magyari F.:* Bewertung und Auswah l von Kühlschmierstoffen auf Ölbasis Umformen von Aluminium durch Walzen, Aluminium, 50, 1974. N° 4.

[13] *Whitton, P. W., Ford, H.:* Surface Friction and Lubrication in Cold Strip Rolling. Proc. Inst. Mech. Eng. 1955. N° 5.

[14] *Schippert, L., Sapsal, V.:* A súrlódási tényező és semleges szög nagysága szalagok hideghengerlésekor feszítéssel és feszítés nélkül. BKL. Kohászat 108. (1975). 4. sz.

[15] *Schippert, L.:* A semleges szögek (γ_0) közötti általános összefüggés szalagok hideghengerlésekor és a szilárdsági és geometriai jellemzők. BKL. Kohászat 108. (1975) 5. sz.

[16] *Schippert L.:* A szalag és a henger felületének a hatása a semleges szög (γ_0) nagyságára. BKL. Kohászat 108. (1975) 8. sz.

[17] *Celikov A. I., Griskov A. I.:* Teorija prokatki. „Metalllurgija", Moszkva 1970.

Könyvismertetés

Dr. Szekér Gyula: **Alumíniumiparunk és a szocialista gazdasági integráció**

A világ legjelentősebb bauxitkészleteinek és termelőinek felsorolása után a könyv ismerteti a Bayer-eljárást és a zsugorító módszert is. Ábrákon mutatja be, a leggyakrabban használatos színalumínium bázisú technikai alumíniumötvözeteket és a szélesszalag hengerlő, valamint a keskenyszalagot öntő-hengerlő berendezések. működési elvét. Az olvasó áttekintheti a tőkés csoportosulások alumíniumipari, kereskedelmi, üzleti tevékenységét és külön a legnagyobb termelőkre vonatkozó adatokat is.

A negyedik fejezet foglalkozik részletesen a magyar alumíniumipar fejlődésével, helyzetével és távlati fejlesztésével. Külön szól a bányaművelési eljárásokról, a passzív és az aktív vízvédelemről, majd megállapítja: most már a fő feladat a termelés koncentrálása, a termelési technológia egyes munkafolyamatainak összehangolt korszerűsítése, a gépesítés színvonalának további növelése. Magyarország alumínium kohóinak és azok termelési és más jellemzőinek felsorolása után a könnyű, jó mechanikai és elektromos tulajdonságokkal bíró fém felhasználásáról, alkalmazásának új területeiről szól a könyv. Hangsúlyozza a szellemi export, még inkább a komplex fővállalkozás, a „kulcsra kész" gyárak szállításának fontosságát, majd beszámol a Magyar Alumíniumipari Tröszt, — és ennek keretén belül az ALUTERV — ezzel kapcsolatos eredményes munkájáról.

A szocialista országok — elsősorban a KGST keretében megvalósuló — együttműködése és az alumínium jövőjének felvillantása előtt *Szekér Gyula* még egyszer visszatér a geológiai kutatás és az ásványvagyongazdálkodás, valamint a bauxitbányászat témájához. Ezt követően — egyebek között — az Ajkai Timföldgyár bővítéséről, a kohászati termelés emelkedéséről és a félgyártmánytermelésről ír. Végül szó van az alumíniumipari kutatási-fejlesztési programról is.

A könyv lényegében teljes áttekintésre törekszik, jó útmutató és hasznos olvasmány az alumíniumiparban dolgozó bányászati, kohászati szakembereknek. *Arató*

Szilárdanyag tartalom mérése a timföldgyári vörösiszap mosás első két lépcsőjében

RIEDL ISTVÁN okl. kohómérnök, NAGY BÉLA okl. kohómérnök
Nehézipari Műszaki Egyetem, Fémkohászattani Tanszék, Miskolc
GOMBOS MÁRTON okl. vill. mérnök, FARKAS FERENC okl. vill. mérnök, KOVÁCS FERENC okl. vill. mérnök
Fémipari Kutató Intézet, Budapest
Dr. KLUG OTTÓ kém. tud. kandidátusa
Magyar Alumíniumipari Tröszt, Budapest

DK 669.1.002.68:66.012.1

Részletesen vizsgáltuk a vörösiszapzagy szilárdanyag tartalmának meghatározási lehetőségeit a kausztikus Na_2O-koncentráció és a hőmérséklet függvényében.

Megállapítottuk, hogy a nagy iszapkoncentráció tartományban ($c_i > 350$ g/l) a vezetőképességméréssel a szilárdanyagtartalom meghatározható. Üzemi vizsgálatokat végeztünk az Oscimhotransmitterrel a vörösiszapszűrőre vitt zagy szilárd-fázis tartalmának folyamatos mérésére.

A Bayer-rendszerű timföldgyártásban a vörösiszap nátronmentesítése általában 6 lépcsőben ellenáramú mosással történik. A mosósor csökkentésére több helyen próbálkoztak a vörösiszap vákuumdobszűrőn való szűrésével és mosásával. Ilyen szűrőket gyárt pl. a Dorr-Oliver, a Kraus-Maffei cég és az NDK-ban a Stassfurt-i vegyipari gépgyár [1]. Timföldiparunkban a vörösiszap szűrését a magyaróvári MOTIM timföldgyárában végzik. Tekintettel arra, hogy a technológia ellenőrzése és a szűrő egyenletes terhelése az üzemvitel szempontjából előnyös, megvizsgáltuk, hogy az FKI által korábban kidolgozott mérőműszerekkel [2] és mérőmódszerrel [3] milyen körülmények között és milyen hibával lehet a mosó Dorr-ok iszapzagyának szilárdanyag tartalmát folyamatosan mérni.

Kísérleti rész

A méréseket laboratóriumban az Oscimhometerrel, az üzemben pedig az Oscimhotransmitterrel végeztük. Annak érdekében, hogy a nátriumaluminát-oldatok, ill. az iszapzagyok elektromos vezetőképességét meghatározzuk, szükséges volt a laboratóriumi műszer cellaállandójának meghatározása, amelyet az ismert módon KCl és NaCl oldatokkal végeztünk el. Ily módon az egyes skálatartományokra az alábbi átlag értékeket kaptuk:

1000—2000	$1{,}37 \times 10^{-5}$
2000—3000	$3{,}85 \times 10^{-5}$
3000—4000	$4{,}13 \times 10^{-5}$
4000—5000	$4{,}86 \times 10^{-5}$

Laboratóriumi vizsgálatok

A méréseket az üzemi oldatoknak megfelelő koncentrációjú és mólviszonyú szintetikus oldatokkal végeztük, így az I. mosó Dorr-nak megfelelő oldat $Na_2O_{kausz} = 84{,}2$ g/l, $Al_2O_3 = 69{,}8$ g/l, ill. egy párhuzamos mérésnél [4] $Na_2O_{kausz} = 74$ g/l, $Al_2O_3 = 68{,}5$ g/l koncentrációjú volt, ami sorrendben 1,98, ill. 1,77 mólviszony értéket jelentett. A II. mosó Dorr-nak megfelelő oldat összetétele pedig: $Na_2O_{kausz} = 39{,}8$ g/l, $Al_2O_3 = 31{,}2$ g/l és ebből a mólviszony 2,09 volt. A zagyok készítésére az Almásfüzitői Timföldgyár vörösiszapját használtuk, amelynek főbb összetevői a következők voltak: $Fe_2O_3 = 36{,}6\%$, $Al_2O_3 = 16{,}57\%$, $SiO_2 = 13{,}55\%$, $Na_2O_{kausz} = 9{,}14\%$, $TiO_2 = 4{,}25\%$ CaO $= 3{,}78\%$ és izzítási vesztesége 11,73%.

Az első mosó Dorr esetében a zagyok vezetőképesség változása a hőmérséklet és a szilárdanyag tartalom függvényében az *1. táblázatban* bemutatottaknak megfelelően változik.

Ha a kapott mérési eredményeket [4, 5] a szilárdanyag tartalom függvényében csoportosítjuk, akkor a *2. táblázatban* bemutatott értékeket kapjuk.

A mérési eredményekből világosan kitűnik — hasonlóan az ülepítő Dorr-ok esetében kapott eredményekhez —, hogy a szilárdanyag tartalom növelése a cellabeli vezető keresztmetszet és így a zagy vezetőképességének csökkentéséhez vezet. Ez a csökkenés, amint az *1. ábra* mutatja, meglehetősen meredek görbe szerint változik. Ennek magyarázatául szolgálhat, hogy az ilyen kis mólviszonyú oldatoknál ($\alpha \sim 1{,}8$—2) a vezetőképesség maximuma a 100 g/l Na_2O_{kausz} koncentráció környezetében jelentkezik [6], tehát a mérés nagyon érzékenyen végezhető.

Az 1. ábra görbéinek egyenleteit vizsgálva, az $M = f(c_{iszap})$ függvényt (állandó hőmérsékleten és oldatkoncentrációnál) másodfokú parabolával közelítettük. A részletes számítás [5] leírását mellőzve, csupán a 30 °C hőmérsékletre érvényes egyenletet mutatjuk be, amely a következő:

$$M = -0{,}001213 \cdot c^2 - 0{,}5945 \cdot c_i + 1898$$

ahol M — a műszerleolvasás és c_i — a vörösiszaptartalom g/l-ben. A közelítés korrelációs indexe ugyan 0,69, de a relatív hibája viszonylag nagy (7,7%), ami azt mutatja, hogy a görbe pontosabb meghatározására magasabbfokú függvénnyel való közelítést kell használnunk.

Természetesen az oldatfázis összetétele jelentősen befolyásolja a zagy vezetőképességét. Ezt szemlélteti a *3. táblázat* három regressziós görbe egyenlete, amelyeket 1,77 mólviszonyú, és 74 g/l Na_2O_{kausz} koncentrációjú oldat mérésével határozunk meg. Szembetűnő, hogy az együtthatók és az állandó értékei milyen nagymértékben térnek el a mintegy 10 g/l Na_2O_{kausz}-al töményebb oldattól. Ugyanakkor megfigyelhető, hogy 20 °C hőmérsékletváltozás hatására az együtthatóban és az állandóban nagyságrendi változás nem jelentkezik, de az állandó értéke 10 °C-onként 10—15%-kal nő. Ezek a közelítések is azonban aránylag pontatlanok, a továbbiakban magasabbfokú közelítést kell alkalmazni.

Vizsgálva állandó vörösiszap-koncentráció mellett a zagy vezetőképesség változását, a *2. ábrán*

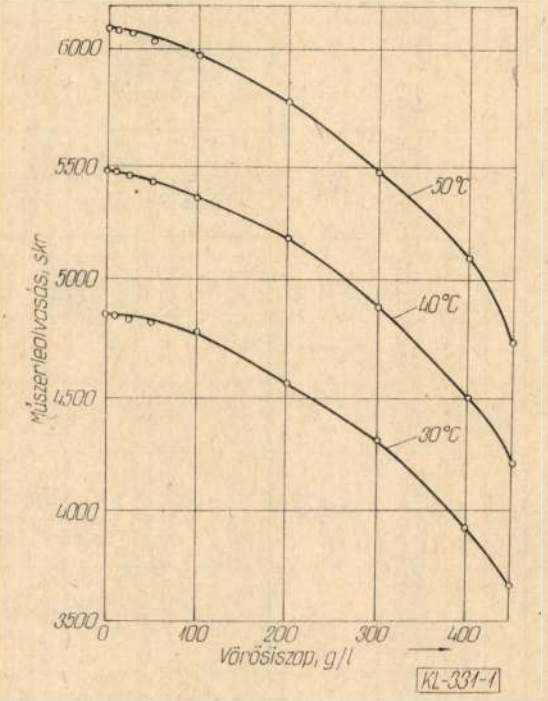
1. táblázat

Az első mosó-Dorr-nak megfelelő vörösiszapzagy vezetőképesség változása a hőmérséklet függvényében

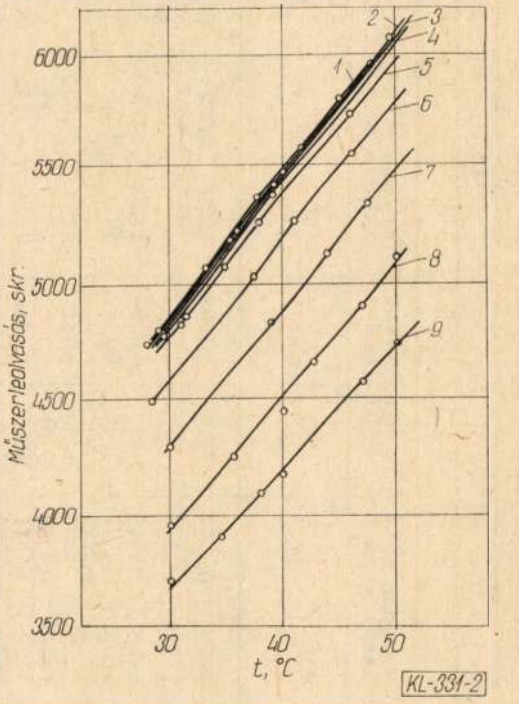
(Oldat koncentráció: Na_2O_{kauszt}=84,2 g/l; Al_2O_3=69,8 g/l)

Vörösiszap-tartalom, g/l	Hőmérséklet, °C	Műszerleolvasás, skr	Vezetőképesség, $ohm^{-1}\,cm^{-1}$
1	2	3	4
0	49	6032	0,3094
	45	5808	0,2980
	41,3	5544	0,2844
	37,8	5349	0,2744
	35,4	5181	0,2658
	29	4801	0,2363
10	50	6089	0,3124
	46	5842	0,2997
	39	5402	0,2771
	36	5221	0,2678
	32	4955	0,2408
	28	4539	0,2206
25	51	6135	0,3147
	48	5949	0,3052
	43,5	5660	0,2904
	40	5459	0,2800
	33	5015	0,2572
	28,5	4740	0,2304
50	49	5981	0,3068
	45,5	5762	0,2956
	42,6	5591	0,2868
	39,2	5360	0,2750
	35	5118	0,2625
	29,5	4780	0,2323
100	49,5	5941	0,3048
	46	5735	0,2942
	40	5359	0,2749
	48	5252	0,2694
	35	5175	0,2655
	31	4832	0,2348
200	50	5784	0,2967
	46	5553	0,2849
	41	5254	0,2695
	37,5	5032	0,2581
	32,5	4740	0,2304
	28,5	4486	0,2180
300	51	5552	0,2848
	47,5	5329	0,2734
	44	5121	0,2627
	39	4842	0,2353
	34,5	4570	0,2221
	30	4298	0,2089
400	50	5111	0,2622
	47	4915	0,2387
	42,5	4661	0,2265
	40	4448	0,2162
	35,5	4260	0,2070
	30	3958	0,1644
450	50	4756	0,2311
	47	4581	0,2226
	40	4181	0,2032
	38	4095	0,1990
	34,5	3905	0,1612
	30	3702	0,1529

bemutatott eredményeket kaptuk. Jól látható, hogy nagyobb vörösiszap koncentráció esetén a vezetőképesség jelentősen változik mind a hőmérséklet, mind a szilárd fázis tartalom függvényében (vö. 1. ábra). Ez éppen kedvező az üzemi mérések szempontjából. A 2. ábrából látható az is,



1. ábra. A vezetőképesség változás a szilárdanyagtartalom függvényében, különböző hőmérsékleten, az első mosó-Dorr-nak megfelelő szintetikus oldatban (Na_2O_{kauszt} = 84,2 g/l; Al_2O_3 = 69,8 g/l)



2. ábra. A vezetőképesség változás a hőmérséklet függvényében különböző szilárdanyag tartalmú iszapzagyokban az első mosó-Dorr-nak megfelelő oldatkoncentrációnál. Vörösiszaptartalom g/l-ben: 1—0; 2—10; 3—25; 4—50; 5—100; 6—200; 7—300; 8—400 és 9—450

2. táblázat

Az első mosó-Dorr-nak megfelelő vörösiszapzagy vezetőképesség változása az iszapkoncentráció függvényében, különböző hőmérsékleteken

Vörösiszap koncentráció g/l	az oldatfázis összetétele, g/l	30 °C			35 °C			40 °C			45 °C			50 °C		
	Na_2O_{kauszt}	84,2	74,0	68,5	84,2	74,0	68,5	84,2	74,0	68,5	84,2	74,0	68,5	84,2	74,0	68,5
	Al_2O_3	69,8	68,5		69,8	68,5		69,8	68,5		69,8	68,5		69,8	68,5	
		M skr	$\varkappa$ ohm^{-1} cm^{-1}	M skr	$\varkappa$ ohm^{-1} cm^{-1}	M skr	$\varkappa$ ohm^{-1} cm^{-1}	M skr	$\varkappa$ ohm^{-1} cm^{-1}	M skr	$\varkappa$ ohm^{-1} cm^{-1}	M skr	$\varkappa$ ohm^{-1} cm^{-1}	M skr	$\varkappa$ ohm^{-1} cm^{-1}	M skr	$\varkappa$ ohm^{-1} cm^{-1}
0		4850	0,2357	3916	0,1903	4200	0,2041	5487	0,2667	4429	0,2152	4768	0,2317	6098	0,3128	5052	0,2459
10		4842	0,2353	—	—	—	—	5479	0,2663	—	—	—	—	6089	0,3124	—	—
25		4830	0,2347	—	—	—	—	5459	0,2653	—	—	—	—	6065	0,3111	—	—
50		4820	0,2342	3865	0,1596	4135	0,2010	5429	0,2638	4414	0,2145	4685	0,2277	6035	0,3096	4956	0,2409
100		4788	0,2327	3752	0,1550	4028	0,1957	5359	0,2604	4307	0,2093	4594	0,2233	5965	0,3060	4860	0,2362
200		4572	0,2222	—	—	—	—	5182	0,2518	—	—	—	—	5784	0,2967	—	—
250		—	—	3488	0,1441	3751	0,1549	—	—	4012	0,1950	4269	0,2075	—	—	4540	0,2206
300		4298	0,2089	3351	0,1384	3620	0,1495	4894	0,2378	3908	0,1614	4175	0,2029	5485	0,2666	4447	0,2161
400		3932	0,1911	3003	0,1240	3274	0,1352	4511	0,2192	3545	0,1464	3835	0,1584	5090	0,2474	4123	0,2004
450		3675	0,1786	—	—	—	—	4198	0,2040	—	—	—	—	4746	0,2307	—	—
500		—	—	2650	0,1020	3015	0,1245	—	—	3245	0,1340	3511	0,1450	—	—	3756	0,1825

3. táblázat

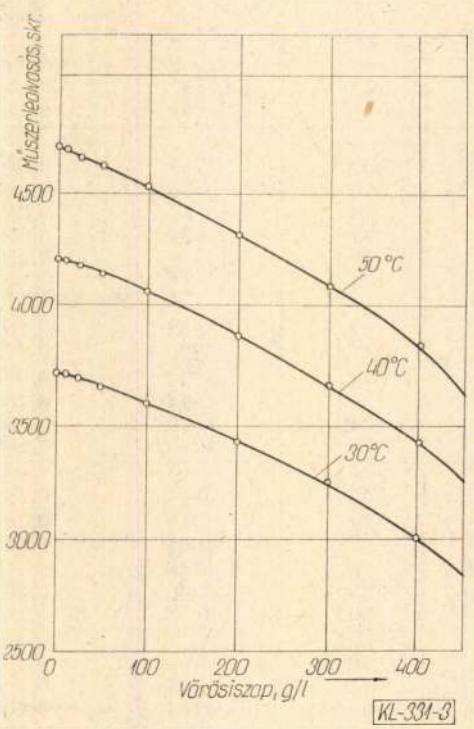
Az M=f (c_{iszap}) regressziós függvény-egyenletei különböző hőmérsékleten

Hőmérséklet	Egyenlet	Korrelációs index
30 °C	$M=-0{,}00277c_i^2-1{,}076c_i+3909{,}5$	0,45
40 °C	$M=-0{,}00256c_i^2-1{,}207c_i+4471$	0,63
50 °C	$M=-0{,}00234c_i^2-1{,}337c_i+5032{,}5$	0,74

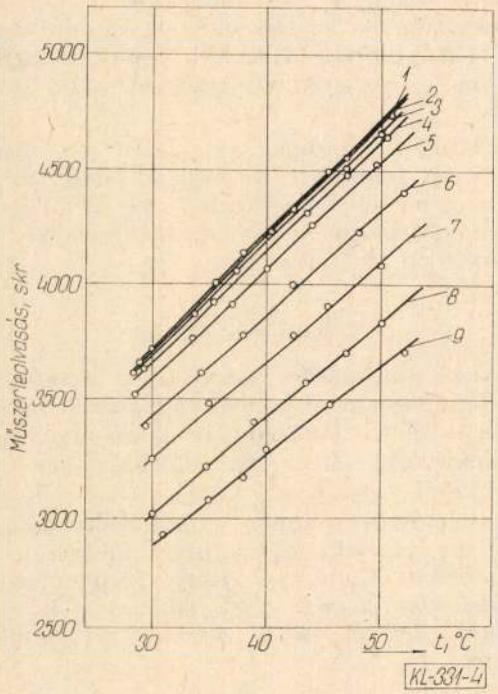
hogy kisebb (kb. 20 °C) hőmérséklet tartományban az $M=f(t)$ függvény lineáris. Ennek az összefüggésnek ismerete a hőmérséklet-kompenzáció beállításakor játszik szerepet.

Az elmondottakhoz hasonló eredményeket kaptunk a második mosó-Dorr esetében is. A méréseket $Na_2O_{kauszt}=39{,}8$ g/l és Al_2O_3—31,2 g/l koncentrációjú, azaz 2,09 mólviszonyú oldattal végeztük. Állandó vörösiszap tartalomnál, változó hőmérsékleten a *4. táblázat*, míg állandó hőmérsékleten, de változó szilárd fázis mellett az *5. táblázat* eredményeit kaptuk.

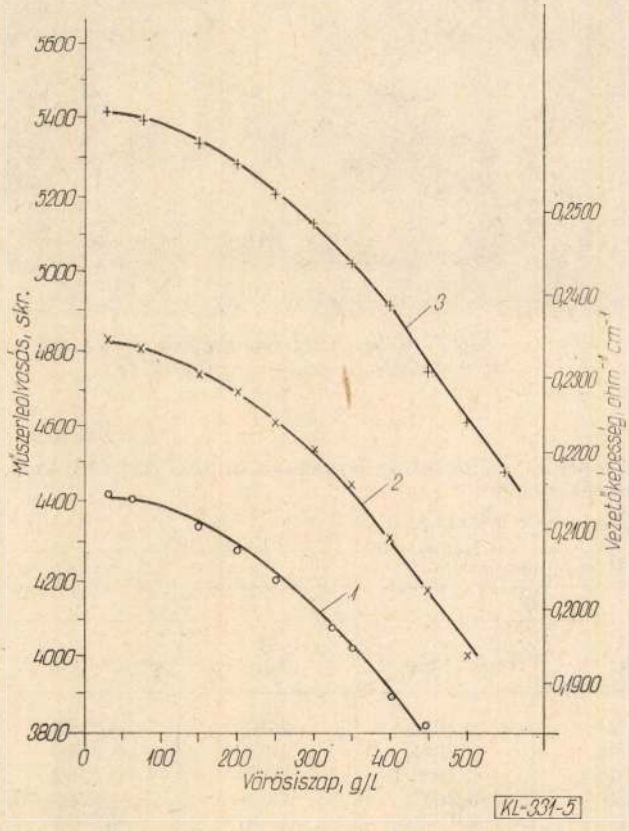
A szilárdanyag tartalom változásakor bekövetkező vezetőképesség, ill. műszerleolvasás változást a *3. ábrán* szemléltetjük. A görbék lefutása hasonló jellegű, mint az 1. ábrán, a változások azonban kisebbek, mivel híg oldatokról van szó. A regressziós görbék meghatározásához ez esetben is másodfokúnál magasabb függvény szükséges. A másodfokú közelítés relatív hibája ez esetben is 7—8%-ot tesz ki.



3. ábra. A vezetőképesség változás a szilárdanyagtartalom függvényében, a második mosó-Dorr-nak megfelelő szintetikus oldatban ($Na_{2kauszt}=39{,}8$ g/l $Al_2O_3=31{,}2$ g/l)



4. ábra. A vezetőképesség változás a hőmérséklet függvényében különböző szilárdanyag tartalmú iszapzagyokban, a második mosó-Dorr-nak megfelelő oldatkoncentrációnál. Vörösiszaptartalom g/l-ben 1—10; 2—10; 3—25; 4—50; 5—100; 6—200; 7—300; 7—400 és 9—450



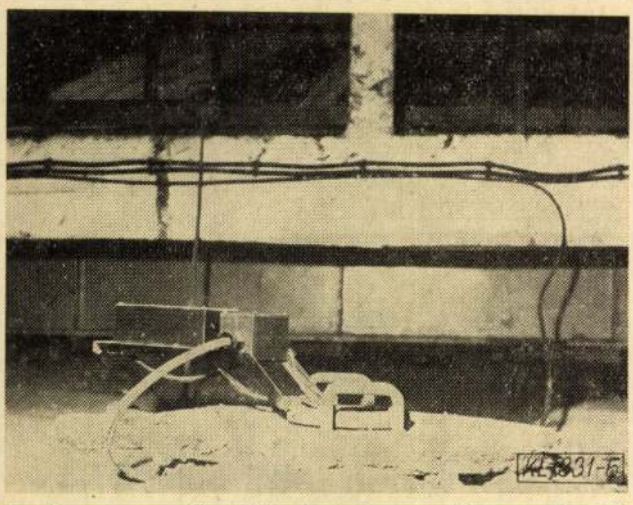
5. ábra. A vezetőképesség változása a vörösiszapkoncentráció függvényében a magyaróvári második mosó-Dorr-folyadék fázisában különböző hőmérsékleten. (Az oldat összetétele: Na_2O_{kauszt} = 37,2 g/l; Al_2O_3 = 25,8 g/l; α = = 2,37); 1—40 °C; 2—50 °C; 3—70 °C

4. táblázat

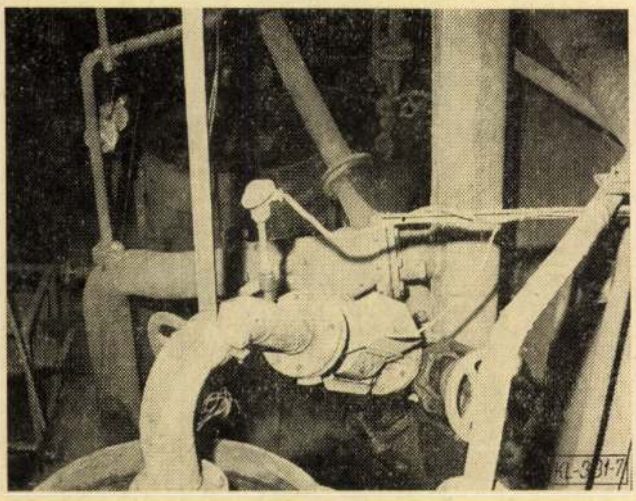
A második mosó-Dorr-nak megfelelő vörösiszapzagy vezetőképesség változása a hőmérséklet függvényében

(Oldatkoncentráció: Na_2O_{kauszt} = 39,8 g/l; Al_2O_3 = 31,2 g/l)

Vörösiszaptartalom, g/l	Hőmérséklet, °C	Műszerleolvasás, skr	Vezetőképesség, $ohm^{-1}\ cm^{-1}$
1	2	3	4
0	50	4701	0,2285
	45,5	4490	0,2162
	41	4268	0,2074
	38	4121	0,2002
	35,5	3998	0,1751
	30	3722	0,1537
10	51	4746	0,2307
	47	4542	0,2207
	42,5	4321	0,2100
	39,5	4140	0,2012
	32	3818	0,1588
	29	3666	0,1514
25	50	4655	0,2262
	47	4510	0,2192
	40,5	4218	0,2049
	37,3	4050	0,1766
	33,8	3875	0,1593
	28,5	3621	0,1495
50	50,5	4643	0,2256
	47	4476	0,2175
	43,5	4302	0,2090
	40	4140	0,2012
	35,5	3921	0,1710
	29,3	3635	0,1502
100	49,5	4520	0,2197
	44	4249	0,2065
	40	4059	0,1770
	37	3911	0,1705
	33,5	3770	0,1557
	28,5	3521	0,1454
200	52	4395	0,2136
	48	4210	0,2046
	42,5	3989	0,1739
	38	3785	0,1563
	34,3	3520	0,1454
	29,5	3387	0,1399
300	50	4079	0,1778
	45,5	3905	0,1701
	42,5	3779	0,1561
	40	3671	0,1516
	35	3480	0,1437
	30	3243	0,1339
400	50	3830	0,1582
	47	3705	0,1530
	43,5	3571	0,1475
	39	3398	0,1403
	34,8	3215	0,1328
	30	3014	0,1244
450	52	3711	0,1533
	45,5	3475	0,1435
	40	3285	0,1357
	38	3170	0,1309
	35	3078	0,1271
	31	2921	0,1186



6. ábra. Immerziós cellás Oscimhotransmitter a második mosó-Dorr túlfolyójához beépítve



7. ábra. A vörösiszapzagy vezetőképességét mérő Oscimhotransmitter a Magyaróvári Timföldgyárban

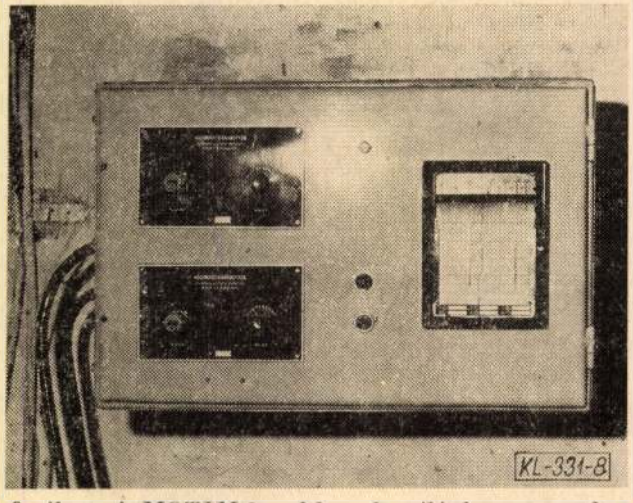
Az állandó iszapkoncentrációjú zagyok hőmérsékletfüggése a vizsgált 20 °C-nyi tartományban úgyszintén lineárisnak tekinthető *(4. ábra)*, ami a hőmérséklet-kompenzációt ez esetben is egyszerűsíti.

A második mosó-Dorr oldatai olyan koncentráció tartományba esnek, amely a „szódafüggetlen pont" környezetébe [7, 8] esik, így az oldat szódatartalma a vezetőképességmérést nem befolyásolja.

Tekintettel azonban arra, hogy az oldatfázis összetétele (mind az Na_2O_{kauszt}, mind az Al_2O_3 tartalom) az időben változhat, az üzemileg megkívánt pontosságú méréshez a differenciál méréstechnikát [3] kell alkalmazni.

Üzemi vizsgálatok

A vörösiszapszűrőre menő zagy összetételét a második mosólépcső kónusz-zagyában vizsgáltuk. A Magyaróvári Timföldgyár mosóoldatával három hőmérsékleten az üzemi körülményeket megközelítve végeztünk első lépésként vezetőképesség méréseket. Ezek eredményei, amelyeket az *5. ábra* mutat be, hasonló görbelefutást mutattak, mint a szintetikus oldatok. A nagy iszapkoncentráció tartományban ($c_i > 350$ g/l) lehetséges a lineáris közelítés, ami az üzemi mérések szempontjából kedvező.



8. ábra. A MOTIM-ban felszerelt szilárdanyag-tartalom mérő műszer doboza és regisztrálója

5. táblázat

A második mosó-Dorr-nak megfelelő vörösiszapzagy vezetőképesség változása az iszapkoncentráció függvényében, különböző hőmérsékleteken

(Az oldatfázis összetétele: $Na_2O_{kauszt} = 39{,}8$ g/l; $Al_2O_3 = 31{,}2$ g/l)

Vörösiszap koncentráció g/l	Hőmérséklet, °C					
	30		40		50	
	M skr	$\varkappa$ ohm^{-1} cm^{-1}	M skr	$\varkappa$ ohm^{-1} cm^{-1}	M skr	$\varkappa$ ohm^{-1} cm^{-1}
0	3722	0,1537	4211	0,2046	4701	0,2285
10	3715	0,1534	4204	0,2043	4692	0,2280
25	3698	0,1527	4179	0,2031	4655	0,2262
50	3659	0,1511	4140	0,2012	4620	0,2245
100	3591	0,1483	4059	0,1806	4535	0,2204
200	3428	0,1416	3872	0,1629	4310	0,2094
300	3243	0,1339	3671	0,1516	4085	0,1836
400	3014	0,1235	3426	0,1415	3830	0,1582
450	2872	0,1107	3265	0,1348	3642	0,1504

Mindezen vizsgálatok alapján építette be az FKI a Magyaróvári Timföldgyár kollektívájával együttműködve a második mosó-Dorr-hoz az Oscimhotransmittereket. Ezáltal ellenőrizni lehetett a vörösiszapszűrőre vitt zagy szilárdanyag tartalmát. Az oldatfázis koncentráció-változásainak kompenzálása érdekében a Dorr tetején, a túlfolyó oldathoz építettük be az immerziós cellás vezetőképességmérőt *(6. ábra)*, míg a zagyvezetékbe az átáramlásos cellájú Oscimhotransmittert *(7. ábra)*. A hőmérsékletingadozás hatásának kiküszöbölésére hőmérsékletkompenzációt alkalmaztunk. A szilárdanyag-tartalmat jelző műszert a kísérletek alatt a csarnok falán levő műszertáblán *(8. ábra)* helyeztük el. Ily módon lehetővé vált a vörösiszapszűrőre menő zagy szilárdanyag-tartalmának folyamatos mérése.

Az eddigi vizsgálatok alapján célszerűnek látszik a vizsgálatok kiterjesztése a teljes mosósorra, mivel várható, hogy az Oscimhotransmitterrel a vörösiszap áramlása, ill. a mosó Dorr-ok-ban az iszap tömörödése nyomon követhető lesz.

IRODALOM

[1] *Lugk, H.:* Bjulletin NTSZ po Proziv. Aljum, N° 1. 20. (1975).

[2] *Farkas F., Gombos M. és Klug O.:* 162. 244 sz. magyar szabadalom (1971).

[3] *Klug O., Farkas F., Gombos M., Kovács F., Mátyási J., Németh B. és Barakka I.:* 166. 568 sz. magyar szabadalom (1972).

[4] *Kereszturiné, Vitéz G.:* Diplomamunka. NME Fémkohászattani Tanszék, Miskolc, 1974.

[5] *Nagy B.:* Diplomamunka. NME Fémkohászattani Tanszék, Miskolc, 1974.

[6] *Farkas F., Klug O., Gombos M. és Kovács F.:* Hung. Sci. Instr. N° 24. 25. (1972).

[7] *Kovács F., Klug O., Gombos M. és Farkas F.:* 161. 078. sz. magyar szabadalom (1969).

[8] *Farkas F., Kovács F., Klug O., Gombos M., Németh B. és Barakka I.:* BKL-Kohászat 106.184 (1973).

Az Almásfüzitői Timföldgyár műszerezésében és automatizálásában 1970 óta bekövetkezett változások

NÉMETH BÉLA okl. gépészmérnök
Almásfüzitői Timföldgyár

DK: 669.712(439—201) Almásfüzitő: 66.012.1„1970/1974"

A tanulmány bemutatja az Almásfüzitői Timföldgyárban a műszerezés-automatizálás terén 1970 óta beállott változásokat. Ismerteti a változások, illetve új megoldások lényegét. Közli az üzemviteli tapasztalatokat. Kitér a technológiai számítógépes irányítás előkészítésében elért eddigi eredményekre.

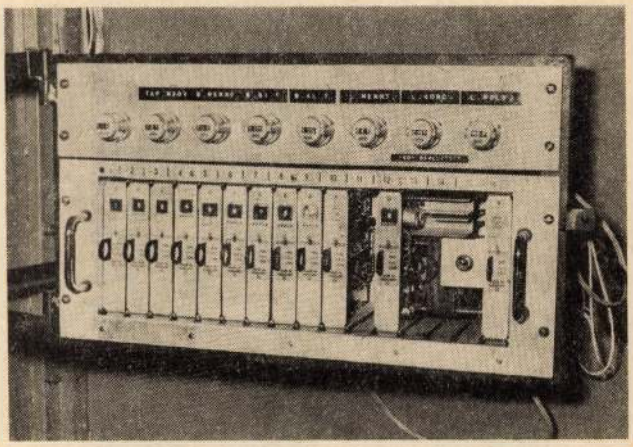
Az *Almásfüzitői Timföldgyár* 1950. november 2-tól termel folyamatosan. Ebben a közleményben csak a IV. ötéves terv során bekövetkezett fejlődésről számolunk be, mivel a húszéves évforduló alkalmával már adtunk hasonló jellegű tájékoztatást [1, 2, 3, 4]. Az ismertetést a technológia sorrendjében, üzemrészenként állítottuk össze.

Előkészítő — Feltárás

Zagybeállítás

A korábban már ismertetett [5, 6] számítóegységgel irányított zagybeállítást 1974. aug. 5-én helyeztük üzembe. Rendelkezésre álló adataink szerint Európában számítóegységgel nem irányítanak timföldgyári zagybeállítást. Az eddigi üzemvitel igazolta elképzeléseink helyességét. Bár még nem minden paraméter jut folyamatosan a számítóegységbe [7], mégis a zagybeállítás minőségi eredményeivel az üzem elégedett.

A zagybeállításnál alkalmaztuk a *Geofizikai Kutató Intézet* automatikus bauxit analizátorát. Az analizátort 1974. február óta folyamatosan üzemeltetjük [8, 9]. A zagybeállításnál alkalmazzuk az *FKI* lúgelemző készülékét is [10]. Hét paraméter mérését valósítjuk meg, és a kapott jeleket az *1. ábrán* látható, házilag készített számítóegységgel dolgozzuk fel [5]. A *2. ábra* a zagybeállítás műszerfalát mutatja be.



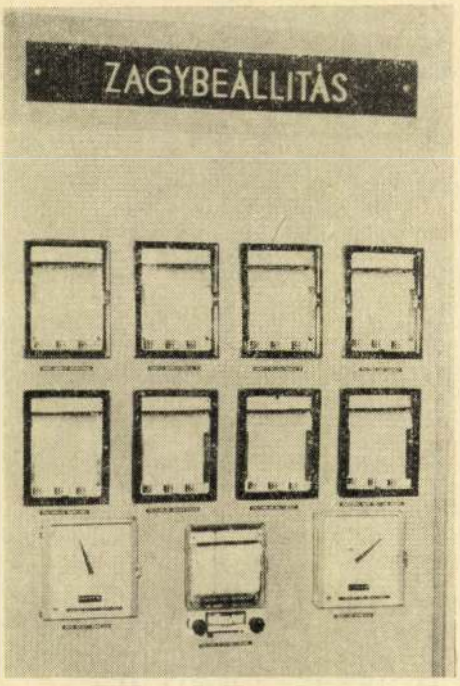
1. ábra. Zagybeállítás analóg célszámító egysége

Zagyszivattyúk hajtásának szabályozása

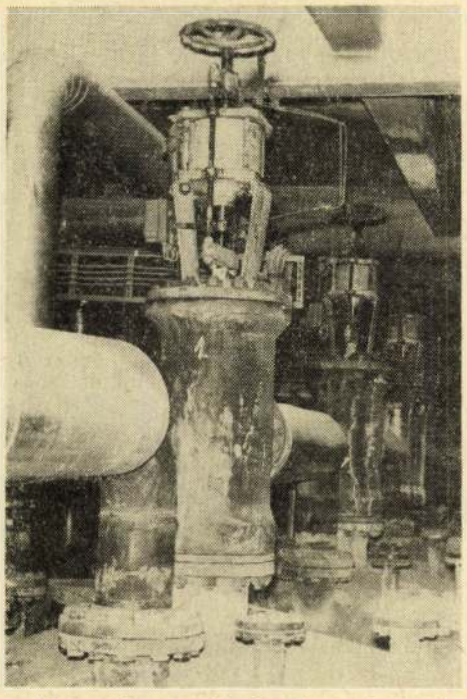
Felújításkor, a *VILATI* által készített hajtásszabályozókat le kellett cserélnünk. Ezek ugyanis mind gyakrabban meghibásodva veszélyeztették a biztonságos üzemvitelt. Korszerűbb, tirisztoros készüléket építettünk helyükbe, amelyet a *VBKM Anód Gyáregysége* gyártott. Míg a transzduktoros szabályozó gyakorlatilag hetenként meghibásodott, a tirisztoros készülék 1973 decembere óta hibátlanul működik.

Autoklávsor hőmérséklet- és nyomásszabályozása

Korábban a feltárási hőmérsékletet egy szabályozási körrel és ezenkívül két beavatkozó szervvel szabályoztuk. A műszerterem felújítása során áttértünk két szabályozó alkalmazására, így a hő-



2. ábra. Előkészítő-feltárás üzem műszertermi panelban elhelyezett zagybeállítás műszerei



3. ábra. Expanziós tartályok szintszabályozó szelepei

mérsékletet két lépcsőben állítjuk be és a véghőmérséklet tartása $\pm 0{,}5$ °C-nál pontosabbá vált.

A nyomásszabályozásnál csupán a végrehajtó szervet említjük, a korábbi villamos segédenergiával működő végrehajtó szervet *pn* munkahengerre cseréltük. A víz-ellennyomású tömszelencéről áttértünk víznyomás nélküli hosszabb tömszelence alkalmazására. Tömítésként teflon gyűrűket, teflon zsinórt alkalmaztunk. A módosítások előnye kettős: nem kell dugattyút működtetni, a szelep működése *pn* energiával gyorsabb lett és lényegesen egyszerűbb a karbantartása.

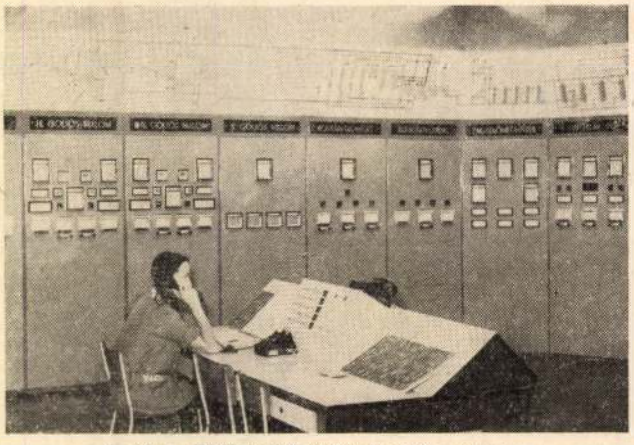
Expanziós tartályok szintszabályozása

A gyárbővítés harmadik ütemében beépített szintszabályozókat [2, 3] módosítottuk, egyszerűsítettük. A szintszabályozó szelepeket a nyomásszabályozó szelepekhez hasonlóan átalakítottuk *(3. ábra)*.

A korábban alkalmazott *Gamma ANALCONT* rendszerű *PID* szabályozókat elhagytuk. Az izotópos szintérzékelő jele *pn*-elektromos átalakítóból jut a *pn* helyzetbeállítóba, amely közvetlen működteti a *pn* munkahengert. A végrehajtott módosítások következtében a korábbi megoldáshoz képest mintegy felére csökkent a műszer költsége, növekedett az üzembiztonság és csökkent a karbantartási idő.

Műszerterem

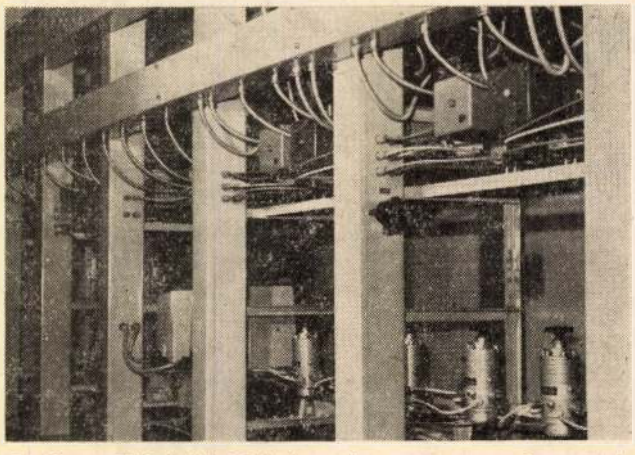
Két év alatt (1972—73) újítottuk fel az üzemrész műszertermét. Célunk elsősorban a tipizálás, az egyszerűsítés, a jobb áttekinthetőség és az elő-



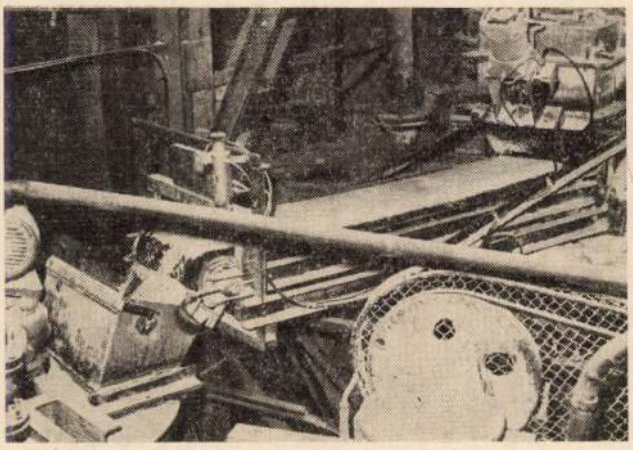
4. ábra. Előkészítő-feltárás műszerterem

forduló hibák könnyebb felderítése volt. A *pn* műszereket egységesen lengyel *PAP* gyártmányú műszerekre cseréltük, a villamos regisztrálóink javarészt *EMG* gyártmányúak.

A *4.* és *5. ábrán* az előkészítő és feltáró üzemrész saját tervezésű és kivitelezésű műszerterem-részletét mutatjuk be.



5. ábra. Előkészítő-feltárás műszerterem, panel mögötti részlet



6. ábra. A beszerelt és működő lisztmennyiség-mérő mérleg

Ülepítés — mosás

Hígítás

Az expanziós-sor utáni zagy hígításának szabályozása rendszertechnikailag nem változott, csupán a fajsúlyérzékelőt módosítottuk kétlépcsős vízöblítéses és vízhűtéses kivitelre [11]. A módosított érzékelőnél jelentősen lecsökkent a lerakódás veszélye és kb. évente egyszer kell csupán a rendszert tisztítani. A hűtés lehetővé tette, hogy a 125—130 °C-os zagy fajsúlyát még mérni tudjuk.

Lisztmennyiség szabályozása

A jobb ülepedés céljából az ülepítő és mosó dorrokba lisztet adagolunk. Ezt közvetlen mérés és szabályozás nélkül adagolták a felzagyoló hidegvizes tartályba. Mivel a kereskedelemben 0—725 kg/ó méréstartományú szalagmérleget nem tudtunk beszerezni, a feladatot a műszaki fejlesztés keretében házilag oldottuk meg *(6. ábra)*. A mérleget, amelynek pontossága ±1%, és a hozzá kifejlesztett szabályozási kört 1974 novemberében helyeztük üzembe. Értéktartó szabályozást végzünk rétegvastagság módosítással. Eredményeink és tapasztalataink kedvezőek, meghibásodás nem volt, a házilag elkészített mérleg üzemünknek mintegy háromszázezer forint megtakarítást jelentett.

Ülepítő és mosó-dorrok műszerezése

A bevált és korábban már ismertetett [12] műszeres folyamatirányítással végzi az üzemrész a munkáját. Előrelépés történt a beavatkozó szervek korszerűsítése terén. A gumimembrános *(Saunders)* beavatkozó szerveket egyenes átteresztésű, keményfém réteges szelepházakra cseréltük ki. Így a korábbi 1—2 hónap helyett 4—6 hónapra növekedett a hibátlan működés ideje. Ezt igen jelentős eredménynek tekinthetjük.

Szelvényezés

A mosó-dorrok üzemvitelénél tudnunk kell, hogy a dorrokban levő iszap súlya mekkora. Ezt hetenként egyszer, ill. kétszer különböző mélységben vett minták laborelemzésével és számítással határozták meg, amely azonban több bizonytalanságot rejt magában. Készítettünk egy szelvényező műszert *(7. ábra)*, amely a fajsúlymérés elvén működik. A készülék skáláján leolvasható adott mélységben az iszap g/l értéke. Mindegyik dorrnak külön skálája van. A készülék alkalmazásával feleslegessé vált a körülményes iszap-mintavétel és a hosszadalmas laboratóriumi elemzés.

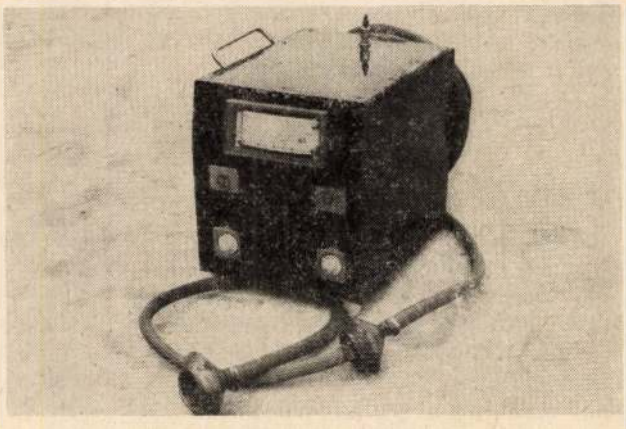
Műszerterem

A mosó-sori műszertermet házi tervezéssel és kivitelezéssel 1974-ben újítottuk fel. A már korábban jól bevált megoldást alkalmaztuk: a mérővezetékeket, a 220 V-os kábeleket és a *pn* vezetékeket külön csatornába helyeztük *(8. ábra)*.

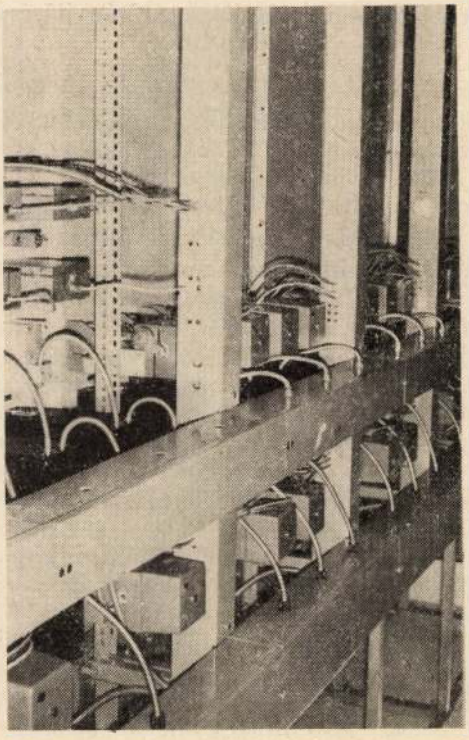
Kikeverés

Eimco szűrők műszerezése

A gyárbővítés keretében beépített 4 db *Eimco* tárcsás vákum-szűrő mellé további beruházással az ötödik szűrőt is beépítettük. Ezzel párhuzamo-



7. ábra. Dorr szelvényező műszer



8. ábra. Mosó-dorrok műszerterme, panel mögötti részlet

san tovább fejlesztettük a szűrők műszerezését [13]. Jelentős eredménynek mondható a ledobó-levegő vezérlésének megvalósítása. Kezdetben a *Herion* cég által gyártott mágneses működésű szelepekkel akartuk a levegő-vezérlést biztosítani, azonban ezek gyakori meghibásodása miatt házilag készítettünk *pn* munkahengerrel működő, a ledobólevegőt nyitó-záró szelepeket [14], amelyek üzemközben még nem hibásodtak meg, így várakozáson felül beváltották elképzeléseinket.

Jelzések

Gyárunkban mechanikus kikeverést alkalmazunk. Mivel közel száz kikeverő tartály üzemel, a keverőket működtető villamos motorok üzemállapotának ismerete igen fontos. A motorok állapotát (működik vagy nem) ismerni kell, amit lámpák jeleznek. A lámpákat működtető áramkörökben korábban relék voltak, jelenleg kontaktus nélküli áramkörökkel újítottuk fel a jelzőrendszert. Megjegyezzük, hogy a jelzéseket minden üzemrészben a korszerűbb, üzembiztosabb kontaktus nélkül áramkörökre cseréljük le.

Vízmű

Nyomás- és hőmérsékletszabályozás

A lakótelepi melegvíz ellátást és fűtést két-két nyomás- és hőmérsékletszabályozó körrel irányítjuk. A beruházás keretében beépített villamos segédenergiával működtetett műszereket *pn* segédenergiával működő műszerekre cseréltük. A mérőhelyeket és beavatkozások helyét is módosítottuk. Jelenleg a szabályozó körök működése kielégítő.

A technológia számítógépes irányításának előkészítése

Több közleményünkben ismertettük [15—18] a számítógépes irányítás előkészítésével kapcsolatos tevékenységünket. A több éves munka eredményeként 1974. november-decemberben *off-line* üzemmódban irányítottuk a timföldtermelést.

Az *Almásfüzitői Timföldgyár* műszaki kollektívája által készített matematikai modell alapján, a *Budapesti Műszaki Egyetem Folyamatszabályozási Tanszék Számítástechnikai osztálya* által írt programnak megfelelően, gépileg számítottuk ki naponta a timföldgyártás irányításához szükséges adatokat. Minden nap egyszer géptávirón továbbítottuk a számításhoz szükséges paraméterek értékeit. Ezek a paraméterek mért, laboratóriumban elemzett és tapasztalati, felvett adatok voltak. A géptávírón továbbított kémiai és fizikai paraméterek száma 91, a számítógép által kiszámított értékek száma pedig 227 adat volt. A számítógép a beadott paraméterekből mindig meghatározta a timföldgyártás anyagköltségét. Végeztettünk a géppel olyan számításokat is, amelyek eredménye alapján a gazdaságosabb gyártáshoz szükséges információkat számítottuk ki. A gép által kiszámított adatok betartása esetén úgy tűnik, hogy 20—30 Ft/t anyagköltség megtakarítást lehet elérni.

Az *Almásfüzitői Timföldgyár* 1975-ben egy *TPA/i* típusú kis számítógépet vásárol a KFKI-tól. Ennek beépítéséhez a szükséges munkákat elkezdtük. Első lépésben a gépet *off-line* üzemmódban fogjuk üzemeltetni és fokozatosan kívánunk rátérni az *on-line* üzemvitelre.

IRODALOM

[1] *Németh Béla:* Műszerezés és automatizálás az Almásfüzitői Timföldgyárban (jelzés, mérés, vezérlés). BKL-Kohászat, 1970. 9. sz.

[2] *Németh Béla:* Automatikus mintavétel és szabályozás az Almásfüzitői Timföldgyárban. BKL-Kohászat 1970. 11. sz.

[3] *Németh B., Barakka I., Füsti E., Locsmándi G., Boros F.:* Timföldgyártás mellékágának műszerezése és automatizálása az Almásfüzitői Timföldgyárban. Timföldgyári ankét, Almásfüzitő, 1970.

[4] *Barakka I., Németh B., Füsti E., Locsmándi G.- Boros F.:* Timföldgyártás mellékágának műszerezése és automatizálása az Almásfüzitői Timföld. gyárban. Timföldgyári ankét, Almásfüzitő, 1970,

[5] *Németh B., Barakka I., Lengyel L.:* Reguliroványe pulpü pered vüsolocsiványiem sz pomoscsju vücsiszlityelnogo usztrojsztva na glinazomnom zavode. Előadás III. Mezsdunarodnaja Konferencija „ASZUHIM 73" anyaga. 1973. (okt.) Burgasz, Bulgária

[6] *Németh B., Barakka I., Lengyel L.:* Számítóegységgel irányított timföldgyári zagybeállítás. Előadás, VII. Magyar Automatizálási Konferencia, Budapest, 1973.

[7] *Somogyvári P.:* Analóg célszámító egység készítése a timföldgyári zagybeállítás automatizálásához. FMKT szakdolgozat, Almásfüzitő, 1975.

[8] *Vörös K., Németh B.:* A bauxit előkészítése, folyamatos elemzése. Előadás, VII. Magyar Automatizálási Konferencia, 1973.

[9] *Németh B., Vörös K.:* A bauxitminta előkészítése és elemzése során szerzett tapasztalatok, különös tekintettel az automatizálásra. BKL-Kohászat 1974. 5. sz.

[10] *Farkas F., Kovács F., Gombos M., Klug O., Németh B., Barakka I.:* Timföldgyári lúgos oldatok összetételének meghatározása fizikai paraméterek mérése alapján. Előadás, Vegyi és Olajipari Automatizálási Konferencia és Kiállítás anyaga. Budapest, 1973.

[11] *Németh B., Boros F.:* Kétlépcsős fajsúlymérés és szabályozás. BKL-Kohászat, 1972. 2. sz.

[12] *Barakka I., Németh B.:* Mosó-sor műszerezése és automatizálása. Vegyi- és Olajipari Automatizálási Konferencia, Budapest 1972.

[13] *Németh B.:* Tárcsás vákuumszűrők műszerezése az Almásfüzitői Timföldgyárban. BKL-Kohászat, 1973. 5. sz.

[14] *Hollósi J.:* Általános timföldgyári használatra kialakított szabályozó szelepek. BKL-Kohászat, 1973. 11. sz.

[15] *Barakka I., Jakobi Gy., Lengyel L., Németh B.:* A timföldgyártás technológiai folyamatának számítógépes modellezése. Vegyi- és Olajipari Automatizálási Konferencia Budapest, 1972.

[16] *Barakka I., Ercsényi A., Jakobi Gy., dr. Mátyási J.:* Eljárás a timföldgyártás önköltség-minimumának meghatározására. Előadás, VII. Magyar Automatizálási Konferencia, Budapest, 1973.

[17] *Jakobi Gy., Pintér G.:* A timföldgyártás részfolyamatának matematikai modellezése. V. Országos Automatizálási Konferencia, Budapest, 1968.

[18] *Barakka I., Németh B.:* A timföldgyári automatizálás fejlesztési lehetőségei és a fejlődés iránya. BKL Kohászat, 1973. 12. sz.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

108. ÉVFOLYAM



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

BUDAPEST, 1975. NOVEMBER HÓ 11

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал **Металлургия**
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen **Hüttenwesen**
Mining & Metallurgical Journal **Metallurgy**

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. 105.
Tel.: 426-795

TARTALOM

DR. NAGY GÉZA: Kátránydolomittégla gyártásának hazai lehetőségei, különös tekintettel az LD konverterek tűzállóanyag igényére ... 481

POLENCSIK JÓZSEF: A folyamatos acélöntőmű termelési feltételeinek elemzése az Ózdi Kohászati Üzemekben ... 486

BARABÁS FERENC: Tolókemencék minimális hűtővízveszteségének meghatározása ... 493

DR. LŐRINCZ OSZKÁR: Termelőberendezések automatizálásának színvonalát és gazdasági hatékonyságát együttesen értékelő modellmódszer ... 500

LAKATOS ISTVÁN—SZAKÁTS ISTVÁN: Az energiafelhasználás korszerű tervezése számítógéppel a Lenin Kohászati Művekben ... 505

GREGA OSZKÁR: Különböző bázikusságú zsugorítványokkal szerzett gyártási tapasztalatok ... 507

Egyesületi hírek ... 510

Beszámoló külföldi tanulmányútról ... 510

Tovább bővülnek a Kohászati Gyárépítő Vállalat kelet-ázsiai kapcsolatai ... 511

Szabványosítási hírek ... 512

Könyvismertetés ... 512

FÉMKOHÁSZAT

GYULASI ISTVÁN: Környezetvédelem a rézkohászatban ... 513

DR. VÁRHEGYI GYŐZŐ: A ritkafémkohászat fejlődésének prognózisa és a hazai kutatási feladatok ... 519

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek ... 525

Hazai alumíniumipari hírek ... 527

A Fémkohászati Szakosztály hírei ... 528

ÖNTÖDE

SZEKERES JÁNOS: A hot-box magkészítő eljárás fejlesztése ... 241

KORBULY JUDIT—DR. TAKÁCS PÁL—SINKOVITS GYÖRGY: Öntödei kőszénliszt-alapanyagok minősítő vizsgálata ... 247

Szakosztályi hírek ... 251, 257

JÓNÁS PÁL: A tudományos diákköri tevékenység 10 éve az Öntészeti Tanszéken ... 252

Jubileumi és hajózási kiállítás az Öntödei Múzeumban ... 258

Japán öntőipara 1973—74-ben ... 261

Folyóiratszemle ... 262

Könyvismertetés ... 264

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 426-795.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

75.11., 5158 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16. F. v.: Povárny Jenő

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámára.

Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.

Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770.

Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft.

Index: 25,155

ÉVFOLYAM
ГОД
JAHRGANG
YEAR
108

SZÁM
№
Nr.
No.
11

NOVEMBER
НОЯБРЬ
NOVEMBER
NOVEMBER
1975

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ЖУРНАЛ ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ МЕТАЛЛУРГИЯ
ZEITSCHRIFT FÜR BERG UND HÜTTENWESEN HÜTTENWESEN
JOURNAL OF MINING AND METALLURGY METALLURGY

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р. Геза Надь: **Отечественные возможности производства доломитовых кирпичей. Потребность жаропрочных материалов у ЛД конвертеров . С 481**

Автор даёт обзор о жаропрочных футеровках конвертеров развитых сталепроизводящих стран. Приведены опыты проведенные на кафедре теплотехники Политехнического института тяжёлой промышленности и на Металлургическом комбинате имени Ленина с целью производства отечественных доломитовых кирпичей.

Йожеф Поленчик: **Анализ условии производства на установке непрерывной разливки стали на Металлургическом заводе в Озде ..... С 486**

Автором приведены условия производства и программирования на установке непрерывной разливки стали, результаты производства. Сделаны выводы о дальнейшем ходе производства.

...ш: **Определение минимальной подающей воды у методических пе... С 493**

...е потери охлаждающей воды у методечей содержаших скользяшие рельсы ...ные столбы. Определение минимальния этих потерей. Новый метод рас...естным использованием механики и ...и.

...ринц: **Модельный метод совместно ...ший уровень и экономическую эффсть автоматизации производственных ... С 500**

...была создана модель с помощью которой ... возможных вариантов атоматизации ...гических производственных оборудо...ожно проводить экономическую оценку ...изации. Автоматизацию технико-техноской задачи можно осуществить разными ...и, различной технологией. При этом целью ...ется то, чтобы решение с технико — экономической точки зрения было оптимальным, т. е. ...ень автоматизации соответствовал заданию.

Иштван Лакатош—Иштван Сакаш: **Современное планирование на электронно вычислительной машине использования энергии на металлургическом комбинате имени Ленина ..... С 505**

Авторы приводят систему планирования энергии, разработанную на электронной вычислительной машине BULL GE 115 Металлургического завода имени Ленина. Описаны соотношения между производством и расходом энергии. Приведена система „пикого хозяйства" полученная на вычислительной машине.

Оскар Грега: **Производственные опыты полученные с агломератами различной щёлочности . С 507**

На основе производственных опытов полученных с агломератами различной щёлочности автор установливает, что повышение щёлочности не вызывает уменьшение расхода топлива и существенное уменьшение производства. На основе статистических зависимостей автор определяет коэффициенты корреляции между C и FeO, установливает влияние обработки в доменной печи агломератов различной щёлочности.

Дюлаши И.: **Охрана окружающей среды в области действия металлургических заводов для производства меди ..... С 513**

Автором описываются применяемые в металлургии меди методы для снижения загрязнения воздуха, а именно три способы: разброс в атмосферу разбавленных газов через высокую трубу, поглощение сернистого ангидрида из разбавленных газов, повышение или снижение производства в зависимости от степени загрязнения окружающей среды. Описываются также различные способы снижения загрязнения, действующие и применяемые на новых заводах.

Д-р. Вархеди Дь.: **Прогноз прогресса металлургии редких металлов и исследовательские задания в ВНР ..... С 519**

На основе различных статистических данных (цены, данные по производству, и др.) автором были рассмотрены мировое направление использования редких металлов и потребности их до конца нашего века. Описываются намеченные исследовательские задания с целью открытия и утилизации венгерских источников редких металлов.

INHALT

Dr. G. Nagy: **Die einheimischen Möglichkeiten der Erzeugung von Teerdolomitsteinen mit Rücksicht auf die ff. Ausmauerung von LD — Konvertern** S 481

Die ff. Ausmauerung von Konvertern in den hochentwickelten Industrieländern. Die am Lehrsuhl für Feuerungstechnik der Technischen Universität für die Schwerindustrie und im Eisenwerk Lenin durchgeführten Versuche zur Erzeugung von Teerdolomitsteinen aus einheimischen Rohstoffen.

J. Polencsik: **Das Stranggiessen im Eisen- und Stahlwerk zu Ózd** ..... S 486

Die Einrichtungen, die Erzeugungs- und Programmierungs-Verhältnisse, die Stahlqualitäten und die bisherigen Produktionsergebnisse der Stranggussanlage des Eisen- und Stahlwerkes zu Ózd. Die Folgerungen auf den weiteren Betrieb der Anlage.

F. Barabás: **Die Bestimmung des minimalen Kühlwasserverbrauches von Stossöfen** ..... S 493

Die Verminderung des Kühlwasserverbrauches der Gleitschienen und Querbalken von Stossöfen. Bestimmung des minimalen Wertes der Wasserverluste. Abweichend von dem bisherigen Verfahren wurde eine neue Berechnungsmethode entwickelt zur mechanischen Bemessung und zur wärmetechnischen Berechnung der Einrichtungen.

Dr. O. Lőrincz: **Ein Modellsystem zur Bewertung des Niveaus und der Wirtschaftlichkeit von der Automatisierung der Produktionsmittel** ..... S 500

Das entwickelte Modell ermöglicht die wirtschaftliche Bewertung der verschiedenen Möglichkeiten der Automatisierung von hüttentechnischen Produktionsmitteln. Eine technologische Automatisierungs-Aufgabe kann auf verschiedener Weise, und zwar durch mehrere technologische Lösungen verwirklicht werden. Die Lösung muss technisch und wirtschaftlich optimal sein, das heisst das Niveau der Automatisierung darf weder höher, noch niedriger, als das unbedingt Nötige liegen.

I. Lakatos—I. Szakáts: **Die zeitgemasse Planung des Energieverbrauches mit einem Rechner im Hüttenwerk Lenin** ..... S 505

Beschreibung der Planungsmethode der Energiewirtschaft mit einem Rechner, System BULL GE 115, im Hüttenwerk Lenin. Die Erzeugung und Verbrauch von Energie im Hüttenwerk. Das entwickelte „Spitzen-Wirtschaften" mit dem Rechner.

O. Grega: **Erfahrungen der mit Sintern verschiedener Basizität durchgeführten Betriebsversuche** ... S 507

Aufgrund der Erfahrungen von mit Sintern verschiedener Basizität durchgeführten Betriebsversuchen wird festgestellt, dass die Erhöhung der Basizität weder eine Zunahme des Brennstoffes, noch eine wesentliche Abnahme der Produktion bewirkt. Durch statistische Zusammenhänge werden die Korrelationskoeffizienten zwischen Kohlenstoff und Eisenoxyd bestimmt, ebenso auch die Auswirkungen der Anwendung von Sintern verschiedener Besizität in den Hochöfen.

I. Gyulasi: **Umweltschutz in der Kupfermetallurgie** ..... S

Der Verfasser beschreibt die Verfahren, d
Kupferhütten zur Verminderung der I
reinigung eingesetzt werden. Dazu we
Verfahren verwendet: das Nusbreiten
dünnten Gase in der Atmosphäre durch e
hen Schornstein, das Abtrennen des Sch
oxids aus den verdünnten Gasen, Steigeru
Senkung der Erzeugung in Abhängigke
Verunreinigungsgrad der Umgebung. Er
reibt die in den bestehenden und neuen P
eingesetzten verschiedenen Verfahren.

Dr. Gy. Várhegyi: **Prognose der Entwicklung**
nen Metalle und die heimischen Forsch
gaben .....

Auf der Grundlage von statistischen Date
sentwicklung, Erzeugungsangaben usw.)
der Verfasser die Verwendung der selten
talle in der ganzen Welt und die wahrschei
Anforderungen um die Jahrtausendwende.
läutert die Forschungsaufgaben in Verbi
mit dem Erschliessen und Nutzbarmache
heimischen Quellen von seltenen Erden.

CONTENTS

Dr. Nagy G.: **The domestic possibilities of producing tar dolomite brick, with special regard to the refractories required in the LD converters** ..... P 481

The author reviews the refractory linings in converters of the leading steelmaking countries. He describes the experiments carried out at the Institute for Combustion Technology of the Technical University of the Heavy Industry and at the Refractories Plant of the Lenin Metallurgical Works.

Polencsik J.: **Analysis of the conditions of continuous production in the steel casting plant of the Ózd Metallurgical Works** ..... P 486

The author discusses the conditions of production and programming of the continuous steel casting shop at the Ózd Metallurgical Works; after a presentation of the results of production with a view to steel quality conclusions are drawn concerning the further operation of the plant.

Barabás F.: **Calculating the minimal cooling water loss in pusher type furnaces** ..... P 493

The author endeavours to reduce the cooling water losses in pusher type furnaces with glide rail and cross bar. A novel method of calculation is presented which employs a combination of mechanical dimensioning and thermotechnical calculations.

Dr. Lőrincz O.: **A model method for the simultaneous evaluation of the level of automation and economic effectivity of production equipment** ..... P 500

The author has developed a model for the economic evaluation of metallurgical production equipment on the basis of the possible types of its automation. A technological and technical task can be carried out in various ways. Our aim should be to achieve a technically and economically optimal level of automation which is adapted to the task to be solved.

Lakatos I.—Szakáts I.: **The modern planning of energy utilization at the Lenin Metallurgical Works** ..... P 505

The authors describe the energy planning system realized with the aid of the BULL GE 115 type computer, the energy producing and consuming conditions in the plant and the system of "peak management" achieved with the computer.

Grega O.: **Production experiences with sinters of different basicity** ..... P 507

From the experiences of the production of sinters of different basicity the author concludes that an increased basicity does not cause an increase in fuel or any substantial decline in production. The correlation coefficients C — FeO are determined from statistical relationships and the effects of processing sinters with different basicity in the blast furnace are discussed.

Gyulasi I.: **Environmental protection in copper metallurgy** ..... P 513

The author describes the methods employed in copper smelters to reduce atmospheric pollution. Three methods are used: distributing the dilute gases in the atmosphere through a tall stack, separating sulphur dioxide from the dilute gas and increasing or reducing production according to the degree of pollution of the environment. The methods used in the existing and new plants are discussed.

Dr. Várhegyi Gy.: **Forecast of the development of rare metals and the Hungarian research tasks** ..... P 519

Using various statistical data (price evolution, production data etc.) the author studies the rare metals consumption of the world and the probable demands at the turn of the century. He describes the projected research, tasks of Hungary to exploit and utilize our sources of rare metals.

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
GARAY LÁSZLÓ, HANTÓ KÁLMÁN, KOLLÁR SÁNDOR, KOLOSY ERNŐ, DR. VERŐ BALÁZS.

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, CSEH MIKLÓS, DR. FUCHS ERIK, DR. HAJTÓ NÁNDOR, HARRACH WALTER, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, DR. SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VAS IVÁN

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

108. évfolyam 11. szám 1975. november

Kátránydolomittégla gyártásának hazai lehetőségei, különös tekintettel az LD konverterek tűzállóanyag igényére*

Dr. NAGY GÉZA okl. kohómérnök
Nehézipari Műszaki Egyetem, Tüzeléstani Tanszék

DK: 669.184.125.22

A szerző áttekintést ad a fejlett acélgyártó országok konvertereinek tűzálló béléseiről. Ismerteti saját kísérleteiket, amelyeket az NME Tüzeléstani Tanszékén és az LKM Tűzállóanyag Gyárában végeztek hazai alapanyagú kátránydolomit tégla előállítására.

Az elmúlt évtizedekben kialakult és napjainkban is gyorsan fejlődő LD, valamint más korszerű oxigénes acélgyártási eljárások magasabb követelményeket támasztanak a tűzálló bélésanyagokkal szemben. A konverteres acélgyártás bevezetésével egyidőben került sor hazánkban is a tűzállóanyagipar hosszútávú fejlesztésével kapcsolatos magasszintű tárgyalásokra. Ez ad aktualitást e munkának is, amellyel felkívánjuk hívni a figyelmet a dolomittéglagyártás kifejlesztésének szükségességére. A hazai alapanyaghelyzet, a nemzetközi tapasztalatok és saját kísérleteink alapján import megoldás helyett ezt a minőséget tartjuk leggazdaságosabbnak.

Irodalmi áttekintés

A NIPON KOKAN cég Kowasaki-ban levő acélművében [1, 2, 3] a konverter kiöblösödő (has) részénél a berakó oldalon, vagyis a legnagyobb mechanikai igénybevételnek kitett szakaszán, valamint a salakszintnél és a salakcsapolás oldalán, tehát a salak támadóhatásának leginkább kitett részén kátránnyal átitatott, égetett dolomitmagnezit téglákat alkalmaznak, a csapolónyílásnál elektromosan olvasztott kátránnyal átitatott égetett magnezittéglák kerülnek felhasználásra. Az összes többi rész bélelésére kátránykötésű, temperált dolomit-magnezit téglát használnak.

A Higashidai-Acélműben üzemelő 150 t-ás konverter bélését döntő részben dolomit tűzállófalazattal látják el. 1113 adagos maximális falazattartósságot sikerült elérni, üzemközi felszórás nélkül. A kombinált falazási módszer alkalmazásával a fajlagos téglafelhasználás 1,8 kg/t-ára csökkent.

Az Amerikai Egyesült Államokban — elsősorban gazdag magnezit lelőhelyeik miatt — égetett és kátránnyal átitatott magnezitet használnak [4]. Felfogásuk a felszórás tekintetében ellentétes a japán gyakorlattal, ami azt jelenti, hogy rendszeres üzemközi javítással kívánják a falazat élettartamát megnövelni. Így 1701 adagos rekord tartósságot sikerült elérni. Az USA-ban a magnezitet fokozottabban alkalmazzák a dolomittal szemben és becslések szerint ez az aránya jövőben sem változik. Várhatóan 10—20% dolomitot fognak használni a 80—90% magnezit mellett. (Ez a megoszlás az Egyesült Államokban az európainál lényegesen kisebb dolomit-magnezit árkülönbségből adódik.)

A Német Szövetségi Köztársaságban üzemelő konverterek kátrány-dolomit, különböző CaO, MgO arányú kátránykötésű vagy kerámai kötésű, kátránnyal átitatott bélésanyaggal dolgoznak. A legkorszerűbb falazási technológiának a kombinált megoldást tartják, amely gazdaságossága mellett egyenletes falazatelhasználódást és biztonságos üzemeltetést tesz lehetővé [3].

Példaként hozható fel egy 180 t-ás konverter, amely abban az esetben, amikor a bélésanyag teljes egészében hőkezelt kátránydolomittégla volt, 469 adagot bírt ki, míg eltérő minőségből történt falazás esetén a tartósság 761 adagra növekedett. Ebben az esetben különböző szemcseösszetételű kerámiai kötésű dolomittéglával, valamint speciális CaO, MgO arányú kerámiai kötésű dolomittég-

* A Vaskohászati Szakosztály 1974. évi pályázatán nívódíjat nyert tanulmány.

lával falaztak. Az adagoló övezetbe épített tégla CaO, MgO aránya 1,7 és 0,4 között volt. A kerámiai kötésű téglákat az igénybevételnek megfelelően vákuumban, vagy légköri nyomáson kátránnyal impregnálták. A fajlagos tűzállóanyagfelhasználás 2,7 kg/t-ra adódott.

Csehszlovákiában a Keletszlovákiai Vasmű 120 t-s konvertereinek bélését saját készítésű, kátránykötésű dolomitos magneziből készült előkrakkolt dolomittömbökből építik [5]. A falazattartósság átlagosan 400 adag. A dolomitos magnezit (másodosztályú magnezit-szinter) alkalmazását azzal indokolják, hogy az elsőosztályú magnezitből azonos eljárással készített tömbök alkalmazásával falazott konverterek élettartama sem haladta meg a 420 adagot, ugyanakkor az alapanyag ára kétszer akkora.

A lengyelországi Nova-Hutai Kohászati Kombinát Acélművében üzemelő 3 db 140 t-s konverter egyikének bélését kátránykötésű dolomit, a másik kettőét kátránykötésű dolomit-magnezit tömbökből képezik ki. A falazattartósság előző esetben 550, míg az utóbbi esetben 450-es átlagos értéknek felel meg. A kátránykötésű dolomit-magnezit felhasználását a fentiek, és a közel dupla költség ellenére az indokolja, hogy az ingadozó falazóanyag igények miatt a kész termékek tárolási ideje a dolomittömböknél megengedhető értéket meghaladja.

A Szovjetunió kohászati üzemeinek konvertereihez kátránykötésű dolomit, temperált kátránykötésű dolomit, kátránykötésű dolomit-magnezit és égetett kátránnyal átitatott magnezitet használnak [6, 7]. A kátránykötésű dolomit-magnezit gyártó vállalatok és kohászati üzemek valamennyi gyáregységeiben bevezetik az oxigénfúvatásos konverterek számára előállított égetett gyártmányok hőkezelését és kátránnyal történő átitatását [8].

Az előzőekben kiemelt néhány példa, de elsősorban az itt nem részletezhető számos szakcikk és tanulmány alapján megállapítható, hogy a rendkívül differenciált lehetőségek és igények, az oxigénfúvatásos konverterek falazóanyagaként használatos tűzállóanyagminőségek rendkívül széles skáláját alakították ki.

A dolomit alapanyag szerepe jelentős a magnezit mellett. Ezt, elsősorban nem falazattartósági, hanem gazdaságossági szempontok támasztják alá. (Angliában [9] 1 tonna kátránydolomit tégla ára 24—27, hőkezelt kátránydolomit tégla ára 30—40, égetett és kátránnyal átitatott dolomittégla ára 55—70, égetett és kátránnyal átitatott magnezittégla ára 75—95 font.)

A konverterek bélésfalazataihoz használt dolomit alapú termékek a hagyományosnak mondható kátránykötésű nyers, vagy temperált dolomit gyártástechnológiájával készülnek.

Felfedezhető néhány figyelemreméltó, főleg szovjet, japán és NSZK kezdeményezés, amely a dolomit alapú és karbontartalmú téglák tárolási és alkalmazástechnikai tulajdonságainak javítására irányul.

A saját kísérleteink ismertetése

Tekintettel arra, hogy hazánkban a 80-as években megindul a konverteres acélgyártás, fontosnak tartjuk annak vizsgálatát, hogy dolomit-előfordulásaink alkalmasak-e tűzállótégla gyártására.

Megítélésünk szerint Magyarországon célszerű lenne egy dolomittéglagyár létesítése, amely hazai alapanyagra épülve ellátná az oxigénes konvertereket bélésanyaggal és egész kohászatunkat javítóanyaggal, emellett lehetőség nyílna a szükséges mennyiségű kerámia kötésű magnezittégla kátrányitatására is.

Munkánk elkezdésénél jelentős segítséget nyújtottak az LKM, ÓKÜ, valamint az NME Tüzeléstani Tanszékének szakemberei által korábban végzett vizsgálatok. Ezek megmutatták, hogy a tömöttszemcsés bükki dolomit alkalmas kátránydolomittömbök gyártására [10]. Az oxigénfúvatásos konverteres acélgyártás bevezetése a közeljövő feladatai közé tartozik, a probléma felvetése újra időszerű. Azok a laboratóriumi és kisszámú üzemi vizsgálatok, amelyeket e témában végeztünk, hasznos adatokat szolgáltathatnak a további kutatás számára.

Az alapanyag legfontosabb jellemzői

A vizsgálat tárgyát képező bükki tömöttszemcsés dolomit kémiai jellemzőit az *1. táblázat* tartalmazza:

A vizsgálatokhoz a fenti dolomit kétféleképpen előkészített változatát használtuk.

1. Legfeljebb 50 mm-es szemcseátmérővel feladott és 1700 °C-os zsugorítás után őrölt dolomit 7 mm alatti frakciója.

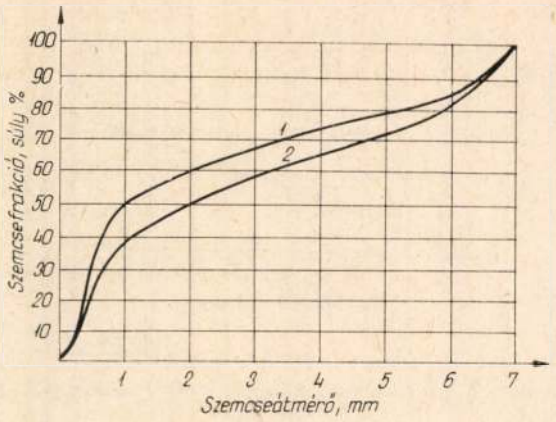
2. Finomszemcsés zsugorítmány 7 mm alatti őrlésmentes frakciója. A szitaelemzés adatait az *1. ábra* tartalmazza.

A további tárgyalás során is az eddigi jelölést használva bemutatjuk az eltérően előkészített *1, 2*

1. táblázat

A hazai (Bükk vidéki) dolomit jellemzői

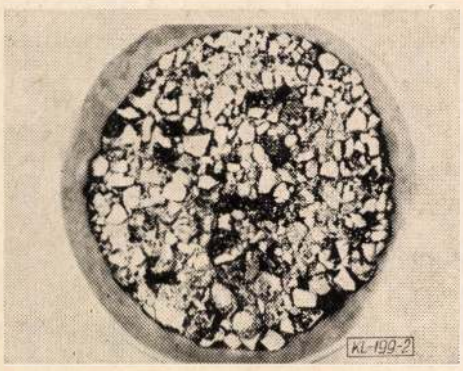
Jellemző értékek ↓ / Alkotók súly % →	$CaCO_3$	$MgCO_3$	Izzítási veszteség	CaO	MgO	SiO_2	$Al_2O_3+Fe_2O_3$	CO_2
Ásványi összetétel	57,83	39,22	—	—	—	1,05	0,275	—
Kémiai összetétel	—	—	1,15	32,2	18,7	1,05	0,75	46,15
0—7 mm-es zsugorítmány kémiai összetétele	—	—	0,27	57,66	34,15	2,03	1,35	—



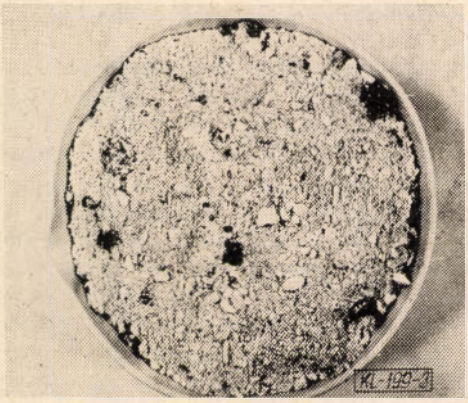
Budnyikov-féle osztályozásra kivetítve		
őrölt zsugorítmány (1), %	finomszemcsés zsugorítmány (2), %	szemcseátm., mm
27,08	32,78	7-4
23,51	28,68	4-1
49,41	38,54	1-0,00

KL-199-1

1. ábra. A vizsgált dolomit zsugorítmányok szemcseösszetétele

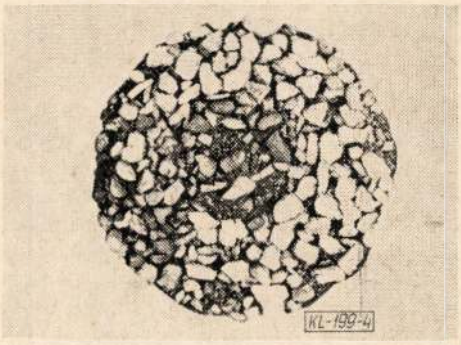


2. ábra. Zsugorítás után megőrölt dolomit (1) a vizsgálat kezdetén

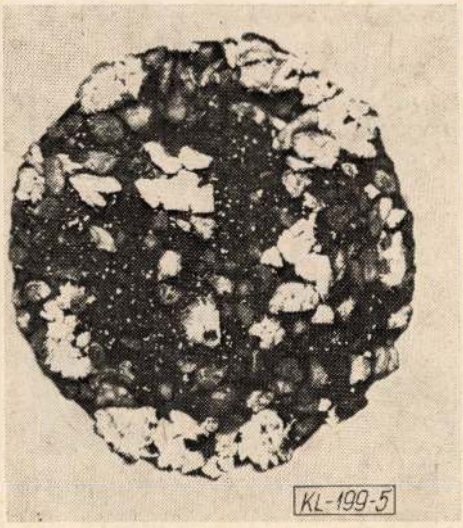


3. ábra. A 2. ábrán bemutatott dolomit szemcsék 240 órás hidratációs idő után (a felületi szemcsék 90%-a szétesett)

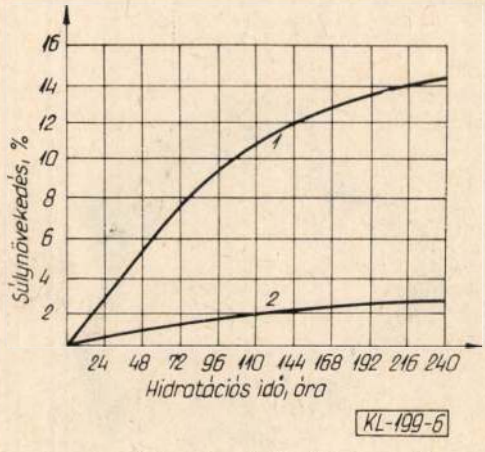
és 25 °C-on zárt térben szabad víztükör felett tárolt szemcsék hidratáció érzékenységét szemlélő felvételeket *(2., 3., 4., 5. ábra)*, valamint a hidratáció okozta károsodás számszerűen is kifejező, a súlygyarapodás változását a tárolási idő függvényében bemutató diagrammot *(6. ábra)*.



4. ábra. Finomszemcsés zsugorítmány (2) a vizsgálat kezdetén



5. ábra. A 4. ábrán bemutatott szemcsék 240 órás tárolás után (a felületi szemcsék 30%-a kinyílt)



6. ábra. A zsugorítás után őrölt (1) és a finomszemcsés zsugorítmány (2) súlygyarapodása a hidratációs idő függvényében

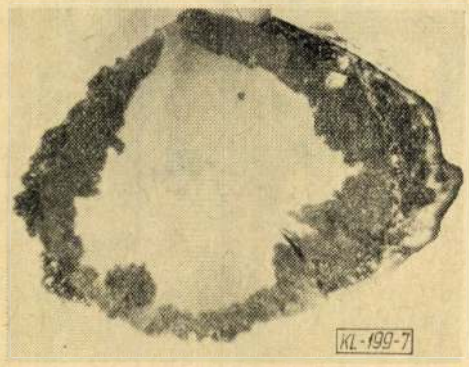
A kötőanyag jellemzői

Kötőanyagként a Dunai Vasmű Kokszoló üzemében melléktermékként nyert és olcsón hozzáférhető kőszénkátrány-szurok 70 °C-on lágyuló, 58 százalékos maradó karbontartalommal rendelkező frakcióját alkalmaztuk. Tekintettel e karbonhordozó előnyös alkalmazástechnikai paramétereire már korábbi, az alumíniumszilikát és magnezit gyártmányok impregnálásával foglalkozó kutatásaink során is alkalmaztuk.

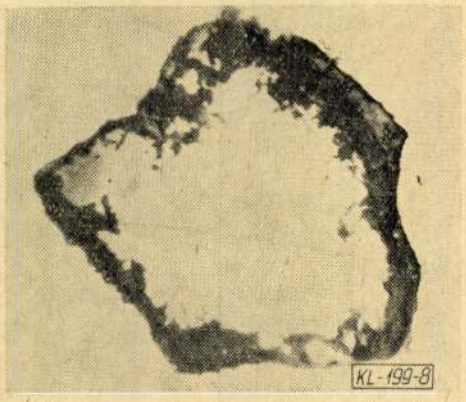
A présmassza jellemzői

A présmaszát a különbözőképpen előkészített [1, 2] dolomit zsugorítmányhoz 10%-ban adagolt kőszénkátrány-szurok, 180—220 °C-os hőmérséklettartományban történő hozzákeverésével állítottuk elő és felhasználás előtt vizsgáltuk a kötőanyag hidratációcsökkentő hatását. Tekintettel arra, hogy e hatást a kötőanyag azáltal fejti ki, hogy a szemcsék pórusaiba felszívódva és felületüket bevonva, megszilárdulás után egy jelentős nedvességzárást biztosít, megvizsgáltuk a felületi pórusok telítődésének időigényét. Megállapítható volt hogy a keverési idő (10 perc) letelte után a szemcsék impregnálódásához átlagosan fél óra pihentetési idő szükséges. A *7., 8. ábrákon* 1—1, kötőanyaggal impregnált szemcse töretét mutatjuk be.

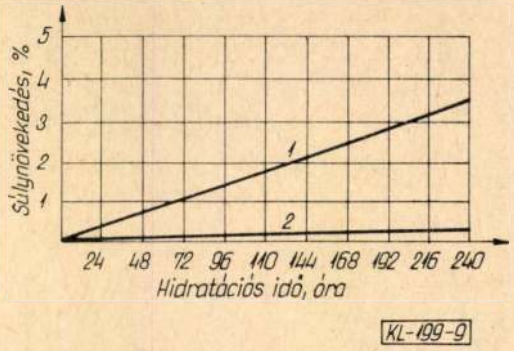
A felvételekről kitűnik, hogy az őrölt zsugorítmány felületi pórusai mélyebbek és több kötőanyagot igényelnek. Ezzel függ össze a már korábban említett hidratációérzékenységbeli különbség is.



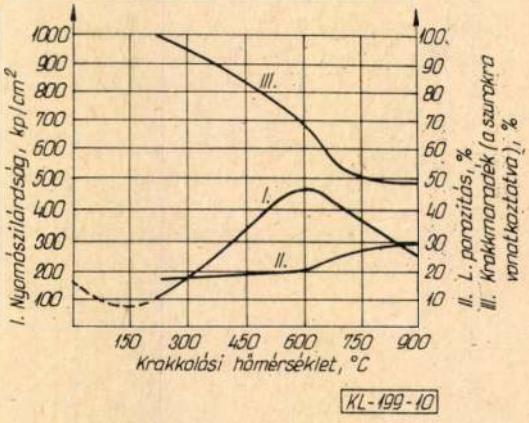
7. ábra. Zsugorítás után őrölt (1), kátránnyal bevont dolomitszemcse törete (14×)



8. ábra. Finomszemcsés zsugorítmányból származó (2) kötőanyaggal bevont szemcse törete (14×)



9. ábra. A présmasszák súlynövekedése a tárolási idő függvényében



10. ábra. A finomszemcsés zsugorítmányból készült próbatestek jellemzőinek alakulása a krakkolási hőmérséklet függvényében

A présmasszák hidratáció okozta súlynövekedését az alapanyag vizsgálathoz hasonlóan végeztük, és az eredményeket a *9. ábrán* foglaljuk össze.

Próbatest készítés

Alaptípusú próbatestnek a nyers dolomittégla gyártásának elve alapján készült idomokat tekintettük. Ezeket a meleg (120—140 °C-os) présmaszszából 1500 kp/cm² nyomással történő sajtolás útján nyertük. A próbatestek átmérője és magassága szabványos, 50 mm volt.

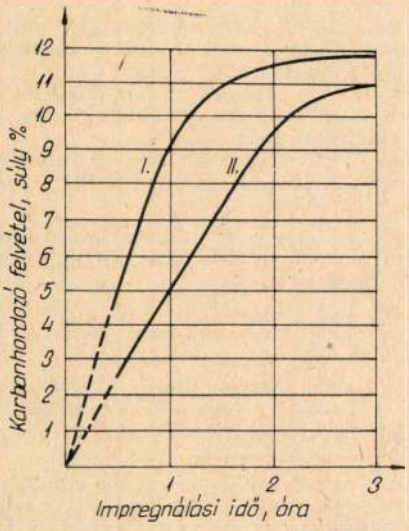
A nyers dolomit próbatesteket ún. zsugorfóliával vontuk be, amit egy zsugorító alagútban a próbatestekre zsugorítottuk. E művelet célja a hidratáció csökkentése, vagyis a tárolási idő növelése volt.

Préselés után különböző hőmérsékleten krakkolt, finomszemcsés zsugorítmányból készült próbatestek legfontosabb paramétereinek kimérésével meghatároztuk az optimális krakkolási hőmérsékletet *(10. ábra)*. Az ábrából leolvasható, hogy a krakkolás számára legelőnyösebb hőmérséklet a 600 °C. A finomszemcsés zsugorítmányból készült, 600 °C-on krakkolt próbatesteket a látszólagos porozitás csökkentése, valamint a salakállóság és a tárolási idő növelése érdekében a kötőanyagként is alkalmazott kőszénkátrányszurok 240 °C-os olvadékában atmoszférikus nyomáson és vákuumban impregnáltuk. A próbatestek karbonhordozó felvételét a *11. ábrán* mutatjuk be.

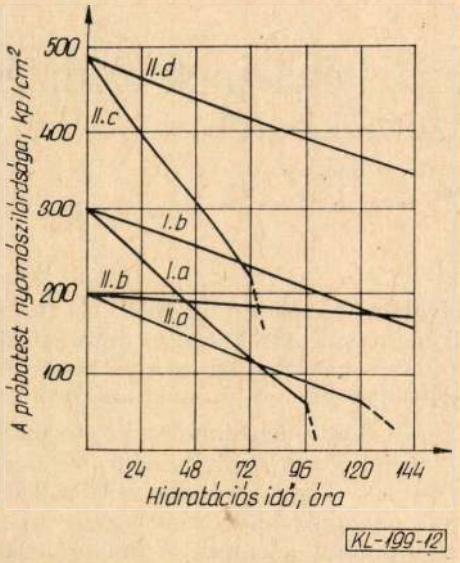
A különböző módon készített próbatestek nyomószilárdságának és súlynövekedésének alakulása a tárolási idő függvényében

E vizsgálatok eredményeit a *12.* és *13. ábrán* foglaltuk össze.

Vizsgálataink során kiderült, hogy a nyers dolomittermékek között a zsugorítás után őrölt dolomit nagyobb szilárdságot és kisebb hidratációállóságot mutat. Tekintettel azonban arra, hogy a szilárdságkülönbség a finomfrakcióhányad eltéréséből adódik és ez utóbbi magnezitliszt (10—20%) adagolásával fokozható, téglagyártás alapanyagául a finomszemcsés zsugorítmány ajánlható. E meggondolásból kiindulva a nemesítési eljárások — a nyers dolomittermék zsugorfóliázása, krakkolása,

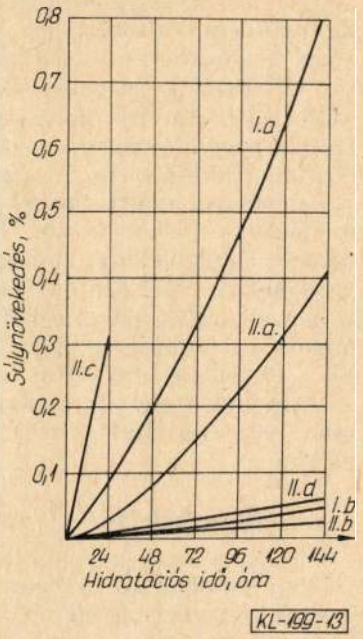


11. ábra. Krakkolt próbatestek karbonhordozó felvétele a kezelési idő függvényében, vákuumos (I) és atmoszférikus (II) impregnálás esetén



12. ábra. A próbatestek nyomószilárdságának változása a tárolási idő függvényében

I. Zsugorítás után őrölt dolomitból készült kátránykötésű nyers (I. a.), préselés után zsugorfóliával bevont (I. b.) próbatest. II. Finomszemcsés zsugorítmányból készült kátránykötésű nyers (II. a.), préselés után zsugorfóliával bevont (II. b.), préselés után krakkolt (II. c.) és krakkolás után impregnált (II. d.) próbatest



13. ábra. A próbatestek súlynövekedésének alakulása a hidratációs idő függvényében. (A jelölések a 12. ábrán alkalmazottakkal azonosak)

krakkolása és impregnálása — legegyszerűbb változatainak vizsgálata során már csak finomszemcsés zsugorítmányt használtunk (II. c., II. d.).

Valósméretű testeken végzett vizsgálatok

A vizsgálat céljára készített testek alapanyagául a Lenin Kohászati Művek hejőcsabai dolomitművének forgódobos kemencéjében 1700 °C-on izzított finomszemcsés zsugorítmányt (1. ábra 2. görbe) használtunk 80%-ban, és ehhez adtunk 20% magnezit lisztet. Kötőanyagként kőszénkátrányszurkot használtunk, amelyet a 150—180 °C-os dolomit-zinterhez kevertünk és 4 óran belül az LKM Tűzállótéglagyárában 250×125×60 mm-es téglákká sajtoltunk. A termékek egy részét lehülés után változatlan, más részét préselés után zsugorfóliázott formában vizsgáltuk.

A vizsgált téglák 350×400 kp/cm² nyers nyomószilárdsággal és 2,7—2,8 gr/cm³ térfogatsúllyal rendelkeztek. (A téglagyárban jelenleg elérhető présnyomás 1200 kp.cm² A dolomittéglagyártáshoz viszont min. 1500 kp/cm² szükséges. Ez azt jelenti, hogy alkalmas berendezés esetén az említett értékek javíthatók).

Tekintettel a próbatestek kis számára csak a hidratáció okozta súlynövekedést vizsgáltuk a laboratóriumi vizsgálatok során alkalmazott feltételek, valamint szabad levegőn történő tárolás esetén.

A zárt térben, szabad víztükör fölött, 25 °C-on végzett mérések tapasztalatai szerint a nyers kátránydolomittégla közel lineáris súlygyarapodás mellett 1,8 súly %-os vízfelvétel és 12 napos vizsgálati idő után szétesett, ezzel szemben a zsugorfóliázott téglák egy ellaposodó görbe szerint 12 nap kezelési idő után mindössze 0,16 súly%-os gyarapodást mutattak és szemmel látható elváltozást nem szenvedtek. Az atmoszférikus vizsgálatok során megállapítottuk, hogy a fóliamentes téglák

3—4 hét után esetek szét, míg a fóliázott termékek 3—4 hónapig csaknem változatlanok maradtak, majd a fólia egy helyen történő felszakadása után 2—3 hét után elporladtak. Meg kell jegyeznünk, hogy a kézi fóliázás és provizorikus zsugorító alagút nem tette lehetővé a hermetikus zárást.

Mint az elmondottakból kitűnik, a zsugorfóliázás igen jelentős lépés a dolomittermékek hidratáció okozta károsodásának csökkentésére. E módszer egyéb alkalmazástechnikai előnyt nem jelent, noha a nemzetközi igények a tárolási idő növelését, a konverterek falazattartósságát meghatározó fejlesztési szempontnak tekintik a tégla látszólagos porozitásának csökkentése, beépítési szilárdságának növelése, valamint a metallurgiailag is legelőnyösebb kémiai összetétel (MgO, CaO mólviszony) beállítása mellett.

Összefoglalás

A bükki dolomit alapanyagként történő felhasználásával kapcsolatban eddig végzett laboratóriumi kísérletek — amelyeknek eredményeit e munka során foglaltuk össze — meggyőznek arról, hogy a nemzetközi vonatkozásban elterjedtnek mondható dolomittéglagyártás kifejlesztésének és az ezzel feltétlen összefüggő széleskörű kutatómunka elindításának hazánkban meg vannak a reális feltételei.

Megítélésünk szerint hasonlóan meg vannak a feltételei annak is, hogy nagy érdeklődésre számottartó technológiát fejlesszünk ki, a meghatározott MgO, CaO arányú magnezites-dolomittégla előállítására.

Az utóbbi kiemelése annál is inkább fontos, mivel hazánkban a szintetikus magnezitgyártás közeli megvalósulás előtt áll. Ez azt jelenti, hogy az eljárás gazdaságosságának nagymértékű fokozása mellett lehetőségünk van az optimális mólviszony ideális (zsugorítás előtti) beállítására is. Az így kapott „nemes" szinter alkalmazható a hagyományos módon kátránnyal kötött nyers és nemesített dolomittermékek előállítására, valamint az ennél korszerűbb kerámia kötésű bázikus konverter bélésanyagok előállítására.

IRODALOM

[1] *Shimada, N—Namiki, H.:* Zusämmenhänge zwischen physikalischen Eigenschaten und Verschleissgeschwindigkeit von getemperten teergebundenen Dolomit—Magnezit—Steinen im LD — Konverter. Berichte der Deutschen Keramischen, Gesellschaft. 1970. 7. sz.

[2] *Sugitak,—Fujimoto, S.:* és munkatársai: Der gegenwertige Stand der feuerfesten Baustoffe für den LD — Konverter bei Yawata. Tonindustrie-Zeitung 1970. 7. sz.

[3] *Dr. Obst, K. H.—Sradtmann I.* és munkatársai: Korszerű acélgyártási eljárások bázikus tűzállóanyagai. Kohászat 1971. 1. sz.

[4] *Bailey, R. E.:* Rafractory Applications for World Record BOF Linings at Ford Motors, Iron and Steel Engineer. 1971. 12. sz.

[5] *Staron, J.—Cermak, A.:* Feuerfestmaterialien für Sauerstoff konverter in der CSSSR. Tonindustrei-Zeitung 1970. 7. sz.

[6] *Boriszov, V. G.* és szerzőtársai: Bezobzsigówie ogneupóna szvjazka iz komennougoljnüh pekov. Ognyeupórii 1971. 3. sz.

[7] *Boriszov V. G.* és szerzőtársai: O radionáljnomrezsime abzsiga futyerávok konverterov. Ognyeupórii 1971. 6. sz.

[8] Itógi rabótü ognyeupornoj promislennosztyi za 1966—1970. gy. i osznóvüj tehnicseszkije napraviényija razvitijana 1971—1975 i poszlédnijuszszije gódü. Ognyeuporü. 1971. 6. sz.

[9] *Orlovszkij, J. A.:* Konverternüje ognyeupórü zarubezsom. Szerije II. Informacija. Moszkva. 1968.

[10] *Dr. Antal Boza József:* Finomszemcsés zsugorított dolomit hidratációval szembeni ellenállóképességének fokozása. Kohászat 1970. 8. sz.

A folyamatos acélöntőmű termelési feltételeinek elemzése az Ózdi Kohászati Üzemekben*

POLENCSIK JÓZSEF okl. kohómérnök, okl. gazd. mérnök
Ózdi Kohászati Üzemek

DK: 621.74.047

A szerző az Ózdi Kohászati Üzemekben termelő folyamatos acélöntő berendezés termelési és programozási körülményeit, az acélminőség és gyártás problémáit ismerteti, végül a további üzemvitelre következtetéseket von le.

A folyamatos acélöntőmű termelése

Az Ózdi Kohászati Üzemekben az országos fejlesztési koncepciónak megfelelően épül 300 000 t/év kapacitású rúd-dróthengermű.

Ennek alapanyagellátó bázisa a Kohászati Lapokban már ismertetett [1] folyamatos acélöntőmű lesz.

A folyamatos acélöntőmű 1973. III. negyedévében elkészült. Az első kísérleti öntés 1973. VIII. 3-án volt. A kísérleti öntések először állandóan délelőtt, majd délelőtt és délután történtek.

1973. dec. 3-án a háromműszakos termelés beindult olyan szervezés mellett, hogy minden vasárnap készenléti állás és minden hétfőn TMK volt. A háromműszakos dolgozó létszám kialakítása rendkívüli gondot jelentett. A dolgozók lassan ismerték meg a berendezést, több esetben szubjektív termelést akadályozó probléma is adódott. A kísérleti üzemnek tekinthető 115 adagot 1973. nov. 14-ig öntötték le. Az adagok 85%-nál a teljes adag leöntése megtörtént. Az adagok 15%-nál az öntés

* A Vaskohászati Szakosztály 1974. évi pályázatán nívódíjat nyert tanulmány rövidített anyaga.

megkezdődött, de valamilyen ok miatt nem fejeződött be.

Az öntés megszakítását előidéző okok a következők:

— 5%-ban dugózárási hiba
— 3,5%-ban nem megfelelő hőmérsékletű acél
— 2,5%-ban villamos üzemzavar
— 2,5%-ban kezelési hiba
— 0,5%-ban hidraulikus, illetve hűtőpadi hiba

A nehézségek és az ózdi acélmű egészét érintő szubjektív és objektív problémák ellenére a folyamatos acélöntőműben 1973-ban leöntöttek 24 386,2 tonna bugát. Az adagok programozásánál figyelembe kellett venni a blokksor kapacitását, az SM kemencék tulajdonságait és az öntőmű kísérleti üzemét. Ezeket figyelembe véve az 1973-ban elért termelési eredmény elfogadható. A kezdeti nehézségek megszüntetése után 1974-ben egy nyugodttabb felfutási időszak következett.

1974. I—IX. hóban a folyamatos öntőműben leöntött bugák mennyisége 100 385,87 tonna volt. A gyártott bugákat bel- és külföldön értékesítette a vállalat.

Az acélok gyártásakor a folyamatos öntés biztosítása miatt a vegyi előírásokban szigorításokat vezettek be.

A folyamatos acélöntőműben csak nyugtatott acélok önthetők. A csillapítatlan acélok öntése 150 mm-es szelvény alatt nem megoldott. A gyors dermedés nem ad lehetőséget az oxigénfelesleg miatt lejátszódó reakciók gáztermékeinek eltávozására.

A hólyagok a buga felülete alatt helyezkednek el, és hengerléskor felnyílnak [2].

A jelenleg gyártott acélminőségek közül nem önthetők:

— a csillapítatlan acélok,
— az Al ötvözésű acélok (Al tartalom max. 0,008%),
— az automata acélok,
— a dinamó acélok.

A felfutás ideje alatt önteni nem célszerű:

— a rugóacélokat,
— a nemesötvözőkkel gyártott acélokat.

Az önthető acélok esetén a kéregképződés elősegítése és a salakképződés csökkentése érdekében bizonyos módosítások szükségesek a vegyi előírásban:

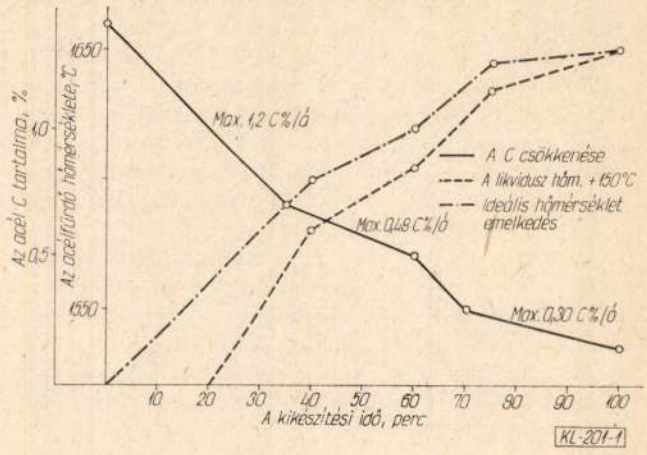
— az Mn/Si viszonyok minimum 2,
— az üstben a C-tartalom növelése koksz adagolással max. 0,05%.

A szigorítások és a fent leírt elvek betartása a szennyezők maximális értékeinek csökkentését eredményezték.

Az öntött bugák kihozatala 96,04—96,91% között változott. Ez jelentősen jobb, mint a blokksorra öntött 80—83% kihozatal. A kihozatal jelentős növekedése a folyamatosan öntött bugák gazdaságos gyártásának egyik tényezője. Az öntött bugák szelvényeit vizsgálva gyakori eset, hogy a megengedett max. 8 mm átlókközötti eltérést a bugák vetemedése miatt az átlóeltérések megközelítik.

Folyamatos öntésre szánt acélok gyártása

Az SM kemencékből gyártott folyamatos öntésre szánt acélok gyártástechnológiája csak a kikészítés



1. ábra. Iránymutató elméleti kikészítés

szakaszában tér el a kokilla öntésre szánt adagok technológiájától. Az eltérés azért szükséges, mert jelentősen magasabb hőmérsékletű acélt kell csapolni.

A kikészítés iránymutató technológiáját ábrázolja az *1. ábra*. Az ábrából látható, hogy a C-esés, a likvidusz fölött +150 °C-os hőmérséklet, és az ideális hőmérséklet emelkedés olyan legyen, hogy a kész acélt a megfelelő hőmérsékleten lehessen lecsapolni a kikészíti idő növelése nélkül.

Az ózdi acélműben a gyártott adagok kb. felét O_2 befúvással gyártják.

A folyamatos öntőműben célszerű mind az oxigénnel, mind az oxigén nélkül üzemelő kemencék adagjait önteni. A kétféle acélgyártáshoz kétféle kikészítésmód tartozik.

Oxigénes technológia esetén a beolvadási hőmérséklet kb. 1560 °C és ez lehetővé teszi az oxigén és az érc egyidejű alkalmazását. Az érc elfővési ideje 20—30 perc. Az érc hűtőhatását az oxigénezés ellensúlyozza. Ez idő alatt a fürdő hőmérséklete nem változik.

A kikészítési idő a beolvadástól a salak kifolyásig számolva 100—105 perc.

Oxigén nélküli technológia esetén a várható beolvadási hőmérséklet csak 1530 °C, ezért az érceléssel 30 percet várni kell, amíg az acélfürdő melegszik.

Az ércadagoláskor az acélfürdő visszahűl, de a kikészítés 50—55 percéig újra eléri az 1565—1570 °C-ot.

Az 1570 °C-on acélfürdőbe újra ércelni nem szabad, és a fürdő továbbmelegedése után sem célszerű.

A kikészítési idő a beolvadástól a salak lefolyásáig számolva 125—147 perc.

Fenti kikészítési időket — mindkét gyártási módnál — ideálisnak kell tekinteni. Ez az idő a következők miatt nőhet:

— ha a beolvadási C tartalom nagyobb,
— ha a beolvadási hőmérséklet alacsonyabb,
— ha a gyártási program változik,
— ha a salakviszonyok a normális viszonytól jelentősen eltérnek,
— ha a beolvadási S tartalom nagy,
— ha valamilyen üzemzavar következik be.

Az elméleti ideális kikészítési idő jelentős csökkenését fűtött tolózáras üstökbe történő csapolás biztosítaná. Ha a csapolás 1000 °C-ra felmelegített tolózáras üstbe történik, elképzelhető a kikészítési idő 20—30 perces csökkenése, megfelelő adagvezetés mellett. A tolózáras öntési kísérletek és a fűtött üstökbe történő csapolás nagyüzemi kísérletei 1974. nov. hóban elkezdődtek. Az eddigi eredmények nagyon bíztatóak.

A folyamatos acélöntésre szánt adagok kikészítése a csapolási hőmérséklet nagy értéke miatt kb. 40—50 perccel hosszabb időt vesz igénybe, mint a kokillaöntésre szánt adagok kikészítése.

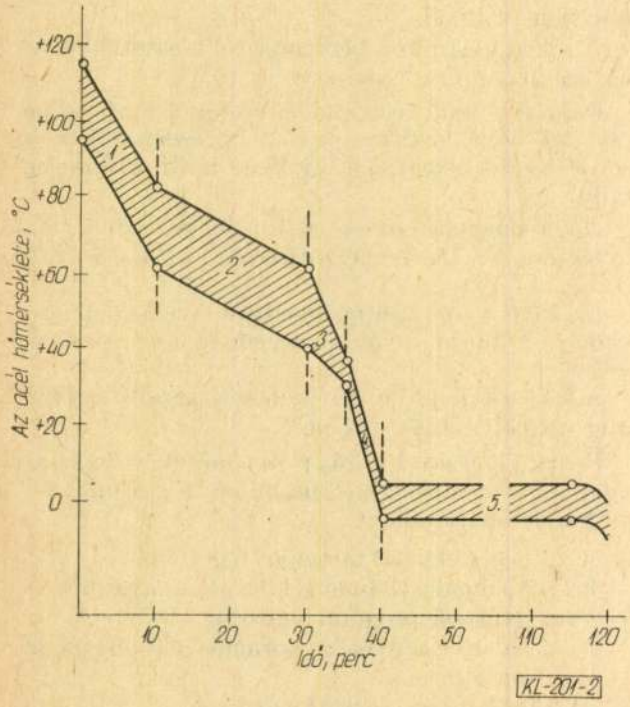
Az adag gyártása jelentős elméleti felkészülés és alapos gyakorlati ismeretek mellett is rendkívüli figyelmet igényel [3].

A folyamatosan öntött acélok hőmérséklete

Az egyenletes, jó minőségű öntött buga gyártásának alapvető követelménye az öntési hőmérséklet helyes megválasztása. Az ideális öntési hőmérsékletet az acél összetétele és az öntőberendezés jellemzői határozzák meg. Kívánatos, hogy az ily módon meghatározott értéktől a folékony acél tényleges hőmérséklete +5 °C-nál nagyobb értékkel ne térjen el. Az öntési hőmérséklet — amely a közbenső üstben mérhető hőmérsékletet jelenti — a csapolási hőmérséklettől és az öntésig bekövetkező hőveszteségektől függ. A csapolási hőmérséklet előírásához ismerni kell a hőveszteségeket, sőt azokat a tényezőket, amelyek a hőveszteségre hatással vannak.

Az acél hőmérsékletének elméleti változását — irodalmi és mérési adatok alapján — a *2. ábra* mutatja. Az ábrán látható, hogy az acél hőveszteségé négy részre bontható. Ezek a hőveszteségek a folyékony acél hőmérsékletesését okozzák.

A hőmérsékletesés jól elkülöníthető szakaszai:



2. ábra. Elméleti hőmérsékletesés

1. táblázat

Folyamatosan önthető acél minimális hőmérséklete

Acél C-tart. (%)	Likvidusz hőmérséklete °C	Csapolási hőmérséklet °C	Argonozás előtti hőmérséklet °C	Argonozás utáni hőmérséklet °C	Közbensőüstben hőmérséklet °C
0,10	1525	1655	1625	1615	1570
0,20	1515	1645	1615	1605	1560
0,30	1510	1640	1610	1600	1555
0,40	1505	1635	1605	1595	1550
0,50	1549	1625	1595	1585	1540
0,60	1490	1620	1590	1580	1535
0,70	1485	1615	1585	1575	1530
0,80	1480	1610	1580	1570	1525

2. táblázat

Folyamatosan öntött acélok hőmérsékletének változása

Acél C-tartalma	Csapolási hőmérséklet °C	Argon előtti hőmérséklet °C	ΔT_1 °C	Argon utáni hőmérséklet °C	ΔT_2 °C	Közbenső üstben hőmérséklet °C	ΔT_3 °C
0,05—0,09 1 adag	1650	1638	12	1615	23	1574	41
0,10—0,19 150 adag	1657	1628	29	1608	20	1559	49
0,20—0,29 175 adag	1656	1610	46	1595	17	1541	49
0,40—0,49 10 adag	1657	1610	47	1595	15	1541	54
0,30—0,39 70 adag	1654	1607	47	1587	20	1540	47
0,60—0,69 1 adag	1620	1590	30	1575	15	1536	39

— a csapolás ideje alatt,
— a szállítás ideje alatt,
— az argonozás ideje alatt,
— a közbenső üstben öntés ideje alatt.

A tényleges hőmérsékletesést akkor ismernénk, ha az acél hőmérsékletét az üstben folyamatosan mérnénk. Erre lehetőség nincs. Lehetőség van viszont az acél hőmérsékletprofiljának meghatározására, ezért az adag önthetőségét ennek alapján lehet és kell eldönteni.

A hőmérsékletprofilt a következő hőmérsékleti értékek jellemzik:

— a csapolás előtti hőmérséklet a kemencében,
— a csapolás utáni hőmérséklet az üstben,
— az argonozás utáni hőmérséklet az üstben,
— az acél hőmérséklete a közbenső üstben (1. mérés).

Amikor az adag túl meleg és így folyamatos öntésre nem vihető, vissza kell hűteni. Az adag visszahűtését acélhulladék adagolásával lehet elvégezni. Elméleti számítások alapján 10 kg/tonna acélhulladék, az 1600 °C-os acélfürdő hőmérsékletét 18 °C-al csökkenti.

Az elméleti számítás eredményét a gyakorlat igazolta. Az elméleti számításokból és a gyakorlati adatokból megállapítható, hogy egy adag 1 °C-al történő visszahűtéséhez 521 kg acélhulladék szükséges.

A folyamatosan önthető acél minimális hőmérséklet értékeit a C-tartalom függvényében az *1. táblázat* tartalmazza. A hőmérsékleti előírások elméleti meggondolások alapján történtek.

Az előírások helyességét a folyamatos öntőműben 1974. január 1-től 1974. június 5-ig leöntött 407 adag hőmérsékleti viszonyainak vizsgálata bizonyítja. A vizsgálat eredményét a *2. táblázat* tartalmazza.

A táblázatban szereplő hőmérsékleti értékek a vizsgált adagok tényleges hőmérsékletének számtani átlagai.

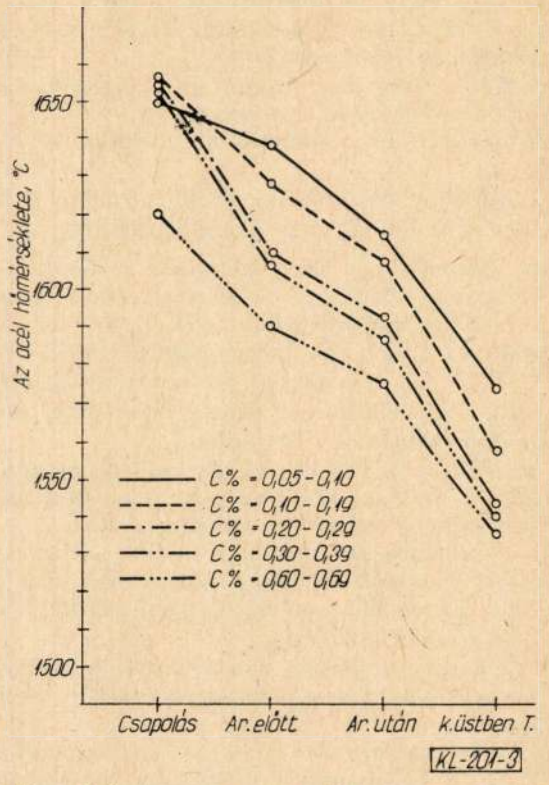
A vizsgálat alapján a következők állapíthatók meg:

— az acél hűlése a vártnál kisebb és emiatt hőmérséklete nagyobb, mint a minimális hőmérséklet,
— a csapolási hőmérséklet nem csökken a növekvő C tartalom függvényében,
— az argonozás alatt a hőmérsékletcsökkenés 15—23 °C között változik,
— az argonozási hőmérséklet az előírásnál jelentősen nagyobb.

A megállapításokat a következőkkel lehet indokolni:

— a lecsapolt acél folyamatos öntőműbe szállítása a technológiai előírásoknak megfelelően gyorsan történik,
— az acélgyártók az adagokat úgy vezetik, hogy a csapolási hőmérséklet a megengedettnél nagyobb,
— a kísérleti üstelőmelegítések hatása jelentkezik.

A táblázat adataiból szerkesztettük a *3. ábrát*, mely a különböző C-tartalmú acélok tényleges hőmérsékleti profilját szemlélteti. Az ábrából látható, hogy közel azonos csapolási hőmérsékletek mellett a hőmérséklet csökkenés a karbontartalom növekedésével együtt nő.



3. ábra. Folyamatosan öntött acél hőmérsékletprofilja

Folyamatos acélöntőmű időkihasználása
Időkihasználási mutatók

Az időkihasználás vizsgálatához ismerni kell azt a tényt, hogy az öntőgép kihasználásának feltétele az acéltermelés jelentős növelése. A vállalat belső vertikális összhangját megbontani nem lehet. Ez azt jelenti, hogy a gyártott folyékony acélból megfelelő mennyiséget kokillába kell önteni a blokksor részére. A maradó acélmennyiség kerül a folyamatos öntőműbe [4]. Így 1974-ben az öntőmű kapacitásának csak 50—60%-át használták ki.

Az acéltermelés tervezett növekedése után 1978—79-ben érheti el az öntőmű a 325 000 tonna/év termelését.

A folyamatos acélöntőmű időkihasználását a következő módon célszerű vizsgálni.

Egyértelműen megállapítható, illetve nyilvántartható az öntőgép névleges üzemideje, készenléti állása, javítása és TMK ideje. Ezek együttesen a naptári időt adják.

A névleges üzemidőt tényleges üzemidőre, üzemzavarok idejére és várakozási időre lehet felbontani.

A tényleges üzemidő az előkészületi idő és a tényleges öntési idő összege.

Az öntőgép kapacitásának vizsgálatához szükséges meghatározni a névleges üzemidő összetevői-

3. táblázat

Folyamatos acélöntőmű időkihasználása 1974. jún.—szept. hó

Megnevezés	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	1974. IV. 9. 11
Naptári idő (óra)	744	672	744	720	744	720	744	744	720	48
Javítás, TMK (óra)	32	32	32	32	152	32	40	24	128	—
Készenléti állás (óra)	128	128	152	184	88	160	104	64	48	—
Névleges üzemidő (óra)	584	512	560	504	504	528	600	656	544	48
Előkészületi idő (óra)	145	118	126	93	104	113	109	114	77	8,40
Öntési idő (óra)	140	121	152	155	165	165	180	177	126	19,65
Várakozási idő (óra)	272	214	254	249	218	248	Á99	350	333	19,95
Üzemzavar (óra)	24	58	25	5	14	—	9	12	6	—
Átlagos előkészületi idő perc/adag	83	77	66	47	50	55	51	53	45	33,60
Átlagos öntési idő perc/adag	80	79	79	79	80	84	84	33	74	72,00
Átlagos várakozási idő perc/adag	155	139	132	127	105	120	139	164	196	73,20

nek egy adagra vonatkoztatott értékeit. Ezek az értékek az átlagos előkészületi, az átlagos öntési, és az átlagos várakozási idő.

A folyamatos acélöntőmű időkihasználási mutatóit tartalmazza a *3. táblázat.*

A táblázatban a mutatók havi értékei szerepelnek.

A táblázat adataiból az időkihasználással kapcsolatban a következők állapíthatók meg:

— az öntőgép névleges üzemideje 504—656 óra/hó között változott. A nagy eltérést a készenléti állás változó ideje (64—184 óra/hó), a változó TMK idő, illetve javítási idő okozta. A TMK-kat rendszerint hétfőn tartották 8 órában. Két beütemezett nagyjavítás 1974. május hóban volt 130 és 108 órában.

— az előkészületi és öntési idő-lényegében tényleges üzemidő — közel azonos, az eltérést az öntött adagok számának változása okozta.

— a várakozási idő 1974. júl—szept. hóban jelentősen megnőtt, és aug. hóban elérte a 350 órát. Ez az idő a névleges üzemidő 53%, és a naptári idő 47% volt.
A jelentős növekedés oka az öntőgép üzemének korlátozása, illetve elégtelen folyékony acél ellátása.

— Az öntőgép üzemzavar ideje jelentősen csökken. A legtöbb üzemzavar 1974. febr. hóban 58,15 óra, a legkevesebb 1974. szept. hóban 6,27 óra volt. A csökkenés oka a karbantartás színvonalának egyértelmű javulása.

— az átlagos előkészületi — kivétel 1974. jan.— febr. hó — és az átlagos öntési idők közel azonosak. Ez bizonyítja, hogy az öntőgépnek kialakult egy állandó, az öntött acél minőségétől függő öntésidő szükséglete. Ez az idő meghatározza az adagról—adagra öntés minimális időszükségletét.

— az átlagos várakozási idő 105—196 perc/adag között változott. Ez az idő jelzi az öntőgép kiszolgálásának elégtelenségét.

Adagok követési ideje

A 3. táblázatban az 1974. I—IX. havi időkihasználási mutatók mellett 1974. IV. 9. és IV. 11-én leöntött 15 adagra jellemző mutatók is szerepelnek. A vizsgált két napon az öntőgép kiszolgálása jó volt.

A 15 adag átlagos követési idejéből megállapítható, hogy megfelelő kiszolgálás mellett naponta 8—10 adagot lehet önteni.

Az adagok követési idejét a következő jelentősebb munkafolyamatok ideje határozza meg:

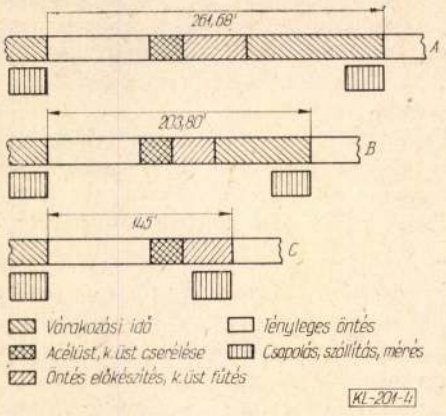
— csapolás, acél szállítása, argonozás, állványra helyezés. A műveletsor elvégzésének ideje átlagban 30 perc. Az öntőgépen végzett egyéb előkészületi műveletekkel párhuzamosan lehet végezni.

— acélüst elszállítása, közbenső üstök cseréje. Az öntés befejezése után egyetlen daruval kell elvégezni. Megfelelő szervezés mellett 25 perc alatt megoldható.

— közbenső üst fűtése, öntés előkészítés ideje. Az öntést közvetlen megelőző műveletek, melynek idejét a közbensőüst készrefűtése határozza meg.
Ez az idő minimálisan 40 perc.

— tényleges öntésidő.
Az acél folyamatos öntését jelenti az acélüstből a kristályosítóba. Az öntött acélok minőségétől, az indított szálak számától és az öntés sebességétől függ. Átlagos időtartalma 75—85 perc.

— adagra várakozás.
Az öntőgép öntésre kész állapotban adagra vár. Az ellátástól függően változik. Ez idő alatt — ha van várakozási idő — már történhet a csapolás, szállítás, stb.



4. ábra. Folyamatos öntések követési ideje

A követési időt az acélüst nyitásától a következő adag acélüstjének nyitásáig definiálták.

A *4. ábra* A, B, C, követési idők vonalas diagramja a 3. táblázat adatai alapján rajzoltuk meg az *A* és *B* követési idők vonalait.

Az *A* követési idő 1974 máj. havi átlagos öntési időket tartalmazza. A követési idők havi átlaga ekkor volt a legnagyobb, 261,68 perc. Ilyen követési idővel a naponta leöntött adagok száma 5,5. A követési időből 105,69 perc volt a várakozási idő, volt, ami 40 %.

A *B* követési idő 1974. ápr. 9. és ápr. 11-én leöntött adagok átlagos öntési idejét mutatja. A két nap átlagában a követési idő 203,80 perc, ami biztosítja 7 adag leöntését naponta.

A *C* követési idő az adagról adagra öntésnek megfelelő elméleti öntési időket mutatja. Ilyen esetben a követési idő 145 perc, ami lehetővé teszi 9—10 adag napi leöntését.

Az ábrán látható, hogy a várakozási idő csökkenésével a követési idő arányosan csökken, ami a naponta öntött adagok számát növeli. Az öntőgép teljes felfutása idején a várakozási idő megszűnik. Ez azt jelenti, hogy 2,5 óránként folyamatos öntésre megfelelő adagokat kell gyártani. Ez SM-kemencékből rendkívül nehéz programozási és gyártási feladat.

Folyamatosan öntött adagok programszerűsége Programszerűség mutatói

A folyamatos acélöntésre szánt és ténylegesen leöntött adagok programszerűségének vizsgálati módszerét az öntőmű beindulása után a Vállalati Diszpécser Szolgálat és az Acélmű közösen dol-

Folyamatosan öntött adagok programszerűsége 1974. jún.—szept. hó

4. táblázat

Jel	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
F 1. Acélműben programozott adagok (db) ..	171	145	185	175	162	162	184	177	151
F 2.1. Alacsony hőfok miatt elmaradt (db) ...	3	1	6	9	3	2	4	3,9	9
F 2.2. Magas hőfok miatt elmaradt (db)	1	1	1	—	—	—	—	4,3	—
F 2.3. Öntőcsarnoki hibából elmaradt (db) ...	1	1	2	7	7	12	7,3	1,8	2
F 2.4. Kemenceüzem miatt elmaradt (db) ...	42	27	29	37	28	33	37	38	38
F 2. Kemenceüzem és öntő csarnok miatt elmaradt összesen (db)	47	30	38	53	38	47	48,3	48	49
F 2/F 1 × 100 (%)	27,5	20,7	20,5	30,3	23,4	29,0	26,2	27,1	32,4
F 3.1. FAM fogadókészség miatt elmaradt (db) ..	17	21	28	8	8	1	3	5	1
F 3.2. FaM üzemzavar elmaradt (db)	10	15	13	7	9	13	10	5,2	5,5
F 3. FaM hiba miatt elmaradt (db)	27	36	41	15	17	14	13	10,2	6,5
F 3/F 1 × 100 (%)	15,8	24,8	22,2	8,6	10,5	8,6	7,1	5,8	4,3
F 4. Összes leöntött adag (db)	97	79	106	107	101	107	122,7	118,8	95,5
F 4/F 1 × 100 (%)	56,7	54,5	57,3	61,1	66,1	62,4	66,7	67,1	63,3

gozta ki. A programszerűség változását 1974. I.—IX.-ben a *4. táblázat* tartalmazza.

A táblázatban szereplő kódszámokkal ellátott adagcsoportok a következők:

F 1 Folyamatos öntésre programozott adagok. Ide sorolják az olyan adagokat, melyeknél időben és energiában ráfordítás történt azzal a céllal, hogy folyamatos öntőműben történjen a leöntése

F 2 1 Kis hőmérséklet miatt elmaradt.
Ide sorolják azokat az adagokat, melyeket folyamatos öntésre lecsapoltak, de valamilyen ok miatt az acél hőmérséklete olyan kicsi, hogy biztonságosan az öntőgépen leönteni nem lehet.

F 2 2 Nagy hőmérséklet miatt elmaradt.
Ide sorolják azokat az adagokat, melyeket folyamatos öntésre lecsapoltak, de az acél hőmérséklete olyan nagy, hogy biztonságosan az öntőgépen leönteni nem lehet.

F 2 3 Öntőcsarnoki hibából elmaradt.
Ebbe a csoportba tartoznak azok az adagok, melyeknél az acélüst nem megfelelően beépített vagy funkcionált tartozékai miatt nem lehetett önteni.
(Pl. az üstdugó nem zár, helytelen argontégla beépítés, dugórúd elégés stb.)

F 2 4 Kemenceüzem miatt elmaradt.
Minden egyéb adag elmaradása, melynek közvetlenül, vagy közvetetten a kemenceüzem miatt történt ebbe a csoportba tartozik.
(Pl. helytelen programozás, sűrű salak miatti elégtelen melegedés, kényszercsapolás stb.)

F 2 Kemenceüzem és öntőcsarnok miatt összesen elmaradt. A részletesen megvizsgált okonként elkülönített klasszikus üzem miatt elmaradás összege *(F 2 1+F 2 2+F 2 3+F 2 4)*, melyet a programozott adagok %-ában is kifejeztünk.

F 3 1 Folyamatos acélöntőmű fogadókészség hiánya miatt elmaradt.
Ide kell sorolni azokat az elmaradt adagokat, melyeknél az öntőgép fogadóképtelensége miatt kellett a gyártás folyamán programváltozást eszközölni.

F 3 2 Folyamatos acélöntőmű üzemzavara miatt elmaradt. Az öntés megkezdése után az öntőgépen történt üzemzavar miatti elmaradt adagokat tartalmazza.

F 3 Folyamatos acélöntőmű miatt összes elmaradt.
A részletesen vizsgált új üzem, a folyamatos öntőmű miatti elmaradás összege *(F 3 1+F 3 2)*, melyet a programozott adagok %-ában is kifejeztünk.

F 4 Az összes leöntött adag.
A gépen ténylegesen leöntött adagok összege, melyet a programozott adagok %-ában is kifejeztünk.

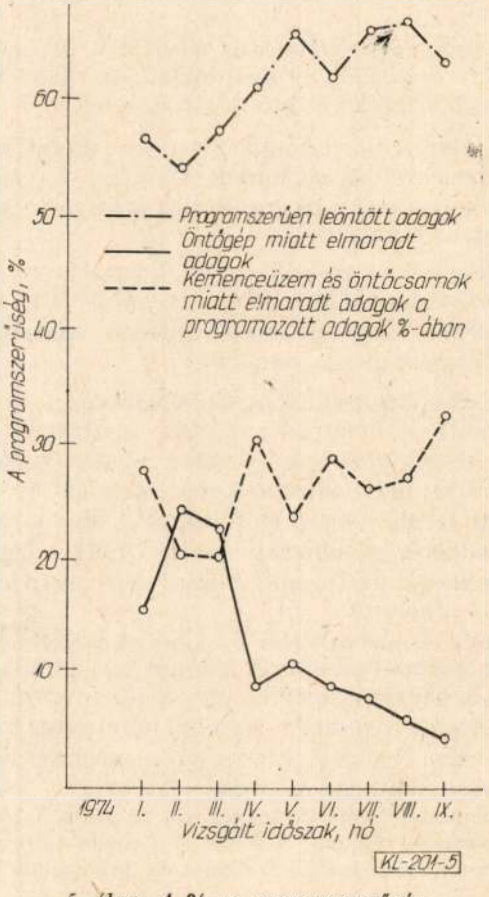
1974. júliusától az adagszámok között tizedes értékek is szerepelnek. Tized-adagok úgy keletkeztek, hogy ha az öntés bármilyen ok miatt megszakadt, akkor a leöntött adagrész öntésnek számít és csak az üstben maradt folyékony acél mennyisége tekinthető valamilyen elmaradásnak. (Pl. ha a leöntött buga 52 tonna, akkor $F4 = 0{,}5$ és az elmaradás $F2\ 3 = 0{,}5$)

Az adagoknak az ilyen szétbontása az értékelést pontosabbá tette.

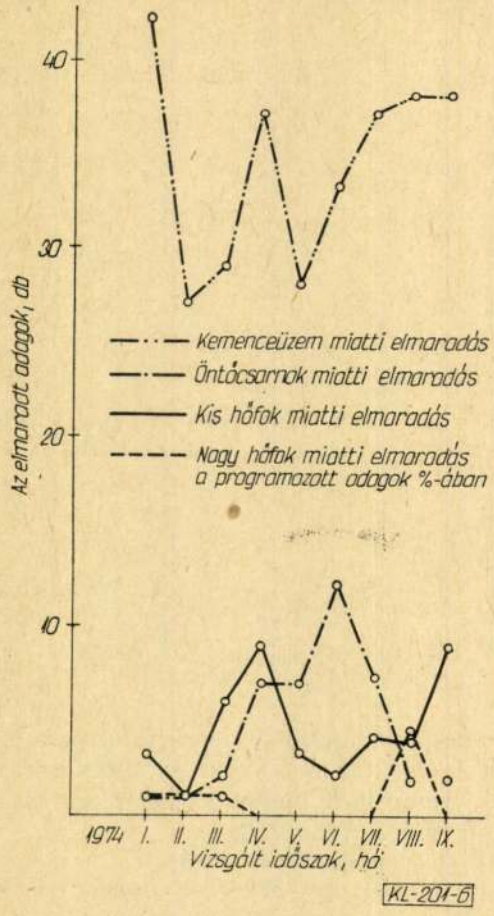
A 4. táblázat adataiból a programszerűség változását szemlélteti az *5. ábra*. Az ábrán csak a % értékek szerepelnek, hiszen ezeket lehet összehasonlítani ($F_2\%$; $F_3\%$; $F_4\%$).

Az ábrából megállapítható, hogy:

— a programszerűen leöntött adagok az összes



5. ábra. A %-os programszerűség



6. ábra. Az adagelmaradások okai

programozott adagok 54,5—67,1%. Ez igazolja, hogy csak nagy erőfeszítés mellett lehet biztosítani a folyamatos öntőmű üzemét.

— A folyamatos öntőmű miatti elmaradások 24,8 százaléktól lecsökkentek 4,3%-ra. Ez nagyon szép eredmény és bizonyítja a folyamatos öntőmű felfutását.

— a klasszikus üzemek miatt elmaradás 20—30% között stagnál, sőt 1974. nov. hóban a 32,4%-ot is elérte. Ez a folyamatos öntőmű megfelelő felfutásának akadálya is lehet.

A klasszikus üzemek miatti elmaradások okainak vizsgálati eredményeit a *6. ábra* szemlélteti.

Az alacsony és magas hőfok miatti elmaradás stagnál és maximálisan 9 adagot jelentett 1974. ápr. és szept. hóban. Öntőcsarnoki hibából elmaradt adagok ingadoznak 1—12 között. Megfelelő intézkedések után az aug.—szept. hónapban lecsökkent 1—2 adagra.

A kemenceüzem egyéb hibáiból elmaradt adagok száma nagyon jelentős és stagnál 28—42 adag között. A programszerűség mutatóiból megállapítható, hogy a folyamatos öntőmű felfutásának jelenlegi szakaszában a nagyszámú kemenceüzemi elmaradások a felfutást gátolják.

A kemenceüzemi elmaradások zömét a helytelen programozás okozza. A fő feladat tehát az optimális programozás meghatározása és üzemszerű bevezetése.

Programozási alternatívák

A folyamatos acélöntésre szánt adagok programozását meghatározó tényezők:

— a naponta gyártandó adagok száma,
— a folyamatos öntés követési ideje,
— az oxigénes és oxigén nélküli kemencék megoszlása,
— a kemencék állapota,
— a gyártandó acél minősége.

A programozás alternatívái a következők:

1. I—VIII. kemencék valamelyikéből,
2. állandóan két kemencéből,
3. rendszerint két kemencéből,
4. állandóan három kemencéből.

1. Programozás I—VIII. kemencék valamelyikéből

A folyamatos öntőmű üzemének beindulása óta a programozás így történt. A programozás alapja a csapolási idő. Ez a módszer lehetővé teszi az elmaradt adagok pótlását, ugyanakkor a gyakori programváltozásokkal zavarja a blokk-sorra szánt termelést.

A szabad kemence választás lehetővé teszi napi 6—8 adag legyártását, illetve leöntését.

2. Programozás állandóan két kemencéből

Állandóan két kemencéből történő gyártás esetén a kemencék tartóssága jelentősen lecsökken, de a gyártás törvényszerű előre kiszámítható.

A két kemence csapolásainak különtartását esetenként szándékos visszatartással lehet biztosítani. A két kemence lehetőséget nyújt napi 6—8 adag legyártására abban az esetben, ha mind a kettő dolgozik.

Elmaradt adagok pótlására mód nincs.

Átépítés idején a maradó egy kemencéből naponta 3—4 adagot lehet csapolni.

E módszer biztosítja speciális ösztönző és érdekeltségi rendszer kidolgozását, és az elkülönült gyártás nem zavarja a blokk-sorra szánt acélok termelését.

3. Programozás rendszerint két kemencéből

A kemencék megfelelő állapotában (10—300 adag között) rendszerint a kijelölt kettőből kell gyártani a folyamatos öntésre szánt adagokat. Átépítések ideje alatt a leállt kemencék helyett másikat lehet kijelölni.

Ezek a lehetőségek módot adnak napi 6—9 adag gyártására.

A blokk-sor tuskóellátása csak kis mértékben zavart.

4. Programozás állandóan három kemencéből

Az alternatíva lényegében megegyezik a két kemencére leírtakkal, de a megfelelő termelés érdekében harmadik ún. tartalék kemencét is meghatároz. A tartalék kemence, ha nincs rá szükség, akkor nem dolgozik a folyamatos öntőműre. E módszer biztosítja a folyamatos öntőgép teljes kapacitásának folyékony acéligényét.

Az ismertetett programozási alternatívák közül az első gyakorlatból ismert. Előnyeit és hátrányait

figyelembe véve már a jelen feladatainak sem felel meg.

A *3.* pont alatti programozást kísérleti céllal 1974. szept. 16-tól üzemszerűen bevezették.

A *2.* és a *2.4.* pont alatti programozás alternatíváit célszerű lenne gyakorlatban megvizsgálni, alaposan értékelni, és ezután dönteni az optimális programozásról.

Levonható következtetések

A folyamatos acélöntőmű több mint egy éves üzeme és az 1974. jan—szept. havi eredmények vizsgálata alapján a levonható következtetések — nem fontossági sorrendben — a következők:

— a folyamatos acélöntőműben a járatos acélminőségeket a technológiai előírások szigorú betartásával kiváló minőségben, 96% kihozatallal gazdaságosan, üzembiztosan lehet önteni.

— a folyamatos öntésre szánt adagok gyártástechnológiáját szigorúan be kell tartani. Minden adagnál törekedni kell a minimális kikészítési idő biztosítására.

— az előmelegített és a tolózáras üstök használatát fokozni kell, mert ez lehetővé teszi a csapolási hőmérséklet és az adagidő csökkenését, ami végsősoron a termelés növeléséhez, a kemencetartósság javulásához vezet.

— a csapolási hőmérsékleteknek követni kell a karbontartalom változását. Törekedni kell arra, hogy indokolatlanul magas csapolási hőmérsékletek ne forduljanak elő.

— az optimális programozást kísérleti programozásokkal ki kell alakítani és üzemszerűen bevezetni.

— az eddigi, jórészt üzemzavar elhárításra korlátozódott karbantartási rendszert tovább kell fejleszteni. Szükséges, hogy növekedjenek a preventiv intézkedések, a vizsgálatok. Ki kell dolgozni a végleges TMK rendszert.

A folyamatos öntőművek teljes felfutása elméletileg három évre tehető. Ezt a hosszú időt indokolja a bonyolult berendezés üzeme, karbantartása, az öntőszemélyzet begyakorlása, az SM kemencék és az öntőgép összehangolása.

Az eddigi eredményeket vizsgálva megállapítható, hogy a folyamatos acélöntőmű felfutási üteme kielégítő, de a teljes felfutás biztosítása az elkövetkező évek egyik nagy feladata az Ózdi Kohászat Üzemekben.

IRODALOM

[1] *Dolgos László:* Az első hazai folyamatos acélöntőművekkel kapcsolatos tervezési és telepítési tapasztalatok — Kohászat 1974. január.

[2] *Vitkó József:* Üzembehelyezés előtt a folyamatos acélöntőmű — Ózdi Acél 1973/1.

[3] Alkotó csoport: Korszerű acélgyártó eljárások, különös tekintettel a vákumos acélgyártásra és a folyamatos öntésre I. — Mérnöktovábbképző Intézet, 1967.

[4] *Dr. Benyó Tibor:* A folyamatos acélöntőmű és a rúddróthengermű együttes beruházása. — Ózdi Acél, 1973/1.

Tolókemencék minimális hűtővízveszteségének meghatározása*

BARABÁS FERENC okl. kohómérnök
Kohászati Gyárépítő Vállalat

DK: 66.041.55:66.045.5

A szerző csúszósínnel és keresztgerendával épített tolókemencék hűtővízveszteségének csökkentésével foglalkozik. A fenti veszteségek minimális értékének meghatározására, az eddigi tervezési gyakorlattól eltérően, új számítási módszert közöl a mechanikai méretezés és hőtechnikai számítás együttes alkalmazásával.

A gazdaságos termelés, s ezen belül a mindinkább előtérbe kerülő energiatakarékosság a kohászati termékek önköltségét is jelentős mértékben befolyásolja.

A kemencetervezők feladata ezzel kapcsolatban, hogy az optimalizálási feltételek figyelembevételével maximális hatásfokú kemencéket tervezzenek.

Csúszósínnel és keresztgerendával ellátott tolókemence hőkiadási tételei között a hűtővízveszteség a 15—20%-ot is eléri.

Jelen vizsgálat tárgya a fenti veszteség minimális értékének meghatározása az eddigi tervezési módszertől eltérően: mechanikai méretezés és hőtechnikai számítás együttes vizsgálatával. Továbbiakban a csúszósin és keresztgerenda gazdaságossági kérdéseivel foglalkozunk.

Mivel teljesen új elvi számítási módszerről van szó, szükséges bizonyos helyeken egyszerűsítéseket tenni. Ezekre az adott helyeken mindenütt kitérünk.

I. Hűtővízvezetékek geometriájának vizsgálata

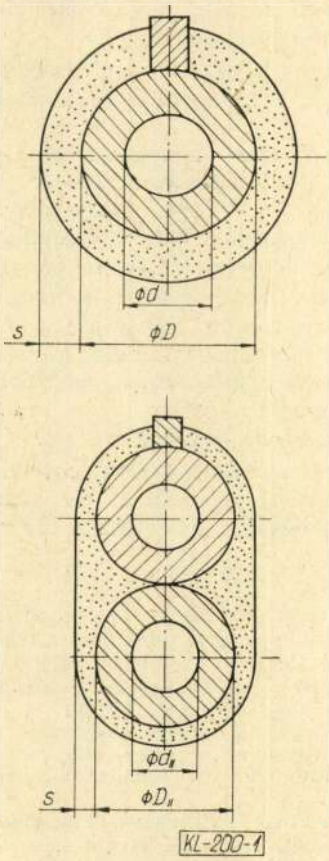
A hűtővízvezetékeket körszelvény esetére egy- és kétcsöves geometria összehasonlításában vizsgáljuk *(1. ábra)*.

A hűtővízveszteség több cső esetén is érvényes képlete:

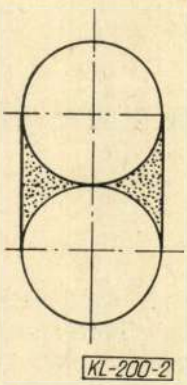
$$Q = \frac{F_x \cdot \Delta t \cdot \lambda}{s} \qquad (1)$$

ahol Q	hűtőveszteség	kcal/ó
F_x	hőátadási felületekből számítható ekvivalens felület	m^2
s	szigetelőréteg vastagsága	m
Δt	hőmérsékletkülönbség	°C
λ	hővezetési tényező	kcal/mó°C

* A Vaskohászati Szakosztály 1974. évi pályázatán díjazott pályamunka.



1. ábra. Egy- és kétcsöves geometria



2. ábra. Változó szigetelési réteg

Mivel csak a csőgeometria hatását vizsgáljuk Δt és λ értékét adott kemencénél kons.-nak vehetjük. Így (1) helyett

$$Q = A \frac{F_x}{s} \qquad (2)\text{-t}$$

írhatjuk, ahol A = konstans.

Közelítő számításhoz írható:

$$F_x = \frac{F_k + F_b}{2} \qquad (3)$$

ahol F_k hőátadás külső felülete m^2
F_b hőátadás belső felülete m^2

Eldöntendő, hogy milyen feltételek mellett célszerű az egy, ill. kétcsöves megoldás alkalmazása. (2) alapján eldönthető, hogy melyik eset eredményez kisebb Q értéket. Az 1. ábrán látható, hogy kétcsöves esetnél „s" nem állandó. Először is meg kell nézni, hogy ez a változó szigetelési réteg (ha a kerületen egyenletesen helyezkedne el) milyen mértékben növelné a szigetelés vastagságát.

Levezetés mellőzésével az „s" növekménye:

$$\Delta s = \frac{D_{II}^2\pi \cdot \frac{1}{4} + D_{II}^2 - \frac{1}{2} D_{II}^2\pi}{D_{II}\pi + 2D_{II}} = 0{,}042 D_{II}$$

„D" és „s" közötti gyakorlati összefüggésből adódik, hogy $\Delta s \ll s$, tehát a növekedés mértéke elhanyagolható.

Ez esetben (2) $Q = B \cdot F_x$ alakúra redukálódik. (B = konstans). Tehát Q_{min} szempontjából elegendő a kétféle geometria F_x értékeinek összehasonlítása.

A II. index a kétcsöves geometriára utal.

A felületek, s az arányok azonos „s" esetén:

$$F_{x\,II} = \frac{L[2d_{II}\pi + (D_{II} + 2s)\pi + 2D_{II}]}{2} \qquad (4)$$

$$F_x = \frac{L \cdot \pi(d + D + 2s)}{2} \qquad (5)$$

$$\frac{F_{x\,II}}{F_x} = \frac{2d_{II}\pi + (D_{II} + 2s)\pi + 2D_{II}}{\pi(d + D + 2s)} \qquad (6)$$

A (6)-hoz az átmérők viszonyát szilárdsági egyenértékűség alapján kell megállapítani. Közelítő méretezéshez a csúszósínek és keresztgerendák igénybevételét egytengelyű hajlításra számoljuk.

Az ismert összefüggésből: $\sigma = M_h/K$, σ választható; Mh adott a csőgeometriából (lásd később). Tehát „K" értékeit kell figyelembe venni.

A szigetelőréteg elhanyagolásával írható:

$$K_{II} = \frac{0{,}1}{D_{II}} [D_{II}^4 - d_{II}^4 + 4D_{II}^2(D_{II}^2 - d_{II}^2)]$$

$$K = \frac{0{,}1}{D} (D^4 - d^4)$$

Ezzel a két keresztmetszeti tényező aránya:

$$\frac{K_{II}}{K} = \frac{[D_{II}^4 - d_{II}^4 + 4D_{II}^2(D_{II}^2 - d_{II}^2)]D}{D_{II}(D^4 - d^4)} \qquad (7)$$

További vizsgálat előtt le kell szögezni, hogy a viszonyokat $K_{II} = K$ esetében vizsgáljuk. Ez azonos szilárdsági feltételeket biztosít a kétféle csőgeometria számára.

Betartandó feltétel továbbá az azonos átfolyási keresztmetszet.

Ez $d = \sqrt{2}\, d_{II}$ esetén teljesül. (8)

A fentieket (7)-be helyettesítve a D és D_{II} arányát számítani tudjuk. Ugyanis

$$[D_{II}^4 - d_{II}^4 + 4D_{II}^2(D_{II}^2 - d_{II}^2)]D = D_{II}(D^4 - 4d_{II}^4) \qquad (9)$$

A megoldást $D = \alpha D_{II}$ alakban keresve kapjuk:

$$\alpha[D_{II}^4 - d_{II}^4 + 4D_{II}^2(-d_{II}^2 + D_{II}^2)] = \alpha^4 D_{II}^4 - 4d_{II}^4$$

A számításhoz $\alpha = 1{,}56$ közelítést, valamint $d_{II}/D_{II} = u$ jelölést alkalmazva:

$$\alpha^3 = 5 + 1{,}55u^4 - 4u^2$$

Integrál középértékkel számolva:

$$\alpha^3 = \int_0^1 (5 + 1{,}55u^4 - 4u^2)\,du = 3{,}8$$

$\alpha = 1{,}56$ tehát a választott közelítő érték pontos volt, mely alapján a nagyátmérőkre vonatkozó geometriai viszonyok:

$$D = 1{,}56 D_{II} \qquad (10)$$

Most már a szilárdsági egyenértékűség alapján számított átmérő viszonyokat (8) és (10) visszahelyettesítve a (6)-ba adódik:

$$\frac{F_{x\,II}}{F_{II}} = \frac{6{,}28 d_{II} + 5{,}14 D_{II} + 6{,}28 s}{4{,}4 d_{II} + 5{,}1 D_{II} + 6{,}28 s} \qquad (11)$$

A (11) alapján készült a *3. ábra*. Az ábrán látható hogyan változik az egy és kétcsöves geometria esetén az F_x felületek aránya, s ezzel együtt (mint arra már rámutattunk) a két csőgeometriához tartozó minimális hűtővízveszteség aránya.

Következtetés: amennyiben a kemence telepítése, s egyéb viszonyok lehetővé teszik: min. hűtővízveszteség szempontjából az egycsöves megoldást kell előnyben részesíteni. A gyakorlatnak megfelelő viszonyok (D és „s" között) mellett ez 10—14%-kal kisebb veszteséget jelent.

A további szilárdsági számításoknál az egycsöves megoldást vesszük alapul. Természetesen ezt értelemszerűen a másik geometriára is el lehet végezni, hiszen korábbi feltétel volt $K = K_{II}$.

II. Csúszósín méretezése

A csúszósíneket úgy kell elhelyezni, hogy bennük azonos feszültség keletkezzen. Bizonyítható, hogy azonos nagyságú az egyes csúszósínek igénybevétele, ha azok a *4. ábra* szerint kerülnek elhelyezésre.

Az ábrán: x — csúszósínek száma,
l_x — csúszósínek távolsága.

A csúszósíneket l távolságban keresztgerendák tartják, két végének alátámasztását a megfelelő kemencekonstrukció biztosítja *(5. ábra)*.

Az ábrán:
$M_1, M_2 \ldots M_n$ — az alátámasztási helyeken ébredő nyomatékok,
n — a keresztgerendák száma.

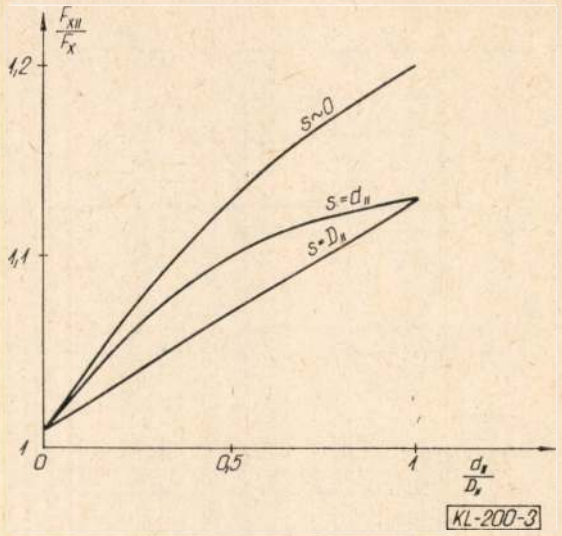
A hajlításra történő méretezést a Clapeyron-egyenletrendszer segítségével lehet elvégezni. Ennek végeredményét az alábbi mátrix egyenlet mutatja:

$$\begin{bmatrix} 4&1&0&0&\ldots&0&0&0 \\ 1&4&1&0&\ldots&0&0&0 \\ 0&1&4&1&\ldots&0&0&0 \\ \ldots&\ldots&\ldots&\ldots&\ldots&\ldots&\ldots&\ldots \\ 0&0&0&0&\ldots&1&0&0 \\ 0&0&0&0&\ldots&4&1&0 \\ 0&0&0&0&\ldots&1&4&1 \\ 0&0&0&0&\ldots&0&1&4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} M_1 \\ M_2 \\ M_3 \\ \vdots \\ M_{n-3} \\ M_{n-2} \\ M_{n-1} \\ M_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a \\ a \\ a \\ \vdots \\ a \\ a \\ a \\ a \end{bmatrix} \qquad (12)$$

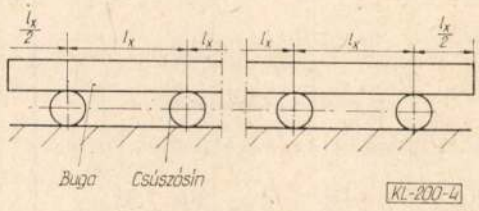
ahol $$a = \frac{pl^2}{2} \qquad (13)$$

p: a csúszósín igénybevételét okozó megoszló terhelés:

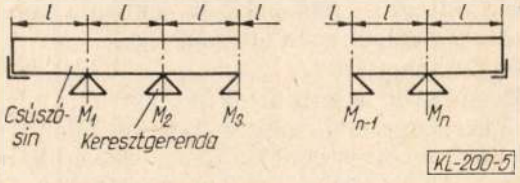
$$p = \frac{G}{x(n+1)l} \qquad (14)$$



3. ábra. Felületek aránya



4. ábra. Csúszósínek távolsága



5. ábra. Csúszósínek alátámasztása

1. táblázat

Hajlítónyomatékok számított értékei

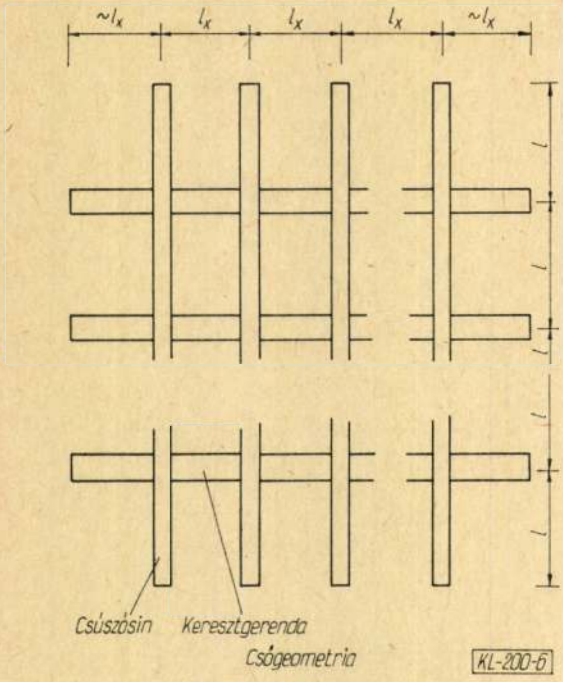
n	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6
1	$0{,}25a$					
2	$0{,}2a$	$0{,}2a$				
3	$0{,}215a$	$0{,}143a$	$0{,}215a$			
4	$0{,}21a$	$0{,}158a$	$0{,}158a$	$0{,}21a$		
5	$0{,}21a$	$0{,}154a$	$0{,}173a$	$0{,}154a$	$0{,}21a$	
6	$0{,}21a$	$0{,}154a$	$0{,}17a$	$0{,}17a$	$0{,}154a$	$0{,}21a$

G: a kemencében levő buga sulya (kp). (12) kiszámított értékeit az *1. táblázat* tartalmazza.

A táblázat alapján továbbiakban közelítő értékként $M = 0{,}215a$-val számolhatunk.

$\sigma = \frac{M_h}{K}$ az alábbiakra módosul:

$$\sigma = \frac{0{,}215a}{\frac{0{,}1(D_{cs}^4 - d_{cs}^4)}{D_{cs}}}$$



6. ábra. Csőgeometria

melybe (13) és (14) behelyettesítése után

$$\sigma \frac{D_{cs}^4 - d_{cs}^4}{D_{cs}} = \frac{1{,}07 \cdot Gl}{x(n+1)} \qquad (15)$$

További számításhoz (15) nem alkalmas. Helyette a csúszósin, illetve későbbiekben a keresztgerenda hosszának ismerete szükséges.

A *6. ábra* alapján

1 db csúszósín hossza: $L_{cs} = (n+1)l$

1 db keresztgerenda hossza: $L_k = (x+1)l_x$

(Közelítés: a keresztgerenda l_x-szel hosszabb, mint a buga.) A fenti adatot (15)-be helyettesítve, valamint $d_{cs} = \beta D_{cs}$ bevezetésével a csúszósín külső átmérője:

$$D_{cs} = \sqrt[3]{\frac{1{,}07G \cdot L_{cs}}{\sigma(1-\beta^4)\gamma}} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{x(n+1)^2}} \qquad (16)$$

Most már a csúszósínek hűtővízveszteségével arányos felület az (5)-ből:

$$F_{xcs} = \frac{\pi L_{cs} \cdot x}{2} \cdot (D_{cs} + d_{cs} + 2s)$$

Közelítésként a 3. ábra alapján $s = d$ értéket beírva:

$$F_{xcs} = \frac{\pi}{2} L_{cs} \cdot x \cdot D_{cs}(1+3\beta),$$

melybe (16)-ot helyettesítve:

$$F_{xcs} = \frac{\pi}{2} L_{cs} \cdot (1+3\beta) \sqrt[3]{\frac{1{,}07 \cdot G \cdot L_{cs}}{\sigma(1-\beta^4)}} \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{x}{n+1}\right)^2}$$

Mivel $0 < \beta < 1$, integrálközépérték alapján $\beta = 0{,}5$ $\beta^4 = 0{,}2$ helyettesítésekkel:

$$F_{xcs} = 4{,}3 L_{cs} \sqrt[3]{\frac{G \cdot L_{cs}}{\sigma}} \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{x}{n+1}\right)^2} \qquad (17)$$

adódik a csúszósínek hűtővízveszteségével arányos ekvivalens felületre.

III. Keresztgerenda méretezése

A méretezés meneténél a csúszósínekre leírtak az iránymutatók.

Megvizsgálandó a keresztgerenda-rendszerre ható terhelés nagysága és megoszlása *(7. ábra)*.

Az 5. ábra és (12) ismeretében a 7. ábra erői számolhatók. Ennek eredményét a *2. táblázat* tartalmazza. A táblázat alapján $U = 1{,}1p \cdot l$ közelítő értéket választhatunk minden egyes keresztgerendánál a méretezés alapjául.

Egy keresztgerenda igénybevételi viszonyait a *8. ábra* mutatja. Az ábra alapján azon megközelítéssel számolhatunk, hogy $V_1 = V_2 = \ldots V_x = V = U$.

A 8. ábra alapján a keresztgerendát maximálisan igénybevevő hajlítónyomatékok nagyságát a *9. ábra* mutatja.

Levezetés mellőzésével ez a nyomaték:

páros számú csúszósín esetén:

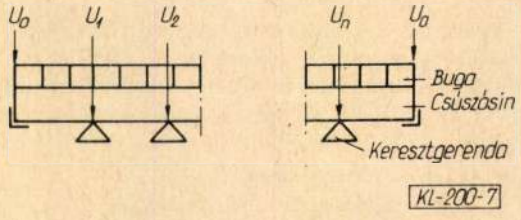
$$M = \frac{x^2 + 2x}{8} \cdot V \cdot l_x$$

páratlan számú csúszósín esetén:

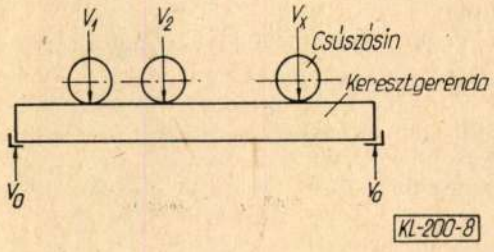
$$M = \frac{(x+1)^2}{8} \cdot V \cdot l_x \qquad (18)$$

Az utóbbi a nagyobb, ezért a további számítás alapjául ezt használjuk.

$$\sigma = \frac{M_h}{K},$$



7. ábra. Keresztgerenda rendszerre ható erők

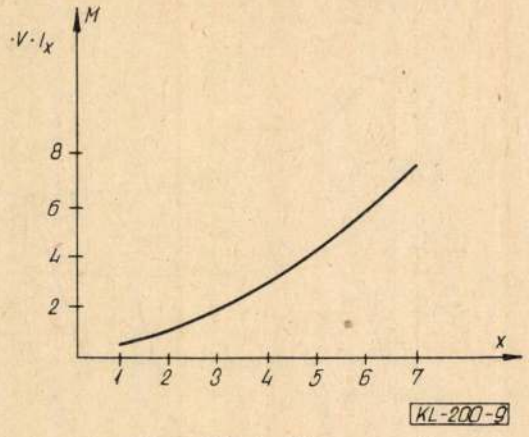


8. ábra. Egy keresztgerenda igénybevétele

2. táblázat

Keresztgerendarendszer terhelése

n	U_0	U_1	U_2	U_3	U_4
1	$0{,}375pl$	$1{,}25pl$			
2	$0{,}4pl$	$1{,}1pl$	$1{,}1pl$		
3	$0{,}393pl$	$1{,}143pl$	$0{,}928pl$	$1{,}143pl$	
4	$0{,}395pl$	$1{,}131pl$	$0{,}974pl$	$0{,}974pl$	$1{,}131pl$



9. ábra. Maximális nyomaték

melybe (18)-at helyettesítve:

$$\sigma=\frac{1{,}48\cdot L_k\cdot G\cdot D_k\cdot(x+1)}{(D_k^4-d_k^4)\cdot x(n+1)}$$

ahol D_k és d_k a keresztgerenda külső, illetve belső átmérője.

$d_k=\gamma D_k$ alapján

$$D_k=\sqrt[3]{\frac{1{,}48G\cdot L_k}{\sigma(1-\gamma^4)}}\cdot\sqrt[3]{\frac{x+1}{x(n+1)}} \qquad (19)$$

adódik.

A keresztgerenda-rendszer hűtővízveszteségével arányos felület:

$$F_{xk}=\frac{\pi}{2}L_k\cdot n\cdot(D_k+d_k+2s)$$

A csúszósínhez hasonlóan:

$$F_{xk}=\frac{\pi L_k}{2}(1+3\gamma)\sqrt[3]{\frac{1{,}48\cdot G\cdot L_k}{\sigma(1-\gamma^4)}}\cdot n\sqrt[3]{\frac{x+1}{x(n+1)}}$$

majd a β-hoz hasonló közelítéssel: $\gamma=0{,}5$ $\gamma^4=0{,}2$

Ezzel a keresztgerendák hűtővízveszteségével arányos felület:

$$F_{xk}=4{,}8\cdot L_k\sqrt[3]{\frac{GL_k}{\sigma}}\cdot n\sqrt[3]{\frac{x+1}{x(n+1)}} \qquad (20)$$

IV. Minimális hűtővízveszteség

A (17) és (20) képlettel ismertek azok a végleges összefüggések, mely alapján a minimális hűtővízveszteség biztosítható.

A hűtővízveszteséggel arányos felületnagyság: $F_x=F_{xcs}+F_{xk}$

$$F_x=4{,}3L_{cs}\sqrt[3]{\frac{G\cdot L_{cs}}{\sigma}}\cdot\sqrt[3]{\left(\frac{x}{n+1}\right)^2}+$$

$$+4{,}8L_k\sqrt[3]{\frac{G\cdot L_k}{\sigma}}\cdot n\sqrt[3]{\frac{x+1}{x(n+1)}} \qquad (21)$$

A fenti képletben $G:L_{cs}:L_k:\sigma$ adott esetre állandó.

A további számítás egyszerűbbé tétele érdekében a (21)-et

$$F_x=4{,}3L_{cs}\cdot\sqrt[3]{\frac{G\cdot L_{cs}}{\sigma}}\cdot C(x;n)+$$

$$+4{,}8L_k\sqrt[3]{\frac{G\cdot L_k}{\sigma}}\cdot E(x,n) \qquad (22)$$

alakban használjuk. C és E értékeit a *3.* illetve a *4. táblázat* tartalmazza. Mint látható (22)-vel ismert az az összefüggés, amely a Q_{min}-hoz tarozó $F_{x\,min}$-ot adja a csúszósínek és a keresztgerendák számának függvényében. Továbbiakban ezen összefüggés felhasználását egy alkalmazási feladaton mutatjuk be.

3. táblázat

C értékei $C=\sqrt[3]{\left(\frac{x}{n+1}\right)^2}$

x ↓ n→	1	2	3	4	5	6
2	1	0,77	0,63	0,54	0,48	0,43
3	1,31	1	0,83	0,73	0,63	0,57
4	1,6	1,21	1	0,86	0,76	0,69
5	1,85	1,4	1,16	1	0,88	0,79
6	2,08	1,59	1,3	1,13	1	1,9

4. táblázat

E értékei $E=n\sqrt[3]{\frac{x+1}{x(n+1)}}$

x ↓ n→	1	2	3	4	5	6
2	0,92	1,58	2,16	2,68	3,15	3,6
3	0,87	1,52	2,07	2,56	3,05	3,42
4	0,85	1,48	2,04	2,52	2,95	3,36
5	0,84	1,47	2,01	2,48	2,91	3,33
6	0,83	1,46	1,98	2,46	2,9	3,3

V. Hűtővízveszteség szempontjából optimális csúszósín és keresztgerenda számának, átmérőjének meghatározása egy konkrét feladatban

Meghatározandó egy tolókemence minimális hűtővízveszteségét eredményező csúszósín-keresztgerenda-rendszer optimális száma, mérete, mely kemence adatai:

Előmelegítő és izzítózóna hossza:	15 000 mm
Kemence szélessége:	5000 mm
Hevítendő buga mérete; ⌀	200 mm

A számítás kiinduló adatai:

L_{cs} = 1500 cm (csúszósín csak az előmelegítő és izzítótérben)

5. táblázat

$F_x$érték $F_x = 355\,000 \sqrt[3]{\left(\frac{x}{x+1}\right)^2} + 925\,000\, n \sqrt[3]{\frac{x+1}{x(n+1)}}$

x ↓ n→	1	2	3	4	5	6
2	439 000	420 000	424 000	440 000	460 000	486 000
3	542 000	496 000	487 000	492 000	506 000	518 000
4	647 000	567 000	543 000	539 000	544 000	556 000
5	733 000	631 000	597 000	584 000	583 000	586 000
6	817 000	695 000	643 000	628 000	623 000	624 000

6. táblázat

Különböző x-hez és n-hez tartozó F_x értékeinek aránya az x=2-höz és n=2-höz tartozó F_x értékéhez viszonyítva

x ↓ n→	1	2	3	4	5	6
2	1,04	1	1,01	1,04	1,1	1,16
3	1,29	1,18	1,16	1,17	1,2	1,23
4	1,54	1,35	1,3	1,28	1,3	1,32
5	1,85	1,5	1,42	1,39	1,39	1,4
6	1,95	1,66	1,53	1,49	1,48	1,48

L_k = 500 cm

G = 117 000 kp (a csúszósínen levő összes buga súlyát számítva)

σ = 1000 kp/cm² (az adott hőmérsékletre megengedett anyag megengedett hajlítófeszültségéből választva)

Az ismert adatokat (22)-be helyettesítve:

$$F_x = 4{,}3 \cdot 1500 \cdot \sqrt[3]{\frac{117\,000 \cdot 1500}{1000}} \cdot C +$$

$$+ 4{,}8 \cdot 500 \sqrt[3]{\frac{117\,000 \cdot 500}{1000}} \cdot E$$

$F_x = 355\,000 \cdot C + 92\,500 \cdot E$ adódik. A 3. és a 4. táblázat felhasználásával a jelen feladatra kiszámított F_x értékeit az *5. táblázat* tartalmazza.

A táblázatból látható, hogy Q_{min}-t eredményező $F_{x\,min}$ $x=2$ és $n=2$ értékeknél adódik. Ehhez, mint alapértékhez mérten az 5. táblázat adatait százalékos kimutatásban a *6. táblázat* tartalmazza.

A 6. táblázatból levonható következtetések:

— a minimális hűtővízveszteség x és n értékeitől jelentős mértékben függ,

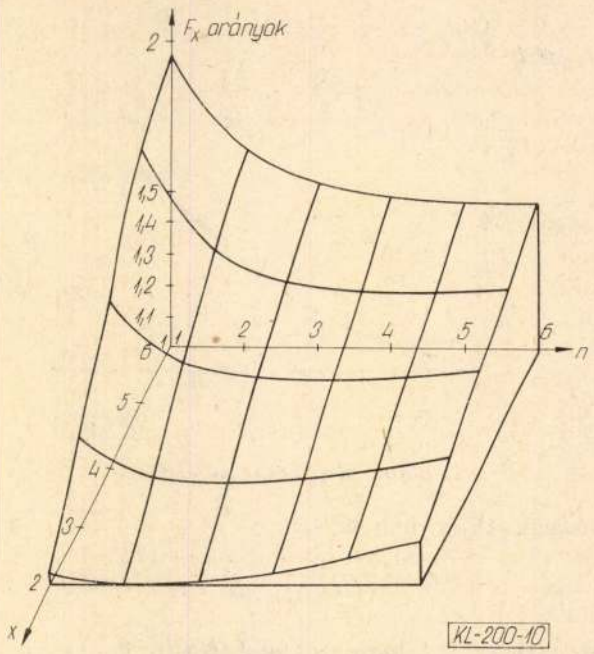
— rögzített számú csúszósín esetén a keresztgerendák számának bizonyos határig történő növelése a hűtővízveszteséget csökkenti,

— csúszósínek számának növelése a hűtővízveszteséget jelentősen növeli.

A 6. táblázat alapján készült a *10. ábra.*

Az $F_{x\,min}$ ismeretében meg kell határozni az egyes átmérőket (16) és (19) segítségével.

A számítás végeredménye: $D_{cs} = 222$ mm; $D_k = 356$ mm. Látható, hogy a fenti átmérők nagyságuk miatt az adott célnak nem felelhetnek meg. Tehát az elfogadható átmérő miatt a minimális hűtővízveszteség rovására a csőszámokon változtatni kell.



10. ábra. Veszteségi viszonyok

Egycsöves megoldások esetén:

$x=2$; $n=4$ értéknél $D_{cs} = 158$ mm; $D_k = 300$ mm,
$x=2$; $n=5$ értéknél $D_{cs} = 140$ mm; $D_k = 280$ mm,
$x=2$; $n=6$ értéknél $D_{cs} = 128$ mm; $D_k = 275$ mm,

látható, bár D_{cs} már megfelelő érték lenne, D_k értéke csak nagyon kis mértékben változik. További vizsgálatot a 6. táblázat figyelembevételével kell elvégezni.

$x=3$; $n=3$ értéknél $D_{cs} = 160$ mm; $D_k = 310$ mm. Látható, hogy x növelése a D_k-ban ($x=2$; $n=3$-ra interpolállt értékhez képest) nem eredményez lényeges csökkenést. Továbbá az $x=2$-nél tapasztaltak alapján elmondhatjuk, hogy n adott határig történő növelése sem eredményez lényeges D_k csökkenést.

A D_k értékének jelentősebb mérvű csökkenése csupán a kétcsöves geometriára való áttéréstől várható. Bár ez a keresztgerendára (a már kimutatott összefüggések alapján) nagyobb hűtővízveszteséget jelent, azonban ennek nagysága egy kisebb számú kétcsöves geometriára még mindig alatta marad a nagyobb számú egycsöves veszteségének. (6. táblázat alapján látható).

$x=2$; $n=6$-ra D_{cs} értéke egycsöves esetre megfelelő volt, ezért erre az esetre számítjuk a kétcsöves keresztgerendát is (10) alapján. $D_k = 176$ mm értékűre adódott.

Összefoglalva a feladatban szereplő kemence hűtővízvezetékeinek adatait:

Csúszósínek

— száma: 2,
— geometriája: egycsöves,
— külső átmérője: 128 mm,
— belső átmérője: 64 mm.

Keresztgerendák

— száma: 6,
— geometriája: kétcsöves,
— külső átmérője: 176 mm,
— belső átmérője: 97 mm.

A fentiekre a belső átmérőket a már ismertetett módon határoztuk meg.

Természetesen egy adott feladatnál ez még nem végeredmény, hanem csak a pontos számítás kiindulójaként szolgál.

Mivel a vizsgálati módszer kidolgozására több helyen is közelítéseket kellett alkalmazni (pl. egytengelyű hajlítás, kis- és nagyátmérők viszonya, szigetelés súlyának elhanyagolása, stb.) a kapott kiinduló adatok alapján a szokásos módon elvégezve a méretezést, biztosítottan a minimális hűtővízveszteséggel üzemelő kemencét tervezhetjük meg.

VI. Hűtővízvezetékek gazdaságossági viszonyai

Az előzőekben ismertetett számítási módszer és feladat öncélú lenne a minimális veszteségre vonatkozólag, ha nem vizsgálnánk meg a költségcsökkenés (kisebb veszteség) kiadási tételét.

Ugyanis arról van szó, hogy a csőfelületet, s ezzel a minimális hűtővízveszteséget csökkenteni adott feltételek mellett csak jobb minőségű, s ezzel drágább cső alkalmazásával lehetséges. Továbbiakban ezen összefüggéseket vizsgáljuk.

A cső minőségének javulása két irányba hat:

a) egyrészt növeli a cső beszerzési árát.

b) másrészt az átmérőcsökkenésen keresztül az *a)*-ra visszahatva relatív árcsökkenést eredményez az *a)*-ban. Továbbá a kemencehatásfokra gyakorolt növelő hatása (kisebb hűtővízveszteség), valamint a cső tartósságának növelésén keresztül csökkenti az üzemeltetési költséget.

A megoldás menete a következő:

Csőgyárakból beszerezzük a szóbajöhető csövek árát anyagminőség és átmérő szerint. A kapott ajánlatokra megállapítjuk az

$Ár = f(\sigma;\ D)$ függvényt, mely a továbbiakban

$$Ár = f\left(\sigma;\ \frac{1}{\sqrt[3]{\sigma}}\right)$$

alakra módosul, mivel

$$D \text{ arányos } \frac{1}{\sqrt[3]{\sigma}} \text{-val.}$$

Továbbiakban a feladatot egycsöves csúszósínre vizsgáljuk.

Amennyiben az amortizációt egyenletesnek tekintjük „z" leírási évszám mellett a cső ára:

$$Ár = \frac{f\left(\sigma;\ \frac{1}{\sqrt[3]{\sigma}}\right) \cdot L_{cs} \cdot x}{z} \text{(Ft/év)}$$

Továbbá a cső minőségének hatása a fűtőanyag megtakarításra;

Eddigi számításaink alapján ismerjük Q értékét. Az F_x-szel való kapcsolat miatt ezt felírhatjuk: $Q = B \cdot F_x$ kcal/ó alakban, ahol B adott esetre állandó.

A kemence üzemóra, tüzelőanyag fűtőértéke, tüzelőanyag ára figyelembevételével meghatározhatjuk a fenti veszteséget pótló tüzelőanyag árat éves szintre vetítve.

$$\text{Ez} \qquad Ár = H \cdot F_x = \frac{J}{\sqrt[3]{\sigma}} \text{ Ft/év}$$

alakban írható, ahol J adott esetre állandó.

Ezzel rendelkezésünkre áll az árképzés mindkét tétele.

Ezt összevonva a csőminőség változásának az alábbi az árkihatása:

$$Ár = \frac{f\left(\sigma;\ \frac{1}{\sqrt[3]{\sigma}}\right) \cdot L_{cs} \cdot x}{z} + \frac{J}{\sqrt[3]{\sigma}} \text{ [Ft/év]} \qquad (23)$$

Ez kétcsöves esetre az alábbiak szerint módosul:

$$Ár = \frac{f\left(\sigma;\ \frac{1}{\sqrt[3]{\sigma} \cdot 1{,}56}\right) \cdot L_{cs} \cdot x \cdot 2}{z} + \frac{J \cdot 1{,}14}{\sqrt[3]{\sigma} \cdot 1{,}56} \text{ [Ft/év]} \qquad (24)$$

Természetesen ugyanez vonatkozik a keresztgerendákra is.

Csupán értelemszerűen a megfelelő adatokat kell behelyettesíteni.

A (23) és (24) ismeretében rendelkezésünkre állnak azok az adatok, mely segítségével a gazdaságos csőgeometriát ki tudjuk alakítani. A különböző anyagminőségű csövek közül gazdaságilag az lesz optimális, melyre a legkisebb éves költség adódik.

VII. Következtetések

Mint láttuk a tolókemence optimális hűtővízvezeték rendszerét meg lehet határozni egy viszonylag bonyolultabb levezetés eredményének birtokában. A kidolgozott séma alapján mindenképpen célszerű a számításokat elvégezni, hiszen csak ez alapján tervezhetjük meg az adott kemence korszerű, gazdaságosan üzemelő hűtővízvezeték rendszerét.

IRODALOM

[1] *Dr. Diószeghy Dániel:* Kohászati kemencék I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1969.

Felhívjuk tagjaink figyelmét a Vaskohászati Szakosztály pályázatára

Határidő: december 31.

Termelőberendezések automatizálásának színvonalát és gazdasági hatékonyságát együttesen értékelő modellmódszer

Dr. LŐRINCZ OSZKÁR okl. kohómérnök, okl. gazdasági mérnök

DK: 669.013.5:65.011.56.001.57

A szerző modellt konstruált arra a célra, hogy a kohászati termelőberendezések automatizálásának lehetséges változatai alapján azok gazdasági értékelését is lehetővé tegye. Egy technológiai-műszaki automatizálási feladat többféle úton, többféle technológiai megoldással valósítható meg. Cél az, hogy olyan legyen a megoldás, amely műszaki és gazdasági szempontból optimális, azaz a feladatra illeszkedő automatizálási szint jöjjön létre, annál sem kevesebb, sem több.

Bevezető

Az automatizálás műszaki-gazdasági hatékonyságának megítélésénél a termelőberendezés legfontosabb célkitűzéseit kell alapvetőnek tartanunk. A fő célok lehetnek: az adott technológiai folyamat lefolyására jellemző legnagyobb teljesítmény: az előírt minőségű gyártmány, a minimális munkaerőszükséglet, a jó munkafeltételek kielégítése és a biztonsági követelmények maximális biztosítása.

Az automatizálás meghatározott célok elérését szolgálja, azok eszközeként működik, tehát sohasem öncélú. Az automatizálás színvonalát az határozza meg, hogy az eszközök a technológiai folyamat lefolyását milyen színvonalon biztosítják.

Csak a feladathoz mért automatizálás korszerű és egyúttal gazdaságos. Bármilyen tetszetős megoldásnak tűnik egy számítógépes folyamatszabályozás valamely feladatnál, ha azt más eszközzel is ugyanolyan hatékonysággal és megbízhatósággal, s lényegesen kisebb költséggel oldhatunk meg — nem tekinthető egyértelműen korszerű megoldásnak, mert a műszaki-gazdasági optimumot együttesen kell biztosítani. Ezért pl. egy nyitott elrendezésű finomsoron végzett olyan automatizálás, amely a teljes műveletsort önműködően irányítja, éppen olyan jónak minősíthető, mint a legmodernebb elrendezésű finomsoron megvalósított és számítógépekkel irányított technológiai folyamatirányítás, ha mindkettő a kitűzött feladatot a maga szintjén teljesíti. Más lesz azonban a műszaki színvonal és a termelőberendezésben elért műszaki-gazdasági eredmény.

Az automatizálás eszközeinek fejlődésétől éppen azt kell remélnünk, hogy alkalmazásukkal a már elért műszaki színvonalat lehet tovább növelni és át lehet lépni azokat a korlátokat, amelyeket az adott időszakban a műszaki megoldás határol.

Így pl. az ózdi drótsoron a szabályozástechnika fejlődésétől azt várjuk, tegye lehetővé a ma felső határnak tartott 50—60 m/sec hengerlési sebesség lényeges növelését.

Minthogy a jelen tanulmány célja olyan módszer kidolgozása, amely a termelőberendezések automatizálása *gazdasági* hatékonyságának számbavételére alkalmas, el kell tekinteni a műszaki színvonal értékelését bemutató módszerek felsorolásától.

A tanulmány azt tűzi ki célul, hogy az automatizálás gazdasági hatékonyságának mérésére alkalmas egyfajta módszert dolgozzon ki, amely működő termelőberendezéseken bevezetett automatizálás hatását veszi számba. Nem foglalkozhat a tanulmány új vagy tervezendő berendezések automatizálásának gazdasági hatékonyságával, mert ebben az esetben át kellene tekinteni a műszaki fejlődést értékelő módszereket, s meg kellene vizsgálni azok alkalmazhatóságát. Mindez messze meghaladná a tanulmány kereteit.

Az automatizálás és korszerűsítés gazdasági hatását kifejező modellel szemben támasztott követelmények

A kialakítandó modellnek legfontosabb tulajdonsága, hogy az alkalmazhatósági körön belül

— a követelményeknek megfelelő, rugalmas alakítható legyen,
— a műszaki értékelést gazdasági vetületében is érzékeltesse mérhetően és számszerűsíthetően,
— a hatékonyság változását sokoldalúan fejezze ki.

Minthogy a műszaki érték gazdasági számértékkel való sokoldalú kifejezése követelmény, egyértelműen következik ebből, hogy egysíkú, csak gazdasági vagy csak minőségi értékekre való visszavezetés nem juttathatja kifejezésre az automatizálás hatásait. Erre csak az a modell alkalmas, amelyben a műszaki, gazdasági, minőségi, esetleg egyéb szempontok is helyet kapnak, de emellett eléggé egzakt ahhoz, hogy az értékelés megbízhatósága elfogadható legyen.

A modell egy lehetséges megoldása

Alapvető probléma, a technológiai folyamat egyes műveleteinek értékelése, azok súlya, szerepe és hatása szempontjából. A teljes technológiai művelet lefolyása során az egyes műveletek végrehajtásának helyessége kihat

— a minőségi paraméterekre (hőmérséklettartás, hurokszabályozás, stb.-n keresztül),

más műveletek

— a teljesítményre (fordulatszám, a termelési ütemtartás stb.-n keresztül),

ismét más művelet

— az anyagfelhasználásra (revésedés, átfutási idő, végvágó berendezések pontossága, stb.),
— a munkabiztonságra,
— a fizikai terhelés csökkentésére,
— a figyelem igénybevételének csökkentésére,
— a létszámalakulásra, stb.,

s ezek együttesen kapcsolatban vannak a gazdaságossággal, a költségalakulással.

* Előadásként elhangzott 1974. szeptemberben Berlinben a KGST 5. Nemzetközi Kohászati Automatizálási Konferencián.

Eszerint a technológiai folyamat minden egyes műveletét értékelni kell, hogy az mire hat és milyen költséggel jár.

E probléma megoldása az értékelemzés metodikájának [1] felhasználáshoz vezet el, ötvözve azt a súlyozott együtthatók módszerével [2], valamint a morfológiai séma [3] alkalmazásával. Ez utóbbival csak akkor, ha a műveletek automatizálásánál többféle lehetséges megoldást is figyelembe kell venni.

Az értékelemzésnek a klasszikus alkalmazástól eltérően itt nem feladata azt vizsgálni, hogy az adott funkciót milyen eszköz segítségével lehet a leghatékonyabb, a legkisebb költségráfordítással elvégezni — ez ugyanis a tervező feladata —, hanem annak megállapítása, hogy a művelet végrehajtásának megváltozott módja hogyan hatott magára a műveletre (időtartam, felhasznált eszköz és költség) és mi a hatása a műveletsor lefolyására, valamint az abban kifejezhető eredményre.

A súlyozási együttható módszere az eltérő tulajdonságok közös nevezőre hozását kísérli meg hasonlóan ahhoz, mint amit *Lewandowsky* [4] alkalmazott a személygépkocsik minősítésénél olyan tulajdonságok súlyozásával, mint az ár, max. sebesség, üzemköltség, kényelem, stb. Ilyen esetekben a súlyok kialakítása nagyfokú szubjektivitással járhat.

Ennek elkerülésére a vállalati stratégia (ha ilyen van) segítséget nyújthat az értékelésben, hogy tudniillik adott időpontban mi a fontosabb a gyárnak, a minőség, a mennyiség, biztonság, stb., ill. ezek milyen rangsorát vagy súlyértékét tartja megengedhetőnek, illetve elfogadhatónak. Ezen módszerek célszerű egybeötvözése már alapot ad a modell felállításának megkísérléséhez.

A morfológiai séma eszköz a költségek és a funkció végrehajtása különféle hatásainak szisztematikus feltárásához és rendszerezéséhez.

A modell kialakításának módszere

Mint ismeretes, az értékelemzés során meghatározzák valamennyi követelmény teljesítéséhez szükséges funkció költségeit és megállapítják, hogy az egyes költségelemek hogyan járulnak e funkció teljesítéséhez (funkció-költség analízis).

Alternatív megoldásokat keresnek, amelyek ugyanúgy vagy jobban eleget tesznek a ténylegesen megkívánt funkcióknak, felesleges költségek nélkül.

Modellünk kialakításának első lépéseként abból indulunk ki, hogy e funkciók adottak, mert ismert a technológiai műveletsor lefolytatásának minden egyes művelete. Azt kell megvizsgálni, hogy a műveletek kifogástalan elvégzése a fő célkitűzések teljesítésében milyen mértékben hat az egyes műveletek minőségére, a technológiai ciklusidőre, a biztonságos munkavégzésre, létszámcsökkentésre, stb. Ennek gyakorlati végrehajtását egy táblázat készítése segíti elő, amelyben a műveleteket a végrehajtás sorrendjében soroljuk fel, hasonlóképpen azokat a tényezőket is, amelyekre a műveletvégzés hatással van. Első lépésben annak eldöntésére kerül sor, hogy a műveletvégzés mely tényezőre hat és bejelöljük a rovatokba az alábbi módon *(1. táblázat)*.

A következőkben — a módszer leglényegesebb és legnehezebbnek tekinthető részére — az egyes tényezők értékelésére, ha lehetséges, számszerűsítésére kerül sor. A számszerűsítésnél a különféle matematikai módszereknek lehet nagy jelentőségük, ezek közül is azoknak, amelyek a tömeggyártás viszonyait figyelembe veszik.

Ilyen példaként hozzuk fel olyan hengerműi műveletnek az automatizálását, amely lehetővé teszi a darabsúlyok növelését, ugyanis a darabsúlynövelés hulladékcsökkenéshez vezet a

$$g_m = \frac{1000}{G} g_h \text{ [kg/t]}$$

összefüggés alapján,

ahol g_m = 1 t-ra eső hulladékmennyiség [kg]
G = darabsúly [t]
g_h = hulladék [t/db]

Darabsúlynövelés esetén g_m függvénye a G-nek, és a változást az alábbi képlet fejezi ki:

$$g_m = \frac{C}{G},$$

ez pedig megfelel

$$y = \frac{C}{x}\text{-nek, ami a hiperbola képlete}$$

(a hiperbola aszimptótái a koordináta-tengelyek)
C = konstans.

A féltermék súlynövelése és a hulladék csökkenése között a gyakorlatban szigorú értelemben vett függvényszerű kapcsolat nincs, a hiperbolikus jelleg csak tendenciájában érvényesül. Ezért csak regressziós függvénnyel lehet helyesen kifejezni a darabsúlytól függő hulladékváltozást. Ez esetben a legkisebb négyzetek módszerével lehet a problémát megoldani:

$$\Sigma(y_i - y)^2 \to \min.$$

A hiperbola képletét behelyettesítve

$$\Sigma\left(y_i - \frac{C}{x_i}\right)^2$$

C szerinti deriválással eljutunk

$$C = \frac{\Sigma \frac{y_i}{x_i}}{\Sigma \frac{1}{x_i^2}}$$

képlethez, ami súlyozott formában az alábbi:

$$C = \frac{\Sigma \frac{y_i}{x_i}}{\Sigma \frac{1}{f_i^2 \cdot x_i^2}}$$

A hulladékmennyiség és a hulladéktár szorzata választ ad arra, hogy a művelet az anyagköltség változásaira milyen hatást gyakorol. A számítás

jóságát a két változó közötti korrelációs összefüggés számításával ellenőrizhetjük:

$$r=\frac{\Sigma(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x_i-\bar{x})^2\cdot(y_i-\bar{y})^2}}$$

aminek szórása

$$\sigma_r=\frac{1-r^2}{\sqrt{n}}$$

Egy másik példát is bemutatunk az eljárás módjának illusztrálása kedvéért. Számítással megoldható az alábbi probléma is, amikor a művelet automatizálása a minőséget javítja. Ha az előíráshoz pl. a szabványban előírt tűrés-értékekhez (t) hasonlítjuk az új módon elérhető tűréshatárokat, akkor a tűrés szórásának (s) nagysága, illetve az abból adódó selejtarány (p), vagy a jósági fok ($1/p$) fejezi ki a művelet automatizálásának műszaki eredményét, ill. mennyiség és ár ismeretében a gazdasági eredményét.

Az $1/p$ arány növekedése

— a gyártás egységköltségét csökkenti a selejtköltség csökkenése révén, amit az $y_1=a+b/x$ függvény fejez ki ($x=1/p$),

— ugyanakkor növeli az önköltséget az automatikus berendezés költségén keresztül. Az ezt kifejező függvény lehet lineáris vagy parabolikus, és így

$$y_2=cx+d;\quad y_2=cx^2+d$$

A két függvény szuperponálásából létrejött (y) függvény fejezi ki az egységköltség-változást

$$y=y_1+y_2=a+\frac{b}{x}+cx+d$$

a függvény minimuma

$$x_0=\sqrt{\frac{b}{c}}$$

Gyakorlati alkalmazása a képletnek lehetséges pl. a gyártmány méreteiből felvett adatok alapján ($x_1, x_2 \ldots x_n$), ahol az átlag

$$\bar{x}=\frac{1}{n}\cdot\sum_{i=1}^{n}x_i$$

az átlag körüli ingadozás

$$s=\sqrt{\frac{\Sigma(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}$$

A műszakilag megállapított alsó és felső tűréshatár méretén kívül eső gyártmányok száma a selejt. Ennek várható nagysága a méret alá esőkre nézve

$$p_a=\Phi\left(\frac{T_a-\bar{x}}{s}\right)$$

ahol T_a az alsó tűréshatár,
a méretet túllépőkre nézve

$$p_f=1-\Phi\left(\frac{T_f-\bar{x}}{s}\right)\left(\frac{\%}{100}\text{ egységben}\right)$$

ahol T_f a felső tűréshatár, az összes selejt

$$p=p_a+p_f=\Phi\left(\frac{T_s-\bar{x}}{s}\right)+1-\Phi\left(\frac{T_f-\bar{x}}{s}\right)$$

Ha m jelöli a névleges méretet és a t_a, illetve t_f az alsó, ill. felső tűrés-értéket, akkor $T_a=m-t_a$ és $T_f=m+t_f$

A $\Phi(x)$ függvény

$$\Phi(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{x}e^{-\frac{t^2}{2}}\cdot dt$$

illetve: $\Phi(-x)=1-\Phi(x)$, annak feltételezésével, hogy a gyártás során a termék méretének átlaga a névleges méret és hogy az alsó tűrés (t_a) és a felső tűrés (t_f) előírás megegyezik (t)

$$t_a=t_f=t,$$

akkor

$$\frac{T_a-\bar{x}}{s}=-\frac{t}{s}$$

$$\frac{T_f-\bar{x}}{s}=\frac{t}{s}$$

$$p=\Phi\left(-\frac{t}{s}\right)+1-\Phi\left(\frac{t}{s}\right)$$

az összes selejt nagysága

$$p=1-2\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\frac{t}{s}}e^{-\frac{x^2}{2}}\cdot dx$$

A számítási példákat lehetne tovább folytatni teljesítményre [5] stb., de már ennyiből is megállapíthatjuk, hogy konkrét helyzetvizsgálattal kifejezhető az automatizált művelet és valamennyi általa létrejött eredmény — többféle hatás esetén eredmények — közötti kapcsolat.

Lesznek azonban az automatizálásnak olyan hatásai is, mint a munkabiztonság vagy munkafeltételek stb. javítása, amelyek matematikai úton a fenti két példához hasonló módon nem vezethetők le és nem fejezhetők ki számszerűen, de amelyek értékelése és számbavétele a gazdasági eredménnyel gyakran egyenlő fontosságú.

A modell kialakításának második lépésében kell ezt a problémát megoldani, éspedig a már jelzett súlyozási együtthatók módszerének alkalmazásával.

Annak megállapításához, hogy valamilyen beavatkozás után a munka könnyebben vagy biztonságosabban végezhető, kell hogy valamilyen kritériumai legyenek.

Ha ugyanis ilyen nincs, nem tehető semmilyen, a javulást kommentáló megállapítás. Amennyiben bizonyos kritériumok vannak, akkor már a feladat elvégzése vonatkozásba hoztahtó valamilyen hasznos eredménnyel, üzemzavaridő csökkenéssel, a tévcselekmények számának csökkenésével és az ebből eredő selejt vagy egyéb veszteség csökkenésével. Ez esetben az eredmény nagysága becsléssel vagy statisztikai úton számbavehető. A becslés jósága matematikai úton minősíthető, a statisztikai adat pedig egyértelműen elfogadható. Az automatizálás hatása sokszor ilyen módon is felmérhető. Mégis, amikor vannak kritériumok, akkor is előfordulhat, hogy sem becslési, sem pedig statisztikai úton nem lehet vonatkoztatási alapot találni az eredmény számbavételére. Ilyenkor a súlyozás kaphat döntő szerepet. A súlyozás alapja lehet pl.

a vállalati stratégia. Ebben a vállalati stratégiában meghatározást nyer, hogy pl. a vállalat a munkabiztonságot a minőségi célkitűzések teljesítésével, vagy a dolgozók munkájának megkönnyítését a teljesítmény-növelésből származó eredménnyel azonos fontosságúnak tartja. Ilyenkor már a vonatkoztatási alap adottá válik.

Azzal a feltételezéssel, hogy a munkabiztonságot azonos eredményűnek tekintjük a mennyiségi eredménnyel, pl. az 1. táblázat 2. művelete mennyiségi rovatában számított eredmény lehet vonatkozási alap az ugyanazon művelet automatizálásának a munkabiztonságra gyakorolt hatása számbavételéhez. Amennyiben az automatizálás hatása mennyiségi vonatkozású és eredménye E_1, az automatizálás költsége R_1 (ráfordítás), a gazdaságosság egyenes mutatószáma, mint ismeretes

$$g_1 = \frac{E_1}{R_1}$$

Annak feltételezésével, hogy ezzel azonosnak tekintjük az elért eredményt a munkabiztonság vonatkozásában is, a gazdaságosság számítására alkalmas formula a munkabiztonság hatásának számbavételére (g_2);

$$g_2 = \frac{E_1 - (R_2 - R_1)}{R_2}$$

$$E_1 - (R_2 - R_1) = E_2$$

$$g_2 = \frac{E_2}{R_2}$$

ahol R_2 a második műveletnél a munkabiztonságot elősegítő automatizálás ráfordításának összegét jelenti.

A képletből látható, hogy a mennyiségjavulás eredményéből levonásra kerül a mennyiségi eredményt adó automatizálás ráfordításának és a munkabiztonságot elősegítő automatizálás ráfordításának költségkülönbsége.

R_1, R_2, R_n meghatározása az alábbi, ha egy műveletnél többféle hatás is jelentkezik (pl. termelékenységnövekedés, minőségjavítás, munkabiztonság):

$$\frac{E_1}{\Sigma E} = s_1; \qquad \frac{E_2}{\Sigma E} = s_2; \qquad \frac{E_n}{\Sigma E} = s_n$$

$$R_1 = \Sigma R\, s_1; \qquad R_2 = \Sigma R\, s_2; \qquad R_n = \Sigma R\, s_n.$$

1. táblázat

Műveletek sorszáma	Az automatizálás hatása					
	Minőségre	Mennyiségre	Létszám és bérköltségre	Munkafeltételek vált.-ra	Munkabiztonságra	Anyag-, energia-, egyéb kts.-re
1	×					×
2		×			×	
3	×		×			
stb.			×	×		

A módszer harmadik lépése akkor alkalmazható, ha egy-egy műveletnél értékelni szükséges az automatizálás többféle lehetséges módszerét és hatását.

Ez esetben az *1. táblázatot* morfológiai táblázattá alakítjuk oly módon, hogy az egyes műveleteket a számításba vehető automatizálási változatokkal kibővítjük és megvizsgáljuk, hogy az egyes automatizálási módszerek mire hatnak, milyen eredményhez vezetnek. Minden egyes számolható hatást az első lépésben ismertetett matematikai módszerekkel a közvetlenül számba nem vehető hatásokat a 2. lépésben bemutatott súlyozási együtthatók alkalmazásával kell végigvizsgálni. A módosított táblázatunk a következő alakot veszi fel *(2. táblázat)*:

2. táblázat

Műveletek sora és az automatizálás megoldási változatok	Az automatizálás hatása					
	Minőségre	Mennyiségre	Létsz. és bérkts-re	Munkafeltételek vált.-ra	Munkabizt.-ra	Anyag-, energia, egyéb kts-re
11 Kézi szabályozás	×					×
12 Vill. szabályozás	×	×		×		
13 számítógép ...	×	×	×	×		×
21 kézi szabályozás		×			×	
22 vill. szabályozás	×	×			×	
23 számítógép ...	×	×		×	×	
31 kézi szabályozás			×	×		
32 vill. szabályozás			×	×		
33 számítógép ...			×	×		

A kiszámított hatások után az egyes rovatokba beírt E_1, E_2, E_n eredmények alapján lehet dönteni az optimális megoldásokról, a morfológiai séma alapján, amit a *3. táblázatban* mutatunk be

3. táblázat

Műveletek és automatizálás módja	Az automatizálás hatása					
	Minőségre	Mennyiségre	Létsz. és bérkts-re	Munkafelt. vált.-ra	Munkabizt.-ra	Anyag-, energia-, egyéb kts-re
11	E_{111}	↓				E_{116}
12	E_{121}	E_{122}	→	E_{124}		
13	E_{131}	E_{132}	E_{133}	E_{134}		E_{136}
21		E_{212}			E_{215}	
22	E_{221}	E_{222}			E_{225}	
23	E_{231}	← E_{232}	←	E_{234} ←		
31		→	E_{313} →	E_{314}		
32			E_{323}	E_{324}		
33			E_{333}	E_{334} ↓		
				ΣE		

E táblázatban a nyíl irányába mutató automatizálási megoldások (hatásukkal együtt) az optimális megoldást adják.

Gyakorlati alkalmazás

Az előzőekben bemutatott eljárás gyakorlati alkalmazása az ÓKÜ gyors-drótsorán végrehajtott korszerűsítések eredményének számbavételére sikeresnek bizonyult.

A korszerűsítés érintette a kemencét és a féltermék áramlási módját, a folytatólagos sori hajtóműveket, a motollaberendezés és szállítószalag korszerűsítését (6), valamint a hengersori szerelvények konstrukcióját.

Tekintettel jelen előadás kereteire, nincs mód arra, hogy az 1—3. táblázat szerinti műveleteket és azok hatásait részletesen levezessük, mivel az összes műveletek száma igen nagy, összesen 41, illetve 58. Arra nyílik mód, hogy röviden összefoglaljuk a módszerrel feltárt eredményeket.

A korszerűsítés előtti teljes technológiai művelet elemszáma 41, ebből a kézi műveletek azáma 14 (34%), a gépesített műveletek száma 19 (46%), míg az automatizált műveletek száma 8 (20%). A korszerűsítés eredményeképpen a kézi műveletek száma 9-re (16%), a gépesített műveletek száma 17-re (29%) csökkent, mivel az automatizált műveletek száma nőtt 32-re (55%).

A korszerűsítések hatására javult az üzemidőkihasználás, nőtt a hengerlési sebesség és az előállított kötegsúly. Ezek hatása a számítások [5] szerint a hengersor teljesítménynöveléséhez az alábbiak szerint járult hozzá:

— üzemidőkihasználás javulása	1,63 t/ó
— hengerlési sebesség növekedése	2,66 t/ó
— bugasúlynövelés	4,36 t/ó
Összesen:	8,65 t/ó

A statisztikai eredménytől (9,31 t/ó) való eltérés mértéke 0,66 t/óta.

Hatott a bugasúlynövelés a hulladék mértékére és a revemennyiségre. A hulladék számítása a bentiek szerint 6 kg/t, míg a reve [2] mértéke

$$g_t = g_{\bar{o}} \sqrt{i_m} \text{ kg/m}^2$$

összefüggés alapján, aminek a mérési adatok szerint megközelítően exponenciális függvényalak felel meg.

$$y = e^{Cx}$$

Ennél a korrelációnál számítandó függvényalak

$$g_{\bar{o}} = e^{C_1 x + C_2 \lambda + C_3}$$

Az eddigiekben

g_t = revevesztség i_m óra hevítés után (kg/m²)
$g_{\bar{o}}$ = revevesztség (kg/m²)
i_m = a hevítés időtartama (óra)
x = a hőmérséklet
λ = a légfelesleg tényező

A revemennyiség 2,5%-ról 2%-ra csökkent, ami 5 kg/t értéknek felel meg. A számszerű összefüggés

$$g_{\bar{o}} = e^{0{,}005348x + 1{,}584\lambda - 7{,}24}$$

amelynél a többszörös korrelációs együttható 0,95.

Csökkent a villamosenergia felhasználás 88,40 kwó/t értékről 82,6 kwó/t értékre, összesen 3 Ft/t értékkel.

Csökkent a kalóriafelhasználás $0{,}590 \cdot 10^6$ kcal/t értékről $0{,}440 \cdot 10^6$ kcal/t értékre, összesen 13,07 Ft/t-val.

A legnehezebb hengermű munka a tekercsszállítás gépesítésével megszűnt, ami műszakonként 8 főnél rendkívül megkönnyítette a munkát, a dolgozók fizikai erőkifejtés helyett felügyeleti munkát végeznek. A fizikai erőkifejtés összesen 6 műveleti pontnál csökkent jelentősen, a munkakörülmények pedig 18 műveleti ponton változtak meg, amelyeknek jelentős szerepük van az üzemidő kihasználásának javulásában.

Az utóbbi jelentős eredményeken túl a költségekben mérhető hatás összesen egy tonna hengerelt árura vonatkozóan 435 Ft/t önköltségcsökkenés (7,6%). Ebből az anyagköltség, a kalóriafelhasználás, valamint a villamosenergia-költség 33 Ft/t. A 422 Ft a fajlagos teljesítmény növekedésének a fix költségekre gyakorolt hatásából származik.

A modell gyakorlati alkalmazhatóságára bemutatott konkrét üzemi példa az egyéb úton mért eredményekkel és tapasztalatokkal is jó egyezést mutat.

IRODALOM

[1] Értékelemzés. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó Budapest, 1973.
[2] *Lőrincz Oszkár:* Doktori Értekezés, 1971. (Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem)
[3] *Zwicky:* „Morfológie" Industrielle Organisation 1968. 7. sz.
[4] *Lewandowsky R.:* Matematikai módszerek a technológiai prognosztikában PLUS 1970. 1. sz. Düsseldorf (fordítás)
[5] *Lőrincz Oszkár:* A hengerművek teljesítménytartalékai feltárásának matematikai módszerei elektronikus számítógép segítségével Előadás 1/15 Zaporozsje, 1971. (KGST, VÁB IV. Nemzetközi Kohászati Automatizálási Konferencia)
[6] *Lőrincz Oszkár:* Az ózdi drótsor korszerűsítése Kohászat 1964. 7. sz.

Felhívjuk szerzőink figyelmét a kéziratokra vonatkozó nyomdai előírásokra.

Megtalálhatók ezévi 6. számunk 263. oldalán.

Az energiafelhasználás korszerű tervezése számítógéppel a Lenin Kohászati Művekben

LAKATOS ISTVÁN — SZAKÁTS ISTVÁN
rendszerszervező osztályvezető
Lenin Kohászati Művek

DK: 669.013.6:681.3.00

A tanulmány szerzői ismertetik a Lenin Kohászati Művek BULL GE 115 típusú számítógéppel végzett energiatervezési rendszert. Leírják az üzem energiatermelési és fogyasztási viszonyait. Ismertetik a számítógép „csúcs-gazdálkodási" rendszert.

A Lenin Kohászati Művekben a technikai fejlődéssel együtthaladva a számítógépes adatfeldolgozás bevezetése is indokolt volt. Az 1968 óta végzett elektronikus adatfeldolgozásban a számítógép adta lehetőségek kihasználásával olyan új területeket vontak be, melyek a hagyományos ügyviteli adatfeldolgozáson kívül a termelési munkát is segítik. Az egyik ilyen új kísérlet a vállalati energia tervezés és elszámolás számítógépes végrehajtása.

Az Energiagazdálkodási Osztály feladata az energiahordozók minden gazdasági problémája: a napi, heti, dekád, havi stb. elszámolások a szolgáltató és felhasználó felé; a tervezés, a megtakarítás, veszteség naprakész nyilvántartása; a nagyrészt manuális munka árán nyert adatok gazdasági és műszaki elemzése; a saját erőből előállítható energiahordozó gazdaságilag optimális mennyiségének megállapítása és még sok másféle, nagyrészt időrabló adminisztratív jellegű munka.

A vásárolt energia felhasználás — a termelési költség 14—16%-a — gyors és főleg pontos elszámolásának kidolgozása különösen indokolt volt.

Vállalatunk melléktermékként a kohógázt is felhasználja és ezzel földgáz megtakarítást ér el.

A gyár erőműve ennek érdekében speciális szerepet tölt be, s mindig képes alkalmazkodni a rendelkezésre álló kohógáz mennyiségéhez, de üzemeltethető földgázzal, illetve pakurával is.

A képződő kohógáz mennyiségét viszonylagos pontossággal a következő számítással tervezhetjük:

I. és II. kohókban keletkezett kohógáz:

$$KG_{I,II} = 1{,}315\ E + 0{,}0616 \times F$$

III. kohóban keletkezett kohógáz:

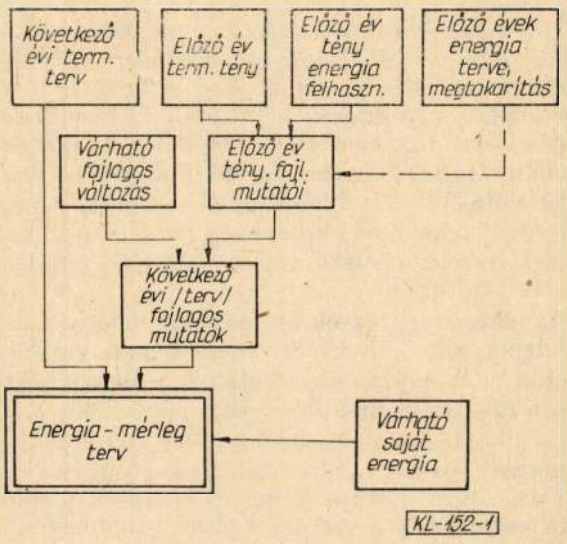
$$KG_{III} = 1{,}386E + 0{,}0649\ F$$

ahol E $2800 \times K \times L + 22{,}78 \times F \times L$

KG keletkezett kohógáz
E elméleti levegő szükséglet
K felhasznált koksz (kg)
L fújt levegő (NM^3)
F felhasznált földgáz (gnm^3)

A kohógáz mennyiségének optimális meghatározása azért szükséges, hogy a vásárolt energiaigény biztosítására a megrendelések időben és a szükséges mértékben kiadhatók legyenek.

A munka előkészítéseként az év utolsó hónapjában energiamérlegtervet készítünk, melyhez rendelkezésünkre állnak:



1. ábra. Az energiamérleg-terv kialakítása

1. az előző évek termelési tényadatai,
2. az előző évek energia felhasználásai,
3. a következő évi termelési terv,
4. a műszaki becsült adatok, a fajlagos mutatók várható alakulásáról.

A fentiek ismeretében elkészített energiamérlegterv az *1. ábra* szerint épül fel,

Az elmúlt évek gyakorlati tapasztalatai azt mutatják, hogy az így elkészített tervünk nem felel meg kellő mértékben a gyakorlatnak, ebben közrejátszott az is, hogy általában ráhagyással tervezünk az esetlegesen jelentkező többlettermelés energia igényének biztosítása céljából. A tervezettől való eltérés mértékét jósolni nem lehet. Nem határozhatók meg olyan tényezők sem, mint az időjárás, éppen ezért a fűtési időszak bázisául a sokévi átlagos hőmérsékletet vesszük.

Fentiek alapján a tervezés és a gyakorlat eltérése kétféle módon nyilvánul meg:

— többlet felhasználásáért kötbért,
— kevesebb felhasználásért meghiúsulási kötbért kell fizetni.

A tervezési munkát pontosabban, megbízhatóbban már manuális számítással nem lehet megoldani, mert időigénye messzemenően meghaladja a rendelkezésre álló tervezési időszakot; különösen ha figyelembe vesszük, hogy a terv döntésre való előkészítéséhez több variáció elkészítése is szükséges.

Az LKM-ben üzemben levő BULL GE 115 típusú számítógép azonban hatékony segítséget nyújt a feladat megoldásában, s lehetővé teszi

olyan tényezők figyelembevételét, melynek hatását matematikai, statisztikai módszerekkel megbízhatóbban, nagyobb pontossággal „jósolhatjuk".

A számításokban a következő befolyásoló tényezőket vesszük figyelembe:

— tervezett karbantartásból adódó állásidők,
— energiahordozók fűtőértéke,
— fajlagos felhasználási mutatók.

Ha a befolyásoló tényezőket megfelelő módon felhasználni és velük számolni tudunk, akkor megbízhatóbban állapíthatjuk meg a következő évi energiaigényt, amit a szolgáltatókkal kötendő szerződésekben figyelembe is vettünk. A tervezési munka során is dolgoznunk kell ráhagyással, de ezt a számításba (a többlettermelés energia igénye) olyan mértékig építjük be, hogy se többlet-felhasználási, se meghiúsulási kötbér fizetésére a vállalat ne kényszerüljön.

Az elkészített tervek alapján szerződéssel biztosíthatjuk a következő évi energia mennyiséget, s ezután a gyakorlatban az alapvető feladat: ezeknek a gazdasági kihatással járó pontos betartása.

Újabb variációs lehetőségeket biztosít egy olyan fogyasztó egység, amely többfajta energiával üzemelhet. Ilyen esetben az egyes energiák mennyiségi összetételét — az egységárak ismeretében — úgy határozzuk meg, hogy a biztonságos üzemeltetés mellett az energiák összköltsége a lehető legkisebb legyen.

Bizonyos energiahordozók esetében (pl.: villamos energia) a felhasznált mennyiségen felül a fogyasztás egyenletessége nemcsak kívánatos, de kötelező is.

Ezekre negyedóránként határozzuk meg a max. fogyasztást, és ezt túllépni nem szabad.

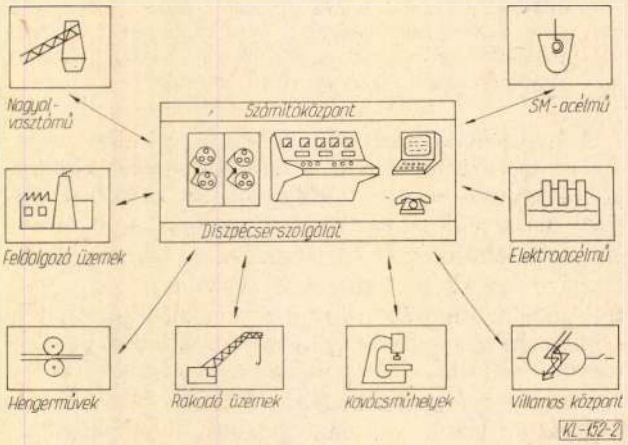
A termelési folyamat során többször találkozunk kritikus pontokkal, ezek az ún. csúcsidők. Ilyenkor fokozott óvatossággal kell eljárni. Ebben az időszakban a fogyasztók működését időben úgy kell tervezni, hogy a felvett energiák értéke egy pillanatra se lépje túl a megengedett határt. Ennek érdekében folyamatosan figyelni kell a fogyasztás pillanatnyi állását és ha szükséges, korlátozásokat kell elrendelni, esetleg bizonyos fogyasztókat meghatározott időre le kell állítani. A gyakorlatban kialakult korlátozási sorrend:

1. Új elektroacélmű,
2. Régi elektroacélmű,
3. Középhengermű,
4. Finomhengermű,
5. Durvahengermű,

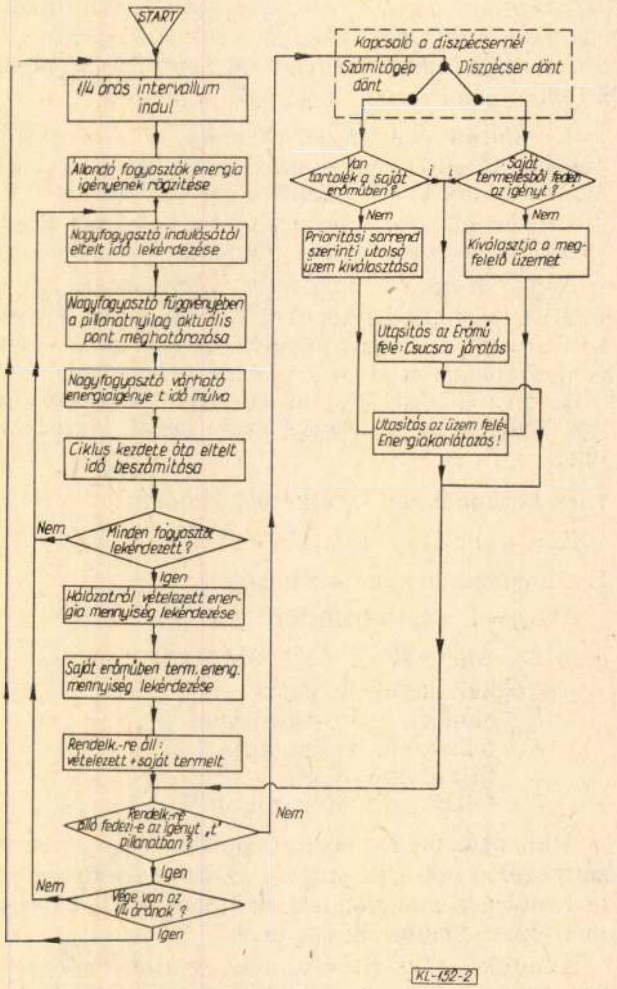
A korlátozást a felsoroltak közül annyi fogyasztóra terjesztjük ki és addig, amíg az igénybevehető teljesítményérték alá csökken a vételezett energiamennyiség. Ha ezt nem sikerül elérni, akkor a csúcsidőn kívül 50 000 Ft, csúcsidőben 110 000, —Ft díjat kell fizetnünk MWó-ként.

A rendelkezésre álló műszaki berendezés jelenleg: 1/4-óránként nullázó műszer az OVIT állomáson, és egy meglehetősen pontatlan árammérő. A kezelők a műszer számlóló állását, illetve forgási sebességét figyelik és „interpolálják" a következő néhány percben.

A fent leírt és a gyakorlatban alkalmazott sorrend a csúcstúllépés megakadályozására általában alkalmas, azonban korántsem mondhatjuk azt, hogy a korlátozás csak a szükséges mértékig terjedhet. Így ugyan nem lépjük túl a megengedett csúcsot, de a lehetőséget nem is használjuk ki.



2. ábra. A számítógépközpont diszpécserszolgálatának közvetlen kapcsolatai



3. ábra. A pillanatnyi és a várható energiahelyzet értékelése

Előfordulhat, hogy a fogyasztás nem lépi túl, csak erősen megközelíti a megengedett határt, de ezek mérését a jelenlegi berendezések és módszerek nem teszik lehetővé. Érthető tehát, ha a kezelő, aki személyileg felelősségre vonható bizonyos mértékű biztonsággal dolgozik, de ez nem nevezhető „csúcs"-gazdálkodásnak. A „csúcs"-gazdálkodás csak számítógéppel valósítható meg.

Első lépésben a nagy fogyasztók működését kell a számítógép számára érthető módon leképezni, meghatározni egy függvényt, amely a fogyasztás időbeni alakulását tartalmazza, külön-külön minden fogyasztóra vonatkoztatva.

Ezután kapcsolatot kell létesítenünk a számítógép — OVIT-műszer, valamint a számítógép diszpécserszolgálata és az egyes fő fogyasztók között *(2. ábra)*.

Végül az üzemi termelési folyamatok fontosságától függő prioritást határozzunk meg és rendszeresen „letapogatjuk" a rendszer energetikai állapotát.

Az így kialakított rendszer működése nagyvonalakban a következő feladatokat végezheti:

1. tárolja a fogyasztók energetikai képét, amely egy függvény, vagy függvények sorozata,
2. pontosan méri a negyedórából eltelt időt,
3. kiértékeli a pillanatnyi és várható helyzetet a *3. ábrán* vázolt módon.

Amikor ezt a rendszert kiépítjük és működtetjük, akkor tulajdonképpen egy szűkebb értelemben vett „jóslást" végeztettünk el a géppel.

A terv megvalósítása eléggé költségigényes, hiszen alapvetően szükséges hozzá: egy számítógép, fogyasztóként egy-egy elektronikus kimenő jelű műszer, a szükséges vonalak kiépítése, a szakszerű karbantartás és kezelés, valamint a szervezési és programozási feltételek elkészítése stb. Ha figyelembe vesszük azonban, hogy az említett számítógép nemcsak erre használható, a felmerülő költségek már nem olyan ijesztők.

A Lenin Kohászati Művek felkészült egy R 10-es számítógép beszerzésére, amely elsősorban az új Nemesacélhengermű termelésirányítási feladatait fogja ellátni. Ez a feladat már önmagában indokoltá teszi egy számítógép üzembe állítását főleg ha az energetikai vonatkozású terveink végrehajtását is erre a gépre bízzuk.

Az energiagazdálkodó egység önálló telefonhálózattal is rendelkezik, amely adatátviteli célokra is használható. A számítógép ésszerű alkalmazásával előbb-utóbb megtérül a beszerzési költség; így ami ma még esetleg „csak" gazdaságos, az előbb-utóbb szükségessé, sőt elengedhetetlenné válik.

Különböző bázikusságú zsugorítványokkal szerzett gyártási tapasztalatok

GREGA OSZKÁR okl. kohómérnök
KOKÖV Borsodi Ércelőkészítő Művek

DK: 669.162.142-185

A szerző a különböző bázikusságú zsugorítványok gyártási tapasztalatai alapján megállapítja, hogy a bázikusság növelése nem okoz tüzelőanyag növekedést, de lényeges termeléscsökkenést sem. Statisztikai összefüggésekkel meghatározza a C és FeO közötti korrelációs együtthatókat, majd a különféle bázikusságú zsugorítványok nagyolvasztói feldolgozásának kihatásait.

A borsodi térség kohóművei zavartalan anyagellátási körülmények között 1,0 bázikusságú zsugorítványt állítanak elő. 1974. év utolsó negyedében — nem részletezendő okokból eredően — a Borsodi Ércelőkészítő Mű mészkőellátási gondokkal küzdött, így kényszerűen hosszabb időn keresztül csak savas zsugorítványt szállított a felhasználó műveknek. Ez a helyzet lehetőséget nyújtott arra, hogy megvizsgáljuk e zsugorítványok gyártási körülményeit, összehasonlítva az egyébként gyártott 1,0 bázikusságú zsugorítvány hasonló jellemzőivel. Mindezeket a vizsgálatokat célszerű savas, illetve bázikus (önjáró) zsugorítványokra tett elméleti megállapítások tükrében végezni, ezáltal megfigyelhetők az esetleges ellentmondások, illetve az elmélettel való egyezés.

A megfigyelések a zsugorítvány változó bázikusságának megfelelően a következő időszakokra terjedtek ki.

Időszakok	A zsugorítvány átlagos bázikussága (CaO/SiO_2
I. 1974. X. 25—XI. 4.	0,59
II. 1974. XI. 5.—XI. 16.	0,76
III. 1974. X. 12—X. 23.	1,01

Vasércek mészkő hozzáadása nélküli zsugorításakor többek között az alábbi fizikai-kémiai folyamatok játszódnak le. Az Fe_2O_3 redukálódik, illetve disszociál a következő egyenletek alapján:

$$3\ Fe_2O_3 + CO = 2\ Fe_3O_4 + Co_2 \qquad (1)$$

$$6\ Fe_2O_3 \quad 4\ Fe_3O_4 + O_2 \qquad (2)$$

valamint fajalit képződik:

$$2\ Fe_3O_4 + 3\ SiO_2 = 3\ Fe_2SiO_4 + O_2 \qquad (3)$$

A fajalit olvadáspontja 1200—1250 °C között van, az Fe_2O_3, Fe_3O_4 és SiO_2-ből keletkező egyéb vegyületek pedig ettől kisebb hőmérsékleten olvadnak, ezáltal a zsugorítás során folyékony és üvegszerű fázisok alakulnak ki, melyek igen előnyösen befolyásolják a zsugorítvány szilárdságát, viszont a redukálhatóságot kedvezőtlen irányban változtatják meg.

Ha a zsugorítást mészkő adagolásával végezzük, a kisebb hőmérséklet következtében csökken az

Fe_2O_3 disszociációs képessége, ezáltal a fajalit képződése visszaszorul.

Annak ellenére, hogy a mészkő $CaCO_3$ tartalmának elbontása hőigényes folyamat, a bázikus zsugorítvány gyártása megfelelő kiinduló magnetit tartalomnál és bizonyos bázikusság intervallumon belül mégsem igényli az elegy tüzelőanyag tartalmának növelését. Kis hőmérsékleten ugyanis az Fe_3O_4 oxidálódik a következő egyenlet szerint:

$$2\,Fe_3O_4 + 1/2\,O_2 = 3\,Fe_2O_3 \qquad (4)$$

A keletkező Fe_2O_3 pedig a mészkő bomlásakor keletkező CaO-dal különböző kalciumferriteket képez:

$$Fe_2O_3 + CaO = CaO \cdot Fe_2O_3 \qquad (5)$$

$$Fe_2O_3 + 2\,CaO \cdot Fe_2O_3 \qquad (6)$$

$$2\,Fe_2O_3 + CaO = CaO \cdot 2\,2Fe_2O_3 \qquad (7)$$

Az (5) és (7) egyenlet szerint képződő ferritek 1195—1230 °C között megolvadnak, így viszonylag kis hőmérsékleten létrejön a folyékony fázis, mely kellőképpen szilárd zsugorítványt eredményez kis FeO-tartalomnál is, ugyanakkor ezeknek a vegyületeknek a redukálhatósága lényegesen jobb, mint a fajalité.

Ahhoz, hogy a bázikus zsugorítványokra jellemző fent leírt hatások érvényre jussanak, fontos feltétel a mészkő kielégítő finomságú őrlése, ellenkező esetben a szabadon maradt CaO nedvességhez jutva a zsugorítvány szétesését eredményezi. A bázikus zsugorítvány szilárdságát egyébként is rontja a Ca-ortoszilikát térfogatváltozással járó $\beta \rightarrow \gamma$ fázisátalakulása. A jó redukálhatóság egyrészt kisebb a FeO-tartalommal magyarázható, másrészt azzal, hogy a zsugorítás folyamán a nagyolvasztó munkáját részben helyettesítő kedvező salakképződési folyamatok játszódnak le [2].

Mindezek után térjünk rá az említett három gyártási időszak eredményeinek vizsgálatára.

1. táblázat

A zsugorítványt jellemző mutatók

Időszak	$\frac{CaO}{SiO_2}$	FeO %	Elegy C %	Portartalom 5 mm %	t/m²ó
I.	0,59	11,56	6,47	19,30	1,437
II.	0,76	12,65	6,99	18,40	1,507
III.	1,01	11,18	6,95	18,42	1,439

Az *1. táblázat* tartalmazza a zsugorítványt jellemző főbb mutatókat, a három időszak átlagát tekintve.

Az 1. táblázatban, az elegy C-tartalmát feltüntető értékek a térfogati elemzési eljárásból és a mintavételezési helyből adódóan a mészkő karbontartalmát is magukban foglalják. Tehát igazoltnak látszik az elméleti megfontolás, miszerint a bázikusabb zsugorítványok előállítása az előzőekben említett feltételek között többlet tüzelőanyagot, azaz nagyobb mennyiségű hőt nem igényel és a kész zsugorítvány szilárdsága is kielégítő marad.

Ezt igazolja a zsugorítvány 5 mm alatti szemnagyságának mintegy 0,9%-os csökkenése. (A szilárdságot jellemző portartalomnál megjegyezzük, hogy nem szabványos vizsgálatról van szó, hanem az eredmény a minőségi elszámolás alapját képező, az OKÜ érchídján sajátos körülmények között vett minta szitavizsgálatából származik).

Tehát különböző bázikusságú elegyek hozzávetőlegesen azonos tüzelőanyag mennyiséget igényelnek, ugyanakkor a savas zsugorítványok kohósítása jelentős kokszfelhasználás növekedést eredményez. Így első közelítésben máris megállapítható, hogy a nagyolvasztó szempontjából mindenképpen a bázikus zsugorítványok felhasználása a célravezetőbb. (Márpedig zsugorítványok értékelésénél mindenkor ez az elsődlegesen figyelembe veendő szempont.)

Különböző bázikusságú elegyekből készült zsugorítványok számított fajlagos elegymennyiségei a következőképp alakulnak.

$\frac{CaO}{SiO_2}$	Fajlagos elegy kg/zsug.
0,50	1205
0,70	1224
1,00	1252

Látható, hogy növekvő bázikusságnak megfelelően az 1 t zsugorítvány előállításához szükséges elegy mennyisége is növekszik. Ha megnézzük a három időszak fajlagos zsugorítási teljesítményét, megállapíthatjuk, hogy csökkenés nem következett be a *III.* időszakban az *I.* időszakhoz képest. Tehát a bázikus zsugorítványok gyártása a zsugorítóműben nem okoz termelés-visszaesést.

Ezek után vizsgáljuk meg, milyen összefüggés állapítható meg a zsugorítvány FeO tartalma — mely nagymértékben befolyásolja a redukálhatóságot — és az elegy karbon tartalma, ill. a bázikusság között. Ehhez célravezető olyan matematikai statisztikai összefüggéseket keresni, melyekből műszaki következtetések is levonhatók. Az elemzéshez a fenti felsorolt mutatók átlagértékeit vettük figyelembe, amelyeket a *2. táblázat* tartalmaz. Ebben megtalálhatók a felsorolt műszaki mutatók átlagértékei, és az értékeknek az átlagtól való eltérései. Az egyes oszlopok jelölései szerint értelmezzük az alábbi összefüggéseket:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\Sigma d_x^2}{n}} \qquad (8)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\Sigma d_y^2}{n}} \qquad (9)$$

$$r = \frac{\Sigma d_x d_y}{n_{xy}} \qquad (10)$$

ahol d_x, d_y az egyes mutatók átlagtól való eltérése,

r korrelációs együttható,

n napok száma.

(r) abszolút értékét tekintve 0 és 1 közötti szám, előjele az összefüggés jellegétől függően pozitív, ill. negatív. (r) minél közelebb áll az 1 értékhez, az összefüggés annál szorosabb [3].

Határozzuk meg r értékét a teljes vizsgált időtartamra (I—III.), és külön-külön az egyes időszakokra (I, II, III.):

2. táblázat

Összefüggések az elegy C- és FeO-tartalma között a vizsgált időszakban

Sorsz.*	Elegy x=C%	Zsug. y=FeO %	$d_x d_y$**	d_x^2	d_y^2
I.	6,47	11,56	+1,206	2,030	4,403
II.	6,99	12,65	+1,557	0,859	11,276
III.	6,94	11,18	—1,250	0,420	11,109
I-III.	6,80	11,80	+1,513	3,309	26,788

Megjegyzések:

* 11 nap átlag értéke, mindhárom vizsgált időszakban.
** A szorzat értéke negatív előjelű volt az I. időszakban 3, II. időszakban 2, III. időszakban 9 alkalommal.

$$r_{I-III} = 0{,}160$$
$$r_{I} = 0{,}398$$
$$r_{II} = 0{,}500$$
$$r_{III} = -0{,}583$$

Már a *2. táblázat* d_x, d_y negatív előjelű szorzatai is jelzik az összefüggések milyenségét. Az elméleti megfontolásoknál leírtakból kitűnik, hogy savas zsugorítványoknál a zsugorítási hőmérséklet növelése az Fe(II) növekedésének kedvez, míg bázikus zsugorítványoknál ugyan ez nem mondható el. Ezt tükrözik az r értékek is.

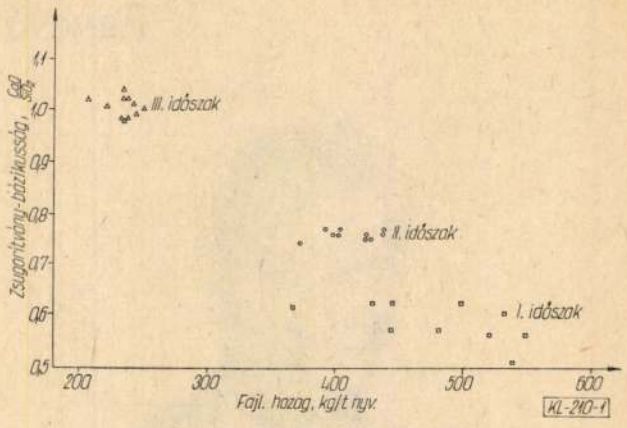
$\bar{x}_{II}$ nagyobb, mint $\bar{x}_{I}$, ehhez pedig $\bar{y}_{II}$ nagyobb és $\bar{y}_{I}$ kisebb értéke tartozik. Ugyanakkor a III. időszakban az összefüggés ellentétesre fordul.

Tehát a gyakorlati értékek is azt igazolják, hogy savas elegyek zsugorításakor a növekvő tüzelőanyag mennyiség, azaz a zsugorítási hőmérséklet növekedése a Fe(II) növekedését eredményezi, de bázikus zsugorítványoknál ez a tendencia már nem érvényesül.

Értékelésünk úgy lenne teljes, ha a három különböző bázikusságú zsugorítvány útját a kohósítás során is végig kísérhetnénk. A kérdéses három időszakban azonban a nagyolvasztók alapanyag ellátási nehézségekkel küzdöttek.

A felhasznált koksz megszokottnál jóval nagyobb nedvességtartalma és az ellátási nehézségekből eredően a mészkő nem megfelelő minősége kedvezőtlenül befolyásolták a kohók munkáját. Ha ezen időszakok termelési, műszaki mutatóiból próbálnánk következtetni az említett zsugorítványok nyersvasgyártásra gyakorolt hatására, irreális képet kaphatnánk. Itt most — a teljesség igénye nélkül — két tényezőre érdemes rávilágítani. Ha megvizsgáljuk a három időszak átlag torokgáza CO_2% értékét, megállapíthatjuk, hogy a bázikus zsugorítvány felhasználásának időszakában a torokgáz hozzávetőlegesen 0,5%-kal több CO_2-t tartalmazott, amely a nagyobb mértékű gázredukcióra, közvetve a bázikus zsugorítvány könnyebb redukálhatóságára enged következtetni.

A különböző bázikusságú zsugorítványok kohósításánál a nagyolvasztóba beadott hozaganyagmennyiségek ingadozásából következtethetünk a zsugorítványok kohóvezetésre gyakorolt hatására.



1. ábra. A bázikusság ingadozása a három időszak alatt

Hangsúlyozzuk, hogy a korábban említett okok miatt nem a beadott hozaganyag abszolút mennyiségét, csupán a változást kísérjük figyelemmel.

A vizsgált három időszak minden egyes napjára meghatároztuk a fajlagos hozaganyag mennyiségét és a zsugorítvány bázikusságának napi alakulását. Az adatokból megállapítható, hogy míg a zsugorítvány bázikussága mindhárom időszakon belül 0,035—0,11 értékű ingadozást mutat, addig a beadott hozaganyag mennyiségének a bázikusság csökkenés irányában egyre nagyobb eltérés felel meg. Ez látható az *1. ábráról*, de matematikai összefüggés megállapításával is hasonló eredményre jutunk. Ha meghatározzuk az egyes időszakok naponkénti hozaganyag mennyiségének szórását, az alábbi értékek adódnak (3), (8) és (9) szerint.):

$$\sigma_{I.} = 67{,}7$$
$$\sigma_{II.} = 41{,}8$$
$$\sigma_{III.} = 10{,}9$$

A σ_I, σ_{II}, σ_{III} értékek az egyes időszakok fajlagos hozaganyag mennyiségének átlagától való eltérések négyzetes átlagát jelentik, tehát a kisebb számérték a kisebb ingadozást jelenti.

Ez az összefüggés a nagyolvasztó technológia szempontjából azt jelenti, hogy nagyobb bázikusságú zsugorítványok feldolgozás esetén ritkábban és kisebb mértékben kell elegyváltoztatást végezni a nagyolvasztónál, ami egyszerűbb kohóvezetést és egyenletesebb kohójáratot eredményez.

Összefoglalásként elmondhatjuk, hogy — bár a zsugorítvány bázikusságának növelése természetszerüleg az Fe-tartalom csökkenését eredményezi — elsősorban a nyersvasgyártásnál jelentkező eredmények miatt a bázikus szugorítványok gyártása az előnyös. Ugyanakkor a bázikusság bizonyos mértékű növelése a zsugorítóműben sem többlet tüzelőanyag felhasználást, sem pedig számottevő termeléscsökkenést nem okoz.

IRODALOM

[1] *Dr. Farkas Ottó:* Nyersvasgyártás I. 1970. Bp.

[2] Prednosti vyroby a ponziti spenence se zoysemon zásaditosti Hutnik 1958. 8. köt. 8. füzet.

[3] *Dr. Köves—Dr. Párniczky:* Általános statisztika 8—12. fejezet. 1972. Bp.

Egyesületi hírek



Köszöntjük Heinrich Józsefet, testvérlapunk főszerkesztőjét

Heinrich József okl. bányamérnök, testvérlapunknak, a Bányászat-nak főszerkesztője e hónapban tölti be 70. életévét. 1949-től — immár 26 éve — szerkeszti változatlan szorgalommal és lelkesedéssel az egyesületünk legnagyobb példányszámban, kb. 4000 pld.-ban, megjelenő lapját a Bányászatot. Pontosabban 1949—1951-ig szakmák szerinti szétválásig, már az 1968-ban alapított patináns lapunknak a közös Bányászati és Kohászati Lapoknak is főszerkesztője volt. Két évig tehát a kohászok választott szerkesztőjeként pártatlanul, lelkesen támogatta a kohász-témájú cikkek megjelenését is. A lap korabeli számai dokumentálják, hogy a nagy elődök *Péch Antal, Kerpely Antal, Farbaky István, Litschauer Lajos, Jakóby László* nyomdokain járva törekedett a lap hasábján a hagyományos bányász—kohász szellem továbbvitelére, és páratlan krónikása volt az akkor még jóval kisebb létszámú egész egyesületi életnek, a kohász szakosztályok rendezvényeinek is.

A jubileuma alkalmából az egyesület kohász tagjai és a testvérlap nevében sok szeretettel köszöntjük. Mindazok akik *Heinrich Józsefet* közelebbről ismerik, a közös egyesületi munka során örömmel tapasztalják, hogy korát meghazudtoló fiatalos testi és szellemi frisseségben példamutatóan végzi lapszerkesztői munkáját. Mindnyájan akik hosszabb-rövidebb ideje egyesületi lapjaink szerkesztésében tevékenykedünk sokat tanultunk tőle, hisz baráti — szakmai tanáccsal mindig szívesen segítette munkánkat. A Bányászat szerkesztőségi munkáját olyan gondosan szervezte meg, hogy a szerkesztőségi munka mintaképének joggal tekinthető. A sokirányú szerkesztői munka megszervezésében elért eredményeire Egyesületünk vezetősége is felfigyelt, jó munkájáért 1957-ben Zorkóczy, 1969-ben 20 éves főszerkesztői jubileumakor Mikoviny és legutóbb 1974-ben Péch Antal emlékéremmel tüntették ki.

Heinrich József régi bányászcsaládból, Tatabányáról származik. A soproni Főiskolán szerzett bányamérnöki oklevéllel szakmai működését is Tatabányán kezdte. 12 évig üzemmérnöki munkát végzett, aknákat, kötélpályákat telepített, bevezetője volt a tatabányai első frontfejtéseknek. A felszabadulás után bányaigazgatóhelyettessé nevezték ki, de rövidesen, már 1946-ban a bányák államosításakor a Magyar Állami Szénbányák központjába Budapestre helyezték át. Itt először a Központi Titkárságon, később az Ipargazdasági Főosztályon működött, a legutóbbi időkig pedig a NIM Nemzetközi Kapcsolatok Főosztályának Szénbányászati KGST-osztályát vezette. Ebben a minőségben számos tanulmányúton vett részt és a KGST együttműködés keretében évekig képviselte hazánk szénbányászatát. Egyidejűleg tagja volt a NIM szakmai kollégiumainak is. Szakmai munkáját szintén lelkesen, eredményesen végezte. 1951-ben Népköztársasági Érdemérem arany fokozata, 1952-ben Népköztársaság Érdemérem ezüst fokozata és 1967-ben a Munka Érdemrend ezüst fokozata kormánykitüntetéseket adományozták részére jó munkájáért.

70. születésnapja alkalmából szívből jövő kívánságokkal csatlakozunk bányász tagtársaink köszöntéséhez és kívánunk Neki jó egészséget és jó szerencsét!

(O. A.)

Beszámoló külföldi tanulmányútról

Tanulmányút Mecenzéfen és Selmecbányán

A Vaskohászati Szakosztály Kovács Szakcsoportja 1974. decemberi klubdélutánján *Kiszely Gyula* tagtársunk, technikatörténész színes filmvetítéssel kísért előadást tartott a Szlovákiában levő *Medzev* (magyar nevén *Mecenzéf*) ősi kovácsiparáról. A technikatörténeti szempontból rendkívül értékes film és az azt kísérő előadás a megjelent hazai kovácsszakemberek figyelmét felkeltve, többen a megjelentek közül elhatározták, hogy 1975. év folyamán személyesen is felkeresik ezt a régi kovácsiparáról híres szlovákiai községet és a helyszínen tekintik meg a még fellelhető kovács vonatkozású műszaki emlékeket.

Június 26-án sor került a látogatásra. *Óvári Antal*, a „Kohászat" főszerkesztője, *Bors János*, Kossuth-díjas, nyugdíjas, volt kovácsüzemvezető és *Latinák István* szaktanácsadó, a Kovács-Szakcsoport titkára, tagtársaink a Krasznahorka ősi várának — megtekintése után Mecenzéfre érkeztek. Érkezésük után felkeresték *Tischler János* volt hámortulajdonost, aki az ottani egyik múzeummá átalakított hámor őre. Így tehát készséges szakavatott helyi kalauzolás mellett kaptak tájékoztatást a látogatók. A régi, több mint száz farkaskalapáccsal működő vízihámorból mindössze jelenleg már csak három maradt többé-kevésbé épségben a községben: az ún. Tischler-hámor, amely a Kassai Kohászati Múzeum tulajdona, és gondozásában áll, továbbá egy szövetkezeti kezelésben még ma is üzemben tartott hámor és végül a Sugó-völgyi hámor. A többi államosított hámort lebontatták, ma már a régi helyük is alig állapítható meg.

A községben keresztülfolyó egyik patakra épült Tischler-hámort, az idős volt tulajdonos mutatta be és a berendezésről, valamint a technológiáról szakszerű magyarázattal szolgált a többszázéves műhelyben. A patak vize a műhelyben levő farkaskalapácsot és a tűzi fújtatót felülcsapó vízikerékkel forgatta. Az ősi hámor jelenlegi állapotában az *1. képen* látható.

A látogatók ezután megtekintették a község nyugati szélén a közelmúltban ismét üzembe helyezett szövetkezeti hámort, ahol kapa, ásó, kasza és egyéb mezőgazdasági szerszám (hámoráru) készül sok kézi munkával hagyományos farkaskalapács segítségével.

Az történt ugyanis, hogy kis farkaskalapácsokkal dolgozó vízihámorok lebontása, elhamarkodott megszűnése után kitűnt, hogy a rendkívül gyors visszapattanó ütéssel működő ősi farkaskalapács néhány ma is használatos mezőgazdasági kéziszerszámtípus kovácsolásánál nem pótolható korszerű gépi kalapáccsal.



1. kép Az egyik legrégibb mecenzéfi hámor

Végül a községtől kissé távolabb keletre fekvő Sugóvölgyet kereste fel a látogatócsoport, mert az itt működött hámorok közül egyet szintén teljesen rekonstruált a kassai Nyugatszlovákiai Kohászati Kombinát, sőt mellette a csendes, tájképileg rendkívül vonzó környezetben egy kisebb üdülőtelep létesítését is megkezdték. A három még meglevő hámor közül leggondosabban, ennek a hámornak a konzerválása sikerült és láthatóan a legnagyobb anyagi áldozatot az utolsó hámoroknak az utókor részére való megmentése érdekében a kassai Vasmű hozta. Gondos, szakszerű munkával szinte teljesen újjá épült a duzzasztómű, a vízikerék-rendszer, a hámor faépülete és a hámor belső berendezése. Így ez a nagyvonalúan, költséget nem kímélve helyreállított hámor feltehetően hosszú időre maradandó emléket állít a sokévszázados vízienergiával hajtott farkaskalapácsos melegalakítható technológiának és a fújtatós kovácstűznek. Ezért a kassai Vasmű vezetőit feltétlenül nagy elismerés illeti.

A csoport két nappal később Selmecbányán csatlakozott a KGYV, ill. az Öntödei Szakosztály által szervezett népes kiránduló csoport tagjaihoz, akik egy autóbusszal látogattak el az ősi bányavárosba.

Selmecbánya már 1735-ben otthont adott a Bányatisztképző Iskolának. Ez az iskola 1770-ben kapott Mária Teréziától akadémiai rangot és így Bányászati és Erdészeti Akadémia lett. A csoport Selmecbánya (mai nevén Bánská Stiávnica), ősi főiskolai és ércbányászati emlékeit kereste fel és két napon át szakavatott idegenvezető segítségével tekintették meg a város kohászok részére is rendkívül érdekes műemlékeit és múzeumait. Búcsúzásul a mintegy 50 főnyi csoport koszorúkat helyezett el a neves selmecbányai professzorok, volt egyesületi elnökeink, *Péch Antal*, *Kerpely Antal*, *Sóltz Vilmos* és *Fabaky István* sírjain.

(L. I.)

Tovább bővülnek a Kohászati Gyárépítő Vállalat kelet-ázsiai kapcsolatai

Mint ismeretes a KGYV 1969-től önálló külkereskedelmi joggal rendelkezik a kemence-export terén. E profilt a vállalat a NIKEX-től vette át és azóta a fejlődés töretlen. A vállalat gyártmányait jelenleg már 40 országban ismerik, külkereskedelmi kapcsolatai évről évre bővülnek, erősödnek. Most ezek közül néhány — még a szakkörökben sem nagyon ismert legújabb eredményt — ismertetünk.

A KGYV 1973-ban szerződést kötött a *Hevensa* venezuelai céggel egy 20 kVA-os ferroötvözetgyártó kemencére. E gyárban évek óta érdekelt a *Sumitomo Shoji Kaisha* japán cég is, amelynek a mérnökei a KGYV-kemencéjének a tervbírálatában is részt vettek.

Ennek alapján merült fel a japán céggel való együttműködés lehetősége, amelynek a kölcsönös vizsgálata végül is megállapodás aláírásához vezetett. 1974 végén *Hammer Ferenc*, a KGYV igazgatója és *H. Yamaskita* úr, a Sumitomo Shoji cég vezérigazgatója megállapodást írt alá. A megállapodás szerint a japán cég képviseli a KGYV-t a japán piacon, és a KGYV kohászati nagyberendezéseket gyárthat japán tervek alapján. A Sumitomo ajánlataiba beépíti a KGYV termékeit és a KGYV segítségére lesz együttműködő és tervező japán cégek felkutatásában speciális feladatok megoldása során.

A Sumitomo Shoji Kaisha cég révén került a KGYV kapcsolatba a Sumitomo által képviselt *Metals and Chemicals* céggel is, amely Japán legnagyobb ferroötvözetgyártó és kemencegyártó cége. E céggel kötött együttműködési megállapodás, amelyet *Hammer* igazgató és *Y. Nakamura* ügyvezető igazgató írt alá, biztosítja a legkorszerűbb ferroötvözetgyártó kemencék terveinek a KGYV részére való rendelkezésre bocsátását és a technikai segítséget a tervezés, gyártás, szerelés, valamint az üzembehelyezés terén. Lehetőség nyílik közös gyártásra harmadik piacokra is.

E rövid hír keretében nem érdektelen kissé részletesebben ismertetni e japán cég legfontosabb adatait.

A cég 1917-ben alakult 1 millió jen alaptőkével. Ma 4,5 milliárd jen tőkével rendelkezik.

Tevékenységének fő ágai: a ferroötvözetgyártás, — műtrágyagyártás, talajjavítás, — geothermikus erőműfejlesztés, — tervezés, — elektromos energiaszolgáltatás és akkusztikai berendezések gyártása.

A vállalat 8 nagy ferroötvözetgyárral, ill. műtrágyagyárral rendelkezik, a kutató laboratóriumok, saját gépgyárak, erőművek, tervezőirodák mellett.

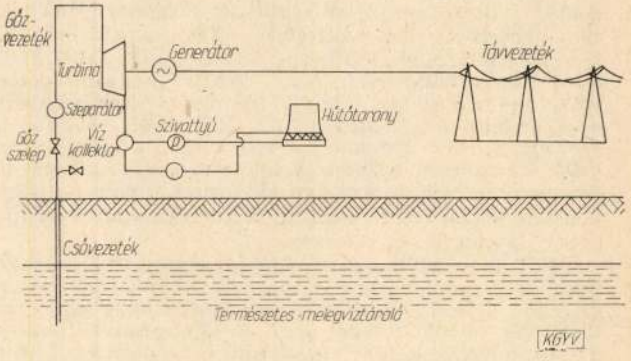
E gyárak nagyságrendjére jellemző legfontosabb adatok a következők.

1. *Takaoka (Shogawa)*-gyár Honshu szigetén. Alapterülete kb. 200 000 m² SiMn termeléshez egy-egy 51 000, ill. 18 000 KVA-os el. kemence és FeMn karbüré termeléshez négy 38 500, 6000, ill. 3000 kVA-es kemencével.

2. *Takaoka (Nomachi)*-gyár Honsju szigetén. Alapterülete kb. 101 000 m², két 8500 kVA-os el. kemence FeMn karbüré termeléshez, egy 5000 kVA-os különösen alacsony karbon tartalmú ún. Azumaloy-s ötvözet termeléséhez, és egy 4500 kVA-os SiMn termeléséhez.

3. *JMC Engineering* (Fushiki gyár) Honshu szigetén. Alapterülete: kb. 94 000 m². 6 ívkemence acéltermelésre.

4. *Oguni-gyár*, Honshu-szigetén. Alapterülete kb. 180 000 m², egy 9000 kVA-os el. kemence fémszilícium, egy 7500 kVA-os szilikokrom, egy 6500 kVA-os CaSi, két 6000 kVA-os ferrokrom karburé és CaSi, három



1. japán ábra. A geotermikus erőmű elvi vázlata

4500 kVA-os ferrokrom karburé, egy 2550 kVA-os ferrokrom affiné gyártáshoz.

5. *Hanamaki*-gyár Honshu szigetén. Alapterülete kb. 108 000 m² 600 000 t/év műtrágya termeléssel.

6. *Sakata*-gyár Honshu-szigetén. Alapterülete: kb. 104 0000 m², három 15 000, ill. 10 000, ill. 5000 kVA el. kemence SiMn, három 22 000, 7200, ill. 2500 kVA-os FeMn karburé, három 4500 kVA-os Ferrochrom karburé és egy 2400 kVA-os FeMn xaffiné termeléshez.

7. *Kyushu*-gyár Kyushu szigetén. Alapterülete: kb. 50 000 m², egy 24 000 kVA-os el. kemence ferrochrom affiné termeléshez.

Ez a gyár ércpelletizáló és előredukáló üzemmel is rendelkezik.

A vállalat 1957. májusában felmérte a Matsukawa folyó mentén észak-Honshu-ban (Iwate tartományban) a geothermikus hőforrásokat. 1963-ban kezdték meg a geothermikus, 20 000 kW-os erőmű építését. Az erőmű 1966 októberben kezdte el a termelését.

Az erőmű alapterülete: kb. 355 000 m², gőzkutak száma 7, gázvezeték-hossza 2000 m, turbina 20 000 kW-os teljesítménnyel, generátor 23 500 kW-os teljesítménnyel. Hűtőtorony magassága 46 m, átmérője 45 m.

Ez japán első geometrikus erőműve (1. elvi *vázlatát*). A vállalat még két vízierőművel és saját vasércbányákkal is rendelkezik.

A KGYV a két nagy japán vállalattal való együttműködését már megkezdte. Két mérnöke ez év tavaszán tanulmányozta a japán üzemeket és egyidejűleg kidolgozásra került tőkés harmadik piacra egy közös FeSi-kemence.

Távol-Keletre miniacélművek részére közös ívkemencéket és Latin-Amerikába közepes méretű nagyolvasztókat terveznek kooperációs szállítással. A KGYV tervezői a hazai ferroötvözetgyártás fejlesztési terveiben is hasznosítják a japán együttműködésből származó ismereteket. (S. B.)

Szabványosítási hírek

ÚJ SZABVÁNYOK

MSZ 105/33-75

„Fémek, ötvözetek. Szilárdsági vizsgálatok. Keménységmérés Vickers szerint meleg állapotban"

A szabvány vas- és nemvas fémek Vickers szerinti keménységének meghatározására vonatkozik szobahőmérséklet feletti, de legfeljebb 800 °C hőmérsékletig. A vizsgálatot semleges gázatmoszférában vagy vákuumban kell végezni az MSZ 105/12 szerinti méretű gyémántgula nyomótesttel. A hőmérsékletet a vizsgálandó darab felületén kell mérni és a vizsgálat ideje alatt ± 10 °C hőfokhatáron belül kell tartani. Az ajánlott vizsgálati terhelés 10 kp, a terhelés időtartama szerszámacélokra 600 °C hőmérsékletig 30 másodperc, 600 °C hőmérséklet felett 60 másodperc, egyéb acélfajtákra 600 °C hőmérsékletig 120 másodperc, e feletti hőmérsékleten 300 másodperc.

MSZ 5745-75

(MSZ 5745—63 helyett)

„Acél süllyesztékes kovácsolása. Hozzáadások, tűrések"

A szabvány tűrései és hozzáadásai gyakorlatilag azonosak a DIN 7526 (1968) előírásaival, de a szabvány 1963. évi kiadása szerinti vonatkozási alapok lényegében megmaradtak. A mérettűrések értékei az IT 13—IT 18 tűrésfokozatoknak felelnek meg. Az értéklépcsők aránya vízszintes és függőleges irányban 1,25. Az alakhoz nem kötött méretek tűrései az alakhoz kötött méretek tűréseinek kétszeresei. A szabvány 1963. évi kiadásában az arány ennél nagyobb, de méretpontossági vizsgálatok azt mutatták, hogy a kétszeres arány tartható. A DIN 7526-ban csak finom és normál pontossági fokozat van, a szabványban viszont megmaradt a durva pontossági fokozat is azokra a kovácsdarabokra, amelyekkel szemben nem támasztanak különösebb méretpontossági igényeket.

ÚJ SZABVÁNYTERVEZET

MSZ 7865/2 T

„Ultrahang-vizsgáló készülékek. 2. sz. ellenőrzőtest és alkalmazása"

A szabványtervezet fémek ultrahang-vizsgáló készülékeinek miniatűr vizsgálófejes hitelesítésére szolgáló 2. sz. ellenőrzőtest anyagára, alakjára és méreteire vonatkozik. Tárgyalja még az időalap beállítását, az időeltérítés linearitásának ellenőrzését, a készülék beállítását szögvizsgálófejek alkalmazásakor és a készülék érzékenységének meghatározását. *K. E.*

Könyvismertetés

Acélok. *(Szabványgyűjtemény.)* 6. átdolgozott kiadás. Két kötet, 1360 oldal. Szabványkiadó, ára kötve 422 Ft.

Bizonyos, hogy a vaskohászati termékekkel foglalkozó szakemberek örömmel fogják fogadni a szabványgyűjtemény új kiadását, hisz az előző kiadás 1970-ben jelent meg és azóta a szabványok jelentős részét átdolgozták. Többek között változtak az általános (MSZ 500) és a hegesztett szerkezeti (MSZ 6280), a betétben edzhető (MSZ 31), a nemesíthető (MSZ 61), a hő- (MSZ 4359) és a korrózióálló rúd (MSZ 4360), valamint -lemez (MSZ 4368), a szelep- (MSZ 5776), az ötvözött szerszámacélok (MSZ 4351, MSZ 4352, MSZ 4354), továbbá az acélbugák, a hengerelt és húzott rudak, a hidegen hajlított idomacélok, a finom és durvalemezek és a szalagokszabványai. Néhány régebbi kiadású szabvány szövegében időközben bekövetkezett változtatásokat a gyűjtemény ugyancsak tartalmazza.

Sok helyen, különösen a vidéki üzemekben és tervezőirodákban gondot okoz az új szabványok figyelemmel kísérése, a házi gyűjtemény naprakész állapotban tartása. Az ebből fakadó gondok könnyítését hivatott e gyűjteményes kiadás megoldani. E szempontból jelentős érdeme a gyűjteménynek, hogy kéziratát 1975. június 4-én zárták le, s a kész kiadvány már októberben forgalomba került.

A gyűjtemény a hengerelt, kovácsolt és húzott acélok érvényben levő fontosabb és széles körben alkalmazott országos szabványait tartalmazza. Kimaradtak azok a szabványok, amelyek felhasználási területe viszonylag kicsi. A teljesség érdekében azonban a gyűjtemény végén megtalálható a tématerületbe tartozó mindazon érvényes állami (országos és ágazati) szabvány jegyzéke, amely fentiek miatt nem került be a gyűjteménybe. Az első kötet a szabványokat a következő csoportosításban tárgyalja: *Általános előírások. Ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok. Hő- és korrózióálló acélok. Szerszámacélok. Acélfélgyártmányok. Melegen hengerelt rúd- és idomacélok, hengerhuzalok* és *Hidegen hajlított idomacélok.*

A második kötet fejezetei: *Lemezek, szalagok, abroncsok, Kovácsolás, Sínek, Acélcsövek* és *Húzott acélok.*

Igen hasznos a kötet elején a számrendi mutató és az érvényes, valamint az elavult anyagminőségi jelek mutatója, mert megkönnyíti a hatalmas anyag kezelését. A második kötet végén megtalálható a tárgykörbe vágó nemzetközi és fontosabb külföldi szabványok jegyzéke.

Kondoray Egon

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezetők: GARAY LÁSZLÓ, KOLOSY ERNŐ

Környezetvédelem a rézkohászatban

GYULASI ISTVÁN okl. kohómérnök
Alumíniumipari Tervező Vállalat

DK: 628.5:669.31

A szerző a rézkohászatban alkalmazott és a levegő szennyezettségének csökkentésére irányuló eljárásokat ismerteti. A levegő szennyezettségének csökkentésére három módszert alkalmaznak: a hig gázok magas kéményen át történő szétterítése az atmoszférába, a kéndioxid leválasztása hig gázokból, a termelés növelése vagy csökkentése a környezet szennyezettségének fokától függően. Ismerteti a működő és az új üzemben alkalmazott különféle eljárásokat.

Bevezetés

A környezeti hatások problémája és ezen belül különösen a levegő szennyezettsége egyre fokozottabb mértékben foglalkoztatja az emberiséget. Magyarországon a kérdés időszerűségét bizonyítja „A levegő tisztaságának védelméről" szóló 1/1973/I. 9./MT. számú kormányrendelet, valamint a 19/1974/XII. 27/ÉVM számú rendelet megjelenése.

Olyan esetben, amikor az üzemek környékét, hosszú évtizedeken keresztül rendkívüli módon szennyező iparág kiépítése kerül előtérbe, nagyon sok emberben olyan érzés támad, hogy a környezet védelme nem is biztosítható.

A rézkohók túlnyomóan 30—40% kéntartalmú, szulfidos koncentrátumot dolgoznak fel, amely rezet, vasat, kenet és kis mennyiségben egyéb ásványi anyagot tartalmaz. A vas és a szilikátok vízben oldhatatlan salakba vihetők, ami sem a vizet, sem a levegőt nem szennyezi, a salakhányó pedig idővel letakarható. Kohósításkor a kén, SO_2 alakjában a kohógázba kerül, amit kénsav gyártására hasznosítanak, de a kénnek ma még csak kb. 70—80%-át tudják így hasznosítani. Ezért a környezetszennyezés mértéke erősen függ az üzemekben alkalmazott kohósítási technológiától.

A réziparban ma a világon három alapvető technológiát alkalmaznak. Ezek a következők [1]:

a) *Greenfedd-kohósítás*

E technológia jellemzői:
— a nyers koncentrátumok olvasztása lángkemencében rezes kéneskőre
— a rezes kéneskő konverterezése
— a füstgázok a primér szállóporok leválasztása után a környező légtérbe távoznak
— nincsenek járulékos berendezések a füstgázok kezelésére
— nincs kénleválasztás.

Ilyen technológiával Amerikában és Afrikában dolgoznak üzemek.

b) *Előpörkölés utáni kohósítás*

E technológia jellemzői:
— a nyers koncentrátum pörkölése fluidizáló kemencében
— a forró pörk olvasztása lángkemencében, rezes kéneskőre
— a rezes kéneskő konverterezése
— a pörkölő és a konverter gázaiból kénsav előállítása
— a lángkemence füstgáza porleválasztása után az atmoszférába távozik.
— a kénvegyületek atmoszférába történő kibocsátása a lángkemence gázaira, a kénsavgyár véggázaira, a csapolások alkalmával elmenő gázokra, valamint a konverter elszívásának elégtelensége nyomán fellépő füstgázok kiáramlására korlátozódik.

Ilyen technológiával Európában, Amerikában, Afrikában és Japánban működnek üzemek.

c) *Röptében olvasztási technológia*

E technológia jellemzői:
— a koncentrátum szárítása
— a szárított koncentrátum olvasztása röptében olvasztó kemencében, rézben dús kéneskő előállítása
— a rezes kéneskő konverterezése
— a röptében olvasztó kemence és a konverter gázainak kénsavgyárba vezetése, kénsavmonohidrát termelés
— a szárítókemence füstgáza és a kénsavgyár véggáza minimális SO_2 tartalommal az atmoszférába távozik
— a röptében olvasztó kemence magas SO_2 tartalmú gázait, a csapolónyílásoknál és egyéb helyeken keletkező füstgázokat a kénsavgyárba vezetik.

Ilyen technológiával Finnországban, Kanadában, NSZK-ban, Japánban, Romániában, Törökországban, Kínában, Indiában működnek üzemek.

A kibocsátás értékelésénél és a füstgáztisztító berendezések méretezésénél a füstgáz mennyisége a legfontosabb tényező [1]. Előpörkölő technológiával dolgozó üzem füstgázmennyisége, a Greenfedd technológiával dolgozó üzem füstgázmennyiségének mindössze 43%-a. Ha kéneskő olvasztáshoz lángkemence helyett villamos kemencét alkalmaznak, a füstgáz mennyisége kb. 30%-a, a röptében olvasztó technológiával dolgozó rézkohóé pedig csak 30—35%-a Greenfedd technológia gázainak.

A Greenfedd technológiával dolgozó üzem füstgáza olyan alacsony koncentrációban tartalmazza a kéndioxidot, amelyet ma még és valószínűen a közeljövőben sem lehet gazdaságosan hasznosítani, így a füstgázokkal majdnem az összes kén az atmoszférába engedik.

Az előpörkölő technológia esetében a lángkemence füstgázával a koncentrátumban levő kén kb. 10—12%-át bocsátják a levegőbe. Az utóbbi időben megpróbálták a lángkemence füstgázait a pörkölő és konverter gázokkal együtt kénsavgyárba vezetni. E módszer hátránya, hogy olyan alacsony koncentrációval érkezik a gáz a kénsavgyárba, hogy a kénsavgyár véggázában viszonylag alacsony SO_2 koncentráció tartása nehézségekbe ütközik.

A röptében olvasztó technológia alkalmazásakor a koncentrátum kéntartalmának csupán kb. 2,8 százaléka kerül az atmoszférába, a kénsavgyárban pedig biztosítható, hogy a véggázban 0,05%-nál kevesebb SO_2 legyen.

A fentiekben tárgyalt eljárások közül a Greenfedd technológiát új üzemekben már nem alkalmazzák. Az előpörkölő és röptében olvasztó technológia közül, ma még túlsúlyban az előbbit alkalmazzák a világ rézkohóiban, de éppen a környezetvédelem miatt mindjobban előtérbe kerül a röptében olvasztó technológia.

A környezetvédelem szempontjából más elbírálás alá esnek a meglevő régi üzemek lehetőségei és az új üzemekkel szembeni elvárások. Azért ezeket külön tárgyaljuk.

Környezetvédelem a régebben épített üzemekben

A régebben épített rézkohászati üzemek a környezetvédelem érdekében az alábbi megoldásokat választják:

— a kohógázokban levő SO_2 hatásának csökkentése a légkör magasabb rétegeibe való juttatásával

— a kéndioxid tartalmú gázok közömbösítése

— a levegőszennyezés ellenőrzése.

1. *A híg gázok szétterítése magas kéményeken keresztül*

E megoldást, a kéndioxid hatásának csökkentésére, elsősorban a már meglevő üzemek alkalmazzák, hogy ezzel az előírt és ellenőrzött SO_2 koncentráció határértékét ne lépjék túl. Néhány üzemben a kohógázokat elektrosztatikus porleválasztókban történő portalanítás után 100—150 m magas kéményen keresztül engedik a légtérbe [2].

Mérések szerint az így kibocsátott gázok elég jól szétszóródnak és az alsó légrétegekben, a talajszinten csak akkor észlelhető zavaró hatásuk, ha a légkörben jelentős mérvű hőmérséklet változás megy végbe. Az International Nickel és az Ontarió állambeli Sudbury-ban működő kohójában épített 375 m magas kéményen keresztül távozó gázok 1200 m magasra jutnak, ahol a légáramlás hatására gyorsan szétszóródnak. Ilyen hatalmas méretű kémény beruházási költsége nagyon magas. A kanadai üzem 33 m hosszú, 10,2 m széles lángkemencéje segédlétesítményekkel hőhasznosító kazánokkal együtt kb. 4 millió $-ba került, ugyanakkor a 375 m magas kémény építési költsége kb. 13 millió $ volt [2].

Franciaországban és Japánban ma még nem követelik meg a füsttisztító berendezések használatát, jóllehet Franciaországban kényszeríthetők az üzemek, hogy a kemencék füstjének sötét színét elfogadható szinten tartsák [3]. A hatóságok Angliában, Dániában és az NSZK-ban kötelezően előírják a gázok tisztítását a réziparban. A sűrűn lakott Belgiumban szigorúbb rendszabályok vannak már évek óta érvényben. Törvény határozza meg a kémények minimálisan megkívánt magasságát, a kibocsátott gázok kéndioxid hígítási fokának függvényében, az *1. táblázat* szerint [4].

Ahol a kéndioxid-emmisszió csökkentésére szolgáló kénsavgyárakat a rézkohók még nem építettek fel, a füstgázok hígítására és szétszórására kizárólag magas kéményeket használnak, hogy a talaj növényzetét ne károsítsák. Kedvező topográfiai és meteorológiai feltételek között, legtöbb esetben a magas kémények hatékonyaknak bizonyultak. Kedvezőtlen meteorológiai viszonyok között azonban már problémák adódtak. Így különösen nyári időszakban a kohók üzemeltetői a termelés csökkentésére vagy a termelés teljes leállítására kényszerültek, hogy a büntetést elkerüljék.

1. táblázat

A minimális kéménymagasság előírásai Belgiumban

A gázokban lévő SO_2 hígítási foka	Minimális kéménymagasság, *m*	
	150 °C feletti hőmérsékleten távozott kibocsátott gázokra	150 °C alatt kibocsátott eltávozott gázokra és füstre
1 : 12 000	7	10
1 : 10 000	10	15
1 : 7 500	14	23
1 : 5 000	20	35
1 : 3 000	30	50
1 : 2 000	40	65
1 : 1 000	60	100

2. *A kéndioxid leválasztása híg gázokból*

A kevés kéndioxidot tartalmazó füstgázokból az SO_2 leválasztására nagyon sok eljárás van és ezekből számtalan félüzemi és üzemi berendezés készült A legfontosabb kéndioxid leválasztó eljárások a következők:

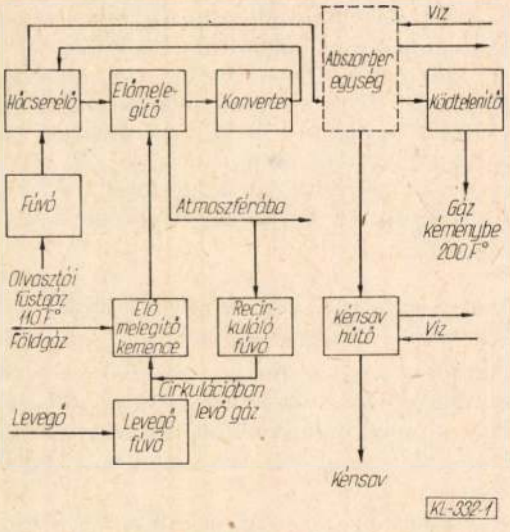
2.1 *A Monsanto-féle CAT-OX eljárás* [5]

A kontakt kénsavgyártási technológiából adaptált *CAT-OX eljárás* különösen alacsony kéndioxid tartalmú gázok feldolgozására alkalmas. Minthogy a kéndioxidban híg gázok katalitikus oxidációja során felszabaduló hő nem elegendő a feladott gáznak a reakcióhoz szükséges hőmérsékletre való felhevítéséhez, a feldolgozandó gázt gáztüzelésű, közvetett hőkicserélő segítségével kell bizonyos mértékig felmelegíteni.

Mint az *1. ábrán* látható, a kéndioxid-szegény gázt feladás előtt először a konvertertől távozó gázok segítségével melegítik fel hőkicserélőben, ezt követően kb. 427—482 °C-ra előhevítik, végül kb. 510 °C-on vanádiumpentoxid katalizátor jelenlétében SO_3-má oxidálják. Ily módon a gáz kéndioxid tartalmának 90%-a visszanyerhető.

A konverterből a hőkicserélőn át távozó gázokban levő SO_3-at vízben, egy — eddig nem ismertetett — abszorpciós egységben elnyeletik. Az így jelentkező kénsav koncentrációja 80—93%.

A kénsavat hűtő segítségével választják le, a visszamaradó gázok ködtelenítés után a kéményen keresztül a légtérbe távoznak. Ezen eljáráson ala-



1. ábra. A CAT-OX eljárás vázlata

puló kísérleti kéndioxid leválasztó berendezések különböző erőműveknél kerültek kipróbálásra. Úgy látszik sikerült a felmerülő üzemviteli és műszaki problémák zömét megoldani és kézbentartani.

2.2 *Wellman—Power féle gázfeldolgozó eljárás* [5]

A *2. ábrán* szemléltetett sémának megfelelően végbemenő *Wellman—Power*-féle gáz tisztítás nátriumszulfit abszorbens oldattal történő ciklikus abszorpciós-deszorpciós folyamaton alapul. Az abszorpciós művelet folyamán a nátrium-szulfit a kéndioxiddal reagálva nátrium-biszulfitot alkot. A deszorpciónál a reakció ellentétes irányban zajlik le, koncentrált kéndioxid szabadul fel, a nátriumszulfit regenerálódik és visszakeringtethető az abszorpciós művelethez.

Az eljárás alapgondolata nem új, *Wellman—Bord* azonban a deszorpciós műveletben olyan kiegészítő módosítást eszközölt, amellyel a kívánt kéndioxid koncentráció eléréséhez szükséges lefosztó gőzmennyiség, illetve gőzfelhasználás erőteljesen csökkenthető.

A kohótól érkező gázokat — a *CAT-OX* eljáráshoz hasonlóan — meg kell tisztítani a főként szállópernyéből álló szilárd szennyező anyagoktól és csak ezután lehet a gázt az abszorpciós műveletre feladni. Az abszorpció után távozó gázok kéndioxid tartalma kb. 500 milliomodrész, ha a feladott gáz kéndioxid koncentrációja 1—2%.

A deszorpció gőzzel történik. A kinyert kéndioxidra vonatkoztatva a fajlagos gőzfogyasztás kb. 15 kg/kg, ami elég költséges. *Wellman—Bord* egy új, ma még titokban tartott lefosztó eljárást vezetett be, amelynél a kéndioxidra vonatkoztatott fajlagos gőzfogyasztás kb. 6 kg/kg-ra becsülhető.

A deszorpció után nyert dús kéndioxid gáz tartalmaz némi gőzt is, amelyet kétlépcsős kondenzáció segítségével távolítanak el. A nyert kéndioxid gáz páratartalma 10%, s így a gáz már alkalmas akár kénsavgyártás, akár kéndioxid redukáló művelethez való feladásra.

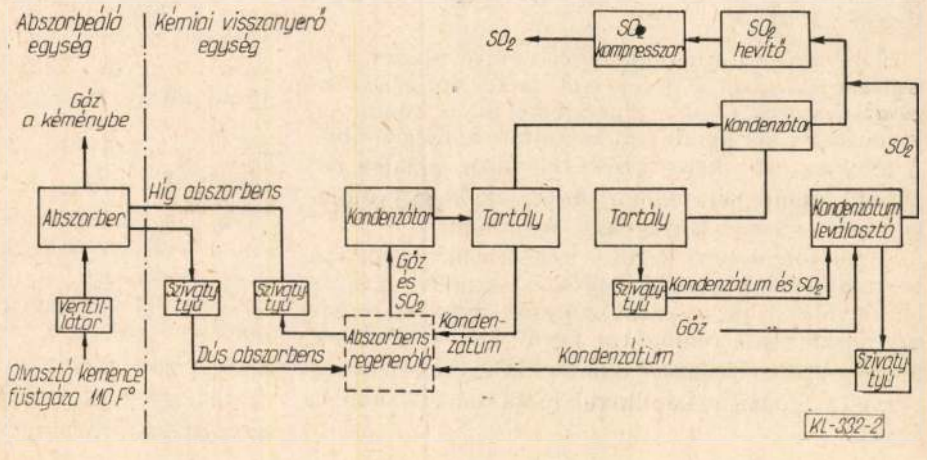
Minthogy a szulfit-biszulfit átalakulás nagyjából független a feldolgozott gáz kéndioxid tartalmától, és inkább a só oldhatóságának függvénye, az abszorbens oldat keringetendő mennyisége elsősorban a kinyert, illetve kinyerendő kéndioxid mennyiségével arányos. Az eljárás folyamán a szulfitoldatnak egy része szulfáttá oxidálódik, amelyből a kéndioxid már nem nyerhető ki és így az oldat már nem regenerálható. Ezért a lefosztott abszorbens oldat egy részét visszakeringetés előtt leválasszák és eltávolítják, a szulfátnak a rendszerben való feldúsulásának megakadályozására.

2.3 *Az Allied cég kéndioxid-kivonó eljárása* [5, 6]

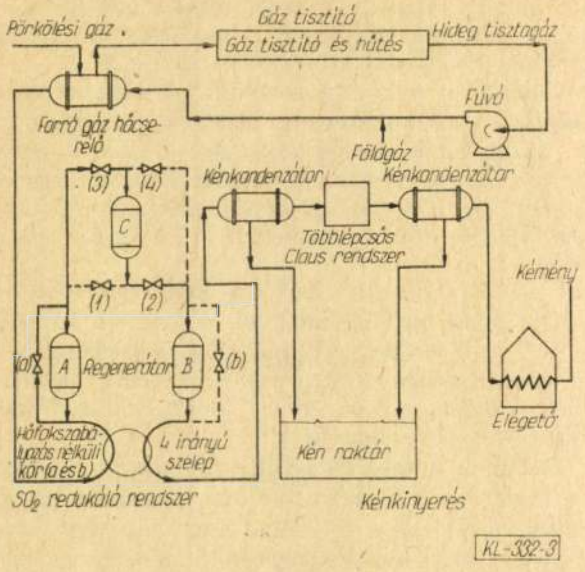
Az eljárás a kéndioxidnak földgázzal, katalitikus úton kénné való redukálásán alapul. Az eljárással a füstgázban levő kéndioxid több mint 90%-a eltávolítható. A kéndioxid kivonás más eljárásokkal is kombinálható. Az USA-ban, az egyik erőműben a *Wellman—Power*-féle eljárással koncentrált füstgázból vonják ki ezzel a módszerrel a kenet. Egy kanadai ércpörkölő üzemben önállóan alkalmazzák a távozó gázok tisztítására.

A feladásra kerülő gázokat minden esetben meg kell tisztítani a bennük levő szilárd szemcséktől és fölös páratartalomtól. A tisztító lépcsőből távozó hideg, tiszta gázt a redukáló művelet előtt hőkicserélőben a pörkölőből távozó forró gázokkal felhevítik. Az eljárás folyamatábráját a *3. ábra* mutatja be.

Az *Allied-eljárás* legfontosabb része a redukálás. A gáz kéndioxid tartalmának mintegy felét me-



2. ábra. A WELLMAN—POWER gázabszorbeálás vázlata



3. ábra. Az ALLIED cég SO_2 kivonó eljárásnak vázlata

tánnal való reakció során elemi kénné alakítják, miközben kénhidrogén is képződik. A gazdaságos hőhasznosítást két felváltva működő regenerátor segítségével biztosítják. Az egyik regenerátorban történik a katalizátorral töltött reaktorba kerülő gázok felhevítése, a másik regenerátor viszont a reaktorból távozó gázok hőjét hasznosítja.

A reaktorban a képződött kén kondenzálódik. A feldolgozott gázban visszamaradó kéndioxidot és kénhidrogént többlépcsős *Claus konverterben* reagáltatják, amelynek során az alábbi reakció egyenlet szerint elemi kén képződik:

$$2\,H_2S + SO_2 = 2\,H_2O + 3S$$

A kondenzátorban kinyert ként raktározzák, a távozó gázokból a még visszamaradt kénhidrogén nyomokat kiégetik, majd a kiégetett gázt a légkörbe bocsátják.

Az eljárás sikerének titka az Allied vállalat által kéndioxid redukálás céljaira kifejlesztett katalizátorban rejlik, amely kb. 1093 °C, sőt ezt meghaladó hőmérsékleten is tartósan állékonynak bizonyul, jó metán-felhasználást biztosít és minimálisra korlátozza a különböző mellékreakciók során képződő, nemkívánatos termékek mennyiségét.

2.4 *A Bureau of Mines által kifejlesztett citrát eljárás* [2, 5]

E jó kezdeti sikerekkel kecsegtető abszorpciós eljárást a *Bureau of Mines Salt Lake City Metallurgical Research Center* fejlesztette ki, a kéndioxid kivonására kis kéndioxid tartalmú kohógázokból. A lefolytatott sikeres kísérletek után jelenleg nagyobb üzemi méretekben próbálják ki egy ólomkohónál és egy széntüzelésű erőműnél.

A feldolgozásra kerülő kéntartalmú gázokat portalanítják, majd vízzel mossák. A nedves gázokból leválasztják a páratartalmat. Ezután a gáz egy abszorbeáló rendszerbe kerül, ahol részlegesen semlegesített citromsav oldattal közvetlenül érintkezve, a gázból a kéndioxid tartalom 90—95%-a leválik.

A kéndioxid tartalmú oldat ezután egy reaktorba kerül, ahol az elnyelt kéndioxid kénhidrogénnel reagál és ennek során elemi kén képződik. Az elemi kenet a citromsav oldatból szűréssel választják le. A citromsav oldatot ezután visszakeringetik az abszorbeáló egységbe. A kinyert kén egy részét kénhidrogén előállító generátorba adják, ahol gőzzel és metánnal keverve kénhidrogénné és széndioxiddá égetik. A képződő széndioxid a reaktorból eltávozik.

2.5 *A Joy vállalat és mások által bevezetett mészkőporos kéndioxid kiöblítő rendszer* [5].

A kilépő gázok kéndioxid tartalmának leválasztására szolgáló ezen módszer azon alapul, hogy a gázáramot mészkőpor behatásának teszik ki, amely a kéndioxidot más, nem ártalmas kén-vegyületté alakítja.

A rendszert a *Joy Mfg.* cég *Western Precipitation Div.* vállalata dolgozta ki. A *Joy-féle eljárás* újszerűsége főként abban rejlik, hogy rácsszerű szerkezet helyett vízpermetezésű toronyban történik a kéndioxid kimosását biztosító reakció.

A tisztítandó füstgázokból először leválasztják a szállópernyét, majd a füstgázokat a vízpermetezésű torony alján bevezetik. A toronyba 7—10% mészkőpor tartalmú zagyot permeteznek. A gáz a tornyon való átáramlás közben a mészkőporral érintkezik. A kéndioxid a CaO-val reagál és vízben nem oldódó kalcium-szulfit és szulfát keletkezik. A torony alján távozó zagy gravitációsan egy ülepítő tartályba jut, ahol a kalcium-sók leülepednek, és az oldat az öblítőtoronyba visszakeringethető. Feladás előtt az oldatba új mészkőpor adagot kevernek.

A visszakeringetésre kerülő meszes zagy egy része egy tisztítóegységbe jut, amelynek viszonylag tiszta túlfolyását egy nedves elektrosztatikus leválasztóra adják. Átöblítés után a feldolgozott gázok ezen egységen áramlanak keresztül. A tisztítóból távozó alsó elfolyást szűrik, hogy ezáltal a kicsapódott kalcium-sókat a rendszerből eltávolítsák. A szűrés után visszamaradó szürletet a keverőtartályba adják vissza.

A *Joy*-rendszer előnyei

— a vízpermetezésű toronyban kisebb a letapadás és bedugulás veszélye, kisebb a fellépő depresszió-csökkenés és ezért kisebb az energiahiány is,

— a gázabszorpció hatásfoka gyakorlatilag független a tornyon átbocsájtott gázáramtól. A reakció hatásfoka valójában növekszik, ha az öblítendő gázáram nagysága csökken.

2.6 *SO_2 leválasztási kísérletek híg gázokból az USA réziparában* [7]

Az USA rézipara a bevezetőben tárgyalt kohósítási technológiák közül kizárólag az első 2 eljárást alkalmazza. A röptében olvasztó technológia bevezetését jelenleg tervezik. A *Phelps Dodge Corporation* épít finn tervek alapján a röptében olvasztó technológiával dolgozó üzemet.

Az Egyesült Államokban a rézkohók légszennyezésének ellenőrzése tekintetében legnagyobb

probléma a lángkemencéből származó 0,3—1,2% kéndioxidot tartalmazó füstgázok tisztítása. A probléma megoldása érdekében 1971-ben nyolc rézfeldolgozó üzem, *„Kohó Ellenőrző Kutató Társaságot" (Smelter Control Research Association)* alapított. Több mint 100 eljárás és technológiai variációk felülvizsgálása után, a füstgázok kéndioxid tartalmának csökkentésére mészkő-zagyos mosó kísérleti üzemet építettek a *Kennecott Copper Corporation McGill* kohójában Nevadában, ahol kísérletek folytak a kéndioxid megkötésére kettős alkálikus eljárással is. Sajnos, csak a mészkőzagyos kísérletek eredményei ismertek. A kísérletek szerint a kéndioxid eltávolításának hatékonysága, a kezelt füstgáz kéndioxid koncentrációjának növekedésével csökken. A 0,2—0,6% SO_2 tartalmú füstgázok mosásánál a kéntelenítés hatásfoka 80—90% között ingadozott. Az 1,5% kéndioxidot tartalmazó füstgáz esetén, a kéntelenítés hatásfoka 70—76%-ra csökken. A kéntelenítés hatásfokában nem mutatkozott jelentős változás, ha a mészkő szemnagyságát megváltoztatták a kísérlet alkalmával. A kísérlet során különféle korróziós problémák merültek fel, amelyek csökkenthetők megfelelő szerkezeti anyagok alkalmazása esetén. Különösen a gumibélelés használata enyhíthet ezeken a gondokon. A kísérletek alapján úgy tűnik, hogy a füstgázok mészkő-zagyos kezelésével hatékony kéntelenítés érhető el, amennyiben az üzemelés feltételeit biztosítják.

3. *A levegőszennyezés ellenőrzése*

Egyes üzemek a környezet védelme érdekében a kéndioxid kibocsátást szabályozzák. Ehhez a környező levegő folyamatos ellenőrzésével végzett szabályozó-ellenőrző rendszer létesítése és fenntartása szükséges.

A fémkohászati üzemek ezen szabályozórendszere, az SO_2 immissziók és emissziók szintjének, a topográfiai és meteorológiai tényezőkre veszélyes nívó alatti tartására terjed ki.

A nagy színesfémkohászati üzemek e célból széleskörű hálózatot hoztak létre, amelyeknek alapvető vonása, hogy a gyár környékén elhelyezett SO_2 jelző készülékeken mérik a kéndioxid mennyiségét és a mérések alapján szabályozzák a kéndioxid kibocsátást. A szabályozás általában az üzem termelésének irányításából áll. Kedvező légköri viszonyok esetén, amikor a levegőmozgást semmi sem befolyásolja a termelés intenzitása emelhető. Abban az esetben, ha szennyezés mértéke valamilyen oknál fogva meghaladja az állami normákban meghatározott értéket, a termelést csökkentik. Kedvezőtlen esetben ez a csökkenés az üzem egyes részeinek teljes leállítását is eredményezheti hosszabb-rövidebb időre.

A *Trail-i színesfémkombinát* (Kanada) a légszennyezés szabályozásában jelentős sikereket ért el. A Cominco Trail-i üzemei Brit Kolumbiában, a Kolumbia folyó völgyében vannak, a 455—580 m tengerszint magasságon, kb. 11 mérföldre az USA határtól [8]. A szabályozási rendszer kiépítése és a környezetvédelem biztosítása érdekében az üzem egy speciális működési-üzemeltetési formát dolgozott ki. Ezen szabályozási rendszer fontos része az emisszió és immisszió állandó megfigyelése, valamint folyamatos vizsgálata az évszaktól, meteorológiai tényezőktől, valamint a kéndioxid szétszóródását befolyásoló feltételektől függően, amelyet a kohó termelésének szabályozása céljából szakszemélyzet végez. Az ellenőrzött területek a Kolumbia völgyben 20 mérföldre északra, illetve 23 mérföldre délre terjednek. Az alkalmazott ellenőrző berendezés 4 db folyamatos kéndioxid mérő és regisztráló és 2 db szuszpendált szilárd részek napi ellenőrzésére szolgáló állomásból áll. A kéndioxid adatokat a jelzőberendezésekből az ellenőrző csoporthoz telemetrikus berendezéssel továbbítják, ahonnan a Trail völgy vízuális megfigyelésére is van lehetőség. Ezek az adatok a három magas kéményen eltávozó gázok folyamatosan rögzített kéndioxid koncentrációjának ismert adataival együtt lehetővé teszik azt, hogy a környező levegő koncentrációjától függően, a kibocsátott kénmennyiséget szabályozzák. A levegő szennyezettségének mértékét a gyártelep környezetében található növényzet szöveteinek időszakos vizsgálatával ellenőrzik.

Az *American Smelting and Refining Company El Paso-i kohójában* 1967-ben egy egyszerű telemetrikus rendszert terveztek és szereltek fel [9]. A rendszer telefonvonalakat használ, hogy az 5 SO_2 mérő állomásról a jelzéseket a kohó vezérlő termében felszerelt fő jelzőberendezésekhez továbbítsák. 1967 óta az El Paso ellenőrző rendszerét 18 mérőállomásra terjesztették ki. Egy digitális számítógépet szereltek fel, a folyamatosan érkező időjárási és SO_2 adatok feldolgozására. A számítógép, minden egyes mérőállomásra, 2 percenként kiírja az átlagos SO_2 koncentrációt. Előre beprogramozva megadja a 30 és 60 perces átlagos SO_2 immissziót, valamint a napi átlagértéket.

A fenti szabályozási rendszer biztosítja a kéndioxid emisszió időjárási feltételeknek megfelelő csökkentését. Megakadályozzák, hogy az SO_2 a megengedettnél nagyobb mértékben jusson a talajszintre, vagyis a kéndioxid immissziós normánál több gáz jusson a növényzethez. Ezt az alábbi módon érik el:

— az SO_2 immisszió növekedése esetén az ellenőrző meteorológus utasítására, egy percen belül csökkenthető a termelés, ezzel megállítható a SO_2 tartalom növekedése.

— meteorológiai adatok alapján előre jelzik a légnyomásban és széljárásban várható kedvezőtlen változásokat és így az üzem termelésének korlátozása már a kedvezőtlen állapot bekövetkezése előtt elrendelhető, illetve kezdeményezhető.

— egy fejlesztés alatt álló harmadik módszernél a kéndioxid kibocsátás pillanatnyi mértékét, illetve ennek változását is ellenőrzik és a meteorológiai adatok alapján előre jelzik a lefelé irányuló légmozgást, miáltal lehetőség nyílik a talajszinti kéndioxid koncentráció várható alakulásának előrejelzésére is.

Környezetvédelem az új üzemekben

A jelenleg építés alatt álló rézkohók technológiájának kiválasztásakor alapvető kritérium a kör-

nyezet védelmének biztosítása. A füstgázok nagyrészét kénsavgyárba vezetik, ahol interabszorpció alkalmazásával a kéndioxid 99,5%-át kinyerik. A rézkohó technológiáját úgy választják ki, hogy a keletkező füstgázok SO_2 tartalma magas legyen és csak minimális füstgáz kerüljön semlegesítés nélkül is a légkörbe. Mivel a kéneskőre olvasztás és konverterezés alkalmával távozik el a koncentrátum kéntartalmának 99,9%-a, a koncentrátum olvasztására, illetve a kéneskő előállítására röptében olvasztó kemencét építenek. Az ipari méretekben alkalmazott eljárások közül a *Flash Smelting technológia* biztosítja az egyik legjobb kénkihozatalt és a kohósítási költség is kb. 20%-kal alacsonyabb a hagyományos rézkohósítási technológiánál. Ez késztetett sok nagy rézipari céget a röptében olvasztó (Flash Smelting) eljárás átvételére. Finnországban, Harjavaltában üzemelő rézkohóban fejlesztették ki ezt az eljárást. Itt a Flash Smelting technológia bevezetése előtt az üzem környékén az erdő teljesen kipusztult. Jelenleg ugyanez a terület ismét zöld, nagyon szép fenyveserdővel borított, annak ellenére, hogy a termelés jelentősen megnövekedett. A *Sumitomo Metal Mining* rézkohójában, amelyet 1971-ben helyeztek üzembe finn licenc alapján, a teljes kénkihozatal 99,2%. A kénveszteség mindössze 0,8%, ebből 0,5% a kohónál, 0,3% egyéb helyeken jelentkezik és ez szennyezi csak az atmoszférát.

A kéndioxid emisszió megfelelő szinten tartása érdekében az *Inspiration Consolidated Co* (Inspiration, Arizona) villamos olvasztó kemencéket épített a hagyományos lángkemencék helyett [10]. A villamos olvasztó kemence füstgázát a szifonos konverterek gázaival együtt kénsavgyárba vezetik.

A kéndioxid szennyezés jelentős hányada a konverter üzemekből származik. A mai környezetvédelmi követelmények mellett, csak szifonos konvertert szabad beépíteni. A Pierce—Smith konverterek alkalmazása esetén előfordul 200—300 mg/m³ SO_2 szennyezés a konvertercsarnokban, Hoboken típusú konverterekkel ez megszüntethető. A Hoboken konverter előnye még, hogy a füstgáz SO_2 tartalma jóval magasabb (kisebb a hamis levegő beáramlás), ezzel lehetőség adódik a helyi elszívásokból származó SO_2 tartalmú gázok kénsavgyárban történő hasznosítására [10].

Ipari méretekben alkalmazott, folyamatos rézelőállítás is megemlíthető még pl. a Noranda és a Mitsubishi eljárás. Ezeket az eljárásokat *dr. Horváth Zoltán* egyetemi tanár közelmúltban megjelent cikke részletesen tárgyalta [11].

Nem egy üzem van már, amely olyan feltételek mellett működik, hogy a környezet védelmét biztosíthatják. Különösebb, pótlólagos beruházás nélkül elérhető, hogy az alapanyagban levő kén 96%-át kénsav formájában leválasszák. A maradó 4%-ból 1,0—1,2% a salakba kerül és az a levegőt nem szennyezi. Pótlólagos beruházással 2,8%-nyi kén, 70—80%-a leköthető, a csapoló nyílásoktól elszívott gázok mosásával.

Az üzem nagyságával természetesen a környezetbe kerülő kén mennyisége is növekszik. Feltételezve, hogy a feldolgozásra kerülő koncentrátum kéntartalma 30%, a kohónagyság pedig az alábbi,

I. kohónagyság: 100 000 t/év koncentrátum feldolgozása
II. kohónagyság: 200 000 t/év koncentrátum feldolgozása
III. kohónagyság: 300 000 t/év koncentrátum feldolgozása
IV. kohónagyság: 400 000 t/év koncentrátum feldolgozása

a kénhasznosítás alakulását a *2. táblázat* mutatja.

2. táblázat

A kénhasznosítás alakulása különböző kohónagyságnál

t/év

A kénhasznosítás fajtái	Kohónagyság			
	I.	II.	III.	IV.
A koncentrátumban lévő kén	30 000	60 000	90 000	120 000
Kénsav termelésnél hasznosul	28 800	57 600	86 400	115 200
Kénsav termelésnél nem hasznosítható	1 200	2 400	3 600	4 800
Ebből:				
salakba kerül	360	720	1 080	1 440
mosás nélkül légkörbe kerül	840	1 680	2 520	3 360
mosással közömbösíthető	588	1 176	1 176	2 352
Kén emisszió mosás után	252	504	756	1 008

3. táblázat

A kénemisszió növekedése üzemnagyságonként a kéménymagasságtól függően 96%-os kénleválasztás mellett, mosás nélkül

mg/m³

Üzemnagyság	Kéménymagasság (m)		
	50	100	150
I. üzemnagyság	0,212	0,04	0,02
II. üzemnagyság	0,424	0,08	0,04
III. üzemnagyság	0,636	0,12	0,06
IV. üzemnagyság	0,848	0,16	0,08

4. táblázat

A kénemisszió növekedése üzemnagyságonként a kéménymagasságtól függően, híg gázok mosással történő semlegesítése esetén

mg/m³

Üzemnagyság	Kéménymagasság (m)		
	50	100	150
I. üzemnagyság	0,064	0,012	0,006
II. üzemnagyság	0,127	0,024	0,012
III. üzemnagyság	0,191	0,036	0,018
IV. üzemnagyság	0,254	0,048	0,024

Amennyiben az $I_{n\,max} = 1{,}00$ mg/m³, az alapterhelés pedig az üzem építése előtt 0,5 mg/m³, az előzőekben bemutatott kénemisszió az alapterhelést különböző módon növeli meg.

Mosás nélkül, 96%-os kénleválasztás mellett, 50—100—150 m kéménymagasság esetén a kén-

immisszió növekedést mg/m³-ben, az egyes üzemnagyságoknál a *3. táblázatban* foglaltam össze.

A híg, kénsavgyártásra alkalmatlan gázok mosással történő semlegesítése esetén, 50—100—150 m kéménymagasságnál, a kénimmisszió növekedést mg/m³-ben, az egyes üzemnagyságoknál a *4. táblázatban* mutatom be.

Üzemi körülmények között 100 m-nél alacsonyabb kéménymagassággal nem lehet számolni, hiszen az üzemépület magassága is eléri az 50 métert. Ebben az esetben a kénimmisszió növekedés még mosás nélkül is 0,2 mg/m³ alatt marad, tehát az alapterheléssel együtt is 0,7 mg/m³-nél kisebb lesz 400 000 t/év koncentrátum feldolgozása esetén.

IRODALOM

[1] *Scheartz, W.—Eisert, W.:* Beispiele und Grenzen der Reinhaltung von Luft in Kupferhütten. Erzmall. 25 (1972) H. 10. s. 505—511

[2] *Treilhard, D. G.:* Copper: State of the Art. Engineering and Mining Journal 174 (1973) April P—Z

[3] International Wrought Copper Council. Air Poll. NFM. SEM. B 3. Avoidance of air Pollution in the copper and copper alloy Fabricating Industry

[4] *Leroy, J. E.—Lenoir, P. J.:* Hoboken Type of Copper Converter and its Operation

[5] *Price, F. C.:* Copper Technology on the Move Chemical Engineering. April 1973. p. RR—HHH

[6] *Fedoruk, J. C.—Hunger, W. D.:* Development and commercialization of SO_2 reduction technology by the Allied Chemical Corporation

[7] *Campbell I. E.:* Sulphur dioxide control at the copper smelter in the United States

[8] *Nicholson, L. J.—Miller, F. J. L.—Wadey, R. H.:* Monitoring for effective air pollution control

[9] *Closed—Loop:* Control System for SO_2 Emissions Engineering and Mining Journal April 1973. p. FFF

[10] *Solomon, J.—Salat, P. E.:* Planning aspect of a unique new copper smelter Mining Magazine July 1974. p. 39—49.

[11] *Horváth, Z.—Wéber, J.:* Környezetvédelem a réz-, ólom- és cinkkohászatban, BKL—Kohászat 107 (1974) 8. sz.

A ritkafémkohászat fejlődésének prognózisa és a hazai kutatási feladatok*

Dr. VÁRHEGYI GYŐZŐ
Ritkafém Tárcaközi Bizottság titkára

DK: 669.85/.86 (439)

A szerző különféle statisztikai adatokra támaszkodva (áralakulás, termelési adatok stb.) vizsgálja a világ ritkafémfelhasználásának alakulását és az ezredforduló várható igényeit. Ismerteti a hazai ritkafémforrások feltárása és hasznosítása érdekében tervezett kutatási feladatokat.

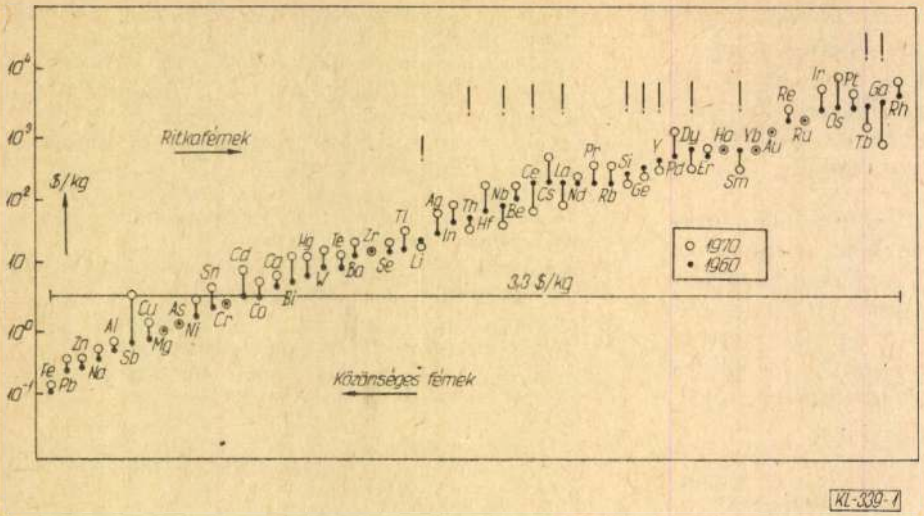
A ritkafémkohászat fejlődésének prognózisa, úgy vélem, elsősorban a ritkafém-felhasználás prognózisa, és csak másodsorban a ritkafémelőállítási technológiák fejlődési trendjének becslése. Tehát először a ritkafémek iránt a távlatban várható igényeket kell megbecsülnünk, és akkor általánosságban egyúttal az előállítási eljárások fejlődési irányát is meghatároztuk. A feladat megoldását kettős úton közelíthetjük meg. Egyrészt retrospektív jelleggel megvizsgálhatjuk a világstatisztikai adatokat és ezek extrapolációjával megbecsülhetjük a távlati években várható fogyasztást. Másrészt kiindulhatunk az ipar általános fejlődésének tendenciájából, és ennek alapján becsülhetjük meg az egyes fémek, ill. fémcsoportok iránt a jövőben várható társadalmi igényt. A két módszer eredményének egybevetése elősegítheti prognózisunk megbízhatóságát.

Mint ismeretes, ritkafémek alatt egy meghatározott limit feletti egységárú anyagokat értünk [1]. A magas ár ugyanis vagy a természetes előfordulás ritkaságából, vagy bonyolult technológiai műveletek sorából következik. Magas árú anyagok iránt viszont csak akkor van kereslet, vagyis a drága anyagok előállítása csak akkor gazdaságos, ha ezáltal az anyag a szokásos anyagokhoz képest különleges tulajdonságokra tesz szert. Magyarországon a kialakult konvenció szerint ritkafémnek nevezünk minden elemet, amelynek mechanikai úton fel nem dolgozott formában, a kereskedelem számára hozzáférhető mennyiségben az alapelem egységnyi kg tömegére vonatkoztatott ár 200,—Ft felett van. Éppen ezért a határérték körüli elemeket nem minden formában, vegyületben tekinthetjük ritkafémnek. Így pédául a bórt, a kalciumot, a krómot, a stronciumot és a titánt nem tekintjük ritkafémnek vegyületeiben, elemi fémes alakban előállítva azonban egyértelműen a ritkafémekhez tartoznak. Megfelelő módszerekkel különleges tulajdonságot biztosítva, nagytisztaságú alakra hozva, a legközönségesebb elemeket is ritkafémnek nevezzük.

Vizsgáljuk meg, hogy az 1960 és 1970-es évek világstatisztikai adatai alapján [2, 4, ill. 5, 6] milyen következtetéseket vonhatunk le az egyes fémek felhasználásáról. A fémárak összehasonlítását legegyszerűbben az USA adatai alapján végezhetjük el, nemcsak azért, mert ezek az adatok ismeretesek legrészletesebben, hanem azért is, mert az USA a világtermelés 30—100% mennyiségét kitevő állami készletei az árak hirtelen megváltozásának kiegyenlítését szolgálják [7]. A fémek egységárait az *1. ábrán* láthatjuk növekvő sorrendben.

Megállapíthatjuk, hogy a közönséges fémek ára (Fe, Al, Cu, Zn, Pb) egyöntetűen nőtt. A mintegy 3—5%-nyi évenkénti átlagos emelkedés két hatás következménye: egyrészt adódik a természetes

* Elhangzott a MTA rendezésében 1975. V. 29—30-án Miskolcon megtartott Metallurgiai konferencián.



1. ábra. A közönséges és ritkafémek árainak összehasonlító adatai

pénzinflálódásból, másrészt következik abból a világviszonylatban érvényesülő tendenciából, amely a készáru értékéből a nyersanyagtermelők részére mind nagyobb jövedelemrészesedést követel.

Csökkent viszont, méghozzá jelentős mértékben, a ritkaföldfémek ára (pl. Ce, La, Y, Dy, Sm). Az árcsökkenés oka, hogy tovább nőtt a ritkaföldfémigény és kialakult a fémes állapotra redukált anyagok felhasználási területe. Mindez a termelés jobb megszervezését és a redukció technológiájának üzemi szintű kifejlesztését segítette elő.

Hasonló megállapításokat tehetünk a félvezetőipar nagytisztaságú alap- és segédanyagainak, vagyis a tiszta fémeknek helyzetéről (pl. Si, Ge, Ga). Az élénk kereslet hatására nőtt a tiszta fémek termelése, nőtt az előállító módszerek termelékenysége (pl. nagyobb átmérőjű egykristályrudak előállítása), továbbá kisebb anyag és energiaráfordítást igénylő új technológiákat dolgoztak ki. A többirányú fejlesztési tevékenység végeredményeként az egységárak csökkenése következett be.

A vizsgált időszakban jelentősen megnövekedett a platinafémek ára (átlagosan kb. 10% évenkénti növekedés). A platinafémeket viszonylag egyszerű és régóta jól ismert technológiával állítják elő, ezért a kereslet növekedésének hatására az előállítási módszerek megváltozására aligha számíthatunk. Minthogy azonban a platinafémeket vagy ércekből önállóan, vagy pedig más szokványos fémek kohászata során melléktermékként nyerik ki, ezért az előállításuk jelentős növeléséhez vagy geológiai—bányászati termelő kapacitást, vagy pedig a hordozófémek termelésének jelentős növekedését kell biztosítani. Mindkettő csak lassú, évtizedes céltudatos tevékenységgel érhető el, tehát gyors igénynövekedés a platinafémek iránt mindig nagymértékű áremelkedést idéz elő.

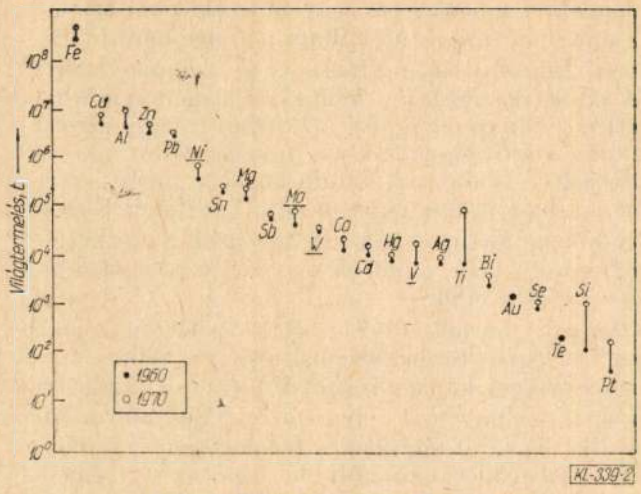
A bonyolult előállítási technológiával rendelkező nagyolvadáspontú fémek ára csökkent (pl. Nb, Ti, Ta, V), vagy legfeljebb változatlan maradt (pl. Zr) az elmúlt évtized folyamán. A periódusos rendszer 4—6-oszlopába tartozó fémes elemek nemcsak nagy olvadáspontjukkal, hanem különleges elektronszerkezetük miatt más értékes tulajdonságukkal (pl. katalizálás, korrózióellenállás) is kitűnnek a szokványos szerkezeti anyagok közül. Előállítási technológiájuk bonyolult, a fejlődés kezdeti szakaszába sorolhatók. Termelésük növekedése ezért viszonylag hosszabb időszakon át árcsökkenéssel párosul.

Mint láttuk, a platinafémek árnövekedése, és a nagyolvadáspontú fémek árcsökkenése egy és ugyanazon alapvető okra vezetőhető vissza: a korszerű technika igénye jelentősen megnőtt ezen fémek iránt. Minthogy a felhasználási terület mindkét fémcsoportnál közel azonos, várható, hogy a felhasználás mértéke a platinafémekről mindinkább a nagyolvadáspontúfémekre tolódik át. Eközben az előállítási technológia fejlődésével párhuzamosan az egységár csökkenése prognosztizálható mindaddig, míg a fémes alakban előállított anyagok aránya meg nem közelíti termelt érceikben és koncentrátumaikban levő elemmennyiséget.

Csökkent az atomenergiatermelésre használt radioaktív elemek ára (U, Th). Az árcsökkenés oka ma már nem az előállítási technológiai fejlesztésére vezethető vissza, hanem a kereslet csökkenésében találjuk magyarázatát. Az ötvenes évek túlzott reményeihez képest szerényebb, bár töretlenül fejlődő atomenergiatermelés valósul meg, és az atomenergiatermelő folyamat tökéletesítése révén viszonylag kisebb primér hasadóanyagfelhasználásra van szükség.

Néhány, az iparban eddig alig használt ritkafém ára emelkedett a vizsgált időszakban (pl. Cs, Rb). Az energiatermelés új módozatainak kifejlesztése (MHD generátor, plazmadióda stb.) az anyagigényt és a melléktermékként előállított fémek árát a továbbiakban is növelni fogja.

Ugyanilyen következtetésekre jutunk, ha a fémek iránt megnyilvánuló kereslet változását a világtermelési adatok alapján [2, 4, 5, 6] vesszük szemügyre *(2. ábra)*. Termelési adatként sok esetben a bányatermelést, vagyis az érc és koncentrátumok fémtartalmát célszerű alapul venni (az ábrán aláhúzott vegyjelek), és nem a fémes állapotra hozott anyagok mennyiségét. A kohá-



2. ábra. Fémek világtermelési adatai

szati kapacitás ugyanis gyorsan követi a keresletet, szemben a bányászati kapacitás létesítésének közel egy nagyságrenddel hosszabb időtartamával. Kivételt képeznek természetesen a tiszta fémek termelési adatai (az ábrán a Si), amelyek általában még a kohászati kapacitástól is független értékek. A világtermelési adatokból mindenekelőtt azt a következtetést szűrhetjük le, hogy a termelt fémek mennyisége nő, annak ellenére, hogy az 1970-es évben a tőkés országok iparát visszafogott termelés és pangó üzleti élet jellemezte. Ezen belül a szokványos célokra — szerkezeti és térkitöltő anyagként — felhasznált fémek termelésének éves növekedése átlagosan 5%. A közönséges fémek termelésénél általában valamivel nagyobb ütemű (évenként 7%) az ötvözésükhöz felhasznált ritkafémek mennyisége (pl. Co, Mo, Ni, V), indikálva, hogy ezeket a fémeket önálló félgyártmányokként és egymással alkotott ötvözetekként növekedő mennyiségben használja az ipar. Jelentősen nagyobb a nagyolvadáspontú (Ti, Pt-fémek stb.) és a tiszta fémekként felhasznált anyagok (pl. Si) termelésének üteme. Esetenként 25 és 100% között igadozik az éves növekedés.

Az egyes fémek, ill. fémcsoportok felhasználási trendjének helyes megítéléséhez szükséges még ismernünk, hogy milyen iparágban és milyen formában jelentkezik irántuk az igény. Egy teljesnek tekinthető világ-felhasználási struktúra összeállítása a hiányzó adatok miatt lehetetlen feladat. Lehetséges azonban egy fejlett és jelentős nagyipari állam felhasználási adatait elemezve következtetni a fejlődés jellegére, és rámutatni egy fejlődő vagy közepes fejlettségű ország iparának célszerűen fejlesztendő irányaira [6]. Ilyen összeállítást mutat be az *1. táblázat*, amelyben felhasználó iparáganként három (kivételesen négy) kategóriába csoportosítva ABC sorrendben tüntettem fel a fémeket, az USA 1970. évi adatai alapján. A kategóriák számozása az adott fém legnagyobb, ill. azt csökkenő sorrendben követő fogyasztóit jelzi. A zárójelben feltüntetett számadatok a fém teljes felhasznált mennyiségére vonatkoztatott százalékos értékek.

A felhasználási struktúra természetesen állandó fejlődésben van. Ezért gyakran előfordul, hogy egyik évről a másikra egy fém főfogyasztó-iparágainak sorrendje megváltozik. A változások egy bázisévhez viszonyított nyomonkövetése viszont lehetőséget ad a fejlődés irányának megállapítására. — Így pl. a ritkaföldfémek főfogyasztója hosszú időn át (katalizátor gyártás céljára) a vegyipar volt [8]. 1972-től azonban a kohászat ötvözés céljára olyan nagy igénnyel lépett fel [9], hogy a felhasználó iparágak sorrendje ugrásszerűen megváltozott *(3. ábra)*. Ez a változás a többi ritkafém kohászati-adalékanyagként való felhasználásának növekedésével együtt egyértelműen mutatja az ötvözés, ill. tulajdonság-módosítás szerepének élretörését napjainkban.

1. táblázat

Az elemek legfontosabb felhasználási területei (USA, 1970)

Szerkezeti anyag (ötvözetlen vagy alapfém)
I Al (80), Fe, Zn (40)
II Pb (21), Ti
III Mg (25)

Kohászat (adalék vagy ötvöző)
I Be, Bi (45), Co (43), Cr (65), Mn, Mo (80), Nb (90), Ni (50), Sb (45), Si (90), Sn (60), Te (80), Th (30), V (85)
II As (3), Ga, Hf, Mg (40), Re, Tl (40)
III Ag, B, Cd, RFF (15), Zr
(redukálószer)
II Ca
IV Mg

Szilikátipar (üveg, kerámia)
I B (46), Mg (50), Na (50), Se, Sr, Zr (90)
II Cr (20), RFF (31)
III Sb (12)

Textil, műanyag ipar
II Na, Sb (24), Te (15)

Vegyipar (katalizátor, festék)
I Bi (54), Ca, Li, Pt (43), Re (75), RFF (45), Ti (75)
II B (16), Cd (20), Cs, Hg (25), Rb, S (25), V (5)
III Co (20), Cr (15), Mo (7), Na

Fototechnika
I Ag (30), J

Energiaipar
I Cs, Hf, Pb (44), Rb, U
II Zr
III Th

Gépipar (kopásálló anyag)
I W (46)

Mezőgazdaság
I As, K (96), P, S (50)
II —
III Tl (10)

Világítástechnika
I Th (50), Sc

Közlekedés (benzinadalék)
I Br (71)
III Pb

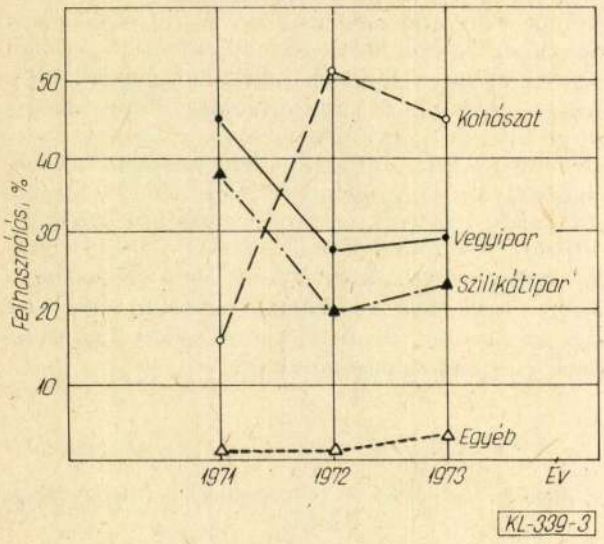
Gyógyászat
I Ra
II J
III Au (11)

Bevonat (korrózióvédelem)
I Cd (60), Zn (40)
II Sn (34), Ta
III Ni (16)
IV Ag (9)

Elektromos ipar (elektrotechnika, elektronika)
I Ga, Ge, Hg (26), In, Ta, Tl (40)
II Ag (25), Au, Co (18), Ni (23), Pt (39), Se, Si
III Cs, Rb

Művészet, ékszer
I Au (56)

Megjegyzés: zárójelben a százalékos felhasználási érték.



3. ábra. A ritkafémek felhasználásának megoszlása az egyes iparágak között

A ritkafémek jelenlegi helyzetének áttekintése után térjünk át az ezredfordulóban várható igények megítélésére. Még egy szokványos fém esetében sem könnyű ez a feladat, a következő tényezőkkel kell ugyanis számolnunk:

— az emberiség létszáma 2000-ig megduplázódik,

— az átlagos életszínvonal emelkedő tendenciáját kell alapul vennünk,

— az iparilag fejlett országokhoz képest a világ lakosságának 70 százalékára lényegében húszszor kisebb az egy főre jutó fémfelhasználás.

Még fokozottabb óvatosságra int egy ritkafémigény becslése, amely mindig a legkorszerűbb felhasználáshoz kapcsolódik, és ezért az egyes országok adott időpontban várható ipari színvonalának fokozottabban függvénye. Ennek ellenére, ha az általános technikai fejlődés meghatározására szorítkozunk, az egyes ritkafémcsoportok felhasználási igényének fejlődésére nézve levonhatunk néhány következtetést.

Az ipari energiaigény ma tízévenként duplázódik meg, és ez a növekedési ütem az ezredfordulóig valószínűleg fennmarad. Az általános növekvő tendencia mellett fokozatosan módosul az energiafelhasználás struktúrája. A villamos energiaigény részaránya továbbra is növekedik, vagyis a természetes energiahordozók (szén és szénhidrogének) mind nagyobb részét alakítják át villamos energiává. A 2000-ben várható néhány százszor 10^{12} kW óra/év energiatermelés zömét a hagyományos energiahordozókból nyerik. Sőt tekintettel arra, hogy a világ kezdeti szénhidrogén-készletéből a maximumot termelik ekkor (5—6.10^9 m^3/év kőolaj), a szén kezdeti összkészletének 80%-át pedig csupán 2000 és 2300 között fogyasztják el, a súlypont ebben az időben a szénbázisra tolódik vissza [10]. Helyi körülmények hatására és különösen az új energiatermelő egységek létesítésekor az atomenergia hasznosításának szerepe nő, de csak a következő évtizedben lesz uralkodóvá. Megjelennek ellenben gazdaságos műszaki realitásként az energiatermelés új válfajai: a magneto-hidrodinamikus elv hasznosítása és az üzemanyagcellák elterjedése révén a kémiai és magenergia közvetlen villamos energiává alakítása. A nagyméretű szupravezető berendezések használatbavétele és elterjedése révén megindulhatnak a fúziós magenergia-hasznosítás ipari méretű kísérletei. Ebben az időben oldódnak meg ugyanis azok a szerkezeti anyagproblémák, amelyek a gazdaságosságot döntően befolyásolják.

Az ipari termelésre elsősorban az lesz jellemző, hogy az egyes termelőüzemek és ezen belül a termelő egységek kapacitása tovább nő, és általánossá válik a technológiai folyamatok teljes automatizációja. Tovább tágulnak a termelésben használatos hőmérséklettartomány határai, és a termelő berendezések egyre nagyobb hőmérsékleten üzemelnek. Az érceket egyre nagyobb mélységből művelik (2000-ben kb. 2000 méter lesz a gazdaságos művelhetőség határa), a nyersanyagokat az anyag és energiatakarékosság szellemében egyre jobb kihozatallal és a komplex hasznosítás elvének érvényesítésével dolgozzák fel. Előtérbe kerülnek a környezetvédelem és a hulladékfeldolgozás—hasznosítás szempontjai. Annak ellenére, hogy az egyes berendezések és eszközök teljesítményének fokozását egyre kisebb anyagfelhasználással oldják meg, a szerkezeti anyagok és fémek iránti kereslet jelentősen megnő. Különösen a ritkafémekre érvényesül ez a tendencia, ezért felhasználásuk üteme a szabványos anyagokénál 2—3-szor nagyobbnak várható. Ezért a legfontosabb ritkafém igények növekedési üteme az energiaigény növekedési ütemével vehető azonosnak. Mégjobban előtérbe kerül az adalékokkal, ötvözőkkel befolyásolt anyagok termelése, helyet kapnak azok az összetett, heterogén, esetleg többanyagú szerkezetek [11], amelyek a mértékadó tulajdonságok kihasználásának nem egy kompromisszumos optimumát, hanem azok együttes maximumát biztosítják (szál és viszker erősítésű, felületen keményített, többféle fémkombinációból álló szerkezetek stb.).

A kihasznált hőmérséklet-tartomány kiszélesedése és a nagyfokú általános automatizáció miatt a ritkafémek közül elsősorban a nagyolvadáspontú fémek és anyagok, valamint a nagytisztaságú elemek felhasználásának előretörésével kell számolnunk. Ugyanakkor a nagytisztaságú fémek iránti igény nemcsak mennyiségben, hanem fokozottabb tisztasági követelményekben is növekedik. Ezek a már napjainkban is megfigyelhető tendenciák válnak az ipari termelés és felhasználás attributumává.

A vázlatosan ismertetett gondolatmenetből, mind a világstatisztikai adatok extrapolációja, mind pedig az általános technikai fejlődés alapján következik, hogy a 2000-ig terjedő időszakban az egyes fémcsoportok átlagos világtermelésének évenkénti növekedése (az 1970. évi bázisévre viszonyítva) a

— szokványos szerkezeti fémek esetén 5—6%

— az ötvözésre használt ritkafémek esetén 8—10%

— a nagyolvadáspontú és különösen a tiszta fémek esetén kb. 10—15%

értékkel becsülhető meg. Az USA-ban egyes fémek 2000-ben várható fogyasztásáról megjelent adatok alapján jóval nagyobb átlagos növekedési értékeket számíthatunk ki *(2. táblázat)*. Hazánkban mint közepes fejlettségű iparral rendelkező országban a világtermelés növekedésének megfelelő vagy remélhetően azt némileg meghaladó értékekkel jellemezhetjük a fogyasztás átlagos fejlődését az ezredfordulóig.

2. táblázat

Az USA fémfogyasztásának átlagos évi növekedése (%) az 1945—1965 és 1970—2000 időszakban

Fém	1945—1965	1970—2000
Al	+7,4	13—30
Cu	+1,0	11—20
Pb	0,0	3— 7
Zn	+1,3	2— 7
Sb	—1,5	3— 9
Hg	+3,4	3— 6
Pt*	+6,9	2— 7
Ag	—	4—11
Cr	—	2— 3
Ti	+4,8	7—20
U	+4,9	15—18
*Mo***	+5,2	8—12
W	+3,6	9—15
Cs	—	17
Ta	—	10—20

Megjegyzés: Az aláhúzás a bányatermékben, ill. koncentrátumokban lévő fémtartalomra utal. *Pt fémek. **1956—1965 közötti időszakra vonatkozó érték:

Magyarországon az OMFB kezdeményezésére 1961 óta folyik ritkafém előállítást és felhasználást támogató központi tevékenység. Később, 1965-ben a *Ritkafém Tárcaközi Koordináló Bizottság* megalakulásával a munka kiszélesedett, és tíz év alatt a felhasználás háromszorosára növekedett, ugyanakkor kedvező módon megváltozott a ritkafémimport szocialista-tőkés relációja. A kezdeti fellendülés azonban megtorpant, a termelő vállalatok gazdasági ösztönzőrendszere nem kedvezett a ritkafémek széleskörű elterjesztésének [12]. Ezért a negyedik ötéves terv időszakában a felhasználási problémák megoldása vált súlyponti feladattá [13]. A ritkafémfelhasználás népszerűségét többek között a következő intézkedések szolgálják:

— tudományos konferenciák évenkénti megrendezése
— kiállítások rendszeres szervezése
— kiadványok megjelentetése
— mérnök-továbbképző tanfolyam beindítása
— külföldi alkalmazástechnikai tapasztalatok átvétele
— felhasználást elősegítő kutatások iniciálása stb.

A ritkafémkutatás legfontosabb feladatait a következő ötéves tervperiódusban a készülő tárcaszintű célprogram tartalmazza. A célpgrogram kutatási irányai következnek a ritkafémprognózis megállapításaiból, a kutatási feladatok összeállításához pedig műszaki közéletünk számos képviselője nyújtott effektív segítséget. Kutatási irányokként a ritkafémfelhasználás elősegítésére kialakított utak és módszerek további intenzív fejlesztését, a hazai ritkafém erőforrások feltárását és hasznosítását, a korábbi években különösen a nagyolvadáspontú fémek, a tisztafémek és a ritkaföldfémek előállítása terén szerzett ismereteink továbbfejlesztését és üzemi realizálását, végül a ritkafém minősítési módszerek erőteljesebb fejlesztését kell megjelölnünk. A kutatási feladatok közül kiragadva néhányat:

— meg kell szervezni a ritkafémtartalmú geológiai képződmények felderítő kutatását
— ki kell egészíteni a korábban elkészített ritkafém katasztert
— fokozni kell termelt és feldolgozott érceink ritkafémtartalmának kinyerését (különösen a bauxitot kísérő galliumot, vanádiumot)
— meg kell szervezni, ill. tovább kell fejleszteni a nagyolvadáspontú fémek előállítási és feldolgozási technológiáját (V, Mo, W)
— folytatni kell a ritkaföldfémek előállítási technológiájának fejlesztését és a KGST komplex program szellemében meg kell vizsgálni a hazai termelés gazdaságosságát
— meg kell szervezni a ritkafém-hulladékok képződésének feltárását, begyűjtését és feldolgozását.
— fokozni kell a ritkafém adalékkal módosított tulajdonságú fémek kutatását és termelését
— tovább kell fejleszteni a tiszta fémek előállítási technológiáját és minősítési módszereit.

Mindezen feladatok megoldásához komoly kutatóbázis áll ma már az országban rendelkezésre. Így pl. a hidrometallurgia területén a MÉV kutatógárdája, a nagyolvadáspontú és tisztafémek előállítása terén az Egyesült Izzó, a Műszaki Fizikai Intézet és a Fémipari Kutató Intézet szakemberei, a mikroötvözés területén a Csepeli Fémmű munkatársai potenciális erőt képviselnek a ritkafémek kutatásának területén. Az így kialakult hálózathoz csatlakozott pár éve a miskolci NME lelkes kollektívája, akik ma már a hazai ritkafém alapkutatás centrumának megalapozásán tevékenykednek. Külön ki szeretném emelni, hogy a NIM és a KFH vezetőinek kezdeményezésére a Fémipari Kutató Intézet vidéki részlegeként egy rentábilis ritkafémtermelő üzem létesítésének kérdését vizsgáljuk. A telepítés helyenkét az Egyetem vezetőinek és tanári karának támogató felvetése alapján Miskolc jöhet számításba. A lehetőséget kedvezőnek tartom, mert továbbfejleszti azt a hagyományt, mely szerint hazánkban a ritkafém alapkutatás mindig a termeléssel összefonódva jelent meg, és mert aláhúzza a tudomány és termelés egységét, a tudomány termelő erővé válását.

IRODALOM

[1] *Várhegyi, Gy.:* Ritkafémek fogalma, természetes gyakorisága, koncentrálódásra való hajlamuk és természetes készleteik. Kohászati Lapok *96* (1963). 193

[2] *Várhegyi, Gy.:* Radioaktív elemek előállítása és felhasználása Egyetemi Tankönyvkiadó 1967

[3] *Hampel, C. A.:* Rare Metals Handbook Reinhold P. C. 1971.

[4] Engineering and Mining Journal, 1961. febr.

[5] Mining annual review 1973

[6] Minerals Yearbook „1970"

[7] *Gocht, W.:* Die Vorratslager der USA und ihr Einfluss auf Metallmarkte Metall *28* (1974) 178

[8] *Pőcze, L.:* A ritkaföldfémek újabb ipari alkalmazásának fejlődése I. Országos Ritkafém Konferencia, Miskolc 1972. 95.

[9] Ekszpressz-informacija, Cvetnaja metallurgija 1974 N° 35

[10] Scientific American 1971. szept. 61

[11] *Várhegyi, Gy.:* Korszerű anyagvizsgálati módszerek jelentősége a magyar alumíniumipar kutatási célprogramjának végrehajtásában Gép *26* (1974) 329

[12] *Fülöp, J.—Várhegyi, Gy.:* Jelentés a Magyar Forradalmi Munkás-Paraszt Kormány Gazdasági Bizottsága részére az RTBK 1965—70. évi 5 éves tevékenységéről Bp. 1971

[13] *Várhegyi, Gy.:* A ritkafémfelhasználás helyzete és perspektívája hazánkban. II. Országos Ritkafém Konferencia Pécs 1973 210.

*

Temesszentandrásy Guidó hozzászólása *dr. Várhegyi Győző* előadásához*

Az *Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság* kezdettől fogva felkarolta a ritkafém előállításának és főleg minél szélesebb körű felhasználásának ügyét. Az *OMFB* már megalakulása évében, 1962-ben elvégeztette az első országos felmérést a ritkafémek felhasználásáról és prognosztizáltatta a várható távlati igényeket.

Aktivitását ezen a téren 12 tanulmány, ill. koncepció jelzi. Az *OMFB* elnökségének a *Ritkafém Tárcaközi Koordináló Bizottság* létrehozásában, és munkájában is folyamatosan vállalt szerepe mögött az a felismerés áll, amelyet a most elhangzott előadás szerzője sűrűn és nagy nyomatékkal hangoztat, hogy ti. egy ország ipari színvonalát jól jellemzi ritkafémfelhasználásának volumene. A mi iparunk színvonala — sajnos — *ezen* a mérőszámon megítélve sem magas, pedig a lehetőségek nálunk sem rosszak; de ezek hasznosítása messzemenően attól függ, hogy a műszaki fejlesztésért felelős fórumokon mikor ismerik fel a ritkafém felhasználás fokozásának jelentőségét, amelyet a most elhangzott előadás oly kitűnően megvilágított.

A korreferátumomhoz rendelkezésre álló kis időt szeretném ebben a körben elsősorban arra felhasználni, hogy néhány jelentős felhasználási célra hívjam fel a figyelmet. Nem olyan esetekre, amikor a ritkafémet magát, annak tulajdonságait hasznosítjuk, hanem amikor a ritkafémek a leggyakrabban használt fémek, elsősorban a vaskohászat területén ötvözőként szerepelnek.

A világ iparilag legfejlettebb országainak acéliparára valóban jellemző, hogy a hagyományos ritkafém ötvözőelemekhez (W, Co stb.-hez) képest folyamatosan emelkedik a ritkafémötvözők hányada. Egyes ritkafémek tized-, század-, néha ezredszázaléknyi jelenléte mikroötvözés formájában, az acél egyes tulajdonságait alapvetően megváltoztatja. Bizonyára ennek a fizikai, kémiai mechanikai és egyéb értékekre gyakorolt befolyásnak tulajdonítható a ma már megállíthatatlan tendencia, a ritkafémek fokozott felhasználása.

Vannak biztató kezdeményezések nálunk is. A legutóbbi napok eseményeiből: a permanens mágnesek gyártásának és felhasználásának fejlesztése témájú múlt heti szakmai vitán az OMFB-ben a felhasználók — a híradás-, a számítástechnika, a villamos- és járműipar szakemberei — sorra követelték a ritkaföldfém-mágnesek gyártásának erőteljes hazai fejlesztését; nem ok nélkül.

Az oxidalapú báriumferrit és stronciumferrit mágnesek fejlesztésében nálunk is elért jelentős eredmények után valóban nem állhatunk meg. Főleg a híradástechnikában és a műszeriparban megindult miniatűrizálási folyamat — a versenyképesség miatt is — megköveteli azt a rendkívüli hatásfoknövelést, amit a kobalt-szamárium és a kobalt-prazeodimium-szamárium mágnesek nyújtanak. Ezekkel már gyártási szinten is elértek 16 MGOe energiaszorzatot, ami 5—6-szorosa például a báriumferrithez tartozó értéknek.

Jó eredménnyel biztatnak a cerium-bázisú ritkafém-keverék és kobalt összetételű mágnesek, és olyanok is, amelyekben a kobaltot helyettesítik részben vassal, nikkellel, mangánnal, rézzel. A számos változat bármelyike kerekedik végül is a többi fölé a műszaki és gazdasági értékelés során, az nem kétséges, hogy itt a ritkaföldfémek felhasználásának újabb nagy területe tárul fel számunkra is.

Szélesebb körben ismert a keverékfém (Mischmetall; összetétele: Cérium 45—50%, Lantan 30—35%, Neodimium 13—15%, Praseodimium 3—5%), amelyet szilicidjei alakjában is használnak az acélgyártásban. Hatásos dezoxidálószer, 1—2 kg/t mennyiségben adagolva, amely különleges nemfémes-zárványképző sajátosságával, szemcsefinomítóként is hatva, javítja az acél mechanikai tulajdonságait. Különösen az ütőmunkát befolyásolja kedvezően, de jól szolgálja az öntés homogenitását, csökkenti az anizotrópiát és csillapítóan hat a folyamatos öntésnél.

Jó területe a keverékfém alkalmazásának a gömbgrafitos öntvénygyártás. A veszélyes színmagnézium helyett ezen a téren az egyetem öntészeti tanszéke végzett széles körű kísérletet, amelynek eredményeit, az acélhoz hasonló jó mechanikai értékű öntvények gyártását egyes öntödéink a termelésben is hasznosítják.

Nagy baj azonban, hogy a hazai vasalapú öntvénygyártásban nem élünk kellően ezzel a nagyszerű lehetőséggel és minden más ország ismert eredményét felülmúljuk az acélöntvény-részaránnyal, az összes öntvényhez képest, ami sokkal drágább, és amit a ritkafémek felhasználásával is meg lehetne változtatni a gömbgrafitos öntvények javára.

A cérium-bázisú keverékfémmel, de néhány század %-nyi tellur-ötvözéssel is szinte csodálatos módon lehet befolyásolni a vasöntvények grafitkiválását, úgyhogy a 2—2,5% Si-ot tartalmazó öntöttvas fehéren kristályosodik. Az ilyen öntvény kitűnően forgácsolható, de a sima felület révén el is hagyható a forgácsoló megmunkálás egyes felhasználási területeken. Személygépkocsi motortengelyeket is gyártanak ilyen technológiával. Nálunk tíz évvel ezelőtti kezdeményezés máig sem járt eredménnyel.

Ezek csak kiragadott jellemző példák, hiszen az öntéstechnikában egyedül az öntöttvas módosításához használt ritkafém-tartalmú modifikátorokból 17-félét ismertet összetétellel, és hatásaiban is, *Vörösné dr.* a BKL-Kohászat ez évi 3. számában.

Viszonylag nagy tömegű ritkafém-felhasználás területe világszerte az acélok és öntvények ötvözése olyan különleges tulajdonságok elérésére, ami más úton nem lehetséges, vagy csak kevésbé hatékonyan. A vanádiumot, molibdént, wolframot és néhány más ritkafémet ötvözőként már jól ismerik a szakemberek. A nemesacélgyártás fejlesztésével ezekből a felhasználás természetesen nőni fog. A ritkafémfelhasználás bővítésének másik, és eddig a hazai kohászatban alig érintett területe a kevésbé ismert lehetőségekben van, amelyekre céltudatosan kell irányítani nemcsak a kohóipari, hanem egyidejűleg a felhasználóipari fejlesztést is.

Ebből a szempontból feltétlenül meg kell említenem egy jó hazai kezdeményezést, amely remélhetően nem sokára teljes ipari felhasználásra vezet.

Abból a tényből indulva, hogy a tellur javítja az öntvények forgácsolhatóságát, közös vizsgálatot, kísérletsorozatot indított a Vasipari Kutató Intézet az Ózdi Kohászati Üzemekkel a hengerelt automata acélok forgácsolhatóságának Te-al történő fokozására. A hasonló célú külföldi vizsgálatokkal egyidejűleg jutottak arra az

* Elhangzott az MTA rendezésében 1975. máj. 29—30-án Miskolcon megtartott Metallurgiai Konferencián.

eredményre, hogy az automata acélban 0,04—0,05% Te, 0,2%-nyi ólommal együtt, 2—3-szorosra növeli a gyorsacélszerszám éltartósságát, vagy a forgácsolási sebesség növelhető mintegy 50%-kal, változatlan éltartósság mellett.

A nagy-olvadáspontú ritkafémek közül ebben a reprezentatív jellegű kis bemutatásban is meg kell említeni a niobiumot, a nagy szilárdságú és korrózióellenálló, de azért jól hegeszthető szerkezeti acélok fontos ötvözőelemét és a tantált, amely nélkülözhetetlen a vegyipari berendezések gyártásában ott, ahol a szokványos rozsdaálló acélok korrózióállékonyságának többszörösét kell elérni.

A jelenlevők közül bizonyára többen tudnának beszámolni arról, mások pedig szívesen hallanának róla, hogy a ritkafémfelhasználásnak, főleg mikroötvözés formájában milyen sok lehetősége van a kohóipar egyéb területein is, elsősorban a rézkohászatban. Én is olvastam ilyenekről, de nem vállalkozhatom arra, hogy ebbe a számomra végképp idegen témakörbe kalandozzak, amit egyébként az időhiány sem engedne meg. — Esetleg a vitában hallhatunk valamit ezekről is. — Az érdeklődők szíves figyelmébe ajánlom ezzel kapcsolatban az *OMFB*-ben a múlt év augusztusában megjelent (3-703/1. sz.) tanulmányt, amelynek címe: *A hazai ritkafémfelhasználás kiszélesítésének feltételei*. Ugyancsak ajánlható a MINING Journal évenként megjelenő Revue-je, amely rendszeresen ismerteti az összes fémek, köztük a ritkafémek új, potenciális felhasználási területeit és a kutatási eredményeket, valamint *dr. Stefán Mihály* jelentése az Amerikai Egyesült Államokban tett tanulmányútjáról.

Befejezésül megemlítek két olyan újabb intézkedést, amelyek célja ugyancsak a ritkafémek hazai előállításának és felhasználásának elősegítése.

Az egyik a magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködés keretében — a *NIM*-mel és a *Fémipari Kutató Intézettel* egyetértésben — az *OMFB* elnöksége együttműködést javasolt többek között a ritkaföldfémek kinyerésének és felhasználásának fejlesztésében. A kitűzött feladat konkréten hazai nyersanyagok (mint például bauxit és vörösiszap) ritkaföldfémtartalmának kinyerési és ritkaföldfém-koncentrátumok szétválasztási technológiájának kidolgozása, keverékfémek és egyedi ritkaföldfém oxidok, valamint egyes fémek (pl. keverékfém, szamarium és lantan) fémállapotban történő előállítása. Javasolta az együttműködést a vanadium és gallium kinyerésére bauxitból, ami jelenleg timföldgyártásunkban nem éri el a tartalom 50%-át.

Egy másik intézkedés: külön feladatként vizsgálja a ritkafémek széles körű felhasználásának témáját az a bizottság, amely „*A vaskohóipar közép- és hosszútávú feladatai a feldolgozóipar minőségi követelményeinek kielégítésére*" című tanulmányt most dolgozza ki.

Meggyőződésem, hogy a ritkafémeket helyes mértékben csak akkor fogjuk hasznosítani az iparban, ha mindannyian, minden részterületen, folyamatosan támogatjuk a *Ritkafém Tárcaközi Koordináló Bizottság* irányító munkáját.

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

A Schweizerische Aluminium AG-nál, a két éve még csaknem kizárólag a *könnyűfémszektorban* tevékenykedő vállalkozásnál a *vegyipari terület* ma már az összforgalom $^1/_5$-ét adja, de a *szolgáltatás, bányászat és energiatermelés* jelentősége is egyre növekszik.

A Schweizerische Aluminium AG leányvállalata, az amerikai Alusuisse, amely a 35 ezer dolgozóból 10 ezret foglalkoztat. Az Alusuisse az USA negyedik legnagyobb könnyűfémtermelője és a vegyipar területén is jelentősen előretört.

A forgalom, a tiszta nyereség és a beruházások több mint megkétszereződtek, a nyersfém kapacitás csaknem felével nőtt. Bár leányvállalatok is jelentős forgalomnövekedést értek el, a rendkívüli emelkedés mégis a Lonza és a Comalco együttműködésre vezethető vissza. A Lonza forgalmának csupán vegyipari területe kapcsolódik szervezetileg az Alusuissehez. Ez 1974-ben 1 057 millió Sfr-ot ért el. Az amerikai Comalco, 505 milliós forgalmat bonyolított a múlt évben. A tiszta jövedelem gyarapodása jelentős mértékben felülmúlta a forgalom növekedését. 1974-ben már jó eredményt értek el.

A folyó évi kilátások kedvezőtlenek. Az *autó- és építőiparban* észlelhető recesszió és a készletekből való eladások következtében a termelés várhatóan erősen vissza fog esni. Az alacsonyabb kapacitás-kihasználás és a csökkenő árak 1975-ben a bevételeket kisebbíteni fogják. A múlt évi visszaesés azért tűnik súlyosnak, mivel az 1971/72-es válságot az alumíniumipar még nem heverte ki. Hosszabb távon az Alusuisse nem pesszimista, mivel már nem rendelkezik felesleges kapacitásokkal. A múlt év első felében a termelés erősen csökkent és az árak emelkedtek. A második félévben azonban csökkentek az árak. A konszern 96%-os kihasználással dolgozott, ami természetesen más költségstruktúrát eredményezett, mint az 1972-es 76%-os kihasználtság.

A múlt évben a Comalco, amely 60%-ban az Alusuisse tulajdonában van, 66%-kal részesedett az Ormet Corporationban és átvette az OLIN alumíniumszektorát is. Svédországban épülő alumíniumfluorid gyár munkálatai tervszerűen folynak, így a vállalat az üzem 1975 tavaszán várható beindulásával ennek a fontos segédanyagnak saját forrásával fog rendelkezni.

A bányászat súlypontjában a bauxit termelése áll. A teljes bauxittermelés 5 150 000 tonna volt, 20%-kal több, mint 1973-ban. A bauxit több mint $^3/_4$-e az *ausztráliai Gove-ból* származik, 700 000 tonna *Sierra Leoneból*, 300 000 tonna *Dél-Franciaországból*. A további bauxitlelőhelyek kutatása mellett, az Alusuisse más ásványokkal is foglalkozik, így uránnal a Közép-afrikai Köztársaságban, rutillal Sierra Leone-ben folypátot termel Angliában.

Az energiatermelés területén a Lonza beolvasztásával a cég kapacitása 3 790 millió kWh-ra emelkedett. Ez azért is fontos, mivel az alumínium előállításához az olcsó elektromos energia elengedhetetlen.

A konszern tevékenységében a kutatás jelentős helyet foglal el, több új eljárás és termék jelzi a fejlesztési sikereket. A jelentős racionalizálást lehetővé tevő éghetetlen anód fejlesztése tovább folyik. Már a jövő évben megkezdődhetnek a kísérletek a napenergia hasznosítására.

A cég beruházásai az 1973-as visszaesés után ismét emelkednek és elérték a 730 millió Sfr-ot. Ebből több mint 150 millió jut a bauxitra, timföldre és elektródára, 240 millió elektromos áramra és kohóalumíniumra, ugyanennyi az alumíniumfeldolgozásra, 100 millió a vegyiparra és más területekre. A beruházások fele Európára, fele Amerikára és Ausztráliára jut. Tekintettel a kedvezőtlen kilátásokra, bővítő beruházásokat 1975-re nem terveznek.

Neue Züricher Zeitung, 1975. április 15.

*

Az Alumina Partners of Jamaica (ALPART) 1975-ben 1 millió tonnára csökkenti termelését. A gyár kapacitása 1,3 millió tonnát tesz ki.

Mint ismeretes az ALPART vállalatban a Kaiser és a Reynolds 36,5—36,5%-kal részesedik, az Anaconda pedig 27%-kal.

Alumínium, 1975. április

*

Az öt nagy japán alumíniumtermelő jelentős készleteik ellenére is folytatja a kohóalumínium importálását Romániából. A 3 évre szóló egyezmény értelmében az idén 14 ezer tonna alumíniumot szállítanak Japánba, 860 $/tonna cif Japán paritásban.

Metal Bulletin, 1975. április 18.

*

Az Alusuisse csoport 1975-re erőteljesen átértékelte az alumíniumpiacra vonatkozó becslését.

Korábban 80 ezer tonna ellátási deficittel számoltak 1975-re, helyette 150 ezer tonnás többlettel kell számolniuk. Ez azt jelenti, hogy a csoport kohóinak termelését 20%-kal kell csökkenteni. A két előrejelzés között mindössze 5 hónap telt el.

Financial Times, 1975. április 24.

*

A tőkés világ primer alumíniumtermelése az elmúlt év hasonló időszakához viszonyítva az első negyedévben 3,1%-kal esett vissza és így 2,55 millió tonnát ért el.

Az International Primary Aluminium Institute felmérése szerint Észak-Amerikában a csökkenés 9,8%-os volt, de az USA és Kanada még így is a két legjelentősebb exportőr.

Az általános trenddel szemben Nyugat-Európa termelése 4,5%-kal, 789 000 tonnára nőtt.

Neue Züricher Zeitung, 1975. április 26—27.

*

További közel-keleti olajállamok teremtik meg kohóalumínium iparukat. Szaud-Arábia és Irán 350 ezer t/év kapacitású kohót, Abu Dhabi, Algéria, Kuwait és Irak 165 ezer t/év kapacitású kohó építését tervezi.

A beruházásokhoz megfelelő anyagi hátteret jelentenek a jelentős olajbevételek, míg az olcsó energiaforrást a földgáz jelenti.

Eddig 6 észak-amerikai vállalat folytat tárgyalásokat a közel-keleti államokban felépítendő alumíniumkohók ügyében; Alumax (Irán) National Southwire (Szaud-Arábia), Kaiser Aluminium, Alcan, Alcoa és Reynolds.

A nyersanyagbázis biztosítására az arab államok a bokéi (Guinea) bauxit-timföld komplexusban való részvételről tárgyalnak, de érdekeltek az ausztráliai és brazil nyersanyagforrásokban is.

Metal Bulletin, 1975. április 11.

*

Valószínűnek látszik, hogy a *Szuezi-csatorna* megnyitásával járó fuvardíj megtakarítás előnyösen befolyásolja az Alba (Bahrein) kohóalumínium eladási árát.

Jelenleg a hajóstársaságok a Standard fuvartételekben egy a Szuezi-csatorna bezárása miatti pótdíjat számítanak fel.

Az Alba hagyományos piaca azonban a Távol-Kelet, hiszen az óriási készletek ellenére Japán továbbra is a legvonzóbb piac.

Metal Bulletin, 1975. április 8.

*

A Nemzetközi Kohóalumínium Intézet évi ülésén — melyet a közelmúltban Los Angelesben tartottak — az Alcoa elnöke J. D. Harper ellenezte a bauxittermelő országok és a nemzetközi alumíniumtermelő vállalatok közötti kooperációt. Az elnök támadta Jamaica és más bauxittermelő országok múlt év során végrehajtott adóemelését. Figyelmeztette a termelőket, hogy a közös érdek hiánya ipari elszigetelődéshez vezet.

Az alumíniumipari dekonjuktúra első jelei már 1973 végén jelentkeztek.

1974-ben az alumíniumipari beruházások normál szintre mentek vissza, de még mindig magasak voltak az alumíniumfelhasználó iparágak igényéhez képest.

Európában pl. a kohóalumínium iránti igény 1973. első negyedévében 9%-kal, a második negyedévben pedig 11%-kal nőtt, de az egyéb termékek iránti kereslet 10—20%-kal csökkent.

Jelenleg a tőkés világ alumíniumigényének várható növekedését évi 3—4%-ra becsülik.

Metal Bulletin Mounthly, 1975. április

*

Az Alcan további 76 000 tonnával csökkenti termelését Kanadában. Az Alcan január végi termeléskorlátozása óta 87%-os kapacitáskihasználtsággal üzemelt.

Az Alcan angliai kohói 80, az ausztráliaiak 66%-os kapacitás kihasználással dolgoznak.

Metal Bulletin, 1975. április 29.

*

A francia Pechiney tárgyalásokat folytat Spanyolországgal timföldüzem felállításáról. Az elmúlt két évben Spanyolország timföld importjának megoszlása a következő volt:

Ország	1973. ezer tonna	1974. ezer tonna
Guinea	120	159
Jamaica	51	79
Franciaország	129	70
Görögország	—	69
Összes:	303	377

Amennyiben a terv megvalósul, Spanyolország a San Ciprianóban tervezett komplexumban két timföldgyárat épít fel, az egyiket a hagyományos Bayer-eljárással, a másikat pedig Pechiney új hidrogén-ionos eljárásával.

Metal Bulletin, 1975. április 29.

*

Japán primer alumíniumimportja ez évben tervek szerint jóval alatta marad a tavalyinak. Származási hely szerint az elmúlt évi tényszámok és a tervezett idei mennyiség a következő:

Ország	1974.	1975. (tervezett)
Új-Zéland	82 031	85 000
Ghana	18 862	20 000
USA	50 408	5— 10 000
Bahrein	73 988	40— 50 000
Kanada	67 158	25— 30 000
Ausztrália	31 064	35 000
Egyéb	43 990	20— 25 000
Összes	367 501	230—255 000

Metal Bulletin, 1975. május 2.

*

Alunitból szándékozik timföldet előállítani az amerikai Alunite Metallurgical Co (ALUMET) cég. Ha a vállalat goldeni (Colorado) kísérleti üzemének eredményei igazolják az elméleti feltevéseket, 500 et/év kapacitású timföldgyár épül.

Industrial Minerals 1975. 4. sz.

*

A Kaiser Alumínium Co. *Gramercy*-ben, La. levő timföldgyárából a vörösiszapot *Louisiana* állam engedélyével a *Misisippi* folyamba szivattyúzta. Az új vízminőségi előírások azonban megkövetelték ennek a gyakorlatnak a megszüntetését.

A vörösiszapot eddig gáttal körülzárt medencékben tárolták minden kezelés nélkül. Ez a módszer Louisianaban nem bizonyult megfelelőnek, mert a sok esőzés és csekély elpárolgás miatt vörösiszap tavak keletkeztek. Ezért a Kaiser cég új eljárást dolgozott ki, melyben a vörösiszapot egy 200 hektáros, gáttal körülvett homokágyra szivattyúzzák. A vörösiszapban levő lúgos oldat a homokágyon megszűrve alagcsöveken át szivattyúk segítségével kerül vissza a gyártási körfolyamatba. A helyszükséglet lényegesen kisebb, mint a vörösiszap tavaké. A megtelt tároló felszínét humusszal lehet betakarni és növényzetet lehet telepíteni.

Engineering and Mining J. 1975. jan.

*

A francia Pechiney és a kanadai ALCAN alumínium cégek közösen kívánják kifejleszteni a *H-Plus* timföldgyártási eljárást. 1974-ben írtak alá megállapodást a kénsav és sósavas extrakcióval dolgozó timföldgyártás kidolgozására. Ez alkalmas agyagok és palák feldolgozására. *Marseilles* mellett épül a napi 20 tonna teljesítményű és kiváló minőségű timföldet termelő kísérleti üzem. Ha a kísérlet beválik, az alumíniumtermelők függetlenek lehetnek a bauxittól. A világ bauxitkészlete ugyanis távol fekszik általában mindenütt a nagyipari felhasználóktól, így többek közt jelentős szállítási költségtől mentesülhetnek.

A *H-Plus* eljárásnak vannak előnyei a Bayer eljárással szemben, például sokkal tisztább timföld nyerhető, de hátránya például a kb. 60%-kal nagyobb energiafelhasználás.

H. W.

A *Bayer* eljárás szerinti timföld önköltségében a bauxit költsége 45%-ot is kitehet, azonban a palák tervezett költsége csak 4%.

A Pechiney cég az új eljárást már kipróbálta napi egy tonna teljesítményű kísérleti üzemben. Remélik, hogy legkésőbb 1979-ben elválik az új módszer versenyképessége.

Engineering and Mining J. 1975. febr.

Az Alumínium Szövetség bejelentése szerint Angliában 1975. első két hónapjában az előző évihez képest az alumínium kereslet jóval alacsonyabb volt. A csökkenő keresletet a felhasználó iparágak (autó, építőipar) problémáival magyarázzák.

Financial Times, 1975. április 21.

*

Az USA-beli Revere Copper and Brass Co. Inc. egy hattagú japán konzorciummal közös vállalkozásban közös alumíniumkohót épít az alabamai Scottsboroban. A jelenlegi tervek szerint a 240 ezer tonna/év kapacitású kohó termelésének felét Japánba szállítják. A kohó nyersanyagbázisát a jamaicai Revere Jamaica Alumina Ltd. timföldgyára jelenti.

Mining Journal, 1975. április

*

Az Alcan Aluminium Ltd. és a British Aluminium Co. közös egyetértéssel 35 millió $ összértékben eladják részesedésüket a DNN Alumínium A/S vállalatban a norvég kormánynak.

A részvények a 28 ezer tonna/év kapacitású Tyssedal-i alumíniumkohót is magukba foglalják.

Mining Journal, 1975. április 25.

Guineában található Afrika kiváló minőségű bauxittartalékainak közel a fele. Néhány éven belül kiszoríthatja Jamaikát, mint a világ második legnagyobb bauxittermelője, sőt veszélyeztetheti még Ausztrália első helyét is — feltéve, hogy új adóit (6,45 $/t bauxit és 8,60 $/t timföld) nem sajnálja beruházásokra fordítani.

Becslések szerint a meglevő bányák termelése jelenleg évi 6 mió t. *Cie de Bauxite de Guinée* — a *Halco Mining* irányítása alatt (Guinea-i kormány 49%, *Alcan*, *Alcoa*, *Alumetal*, *Martin Marietta* és *Pechiney* 51%) — már félúton van az évi 9 mió t tervezett termelés eléréséhez. A *Office de Bauxite de Kindia*, egy Szovjet—Guineai létesítmény három hónapja került üzembe, hírek szerint már mintegy évi 2 mió t bauxitot termel.

Három, még tervezés alatt álló létesítmény az ország bauxittermelését még tovább fogja növelni. Az *Arab—Guineai* tervben évi 5 mió t szerepel exportra és további 4 mió t helyi feldolgozásra. Ehhez járul még, hogy a kormány *Alusuiessevel* akar társulni a *Touge* bauxitelőfordulás, és egy jugoszláv vállalattal a *Dabola* előfordulás kitermelésére. Ez a két létesítmény kb. évi 2 mió t-t fog termelni.

Ha mindezek a tervek valóra válnak, *Guinea* évi bauxittermelése elérheti a 30 mió t-át. (Ausztrália 1973-ban 19 mió, és Jamaika 15 mió t bauxitot termelt.)

Metals Week, 46. k. 10. sz.

W Hobbs, a *Kaiser Alumínium* vezérigazgatója szerint az alumínium jövője a bauxiton nyugszik, sokkal inkább, mint a pótanyagokon. Jelenleg azonban ezek a természeti források a jelenlegi bauxitárak mellett gazdaságosak lehetnek. Az alternatívák kidolgozásán tovább kell dolgozni.

A bauxit — mondotta *W. Hobbs* — még mindig az alumíniumgyártás legjobb nyersanyaga, és nem hiszi, hogy más anyagok helyettesíthetnék. Ezek csak arra szolgálnak, hogy az utánpótlást és a költségeket stabilizálják. A legjobb bauxit az US részére a Karib-szigeteken van, és fordítva a Karib bauxit legjobb piaca az US.

Hobbs számítása szerint a nyugati világ kohóalumínium szükséglete 1980-ra meghaladja a hat mió t-át, hogy fedezze a szükségleteket. Még további 24 mió t bauxitra, és 12 mió t timföldre lesz szükség.

American Metal Market 82. k. 7. sz.

Reynolds a termelést a kapacitás kétharmadára csökkenti, más alumíniumtermelők április elejével az US alumíniumipar működő kapacitását 81%-ra csökkentik.

Reynolds Metals, a világ harmadik legnagyobb alumíniumtermelője hét US alumíniumkohójából a héten kettőt leállított, ezzel termelése további 124 et-val csökkent.

Négy évvel ezelőtt, 1971 márciusában a gyenge kereslet és a túltermelés miatt az US alumíniumtermelők csak 8%-kal, évi 367 et-val fogták vissza a termelést, ma az US átlagos termeléscsökkentése 19%, évi 914 500 tonna.

Metals Week 46. k. 13. sz. 75. márc. 31.

Egy Kanada vezetése alatt álló konzorcium 40 mió dolláros kölcsönt folyósított 12 év tartamára a nagy bauxitterv finanszírozására a Trombetas folyónál, az Amazon felső medencéjében, Brazíliában. A brazil érdekeltség a Trombetas tervben 51%, Alcan 20%-ban, a többi partnerek a fennmaradó 29%-ban részesek.

American Metal Market, 82. K. 9. sz. 75. jan. 14. B. E.

Hazai alumíniumipari hírek

A magyar hidraulikus könnyűfém támokkal lefolytatott első kísérleti eredmények a Fejér megyei Bauxitbányák Vállalatnál

A Fejér megyei Bauxitbányák Vállalat előtt álló megnövekedett termelési feladatoknak a termelékenység ugrásszerű növekedésének a régebbi, fabiztosításos technológiák már régóta nem felelnek meg. Az 1967-es évben a Valent-típusú acéltámokra való átállás ezen a téren változást hozott, a fejlesztés helyes lépcsőjének bizonyult. 1974-re az acéltámos biztosítás elérte a telítődést, mélyművelési termelésünk 85,8%-át acéltámos biztosítású fejtésekből nyertük. A több mint nyolcéves használat során, termelékenységnövelő hatásuk mellett fény derült azonban az acéltámok néhány fogyatékosságára is. Elsősorban a csúszófelületek gyors elszennyeződése következtében a támok nem „szervóznak", nem csúsznak össze, emiatt több esetben tönkremenetig veszik fel a terhelést, nagy a meghibásodásuk. Ugyanekkor az általuk alátámasztott süvegek is így járnak, a süvegek rongálódása is nagyobb. Omlasztásnál a visszarablásuk sem teljesen biztonságos. A hosszú nyelű bunkó már nem nevezhető korszerű munkaeszköznek. Végül, de nem utolsósorban játszik szerepet nagy súlyuk, az ilyen szerkezetek mozgatása a fejtésben és siklóban nehéz fizikai munkát igényel. A Valent támok az évek során elöregedtek, elfáradtak, javítási költségük tetemes, lecserélésük mindenképpen indokolt. Ezért úgy gondoljuk, hogy a leírt problémák kiküszöbölésére helyes volt a könnyűfém hidraulikus támokra történő átállás elhatározása. Ezért az 1974. évben a Mecseki Szénbányáktól 80 db Thyssen (NSZK) gyártmányú N-65 típusú használt könnyűfémtámot vásároltunk meg a kísérletek céljára. Ezek a támok 3000 mm hosszúak, kihúzott állapotban, súlyuk 58 kg. A teherbírásuk ekkor 25 tonna volt, az emulziót részben házi gyártmányú szerkezettel juttattuk a támokhoz. 1974-ben Iszka II. bányaüzemben több mint 32 ezer tonna bauxitot termeltünk a kísérletek során, a tapasztalatok kedvezőek voltak.

1974 közepén indul be egy helyes kezdeményezés a Thyssen tám nagyobb árának ellensúlyozása céljából — a magyar kísérleti „0" szériás támgyártás.

A kísérleti szériagyártásához 100 db HBT-03—30 típusú könnyűfém hidraulikus tám megrendeléséhez mi is társultunk. A tervezést és bevizsgálást a Bányászati Kutató Intézet, a gyártást az Újpesti Gépelemgyár Kecskeméti Gyáregysége végezte, a koordinálást a Mecseki Szénbányák vállalta. A támok gyártása, anyagellátása vontatottan haladt, mégis 1974. december 30-ra 100 db magyar hidraulikus támot sikerült beszerezni. A bányahatósági engedélyezés után a támkísérletek gyakorlatilag március hó elején indultak be. Mindkét bányaüzem 50—50 db támot kapott. A támok beépítése átlagosan havonta 4—5 alkalommal történik, attól függően, hogy pillérkamrában, vagy fejtésben kerül-e beépítésre. A támok beépítés közben mért teherviselése 4—28 tonna között változott. Oldalnyomás, vagy robbantás támot nem tett tönkre. A meghibásodások alkatrész tönkremenetelből, illetve megmunkálási problémákból adódtak. Eddig 2 db támot javítottunk ki. A támok 6 m, illetve 4 m szélességű fejtésekben vannak beépítve. Az emulzióellátás házi kivitelezésű berendezésekkel megoldott. Tömeges meghibásodás nincs, a támok ez ideig alkalmasak a fejtésbiztosításra.

Soltész Ernő

A Fémkohászati Szakosztály hírei

Szakmai konferencia Ajkán

Az *ICSOBA Magyar Bizottsága* és az *OMBKE Ajkai Helyi Csoportja* június 17—18-án nagy sikerű szakmai konferenciát rendezett *Ajkán*. A konferencián 80 fő vett részt, ebből 60 fő volt vendég, 20 fő helyi szakember.

A szakmai napok programjának középpontjában a folyó év október 20—22 közt *Dubrovnikban* sorra kerülő *IX. Nemzetközi ICSOBA rendezvényen* előadásra kerülő magyar anyagok megvitatása volt. A dubrovniki szimpozion a bauxitok geológiája, geokémiája és feldolgozása terén elért legújabb nemzetközi eredményeket vitatja meg. Az előzetes jelentkezések szerint a világ minden részéről, 30 országból mintegy 200 résztvevővel számolnak. A dubrovniki tudományos programot a *Montenegroban*, illetve *Hercegovinában* található bauxittelepek, valamint a *titogradi és mostari timföldgyár* meglátogatása egészíti ki.

A konferencia első napját az *IMB Elnöksége* által jóváhagyott 9 magyar előadás megvitatása töltötte ki. Az elnökségben *dr. Tóth Béla* az Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó igazgatója, *dr. Zámbó János*, az IBM főtitkára és *Török Frigyes*, a Fémkohászati Szakosztály és az OMBKE elnökségének képviselője foglalt helyet *(1. . kép)*.

Dr. Zámbó János, a következő előadások feletti vitát vezette:

1. *Dr. Vörös István—T. Gecse Éva:* Magyarországi bauxitszelvények mikromineralógiai vizsgálata.
2. *Nyerges Lajos—dr. Morvai László:* Kutató fúrásokban geofizikai módszerekkel végzett bauxitminősítés újabb eredményei
3. *Tóth Álmos:* A karbonát tartalom eredete egyes magyarországi bauxitelőfordulásokban.
4. *Dr. Várhegyi Győző—dr. Bárdossy György—dr. Pantho György:* A magyarországi bauxitok ritkafém tartalma és azok gazdaságos kinyerésének feltételei.
5. *Dr. Jónás Klára—dr. Solymár Károly:* A bauxitásványok hetemorf jellegének vizsgálata differenciális infravörös spektrofotometriával.
6. *Orbán Ferencné dr.—Imre Aladár—Stefániai Vilmos:* Vörösiszap és alkotóinak komplex ásványtani vizsgálata és jellemzése.
7. *Dr. Miskei Mihály—dr. Bogárdi Endre—dr. Tóth Béla:* Vanádium és gallium előállítása magyar bauxitokból.
8. *Dr. Solymár Károly—dr. Mátyási József—dr. Tóth Béla:* Magyar goethites bauxitok adalékos feltárása.
9. *Dr. Tóth Lajos—Matula Miklós—dr. Bujdosó Ernő:* Sugárabszorpciós vizsgálatok folyamatos ülepítők tervezésére, a vörösiszap ülepítés folyamatának matematikai modellje.

Az előadásokat követő élénk vita során a szerzők értékes javaslatokat kaptak, melyeket az előadások végleges kialakításához figyelembe vehetnek.

A rendezvény során adta át *Török Frigyes*, az OMBKE Elnöksége nevében a Zorkóczy Samu Emlékérmet *Bányai Bálintnak (2. kép)*.

Bányai Bálint okl. bányamérnök 1939 óta tagja az egyesületnek, melynek életében mindig jelentős szerepet vállalt. Az egyesület könyvtárosaként, választmányi tagként és az ICSOBA Magyar Bizottságának ügyvezető titkáraként tevékenykedett. Egyik fő szervezője volt az 1969-ben Budapesten rendezett II. Nemzetközi ICSOBA Szimpozionnak és nagy érdemeket szerzett az ICSOBA Magyar Bizottságának megalapításában és az egyesület és az ICSOBA nemzetközi tevékenysége összehangolásában.

A konferencia második napján filmbemutató volt, melynek során az Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó tevékenységét szemléltették. *Dr. Tóth Béla* igazgató ismertette a fontosabb problémákat és feladatokat. Kitért a timföldgyári körfolyam sószintjével kapcsolatos kérdésekre, tájékoztatott az adalékos feltárás, a bauxit homogenizálás és a számítógépes irányítás megvalósítására vonatkozó terveikről a timföldgyárban.

Gyárlátogatás zárta a sikeres rendezvényt, mely dicséretére válik elsősorban a helyi vezetésnek.

Solymár



1. kép. A szakmai konferencia elnöksége: Dr. Zámbó János, Dr. Tóth Béla és Török Frigyes



2. kép. Török Frigyes átadja Bányai Bálintnak a Zorkóczy emlékérmet

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

108. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1975. DECEMBER HÓ 12

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

Горный и Металлургический Журнал **Металлургия**
Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen **Hüttenwesen**
Mining & Metallurgical Journal **Metallurgy**

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-ban

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. 105.
Tel.: 426-795

TARTALOM

DR. VERŐ JÓZSEF: Megemlékezés a Magyar Tudományos Akadémia kohász tagjairól 529
DR. HORVÁTH JÁNOS: A redukáló gázok felhasználásának lehetőségei és várható eredményei a nyersvasgyártásban 531
DR. FÖLDEÁKI MÁRIA: Az interszticiós szennyezők mágneses utóhatása acélokban 535
PEREHÁZY KÁROLY: Elfelejtett hazai kovácsművészek 540
DR. RÉTI LÁSZLÓ: Az Ózdi Vasmű az 1929—33-as világgazdasági válság és a válságból való kilábolás időszakában 546
Könyvismertetés 545, 553
Műszaki és gazdasági hírek 557, 576
Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület javaslatai a közgazdasági szabályozó rendszer módosításához 554
Beszámolók konferenciákról 555
Egyesületi hírek 556
Értesítés 534

FÉMKOHÁSZAT

DR. KORCSMÁROS IVÁN: Al_2O_3 tartalmú ásványok feltárásának kinetikája 558
DR. WÉBER JÓZSEF—KERESZTÚRINÉ, VITÉZ GABRIELLA: Vizsgálatok a vörösiszapkoncentráció ellenőrzésére a timföldgyári mosósoron 563
HOLLÓSI JÁNOS: Változó sűrűségű folyadék rétegek szilárdanyag tartalmának, fajsúlyának mérése 568
Köszöntő 570
Szakosztályi hírek 571
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek 572
Bányászati és Kohászati Lapok Kohászat 1975. évi tartalomjegyzéke 573

ÖNTÖDE

DR. MOCSY ÁRPÁD—TAMÁS ISTVÁN—DR. VARGA FERENC: Átmeneti grafitos öntöttvas gyártási kísérletei 265
Pályázati felhívás 271
DR. TAKÁCS TIBOR: A levegőtisztaság-védelmi emissziós keretnormák kidolgozása és a levegőszennyezés mérése a hazai öntödékben 272
W. TILCH—E. FLEMMING: Automatikus formázósorok vizsgálati technológiája 276
1975. évi nívódíjas cikkek 281
Osztrák Öntőnapok 282
Szakosztályi hírek 282
Könyvismertetés 284
HARGITAY SÁNDOR 285
Szabványosítási hírek 286

Bányászati és Kohászati Lapok — KOHÁSZAT
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 426-795.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

75. 12., 5292 — Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16. F. v.: Povárny Jenő.

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96162 pénzforgalmi jelzőszámára.

Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.

Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61 770.

Egyévi előfizetés: 180,— Ft. Egyes példányok ára: 15,— Ft.

Index: 25,155

CONTENTS

Dr. Verő J.: **In memory of the metallurgist members of the Hungarian Academy of Sciences** ..... P 529

About 50 years after the foundation of the Hungarian Academy of Sciences the representatives of the developing Hungarian industry were also included among its members. Antal Kerpely, the renowned ferrous metallurgist of his age, was one of the first. Ernő Cotel has been an Academy member for a short time only. Sándor Geleji, a member of the Academy after its reorganization in 1949, worked on the theory of plastic forming and of the practical forming operations.

Dr. Horváth J.: **The possibilities and probable results of the use of reducing gases in pig iron production** ..... P 531

The author discusses a very effective method for reducing the specific coke consumption. According to calculations, the specific coke consumption can be reduced to 50 kg/ton of pig iron by the injection of hot reformed or washed reducing gas and technical oxygen.
In this case indirect reduction occurs to practically 100% and the coke consumption covers the requirements for carbonizing and for methane formation.

Dr. Földeáki M.: **The magnetic after-effect of interstitial contaminants in steels** ..... P 535

The magnetic after-effect is — in the first approximation — a phenomenon analogous with internal friction. Both phenomena can be treated with the same mathematical equipment. When several interstitial elements are present simultaneously their combined effect can be treated with the assumption of a simple additivity. Measurements on three different types of steel have shown that in the case of a magnetic after-effect the constants determined for internal friction lose their validity This is due to the magnetic effect of interstitial atoms. The magnetic after-effect can be used to follow the phenomenon of aging.

Pereházy K.: **Forgotten Hungarian artists of forging** ..... P 540

The author presents the foremost masters of the forging and ironworking industry in the period of the turn of the XIXth century, in the rapidly developing city of Budapest, giving short sketches of their lives and their main works. Photographs of the best known creations help to restore the memory of these forgotten artist.

Dr. Réti L.: **The Ózd Ironworks during the world economic crisis of 1929/33 and its aftermath** ... P 546

The author studies the influence of the worldwide economic crisis of 1929/33 on the production of the Ózd Ironworks, the difficulties of selling, the reduction of exports and the efforts of the Rimamurány management to retain the markets of the Balkans, the conditions in which the labour force lived and worked, the data reflecting the reduction of the number of workers, the modernization of production equipment in the years following the crisis and the expansion of production.

Dr. Korcsmáros I.: **The kinetics of digestion of minerals containing Al_2O_3** ..... P 558

The mathematical modelling of reactions in the Bayer process is very important for the preparation of computerzied process control in the alumina factory. The relevant research in alumina technology includes reaction kinetical and phase investigations of bauxite, red mud and other intermediary products.

Dr. Wéber J.—Mrs. Kereszturi (G. Vitéz)—Dr. Klug O.: **Control of the red mud concentration in the alumina washing line** ..... P 563

The electrical conductivity and viscosity of mud slurries have been measured in the conditions of the red mud washing line in the alumina plant. From tests with synthetic solutions have shown that continuous conductivity measurement with the Oscimhometer can be used to monitor the solids content.

Hollósi J.: **Measuring the solids content and specific gravity of liquid layers of varying density** .... P 568

The described portable pneumatic densitometer can be used to measure continuously the density and solids content of layers with varying density, arranged vertically in a tank.

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
GARAY LÁSZLÓ, HANTÓ KÁLMÁN, KOLLÁR SÁNDOR, KOLOSY ERNŐ, DR. VERŐ BALÁZS

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, CSEH MIKLÓS, DR. FUCHS ERIK, DR. HAJTÓ NÁNDOR, HARRACH WALTER, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, DR. SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, VAS IVÁN

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

108. évfolyam 12. szám 1975. december

Megemlékezés a Magyar Tudományos Akadémia kohász tagjairól*

Dr. VERŐ JÓZSEF akadémikus

DK:061.12.023.2(439)MTA;669.1

Alapítása után mintegy fél évszázaddal a fejlődésnek indult hazai ipar képviselői is bekerültek a Magyar Tudományos Akadémia tagjai közé. Az elsők egyike volt Kerpely Antal, korának világszerte elismert, tekintélyes vaskohásza. Munkássága rendkívül sokoldalú: maradandót alkotott mind oktató, mind kutató, mind a magyar nyelvű szakirodalom művelője és mind az állami vaskohóipar korszerűsítője és fejlesztője. Cotel Ernő csak rövid ideig volt tagja a MTA-nak, főleg szakirodalmi tevékenységének elismeréseképpen. Geleji Sándor már az 1949-ben újjászervezett Akadémia tagjaként a képlékeny alakítás és a gyakorlati alakítóműveletek elméletének fejlesztésén munkálkodott.

Ezen a kétnapos Metallurgiai Konferencián majdnem teljes számban felsorakoznak a metallurgiai témákkal foglalkozó kutatók. Olyan munkahelyek dolgozói, amelyeknek tudományos gondozása a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának megbízása folytán a *dr. Simon Sándor* vezette Metallurgiai Akadémiai Bizottság feladata. A konferenciát ez a Bizottság a MTA fennállásának másfél évszázados jubileuma tiszteletére rendezi, hogy része legyen annak az eseménysorozatnak, amellyel az Akadémia méltó keretek között az alapításának 150. évfordulójáról a hónap elején tartott közgyűlésen megemlékezett.

Amikor *Széchenyi István* 1825. november 3-án birtokainak egy évi jövedelmét egy magyar tudós társaság alapítására felajánlotta, már hazánkban is érezhetők voltak az elavult társadalmi rend láncait feszítő erők, a feduális rend alkonyának jelei. Az országnak „kiművelt emberfők sokasága" kellett, hogy vezessék, irányítsák az új rend, a polgári átalakulás megvalósításáért kezdődő harcot.

Ennek a célnak a szolgálatába állottak a tudós társaság, a mai MTA első liberálisan gondolkodó tagjai, az első feladatok pedig a nemzetiség védelmében anyanyelvünk ápolása, fejlesztése, valamint a társadalomtudományok művelése voltak. Az összes természettudományok művelői a matematika kivételével egyetlen osztályba tartoztak. Az utóbbi osztály tagjai közé korán bekerültek a mai értelmezés szerinti műszaki tudományok művelői is; *Vásárhelyi Pál*, a Tisza szabályozásának tervezője és végrehajtója, de maga *Széchenyi* is a műszaki tudományok művelőjének tekinthető az út-, vasút- és hídépítés, a folyószabályozás terén kifejtett tevékenysége alapján.

Az ipari ágazatoknak mintegy fél évszázadon keresztül nem volt, de nem is lehetett képviselője a tudósok közt. Hazánknak csak manufakturális és háziipara volt, ebből pedig nem lehetett arra a szintre fejlődni, amelyet *Vörösmarty*, a két *Kisfaludy*, *Bólyai Farkas*, *Körösi Csoma Sándor* és még többen képviseltek. Előbb meg kellett szabadulni a bécsi udvar gyámkodásától, amellyel országunkat gyarmati szinten tartotta.

Az Akadémia első ipari képviselői közt találjuk *Kerpely Antalt*. Amikor 1877-ben, 40 éves korában a Természettudományi Osztály Matematikai és Fizikai Alosztályának levelező tagja lett, olyan munkásságot és eredményt mondhatott a magáénak, amelyet az Akadémia másik két, a humán tudományokat gondozó osztálya is elismerésre méltónak talált. Mint a selmecbányai Akadémia professzora kezdeményezte az addig német nyelvű oktatásnak magyarral való felváltását, 1868-ban pedig megindította, szerkesztette és jórészt írta is a Bányászati és Kohászati Lapokat. A lapban folytatásokban szakmai szótárt is közölt; szóalkotásainak egy része nem bizonyult ugyan maradandónak, mégis elévülhetetlen érdeme a magyar szakmai nyelv kialakítása céljából végzett úttörő munka.

1877 őszén megtartotta székfoglaló előadását „A vas chemiai alkata és keménysége közötti vonatkozások" címen. Ebben *Kerpely* mint sokoldalú és előrelátó kutató mutatkozik be. Akkoriban néhány acélpróba elemzése hetekig tartó munkát

* Megnyitó előadásként elhangzott a MTA Műszaki Tudományok Osztályának Metallurgiai Bizottsága által máj. 29—30-án Miskolcon, a Nehézipari Műszaki Egyetemen rendezett Metallurgiai Konferencián.

jelentett, de azok keménységét sem mérhette valami készen vásárolt anyagvizsgáló géppel. A keménység mérésének módját és a szükséges berendezést is magának kellett megteremtenie, hiszen az első keménységmérő gépek csak a századforduló táján jelentek meg a piacon.

Székfoglalóján kívül a következő években még néhány tanulmánya jelent meg az Akadémia kiadványaiban. Az egyik a vaskohászat akkori fontos késztermékének, a vasúti sínnek vizsgálatával és minősítésével foglalkozik, egy másik „Adatok a Martin-acél tulajdonságainak ismeretéhez" címmel a resicai 4 t-s SM-kemence üzemi tapasztalatait ismerteti. Lényeges megállapítása, hogy a kemencéből közvetlenül kokillákba csapolt acél tuskói és természetesen a belőlük hengerelt sínek is nagyon egyenlőtlen összetételűek és minőségűek, közülük sok nem felel meg az átvételi feltételeknek. Azt javasolja, hogy az acélt a kemencéből üstbe csapolják, az összetételének egyenletesebbé tétele céljából.

Azután, hogy az állami vasgyárak felelős vezetője lett, kutatással már nem foglalkozhatott és tudományos közleményei is meggyérültek. A tollat mégsem tette le; utolsó munkája 1901-ben látott napvilágot „A vas és acél a párisi világkiállításon" címmel, 170 oldal terjedelemben. Aktív szolgálatának utolsó, mintegy negyedszázados ideje alatt az állami vasgyárak fejlesztésével, korszerűsítésével foglalkozott. Jórészt neki köszönhető, hogy régi vashámoraink akkoriban világszínvonalú gyárüzemekké fejlődtek.

Még ha mai szemmel nézzük is Kerpely Antal személyét, tevékenységét, minden vonást megtalálunk benne, ami magyar tudóstól megkívánható. A magyar szakmai nyelv kifejlesztése, annak felhasználása az oktatásban és szakirodalomban, a kutatómunka, az iparág fejlesztése, szervezése azok a tevékenységek, amelyek mindegyikét maradandó eredménnyel folytatta. Munkásságával szerzett tekintéye az ország határain is túlsugárzott: egész Európa legtekintélyesebb vaskohásza volt. Azokban az években, amikor a nagy ipari országok vaskohászati szakirodalma még csak kezdett kialakulni, *Kerpely* szerkesztette és írta a vaskohászat fejlődéséről beszámoló évkönyveket. Személye ma is példaképe lehet minden magyar kohásznak.

Kortársa és a vaskohászat fejlesztésében szintén nagy érdemeket szerző *Borbély Lajos* nem volt tagja a MTA-nak. Munkássága kevésbé változatos és sokoldalú, mint *Kerpelyé*. Lényegében a Rimamurányi Vasmű R. T. üzemeinek fejlesztésére, korszerűsítésére szorítkozott. Alig egy-két évvel a SM-szabadalom megszületése után megszerezte annak használati jogát és hamarosan csapoltak is acélt az első magyarországi SM-kemencéből. Tevékenysége elismeréséül az Akadémia egyik nagy jutalmát nyerte el.

Kerpely halála után közel 40 évig az Akadémiának nem volt kohász tagja. *Cotel Ernőt* 1945 májusában választotta a Természettudományi Osztály Matematikai és Fizikai Alosztályának levelező tagjává. Ősszel még megtartotta székfoglaló előadását a nagyolvasztó alakjának fejlődéséről. További tudományos tevékenységet kora miatt már nem fejthetett ki. 1952-ben, már 73 éves korában rövid ideig még a Vasipari Kutató Intézetben vállalt munkát, de korára hivatkozva, erről is lemondott.

Cotel Ernővel véget is ért a kohászok szereplése a régi MTA-n. 1949 végén sor került az MTA-nak szocialista rendszerű akadémiává való átszervezésére. Új osztályok alakultak, köztük a Műszaki Tudományok Osztálya; megkezdődött a tudományos bizottságok szervezése, később még az újjáépítés befejezése előtt az akadémiai és ipari kutatóhelyek létesítése. A Műszaki Tudományok Osztályának első tagjai közt találjuk *Geleji Sándort*: 1950-ben levelező, 1954-ben rendes tag. Munkásságáról itt Miskolcon nem kell bővebben szólnom; négy évtizeden át foglalkozott a képlékeny alakváltozás és az ipari alakítóműveletek mechanikájának fejlesztésével, eredményeinek túlnyomó része azokban az években jött létre, amikor itt tanszékvezető volt.

Ma is társadalmi átalakulás korában élünk, akárcsak másfél évszázaddal ezelőtt. Ma azonban az események sokkal gyorsabban követik egymást, mint akkoriban. Kereken hat év telt el *Széchenyi* felajánlása után, mire a tudós társaság működésének első jelei megmutatkoztak. A felszabadulás után kevesebb év alatt a tudományos munkának korábban nem ismert lehetőségei nyíltak meg; alig három évvel a háború befejezése után sorban kezdtek megalakulni az ipari és akadémiai kutatóintézetek, laboratóriumok. Ma pedig, 30 év elteltével, 130 főhivatású intézmény, 1000 egyetemi, főiskolai tanszék, mintegy 300 egyéb kutatóhely 77 ezer dolgozója foglalkozik a gazdasági és társadalmi fejlődés kívánta feladatok megoldásával.

Az újabb keletű iparágakhoz képest az ősrégi kohászat kutatásigénye aránylag szerény, bár éppen napjainkban ez az iparág is gyors fejlődésben van. Kohóiparunk mérete sem tenne indokolttá valami nagyméretű kutatóapparátust. Mégis három főhivatású kutatóintézet, 8—10 egyetemi és főiskolai tanszék és megközelítően ugyanannyi üzemi laboratórium szolgálja a vas- és fémkohászat felmerülő problémáinak, köztük a metallurgiai problémáknak a megoldását.

Mi sem bizonyíthatja jobban az iparág igényeivel és országunk lehetőségeivel összehangolt metallurgiai kutatóhálózat helyes működését és teljesítőképességét, mint a most kezdődő metallurgiai konferencia. Előadói, vitapartnerei közt ott találjuk az Akadémiai Kohászati Munkaközösségnek, az ipari kutatóintézeteknek és az üzemi kutatóhelyeknek képviselőit. A sorrakerülő előadásoknak már a címe is elárulja, hogy a metallurgiai témákkal foglalkozó kutatóink a kohászat metallurgiai fázisának fejlesztésében a világon érvényesülő fejlődéssel lépést tartanak.

Amikor vezető gondolatot kerestem a megnyitó előadásomhoz, *Széchenyi* bölcs mondata merült fel bennem, hogy „csak a múltnak megbecsülésén épülhet fel a jövő." Így választottam témául nagy kohász elődeinknek a jubiláló MTA-val való kapcsolatának leírását, továbbá annak a különbségnek érzékeltetését, amely *Kerpely Antal* és a mai kutatómérnök tudományos lehetőségei közt könnyen felismerhető.

A redukáló gázok felhasználásának lehetőségei és várható eredményei a nyersvasgyártásban

Dr. HORVÁTH JÁNOS okl. kohómérnök, igazgató
Vasipari Kutató Intézet

DK:669.162.263.232

A szerző tanulmányában a fajlagos kokszfogyasztás csökkentésének igen hatásos módját tárgyalja. A számítás szerint forró bontott vagy mosott redukálógáz befúvatásával és technológiai oxigén alkalmazásával a fajlagos kokszfogyasztás 50 kg/t nyersvasra csökkenthető.

Az indirekt redukció ebben az esetben gyakorlatilag 100% és a kokszfelhasználás a felszenesítés és metánképződés carbon szükségletét fedezi.

A nyersvasgyártással foglalkozó metallurgusok a kokszfogyasztás csökkentését mindig központi feladatnak tekintették. Az idők során erre a célra számos megoldás született. Ezek közül a legismertebb az ércek előkészítése, a zsugorítás, a nyersvas kéntelenítése (a kohón kívül), a nagy toroknyomású kohók építése, a forrószél előmelegítése stb.

A kokszmegtakarítás fontossága napjainkban és — feltételezhetően a közeljövőben is — egyre fokozódik. Ennek oka — többek között — a nyersvastermelés óriási perspektivikus növekedése, a kokszosításra alkalmas szénvagyon korlátozott volta és földrajzilag egyenlőtlen eloszlása.

A kokszfogyasztás a nagyolvasztóban a mostani szintről a jelenlegi technológiai módszerekkel tovább alig csökkenthető. A gazdasági prognózisok viszont arra utalnak, hogy a kohókoksz ára a jövőben egyre emelkedik. A gyártási költségek kedvező szinten való tartása azért parancsolóan előírja olyan új redukáló anyagok és technológiák feltárását, illetve kifejlesztését, amelyekkel a megjósolt kedvezőtlen gazdasági hatások részben vagy teljesen kiküszöbölhetők.

Az 50-es évek második felétől egyre sokasodik azoknak a közleményeknek a száma, amelyek a nagyolvasztóban szénhidrogének és a technológiai oxigén felhasználását vizsgálják.

A szénhidrogének hasznosítása a nyersvasgyártásban Magyarországon korán megindult. Kohóműveinkben a szénhidrogéneket (olajat, földgázt) jelenleg nyersen (felbontatlanul) a forrószél oxigéndúsítása nélkül juttatják a nagyolvasztóba. A számadatok elemzése azt mutatja, hogy mind a külföldi, mind a hazai nagyolvasztóknál 1 t nyersvasra számított és befúvatott olaj, illetve földgáz mennyiségét a korábbi értékhez viszonyítva csökkentették. Ennek oka abban a felismerésben keresendő, hogy az olaj-, vagy földgázfelhasználásnak optimuma van, mint ahogyan erre a Düsseldorfban 1974 májusában tartott Nemzetközi Vaskohászati Kongresszuson már rámutattunk [1]. Ha az optimumot akár pozitív, akár negatív irányban túllépjük, az olaj-koksz, illetve a földgáz-koksz egyenértéke romlik. Az optimum a forrószél oxigén tartalmának növelésével kismértékben emelhető. Példának szovjet adatokat említek. A Szovjetunióban 1965-ben a kohóművekben a befúvatott földgázmennyiség átlagosan 1 t nyersvasra vonatkoztatva 81 Nm^3 volt. 1970-ben 68,2 Nm^3/t-ra változott. 1971-ben, amikor a forrószél oxigéndúsítása általánosabb lett, a mutató 71,5 Nm^3/t-ra módosult.

A szénhidrogének felbontásából származó gázoknak a vasmetallurgiában való alkalmazásával tudomásom szerint a világon elsőnek magyar ember, *Naszályi László* foglalkozott még 1951-ben Debrecenben felépített kiskohóban. Első közleménye francia nyelven jelent meg [2] a többi [3] magyarul is.

Az azóta eltelt idő alatt ezen a téren számos eljárás született.

Ezeknek a módszereknek az a lényege, hogy pakurát (Fudzi-Texaco), torokgázt (BISRA eljárás), földgázt (Celloy eljárás) konvertálnak a nagyolvasztón kívül és a konverzió termékeit fúvatják be a nagyolvasztóba.

Befuratnak az előbbi szénhidrogének mellett még kokszport, szénport, kokszkemencegázt, torokgázt is.

Annak ellenére, hogy a kutatók véleménye nem egységes, továbbá számos elméleti és gyakorlati kérdés tisztázatlan, a jövőben feltehetően a szénhidrogének és a technológiai oxigén helyettesíti majd a kokszot.

A forrószél oxigéndúsításának komoly hagyományai vannak.

Ezt a kérdést a Szovjetunióban és az Egyesült Államokban régóta tanulmányozzák *(Sapovalov* [4], *Nyekraszov* [5], *Strassburger)* [6].

Ennek során egyesek azt remélték, hogy az oxigén használata esetén nem lesz szükség léghevítőkre, az akna magassága csökkenthető. Mások pedig odáig jutottak, hogy ily módon maga a nagyolvasztó is kiküszöbölhető. Az eddigi tapasztalatok röviden a következőkben összegezhetők:

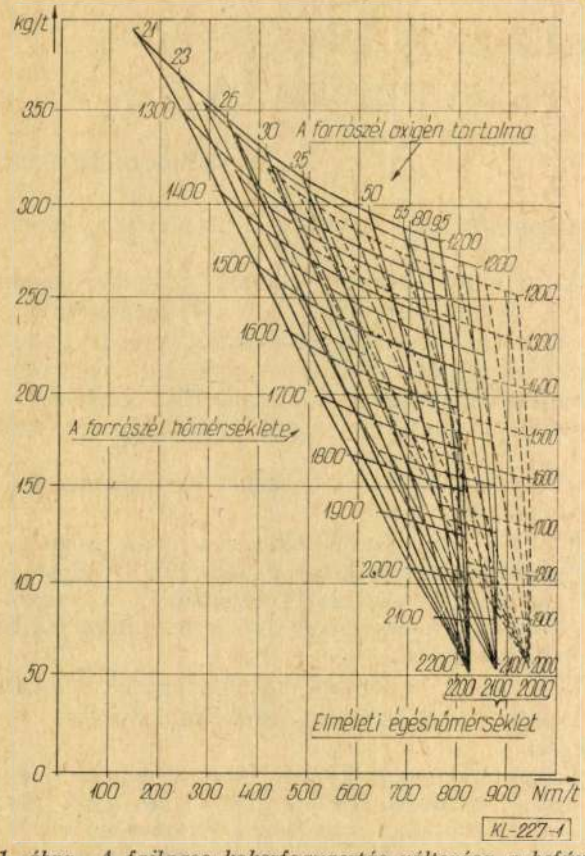
— A forrószél oxigénben hűtőközeg nélkül aránylag csak szűk hatások között dúsítható. (2—3%)
— A dúsítás hatására a nagyolvasztó járata egyenletes lesz, a termelésnövekedés arányos a forrószél oxigéntartalmával.
— A forrószél oxigéndúsítása a kokszfogyasztást alig vagy egyáltalán nem befolyásolja.

Manapság a vasmetallurgiában a legjobb hűtőhatású közegnek a szénhidrogéneket tartják. Emiatt szinte kézenfekvő a konvertált szénhidrogének befúvatásának és a forrószél oxigéndúsításának egyidejű végrehajtása. A legutóbbi években ez a téma egyre több metallurgus érdeklődését váltotta ki és az idevonatkozó kísérleti munka is megindult.

A fentiek előrebocsátása után a következőkben röviden megvizsgáljuk a nagyolvasztó metallurgiájának alakulását forró, bontott földgáz és technológiai oxigén együttes alkalmazása esetén.

A vizsgálat előtt célszerű elemezni a földgáz különféle konverzióinak egyensúlyi viszonyait.

Erre az elemzésre azért van szükségünk, hogy megítélhessük az állapothatározóknak, nevezetesen a nyomásnak, a hőmérsékletnek és a koncentrá-



1. ábra. A fajlagos kokszfogyasztás változása a befúvott bontott szénhidrogén mennyiségének különböző forrószél-hőmérséklet és oxigéntartalom esetén. (Az elméleti égéshőmérséklet 2000, 2100, 2200 °C)

ciónak az egyensúlyi gázelegy összetételére gyakorolt befolyását.

Az egyensúlyi számítások során a földgáz-vízgőz és a földgáz-széndioxid rendszerrel foglalkoztunk. Mivel ezek az egyensúlyi vizsgálatok rendkívül hosszadalmasak, részletes tárgyalások helyett csak az eredmények közlésére szorítkozhatunk.

Eljárásunk szerint mind a vízgőzös, mind a széndioxidos konverzió egyensúlyi viszonyainak jellemzésére az összes, gyakorlatilag fontosnak bizonyulható reakció számításbavételével, matematikai modellt alakítottunk ki. Matematikai modellnek mindkét esetben többismeretlenes nem lineáris (másodfokú) egyenletrendszer adódott. A következő lépésben ezt a modellt tanulmányoztuk oly módon, hogy a benne szereplő állapothatározókat szisztematikusan változtattuk, majd az egyenletrendszert minden egyes esetben megoldottuk. A számítási eredményeket térbeli koordináta rendszerben ábrázolva az előzőkben említett [1] tanulmányban mutattuk be. Eszerint földgázból vízgőzös, ill. széndioxidos konvertálással olyan gázelegy állítható elő és fuvatható a nagyolvasztóba, amely nagy hőmérsékleten gyakorlatilag 50% szénmonoxidot és 50% hidrogént tartalmaz.

A pelletből, zsugorítmányból és kokszból összeállított betétből történő nyersvasgyártás során a kohót irányítsuk úgy, hogy az elegyszámításhoz felhasznált, ill. felvett jellemzők ne változzanak. Az elegyszámítás végeredményeit az *1. ábra* szemlélteti. A vizs-gálatok tapasztalatai az alábbiakban összegezhetők:

— a forrószél (a forró bontott gáz) hőmérsékletének egészen az égéshőmérsékletig 100 °C-os lépéssel való növelése — az égéshőmérséklet nagyságától függetlenül — lépésenként közel azonos, mintegy 25 kg/t nagyságú fajlagos kokszfogyasztás-csökkentést okoz.

— a forrószél oxigéndúsításának a fajlagos kokszfogyasztásra gyakorolt kedvező hatása 1200 °C-nál nagyobb hőmérsékleten — a befúvatható gázmennyiség jelentős növekedése ellenére jelentősen csökken,

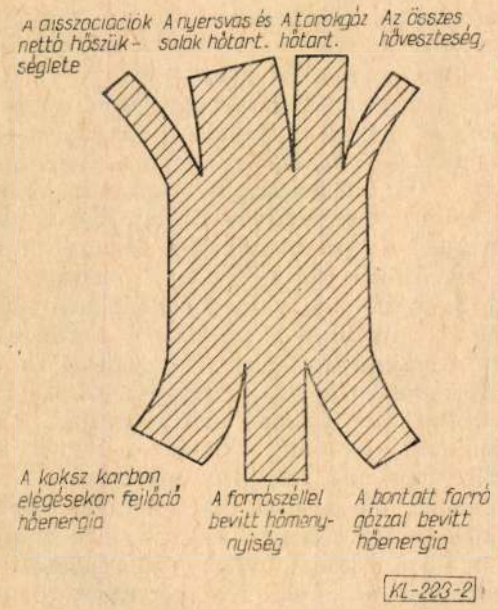
— az elméletileg legkisebb fajlagos kokszfogyasztás (amely a felszenítés és a metánképződés karbon szükségletét biztosítja) 50 kg/t és független az elméleti égéshőmérséklettől, továbbá a befúvott forró bontott gázmennyiségtől,

— a konvertált gáz kokszegyenértéke (azaz annak 100 Nm^3-e hány kg kokszot helyettesít) adott elméleti égéshőmérsékleten a forrószél hőmérsékletétől és oxigéntartalmától függ,

— a kohósítás alkalmával a fajlagos anyagfelhasználás és a fajlagos salakmennyiség a forró, bontott gázok, a nagy forrószélhőmérséklet és az oxigéndúsítás hatására 1651,67 kg/t-ról, illetve 326,75 kg/t-ról 1640,54 kg/t-ra és 281,14 kg/t-ra csökken.

A fajlagos kokszfogyasztás okainak mélyebb elemzése céljából elkészítettük a minimális (21%) illetve maximális (95%) oxigéntartalmú forrószéllel végrehajtott kohósítás hőmérlegeit a hipotetikus gyártásban alkalmazott forrószél és égéshőmérsékletek mellett. Az energiaáramlást vázlatosan a *2. ábrán* láthatjuk.

Az általunk meghatározott hőmérlegek bevételi oldalai azt mutatják, hogy a kohósítás hőszükséglete a forró bontott gáz hőtartalmából nagymértékben biztosítható, különösen nagy forrószél hőmérsékleten, azonban azt ebből a forrásból teljesen fedezni nem lehetséges. A hőkiadások vizsgálata viszont arról tanúskodik, hogy mind az összes hő-



2. ábra. A nyersvasgyártás hőmérlege 1 kg nyersvasra vonatkoztatva

veszteség, mind a torokgáz hőtartalma — a forrószél hőmérséklet növekedésekor — kisebb lesz, bár a csökkenés nem nagymértékű. Annál nagyobb a jelentősége a forró, bontott gázzal bevitt szénmonoxidnak és hidrogénnek, mivel ezek a vegyületek a redukcióban való részvételük folytán a disszociációk nettó hőszükségletének közel 50%-os csökkenéséhez vezetnek.

A disszociációk nettó hőszükséglete tulajdonképpen egy különbség. Ennek kisebbítendője a kohósítandó nyersvas minősége által meghatározott disszociációk hőigénye, a kivonandó pedig a direkt redukcióban részt vevő karbon és az indirekt redukcióban szereplő szénmonoxid, illetve hidrogén hőeffektusa. Ennek a ténynek pontosabb analízise, amelyet itt nem részletezhetünk arra vezet, hogy a fentebb rögzített feltételek mellett végrehajtott kohósítás során a kokszfogyasztás minimumának elérésekor az indirekt redukció gyakorlatilag 100%.

A *3., 4. ábrán* az 1 kg nyersasra vonatkozó (fajlagos) kalóriaszükséglet alakulását szemléltetjük. Az ábrákból a következők adódnak:

— a fajlagos kalóriaszükségletben, 21% oxigéntartalmú levegővel való fúvatásakor, a koksz részesedése 1200 °C forrószél hőmérsékleten mintegy 55—65%. Ez az érték az elméleti égéshőmérséklet növekedésével 70—85%-ra változik, a forrószélhőmérsékletnek 2000 °C-ig való növekedésekor viszont kb. 2—3%-ra esik vissza. Az oxigéndúsításnak a fajlagos kalóriaszükségletre szintén csökkentő hatása van.

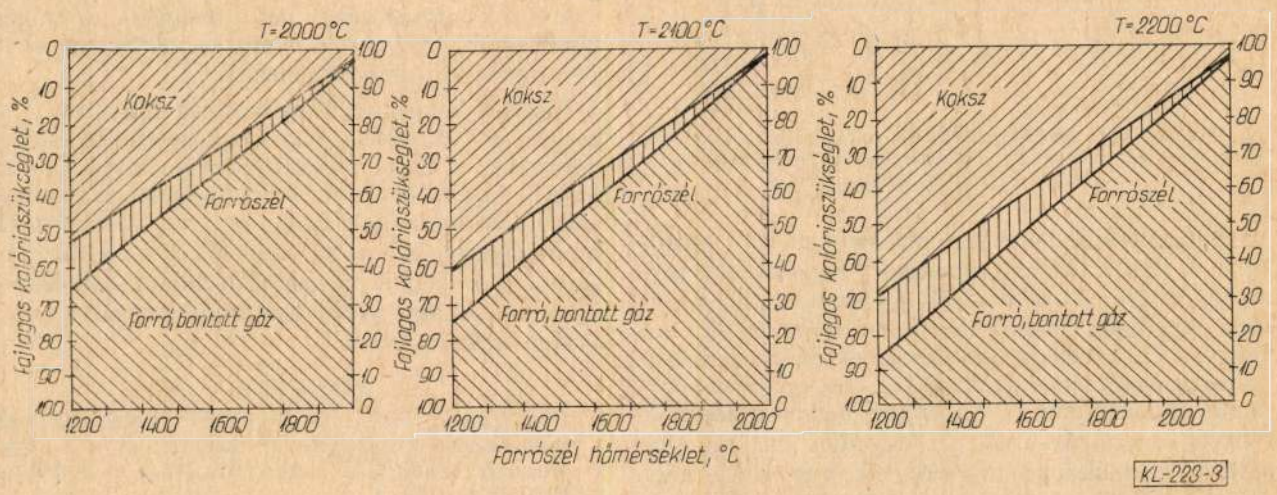
— a fajlagos kalóriaszükségletben a forrószél részesedése főleg oxigéndúsítással egészen jelentéktelen értékre szorítható le,

— az elméleti égéshőmérsékletre felhevített forró bontott gáz — minden oxigéndúsítás nélkül — a kohósítás hőmérsékletét majdnem 100%-ban biztosítja.

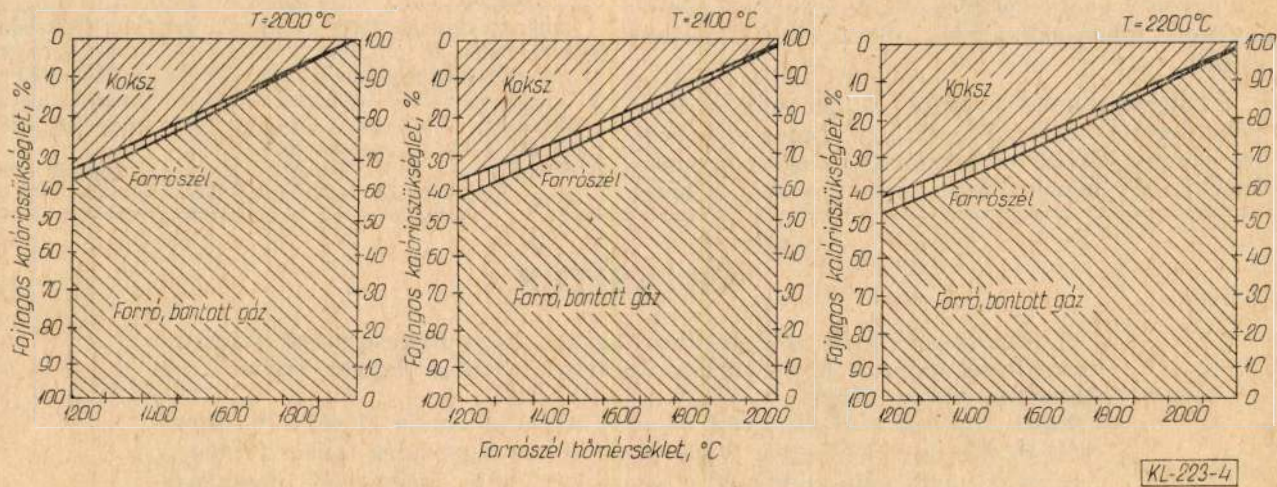
Az előbbi vizsgálatok ismertetése után felvetődik az a kérdés, hogy miként alakulnak a nagyolvasztóban a redukciós folyamatok, ha forró bontott gázzal dolgozunk. A konvertált gázelegynek a medencébe való befúvatásakor nagy tömegű hidrogén jelenik meg.

A hidrogén redukciós tulajdonságairól pedig a vélemények erősen megoszlanak.

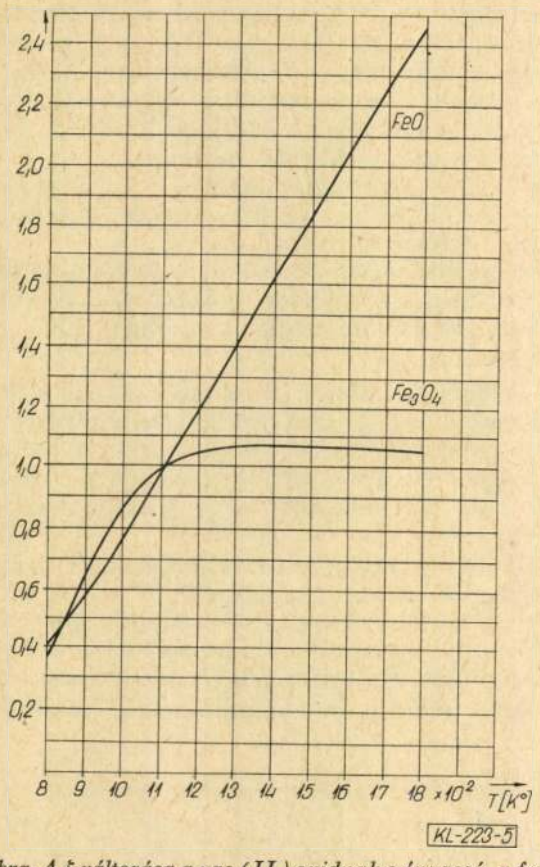
Ezt a kérdést olyan rendszerben tanulmányoztuk, amely vasoxidból, hidrogénből és szénmonoxidból állt. Feltettük, hogy a rendszerben mind a vízgáz, mind a Boudouard reakció kifejlődhet.



3. ábra. A fajlagos kalóriaszükséglet százalékos megoszlása 21%-os oxigéntartalmú forrószéllel való fúvatáskor az elméleti égés és a forrószél-hőmérséklet függvényében



4. ábra. A fajlagos kalóriaszükséglet százalékos megoszlása 95%-os oxigéntartalmú forrószéllel való fúvatáskor az elméleti égés és a forrószél-hőmérséklet függvényében



5. ábra. A ξ változása a vas (II) oxidnak színvassá, a ferroferrioxidnak vas (II) oxiddá történő redukciójakor a hőmérséklet függvényében

A koncentráció mérése a gázelegyben levő hidrogén és karbon atom számainak hányadosával történt. A nyomás befolyását figyelmen kívül hagytuk, nitrogén jelenlétével nem számoltunk. Az egyensúlyi gázelegy összetételének meghatározása lineáris egyenletrendszerből történt, amelyet a kémiai egyensúlyok és az anyag megmaradásának törvénye szolgáltatott. Az egyenlet gyökeit előállító formulák arról tanúskodtak, hogy a gázelegy egyensúlyi összetétele, pontosabban a széndioxid, a szénmonoxid, a vízgőz és a hidrogén százalékos értéke, a hőmérséklet és a koncentráció függvénye. Az egyenlet gyökeivel képeztük a hidrogén és szénmonoxid kihasználási fokát, illetve ezek ξ hányadosát.

ξ változása mind a vas(II)oxidnál, mind a ferroferrioxidnál az *5. ábrán* látható. Innen egyszerű meggondolásokból az következik, hogy a nagyolvasztó nagy hőmérsékletű tartományaiban a hidrogén részvételi aránya a redukcióban nagyobb a szénmonoxidhoz képest, a hidrogén tehát lényegesen jobb redukálószer. A hőmérséklet csökkenésével viszont a hidrogénes redukciók lehetőségei csökkennek a szénmonoxidos redukciók javára.

Megvizsgáltuk ezenkívül a hidrogén hatását a nehezen redukálható oxidoknál a direkt redukció egyensúlyi hőmérsékletére.

A részletek mellőzésével azt a végeredményt kaptuk, hogy a hidrogén észrevehetően megkönnyíti a nehezen redukálható oxidok direkt redukcióját. Ebből a megállapításból azonban még nem következik okvetlenül, hogy a nyersvasban növekedik a nehezen redukálható elemek százalékos értéke, ha a kohóba hidrogéntartalmú gázokat juttatunk.

Ez az összefüggés ugyanis csak akkor áll fenn, ha a hidrogén koncentráció növekedésével egyidejűleg a medencegázban a szénmonoxid parciális nyomása csökken, ugyanakkor a medence hőtartalma változatlanul marad. Mivel azonban üzemi viszonyok között ilyen feltételeket nem hozunk létre, a nehezen redukálható elemek (pl. szilícium) mennyisége a nyersvasban a legtöbb esetben inkább kisebb lehet.

A forró bontott gázok, és a technológiai oxigén együttes alkalmazását a nyersvasgyártásban jelenleg számos körülmény nehezíti.

Tisztázatlan a nagyhőmérsékletű konverzió gyakorlati megvalósítása, nincsenek megfelelő csőszerelvények, a karbonkiválás kérdése felderíthetetlen stb. Az általam ismertetett vizsgálatok azonban mégis arra mutatnak, hogy az ilyen kísérleteknek eredményesen kell végződniök és ez az új technológia a jövőben a vasmetallurgiában a kokszfogyasztás csökkentésének rendkívül intenzív és gazdaságos eszköze lehet.

IRODALOM

[1] *Dr. Horváth János:* Forró bontott szénhidrogének és technológiai oxigén befuvatásának hatása a nagyolvasztó metallurgiai viszonyaira BKL — Kohászat 1975. 5. sz. 193. o.
[2] *Naszályi:* Revue de l'Industrie Minerale. 1947. 5. 423—435. oldal
[3] *Naszályi:* A hőenergiagazdálkodás területén végzett kutatások egyes kérdéseiről, Hőtechnikai Kutató Intézet kiadása 1959 és francia nyelven 1951-ben.
[4] *Sapovalov, M. A.:* Redukálógázok befúvása a nagyolvasztó medencéjébe. Sztalj, 1958. 5. sz. 385—390 o.
[5] *Nyekraszov, Z. J.* és társai: Rabota domennoj pecsi abjomom 1719 m³ sz. vduványiem prirodnovo gaza. Sztalj, 1962. 3. sz. 199—205.-o.
[6] *Strassburger, J. H.:* Blast funace oxygen operations. Blast Furnace and Steel Plant, 1956. 6. sz. 626—635. o.

ÉRTESÍTÉS

Az elnökség értesíti az egyesületi tagokat, hogy Egyesületünk tisztújító közgyűlését március 12-én 10 órai kezdettel tartja a Magyar Tudományos Akadémia dísztermében.

Előző nap, március 11-én du. 14 órai kezdettel tartja ülését a Vaskohászati Szakosztály a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés tanácstermében, amelynek egyik napirendi pontja a szakosztályi tisztségviselők megválasztása.

Március 11-én este társas összejövetel a Hungáriában.

Az intersztíciós szennyezők mágneses utóhatása acélokban

DR. FÖLDEÁKI MÁRIA okl. fizikus
Vasipari Kutató Intézet

DK: 669.14.046.548.4.018.58

A mágneses utóhatás a belső súrlódással első közelítésben analóg jelenség. Ezért e két jelenség ugyanazzal a matematikai apparátussal tárgyalható. Többféle intersztíciós elem jelenléte esetén ezeknek az atomoknak együttes hatása egyszerű additivitást feltételezve tárgyalható. Háromféle acélon végzett mérések alapján kitűnt, hogy a mágneses utóhatás esetén a belső súrlódásra meghatározott konstansok nem érvényesek. Ennek oka az, hogy az intersztíciós atomoknak mágneses hatásuk is van. A mágneses utóhatás vizsgálatával az öregedés jelensége jól tanulmányozható.

Bevezetés

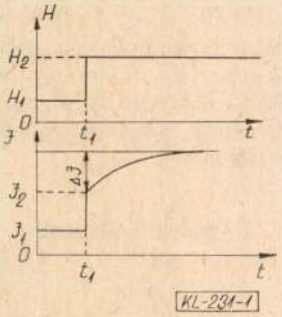
Korábbi publikációinkban [1] [2] [3] már beszámoltunk arról, hogy a nagytisztaságú anyagok vizsgálatában gyakran használt, a mágneses utóhatás jelenségén alapuló módszer acélok vizsgálatára is alkalmas. Ebben a munkában részletesen leírjuk a mágneses utóhatás elméletét, majd erre támaszkodva ismertetjük továbbfejlesztett módszerünket; ez már alkalmas az intersztíciósan oldott karbon és nitrogén hatásának kvalitatív szétválasztására.

A mágneses utóhatás elmélete

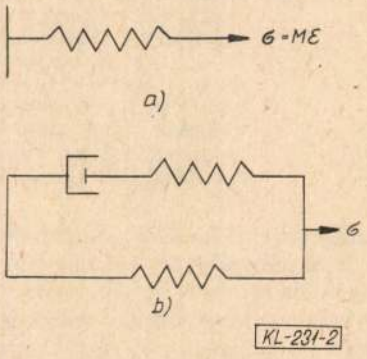
Az utóhatás fogalmának értelmezésekor vizsgáljunk valamely fizikai rendszert. A rendszerben lejátszódó jelenségek egyik csoportjára az jellemző, hogy azok a rendszert érő külső hatásra időigény nélkül lejátszódnak. A jelenségek másik csoportjánál a külső hatás eredménye nem azonnal alakul ki, vagyis a rendszer válasza a külső hatásra időben zajlik le.

Így például a rugalmas utóhatás (a belső súrlódás) esetén a szilárd test alakváltozása késve követi a testre ható feszültség megváltozását, a mágneses utóhatás esetén — értelemszerűen — a külső térerősség megváltozása után a mágnesezettség időben elhúzódva változik, amint azt az *1. ábra* vázlata is szemlélteti. Ellentétben az eddig tárgyalt esettel, amikoris a hatás pillanatszerű, időben periodikus külső hatás esetén az utóhatás jelensége bizonyos feltételek mellett többlet energia-veszteséget okoz.

Kronmüller [4] szerint a belső súrlódás, mint utóhatás-jelenség matematikai leírásmódja alkalmas a



1. ábra. Vázlat az utóhatás jelenségének értelmezéséhez



2. ábra. Az ideálisan rugalmas (a) és standard anelasztikus szilárd test (b) mechanikai modellje

mágneses utóhatás tárgyalására is. Ezért a *2. ábra* vázlatán az ideálisan rugalmas, valamint az ún. standard anelasztikus szilárd test mechanikai modellje látható. Az előbbi viselkedését a Hooke-törvény írja le, az utóbbi mozgásegyenlete pedig

$$\sigma+\tau_\varepsilon\dot{\sigma}=M_\infty(\varepsilon+\tau_\sigma\dot{\varepsilon}) \qquad (1)$$

alakú,

ahol σ a feszültség
ε az alakváltozás
$\dot{\sigma}$, $\dot{\varepsilon}$ a feszültség, illetve az alakváltozás idő szerint differenciálja
τ_ε, τ_σ a rendszerre jellemző időállandók, az ún. relaxációs idők
M_∞ a rugalmassági modulusz végtelenül gyorsan, periodikusan változó terhelés esetén

A belső súrlódás és a mágneses utóhatás között meglevő analógiának megfelelően a H térerősséget helyettesítsük ε-nal, a próba mágnesezettségét, J-t σ-val, valamint M-et a szuszceptibilitással, χ-vel, akkor

$$J+\tau_H\cdot\dot{J}=\chi_\infty H+\chi_0\tau_H\dot{H} \qquad (2)$$

alakú lesz a mágneses utóhatást leíró egyenlet,

ahol χ_∞ végtelenül gyorsan változó külső tér mellett érvényes szuszceptibilitás
χ_0 a szuszceptibilitás értéke állandó térerősség mellett

Amint azt korábbi dolgozatunkban már ismertettük, a mérés során a külső térerősség periodikusan változik, és azt határozzuk meg, hogy adott hőmérsékleten a mágnesezettség állandó értéken tartásához mekkora energia szükséges. Pontosabban, az utóhatás jelenség következtében a minta mágnesezettsége a hőmérséklet növekedése közben nő, így a mágnesezettség állandó értéken tartásához a külső tér erősségét csökkenteni kell. Ezt úgy valósíthatjuk meg, hogy a primér áramkörbe többlet-ellenállást iktatunk.

Ilyen feltételek mellett megoldva a (2) egyenletet, a többlet-energiaveszteséggel összefüggésben levő többlet-ellenállásváltozás a mérési frekvenciától a

$$\Delta R=\Delta R_{\max}\frac{1}{1+\omega^2\tau^2} \qquad (3)$$

összefüggés szerint függ, ahol

ΔR a többlet-ellenállás
ω az f mérési frekvencia 2π-szerese
τ idő jellegű anyagi állandó, nagyságát az határozza meg, hogy milyen mátrixban milyen intersztíciós atomok vannak jelen

$\Delta R_{max} = \Delta R_{\omega=\infty} - \Delta R_{\omega=0}$ az ún. utóhatási amplitúdó, nagyságát az intersztíciós atomok mennyisége határozza meg, és ΔR_{max} az intersztíciós atomok mennyiségével egyenesen arányos, akkor is, ha ugyanilyen atomok nemcsak oldott, hanem kivált állapotban is jelen vannak, amint azt *Singer* és társai [5] kimutatták

A (3) egyenlet szerint a $\Delta R - \log \omega\tau$ összefüggésnek $\omega\tau = 1$ értéknél inflexiós pontja van.

Az interszticiós atomok hatását méréstechnikailag egyszerűbb a hőmérséklet változása közben vizsgálni. Mivel a mágneses utóhatás is termikusan aktivált folyamat, a τ relaxációs idő hőmérséklet-függését az Arrhenius-egyenlet írja le, vagyis

$$\tau = \tau_0 \exp \frac{Q}{kT} \qquad (4)$$

ahol Q a folyamat aktiválási energiája
τ_0 időjellegű anyagi állandó
k a Boltzmann-állandó
T az abszolút hőmérséklet

A (4) összefüggést logaritmizálva

$$\ln \omega\tau = \ln \omega\tau_0 + \frac{Q}{kT} \qquad (5)$$

összefüggéshez jutunk, vagyis

$$\ln \omega\tau \; \frac{1}{T}$$

függvényében egyenest ad, tehát $\Delta R - \log \omega\tau$ és $\Delta R - 1/T$ görbék azonos alakúak, és egymáshoz képest $\ln \omega\tau_0$-lal lehetnek eltolva, míg az inflexiós pontnak T_k kritikus hőmérséklet felel meg.

A mágneses utóhatás nagysága többféle intersztíciós elem jelenléte esetén

Acélok esetében elegendő a karbont és a nitrogént figyelembe venni. A két elem együttes hatását a karbon és a nitrogén hatásának egyszerű összeadódását feltételezve határozzuk meg. Mivel a két intersztíciósan oldódó elem koncentrációja általában kicsi (az oldott karbon legnagyobb mennyisége 0,09%, míg a nitrogéné 0,30% lehet), ezt a feltételt elfogadhatjuk.

Az egyszerű aditivitás következtében az ellenállás változását

$$\Delta R = \Delta R_C + \Delta R_N \qquad (6)$$

alakban írhatjuk fel. ΔR_C és ΔR_N értéke részletesebben felírva:

$$\Delta R_C = k_C \cdot C \cdot \frac{1}{1+\omega^2\tau_C^2}$$

$$\Delta R_N = K_N \cdot N \cdot \frac{1}{1+\omega^2\tau_N^2} \qquad (7)$$

ahol C és N az intersztíciós szennyezők koncentrációja atom%-ban

k_C és k_N az utóhatás arányossági tényezője a két elemre vonatkozóan

Bosman [6] mérései szerint k_C értéke k_N értékének közel kétszerese. A (6) és (7) egyenlet alapján az utóhatási amplitúdó a kétféle intersztíciós szennyező együttes jelenlétekor

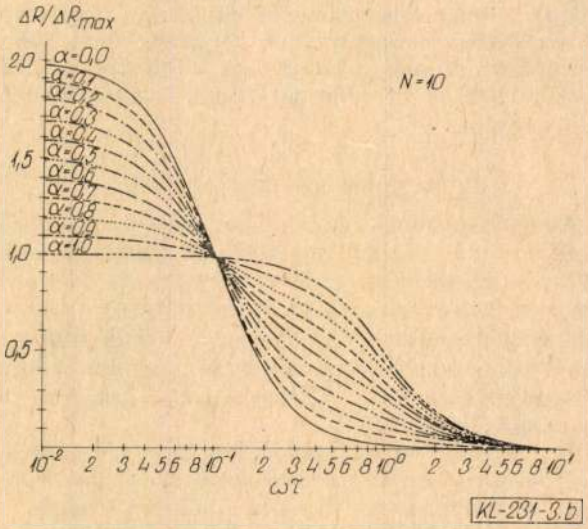
$$\frac{\Delta R}{C+N} = k_N \alpha \frac{1}{1+\omega^2\tau_N^2} + k_C(1-\alpha)\frac{1}{1+\omega^2\tau_C^2} \qquad (8)$$

alakban adható meg, ahol

$$\alpha = \frac{N}{C+N}$$

A vizsgálat közbeni hőmérséklet-tartomány esetén $\tau_C/\tau_N \sim 5$, ez az adat belső súrlódási mérésekből adódott.

A (8) egyenletnek megfelelő görbesereget kiszámoltunk $\tau_C = 5\tau_N$ és $\tau_C = 10\,\tau_N$ adatok figyelembevételével. Utóbbi görbesereget a *3. ábrán* mutatjuk be. A görbeseregek alapján az alábbi következtetésekre juthatunk:



3. ábra. A (8) egyenletnek megfelelő görbeseregek $\tau_C = 10\tau_N$

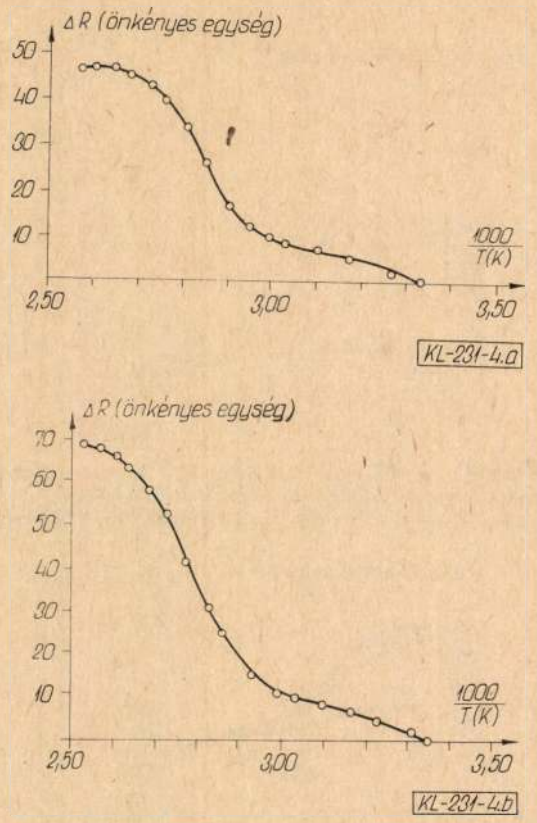
a) Az a frekvencia (hőmérséklet) tartomány, amelyben az utóhatás lezajlik, szélesebb többfajta intersztíciós esetén.

b) Az utóhatási amplitúdó megváltozik a C/N arány változásával, még akkor is, ha a C+N mennyiség állandó. Ha feltesszük, hogy az utóhatási amplitúdó arányos a C+N mennyiséggel, akkor az arányossági tényező értéke függ a C/N arányától.

c) A kvantitatív kiértékelés matematikai formalizmusa (a karbon és a nitrogén hatásának szétválasztása) sokkal bonyolultabb, mint a rugalmas utóhatásnál [7], aholis a karbon és a nitrogén okozta utóhatás közel azonos.

A kísérleti program

	C%	Si%	Mn%	N%
K	0,16	0,01	0,70	0,039
L	0,11	0,07	0,48	0,009
M	0,06	0,01	0,50	0,006



4. ábra. a) a K jelű acélon, 600 °C-ról való gyors hűtés után felvett mágneses utóhatás-görbe, b) ugyanaz, mint a), de 720 °C-ról való gyors hűtés után

A méréseket az előbb felsorolt összetételű acélokon végeztük. A *K* jelű acélt nagy nitrogén tartalma miatt vizsgáltuk. A felsorolt gyengén ötvözött acélokat az alábbi állapotokban tanulmányoztuk. A *K* jelű acélból származó mintákat 720 és 600 °C-on 3 óráig tartottuk kemencében, hogy az intersztíciós atomokat oldatba vigyük, majd a próbatesteket 10 °C hőmérsékletű vízbe dobtuk, hogy a precipitációt megakadályozzuk. A mérést közvetlenül a gyors hütés után végeztük. Edzés után a próbatesteket 100 °C-on öregítettük.

Az *L* és *M* jelű acél próbatestjeit 720 °C-on 3 óráig tartottuk kemencében, és ugyanúgy edzettük azokat, mint a *K* jelű próbatesteket. Edzés után a mintákat 100—450 °C-on öregítettük. Öregítés után a próbatesteket gyorsan 10 °C-os vízbe merítettük, hogy fenntartsuk az öregítés hőmérsékletére jellemző állapotot.

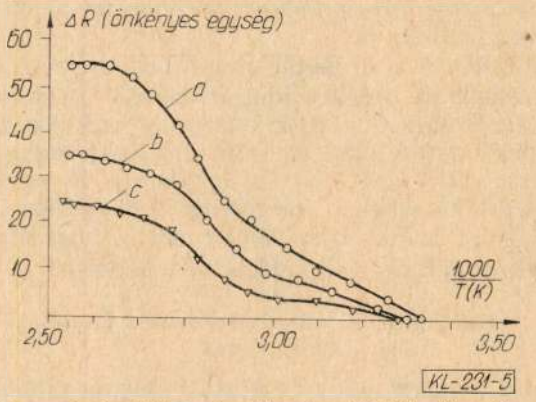
A K jelű acél esetében kapott eredmények

Ennél az acélnál az edzési hőmérsékletnek a precipitációra gyakorolt hatását vizsgáltuk. Az edzés utáni utóhatási görbék 600 °C és 720 °C-on történt hőntartás esetére a *4a* és *b ábrán* láthatók. A 4a ábrán az utóhatási görbe alig változik a függőleges tengely közelében, és a „lapos" szakasz amplitúdója viszonylag nagy. Ez azt jelenti, hogy a görbe a 3. ábrán azokhoz a görbékhez hasonlít, melyekre az jellemző, hogy az intersztíciósan oldott nitrogén mennyisége több, mint a két intersztíciós elem mennyiségének fele, vagyis $\alpha > 0{,}5$.

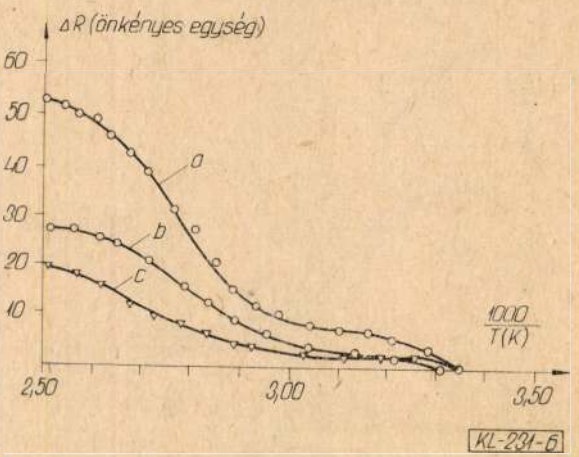
Ezzel szemben a 4b ábrán az utóhatás meredeken változik a függőleges tengely közelében, és a lapos szakasz amplitúdója kicsi az utóhatás teljes amplitúdójához képest. Ez a görbe a 3. ábra görbeseregén azokhoz a görbékhez hasonlít, ahol a nitrogén-tartalom kevesebb, mint a két intersztíciós elem mennyiségének a fele, vagyis $\alpha < 0{,}5$.

Megállapíthatjuk tehát, hogy a 720 °C-os hőntartás után a próba több intersztíciósan oldott szenet tartalmaznak, míg 600 °C-os hőntartás után az intersztíciósan oldott nitrogén relatív mennyisége nagyobb. Ez a megállapítás összhangban van a Fe-C és a Fe-N egyensúlyi diagramokkal; ugyanis a szén oldékonysága α-vasban 720 °C-on maximális, míg a nitrogéné 600 °C-on.

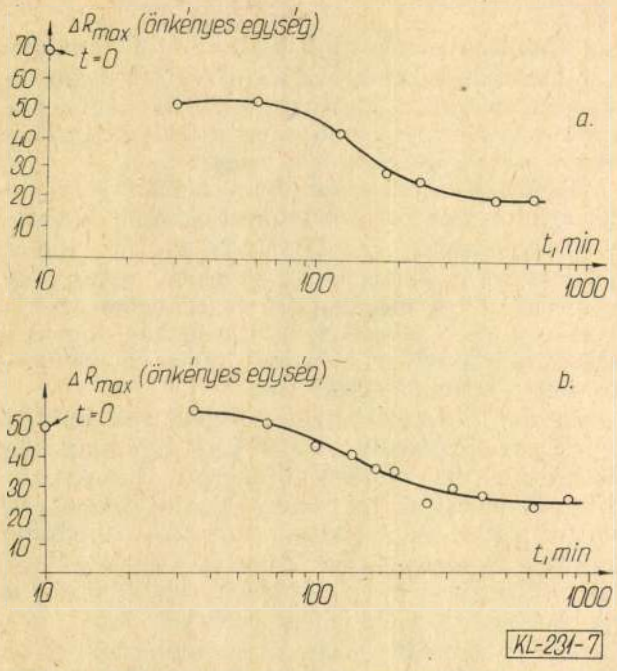
Az oldó hőkezelés után a *K* jelű acél mintáit 100 °C-on öregítettük. A 600 °C-os oldó hőkezelés és öregítés után felvett utóhatási görbéket az *5. ábrán* mutatjuk be. Az öregítés időtartamának függvényében nemcsak az utóhatási amplitúdó változik, hanem a görbék alakja is: a lapos szakasz hosszabbá válik, és az amplitúdó relatív értéke is nő. A *6. ábra* hasonló jellegű görbéket mutat, de a 720 °C-os hőntartás után. Itt az amplitúdó és az alak megváltozása szembetűnőbb. A görbe alakjának megváltozásából arra a következtetésre juthatunk, hogy az α paraméter változik, mégpedig nő. Ez növekvő intersztíciósan oldott nitrogéntartalomnak felel meg, következésképp a karbon precipitációja gyorsabb. Ez érthető is, mert a *K*



5. ábra. A K jelű acél utóhatása 600 °C-ról való gyors hűtés és 100 °C-on történt öregítés után. Az öregítés időtartama: a) 30 perc, b) 194 perc, c) 254 perc



6. ábra. A K jelű acél utóhatása 720 °C-ról való gyors hűtés és 100 °C-on történt öregítés után. Az öregítés időtartama: a) 30 perc, b) 180 perc, c) 360 perc



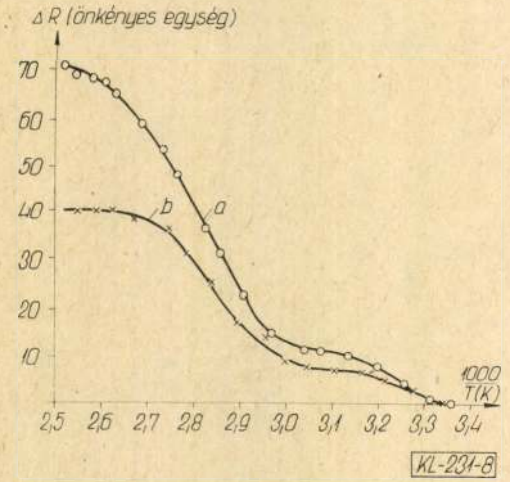
7. ábra. A K jelű acél utóhatási amplitúdója a 100 °C-on történt öregítés időtartamának függvényében; a) az oldó hőkezelés 720 °C-on, b) 600 °C-on

jelű acél mangán-tartalma 0,70%. Belső súrlódási adatok alapján ismert, hogy a mangán lelassítja a nitrogén precipitációját [8] [9], ezért ebben az esetben a karbon precipitációja dominál, így az oldott nitrogén aránya nő.

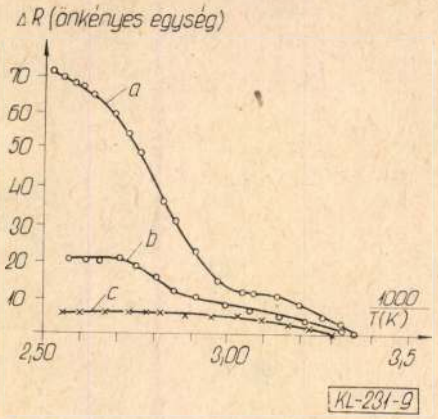
A *7. ábrán* az utóhatási amplitúdó nagyságának változását az öregítés időtartamának függvényében ábrázoltuk. A görbék jellege nagyon különböző. Öregítés alatt a nitrogén aránya megnő a ferritben, ezért a $\Delta R = K/(C+N)$ egyenletben a K együttható értéke csökken, mégpedig az *a* esetben jobban, mint a *b* esetben, és ez megmagyarázza az öregítési görbék alakjának különbözőségét.

Az L és az M jelű acél esetében kapott eredmények

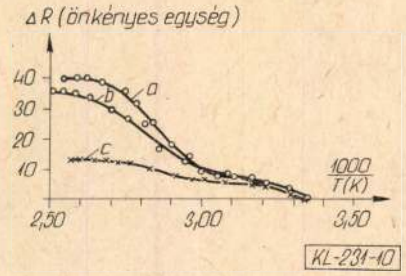
Az L és az M jelű acél közötti alapvető különbség a szilícium-tartalom nagyságában van. Az L jelű acélban 0,07 súly% szilícium van, míg az M jelűben kevesebb, mint 0,01%. Ismeretes, hogy a szilícium csökkenti a nitrogén oldékonyságát; ez azt jelenti, hogy ugyanolyan hőkezelés után az L jelű acélban kevesebb nitrogén lehet csak oldatban, mint az M jelűben.



8. ábra. Az L és az M jelű acél utóhatása a 720 °C-on 3 óráig tartó oldó hőkezelés, illetve vízben való hűtés után a) L jelű acél, b) M jelű acél



9. ábra. Az L jelű acél utóhatása 720 °C-on végzett oldó hőkezelés és gyors hűtés után, öregített állapotban. Az öregítés időtartama a) 0 perc, b) 15 perc, c) 374 perc



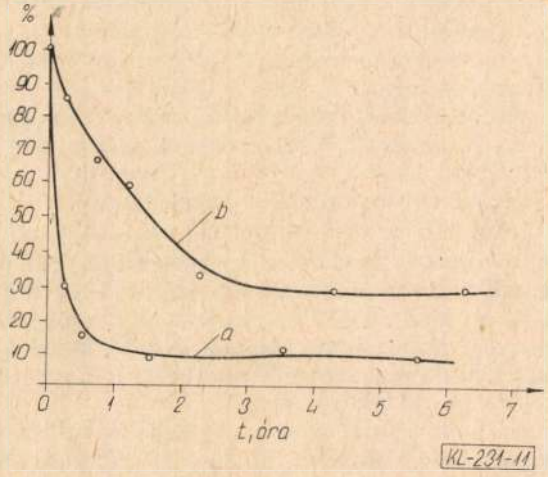
10. ábra. Az M jelű acél utóhatása 720 °C-on végzett oldó hőkezelés és gyors hűtés után, öregített állapotban. Az öregítés időtartama a) 0 perc, b) 15 perc, c) 375 perc

A 720 °C-os hőntartás, majd az ezt követő gyors hűtés után felvett utóhatási görbék a két acélra vonatkozóan a *8. ábrán* láthatók. Összehasonlítva ezeket a görbéket a 3. ábra görbéivel, megállapítható, hogy az N/C arány nagysága kisebb az L jelű acélra nézve. Ez a tény a fenti megállapításokkal összhangban van. Ez a meredek szakasz helyzetéből és a lapos szakasz jellegéből következik. Az L jelű acél próbáin mért utóhatás meredeken változik a függőleges tengely közelében és a lapos szakasz amplitúdója kicsi az utóhatási amplitúdó egészéhez képest. Ez egyben azt is jelenti, hogy ezek a görbék a 3. ábra azon görbéihez hasonlóak, melyekre az jellemző, hogy a nitrogén-tartalom kisebb, mint az intersztíciós szennyezők teljes mennyiségének a fele, vagyis az α paraméter $<0{,}5$.

Az M jelű acél próbáinak megfelelő görbe alig változik a függőleges tengely közelében, és a lapos szakasz amplitúdója nem hanyagolható el az amplitúdó egészéhez képest. Ez a görbe a 3. ábra azon görbéihez hasonlít, ahol a nitrogén-tartalom nagyobb mint az intersztíciós szennyezők mennyiségének a fele (az α paraméter nagyobb, mint 0,5).

Az L jelű acél próbatestjeit 270 °C-on öregítettük, majd meghatároztuk az utóhatásra jellemző görbéket, melyeket a *9. ábrán* közlünk. Az öregítés időtartamának függvényében a meredek szakasz

távolabb kerül a függőleges tengelytől, és a lapos szakasz amplitúdójának szerepe megnő. A *10. ábra* ugyanezt a jelenséget szemlélteti az *M* jelű acél vonatkozásában. Itt az amplitúdó és az alak megváltozása nem olyan szembetűnő. Az amplitúdók változását az öregítés időtartamának függvényében a *11. ábrán* követhetjük. A görbék 270 °C-ra vonatkoznak. Az öregítést mindaddig folytattuk, míg az

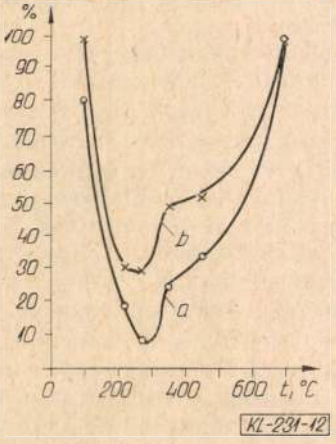


11. ábra. Az utóhatási amplitúdók a 270 °C-on végzett öregítés időtartamának függvényében. a) L jelű acél, b) M jelű acél

amplitúdó változott. Hogy az összehasonlítás egyszerűbb legyen, az amplitúdókat a 720 °C-ról való gyors hűtés után meghatározott amplitúdó százalékában adtuk meg.

A karbon és a nitrogén precipitációját vizsgálva azt is figyelembe kell vennünk, hogy mindkét acél 0,5% mangánt tartalmaz, a nitrogén precipitációját pedig a mangán jelenléte lelassítja. Ezért a viszonylag rövid, legfeljebb 10 órás öregítés alatt elsősorban a karbon válik ki.

A *12. ábrán* az öregítési hőmérséklet függvényében ábrázoltuk az amplitúdó legkisebb értékét, azt az értéket, ami közel állandó maradt már. Ismét a 720 °C-on való hőntartás, és az azt követő gyors hűtés utáni állapotban meghatározott utóhatási



12. ábra. Az utóhatás legkisebb amplitúdója az öregítési hőmérséklet függvényében. 100%-nak a 720 °C-ról gyorsan hűtött próbán közvetlenül a hűtés után mért amplitúdót vettük. a) L jelű acél, b) M jelű acél

amplitúdó százalékában adtuk meg az értékeket. A két acél viselkedése jellegzetes módon eltér egymástól. Tudjuk, hogy az *L* jelű acélban több a karbon, mint a nitrogén kezdeti, oldott mennyisége. Öregítés közben a karbon precipitációja dominál a mangán jelenléte miatt. Ebből tehát az következik, hogy az *L* jelű acélban az N/C arány jobban változott az öregítés alatt, mint az *M*-jelűben, ahol mennyiségük közel ugyanakkora volt kezdetben. Így az utóhatási amplitúdó változása nagyobb az *L* jelű acélban, mint az *M* jelűben.

Következtetések

a) A mért görbék alakja nem felel meg teljesen a 3a ábrán látható elméleti görbéknek. A $\tau_C/\tau_N \sim 10$ figyelembevételével kiszámított görbesereg hasonlóbb a kísérleti görbékhez. Ezt az eltérést jól magyarázhatjuk az újabb elméleti eredmények [10] fényében. Megállapították ugyanis, hogy a rugalmas és a mágneses utóhatás alapegyenlete csak első közelítésben egyezhet meg; pontosabb számítások szerint a mágneses utóhatásra vonatkozó egyenletben újabb tagokat kell figyelembe venni, melyekben szerepel az intersztíciós atomok mágneses hatását jellemző η anyagi állandó. Ennek nagysága az intersztíciós atom minőségétől függ. Ennek ellenére gyakran célszerű a mágneses utóhatás esetében is az egyszerűbb alakú (2) egyenletet használni, az η paraméter ugyanis nehezen mérhető. Ekkor azonban a mágnes folyamatot jellemző τ különbözni fog a belső súrlódással meghatározottól, és a τ_C/τ_N arány — kísérleti eredményeink szerint is — nő.

b) A kísérleti görbék alapján úgy tűnik, hogy $k_C/k_N > 2$. Ebben szerepet játszhatnak a szubsztitúciós atomok, amelyek a nitrogénnel kölcsönhatásban annak utóhatási amplitúdóját lecsökkentik, míg a karbonét változatlanul hagyják [11].

c) A hőkezelések hatása kvalitatíve elemezhető a mért görbék alakjából és ez az elemzés az egyensúlyi diagrammokból kiolvasható, illetve belső súrlódási mérésekkel meghatározott tényekkel egyező eredményt szolgáltat.

IRODALOM

[1] *Szombatfalvy Á.—Földeáki M.:* BKL — Kohászat *106* (1973) 450.

[2] *Szombatfalvy Á.—Földeáki M.:* Előadás a VII. Kohászati Anyagvizsgáló Napokon, Balatonszéplak (1973).

[3] *Szombatfalvy Á.—Földeáki M.:* Soft Magnetic Materials Torino (1973) IEEE Trans Mag. 1974. June.

[4] *Kronmüller, H.:* Nachwirkung in Ferromagnetika Springer. Tracts in Natural Philosophy 12 (1968).

[5] *Singer, J.—Anolick, E. S.:* Trans. Met. Soc. AIME *218* (1960) 405.

[6] *Bosman, A. J.:* Thesis Drukkerij Wed. G. van Soest Amsterdam 1960.

[7] *Kleemola, H. J.—Nieminen, M. A.:* Jerkont. Ann. *155* (1971) 627.

[8] *Meijering, J. L.:* Comptes Rendus du Colloque Tenu a Saint-Germain-en-Laye (1960) 139.

[9] *Fast, J. D.—Meijering, J. L.—Verrijp, M. B.:* lásd [8]-ban 145.

[10] *Brisonneau, J. P.:* Mém. Sci. Rev. Mét. *LXIV* (1969) 459.

[11] *Graham, R. H.—Wuttig, M.:* Scrip. Met. 3 (1969) 9.

Elfelejtett hazai kovácsművészek

PEREHÁZY KÁROLY
FIMÜV Műemléki osztályának vezetője

DK:739.4 „18/19"

A szerző a múlt század második felében rohamos fejlődésnek indult Budapest építészetével kapcsolatos kovács vasművesség XIX. század végén és a XX. század elején élt legjobb mestereit és ezek legszebb kiemelkedő alkotásait, valamint rövid életrajzukat ismerteti. Közli a legismertebb alkotásaik fényképeit, így megörökíti munkásságukat, kiemelve őket a feledés homályából.

A XIX. század utolsó harmadától Budapest rohamosan növekedett, a nagyarányú építkezéshez a műlakatosok százaira és tucatnyi mesterre volt szükség. A XIX—XX. század fordulójára kitűnő műlakatos gárda nevelődött ki. Az épületek kovácsoltvas kapui, rácsai ma is szembetűnőek, a városkép lényeges elemei, alkotóikra — *Jungfer Gyula* és az újabbak közülük *Bieber Károly* kivételével — a feledés homálya borult. Pedig *Jungferrel* egyidőben és utána is mintegy 3 évtizedig kitűnő műlakatosok-kovácsművészek működtek, mint *Alpár Ede, Árkay Sándor, Biró Antal, Forreider József, Hajós Bálint, Lepter János, Ludvig, Ede, Páder Nándor, Pick Ede Rotter Kelemen, Sárváry János, Sátori Pál, Schmelhegger Nándor, Sima Henrik, Szultzberger József, Teichner Ádám, Tiringer Ferenc.* Közülük ketten az aranykoszorús mester címet is elnyerték, mindegyike számos nemzetközi és hazai kiállításon kapott magas elismerést.

A XIX. század második felében forrongó építészeti élet volt. A formák „Bábele" nemcsak az épületeket magukat jellemezte, hanem az épülettartozékokat is, és a kovácsoltvas kapuk, rácsok is reneszánsz, barokk, gótikus formákat követtek, gyűjtőnéven „eklektikus" stílusban készültek, de a századfordulóra az új — az előbbiektől merőben más-forma, a szecesszió hódított teret, és mintegy két évtizeden át uralkodó stílussá is vált.

A századfordulóra Budapest rohamosan megnövekedett, ez nemcsak a házak számában, hanem az emeletmagasságokban is jelentkezett. Ennek az időszaknak architektúrája még ma is jellemző Budapest városképére.

A lázas, gyorsütemű építkezés nemcsak a kőművesek, ácsok, kőfaragók hadát igényelte, hanem a szakiparosok dandárját is, és így a műlakatosok százaira és tucatnyi mesterre volt szükség, hogy a világvárossá fejlődő Budapest építkezését nemcsak mennyiségben, hanem minőségben is ki tudja elégíteni. A XIX—XX. század fordulójára kiváló műlakatosgárda nevelődött ki, a magyar kovácsművészek a nemzetközi élmezőnybe kerültek, és a nemzetközi kiállítások legrangosabb díjait nyerték. 1878. Párizs, ezüstérem, 1880. Brüsszel, I. díj., 1888. Brüsszel I. díj, Barcellona, aranyérem, 1897. Brüsszel, I. díj, 1900. Párizs, Grand Prix és aranyérem, 1904. St. Louis, Grand Prix, arany- és ezüstérem díjakat nyerték a magyar kovácsművészek munkái.

A kovácsoltvas művességnek elsőrendű fontossága az építészettel kapcsolatban volt. Az épület kiegészítő részeként készültek az erkélyrácsok, vasajtók, ablakrácsok, cégértartók, ajtókopogtatók, ajtóvasalások stb. Mivel az eklektika időszakában — a XIX. század utolsó harmadában —, majd a két világháború közötti időben is a korábbi stílusokat felhasználva épült a házak java, így az akkor élő és működő kovácsművészek a stílusokat jól ismerték, azokat bátran utánozták. Ez azonban nem egyszerű másolás volt, mert finomult érzékkel a maguk egyéniségéből is tettek hozzá annyit, hogy jóformán újat teremtettek. Alakrajz-tudásukat, a stílusok formáit az Iparrajziskola esti és vasárnapi tanfolyamain sajátították [1] olyannyira, hogy kiemelkedő munkáikat az akkori kézművesipari irányítás mintalapokon adta közre, és így széles körben ismerte és haszonnal forgathatta a felnövekvő műlakatos gárda.

A mesterek általában nem egyedül készítették a felvállalt megbízásokat, mindegyike munkásokat is foglalkoztatott, de legtöbbjük nemcsak szellemileg irányította műhelyét, hanem saját maga is dolgozott. Elsősorban a művészi alakításban — a tervezésben és az ornamentika gondos komponálásában és megmunkálásában — volt a tevékenységük döntő. Segítőre szüksége volt, mert a lánghegesztés a múlt században még nem hódított teret, a tüzikovácsoláshoz pedig a munkafolyamat négy ember közreműködését teszi szükségessé: a tüzet kezelő és egyben a vasat melegítő személy a vezetőkovácsnak (aki rendszerint a mester) adja át az izzó vasat, vele szemben az üllő jobb oldalán az első ráverő kovács, míg bal oldalán a második ráverő kovács áll. Munkaigényes volt a tüzikovácsolással készült rácsozat.

Az épületek díszes kapui, rácsai a háborúkat is átvészelve ma is szembetűnőek, a városkép lényeges elemei, alkotóikra azonban — pedig alig múlt el fél évszázad — a feledés homálya borult, egyedül *Jungfer Gyula* (1841—1908) neve maradt fenn és Művészeti Lexikonunk is csupán róla emlékezik meg. (Az újabbak közül pedig csak *Bieber Károly* és *id. Sóty Zoltán* szerepel.)

Jungfer mellett tehát számos kiemelkedő kovácsművészünk volt, ezek is készítettek iparművészeti tárgyakat, nem sorolhatók ők a zárjavító, kulcsreszelő lakatosok közé, mert alkotásaik kiemelkedő művészi szintet értek el, és külföldön is sikerrel szerepeltek. Kiemelkedő műlakatosaink közül néhányan végleg külföldön telepedtek le és a befogadó ország iparművészetét gazdagították. Mindössze két nevet említek a hosszú sorból, akik hazánkban tanulták a kovácsművességet, innen származtak el és telepedtek le Párizsban. *Szabó A. György*, aki a századfordulón vándorolt ki, rövidesen a Salon d'Automne-nak lett állandó kiállítója és már az első világháború előtt a francia kovácsművészet egyik legismertebb mestere [2] vagy *Kiss Pál* — akit *Paul Kis* néven emlegetnek a franciák — és annakidején a kovácsművészet legjelentősebb irányítói között tartották számon [3].

Kovácsművészeink a tanoncéveket követő vándorlásaik során Európa számos országaiban jártak és dolgoztak (bár 1872 után a céhek megszüntetésével kötelező jellegét a vándorút elvesztette, a hagyományok alapján a segédek java néhány évet külföldön dolgozott és mindegyike a rajziskolát is szorgalmasan látogatta), így elsősorban Németországban és Franciaországban. A magyar kovácsművességben a franciák tektonikus — klasszikus szellemű — formálása és a németek túltengő díszítése egyaránt megtalálható. Míg a német műlakatosok a nyers kovácsmunkára helyezték a fősúlyt, a szerkezeti vázra aplikálták a díszeket és szívesen alkalmazták a vasfaragást, a franciák a formák lágy összefonódását kedvelték.

A következőkben azokról az elfeledett kovácsművészekről szólok, akik Budapesten dolgoztak és alkotásaikkal fővárosunkat szépítették.

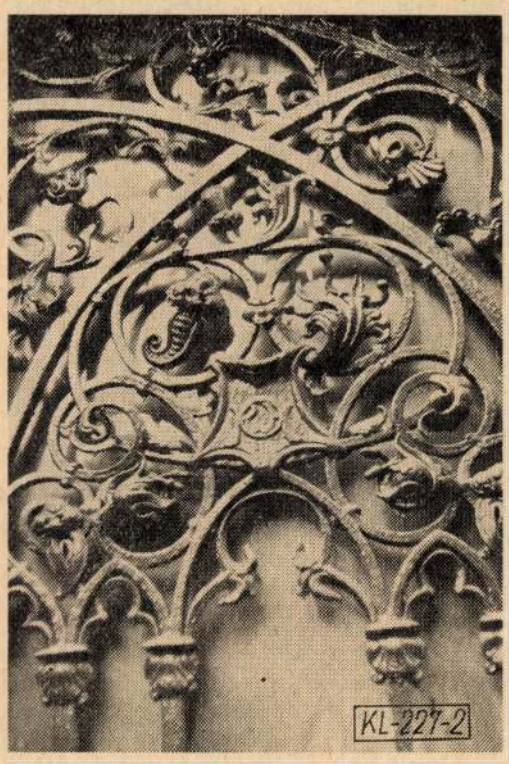
Forreider Józsefet említem elsősorban, aki az 1904. évi St. Louis-i világkiállításon aranyérmet nyert és a kiállított kovácsoltvas kapuja 1200 dollárért azonnal vevőre talált [4]. Komáromban született 1870-ben, majd mint segéd néhány évig *Jungfer Gyula* műhelyében dolgozott, és ezalatt az Iparrajziskola esti és vasárnapi tanfolyamait látogatta, mert a műlakatos-kovácsművésznek nem elég a szakma technikai ismereteit elsajátítani, rajzban is ki kell tudnia fejezni magát, a díszítmények műhelyrajzai elkészítéséhez, egy-egy kapu vagy rács tervezéséhez a bő szakmai ismereteken túl a rajzi kifejezés eszközeivel is élnie kell. Jungfer műhelye jó gyakorlati iskola volt neki, de mint hajdan a céhlegények, ő is külföldre ment, hogy idegen mestereknél pallérozza ízlését, fejlessze és gyarapítsa technikai tudását [5]. A német vasművesek ez időben ismertek-híresek voltak, és 1895-ben már a *Schulz* és Társa berlini vasművesek műhelyében dolgozott. Nagy formaérzékével és technikai tudásával hamar feltűnt és 1896-ban a Berlinben rendezett iparkiállításra ő készítette a cég kiállítási tárgyait, de a budapesti kiállításokra is küldött rendszeresen alkotásaiból. Az Országos Magyar Iparművészeti Társulat kezdeményezésére 1899-ben tért vissza Budapestre [6], ahol előbb társasviszonyban, majd 1915-től egyedül vezette a műhelyét, és kiemelkedő színvonalú kovácsoltvas készítményeivel tűnt fel. Elnyerte az állami iparművészeti érmet, az iparművészeti nagydíjat. Az első világháború után az Országos Kézművesipari Tárlat keretében rendezték az aranykoszorús mesterversenyeket, a szakma legkiválóbb jelesei versengtek e kitüntető cím elnyeréséért. A „mester" szó az alapos szakismeretet és a munkában a szükséges és hagyományossá vált pontosságot és gondosságot fejezte ki, a „koszorú" pedig a tudás csúcsának, a kiválóságnak szimbóluma. Ezek a jellemzők társulnak a „koszorús mester" címben. Így arany- vagy ezüstkoszorús mesterekké a legkiemelkedőbbek lettek. Az első koszorús mesterversenyt 1925-ben rendezték és a műlakatosok közül aranykoszorús mester *Forreider József* lett [7]. Munkáinak alakításában a német vasműveseket követte, vastag vasanyagból erőteljes, rusztikus, a fény és árnyékhatást jól motiváló szerkezeteket komponált. Ennek jó példája a Budapest V. Szent István krt.



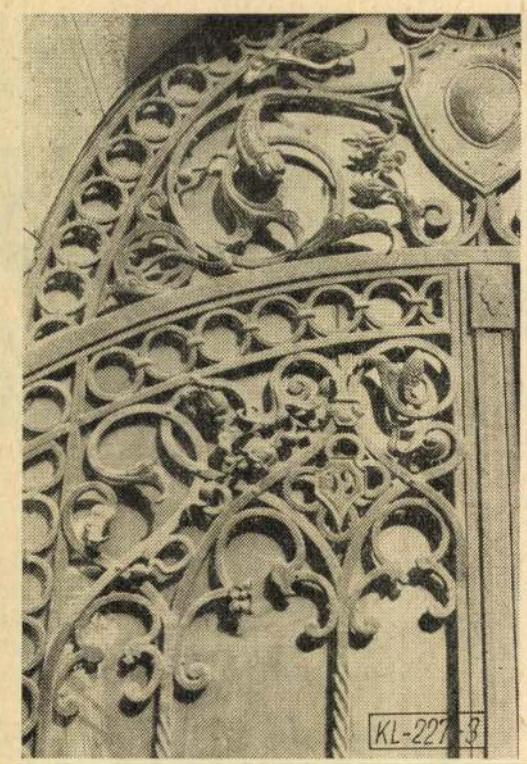
1. kép. Budapest XIII., Szent István krt. 10—12. Kovácsolt vaskapu részlete. Készítette Forreider József 1910 k.

10—12. sz. ház kovácsolt vaskapuja *(1. kép)*, továbbá a neogót formában komponált VIII. Baross u. 15. sz. *(2. kép)*, és VIII. Üllői út 34. sz. házak kapui *(3. kép)*. Mindezek mesterüknek nagy formakészségét és mesterségbeli felkészültségét igazolják.

A német vasművesek nyers kovácsmunkáját tükrözi a *Páder Nándor* egykori házát (Bp. VII. Nefelejcs u. 39.) díszítő vasfaragással alakított, állatfiguráktól és növényi ornamentikától bővelkedő ajtórácsa *(4. kép)*. *Páder*, művészetében is nyomon követte kortársát, *Jungfert* és a XIX. század utolsó harmadának — *Jungfer* mellett — egyik legkiemelkedőbb kovácsművésze volt. 1850. k. született és 1912-ben [8] Budapesten halt meg. Az ezredéves országos kiállításon (1896), és a párizsi világkiállításon (1900) aranyéremmel díjazták munkáit. Több alkotását — mint kiemelkedőt



2. kép. Budapest VIII., Baross u. 15. Neogót kov. vaskapu részlete. Készítette Forreider József 1905. k.



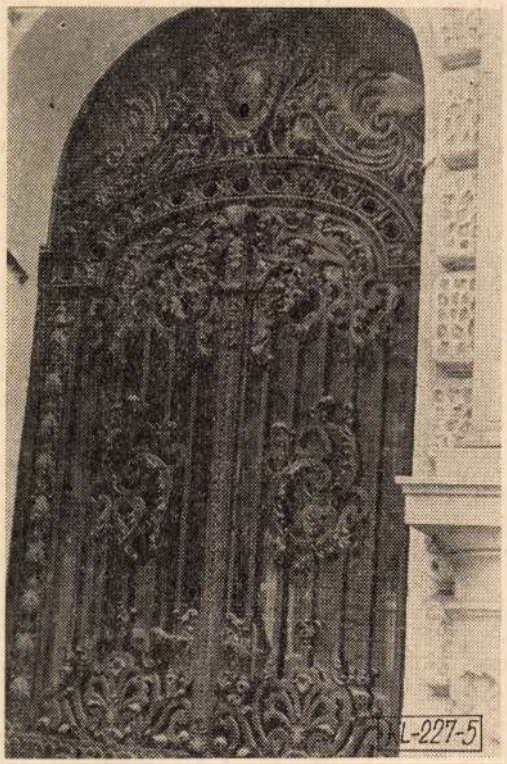
3. kép. Budapest VIII. Üllői út 34. Kovácsolt vaskapu részlete. Készítette Forreider József 1910.



4. kép. Budapest VII. Nefelejcs u. 39. Kapurács részlete. Készítette Páder Nándor 1888.

— a műlakatos szakipari mintalapokon adták közre. Kiváló műlakatosaink a l'art nouveau floreális nagyhullámára, a szecesszióra könnyen reagáltak, a német vasművesség formáit kedvelő *Páder* is elszakadt a berlini mesterek korábbi formaképzésétől, és a vas természetéből (alakíthatóságából) adódó motivációkkal, a nyugtalanul kígyózó szecessziós vonalakkal kitűnő alkotásokat hozott létre.

Kiemelkedő jelentőségű volt mellette a somogymegyei Látrányból származó *Pick Ede* [9], aki 15 éves korában került Pestre, itt töltötte tanoncidejét és 1879-ben mesterének *(Guttmann József)* halála után annak műhelyét átvéve önállósította magát. Több szabadalmi találmánnyal gazdagította az ipart (ablakszellőző, Zenith ajtócsukó), üzemét egyre bővítette, és az 1920-as évekre gyárrá fejlesztette, de a XIX. század utolsó harmadában, és a századelőn végzett munkái mint pl. az V. Alkot-



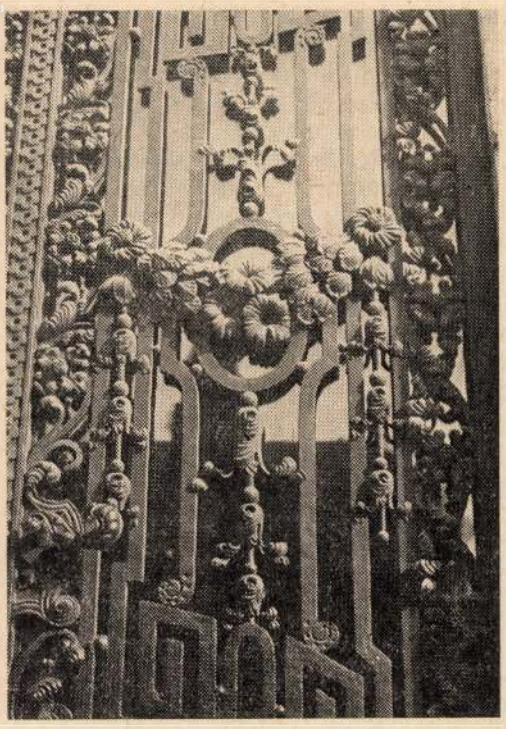
5. kép. Budapest V. Alkotmány u. 25. Kovácsolt vaskapu. Készítette Pick Ede 1905. É.

mány u. 25. *(5. kép)* vagy az V. Akadémia u. 3. a műlakatos-kovácsművesség számontartandó alkotásai. Kiváló munkáival, érdemes alkotásaival számos aranyérmet és elismerő oklevelet nyert [10].

Jungfer Gyulának volt kortársa az 1840-ben Világoson született *Árkay Sándor* [11], aki akárcsak Jungfer, elnyerte a cs. és kir. udvari műlakatos-mester címet, és érdemes munkássága elismeréséül ő is megkapta — mint kortársa — a lovagi címet is. 1874-ben jött Budapestre Temesvárról, műlakatos üzeme a mai Csengery utcában működött. Bécsi, berlini, brüsszeli, valamint hazai kiállításokon 12 ízben díjazták munkáit, 70 éves korában hunyt el Budapesten. Kiemelkedő alkotásainak sorában megemlítendő a királyi palota krisztinavárosi szárnyának összes kézikovácsolású vasmunkája, a New-York palota vasrácsos kapuja és számos budapesti bérház jó színvonalú lépcső- és erkélyrácsa *(6. kép)*. Feltűnést keltett a MÁV királysátrának csillárjával [12] és a milleniumi kiállításra domborított lemezből készített *Deák Ferenc* és *Liszt Ferenc* reliefjével [13].



6. kép. Budapest VI. Népköztársaság útja 62. Lépcsőrács részlete. Készítette Árkay Sándor 1883.

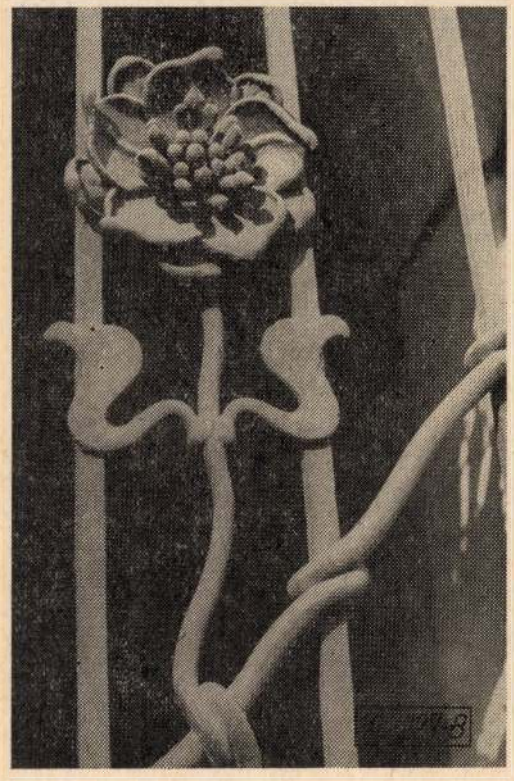


7. kép. Budapest V. Duna u. 1. Kovácsolt vaskapu részlete. Készítette Lepter János 1900 k.

A jó képességű műlakatosok közé tartozik az 1855-ben Szepesstrázsán született *Lepter János* is. A Felvidéken Késmárkon tanult *Kuszman Jánosnál*, utána Németországban különböző mestereknél szerezte meg gyakorlatát [14]. 1885-ben önállósította magát, ő is mint *Jungfer, Árkay,* vagy *Pick Ede* kézművesként, a XIX. század utolsó harmada és a XX. század első évtizedében számos kiemelkedő alkotással gazdagította kovácsolt vasművességünket, de a kapitalizmus magyarországi térhódításával kapitalista vállalkozóvá lett. Az első világháború előtt működött Budapesti Lakatosmesterek Szövetsége előbb elnökévé, majd tb. elnökévé választotta [15]. Az ipartestületnek éveken át elöljárója volt. Az Európát végigsöprő nagy gazdasági válság őt sem kímélte és 1933-ban üzemét elárverezték. E csapást egy évvel élte már csak túl, és 79 éves korában halt meg. Alkotásainak sokaságából kiemelkedik az V. Münnich F. u. 36. sz., az V. Duna u. 1. sz. *(7. kép)*, az V. Alkotmány u. 16. sz., az V. Szt. István krt. 7. sz. és még sok más [16].

Az ipartestületnek ugyancsak jelentős tisztségviselője, alelnöke, tb. alelnöke, majd díszelnöke volt a műkovácsolásban is kiváló *Schmelhegger Nándor*. 1840. k. született, a műlakatosságot apjánál, *Schmelhegger Mátyásnál* tanulta, és 1866-ban már az önálló mesterek között találjuk [17]. A művesség és a művészi invenció egyaránt jellemző sokoldalú munkásságára. A budai várnegyedben az Országház u. 27. sz. alatti nagyméretű alagsori műhelyéből színvonalas kovácsoltvas épületszerkezetek kerültek ki. 1912-ben hunyt el [18].

Az 1869-ben született *Ludvig Ede* inaséveit *Vágó Ignác* műlakatos mesternél töltötte. Tanoncéveit követően külföldi mestereknél Európa nagyobb városaiban dolgozott, főleg Párizsban [19]. Neve ismertté elsősorban bútorveretekkel lett, az Iparművészeti Társulat karácsonyi kiállításain főleg azokkal szerepelt, de kovácsoltvas tárgyakat is állított ki. Ő készítette a királyi palota kandallórácsait is. A párizsi (1900) és a St. Louis-i (1904) világkiállításon munkáit ezüst éremmel díjazták [20]. A szecesszió formáit igen kedvelte és már a századforduló előtt is alkalmazta [21] *(8. kép)*.



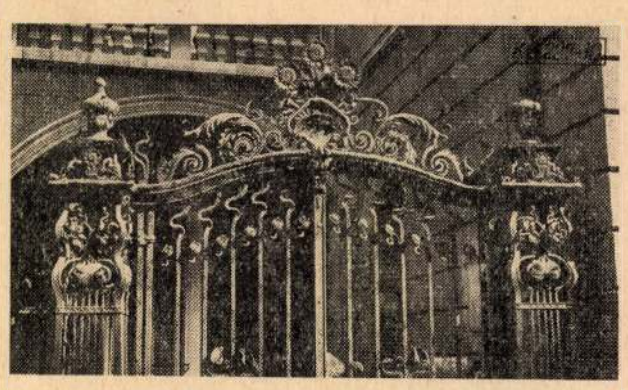
8. kép. Budapest Szilágyi Dezső tér 3. szecessziós kovácsolt vaskapu részlete. Készítette Ludvig Ede 1898.

Sima Henrik élete hamar kilobbant. Mindössze 36 esztendőt élt, de alkotásait vizsgálva egyike volt e kor nagyszerű műlakatosainak. *Migray József* budapesti műlakatos mesternél tanult, külföldön is dolgozott [22]. Párizsban, Bécsben, Grácban, majd e kor kiemelkedő vasműveséhez, *Páder Nándorhoz* került mint segéd. 1896-ban az ezredéves kiállításon a Közreműködők Érmét kapta, és a segédek kiállításán II. díjként 3 aranyban részesült [23] 1898-ban lett önálló mesterré és 1907-ben halt meg. Kevés alkotását ismerjük, de mindegyike nagyszerű, mert a vas tulajdonságait és egyéni felfogását érvényesíti úgy, hogy a gyakorlati használhatóság mellett a művészi kritériumnak is eleget tesz.

A kitűnő rajzkészséggel megáldott *Szultzberger József* 3 elemi iskola elvégzése után került a vizivárosi *Wohlfahrt* mester műhelyébe, itt tanulta a műlakatosságot [24], a kovácsolás mesterségét-művészetét és 1890-ben [25] 32 éves korában lett önálló mesterré. A kor nagy építészei: *Schulek János, Möller István,* egy sor felvidéki kastély műkovács munkáit készíttették vele [26]. Rajzi felkészültségéről legendák keringenek [27]. A műhelyrajzot krétával futó pillanatok alatt rárajzolta a vaslemezre, nem kellett hozzá sem sablon, sem pontos terv, és műhelyének dolgozói a kréta nyomvonalát követve vágták ki a leveleket, virágokat. Bámulatos rajztehetségét nemcsak virtuóz műhelyrajzai, hanem portréi és tájképei is bizonyítják. Nála tanulta a vaskovácsművességet egyetlen Munkácsy díjas kovácsművészünk *Bieber Károly* is [28]. A szecessziós formaképzésű kapuja — egy a sok közül — bizonyítja mesterségbeli jártasságát és művészi felkészültségét *(9., 10. kép).*

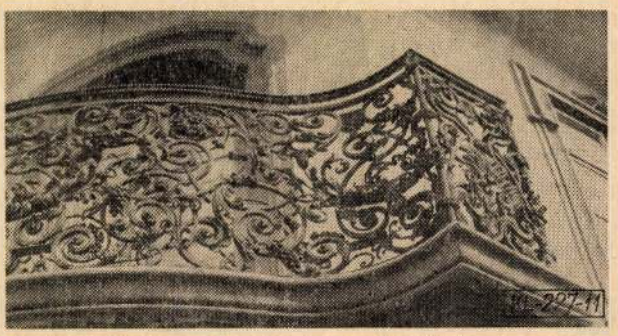


9. kép. Budapest I., Pálya u. 2a. Szecessziós kovácsolt vaskapu részlete. Készítette Szultzberger József 1910 k.



10. kép. Budapest I., Pálya u. 2a. Szecessziós kovácsolt vaskapu részlete. Készítette Szultzberger József 1910 k.

Az ezüstkoszorús *Teichner Ádám* 1876-ban született és 1904-ben lett önálló mesterré [29]. Már korai munkái is meglepő szakmai és művészi felkészültségét igazolják. *Bíró Mihály* neves grafikusunk tervei szerint kovácsolta vasból 1912-ben azt a magyaros formákkal díszített órát, mely az Országos Iparművészeti Kiállítás egyik legkitűnőbb alkotása volt. 1907-ben a pécsi kiállításon bútorvereteinek művészi kiviteléért ezüst éremmel díjazták [30]. 1925-ben nyerte el az ezüstkoszorús mester címet. A Bp. I. Donáti u. 1. sz. ház barokk komponálású erkélyével a stílusok kitűnő ismeretét, kivitelezésével pedig azt bizonyította be, hogy kiváló mestere a kovácsolásnak *(11. kép).* 1935-ben húnyt el Budapesten.



11. kép. Budapest I., Donáti u. 1. Erkélyrács részlete. Készítette Teichner Ádám 1930 k.

Nem Budapesten működött, de fővárosunkban is szerepel néhány munkájával *Tiringer Ferenc* ezüst- és aranykoszorús műlakatos mester [31]. Előbb Sárszentmiklóson a gépészkovács mesterséget tanulta, 1894-ben Jungfer Gyula műhelyébe került, ahol alkalma volt a műlakatosságban jártasságot szereznie. 1896-ban Bécsben vállalat munkát, utána Nyugat-Európa nagyobb városaiban dolgozott. Berlin, München, Mannheim, Párizs, Katovice voltak főbb állomásai, majd a pozsonyi állami fémipari szakiskolában oktatott. 1907-ben telepedett le Kecskeméten [32] és kerek négy évtizeden át haláláig munkálkodott ott. 1925-ben a kecskeméti Fürdő-kert kovácsoltvas kapujáért kapta az ezüstkoszorút, majd 1928-ban aranykoszorús mesterré lett. Az 1920—30-as években kis létszámú műhellyel [33], de magas művészi színvonalon készült remek kovácsolású épületfelszerelési- és iparművészeti tárgyaiból nemcsak Európa,

hanem öt világrész rendelt. Az épülettartozékok formakincsét Tiringer főleg a barokkból kölcsönözte. A gondos megmunkálás mellett némi rusztikusság — a kemény kovácsmunka — jellemzi főleg egyedi darabjait. Használati tárgyainál a felesleges és a tárgy rendeltetésszerű használatát akadályozó díszeket kerülte, és konok következetességgel a praktikusságra, az anyagszerűségre, a szép kovácsmunkára törekedett.

A művészi kovácsolás századunk 30-as éveire elveszítette jelentőségét, a kézi kovácsolást a gép váltotta fel, az építés módjának forradalmi átalakulása a lakatosszerkezetek formaváltozását, ipari gyártását, gépi megmunkálását vonta maga után, és a kovácsművesség az épületeknél teljesen háttérbe szorult.

A régi kézműves eszközökkel formált szerkezetek díszitik szerte a várost és bizonyítják, hogy a századfordulón és utána még egy-két évtizedig hazánkban és főleg fővárosunkban európai szintű kovácsművészetet műveltek. Ez az emlékező írás szolgáljon arra is, hogy iparművességünk történetében nevüket feljegyezzék és személyükről a feledés ködét eloszlassák.

IRODALOM

[1] Adatokat közöl erről Nolipa István Pál: A 175 éves Képző- és Iparművészeti Gimnázium jubiláris évkönyve. „Művelt Nép" Tudományos és Ismeretterjesztő Kiadó Bp. 1955.
[2] *Bor Pál:* Új iparművészet Párizsban. Magyar Iparművészet 1928. p. 19.
[3] Magyar Iparművészet 1928. p. 115—116.
[4] Ép. Ipar. 1904. nov. 20. p. 343.
[5] *Dr. Ladányi Miksa:* A magyar ipar almanachja Bp. 1932. p. 83.
[6] MMÉ. E. Heti értesítője Bp. 1898. XVII. évf. p. 239. Kép p. 238.
[7] Komáromban nyugvó szülei sírjára készített művészi kivitelű sírráccsal nyerte el az aranykoszorút. *Ladányi* i. m.
[8] *Lohász János:* Szemelvények ipartestületünk 50 éves múltjából. Lakatosmesterek Lapja 1936. ápr. 9. p. 13.
[9] *Látrány* 1852. ápr. 17. — Budapest 1938. márc. 31. Lakatosmesterek Lapja 1938. ápr. 10. p. 5.
[10] 1885. Temesvár aranyérem, 1896. Budapest milleniumi nagy aranyérem, 1900. Párizs elismerő oklevél, 1932. Testületi díszoklevél 80. életévének betöltése alkalmából, 1934. Orsz. Iparoskongresszus elismerő oklevele.
[11] Vasárnapi Újság 1910. 57. évf. 16. sz. p. 344. (Világos 1840 — Budapest 1910. ápr. 8.)
[12] Lakatosok Lapja 1898. ápr. 15. p. 2.
[13] *Edvi Illés Aladár:* Vasművesség az ezredéves kiállításon MMÉE közl. 1897. XXXI. kötet V. füzet p. 225—238.
[14] *Menye Lepter Jánosné* közlése (Szepesstrázsa 1855. okt. 5. — Budapest 1934. okt. 18.)
[15] Budapesti Cím- és Lakjegyzék 1912.
[16] Vállalkozók Lapja több évfolyamának versenytárgyalási hirdetményei, ill. eredményei.
[17] Pester Lloyd Kal... 1866. p. 84. *Schmelheger Ferdinánd Fest.* Garnisonskircheplatz 101.
[18] *Lohász i. m.*
[19] Lakatosmesterek Lapja 1930. aug. 25. p. 3.
[20] Építő Ipar 1904. p. 337.
[21] Vállakozók Lapja 1898. júl. 13. p. 4. Budapesti ev. ref. egyház Budán épületét *Sándy Gyula* tervezte. Lakatos munkát ő végezte I. Szilágyi D. tér 3.
[22] *Sima János* közlése (*Sima Henrik* Nagykőrös 1871 — Budapest 1907.)
[23] Az 1896-iki Ezredéves Országos Kiállítás Közleményei 32. sz. 1896. nov. 15. p. 1536.
[24] *Kövesi András:* Pest-Buda utolsó klasszikus és első modern vaskovács művese: *Bieber Károly:* Élet- és Tudomány 1972. 1. sz. p. 24—29. *Wahlfart* mestert említ -(helyesen Wohlfahrt, vagy *Wohlfart.* Pester Lloyd Kalender 1859—1867. Adressen Kalender von Pest, Ofen... 1867—1880-ig).
[25] Budapesti Cím- és Lakjegyzék 1890. p. 376.
[26] *Pereházy Károly—Bieber Károly:* Képzőművészeti Alap Kiadó Vállalata 1975. p. 6.
[27] *Bieber Károly* ma is őrzi mesterének vázlatfüzetét.
[28] *Pereházy Károly* i. m. p. 14.
[29] Budapesti Cím- és Lakjegyzék 1905. p. 788.
[30] Magyar Iparművészet 1907. p. 300.
[31] *Dr. Váry István—Heltay Nándor:* Kecskemét jelesei. Aranyhomok kiskönyvtár. 1968. p. 83. így ír: „*Tiringer Ferenc* (Sárbogárd, 1875. november 25. — Kecskemét 1947. október 17.) Aranykoszorús lakatosmester. Az ő műhelyét, művészetét dicséri a városi fürdő, az Újkollégium, a múzeum és a barátok udvarának kovácsoltvas kapúja is. Külföldről is sok megbízást kapott. Kecskeméti Lapok, 1928. szeptember 27. — Petőfi Népe, 1959. október 18."
[32] *Ladányi i. m*
[33] A műhelyben dolgozott két segéd fia is: ifj. *Tiringer Ferenc* ötvös iparművész és műlakatos segéd (Kecskemét 1911. dec. 12. — Kecskemét, 1972 máj. 17.) és *Tiringer Lajos* gépésztechnikus és műlakatos segéd (Kecskemét, 1913. jún. 15.).

Könyvismertetés

Sárádi Kálmán: **Művészi kovácsolás** 408. oldal Műszaki Könyvkiadó 84.—Ft.

A közelmúltban jelent meg *Sárádi Kálmán* a Budapesti Felsőipariskola, majd Technikum gépészmérnök-tanárának tollából a Művészi kovácsolás c. kötet 2. bővített kiadása. A könyv rendeltetése kettős, mert a művészi ipar készítményei iránt érdeklődők a sok érdekeset olvasva és a sok szép kézműremeket képen látva, számos korábban látott kovács-alkotást felismerve gyönyörködhetnek ezekben, és mert a vasművesség művelői a könyvet szakkönyvként használhatják.

A könyv avatott előszó után nyolc fő fejezetre oszlik. Az 1. rész a díszítő vasművesség múltját, koronkénti tagozódását, jelenét és jövőjét ismerteti. A II. részben a szemet gyönyörködtető díszítő és használati tárgyak alapanyagáról kap tájékoztatást az olvasó. A III. rész a tervezéssel, a kivitelezéssel kapcsolatos irányelveket írja le.

A melegalakításról általában, a kovácsolás berendezéseiről, szerszámairól és mérőeszközeiről és az acél képlékenységéről, továbbá az alkalmazott műveletekről és a felületmegmunkálásról szól a IV. rész. Ez a fejezet alkotja az anyag törzsét. Az V. rész a külső felületek védelmével és tetszetős időtálló kezelésével foglalkozik. A VI. rész a díszítőelemeket ismerteti szövegben és rajzban. A szöveges részt olvasva és a hivatkozott rajzokat figyelve szinte a szemünk előtt alakulnak ki az izzó vasdarabok ornamentikává. A VII. rész 3-féle kötést mutat be, éspedig a szegecskötést, a bujtatást és a kötegelést. A VIII. rész a könyvben bemutatott alkotásokat sorolja fel jegyzékben. Megadja a művészi darab helyét — ahol látható —, alkotója nevét, az alkotás évszámát. Kb. 170 oldalon jól sokszorosított fotók teszik élvezetes, művészi képeskönyvvé a szakkönyvet. A hazai mesterek sok értékes alkotása mellett sok külföldi művészi darab is látható. A könyv igényes kiállítása, szép színei gyönyörű fotói a Műszaki Könyvkiadó jó munkáját dicséri.

Latinák István

Az Ózdi Vasmű az 1929—33-as világgazdasági válság és a válságból való kilábolás időszakában

Dr. RÉTI LÁSZLÓ kandidátus, egy. docens
József Attila Tudományegyetem, Tudományos Szocializmus Tanszék, Szeged

DK:669.16.013.5 Ózd 338.974„1929/1933"

A szerző elemzi 1929/33-as világgazdasági válság hatását az ózdi vasmű termelésére. Ismerteti az értékesítési nehézségeket, az export visszafejlődését, valamint a Rimamurányinak a balkáni piacok megtartásáért folytatott küzdelmét. Ismerteti a dolgozók munka- és életkörülményeinek alakulását, a munkáslétszám lecsökkenésére vonatkozó adatokat. Leírja a termelő berendezéseknek a válságot követő években végrehajtott korszerűsítését, végül ismerteti a termelés felfutását.

A tőkés világ részeként a magyar nemzetgazdaságot mélyen megrázó 1929/33-as válság, miként az újratermelési ciklus (hosszan, lényegében 1935-ig elhúzódott stagnációs, 1937-től pedig már) recessziós tendenciákba torkollott periódusa — a depresszió elmélyülésének üteme, intenzitása és hatása, továbbá a kibontakozás módja, módszerei és eredményei tekintetében — az általános vonások mellett iparági-üzemi sajátosságokat is hordozott.

Az ózdi vasmű [1] helyzetére az általunk tárgyalt válságciklusokban döntő befolyást gyakorolt, hogy Magyarország e kiemelkedően fontos kohászati centruma a kelet—közép-európai jelentőségű Rimamurány—Salgótarjáni Vasmű Rt. termelő szervezetének magjaként hatalmas erőforrásokra támaszkodhatott.

Tevékenységében, centrális helyzeténél fogva, különös élességgel tükröződtek a hazai és a világgazdaság „sorsfordulatai", mely hatásokra a vasmű legfelsőbb vezetése a konszern egész bonyolult érdekrendszerének, „mozgósításával" reagált.

A Rimamurányi igazgatótanácsa, a világgazdasági válságtól teremtett rendkívüli viszonyokon a megrázkódtatás katasztrofális elmélyülésének meggátlásával kívánt úrrá lenni. A negatív hatások csökkentése végett a termelés lehető tervszerűségének biztosítására, az önköltségi mutatók — főként takarékosság útján történő — javítására, általában a vasmű pénzügyi konszolidáltságának megóvására törekedett. Üzletpolitikáját az új feltételekhez igazodó kartell-rendszer keretein belül nagyfokú, a pozíciók átmentését, sőt megerősítését célzó eredményes aktivitás jellemezte. Lépéseket tett a munkásság felett gyakorolt kizárólagos hatalmának csorbítatlan fenntartására is.

E vezetési koncepció gyakorlati sikerét bizonyította, hogy a vállalat már a megélénkülést hosszan „bevezető" stagnációs periódusban eredményeket ért el. A német orientáció megerősödésével Magyarországon is megindult fegyverkezés 1935-től a konjuktúra új elemeként jelentkezett. A mármár fellendülésbe való átcsapást azonban újabb válságjelek akasztották meg. A vasmű vezetése, korábbi gyakorlatának megfelelően felelősséggel számolt a kritikus idők adott és várható alakulásával. Előrelátásról és bátorságról tett tanúságot, amikor a termelés jelentős bővítését, a gazdálkodás rentabilitásának növelését szolgáló beruházásokba és rekonstrukciókba kezdett; új, autarch vonásokat hordozó anyag- és energiagazdálkodás alapjait vetette meg.

A válság hatása a termelésre

Az 1929-ben kirobbant válság, a világgazdaság addigi legnagyobb megrázkódtatása, Magyarországon is súlyos helyzethez vezetett. Az árak estek, a termelés zuhant, a munkanélküliség tömegessé vált. A válság kiterjedt a mezőgazdaságra, a pénz- és hitelügyre. A belső- és a külső piacok tőkés nyelvezettel élve, „elgyengültek", vagy átmenetileg elvesztek. Az ipari válság leginkább a centrális helyzetű, erősen monopolizált vas- és fémipart sújtotta: Magyarországon 1932-ben nyersvasból 90, vasércből pedig 80%-kal termeltek kevesebbet, mint 1929-ben [2].

A rendkívüli körülmények hatására Ózdon csupán „a halasztást nem tűrő" beruházásokat fejezték be. A szénbányákra (elsősorban a somsályi feltárásokra) még 0,9 millió pengőt fordítottak, de a mélyfúrásokat beszüntették. A durvahengerműben átépítették a blokksort, beindították a vasalj gyártást, a kazánház gázvezetékeit kicserélték, s üzembe állították a Salgótarjánból Ózdra szállított elektroacél-kemencét is... Az egyes ágazatok termelése azonban „a rendelésektől függően már lépésről lépésre csökkent" [3].

A szén- és vasérchozam 1930—31-ben az 1929-es bázisévhez 25,3 továbbá 45,2%-kal zuhant, az önköltség pedig 4,8, illetve 2,7%-kal emelkedett. A leállítások és redukciók miatt hatszáz „felesleges" bányászt bocsátottak el. A foglalkoztatottak is hetente csak három-négy napot dolgozhattak, de a szén egy része pl. így is eladásra került. A visszaesés (üzemáganként változó arányban) 0—70% között mozgott. Nyersvasból pl. három, majd az esztendő utolsó negyedében két kohóval — éves átlagban — naponta csupán 300 t-t termeltek, 38%-kal kevesebbet, mint 1929/30-ban. A 10 SM-kemencéből is csak három, de legfeljebb hét üzemelt. Tizenkét havi átlagot véve, havonként mindössze 7000 t acélt csapoltak, ami a válság előtti évhez 77%-os zuhanást jelentett. A nyersvas önköltsége 4, a nyersacélé 2%-kal emelkedett. A féltermék- és a készárugyártás egyetlen év alatt 36, ill. 25; a készáruszállítás 25, a féltermék eladás pedig 44%-kal esett [4].

1931/32-ben a vasérc-, a nyersvas- és nyersacéltermelés újabb 32, 25, ill. 3%-kal csökkent. Ugyanakkor a két utóbbi termék önköltsége a koksz- és az ócskavasárak kedvezőbb alakulásával 4, ill. 13%-kal javult. A széntermelés, lévén, hogy az eladások átmenetileg nőttek, 4,4%-kal emelkedett, ám 1932/33-ban már e téren is újabb 17%-os zu-

1. táblázat

A Rimamurányi, ill. az ózdi vasmű főbb termelési adatai (ezer t-ben) 1929—1933 között

Megnevezés	1928/29	1929/30	1930/31	1931/32	1932/33	Csökkenés %-ban
Szén	580	510	390	400	330	43,1
Vasérc	570	590	410	280	180	68,4
Nyersvas	240	240	160	110	50	79,1
Nyersacél	350	300	190	190	100	71,4
Blokkcágli	140	140	80	80	40	71,4
Hengerelt acél és platina	80	40	30	30	20	75,0
Durvasori idomvas	40	30	20	30	10	75,0
Durvasori lemez	10	20	10	10	4	60,0
Finomsori készáru	100	90	80	60	40	60,0

hanás következett be. A vasérchozam további 35%-kal esett. A nyersvasgyártás 1929-hez 29, 1931-hez pedig 49%-kal csökkent *(1. táblázat)*. 1932/33-ban már csak egy kohó, s csupán két SM-kemence üzemelt. A készáruk önköltsége nőtt, a szállítások közel 45%-kal maradtak az előző évi mögött. 1933-ban a termelőkapacitásnak csupán 25%-át hasznosították; nyersvasból és nyersacélból pl. 70%-kal gyártottak kevesebbet, mint 1929-ben [5].

Az üzleti kapcsolatok újjászervezése

A válság kiterjedtsége miatt a belső piac jelentősége nőtt. Kizárt volt ui., hogy a kereslet elgyengülését a nemzetközi aktivitás fokozásával ellensúlyozzák. A monopóliumok versenye éleződött, s a kvótaelosztás összecsapásokhoz vezetett a magyar kartellben is.

A válság ugyanakkor fokozta a termelők egymásra utaltságát. A kartell-rendszer fennmaradását tehát nem fenyegette veszély. Ellenkezőleg. A nagykereskedelem függetlenségi törekvéseinek letörésére pl. nagyarányú támadás bontakozott ki. A vas- és fémipari termelés 96%-át ellenőrző kartellek hatalmának kiterjesztését az állam — mint ez szerte Európában történt — inkább segítette, mint gátolta. Így az uralkodó osztályok főként agrárius köreitől sürgetett kartell-ellenes törvény 1931-ben regisztrálási kötelezettséggé szelidült [6].

A Rimamurányi, a belső piac fokozott kiaknázására, s arra törekedett, hogy nemzetközi pozícióját a szállítási kvóta újraelosztása során megszilárdítsa, befolyását a Balkánon megtartsa.

Célja elérését nehezítette, hogy a környező országok vastermelői is piacvédő kartellekbe tömörültek: 1929/30-ban az előző évi hét pengővel szemben a Rimamurányi már csak öt pengő osztalékot fizetett. Eseti rendelések (pl. a Nemzetiközi Sinkartelltől szerzett román féltermék-export [7]) a termelésre tartós hatást természetesen, semmiképp sem gyakorolhattak.

Az adott körülmények között rendkívüli erőfeszítéseket igénylő vállalati üzletpolitika céljáról és feladatáról szólva *Bíró Pál*, a Rimamurányi elnöke kifejtette: „... a balkáni államokban még a legrosszabb üzleteket is elfogadjuk, mert ott a jövőre nézve akarjuk pozíciónkat megerősíteni. Ez ugyan nagy áldozatokkal van egybekötve, mégis azt hisszük, hogy ennek gyümölcsét a jövőben élvezni fogjuk [8].

A cseh VEREW, az osztrák Alpine és a Rimamurányi alkotta közép-európai vasművek kartelljének (ZEG) küzdelmében végül a Rimamurányi tért nyert, részesedési kontingensét a Bulgáriába, Jugoszláviába és Romániába irányuló össz-kivitel 70%-ában rögzítették. Kétségtelen sikert kiaknázni azonban még nem lehetett, tekintve, hogy a kivitel újabb 30—40%-kal esett, és a mezőgazdasági válságtól sújtott agrárgépipar vasigényének drasztikus csökkenése miatt a belföldi fogyasztás is az előző évi egyharmadára zuhant [9].

Az üzleti kapcsolatokra kedvezőtlenül hatott, hogy a vállalat, idegen fizetési eszközökkel — a világháború óta valutaszerzés céljából folytatott saját szervezésű élelmiszer-exportja ellenére — csak alig rendelkezett. Ezért pl. 1933 júliusában majd kétmillió pengős szovjet durvalemezrendelésről (!) volt kénytelen lemondani [10].

S bár 1932-re a vasmű banktartozásai már 5,7 millió pengőre nőttek, a Rimamurányit Közép-Európa pénzügyileg egyik legkonszolidáltabb kohászati üzemeként tartották számon. Tartozásai „eltörpültek az osztrák, a német, vagy akár a cseh vállalkozásokéi mögött..." Az igazgatóság bízott abban, hogy e helyzet fenntartásával „mégis csak sikerülni fog... a kataklizmából ép bőrrel kikerülni..." [11].

1931/32-ben azonban a belföldi értékesítés az előző évhez még újabb 20, 1928/29-hez pedig 48%-kal esett. Az 1932/33-as üzletév volt a mélypont: „példa nélküli kedvezőtlen eredményt értek el".

Az árueladás további 28, a bázisévhez 61%-kal zuhant [12].

A válság kényszerítette a legnagyobb magyarországi vasműveket, hogy közösen keressék a „túlélés" módozatait. A belföldi verseny korlátozását szükségesnek ítélték, ám a kvótakeretek megállapítása, s ezzel összefüggésben a profiltisztítás kérdésében már nem volt közöttük egység.

Végül, 1933. szeptember elsején a Rimamurányi és MÁVAG megállapodást kötött. Szabályozták a vállalatok részesedését, együttműködését a profiltisztítás, az anyagbeszerzés, a külföldi versenynyel szembeni közös fellépés, valamint az értékesítés területein. Úgy döntöttek, hogy a vasfeldolgozóipar exportját — a közvetett kivitel serkentésére — kedvezményes árszabással támogatják.

Az 1936-ig hatályos megállapodás (betartására a kartell-tevékenységet koordináló Nyilvántartó Iroda ügyelt) előírta, hogy a nagyobb rendeléseket

a két vállalat egymás közt felosztani köteles. A Rimamurányi—MÁVAG-egyezmény [13] volt a legszorosabban szervezett kartell a magyar vasiparban: szabályozta a főbb áruk termelési és eladási kontingensét, valamint az árakat is. A szerződést hatékonyabbá tette, hogy 1931-ben a Rimamurányi, a WM és a MÁVAG az 1930-ban megingott ócskavas-megállapodás helyébe is 1938-ig érvényes bevásároló kartellt alakított, mellyel nyomást gyakoroltak az áresést kivitellel ellensúlyozni törekvő Vastermék Rt-ra is.

A Rimamurányi, főként a Balkánon, expanzív üzletpolitikát folytatott. Pozíciót az itt szerveződött monopolista csoportokkal szerződésekben is elismertetni törekedett. Tekintve, hogy a vállalat tengeren túlra (a Közel-Keletre és Dél-Amerikába) irányult szállításai mind a direkt, mind az indirekt relációban veszteségesek voltak, különös jelentősége volt, hogy fokozott balkáni érdekeltségét a ZEG-ben (csehszlovák, osztrák és magyar vasművek kartellje) elfogadtassa, illetve, hogy e közép-európai csoport alkotójaként jugoszláv és román vasművekkel eredményes megállapodásokat kössön.

Ezen üzletpolitikai koncepció megvalósításában kiemelkedő helyet kaptak a feszült légkörű 1930. január 20-i, illetve az 1931. január 21-i bécsi, valamint az 1930. február 19-i prágai tárgyalások, melyek eredményeként a ZEG Jugoszláviába, Romániába és Bulgáriába irányult összes szállításainak 36%-át (a korábban volt 29%-kal szemben) az ózdi gyár kapta. A Balkán-centrikus kartellhálózat kiépítésének további lépéseként a közép-európai csoport 1932-ben — területvédő egyezményt kötött — a jelesebb román vasgyárakkal: a Resicai Vasgyár, a Titán, Nadrág, Kalán Vasművek-kel, szintúgy a Goldberg Művekkel; majd 1933-ban a négy nagyvállalatot egyesítő Jugoszláv Vasművek kartelljével a hengereltáru-szállítások kontingentálásában, s az árak „összehangolásában" állapodott meg [14].

A dolgozók munka- és életkörülményei

A válság hatására a dolgozók szociális helyzetében a szakmai rétegződéstől ágazatonként is meghatározott mértékben és ütemben általános rosszabbodás ment végbe.

A vállalat a piac elgyengülésére, majd összeomlására a „legkönnyebben pótolható" képzetlen bányászok, ill. – amint az ózdi vasmű adatai mutatják — a hengerművek segéd- és a betanított munkásainak elbocsátásával reagált [15] *(2. táblázat)*.

A Rimamurányi-üzemekben dolgozók összlétszáma 1929 és 1933 között 31, Ózdon 36%-kal csökkent.

A melegüzemi szakmunkások (a kohászok, a martinászok és a hengerészek stb.) „összetartására" törekedve a vállalatvezetés, az addig volt 12 órás munkaidő 8 órára való csökkentését rendelte el. A depresszió elmélyültekor a termelést, már így is általában heti két napig szüneteltették [16].

Az üzemidő-kiesést bércsökkentés követte. Az ózdi munkásság évi átlagkeresete a válság évei alatt 38%-kal zuhant. A gyári dolgozók 1929-ben ugyan még „másfélszer annyit, havi 320 órát, dolgozhattak, mint külföldi társaik", ám óránként mindössze 35—40 fillért, de legfeljebb napi öt pengőt kaptak, holott egy öttagú család megélhetéséhez a Szakszervezeti Tanács adatai szerint heti 73,3 pengőre volt szükség [17].

A munkásság gazdasági helyzetét alig befolyásolta az, hogy a vállalat (1931 és 1933 között) a biztosítással egybekötött szociális segélyek összegét másfél százalékkal emelte. Az igazgatóság „természetesnek" vette, hogy a dolgozók „hangulata... igen nyomott". Az elégedetlenség kitörését közmunkák szervezésével próbálták megelőzni. *Bíró Pál* beszámolójából tudjuk, hogy „csupán az ózdi járásból cca háromezer) (az ország ipari munkanélkülijének közel 2%-a), családtagokkal cca tízezer ember volt ellátatlan", akiknek legtöbbje a közmunkák és az ún. „téli hatósági húsakciók nélkül... éhenhalásra lett volna kárhoztatva" [18].

Az üzemi tisztviselők jövedelme 1927-hez, részben a szállításokkal összefüggő jutalékok elmaradása miatt 15—30, 1929-hez pedig 40—50%-kal csökkent. A 130—140 altiszt fizetése 17—20, jövedelme 20—30%-kal esett, s közülük 1931-ig 27-et bocsátottak el. A vállalat e téren „különösebb tennivalót nem látott", viszont a központi igazgatás alkalmazottainak jövedelmét az 1927-es szinten kívánták tartani. Tekintve azonban, hogy „e körülmény az alsóbb kategóriákban érthető nyugtalanságot okozott", az irányító apparátusban dolgozók fizetését később csökkentették 15%-kal [19].

A válság pénzügyi zavarokat okozott a tisztviselők életviszonyait közvetlenül befolyásoló Tiszti Nyugdíjintézet gazdálkodásában is: az 1931. július 15-től érvényes tiszti nyugdíjintézeti alapszabályzat a nyugbérhozzájárulást a korábbi

2. táblázat

A munkáslétszám és a munkabér alakulása 1929—1933 között

Üzemév	A Rimamurányi összlétszám	Munkáslétszám Ózdi „Hengergyárban"				Évi átlagbér (P.)	
						Összüzemi	„Hengergyári"
		férfiak	nők	tanoncok	együtt	átlag	
1929/30	13 552	3049	76	42	3167	1514	1584
1930/31	11 915	2926	43	33	3002	1288	1327
1931/32	10 641	2580	43	33	2656	1115	1154
1932/33	9 321	2476	40	33	2549	961	1014
Csökkenés %-ban	31,2	18,8	47,4	21,5	19,5	36,5	35,9

3. táblázat

A Rimamurányi üzemeiben végzett beruházások és rekonstrukciók költségei (eP-ben) 1933—1938 között

Üzemágak	1933/34	1934/35	1935/36	1936/37	1937/38	Együtt
Bányák	535	565	617	387	1364	3 468
Kohók	19	74	2250	2654	261	5 258
Gyárak	118	150	1160	2101	3784	7 313
Összesen	672	789	4027	5142	5409	16 039

8%-kal szemben, már az alapfizetés 10%-ában határozta meg [20].

„A munkásviszonyok Ózdon a válság éveiben — vallják az igazgatótanácsi jelentések — mindvégig nyugodtak voltak." A dolgozók mindennapjait is éber figyelemmel kísérő gyárvezetés („... számontartotta, ha a kalap nem elég szívélyesen emelkedett le a fejről és nem megfelelő távolságig lendült" [21]) elsősorban a helyi és az országos mozgalom közé emelt mesterséges válaszfal áttörésére újabb kísérletet tevő SZDP távoltartására, a párt és a munkásság közötti tartós kapcsolat meggátlására, s — miként a Vas- és Fémmunkások Központi Szövetségének 1930. évi jelentése kiemelte — szakszervezeti csoportok létesítésének megakadályozására törekedett. E célok elérését megkönnyítette, hogy (bár a Népszava — előfizetőit a Rimamurányi üzemeiben külön számontartották! — tudósításokban, riportokban foglalkozott az ózdi dolgozók életkörülményeivel) a vállalat nagyszámú, „egészséges és erkölcsileg kifogástalan", alkalmaztatását beadványokkal hasztalanul kérő munkanélküli között válogathatott [22].

Az SZDP a Rimamurányi lakótelepein élő munkásság felett gyakorolt kizárólagos tőkés ellenőrzést áttörni nem tudta. A már elmondottak mellett része volt ebben annak is, hogy az (1930. április 18-án, majd ugyanezen év július elsején) Ózdra látogatott szociáldemokrata vezetők, *Peyer Károly*, *Csapó Sámuel*, később *Propper Sándor*, választási beszédeikben ugyan országos jelentőségű kérdéseket érintettek, így pl. a munkanélküliség, a munkáselbocsátások, a nyolcórás munkaidő, a Bedaux-rendszer és a kartellek elleni harc, továbbá a demokratikus választójog problémáját; ám a dolgozók szervezésével összefüggő konkrét, helyi viszonyoktól meghatározott feladatokról nem szóltak [23]. Az ózdi, s általában a rimai munkásságnak az országos mozgalomtól való elszigeteltsége fennmaradásában, mint további tényezőt kell figyelembe venni, hogy a vállalat sok évtizedes szociálpolitikájának alapja, az anyagi és a személyi kötöttségek — egyletekből szervezett — bonyolult rendszere a válság egész időtartama alatt lényegében érintetlen maradt.

A termelőbázis kiszélesítése és korszerűsítése

A gazdaság hosszú stagnálása után, 1935-től az áruforgalom felgyorsult, a kereslet nőtt, a termelés görbéje emelkedett, s a már-már fellendülésbe csapó megélénkülés határozott jegyei voltak megfigyelhetők.

Az ózdi vasmű, hogy a fokozott követelményeknek megfeleljen, kiterjedt rekonstrukciókba és beruházásokba kezdett. A műszaki irányítás élén *Zorkóczy Samu*, halála után *Quirin Leó* állott [24].

A termelőbázis kiszélesítésére és korszerűsítésére 1931 és 1939 között mintegy 20 millió pengőt fordítottak, s ennek 73%-át 1935-től 1938-ig használták fel. A költségek nagy részét a belső felhalmozásból finanszírozták. A Rimamurányinak a Wiener Bankverein-nél és a Kereskedelmi Banknál fennállott tartozása hat év alatt 3,5 millió pengőről 1937/38-ra 1,8 milliióra csökkent [25].

Az említett költségkeret 27%-át a bányászatba invesztálták. A kohókra 5,3, a gyárakra pedig 9,3 millió pengőt fordítottak. Az 1935-től végzett beruházások és rekonstrukciók ütemezésében kisebb periódus-eltolódások voltak *(3. táblázat)*. Ebben a pénzügyi eszközök korlátozottsága, s az játszott közre, hogy 1935-től már jórészt a fegyverkezéshez kötött konjunktúra intenzív kohászati termelést feltételezett, a vasércbányák egy része a Rozsnyó, ill. Jászó környékiek viszont csak 1938-ban kerültek ismét a vállalat közvetlen hatáskörébe.

1936 és 1938 között történt az elektroacélgyártás fejlesztése, a hengerművek és az energiaközpontok fokozott kiépítése, korszerűsítése. A 20 milliós költségkeret (48%-át az ózdi gyárba invesztálták!) 52%-át ezen esztendőkben használták fel. Villamosításra 1937-ben 1,8 millió pengőt fordítottak. Az ózdi vasmű villamos erőműve (1913-ban alapított Ózdi Villamosenergia Rt.) 11 ezer kWó-s gőzturbinát, két nagyteljesítményű kazánt és új központi kapcsolóberendezést kapott. Ötmillió pengős költséggel bővítették az erőműtelepet és kiépítették a Sajóparti Vízművet [26].

Ózd négy kohója (egyikét 1938-ban 514 ezer pengő ráfordítással átépítették) ebben az időben az ország nyersvasgyártásának 82%-át adta. Az acélművet két elektrokemence beállításával korszerűsítették. 1937 elején — a betétanyag-ellátás javítására — a három legnagyobb magyarországi vasmű (a Rimamurányi, a MÁVAG és a Weiss Manfred) a Salgótarjáni Kőszénbányával közösen Zagyvarónán ferroszilícium gyárat alapítottak [27].

A kohó- és az acélmű korszerűsítése a hengerüzem rekonstrukciójával járt. E célra 1936 és 1938 között 3,6 millió pengőt fordítottak. Átépítették az abroncssort, s a kibővített finomhenger-

mű újabb raktárcsarnokot is kapott. A mélykemencesor modern darui részére új pálya épült [28].

A termelés felfutása

A vállalatvezetés a vasérc-, a szénbányászat és a kohászat egyidejű fejlesztése mellett intézkedett az idegen eredetű üzemi anyagok felhasználásának korlátozásáról, vásárlásuk teljes leállításáról is [29].

Adataink szerint a Rimamuránvi üzemek évenként mintegy 38,3 millió pengő értékű alap-, segéd és adalékanyagot fogyasztottak. Vasércet importáltak Jugoszláviából, ócskavasat Dániából, ferromangánt Németországból és Svédországból; a dolomit és az égetett magnezit Csehszlovákiából, az ón Angliából, a horgany Lengyelországból (Katowicéből) érkezett. 1935-től átmenetileg nőtt a Németországból származó koksz-, nyersvas- és vasércimport, s így a vállalat konjukturális nyereségre tett szert *(4. táblázat)*.

A ténylegesen felhasznált összes bel- és külföldi anyagok mennyisége — ötéves átlagban — mintegy évi 95 ezer vagonrakományra rúgott. Ennek 63%-a vasérc, 25%-a koksz, 5%-a nyersvas, 3%-a ócskavas, 4%-a adalékanyag és más üzemi segédanyag volt. Kb. 4 millió pengő értékű (cca 340 et) volt a szén, s közel 1,5 millió pengő értékű (mintegy 32 millió kWó) a villamosenergia felhasználás. Összehasonlításként megemlíthetjük a készárueladások számlaértéke ugyanakkor éves átlagban — 110—120 millió pengő között mozgott [30].

Ózdot elektromos energiával a kohóüzemmel kapcsolatos Ózdi Villamos Rt. látta el. A centrálé nyolc energiatermelő géppel, hat — együttesen 2240 m² fűtőfelületű — gőzkazánnal, ugyanennyi 200 LE-s kohógázmotorral, huszonnégy transzformátorral és két — együttesen 14 000 LE-s gőzturbinával rendelkezett.

Az erőmű 26 200 kW (56,3 millió kWó) teljesítményre volt képes. Áramfejlesztésre porszenet és kohógázt használtak. A 3×8 órás műszakokban 124 dolgozót foglalkoztató erőmű birtokolta az elosztóhálózatot is. Az ózdi gyár évi 211 ezer, a nádasdi mintegy 30 ezer kWó-nak megfelelő energiát igényelt.

A köz- és magánfogyasztásra, világításra, vagy ipari célra történt áramszolgáltatás ellenértékeként befolyt jövedelem 1937-től évi 2,2 millió pengőt tett ki [31].

Az energiahordozók között vezető szén termelése a válság után csak lassan nőtt; 1935/36-ban pl. a bázisévi teljesítmény alig 88%-át érték el. Ekkor, főként az acél- és a hengerüzem energiaigényének, következésképp a Villamosmű szénszükségletének emelkedésével a termelés felfutott, s 1937/38-ra már 12%-kal túl is haladta a tíz év előtti szintet.

1934/35-ben a 400 et szén még közel 100%-át hasznosították. Viszont három évvel később a 650 et-ra nőtt termelésnek csupán 51%-át vették igénybe. A villamosítás előrehaladásával ui. az üzemek szénigénye 1933 és 1938 között 20%-kal csökkent.

Az 1938-ig feltárt vállalati szénvagyont 36 000 et-ra becsülték. Ennek 97%-a Bánszállás—Cséptelek, ill. Somsály és Farkaslyuk térségében volt. A termelés 10%-át Bánszállás, 36%-át Somsály, 33%-át Farkaslyuk, 15%-át Somsálybánya, 6%-át pedig Kurittyán szolgáltatta. Amíg tehát a szénvagyon 97%-a volt Ózd környékén, a termelésnek csupán 79%-a származott ebből a térségből [32].

A kibontakozó konjuktúra, az import korlátozása, továbbá a jóminőségű jugoszláv érceket kizárólagos hatókörébe vonni készülő német tőke próbálkozásai ösztönözték a vállalati vasérctermelés fokozását.

A Rimamuránvi feltárt érckészlete 26,4 mt volt. A termelés 1935/36-ban — egyetlen év alatt — 61%-kal nőtt, miáltal az 1928/29-es eredmény 73%-át érték el. Két év múlva már 700 et vasércet termeltek, 17%-kal többet, mint a válság előtt.

A vasérc 42%-a Rudabányáról, 58%-a pedig Gömörből származott. 1938-ra a gömöri bányák termelését megkétszerezték, de Rudabányán csupán 8%-os növekedést értek el [33].

Előrehaladt Gömröben az alsósajói, a vashegyi, a dernői (együttesen 10 millió t) ércvagyon feltárása is. 1938-ban, a bányaberendezések korszerűsítésével az önköltség 9%-kal csökkent, ellenben Rudabányán — a mélyfejtés miatt — 9%-kal emelkedett.

Az 1938. november 2-i bécsi döntéssel Rozsnyó, Dernő és Luciabánya 5 millió t ércvagyona, és évi mintegy 220 et-s termelési kapacitása ismét a vállalat közvetlen irányítása alá került [34].

4. táblázat

Betétanyagok raktári ára Ózdon P/t-ban (a német import et-ban, az importnyereség eP-ben) 1933—1938 között

Megnevezés	1933/34	1934/35	1935/36	1936/37	1937/38
Nyersérc, P/t	16,3	14,4	12,5	12,9	12,9
Pörköltérc, P/t	32,9	52,3	29,0	26,9	22,5
Nyersvas, P/t	92,3	78,6	69,6	71,4	77,5
Ócskavas, P/t	66,8	65,2	66,4	67,2	77,8
Koksz (cseh), P/t	37,4	35,1	35,0	35,1	37,5
Német nyersvas, et	—	8,6	50,8	7,5	—
importnyereség, eP	—	195,0	828,0	86,0	—
Német koksz, et	—	47,5	80,9	87,8	—
importnyereség, eP	—	313,0	469,0	474,0	—

5. táblázat

A Rimamurányi, ill. az ózdi vasmű termelési adatai (et-ban; az önköltség P/q-ban, a kapacitáskihasználtság %-ban) 1933—1938 között

Termelés, önköltség	1933/34	1934/35	1935/36	1936/37	1937/38	Emelkedés Csökkenés %-ban
Szén	390	400	510	610	650	+ 66,1
Vasérc	180	260	420	480	700	+ 288,8
Nyersvas	90	130	230	250	280	+ 211,1
önköltség	103,2	96,0	88,9	91,8	100,0	— 3,1
SM-acél	160	190	320	330	360	+ 125,0
önköltség	92,4	79,4	70,9	71,6	77,5	— 16,1
Blokkcágli	130	?	140	200	210	+ 61,5
„Hengerelt acél"	100	100	60	190	200	+ 100,0
Durvasori idomvas	20	20	20	30	40	+ 100,0
Durvasori lemez	6	10	30	30	30	+ 400,0
Finomsori készáru	6	6	:	100	100	+1600,0
Kapacitáskihasználtság, %						
Kohómű	?	46	79	84	96	+ 108,7
Vas és acélgyár	?	48	81	82	91	+ 89,1
Hengerüzem						
finomsorok	?	49	67	82	83	+ 69,3
durvasorok	?	31	33	60	60	+ 93,5

A készárugyártás fokozásához növelni kellett a nyersvastermelést, de csak 1936/37-ben haladták 7,5%-kal túl az 1928/29-es szintet. Nyersvasból 1938-ban 12%-kal termeltek többet, mint a válság előtt.

A koksz 42%-a a Ruhr-vidékről, 5%-a pedig továbbra is Ostravából érkezett [35].

Az acéltermelés helyzetét jól mutatja, hogy 1934/35-ben a martinmű csupán 50%-os terheléssel dolgozott. Két év elteltével a 10 SM-kemencéből viszont már nyolc üzemelt. A termelés 330 et-ra nőtt.

A termelés csupán 7,3%-kal maradt a bázisévi teljesítmény mögött. A lemaradás főként a kemencék javítása miatti üzemidő-kiesésből származott. A martinmű kilencedik kemencéjét 1936/37 második felében állították üzembe. A kemencék napi anyagszükséglete 1040 t-ra rúgott. A betétben 30% volt az ócskavas és 70% a nyersvas aránya [36].

A kohászati termékek önköltsége, mindenekelőtt a saját, s ugyanúgy a belföldi eredetű és az importált anyagok költségtényezőinek emelkedése miatt, folyamatosan nőtt, de csak 1938/39-ben haladta meg a válság előtti szintet *(5. táblázat)*.

A háborús előkészületekből következett, hogy a harmincas évek második felétől fokozódott az ötvözött acélok utáni kereslet. Ózdon 1935/36-ban két villamoskemencét állítottak munkába, ám az elektroacél-gyártás a nyersacéltermelés csupán 0,2%-át, 600 t-t ért el.

A következő esztendőben ez a mutató 1,7%-ra, 5700 t-ra nőtt, majd 1938-ban 1,4%-ra, 5200 t-ra esett [37].

A hengermű lényegében már 1934-től a válság előtti szinten termelt. A munkáslétszám folyamatos emelkedése a megélénkülést tükrözte. A tizenkét órás műszakváltással dolgozó sorozatok — időszakunkban — évenként mindössze 14 napot álltak: kilencet munkahiány, ötöt pedig leltárszünet miatt. A fokozottan igénybevett gyáregységet az áruminőséget is javító villamosítással korszerűsítették. A motorok teljesítménye 1929-hez viszonyítva 1938-ra 21,5%-kal emelkedett. Összehasonlításként megjegyezzük, az ózdi hengerművek villanymotor-parkja az ország vas- és fémipari erőgépeinek együttes teljesítményéből 18,5%-ot képviselt [38].

A gazdálkodás rentabilitása

A vállalat, termékeinek nagy részét a hazai piacon értékesítette. A belföldi szállítások pengőértéke 1935-től ugrásszerűen nőtt. A direkt és az indirekt kivitel is meglehetős kiegyensúlyozottan emelkedett, bár a mérlegek jelentős nyereséget ebben a relációban csak 1937/38-ban mutattak ki. Korábban ui. a piacok „áldozatokkal történt megtartása", érthetően, a nyereség visszaesésével járt [39].

A készáru 70—74%-át, s a féltermék 2—10%-át belföldön értékesítették. A készáru-export 1937-ben az újabb válságjelek hatására túllépte a 30%-ot, de a győri program beindulásával az értékesítés korábban kialakult „földrajzi megoszlása ismét helyreállt".

Az árak, néhány fontosabb termék hiánytalan adatsora mutatja, az önköltségnél — időszakunkban — magasabbak voltak. 1934-ben volt legmagasabb a termelési és legalacsonyabb az eladási árszint. A vállalati gazdálkodás számára optimális arány e mutatók között a megélénkülés kifutásakor, 1937-ben alakult ki [40].

A piac viszonylag gyorsan telítődött. A forgalom értéke 1937-ben, egyetlen év alatt még 21, de 1938-ban már csak 12%-kal nőtt *(6. táblázat)*. A vasművek versenye éleződött a hazai és a külső piacokon is. A WM jórészt a csőexportban próbált előnyökhöz jutni. A Rimamurányi fokozta aktivitását az IWCO-ban, a Nemzetközi Hengerhuzal Kartellben, melyhez (adataink szerint) 1932-ben csatlakozott [41].

6. táblázat

Áruforgalom és vállalati nyereség 1934—1938 között

Üzletév	Készáru			Féltermék			Belföldön realizált	Direkt	Indirekt
	Összeladás %-ában	Belföldi	Külföldi	Összeladás %-ában	Belföldi	Külföldi		exportból	
		eladás %-ban			eladás %-ban		tiszta nyereség eP-ben		
1934	85,77	70,63	29,37	14,23	8,31	91,69	3 200	55	28
1935	73,48	75,58	24,22	26,52	1,24	98,76	4 500	400	17
1936	69,32	70,12	29,88	30,68	1,55	98,55	7 900	626	89
1937	79,82	66,98	33,02	20,18	8,44	91,56	8 900	1500	150
1938	81,70	73,82	26,18	18,30	10,24	89,76	10 100	2800	246

Az ózdi gyár főként Jugoszláviába, Romániába, és Bulgáriába irányult kivitelének döntő része féltermékekből állott. A direkt és az indirekt export együttes értékaránya az összeladásban 1933 és 1935 között 36, 48, ill. 47%-ot tett ki, majd az 1935/36-ban volt 43,5%-ról — egy évvel később — 34%-ra esett. A jövedelem-csökkenést a vállalat a készáruszállítás fokozásával próbálta ellensúlyozni. E megoldást ösztönözte, hogy amíg az árak belföldön jórészt változatlanok voltak, külföldön általában 14%-kal emelkedtek [42].

A gazdálkodás jövedelmezőségét növelte a nyersvas - és széneladás, valamint az idegen részvények után befolyt jövedelem is. A bruttó-nyereség emelkedett, s az osztalék 1936-tól a válság utáni legmagasabb szinten stabilizálódott [43].

Munkaviszonyok az ózdi vasműben

Ózdon, a válságot követő újabb ciklus szakaszaihoz igazodva, főként a hengerműben dolgozók létszáma emelkedett.

A névleges bérek, mint országosan, még 1938-ban sem érték el az 1929-es szintet, bár az összüzemi bérátlag az iparágihoz közeledett. Ha az 1938-as vállalati átlagbért (és munkáslétszámot) az 1934-es állapotokkal vetjük egybe, nyilvánvaló, hogy a munkába állítottak többsége alacsony bért kapott. Vagyis, a növekvő profit jelentős része a nagyrészt képzetlen dolgozók fokozott kizsákmányolásából származott *(7. táblázat)*.

A munkásság bérkategóriák szerinti rétegeződését mutató (1938-as) adatsor első helyén 67 fillér

7. táblázat

Munkáslétszám és munkabér alakulása 1933—1938 között

Üzemév	Munkáslétszám			Összüzemi éves átlagbér	
	Rimamurányi Vasmű	Ózdi vas- és acélgy.		Rimamurányi Vasmű	Ózdi vas- és acélgy.
		munkás	művezető		munkás +művezető
1934	9 817	2626	61	1095	996
1935	10 672	2952	71	1095	1114
1936	11 957	3818	77	1187	1171
1937	13 709	4377	86	1277	1253
1938	15 588	4681	95	1327	1243
Emelkedés (%)	58,7	78,2	35,8	21,1	24,7

res órabérrel a vájárok álltak. A gyári dolgozók a bánya-segédmunkásokéval azonos, 43 filléres órabért kaptak. A bányák ifjúmunkásai óránként 22 fillért kerestek, az iparban pedig — 19 fillért [44[.

A harmincas évek második felében a nyolcórás munkaidőt és a minimális béreket országosan törvényesítették. Az 1938-as gyárstatisztika szerint a munkaidő az alacsonyan gépesített, villamos- és gőzüzemű gépeket leginkább a külszíni anyagmozgatásban alkalmazó Ózd-környéki bányákban épp úgy, mint a gyárban, egységesen nyolc óra volt. Tudjuk azonban, ez csak 1939 márciusában lett általános, s hogy a hengerműben 1938-ban még napi 10, sőt 12 órát dolgoztak [45].

A dolgozók — főként az 1600—1800 főt számláló — „kolonizált" rétegének üzemen kívüli életkörülményeit befolyásolták a fizetésnek kb. 2—5%-át kitevő juttatások. Így a fűtési és a világítási illetmény, valamint a — szobánként havi egy pengős — lakás- és kerthasználat. Negatív tényezőként veendők figyelembe viszont — a gyakori „büntetéspénzek", tehát a bércsonkítások [46].

Az Ózdi Bányatárspénztár a nyugbér- beteg- és, a baleseti biztosítás ügyeit intézte; kórházat, járványügyi állomást és orvosi rendelőket tartott fenn. A Rimamurányi—Ózd Kerületi Élelmezési Főüzlet és az ózdi többi melléküzleteinek, ill. a bánszállási, a járdánházi és a farkaslyuki fióküzleteinek együttes forgalma 1929-ben 1,9, 1938-ban pedig 1,3 millió pengőre rúgott. Legkeresettebb volt a liszt, a zsír, a szalonna és a cukor [47].

A vállalat, hogy a munkásságot a „felforgató eszméktől megóvja", a nyílt erőszak mellett preventív módszereket is alkalmazott. Támogatta a valláserkölcsöt hirdető egyházakat, a „hazafias szellemű" levente- és cserkész-mozgalmat; sportpályát, lőteret, tornatermet, leventeotthont tartott fenn, és szorosan együttműködve az osztályharc ellen országosan fellépő tőkés szervezettel, a GYOSZ által irányított Szabadidő Szervezetek Központjával [48].

A merev „rimai szellemet" „ápolta" az Olvasóegylet, a gyári zenekar és az iskola, a dalárda, a tűzoltóegylet, valamint az 50—60 hallgatót képző társulati bányászati és kohászati szakiskola.

A „szociális békét" adakozásokkal, kegydíjakkal, segélyekkel is igyekeztek „erősíteni". Ilyen célokra, továbbá nyugbérpótlékokra, nyugdíjakra, betegsegélyző és baleseti járulékokra stb 1934-ben 2,1, 1938-ban pedig — a munkáslétszám emelkedése és az állami intézkedések folytán — már 3,2 millió pengőt fordítottak [49].

A vállalat, 1934-ben 493, 1938-ban pedig 562 tisztviselőt alkalmazott: 37, ill. 38%-uk Ózdon dolgozott. Évi jövedelmük általában a termelési érték 3—7, illetve az eladási érték 3,5—5,5%-át tette ki. A gyártásvezetés rendszerint évi 100 ezer pengővel támogatta — 1938-ban 1,6 milliós tőkekiegészítéssel is segítette — a Tiszti Nyugdíjintézetet, amely 8,8 millió pengős vagyonának 76%-át saját, ill. idegen vállalati részvényekbe; 13%-át bérházakba, 12%-át pedig különféle kötvényekbe fektette [50].

IRODALOM

[1] Az ózdi vasmű, tehát az egész gyártelep, két egymás mellett működő egységből állott; a „Vasolvasztók"-ból és a „Vas- és Acélgyárból". A vasérc- és a szénbányák viszont közvetlenül a Rimamurányi budapesti műszaki vezérigazgatósága alá tartoztak. Az ózdi gyárteleppel azonban szoros gazdasági kapcsolatban voltak.
[2] Bővebben: Az 1929—33. évi világgazdasági válság hatása Magyarországon. Szerk.: *Incze Miklós*. Bpest, 1955.
[3] Országos Levéltár (OL), Rimamurány—Salgótarjáni Vasmű Rt. levéltára (RMSV Rt. lt.) Igazgatósági ülések jegyzőkönyvei (Ijk.) 1931. X. 19., 1932. X. 17. 4. cs. 1. sz. Z 368.
[4] A vállalatvezetés még ezen „eredményeket" is jelentős sikernek tartotta, és *Weiss Fülöp* alelnök indítványára *Bíró Pálnak* „elismerését és háláját" fejezte ki. — Uo., továbbá Statisztikai és Tanulmányi Osztály iratai (Sto.) 2. cs. 8. sz., Z 373., illetve Főkönyvelés (F.) 1. cs. Z. 377.
[5] OL RMSV Rt. lt. Ijk. 1932. VII. 28., X. 17., 1933. X. 19. 4. cs. 1. sz.
[6] A gazdasági verseny szabályozásáról szóló 5381/1931. ME. sz. augusztus 15-i rendeletnek megfelelően a Rimamurányi, november 20-án „Titkos" beadványban közölte kartell-szerződéseinek lajstromát. E szerint a WM-mel és a MÁVAG-gal alkotott megállapodásai mellett 12 nemzetközi egyezményben vett részt. — Uo. Titkársági Iratok (Ti.), Kartell-VB iratai (K-VB) 10. cs. 56. sz., 12. cs 61., 62. sz.; Bővebben: *Réti R. László:* A Rimamurány—Salgótarjáni Vasmű Rt. a második világháborúban. Történelmi Szemle, 1973. 1—2. sz. 177—182. — Az 5382/1931. ME. sz. rendelet, az 1931. 20. tc.-nek megfelelően kartell-bíróság létesítéséről intézkedett. Ennek tagjait a kereskedelmi miniszter, elnökét az államfő nevezte ki. — Budapesti Közlöny, 1931. X. 10., WM Okmánytár. 108. cs. 1051. sz.
[7] OL IV. o. Salgótarjáni Kőszénbánya Rt. lt. Ig. felbiz. jel. (Salgó Rt.) 1930.
[8] OL RMSV Rt. lt. Ijk. 1931. X. 19. 4. cs. 1. sz.
[9] Uo. 1932. VII. 28. 4. cs. 1. sz.
[10] Uo. Ti. K—VB. 12. cs. 62. sz.
[11] Uo. Ijk. 1932. VII. 28. 4. cs. 1. sz.
[12] Uo. 1933. X. 19. 4. cs. 1. sz.
[13] OL IV. o. WM Okmánytár. 45. cs. 638. sz., 51. cs. 697. sz., 138. cs. 1244. sz.
[14] OL RMSV Rt. lt. Ti. K—VB. 10. cs. 56. sz., 12. cs. 61., 62. sz.
[15] Uo. Sto. 2. cs. 8. sz.
[16] Uo. Ijk. 1931. X. 19., 1932. VII. 28., X. 17., 1933. X. 19. 4. cs. 1. sz. — F. 2—6. cs. — Sto. 2. cs. 8. sz.
[17] Népszava (N.), 1929. X. 27., 1930. XII. 6.
[18] A kohóknál és a gyárakban dolgozók 1931-es (1932-ben, 1940-ben, majd 1945-ben ismét módosított) szolgálati szabályzata a betegés a nyugbérbiztosítást kötelezővé tette. — OL RMSV Rt. lt. Személyzeti és Munkaügyi Osztály ir. (Szmo.) 11. cs. 12. sz. Z 376 — N. 1930. IV. 20. — Ijk. 1932. VII. 28., X. 17., 1933. X. 19. 4. cs. 1. sz.
[19] Uo. F. 1. cs. — Szmo. 14. cs. 44. sz.
[10] Tiszti Nyugdíjintézet ir. (Tny.) 1. cs. 1. sz. — F. 2—6. cs. — Sto. 2. cs. 8. sz.
[21] Népszava. 1929. III. 29.
[22] OL RMSV Rt. lt. Ti. *Dr. Bíró Pál* vezérigazgató félhivatalos levelezése (Levelezés). 37. cs. 146. sz. Z 383.
[23] Népszava. 1930. IV. 20., V. 1.
[24] OL RMSV Rt. lt. Ijk. 1935. II. 12. 4. cs. 1. sz., 1937. X. 20. 4. cs. 2. sz. — *Zorkóczy Samu* 1869-ben született, 1894-ben lépett a Rimamurányi szolgálatába. 1904-től 1910-ig állt az ózdi gyár élén. Ezután, 1927-ig a vállalat központi műszaki igazgatója, majd vezérigazgatója. 1934-ben halt meg. *Szeless László: Zorkóczy Samu.* Az OMBKE Jubileumi Évkönyve 1892—1972. Szerkesztette: *Óvári Antal.* Bpest. 1972. 85.
[25] OL RMSV Rt. lt. F. 1—3. cs.
[26] Uo. 1—6. cs.
[27] Az 1938-ban Magyarországon termelt 649 ezer t nyersacél 51%-át a Rimamurányi Acélművek (Ózd) adta. — *Berend T. Iván—Ránki György:* Magyarország gyáripara 1933—1944. Bpest. 1958. 160.
[28] OL RMSV Rt. lt. Ijk. 1937. X. 20. 4. cs. 2. sz. F. Építési Osztály ir. (Ép.) 1—3. cs.
[29] Uo. Ijk. 1937. X. 20. 4. cs. 2. sz.
[20] Uo. Sto. 2. cs. 2. sz.
[31] Uo.
[32] Uo. Ijk. 1937. X. 20., 1938. XI. 11. 4. cs. 2. sz.
[33] A rudabányai vasércet más ércekkel 40-50%-os arányban keverték a kohóbetétben. Ellenkező esetben a nyersvas önköltsége közel 50 %-kal nőtt.
[34] OL RMSV Rt. lt. Ijk. 1938. II. 25., X. 11. 4. cs. 2. sz.
[35] Uo. F. 1—3. cs.
[36] Uo. Ijk. 1935. II. 12., 1937. X. 20. 4. cs. 2. sz. — Uo. F. 1—3. cs.
[37] Uo. F. 1—3. cs. — Sto. 2. cs. 8. sz.
[38] Uo. F. 1—6. cs.
[39] Az 1934—1938-as vállalati mérlegekben a „vasgyári vas" =finomhengermű készáru minden mázsájára elszámolt „eladási eredmény", amely a termelési költség és az eladási ár különbségéből adódott, 5,30 P-ről 8,00 P-re nőtt. Ugyanez a mutató az „acélgyári vas"-nál=durvahengermű készárunál 4,22, illetve 8,86; a vasúti sínnél pedig 2,47, valamint 9,17 P volt. — Uo. Éves mérlegek.
[30] Uo. Ti. 6. cs. 48. sz., 7. cs. 50/1., 50/2. sz.
[41] OL RMSV Rt. lt. F. 1—6. cs. Éves mérlegek.
[42] A vállalat 1933-tól 1938-ig nyersvasból 70 et, szénből pedig 450 et-t értékesített; összes nyeresége 4,7 millió P-re rúgott. A Rimamurányi, a Magyar Vagon és Gépgyár, valamint a Salgó Rt. részvényeinek 83, illetve 10%-át tartotta kézben; a Romeiser és Fiai Rt., az Ipari Robbanóanyag Rt., továbbá a Magyar Vasötvözetgyár Rt. értékpapírjainak 100; 9,5, illetve 33%-át ellenőrizte. A részvények együttes mérlegértéke 1938-ban 3,2 millió pengő volt. A vállalati saját összvagyont ez évben 101,2 millióra becsülték. 1934-től 1938-ig a bruttó-nyereség 13 millió pengőről 20 millióra, az egy részvényre fizetett osztalék pedig 1-ről 5 pengőre nőtt. — Uo. F. 1—3. cs. — Salgó Rt. 1934—1938.
[43] OL RMSV Rt. lt. Sto. 2. cs. 2. sz.
[44] Uo. Ijk. 1939. III. 7. 4. cs. 2. sz.
[45] Uo. Sto. 2. cs. 2., 8. sz.
[46] Uo. Rimamurány—Ózdi Élelmezési Főüzlet ir. 1. cs. 1. sz. Z 380/1., 16. cs. 37. sz. Z 379.
[47] Uo. Szociális Osztály ir. 2. cs. 14. sz. Z 378.
[48] Uo. F. 2. cs.
[49] OL RMSV Rt. lt. Sto. 2. cs. 8. sz. — Uo. Tny. 1. cs. 1. sz. Z 380/1.
[50] A táblázatok adatainak forrását a részeredmények tárgyalásakor jelöltük.

Könyvismertetés

Dr. Remport Zoltán: **A hengerelt acélok szerkezete és tulajdonságai** 308. old. 1975. Műsz. Könyvk. Ára 50 Ft.

Régóta várt kézikönyvet jelentetett meg a Műszaki Könyvkiadó az év utolsó hónapjaiban a Műszaki Könyvnapok alkalmából. Hosszú évek óta önálló, újszerű kohászati szakkönyv alig alig jelent meg, ezért külön öröm, hogy a hazai szakirodalomban szinte legelhanyagoltabb — ugyanakkor a legnagyobb létszámú olvasó tábort érdeklő — szakterületet, a hengerelt árukat tárgyalja *dr. Remport Zoltán* új szakkönyve.

A jól összeválogatott 221 ábrát, diagramot, fényképet és 55 jól áttekinthető táblázatot tartalmazó kötet tagolása arányos, főleg a gyakorlatban fontos szempontokat emeli ki a szerző.

Az ismertetést az acélmű termékével az öntött tuskó, ill. hazánkban is egyre fontosabbá váló folyamatosan öntött szálak rövidre fogott, de a lényeget igen jól összefoglaló ismertetésével kezdi. Mindaz megtalálható ebben a fejezetben, amit a hengerésznek és a hengerelt termékek felhasználóinak a hengerlés kiinduló alapanyagáról, a legújabb kutatások figyelembe vételével tudnia kell. Már itt az első fejezetben felismerhető, hogy a szerző igen sokoldalú, bőséges anyagot kutatott át a külföldi szakirodalomban és ezeket igen jó didaktikai érzékkel válogatta, csoportosította. Mindenütt érezzük, itt is a következő fejezetekben is, hogy a szerző ezeket a több évtizede gyűjtött, osztályozott ismereteket hosszú gyakorlati tapasztalataival kiegészítve tárgyalja.

A második és harmadik fejezetben a hevítést az acélok meleghengerlését tárgyalja. Ez a mű egyik legfontosabb fejezete. Felépítése is újszerű, a szerző ezeket a hengerlés szempontjából alapvető ismereteket jól leegyszerűsítve, a fémfizika legújabb megállapításai alapján, igen áttekinthetően tárgyalja.

Az acélok hideghengerléséről szól a negyedik, elég rövidre fogott fejezet.

Az ötödik fejezet szintén a legfontosabbak közé tartozik. Ebben tárgyalja a szerző a hengerelt acélok mechanikai tulajdonságait, így. pl. a statikus és dinamikus tulajdonságokat, a hőkezelés hatását, a kuszást, az öregedést és a ridegtörékenységet. Összegyűjtve, csoportosítva az érdeklődő itt megtalálja a legkorszerűbb ismereteket. Ez a fejezet, valamint a hatodik, zárófejezet, amely az acélok technológiai tulajdonságairól szól, pl. (mélyhúzhatóság, edzhetőség, hegeszthetőség, korrózióállóság), méltán teszik ezt az új szakkönyvet hosszú időre az üzemi mérnökök régóta várt, mindennap forgatott kézikönyvévé, forrásmunkájává.

Óvári Antal

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület javaslatai a közgazdasági szabályozó rendszer módosításához*

Az OMBKE — mint a szilárd és fluid ásványi nyersanyagok bányászatának, valamint a különféle fémek kohászatának szakembereit tömörítő társadalmi tudományos egyesület — hagyományainak megfelelően kötelességének tartja, hogy sajátos módszereivel elősegítse a közgazdasági szabályozó rendszer folyamatban levő továbbfejlesztésének ügyét. Közel egy éve folyik a különböző szakosztályok erre vonatkozó elgondolásait összegyűjtő és elemző tevékenység. E munka eredményeként az Egyesület Elnöksége olyan helyzetben van, hogy — megismerve a Minisztertanács 1975. július 17-i ülésén megerősített közleményt a közgazdasági szabályozó rendszer módosításáról — az illetékes szervek elé terjesztheti a végrehajtás során érvényesítendőnek ítélt javaslatait.

A közgazdasági szabályozó rendszer módosításának alapelveit a bányászat és a kohászat területén ezen iparágak néhány sajátosságából kiindulva célszerű érvényesíteni.

A bányászat és a kohászat közös sajátossága a nagyfokú tőkeigényesség és a szükséges fejlesztések megvalósításának viszonylag hosszú időigénye. Ez nagyfokú előrelátást tesz szükségessé; a jövőt formáló, hosszabb távot érintő döntéseket kellő időpontban kell meghozni.

A hosszútávra érvényes elhatározásoknak részben konkrétan, részben koncepcionálisan akkor is meg kell születniük, ha a középtávú tervidőszak fejlesztési forrásai részleteiben még nem tisztázottak. Annál is inkább jellemző ez a követelmény a bányászatra és a kohászatra, mert bár a koncepcionális döntések késedelme a folyó termelést általában nem veszélyezteti; rövid távon nem lépnek fel olyan egyensúlyzavarok, amelyek imperatíve jeleznék a döntéshozatal aktualitását, ugyanakkor azonban hosszabb távon, elsősorban a munkaerő oldalról — bizonytalan perspektíva miatt — fokozatosan növekednek a realizálás nehézségei.

Ezért alapvető fontosságú az egyes bányászati és kohászati alágazatok távlati, 1990-ig szóló koncepcióinak még tisztázatlan részleteiben mielőbb állást foglalni.

Az egyes alágazatok így kialakított célrendszeréhez kell az V. ötéves terv eszközrendszerét hozzárendelni. Az adott helyzetben nagy a valószínűsége annak, hogy a fejlesztési források az ideálisan optimális ütemű megvalósításhoz hazailag nem fognak rendelkezésre állni, ugyanakkor viszont még korántsem kerültek vizsgálatra kellő részletességgel azok a lehetőségek, amelyek a bányászati és kohászati fejlesztési koncepciók megvalósításához a külföldi erőforrások bekapcsolása terén jelentkezhetnek.

Itt elsősorban a szocialista gazdasági integráció területén lehetséges, az eddiginél sokkal intenzívebb előrehaladás szükségessége említendő, de egyes esetekben az objektíve létező tőkés ajánlatok érdemi vizsgálata is indokolt.

A bányászati munka tárgya a földkéregben elhelyezkedő, a kohászatban pedig az onnan kitermelt ásványi nyersanyag. Hazánk ásványi nyersanyag igényének ez idő szerint cca. 45%-át importáljuk, míg negyedszázaddal ezelőtt az importhányad mintegy 20% volt.

A bányászat és kohászat emellett élőmunka- igényes iparág is, melyekben az emberi tevékenységet az átlagosnál sokkal nehezebb körülmények között kell végezni. A két ágazat munkaerő biztosítási problémái rendkívül nehezek, ezért a munkakörülmények szüntelen javítása alapvető jelentőségű feladat. Ezek a tények megszabják a bányászat és kohászat bérezési, ösztönzési és szociális politika alapelveit is.

Az V. ötéves tervidőszak gazdaságpolitikai céljainak megvalósítása szükségessé teszi a gazdaságirányítási rendszer továbbfejlesztését, a közgazdasági szabályozók egyes elemeinek módosítását. Ezek az V. ötéves terv célkitűzéseit hivatottak alátámasztani. Ennek megfelelően a bányászat, kőolaj és földgáztermelés, a vaskohászat, fémkohászat, öntészet területéről az alábbiak figyelembevételét tartjuk időszerűnek.

1. Termelői árak

A világpiacon az alapanyagok ára erőteljesebben növekszik, mint a fél- és késztermékeké. Ez a körülmény gazdasági nehézségeink egyik előidézője.

A vaskohászati alágazat olyan alapanyag-termelő iparág, melynek termékei belföldön 96–98%-ban maximált és fix hatósági árformába tartoznak. Elsődleges követelmény a belföldi és szocialista államközi szerződéseken alapuló igények kielégítése és csak az e feletti termelés adható nem szocialista exportra. A IV. ötéves tervben a vállalatok nyereségének döntő hányada nem rubel-elszámolású export értékesítésből származott. A belföldi felhasználói igények — termelés emelkedését meghaladó — növekedése, a szocialista stopárak folyamatban levő rendezése, valamint a tőkés piaci árak ingadozása a vállalati eredmény megítélésében zavaró helyzetet jelent, és nem teszi biztonságossá a hosszabb távú vállalati nyereségtervek kialakítását. A *vaskohászati termékek belföldi árrendezésének időpontját* afelsőbb szervek döntésétől függően kell kitűzni. *Megítélésünk szerint erre 1977. I. 1-én kell, hogy sor kerüljön.*

Alapvető kérdés, hogy a kohászati termék-árak nyereségtartalma az iparági átlag szintjén mozogjanak. Ha ez nem lehetséges, növekedne a költségvetési támogatás mértéke, illetve a dolgozók megfelelő jövedelme sem lenne biztosítható. A kötött árforma fenntartása továbbra is indokolt, mivel alapanyaggyártó ágazatról van szó.

Az alapárak stabilitása mellett felárakkal szükséges jóval nagyobb mozgásteret adni a vállalatoknak úgy, hogy az ne veszélyeztesse az árszínvonal kézbentartását, de tegye lehetővé az árak orientáló szerepének növelését. Olyan felár-rendszer alkalmazását kell lehetővé tenni, amely az eddiginél jobban érezteti a felhasználókkal a kohászati termelői berendezések kihasználását.

A műszaki fejlesztési alap képzés rendszerének változatlanul hagyása mellett a IV. ötéves tervben használt képzési kulcsokat — a termelői árak emelése mellett — nem javasoljuk módosítani. A későbbiekben megfelelő formát kell találni arra, hogy a szilárd — és fluidbányászat műszaki fejlesztési alapja, illetve annak központosított része, az új bányászati fejlesztési feladatokat megalapozó kutatások fokozhatósága érdekében az eddiginél nagyobb legyen. Kívánatosnak tartjuk a jelentős — évről évre növekvő — összegű műszaki fejlesztési alap maradványok keletkezése okainak felülvizsgálatát, s a rendelkezésre álló anyagi eszközök mielőbbi mobilizálását.

2. Pénzügyi szabályozás keretei

Az eddigi számítások szerint az alapvertikumú kohászati vállalatok (Dunai Vasmű, Ózdi Kohászati Üzemek, Lenin Kohászati Művek) nyeresége a számításba vett 35%-nál nagyobb mértékben csökken. Emiatt indokolt megvizsgálni, hogy a termelési adó fizetési kötelezettség továbbra is szükséges-e? Hasonlóan szükséges elemzés tárgyává tenni, hogy a kötelezően előírt export kockázati alap képzés nem befolyásolja-e kedvezőtlenül a nem szocialista exportot?

3. Bérszabályozás rendszere

A vaskohászat zömében nagy üzemekből áll és az itt dolgozók a nagyüzemi munkásság kategóriájába tartoznak, ezért politikai kérdés itt is a rugalmas bér- és jövedelem gazdálkodás.

*Egyesületünknek *dr. Trethon Ferenc* min. hely. vezetése alatt működő Közgazdasági Bizottsága által összeállított és az illetékes fórumokhoz eljuttatott javaslata. (Rövidítve, csak a kohászatra vonatkozó részt közöljük. Szerk.)

Jellemző, hogy a munkások zömében foyamatos műszakban dolgoznak, a munkakörök jelentős része itt is nehéz fizikai munkának számít és sok a veszélyes és egészségre ártalmas munkahelyek száma. E körülmények alapján az itt dolgozók magasabb anyagi juttatást érdemelnek, a mai kiélezett munkaerő-helyzetben egyre nehezebb az ilyen munkahelyek létszámának megtartása, az esetleges utánpótlás biztosítása, főként az éjszakai műszak miatt. A 30–40%-os éjszakai pótlék egyre kevésbé bizonyul elegendőnek ahhoz, hogy a dolgozók az ezzel kapcsolatos hátrányokat vállalják.

A kohászat azon iparágak közé tartozik, hol a nyereségalakítás lehetősége kisebb, mint a termékszerkezetüket és gyártástechnológiájukat könnyebben, rugalmasabban változtató ágazatoknál. Ezért célszerű a vaskohászati vállalatok bérszabályozási rendszerét az ún. központi bértömeg-szabályozás keretében esetleg kombinálva a hatékonyság javítására irányuló ösztönzéssel megoldani.

4. Vállalati jóléti és kulturális alap

Az egyes alágazatok tényleges jóléti kiadásai jóval magasabbak voltak, mint amit az ún. R-fix lehetővé tett, illetve a vállalatok nagy részénél a tényleges jóléti kiadások a bérek 1%-ánál nagyobb mértékben haladják meg a költségként képezhető alapot.

A kilátásba helyezett egyedi elbírálásnál kérjük mérlegelni az említett területek szociális és kulturális ellátásban jelentkező gondokat, nehézségeket, különösképpen az ásványi nyersanyagkutatást a terepen végző dolgozók munka- és életkörülményeinek javítása érdekében.

5. Fejlesztés finanszírozása

Az elkövetkező tervidőszakban a vaskohászatban is fokozott fejlesztésre van szükség; elsődlegesen a metallurgiai fázisokban, részben rekonstrukció, részben új kapacitások létesítése útján. E kiemelt beruházások csak vegyes finanszírozással és jelentős állami támogatással valósíthatók meg.

A termelő nagyberuházások megvalósításához nyújtott államkölcsönök visszafizetése az általános nyereségadózás előtti nyereségből, valamint a fejlesztés eredményeként keletkező eszközök utáni teljes amortizációjából történhet.

Emellett azzal is számolni kell, hogy közvetlen visszatehermentes támogatásra is szükség lesz. Ennek előreláthatható mértékét javasoljuk az V. ötéves tervben előirányozni.

Az állóeszköz-gazdálkodást érintő pénzügyi szabályozás keretében vaskohászati alágazatban — a termelői árrendezéssel egy időben — meg kell vizsgálni, hogy a jelenlegi amortizációs normák kifejezik-e az állóeszközök gazdaságos üzemelési idejét és a szükséges korrekciókat végre kell hajtani.

6. Külkereskedelem szabályozása

A külkereskedelmi vállalatok érdekeltsége nincs összhangban a kohászati vállalatok érdekeltségével sem. A külkereskedelmi vállalati érdekeltségi rendszer arra irányul, hogy a termelő vállalatoktól minél nagyobb összegű juttatást kapjanak. Az a körülmény, hogy a külkereskedelmi vállalatoknak is a nyereségtömeget kell növelni dolgozói jövedelmének biztosításához, oda vezetett, hogy a termelő vállalatok évről évre nagyobb összeget kényszerülnek a külkereskedelmi vállalatok számára átadni még abban az esetben is, ha mennyiségileg lényegesen kevesebbet tudnak értékesíteni.

A külkereskedelmi vállalat nem kerül közelebb a termelő vállalat gondjaihoz, nem segíti a termelő vállalatok exportképes termelését, mert fejlesztési alapját egyéb célra használja; illetve az elvonásra kerül.

A kohászati vállalatok nem sokkal kerültek közelebb a tőkés piachoz, mint 1968 előtt voltak. Mindezekből következik, hogy a külkereskedelmet érdekeltté kell tenni az export termelés bázisának fejlesztésében, hatékonyságának növelésében; lényegében a vállalati érdekeltségi alap dinamikus növelésében.

A vaskohászat nem szocialista exportja az V. ötéves terv folyamán is igen fontos lesz az ország devizamérlege szempontjából. Nagy volumenű exportról, és az eddig készített felmérések szerint, gazdaságos kivitelről van szó. Mivel ez utóbbi népgazdasági szempontból is jelentős, nagy értékű és gazdaságos; dinamikus fejlődését az állami visszatérítésen kívül, egyedi vizsgálat alapján egyéb pénzügyi intézkedésekkel is elő kell segíteni. Ennek fő eszközei lehetnek: hitelnyújtás-, fejlesztési- és forgóalap-növelést jelentő kedvezmények, az állami visszatérítés kiegészítése prémiummal és fokozottabb személyi érdekeltség.

Beszámolók konferenciákról

Kovácsankét Salgótarjánban

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács Szakosztálya a Salgótarjáni Kohászati Üzemekben működő egyesületi Helyi Csoporttal közösen október 2-án Salgótarjánban Kovács Ankétot rendezett. A kohászati és gépgyári üzemből a részvételre jelentkezett kovács-szakemberek Budapestről külön autóbusszal érkeztek Salgótarjánba, a SKÜ központi irodaépületéhez, ahol az érkezőket a Helyi Csoport vezetője *Laczka János* tagtársunk, szaktanácsadó, valamint *Molnár József* gyáregységvezető és *Halász Árpád* gyáregységi főmérnök tagtársaink fogadták. A résztvevők a tarjáni kollégákkal együtt a Nyugdíjasok Klubjában meghallgatták, kölcsönös köszöntésük után *Halász Árpád* a Gazdasági Szeráru-gyár főmérnökének ismertetését a Szerárugyár (kovács-üzem) melegüzemi rekonstrukciójáról és a tervezett új kovácsüzemről. Az ismertető előadás után került sor a G. SZ. meglátogatására, ahol a résztvevők megismerkedtek a sokféle gyártmány melegtechnológiájával. Ezután a házigazdák megmutatták az acélöntöde csarnokát, ahol az öntöde megszűnése után 1976 második felében az új süllyesztékes kovácsüzem létesül.

A gyárlátogatás után folytatódtak az előadások és *Pöhm György* tagtársunk, okl. gépészmérnök a Vasipari Kutató Intézet tud. főmunkatársa tartotta meg előadását „A folyamatosan öntött acélbuga kovácsolhatósága" címen. Ezt követte *Bors János* Kossuth-díjas nyugdíjas üzemvezető tagtársunk a „Nehezen alakítható magasötvözésű különleges acélok kovácsolása"-ról tartott előadása. Végül *Várlaki Imre* tagtársunk, a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés szaktanácsadója ismertette a vaskohászati kovácsüzemek 15 éves távlati fejlesztési célkitűzéseit. A zárszó elhangzása után a kb. 60 fős kovácscsoport az új „Salgóvár" étteremben közös ebéden vett részt, majd délután szakszerű kalauzolás mellett a Somoskői vár megtekintésére került sor. A résztvevők a szakmailag értékes üzemlátogatásról és ankétról este 8 órára érkeztek vissza a fővárosba, egy kifogástalanul megszervezett tanulmányi kirándulás emlékével gazdagodva.

Latinák István

V. Országos Hengerész Konferencia Egerben

Egyesületünk Vaskohászati Szakosztálya az Ózdi Kohászati Üzemek közreműködésével október 14—16. között rendezte meg Egerben az V. Országos Hengerész Konferenciát. A konferencián 110 hazai résztvevő mellett az alábbi hét ország 40 szakemberét üdvözölhettük: Ausztria, Csehszlovákia, Hollandia, Jugoszlávia, Lengyelország, NDK, Szovjetunió.

Komjáthy László, az OMBKE alelnöke és *Pethes András*, az OKÜ vezérigazgatója és ezt követően az egri MTESZ elnöke köszöntött ea konferencia résztvevőit, majd a konferencia célkitűzésének rövid ismertetése után megnyitotta a konferenciát.

A megnyitót követően az első napon a következő nagy érdeklődést kiváltó, plenáris előadások hangzottak el:

Dr. Kiss Ervin (Nehézipari Műszaki Egyetem)
A hengerlési technológia optimalizálásának korszerű módszerei

Dr. Szeghegyi Árpád (Vasipari Kutató Intézet)
Kutatási irányok az acélok melegalakításának területén

Dr. H. Kreulitsch, Dr. U. Langer (VÖEST-Alpine AG, Linz)
Durvalemez- és szélesabroncssorok teljesítményének növelése nagyobb súlyú brammákkal

Osztatni Mihály (Kohó és Gépipari Tervező Vállalat)
Hengersoraink acélellátása a tervezett új acélgyártó üzemekből.

A konferencia második és harmadik napján az OKÚ, az LKM, a DV Lőrinci Hengerművének, a Csepel Vas- és Fémművének, a Nehézipari Műszaki Egyetem, az NME Kohó- és Fémipari Főiskolai Karának szakemberei összesen 14 előadást tartottak a tematikai bizottság által előzetesen kiválasztott négy témacsoportban:

— a hengerművek korszerű betétanyagai
— új hengersorok üzemindítási tapasztalatai
— új hengersorok technológiai kérdései
— automatika és gépi berendezések a hengerművekben.

A négy témakörben elhangzott előadások a konferenciának azt az alapvető célkitűzését valósították meg, hogy az ipar, a kutatás, a tervezés és a szervezés különböző területein dolgozó szakemberek figyelmét a konferencia fő témájára: hengerműveink fejlesztési, minőségjavítási és gazdaságossági törekvéseire irányítsa. Ezt a célkitűzést támogatta a konferencia lebonyolítási módja is. A négy témacsoport előadásait ugyanis nem párhuzamos szekcióüléseken, hanem időben egymást követően hallgatták és vitatták meg a résztvevők.

A konferencia műszaki programjához szervesen kapcsolódott az ózdi üzemlátogatás, ahol a jelenlévők nagy érdeklődéssel tekintették meg az akkor még átadás előtt álló Rud-Dróthengerművet.

Szintén nagy tetszést aratott a konferencia kulturprogramja, melynek keretében a résztvevők Eger műemlékeit tekintették meg.

A minden tekintetben sikeresnek mondható konferenciát *Pohl László*, az OMBKE ózdi helyi csoportjának elnöke rekesztette be. Zárszavát a konferencia munkájának rövid összefoglalása és értékelése után a következő szavakkal fejezte be:

„A hengerész konferenciák majdnem két évtizedes történetében először fordult elő, hogy Egerben jöttünk össze. A szállodai elhelyezés és a Heves-megyei MTESZ Székház nyújtotta lehetőségek meghaladták elképzeléseinket. Köszönet ezért Eger városának és a Heves-megyei MTESZ-nek, illetve az ellátásunkban közreműködött dolgozóknak.

Az V. Országos Hengerész Konferenciát azzal a gondolattal zárom, hogy az itt hallottakat minél szélesebb körben alkalmazva, az ipari gyakorlatban minél több hasznos eredményről számolhassunk be három év múlva, hasonló összejövetelünkön. Addig kívánok minden hengerésznek eredményes munkát és jó szerencsét."

Clement Andor

Egyesületi hírek

Elnökségi ülés szept. 22-én

Az elnökségi ülést *dr. Martos Ferenc* alelnök vezette. Első napirendi pontként az elnökség megtárgyalta az Ipargazdasági Bizottság „Az OMBKE Ipargazdasági Bizottságának javaslata a gazdasági szabályozó rendszer módosításához" c. összeállítását. Az anyagot a meghívóval egyidejűleg az elnökség tagjai kézhez kapták. Az előterjesztéshez *dr. Trethon Ferenc* miniszterhelyettes, a Bizottság vezetője fűzött szóbeli kiegészítéseket és tájékoztatta az elnökséget arról is, hogy az előterjesztés összeállítását milyen széles anyaggyűjtés és konzultáció előzte meg.

Dr. Gagyi—Pálffy és *dr. Martos* alelnökök hozzászólása után az elnökség a javaslatot jóváhagyta és úgy határozott, hogy az előterjesztést a legrövidebb idő alatt eljuttatja az illetékes fórumokhoz.

Második napirendi pontként *dr. Varga Ferenc* főtitkárhelyettes tájékoztatta az elnökséget az okt. 29-én Kecskeméten tervezett rendkívüli közgyűlés szervezésének állásáról. A küldöttek kijelölése folyamatban van. A közgyűlés után az érdeklődők megtekinthetik a ZIM korszerű kádöntődéjét.

Heinrich József, Óvári Antal és *Böszörményi Béla* hozzászólásai után az elnökség úgy határozott, hogy részletes főtitkári beszámolót feltétlenül fel kell venni a közgyűlés programjába, miután ez a legutóbbi választmányi ülésen is elmaradt.

Harmadik napirendi pontként az elnökség az Érembizottság jelentését tárgyalta meg. *Binder Béla* az érembizottság nevében javaslatot terjesztett elő *Szeless László* tiszteleti tagunk 50 éves tagsági jubileuma alkalmából adandó kitüntetésre. Az elnökség a javaslatot egyhangulag elfogadta.

Ezt követően *Szabó Csaba* titkár rövid tájékoztatást adott az elnökségi bizottságok, elsősorban a Történeti Bizottság működéséről és bejelentette, hogy az Ifjúsági Bizottság működéséről a következő elnökségi ülésre részletes beszámoló készül.

Végül *Szabó Györgynek*, az Olajbányászati Szakosztály titkárának javaslatára az elnökség táviratban üdvözölte 75. születésnapja alkalmából *dr. Gyulay Zoltánt*, az egyesület korábbi elnökét. (O. A.)

Szakosztályvezetőségi ülés szept. 23-án

Dr. Nagy Zoltán elnökhelyettes vezetésével a KOGÉPTERV székházban megtartott ülés első napirendi pontjaként *dr. Tardy Pál* titkár beszámolt a szeptemberben tartott elnökségi és elnök-titkári értekezletekről. Részletes tájékoztatást adott az Egyesület első félévi gazdálkodási eredményeiről. A pozitív eredményt elsősorban az Anyagvizsgáló Napok jó pénzügyi mérlegének lehet köszönni. Azután ismertette az okt. 29-én Kecskeméten tartandó rendkívüli közgyűlés/ kiküldötteinek létszámarányos megoszlását helyi csoportokra bontva.

A második napirendi pont keretén belül *Szécsi Károly* titkárhelyettes ismertette, hogy 1972 óta mely helyi csoportok tartottak beszámolót és javaslatot tett a következő beszámolók időpontjára.

Ezt követően a távollevő *Lántzky József* helyett a titkár ismertette a szakosztály 1975. évi külföldi utaztatásait. Kiemelte, hogy sikerült növelni a külföldi utazások és az ezeken tartott előadások számát. A hozzászólások után a szakosztályvezetőség úgy határozott, hogy az úti beszámolók elkészítését az eddiginél szigorúbban kell a jövőben ellenőrizni.

Végül a következő rendezvények szervezésének állásáról kaptak tájékoztatást az ülés résztvevői, majd 25 új tag felvételét hagyták jóvá. (O. A.)

Szakosztályvezetőségi ülés nov. 25-én

A vezetőségi ülést az elnök és az elnökhelyettes távollétében *Szeless László* tiszteleti tag vezette.

Első napirendi pontként a szakosztályvezetőség az LKM-ben működő helyi csoport beszámolóját vitatta meg, amelyet *Stehlik László* titkár állított össze és a vezetőségi tagok írásban korábban kézhez kaptak. A beszámoló élénk visszhangot váltott ki, amit a 12 hozzászólás is bizonyít. A 300 főnyi taglétszámúra fejlődött helyi csoport jelenleg a szakosztály legnagyobb létszámú helyi csoportja. A működő szakcsoportban igen eredményes munkát végeznek és több rendszeres nagyrendezvényt tartanak, amelyre a helyi tagokon kívül más üzemektől és külföldről is jelentkeznek résztvevők. Jó kapcsolatot tartanak fenn a vállalat és a megyei MTESZ

vezetőségével. Nagy érdeklődést és helyeslést váltott ki a beszámolónak az a része, amely a kohászati szakma egészének egyre mostohább utánpótlási problémáival foglalkozott.

Ezt követően *Clement Andor* a Hengerész Konferencia eredményeit ismertette. Beszámolójából kitűnt, hogy az Egerben elsőízben tartott rendezvényen 110 hazai és 40 külföldi résztvevő volt jelen. A 18 előadást nagy érdeklődés kísérte és sikeres volt az ózdi új rúd-drótsor megtekintésére szervezett üzemlátogatás is.

Végül *dr. Károly Gyula* a Miskolcon tartott számítógépes konferenciáról, *Latinák István* pedig a Salgótarjánban tartott Kovácsankétról számolt be. (O. **A.**)

Műszaki és gazdasági hírek

Osztrák—NSZK—USA tőkével wolfram kohó épül Ausztriában

A ÖIAG jóváhagyta a nyugatnémet—oszt-rák—amerikai wolfram-kohó tervét, amely 100 t/év wolframot és wolframkarbidot fog gyártani, főként exportra.

Az alapító cégek közötti tőkefelosztás az alábbi: Vöest Alpine (osztrák) 47,5%, Metallgesellschaft AG (nyugatnémet) 47,5%, Teledyne (amerikai) 5%. Az eredeti elképzelések szerint 1/3—1/3 arányban részesedtek volna, de a Teledyne végül csak 5% erejéig mutatott érdeklődést. A tőkeszükségletet 59 millió DM-re becsülik, amelyből 34,5 millió DM esik a bányanyitásra, és érckikészítésre és 24,5 millió DM a wolframkohóra (Bergla/Steiermark). A biztos ércvagyont 2,2 millió t-ra becsülik, az ismert ércтartalékok 12 évre elegendőek, de a meglevő wolframoxiddal együtt geológusok szerint a kohó 20 évig üzemelhet. (P)

Montan, 1974. december 5.

*

Újfajta acéltartók gyártása az NDK-ban

Az elmúlt évben a Maxhütte Unterwellwnbornban (NDK) újfajta I-tartók gyártását indította be. A párhuzamos talpú I-tartókat, amelyeket eddig 3 méretben gyártottak, egy 4. mérettel bővítik. Az új I-tartók keresztmetszetei azonos teherbírás mellett 20%-os megtakarítást tesznek lehetővé. A tervek szerint 1967-ig a Maxhütte és a brandenburgi acélmű összesen 10 szelvényfajtát fog gyártani. (P)

Montan, 41/1975.

*

Új nagyolvasztó épül a lengyel Nova Hutában

A Krakkow melletti Nova Hutában levő „Lenin" Vasműben 1975-ben megkezdték a hatodik 2000 m^3-es nagyolvasztó építését.

Ezen túlmenően meggyorsították az új „Katowice" Vasmű építésével összefüggő munkákat. A vasmű tervezett kapacitása 9 millió t/év. Üzembelépésével lényegesen csökken majd az eddigi import. (P)

Montan 41/1975.

*

Az iráni vaskohászat alakulása

Irán vaskohászati termelése 1983-ban a tervek szerint eléri a 15 millió tonnát. 1972—73-ban a termelés 1 millió t volt. A kapacitás bővítés érdekében Ahvazban 2,5—3 millió t, Kanganban 2,5—3 millió t, Bandar Abbasban 3 millió t, Isfahanban kb. 1 millió t és Khorassanban 0,5 millió t kapacitású üzem építésére kerülne sor.

Az Ahvaz-i üzem építése már folyik, és az üzembehelyezést 1975-re tervezik. Az iráni acélfelhasználás az 1962. évi 350 000 t-ról 1973-ra 2 millió t-ra növekedett. Számítások szerint az 1983. évi acélszükséglet 12—18 millió t-ra tehető. (P)

Montan, 35/75.

*

Új svéd módszer fémszalagok felületének ellenőrzésére

Az Axel Johnson Intézet új módszert és berendezést fejlesztett ki, amely lézer-sugárral ellenőrzi és osztályozza az acélszalagokat felületi minőség szerint.

Míg az eddigi vizuális módszerrel történő felületellenőrzéshez a szalag hengerlési sebességét kb. 20 m/perc értékre kellett csökkenteni, az új ASC-rendszer (Automatic Surface Classifier) 1200 m/perc szalagsebességet is megenged, és emellett a 0,01 mm szélességű karcolások is felfedezhetők. A módszer nemcsak acélszalagokra, hanem üveg és papírszalagokra is alkalmazható.

Az eljárás lényege az, hogy az ASC berendezés lézersugara letapogatja a szalag felületét. A visszavert fényből lehet következtetni a felületi hibákra. A berendezés prototípusa egy éve üzemel az Axel Johnson Konszernhez tartozó Avestani dresszírozó hengerállványánál. Az ASC-rendszer licencét a japán Toshiba cég már megvásárolta. (P)

Stahl und Eisen 1974. dec. 19.

*

Távolkeleti országok vaskohászatának fejlesztése

A Japán Vas- és Acélbizottság Exportbizottsága jelentést közölt 11 délkelet-ázsiai ország várható vas- és acélszükségletéről és ellátásáról. A jelentés a várható beruházási tervekre is kitér. 1972-ben Indonézia, Szingapur, Thaiföld, Kambodzsa, Laosz, Vietnam, Fülöp-szigetek, Taivan, Honkong és Dél-Korea acélszükséglete 9,58 mió t volt, ebből a belföldi termelés csak 24%-ot (2,43 mió t) fedezett.

Az 1973/74. évi energiakrízis lassította a fejlődést. A főképpen hengerművek, SM és elektroacélművek üzemét gátolta a magas hulladékvásár, az emelkedő félkészáruárak és a rossz anyagellátás.

Ennélfogva a térség vas- és acéliparának jövője csak kohászati kombinátok létesítésével biztosítható. Egyetlen ilyen üzem a *dél-koreai* Pohang acélmű, melynek kapacitása 1973-ban az első beruházási lépcső befejezése után 1,03 mió t acél volt. Az üzemet bővítik és a 70-es, 80-as években egyes országok az alábbi létesítmények építését tervezik.

Indonézia: A 70-es években direktredukcióra alapozott kombinát épül 2 mió t/év vasszivacs termeléssel. A 80-as években kohó építését tervezik nagyolvasztókkal.

Délkorea: A 70-es években megépült az 1,03 mió t/év kapacitású kombinát (első lépcső), majd a termelést 2,6 mió t/év (második lépcső), végül 3,5 mió t/év teljesítményre bővítik. A 80-as években újabb acélmű épül, ha az elsőt befejezték.

Malaysia: A 70-es években versenykiírás megvalósíthatósági tanulmányra kohászati kombinát létesítésére. A 80-as években kezdődik meg a tervezett kombinát felépítése.

Fülöpszigetek: A 70-es években folyamatban van egy létesítendő kohászati kombinát megvalósíthatósági tanulmányának kidolgozása. A 80-as években be kell fejeződnie a tervezett 1,5—2,0 mió t/év kapacitású vas- és acélmű építésének.

Thaiföld: A 80-as évekre tervezik egy kohászati kombinát első lépcsőjének befejezését 1 mió t/év kapacitással. (HW)

L'USINE NOUVELLE 1975. 31. sz.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezetők: GARAY LÁSZLÓ, KOLOSY ERNŐ

Al_2O_3 tartalmú ásványok feltárásának kinetikája*

Dr. KORCSMÁROS IVÁN okl. vegyészmérnök
ALUTERV — KGST Színesfémkohászati Osztály

DK 669.712.03:541.127

A timföldgyártás számítógépes folyamatirányításának előkészítése nagy jelentőséget ad a Bayer-eljárás során lejátszódó folyamatok matematikai modellezésének. Az ehhez kapcsolódó timföldtechnológiai kutatásokban is előtérbe került a részfolyamatok reakciókinetikai, valamint a bauxit, a vörösiszap és egyéb közbenső termékek fázisvizsgálata.

1. Irodalmi áttekintés

A *Bayer-eljárás* alapvető kémiai folyamata, a *feltárás* során lejátszódó fázisváltozások, valamint a feltárhatóság és az Na_2O-veszteségeket befolyásoló tényezők vizsgálatában nagy jelentőségűek a magyar Fémipari Kutató Intézetben szerzett tapasztalatok [1, 2].

Vizsgálataik során tisztázták az érc reaktív kovasav-tartalmával arányos mennyiségben képződő nátrium-alumínium-hidroszilikátokba beépülő, a bauxit szennyező alkotórészeinek oldódása következtében, valamint a vörösiszap tapadó és adszorbeált lúg-tartalma miatt fellépő Na_2O és Al_2O_3 veszteségeket.

Kutatómunkájuk eredményeként azt is megállapították, hogy a feltáratlanul maradt diaszpor és vasásványokba (geothit és hematit rácsába) izomorf helyettesítéssel beépült alumíniumoxid-tartalom miatt is jelentős Al_2O_3 veszteségek lépnek fel. A különböző módszerek (röntgendiffraktometria, derivatografia, infravörös spektrofotometria, elektronmikroszkópia) egyidejű felhasználásával végzett alapkutatás jellegű vizsgálatok eredményei alapján az elméleti Al_2O_3 kihozatal számítására jól bevált, a korábbihoz képest módosított képletet javasoltak [1]:

$$\eta = \frac{Al_2O_{3\ddot{o}} - K_1 \cdot 0{,}85\ SiO_{2r} - K_2 \cdot Al_2O_{3d} - K_3 \cdot Al_2O_{3g} - Al_2O_{3h}}{Al_2O_{3\ddot{o}}} \cdot 100 \qquad (1)$$

(ahol $K_1 \approx 1{,}0$; $K_2 = 0{,}7—1{,}0$; $K_3 = 0{,}85—1{,}0$)

Annak ellenére, hogy a timföldtechnológiai kutatásokban a feltárhatóság megállapítása tekintetében jelentős eredmények születtek, a feltárás reakciókinetikájának tisztázásában a legutóbbi időkig lényeges előrelépés nem történt.

A különböző szerzők egymástól eltérő álláspontot vallanak abban a tekintetben, hogy *a feltárás sebességmeghatározó folyamatának a diffúziót vagy pedig a kémiai reakciót tekintsék-e?*

R. F. Scotford és *J. R. Glastonbury* [3—5] a gibbsit oldódásának vizsgálatakor a *kémiai reakció* sebességének a nátriumhidroxid aktivitásától való elsőrendű függését tapasztalták. A bőhmit esetében az

$$AlOOH + H_2O + OH^- \rightarrow Al(OH)_4^- \qquad (2)$$

kémiai reakcióra az

$$r_1 = k_1 \cdot [a_{NaOH} \cdot a_{H_2O}]^n \qquad (3)$$

reakciósebesség egyenletében a reakció rendje 210 g/l feletti Na_2O-koncentráció tartományban 1,0, kisebb koncentráció értékekre 0,5. Más szerzők az utóbbi értéknek megfelelő reakció-rendet állapítottak meg a fém alumíniumnak nátriumhidroxidban végbemenő oldódására is [6, 7].

Sok kutató a feltárást *szilárd test folyadékban való oldódásának* tekinti [8—14]. Mivel a sebességmeghatározó folyamat ebben az esetben a *diffúziós anyagátadás* az oldódó részecske, illetve oldat fázishatáron, a kísérleti adatoknak jó egyezést kellene mutatniuk a

$$\frac{dc_A}{dt} = \frac{D}{\delta} S(c_{Ae} - c_A) \qquad (4)$$

jól ismert diffúziós egyenletből számított értékekkel.

A feltárás folyamata azonban a fenti egyenlettel kielégítő pontossággal nem írható le, miként azt *Solymár* [1], *Bielfeldt* [15], *Malc* és *Verbov* [10—13] kísérleti eredményei is mutatják. Bielfeldt a feltárás időtartamának függvényében a sebességi állandó *exponenciális* csökkenését tapasztalta. Lényegében hasonló következtetésre jutott *Solymár* is, aki szerint a feltárás reakciósebessége kezdetben magasabbrendű, később elsőrendű reakcióval írható le.

Malc és *Verbov* egy korábbi munkájában [12] vizsgálta a bauxitfeltárás kinetikájára vonatkozó valamennyi eddigi feltevést és kutatási eredményt. Sorra vették mindazokat a befolyásoló tényezőket, amelyek a (4) alatti *Nernst-összefüggés* alapján számolt értékektől való eltérés okai lehetnek:

a) A folyamat sebességét első- vagy magasabbrendű kémiai reakció szabja meg.

b) Az oldódást valamilyen külső körülmény, pl. az oldódó anyag porozitása vagy a rekaciótermékekből képződő réteg kialakulása gátolja.

A kísérleti adatok alapján felrajzolt, az Al_2O_3 koncentráció időbeni változását leíró görbékhez

*Első közlemény. Az OMBKE Fémkohászati Szakosztálya Timföldgyártási Szakcsoportjának rendezésében 1975. jún. 18.-án elhangzott előadás

— feltételezve, hogy az Al_2O_3-koncentrációnövekedés sebessége az elsőrendű vagy pedig a másodrendű kémiai reakciók törvényszerűségeit követi — kiszámították a reakciósebességi állandók értékeit. Megállapították, hogy a *kinetikai görbék két szakaszra oszthatók*. A két szakaszon belül a folyamat állandó, de egymástól eltérő sebességgel megy végbe. A fentieknek és a keverés intenzitásának a feltárás sebességére gyakorolt hatása alapján végül is *elvetik a kémiai reakció sebességmeghatározó szerepét*.

Abban az esetben, amikor a kémiai rekació sebessége jóval nagyobb, mint a folyadék szilárd anyag felületére történő diffúziójának a sebessége, a (4) diffúziós egyenletet az alábbi alakra módosítják:

$$-\frac{dc_{As}}{dt}=k_2 S c_N \qquad (5)$$

Ezt azzal a feltételezéssel teszik, hogy a folyadékfázis Na_2O_k koncentrációja az oldódó szilárd test felületén zérus.

Az (5) egyenlet megoldása *állandónak* tekintett felületnagyság esetében:

$$c_{As0}-c_{As}=k_2 S c_N t \qquad (6)$$

A fenti egyszerűsítést azonban a szerzők *már korábbi munkáikban sem* fogadták el egészen. Ezért az anyagátadási felület nagyságának és időbeni változásának kifejezésekor különböző feltételezésekből indultak ki: *Verbov* [11] a szilárd részecskéket olyan feltételezett sugarú gömbként kezelte, amelynek felülete a tényleges anyagátadási felülettel egyezik meg. A gömb sugarának időbeni csökkentésére sorra: lineáris, parabolikus és logaritmikus törvényszerűség érvényességét tételezte fel.

Annak feltételezésével, hogy

1. a szilárd anyag részecskéi gömb alakúak, és
2. az Al_2O_3-tartalom eloszlása a szilárd anyagon belül egyenletes,

a szilárd részecskéknek a még nem oldódott Al_2O_3 mennyiségével arányos sugara:

$$r=\left(\frac{3c_{As}}{4\pi\varrho}\right)^{1/3} \qquad (7)$$

Ebből az anyagátadási felület nagysága:

$$S=4\pi\left(\frac{3}{4\pi\varrho}\right)^{2/3} \qquad (8)$$

Az (5) egyenlet megoldása a fentieknek megfelelően számított, változó nagyságú felület figyelembevételével:

$$3(\sqrt[3]{c_{As0}}-\sqrt[3]{c_{As}})=K' c_N t \qquad (9)$$

ahol:

$$K'=k_2\cdot 4\pi\left(\frac{3}{4\pi\varrho}\right)^{2/3} \qquad (10)$$

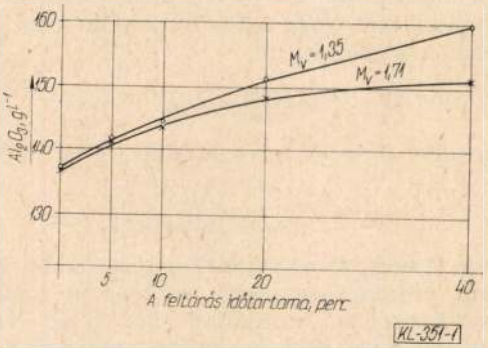
A kinetikai adatoknak a (6) és (9) diffúziós egyenletek szerinti vizsgálata hasonló eredményre vezetett, mint amire a kémiai reakció feltételezésével végzett számítások során jutottak. Az Al_2O_3-koncentráció változását leíró görbék ugyancsak két egymástól különböző sebességi állandóval jellemezhető szakaszra oszthatók.

A fenti vizsgálatok alapján, melyet még nem pórusos, diffúziót gátló réteg kialakulásának feltételezésével is elvégeztek —, *végleges választ a folyamat jellegére, a reakció rendűségére nem adható.*

2. Az Al_2O_3-tartalmú ásványok feltárását leíró kinetikai egyenletek

A (3—5) kinetikai egyenletek legfőbb hibája, hogy nem fejezik ki az egységnyi térfogatú feltárólúgba bemért bauxit reaktív Al_2O_3-tartalmának — a *bemérési mólviszonynak* — hatását. Ennek igazolására laboratóriumi kísérleteket végeztünk: azonos mennyiségű és összetételű feltárólúggal (Na_2O_k — 228,6 g/l; Al_2O_3 — 107,2 g/l) 150 °C-on különböző mennyiségű, azonos összetételű bauxitot tártunk fel.

A feltárási hőmérséklet elérésének pillanatát tekintve a feltárás kezdetének, a folyadék-fázis Al_2O_3 koncentrációjának időbeni változását tüntettem fel az *1. ábrán.*



1. ábra. A feltáró folyadék Al_2O_3 koncentrációjának időbeni változása a feltárás elején

A kísérleti adatok és az ábra alapján a következőket állapíthatjuk meg:

a) Egyébként azonos feltételek mellett *a folyamat nagyobb bemérések* (kisebb bemérési mólviszony) *esetén nagyobb sebességgel megy végbe.* A reakciósebesség és a technológia adott körülményei között oldható Al_2O_3 mennyisége közötti összefüggés tehát kézenfekvő.

b) Ha a feltárás körülményei között oldható Al_2O_3 mennyisége még az egyensúlyi Al_2O_3 -koncentráció érték elérése előtt elfogy (kis bemérések), akkor a folyadék-fázis Al_2O_3-koncentrációja a feltárási idő növekedésével a *bemérés által megszabott*, lehetséges *maximális* értékhez tart.

Mivel a bauxit Al_2O_3-tartalmának oldódásakor fellépő térfogati kontrakció, a kötött víztartalom hígító hatása és az Al_2O_3-veszteségek miatt:

$$c_{A0}+c_{Asr}>c_{At}, \qquad (11)$$

a folyamat lényegét helyesen leíró kinetikai összefüggéssel szemben támasztott követelményt *matematikailag* az alábbi módon fogalmazhatjuk meg:

1. $c_{At}<c_{Ae}$ esetben a folyadék-fázis Al_2O_3-koncentrációjára (c_A) teljesülni kell, hogy

$$\lim_{t\to\infty} c_A=c_{At} \qquad (12)$$

2. $c_{At}\cong c_{Ae}$ esetben pedig:

$$\lim_{t\to\infty} c_A=c_{Ae} \qquad (13)$$

A (12) feltételt *diffúziós* sebességi egyenletek esetében azok az összefüggések elégíthetik ki, amelyekben az anyagátadás számára rendelkezésre álló *felületet a még nem oldódott reaktív Al_2O_3 tartalommal* — valamilyen módon — *arányosan vesszük fel.* A (4—5) egyenletekben azonban az anyagátadási felület nagysága állandó, a *Malc* és *Verbov* által ajánlott (8) egyenletben pedig hasonlóan az

$$S(t) = S_0 c_{As} \qquad (14)$$

egyenlethez [13] az anyagátadási felület a szilárd fázis *összes* Al_2O_3 tartalmával arányos. Mivel ebbe a nátrium-alumínium-szilikát formájában már kivált, valamint az alumogoethitben és az alumohematitban levő alumíniumoxid tartalom is beletartozik, kis bemérések esetén c_A értéke időben a 100%-os feltárási hatásfokkal számítható Al_2O_3 koncentráció értékhez tart.

A fentiek előrebocsátása után vizsgáljuk meg a bauxit-feltárás folyamatát *mind az oldódás* (diffúzió), *mind pedig a kémiai reakció szempontjából.*

A bőhmit oldódását tekintve példaként az alábbi egyenleteket írhatjuk fel:

$$2\,AlOOH + H_2O \xrightarrow[közeg]{lúgos} 2\,Al^{3+} + 4\,OH^- \qquad (15)$$

A folyamat disszociációs állandója:

$$K_d = \frac{[Al^{3+}]^2[OH^-]^4}{[AlOOH]^2[H_2O]} \qquad (16)$$

Ismeretes, hogy az aluminátlúg-oldatokban az alumínium hidroxo-komplexe, esetleg polinukleáris hidroxo-komplexei alakjában lehet jelen. Tudjuk azt is, hogy nagy lúgfeleslegnél és nagyobb hőmérsékleten a keletkező monomer: a tetrahidroxo-aluminát-ion, és hogy belőle a feltárás körülményei között *polinukleáris részecskék képződésével nem kell számolni.* Kétségtelen tehát, hogy mindezen ionok képződését a rendszer hidroxidion aktivitásának nagysága, illetve annak változása határozza meg [16].

Erősen lúgos közegben az alumíniumionok és a hidroxidionok közötti komplexképződés az alábbi *reverzibilis kémiai reakció* szerint megy végbe:

$$Al^{3+} + 4\,OH^- \rightleftharpoons Al(OH)_4^- \qquad (17)$$

A folyamat egyensúlyi állandója:

$$K_c = \frac{[Al(OH)_4^-]_e}{[Al^{3+}]_e[OH^-]_e^4}, \qquad (18)$$

a reakció sebessége pedig — *általános* formában — a következőképpen fejezhető ki:

$$r_2 = k_3[Al^{3+}]^\alpha[OH^-]^\beta - k_4[Al\,OH_4^-]^\gamma \qquad (19)$$

A laboratóriumi kísérletek során általában az Al_2O_3 és Na_2O_k koncentrációt elemzik. Az Na_2O_k koncentrációból azonban csak az oldat *összes-hidroxidion* koncentrációjára és csak *több-kevesebb pontossággal* lehet következtetni.

Bauxitok feltárásakor ugyanis a sok komponensű rendszerben számos reakció játszódik le. Ezek eredményeként (a reaktív kovasav-tartalom és a bauxitokban különböző mennyiségben jelenlevő szennyező alkotórészek oldódása következtében) különböző mértékben csökken az azonos kiindulási összetételű oldatok Na_2O_k koncentrációja.

Ennek rendkívül fontos szerepe van abban a tekintetben, hogy a kiindulási aluminátoldat Na_2O_k koncentrációjából és az alumínium-tartalmú ásványok oldódásából származó *hidroxidionok számított, és ténylegesen oldatban maradó összes mennyisége jelentős mértékben eltérhet* egymástól.

A (17) kémiai reakció sebességének (19) szerinti meghatározásához azonban nem az összes, hanem csak a *szabad hidroxidion* koncentráció ismerete szükséges. Ez potenciometriás mérésekkel, a mért elektromotoros erő (E) alapján:

$$E = E^\circ - 0{,}059 \lg [OH^-] \qquad (20)$$

számítható [16], méréseink során azonban megfelelő kísérleti berendezés sajnos nem állt rendelkezésünkre. Más szerzők feltárási kísérleteire vonatkozó adatai közt sem találhatók meg ezek az értékek.

Ha az alumíniumion formájában jelenlevő oldott alumíniumtartalom *elhanyagolható,* akkor a tetrahidroxo-aluminát iont tartalmazó *egyensúlyi* aluminátoldatok hidroxidionjaira az alábbi mérlegegyenlet írható fel:

$$[OH^-]_e = c_{OH} - 8c_{Ae} \qquad (21)$$

Az egyensúly felé tartó folyamat során c_{OH} értékét és az egy alumínium-atom által megkötött hidroxidionok számát állandónak (4) tekintve, az egyensúlyi állapothoz képest feleslegben levő (tehát a kémiai reakció szempontjából *aktív*) hidroxidion koncentrációja kifejezhető:

$$[OH^-]_a = c_{OH} - [OH^-]_e - 8c_A \qquad (22)$$

amiből (21) figyelembevételével:

$$[OH^-]_a = 8(c_{Ae} - c_A) \qquad (23)$$

A mindenkori *aktív hidroxidion* koncentrációt tehát a mért Al_2O_3 koncentrációkkal kifejezhetjük. Tekintve, hogy a (23) összefüggésben már figyelembe vettük az egyensúly során kialakuló állapotot, (19) egyenletünk az alábbi alakra hozható:

$$r_2 = k_3'[Al^{3+}](c_{Ae} - c_A) \qquad (24)$$

Mindaddig, amíg a diffúzió a kémiai reakcióban elfogyó alumíniumionokat a fogyás mértékének megfelelően pótolni képes, a fenti sebességi egyenletben szereplő $[Al^{3+}]$-*koncentráció* a (16) állandóból számítható értéknek megfelelő *konstans.* Ebben az esetben a (24) egyenlet megoldásai:

$$c_A = c_{Ae} - (c_{Ae} - c_{A0})e^{-k_3't} \qquad (25)$$

illetve:

$$k_3 = \frac{1}{t} \ln \frac{c_{Ae} - c_{A0}}{c_{Ae} - c_A} \qquad (26)$$

a sebességmeghatározó folyamat pedig a *kémiai reakció.*

A fentiekben levezetett (24) sebességi egyenlet azonban lényegében megegyezik a (4) egyenlettel, amelyről már megállapítottuk, hogy vele *a feltárás teljes folyamata nem írható le.*

Ezek után azt az esetet vizsgáljuk, amikor a feltárás teljes folyamatát vagy pedig egy szakaszát a *diffúzió* korlátozza: mivel ebben az esetben a kémiai reakció sebessége nagyobbb a diffúzió sebességénél, a szilárd test felületén végbemenő reverzibi-

lis kémiai reakcióban a 18 egyensúlyi állandónak megfelelő $[OH^-]_e$ és $[Al(OH)_4^-]_e$ koncentráció viszonyok alakulnak ki. A *diffúzió hajtóereje* a szilárd fázis felületén és a folyadék fázis belsejében található koncentráció különbségből adódik, és ez a (23) összefüggés mintájára $(c_{Ae}-c_A)$ alakban fejezhető ki. Semmiképpen sem engedhető meg tehát az az egyszerűsítés, hogy bármely reagens koncentrációja a felületen zérus [12].

Az Al_2O_3-tartalom oldódása során *változó* (csökkenő) *nagyságú anyagátadási felületet* — a korábbi megállapítással összhangban — a még nem oldódott reaktív Al_2O_3-tartalommal arányosan kell felvenni. Itt a leglényegesebb kérdés az, hogy a kinetikai egyenletben *összefüggést kell-e teremteni a bauxit szemnagysága* (az őrlési finomság) *és az oldódási felület nagysága között, vagy sem?* Az a közismert tény ugyanis, hogy a *lágy hidrargillit*, illetve a *bőhmit* tartalmú bauxitok még *durvább* szemcsézettel is feltárhatók, a kemény *diaszporos* bauxitok pedig *finomabb* őrlést igényelnek [17] —, a két tényező közötti szoros kapcsolatra utal.

Ugyanakkor számos laboratóriumi és üzemi vizsgálat tapasztalatai azt mutatják, hogy *a feltárási végső kihozatalt a szemnagyság döntően nem befolyásolja.* Ez azonban csak akkor lehet igaz, ha a feltárás során a szemcseméret már egy (a bauxit feltárási sajátosságai szempontjából kritikusnak ítélhető) minimális nagyság alatt van. Ez két tényező hatásaként alakulhat ki:

1. A feltárás esetén (Scottford és Glastonbury szerint [4] már a hidrargillit 1%-ának beoldódásához szükséges idő alatt) végbemegy a szilárd részecskék szétesése.
2. Az üzemekben és a laboratóriumi kísérletek során elért őrlési finomság már *eleve* a kritikus érték alatt van. Ilyen tapasztalatokra jutottak pl. az Almásfüzitői Timföldgyárban a nyíltciklusú bauxit őrlés bevezetése kapcsán lefolytatott üzemi kísérletek során [18].

Ha tehát kinetikai egyenletünkben a szemcseméret eloszlásának nem tulajdonítunk különösebb jelentőséget, azt csak a fenti *egyszerűsítő feltételek figyelembevételével* tehetjük meg.

Emellett, mivel az Al_2O_3 tartalmú ásványok feltárási sajátosságaikban is különböznek egymástól, célszerűnek látszik az is, hogy a gibbsit, a bőhmit, a diaszpor stb. feltárást *külön-külön végbemenő folyamatként* kezeljük. Ezért az anyagátadási felületet mindenkor az *egyes ásványok még szilárd fázisban levő* Al_2O_3 tartalmával egyenes arányban vesszük fel.

Ha tehát csak a bőhmit oldódását tekintjük, az anyagátadási felület nagysága az alábbi módon fejezhető ki:

$$S_b(t)=s_b(c_{Atb}-c_A) \tag{27}$$

Az Al_2O_3 tartalmú ásványok feltárási folyamatának leírására ajánlott *diffúziós egyenlet* végső alakja pedig —, ugyancsak a bőhmit tartalom oldódására felírva:

$$\frac{dc_A}{dt}=\frac{D_b}{\delta_b}\cdot s_b(c_{Atb}-c_A)(c_{Ae}-c_A) \tag{28}$$

3. A diffúziós egyenlet megoldása

Ha a fenti (28) egyenlet érvényességét a különböző Al_2O_3 tartalmú ásványok oldódására igazolni tudjuk, akkor megállapíthatjuk, hogy a folyamatok a *másodrendű* kinetika törvényszerűségeit követik. A fenti egyenlet könnyen integrálható [19], és megoldásai:

$$c_A=\frac{c_{Ae}(c_{Atb}-c_{A0})e^{k_5(c_{Atb}-c_{Ae})t}-c_{Atb}(c_{Ae}-c_{A0})}{(c_{Atb}-c_{A0})e^{k_5(c_{Atb}-c_{Ae})t}-(c_{Ae}-c_{A0})} \tag{29}$$

illetve:

$$k_5=\frac{1}{t(c_{Ae}-c_{Atb})}\cdot\ln\left(\frac{c_A{}^a-c_A}{c_{Ae}-c_{A0}}\cdot\frac{c_{Atb}-c_{A0}}{c_{Atb}-c_A}\right) \tag{30}$$

ahol $k_5=D_b\cdot s_b/\delta_b$ (31)

A továbbiakban — annak figyelembevételével, hogy a feltárás során $c_{A0}<c_{Ae}$ — elvégeztük a (29) összefüggés matematikai diszkusszióját, hogy a (29) egyenlet kielégíti a (12—13) feltételeket, tehát egyaránt figyelembe veszi az *egyensúlynak és a feltárás adott körülményei között reaktív anyag* (esetünkben a bőhmit) *fogyásának korlátozó hatását.*

Említést kell tenni még arról az esetről, amikor $c_{Atb}=c_{Ae}$, vagyis ha a feltárás során (a korábban már beoldódott ásványok és a bőhmit oldódását véve csak figyelembe) az *egyensúlyi értékre történik a bemérés.* Ekkor ugyanis a (28) egyenlet érvényét veszíti, és az állandók összevonásával a következő alakot ölti:

$$\frac{dc_A}{dt}=k_5(c_{Ae}-c_A)^2 \tag{32}$$

A fenti egyenlet megoldásai:

$$c_A=\frac{c_{Ae}(c_{Ae}-c_{A0})k_5t+c_{A0}}{(c_{Ae}-c_{A0})k_5t+1} \tag{33}$$

és:

$$k_5=\frac{c_A-c_{A0}}{t(c_{Ae}-c_{A0})(c_{Ae}-c_A)} \tag{34}$$

Az egyenleteket minden esetben a bőhmit oldódására vonatkoztatva írtuk fel, miként azt az indexben szereplő *b* jelzés is mutatja. Arra az esetre, ha más Al_2O_3 tartalmú ásvány oldódására is a (28—34) alakú összefüggések érvényesek —, az egyenletekben szereplő konstansok tartalmát *értelemszerűen* módosítani kell.

4. Összefoglalás

A cikkben a szerző elméleti megfontolások alapján vizsgálta a bauxit feltárás kinetikájára vonatkozó eddigi elképzeléseket. Megállapította, hogy az ismert kinetikai egyenletek legfőbb hibája, hogy nem fejezik ki a bemérési mólviszonynak a feltárásra gyakorolt hatását, valamint, hogy a feltárást egyetlen folyamatként, és nem a különböző Al_2O_3 tartalmú ásványokra külön-külön vizsgálták.

A bauxitban levő Al_2O_3 tartalmú ásványok feltárási folyamatának leírására — egyszerűsítő feltételek figyelembevételével — olyan diffúziós kinetikai egyenletet ajánl, amelyben az anyagátadási felület nagysága az egyes technológia adott feltételei mellett reaktív ásványok szilárd fázisban levő Al_2O_3 tartalmával arányos.

Nómenklatúra

Al_2O_{3d}, Al_2O_{3g}, Al_2O_{3h}	rendre: a bauxitban a diaszpor, goethit és hematit alakban jelenlevő (alumogoethitbe és alumo-hematitba beépült) Al_2O_3 mennyisége, %
$Al_2O_{3\delta}$	a bauxit összes Al_2O_3 tartalma, %
SiO_{2r}	a bauxit SiO_2 tartalmának az adott technológia szerint reakcióképes hányada (a bauxit súly%-ban kifejezve), %
a_{NaOH}, a_{H_2O}	az NaOH és H_2O relatív aktivitása, kmól·m^{-3}
c_A	a folyadék fázis Al_2O_3 koncentrációja, kmól·m^{-3}
c_{Ae}	a folyadék fázis egyensúlyi Al_2O_3 koncentrációja az adott hőmérsékleten, kmól·m^{-3}
c_{A0}	a folyadék fázis kezdeti Al_2O_3 koncentrációja, kmól·m^{-3}
c_{As}	az egységnyi térfogatú feltárólúgban, szilárd fázisban levő Al_2O_3 tartalom, kmól·m^{-3}
c_{As0}	az egységnyi térfogatú feltárólúgban szilárd fázisban (bauxitban) levő kezdeti Al_2O_3 tartalom, kmól. m^{-3}
c_{Asr}	az egységnyi térfogatú feltárólúgban, szilárd fázisban levő, az adott technológia szerint reakcióképes Al_2O_3 tartalom, kmól. m^{-3}
c_{At}	az adott feltárási technológiával oldható alumíniumoxid tartalom teljes beoldódásakor beálló Al_2O_3 koncentráció, kmól. m^{-3}
c_{Atb}	a bauxit bőhmit tartalma oldódásának befejeződésekor beálló Al_2O_3 koncentráció, kmól. m^{-3}
c_N	a folyadék fázis Na_2O_k koncentrációja, kmól. m^{-3}
c_{OH}	az összes hidroxidion koncentráció, kmól. m^{-3}
D	diffúziókoefficiens, m^2·s^{-1}
E	elektromotoros erő, V
E°	standard elektromotoros potenciál, V
K_e	egyensúlyi állandó
K_d	disszociációs állandó
k_1, k_2, k_3, k_4, k_5	reakciósebességi állandó (n = 1 esetben), s^{-1}
M_v	mólviszony
n, α, β, γ	a reakciónak az adott koncentrációra (aktivitásra) vonatkozó rendje
r	a gömb alakú szilárd részecske sugara, m
r_1, r_2	reakciósebesség, kmól·m^{-3}·s^{-1}
S, S_0	a folyadék fázis egységnyi térfogatában az anyagátadás számára rendelkezésre álló felület (kezdeti) nagysága, m^{-1}
s_b	a bőhmitre jellemző fajlagos anyagátadási felület, m^2·kmól^{-2}
t	idő, s
$[OH^-]$	a szabad hidroxidion koncentráció, kmól·m^{-3}
$[OH^-]_e$	az egyensúlyi szabad hidroxidion koncentráció, kmól·m^{-3}
$[OH^-]_a$	az egyensúlyi állapothoz képest feleslegben levő szabad hidroxidion koncentráció, kmól·m^{-3}
δ	a diffúziós réteg vastagsága, m
ϱ	a bauxit sűrűsége, kg·m^{-3}
η	a feltárás elméleti hatásfoka, %

IRODALOM

[1] *Solymár, K.:* A Bayer-eljárás kémizmusának és modellezésének néhány újabb eredménye. ICSOBA Konferencia, (1969). Budapest.

[2] *Solymár, K.:* A Bayer-eljárásnál fellépő alumíniumoxid veszteségek a bauxit és vörösiszap fázisanalízise alapján. Kohászati Lapok 102 (1969) p. 454—460.

[3] *Glastonbury, J. R.:* Chem. and Ind. (1969) p. 121—125.

[4] *Scotford, R. F., Glastonbury, J. R.:* Can. J. Chem. Eng. *49* (1971) 5. p. 611.

[5] *Scotford, R. F., Glastonbury, J. R.:* The Effect of Concentration on the Rates of Dissolution of Gibbsite and Boehmite. Can. J. Chem. Eng. *50* (1972) p. 754—758.

[6] *Streicher, M. A.:* J. Electrochem. Soc. *93* (1948) p. 283.

[7] *Robinson, R. A., Stokes, R. H.:* Electrolyte Solutions (1966)

[8] *Malc, N. Sz., Bernstein, V. A.:* Cvetnüje Metallü (1966) No. 3.

[9] *Ljapunov, A. N.:* Trudü VAMI (1961) No. 47 p. 23—34

[10] *Malc, N. Sz., Verbov, L. F.:* O kinetike vüscselacsivanyija monogidratnüh bokszitov. Cvetnüje Metallü (1972) No. 5. p. 35—37.

[11] *Verbov, L. F.:* Uravnyenyije kinetiki vüscselacsivanyija monogidratnüh bokszitov. Cvetnüje Metallü (1974) No. 1. p. 28—30.

[12] *Malc. N. Sz., Verbov, L. F.:* Kinetika vüscselacsivanyija monogidratnüh bokszitov. Zsurnal Prikladnoj Himii XLVII No. 6. (1974) p. 1265—1270.

[13] *Turinszkij, Z. M., Malc, N. Sz., Verbov, L. F.:* Priblizsennaja matematicseszkaja model kinetiki vüscselacsivanyija monogidratnüh bokszitov. Zsurnal Prikladnoj Himii XLVII No. 10. (1974) p. 2246—2250.

[14] *Pohner, J.:* Timföldgyártási folyamat matematikai modellje és felhasználása gazdasági döntések előkészítéséhez. Kand. dissz. (1968) Budapest.

[15] *Bielfeldt, K., Arnswald, W.:* Probleme des Bauxitaufschlusses. Alumínium *43* (1967) p. 355—360.

[16] *Dr. Szabó, Z., Dr. Burger, K.:* Lúgos oldatokban keletkező aluminátkomplexek vizsgálata. (1975) Kutatási jelentés. Budapest, Eötvös Lóránt Tud. Egyetem.

[17] *Delyannis, E.:* A diaszportartalmú bauxitok feltárásának műszaki-technológiai problémái. ICSOBA Konf. (1969) Budapest.

[18] *Tomisa, B.:* Nyílt ciklusú bauxitőrlés üzemi megvalósításával kapcsolatos vizsgálatok. Kut. Jel. 732 Almásfüzitői Timföldgyár (1969).

[19] *Brdicka:* Grundlagen der Physikalischen Chemie. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften. (1965) 5. Auflag p. 789. Berlin

Vizsgálatok a vörösiszapkoncentráció ellenőrzésére a timföldgyári mosósoron

Dr. WÉBER JÓZSEF, KERESZTÚRINÉ VITÉZ GABRIELLA
Nehézipari Műszaki Egyetem Fémkohászattani Tanszék, Miskolc

Dr. KLUG OTTÓ
Magyar Alumíniumipari Trösztt

DK 669.712.1.002.68:66.085

Vizsgálták a timföldgyári vörösiszap-mosás körülményei között az iszapzagyok villamos vezetőképességét és viszkozitását. A szintetikus oldatokkal végzett kísérletek alapján megállapították, hogy az Oscimhometerrel való villamos vezetőképességmérés alkalmas lehet a szilárdanyagtartalom folyamatos meghatározására.

Vizsgáltuk a timföldgyári vörösiszap-mosás körülményei között az iszapzagyok villamos vezetőképességét és viszkozitását. A szintetikus oldatokkal végzett kísérletek alapján megállapítottuk, hogy az *Oscimhometerrel* való villamos vezetőképességmérés az I—V. mosólépcsőnél alkalmas a szilárdanyagtartalom folyamatos meghatározására. A híg oldatokkal (III—V. mosólépcsőnek megfelelően) végzett vizsgálatoknál a vezetőképesség-iszapkoncentráció függvény másodfokú polinommal közelíthető meg. A zagyok viszkozitása azonos feltételek között lehetővé teszi az iszapkoncentráció meghatározását, mert a nagy szilárdanyag-tartalmú zagyok viszkozitása erőteljes változást mutat. A viszkozitás-iszapkoncentráció függvény ötödfokú polinommal írható le.

A timföldgyári ülepítők és mosók eltávozó zagyában a szilárdanyag (vörösiszap) tartalom meghatározása az oldat és a zagy villamos vezetőképességének mérésével oldható meg [1, 2]. Ilyen jellegű vizsgálatokat a *Bayer*-körfolyamat első két mosólépcsőjére *Riedl* és munkatársai [3] végeztek, és megállapították, hogy állandó hőmérsékleten és oldatkoncentrációnál a másodfokú regressziós függvénnyel való közelítés nem kellően pontos. Az iszapmosás technológiájának fokozatosabb ellenőrzésére, — mivel jelenleg elsősorban az átmeneti zóna mérésével és mennyiségmérés alapján történik a mosó Dorr-ok ellenőrzése és szabályozása [4], — vizsgáltuk a vörösiszapmosás további, harmadik, ötödik és hatodik (utolsó) lépcsőiben a szilárdanyag-tartalom mérésének lehetőségét.

Méréseinket a Fémipari Kutató Intézetben kifejlesztett *Oscimhometer OK-105 típ. laborműszerrel* végeztük [5]. A villamos vezetőképesség vizsgálata mellett a zagyok viszkozitását is mértük rotációs viszkoziméterrel.

Kísérleti rész

Villamos vezetőképesség mérések

A timföldgyári mosósor III., V. és VI. mosójában, az ellenáramú mosás miatt mind az Na_2O_{kauszt} — koncentráció, mind az össz-ion koncentráció kicsiny. Kísérleteinkben az Ajkai Timföldgyár és az Almásfüzitői Timföldgyár üzemi elemzései alapján, az *1. táblázatban* bemutatott átlagos koncentráció értékeket vettük figyelembe.

A kísérletekhez szintetikus aluminátlúg oldatokat készítettünk a következő összetétellel (g)l-ben: Na_2O_{kauszt} 29,6; 9,0 ill. 10,8; 4,0 és Al_2O_3 20,9; 4,5, ill. 5,5; 2,4 rendre a III., V. és VI. mosólépcsőnek megfelelően — és ezekbe adagoltuk a száraz vörösiszapot. Tekintettel az iszap finom szemcsézettségére, a granulometriás összetételváltozás a vezetőképességre nem gyakorolt lényeges befolyást [6].

Annak érdekében, hogy a vezetőképességértékeket kiszámoljuk, meghatároztuk a műszer cellaállandóit:

1000—2000	$1{,}37 \cdot 10^{-5}\ ohm^{-1}\ cm^{-1}$
2000—3000	$3{,}85 \cdot 10^{-5}\ ohm^{-1}\ cm^{-1}$
3000—4000	$4{,}13 \cdot 10^{-5}\ ohm^{-1}\ cm^{-1}$
4000—5000	$4{,}86 \cdot 10^{-5}\ ohm^{-1}\ cm^{-1}$

A III. mosó-Dorr esetében az előállított zagyok vezetőképesség változása a hőmérséklet és a szilárdanyag-tartalom függvényében a *2. táblázatban* összefoglalt értéknek megfelelően változik.

A táblázatból kitűnik, hogy a szilárdanyag-tartalom növelésével a zagy villamos vezetőképessége csökken, mégpedig a cellabeli vezető keresztmetszet csökkenésével arányosan. A táblázat adatai alapján az $M = f(c_i)$ függvényt felrajzolva, az *1. ábra* görbeseregéhez jutunk. A görbék meredeksége lényegesen kisebb, mint az I. és II. mosólépcsőnél [3, 7, 8], ami azzal magyarázható, hogy a híg lúgoldatok tartományában mérünk. Másodfokú polinommal való közelítést használva, de a levezetést mellőzve [7], e görbék regressziós egyenletei a *3. táblázatban* bemutatott formát mutatják.

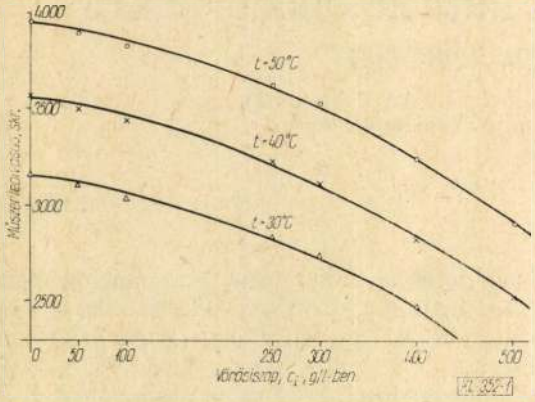
Az egyenleteknél M = a műszerleolvasás és c_i = a vörösiszaptartalom g/l-ban. A közelítés korrelációs indexe 0,99, a relatív hiba 0,6%, azaz a híg lúg oldatoknál a másodfokú közelítés megfelelő.

Ha a hőmérséklet hatását vizsgáljuk, a *2. ábra* görbéihez jutunk. Az M = f(t) függvény — a vizsgált kis hőmérséklettartományban — lineáris lefutású, és az egyes egyenesek (főleg a kis iszap tartalomnál) közel párhuzamosak. Állandó iszapkon-

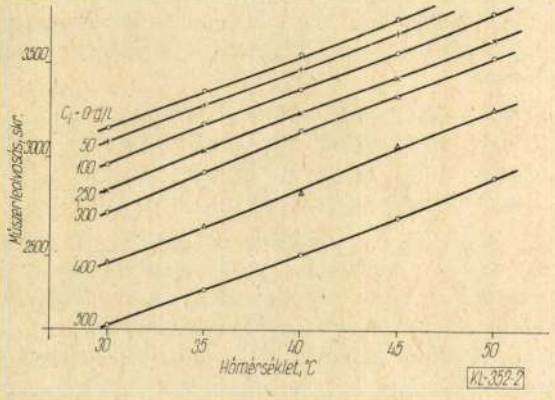
1. táblázat

A timföldgyári mosó Dorr-ok oldat-fázisának átlagos koncentrációi

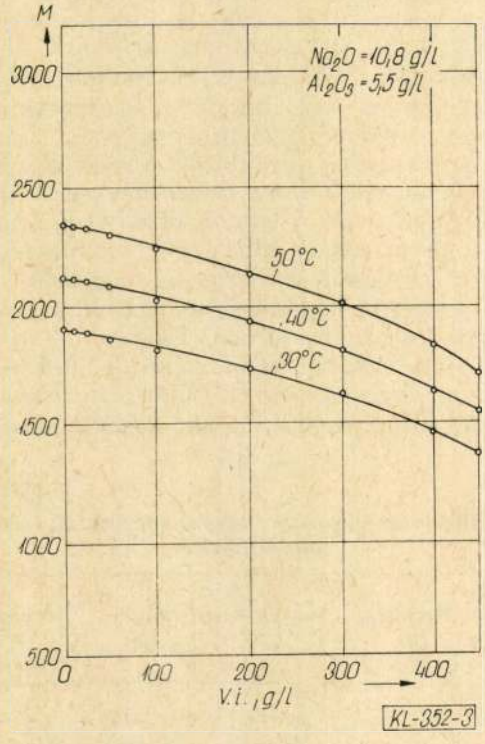
A mosó száma	$Na_2O_{össz}$ g/l	Na_2O_{kauszt} g/l	Al_2O_3 g/l	Mólviszony α
1.	76—91	65—77	68—70	1,8—1,9
2.		36—42	28—31	2,1—5,3
3.	30—95	26—29	18—21	
5.	9—11	8—10	3— 5	3,1—3,3
6.	4— 6	3— 5	2— 3	2,8—3,0



1. ábra A vezetőképesség változása a vörösiszapkoncentráció függvényében a III. mosó Dorr-nak megfelelő oldatban, 30, 40 50 °C-on



2. ábra. A III. mosó Dorr koncentrációjának megfelelő vörösiszapzagyok vezetőképességváltozása a hőmérséklet függvényében különböző vörösiszap koncentráció esetén



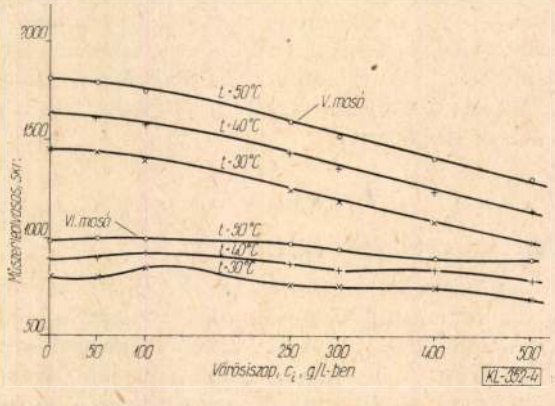
3. ábra. A vezetőképesség változása a vörösiszapkoncentráció függvényében az V. mosó Dorr-nak megfelelő felső oldatkoncentráció tartományban, 30, 40 és 50 °C-on

2. táblázat

A III. mosó iszapzagyának villamos vezetőképesség-változása az iszapkoncentráció függvényében, különböző hőmérsékleten

(Az oldatfázis Na_2O_{kausz} = 29,6 g/l; Al_2O_3 = 20,9 g/l; α = 2,33)

Hőmérséklet, °C	Iszapkoncentráció c_i, g/l	Műszerleolvasás M, skr	Vezetőképesség $ohm^{-1}\ cm^{-1}$
30	0	3170	0,1220
	50	3092	0,1190
	100	2981	0,1148
	250	2849	0,1097
	300	2736	0,1053
	400	2481	0,0955
	500	2129	0,0820
35	0	3370	0,1392
	50	3281	0,1365
	100	3184	0,1225
	250	3041	0,1171
	300	2942	0,1133
	400	2678	0,1031
	500	2322	0,0894
40	0	3570	0,1474
	50	3480	0,1437
	100	3360	0,1387
	250	3238	0,1300
	300	3141	0,1209
	400	2765	0,1064
	500	2518	0,0969
45	0	3700	0,1528
	50	3674	0,1517
	100	3548	0,1465
	250	3431	0,1417
	300	3330	0,1370
	400	3076	0,1184
	500	2710	0,1043
50	0	3983	0,1645
	50	3845	0,1588
	100	3737	0,1543
	250	3619	0,1495
	300	3527	0,1456
	400	3261	0,1303
	500	2899	0,1116



4. ábra. A vezetőképesség változása a vörösiszapkoncentráció függvényében az V. és a VI. mosó Dorr-nak megfelelő oldatokban, 30, 40 és 50 °C-on

3. táblázat

Az iszapkoncentráció hatására a villamos vezetőképesség változását állandó hőmérsékleten közelítően leíró regressziós függvények egyenletei

Mosólépcső száma	Hőmérséklet °C	Regressziós egyenlet
III.	30	$M_{30} = -0{,}00305\ c_i^2 - 0{,}455c_i + 3122{,}9$
	40	$M_{40} = -0{,}00306\ c_i^2 - 0{,}436c_i + 3512{,}8$
	50	$M_{50} = -0{,}00307\ c_i^2 - 0{,}419c_i + 3895{,}7$
V.	30	$M_{30} = -0{,}000274\ c_i^2 - 0{,}835c_i + 1461{,}8$
	40	$M_{40} = -0{,}000221\ c_i^2 - 0{,}883c_i + 1639$
	50	$M_{50} = -0{,}000168\ c_i^2 - 0{,}932c_i + 1816{,}3$

4. táblázat

Az M=f/t/ függvény együtthatói állandó vörösiszap-koncentráció esetén v. mellett

Mosólépcső száma	Vörösiszap g/l	Együtthatók a	Együtthatók b
III.	0	39,12	1993,8
	50	37,98	1955,5
	100	37,52	1861,2
	250	38,60	1691,6
	300	39,40	1559,2
	400	39,16	1285,8
	500	38,56	973,2
	Átlag	38,62	
V.	0	17,34	9364
	50	17,38	9136
	100	17,96	8216
	250	17,50	7552
	300	16,26	6924
	400	15,72	6062
	500	17,18	4636
	Átlag	17,05	

centrációnál a zagy vezetőképesség hőmérsékleti függésének leírására az $M = at + b$ egyenletet használjuk (ahol t=a hőméréklet °C-ban), amelynek együtthatóit a *4. táblázatban* foglaltuk össze.

A bemutatott eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a III. mosókoncentráció viszonyainál a vezetőképességmérésen alapuló szilárdanyag-tartalom mérés [1] megvalósítható.

Az V. mosó-Dorr koncentráció viszonyainak megfelelően előállított zagyok vezetőképesség változása a hőmérséklet és a szilárdanyag tartalom függvényében az *5. és 6. táblázatnak* megfelelő képet mutatta.

Ha a bemutatott eredményeket ábrázoljuk *(3. és 4. ábra)*, akkor jól látható, hogy a nagyobb koncentrációjú modell-oldatnál állandó hőmérsékleten a szilárdanyag-tartalom függvényében, — elsősorban a nagyobb szilárdanyag-tartalomnál — még jól érzékelhető villamos vezetőképesség változást kapunk. Ha az oldatfázis hígul (4. ábra) akkor ez a változás lecsökken. Számszerűségeket nézve a 10,8 g/l Na_2O_{kauszt} koncentrációjú oldatnál 50 °C-on szilárdanyag tartalom 300-ról 500 g/l-re növelése 303 skálarész különbséget okoz, 9,0 g/l-es oldatnál már csak 183 skálarészt, 30 °C-on pedig ez a változás — sorrendben — 253, ill. 210 skálarész.

A 4. ábrán bemutatott görbék közelítő regressziós egyenleteit a 3. táblázatban találjuk meg.

Lényegében itt is hasonló függvénykapcsolat áll fenn, mint az V. mosó, koncentráltabb oldatainál, csupán a görbe meredeksége változik.

Állandó iszapkoncentrációnál vizsgálva a vezetőképesség változását a hőmérséklet függvényében *(5. ábra)*, lineáris összefüggést kapunk, amelyet az III. mosónál ismertetett egyenlettel és a IV. táblázatban összefoglalt együtthatókkal írhatunk le.

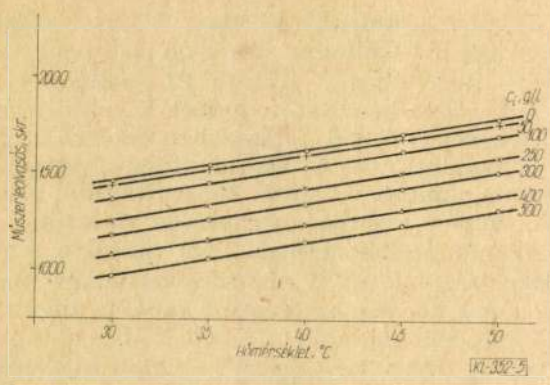
Vizsgálatainkat a VI. mosó-Dorr esetére is kiterjesztettük. Állandó iszaptartalomnál, a hőmérséklet függvényében itt is lineáris összefüggést kaptunk *(6. ábra)*. Ha azonban a méréseket az iszapkoncentráció függvényében nézzük (4. ábra) szembetűnő a „hullámzás", azaz a nem egyértelmű

5. táblázat

Az V. mosó iszapzagyának villamos vezetőképesség-változása az iszapkoncentráció függvényében, különböző hőmérsékleten az üzemileg előforduló alsó oldatkoncentráció mellett

(Az oldatfázis Na_2O_{kauszt}=9,0 g/l, Al_2O_3=4,5 g/l; α=3,29)

Hőmérséklet °C	Iszapkoncentráció c_i g/l	Műszerleolvasás M, skr	Vezetőképesség $ohm^{-1}\ cm^{-1}$
30	0	1451	0,0199
	50	1433	0,0196
	100	1361	0,0186
	250	1250	0,0171
	300	1182	0,0165
	400	1081	0,0148
	500	972	0,0133
35	0	1552	0,0213
	50	1525	0,0208
	100	1449	0,0199
	250	1336	0,0183
	300	1257	0,0172
	400	1156	0,0158
	500	1074	0,0147
40	0	1658	0,0223
	50	1606	0,0220
	100	1542	0,0211
	250	1429	0,0196
	300	1345	0,0184
	400	1227	0,0168
	500	1151	0,0158
45	0	1717	0,0235
	50	1700	0,0233
	100	1657	0,0223
	250	1511	0,0207
	300	1426	0,0195
	400	1318	0,0181
	500	1237	0,0169
50	0	1802	0,0247
	50	1780	0,0244
	100	1721	0,0236
	250	1600	0,0219
	300	1504	0,0206
	400	1393	0,0191
	500	1321	0,0181



5. ábra. Az V. mosó Dorr alsó (hígabb) oldatkoncentrációjának tartományában a vörösiszapzagyok vezetőképesség változása a hőmérséklet függvényében, különböző vörösiszap koncentráció esetén

6. táblázat

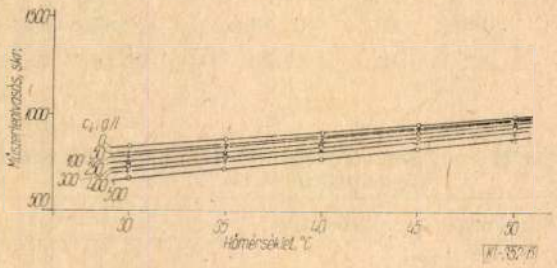
Az V. mosólépcsőnek megfelelő vörösiszapzagy villamos vezetőképességének változása a szilárdanyag-tartalom és a hőmérséklet függvényében, az üzemileg előforduló felső oldatkoncentráció tartományában

(Az oldatfázis Na_2O_{kauszt}=10,8 g/l; Al_2O_3=5,5 g/l; α=3,23)

Hőmérséklet °C	Vörösiszap c_i g/l	Vezetőképesség $ohm^{-1}\ cm^{-1}$
30	0	0.0262
	10	0,0261
	25	0,0259
	50	0,0255
	100	0,0250
	200	0,0237
	300	0,0223
	400	0,0200
	450	0,0188
40	0	0,0342
	10	0,0340
	25	0,0335
	50	0,0325
	100	0,0303
	200	0,0265
	300	0,0249
	400	0,0225
	450	0,0213
50	0	0,0398
	10	0,0397
	25	0,0395
	50	0,0378
	100	0,0369
	200	0,0346
	300	0,0298
	400	0,0252
	450	0,0235

összefüggés, ami abból adódik, hogy a vezetőképesség a mérőrendszer érzéketlen tartományába esik. E célra módosított cellakonstrukció kialakítása szükséges.

A bemutatott eredményekből azt az általános következtetést vonhatjuk le, hogy a villamos vezetőképességmérésen alapuló szilárdanyag-tartalom meghatározása az Oscimhometer, ill. üzemileg az Oscimhotransmitter segítségével elvégezhető mind az ülepítő, mind a mosó Dorr-oknál, ha az oldatfázis $[Na_2O_{kauszt}$ koncentrációja legalább 10 g/k, az Al_2O_3-é pedig 5 g/l. Ennél hígabb oldatok esetén más mérőérzékelőre van szükség. A mérések pontossága az oldatfázis vezetőképességének függvénye, minél jobb vezető az oldat, annál kisebb az iszaptartalom mérésekor a hiba. Az I—III. mosó Dorr esetében az üzemileg szóbajövő tartományt —300—500 g iszap/liter — tekintve 10 g/l-enként mintegy 32—45 skálarész különbséget kapunk, ami a műszeren jól leolvasható. Az V. mosónál ez az érték csupán 15 skálarész, ami ugyan még leolvasható, de a pontatlanság az előbbiekhez képest mintegy 5%-kal nő.



6. ábra. A VI. mosó Dorr-nak megfelelő vörösiszapzagyok vezetőképesség változása a hőmérséklet függvényében, állandó vörösiszap koncentráció mellett

Viszkozitásmérések

A vörösiszap zagyok viszkozitását az I., III., V. és VI. mosó-Dorr-nak megfelelő koncentrációjú szintetikus oldattal 30 °C-on végeztük. A Rotovisco rotációs viszkoziméterrel mért eredmények azt mutatták, hogy a zagyok viszkozitása mind az oldatfázis koncentrációjának növekedtével, mind pedig az iszaptartalom növelésekor nő. A mérések számszerű eredményeit a *7. táblázatban* foglaltuk össze.

A kapott eredményeket felrajzolva a *7. ábra* görbeseregét kaptuk, amely szemléletesen mutatja, hogy az üzemileg előforduló iszapkoncentrációknál milyen nagymértékű a viszkozitás változása.

A görbéket közelítő, regressziós függvényeket vizsgálva, megállapítottuk, hogy a legjobb közelítést az ötödfokú polinom eredményezi. Ennek megfelelően a 7. ábra görbéit a következő egyenletekkel írhatjuk le, amelyeknél S=a műszerkitérés, (skr), és ci=a vörösiszap koncentráció g/l-ben:

$$S_I = 2{,}92 \cdot 10^{-12} c_i^5 + 6{,}08 \cdot 10^{-15} c_i^4 - 8{,}13 \cdot 10^{-7} c_i^3 + 2{,}5 \cdot 10^{-4} c_i^2 - 2{,}16 \cdot 10^{-3} c_i + 17$$

$$S_{III} = 3{,}75 \cdot 10^{-12} c_i^5 - 1{,}66 \cdot 10^{-9} c_i^4 - 1{,}87 \cdot 10^{-7} c_i^3 + 1{,}66 \cdot 10^{-4} c_i^2 + 1{,}5 \cdot 10^{-3} c_i + 16$$

$$S_V = -1{,}25 \cdot 10^{-12} c_i^5 + 2{,}7 \cdot 10^{-9} c_i^4 - 1{,}31 \cdot 10^{-6} c_i^3 + 2{,}23 \cdot 10^{-4} c_i^2 + 3{,}25 \cdot 10^{-3} c_i + 14{,}499$$

$$S_{VI} = -4{,}16 \cdot 10^{-12} c_i^5 + 1{,}66 \cdot 10^{-9} c_i^4 - 8{,}9 \cdot 10^{-7} c_i^3 + 1{,}58 \cdot 10^{-4} c_i^2 + 6{,}5 \cdot 10^{-3} c_i + 12{,}999$$

7. táblázat

Szintetikus vörösiszapzagyok rotációs viszkoziméterrel meghatározott viszkozitás értékei* a timföldgyári mosósoron az iszapkoncentráció függvényében, 30°C-on

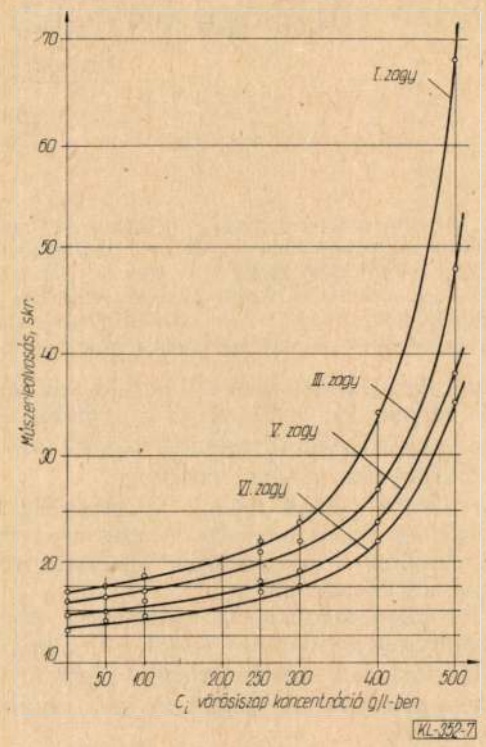
Mosólépcső száma az oldat Na_2O_{kaust} és Al_2O_3 koncentrációja, g/l	Vörösiszap koncentráció, c_i, g/l	Műszer leolvasás, S, skr	Viszkozitás*, cP
I.	0	17	1,22
	50	17,5	1,255
74,0	100	18,5	1,328
	250	22	1,578
68,5	300	24	1,722
	400	34	2,42
	500	68	4,88
III.	0	16	1,148
	50	16,5	1,182
29,6	100	17,5	1,255
	250	21	1,505
20,9	300	22	1,578
	400	27	1,938
	500	48	3,44
V.	0	14,5	1,04
	50	15	1,076
9,0	100	16	1,148
	250	18	1,29
4,5	300	19	1,362
	400	24	1,722
	500	38	2,722
VI.	0	13	0,933
	50	14	1,003
4,0	100	14,5	1,04
	250	16,5	1,182
2,4	300	17,5	1,257
	400	22	1,580
	500	35	2,51

* A megadott viszkozitás értékek „látszólagos" értékek, mivel a forgótest fordulatszáma, ill. a kísérlet körülményei az abszolút értéket befolyásolják. Ily módon lényegében a viszkozitás értékek közti különbség jellemző.

Következtetések

A timföldgyári vörösiszap mosás körülményei között megállapítottuk, hogy a villamos vezetőképesség mérésével a zagy szilárdanyag tartalma az I—V. mosólépcsőben, általában ± 5—7 g/l hibával mérhető. A rendkívül híg oldatok (Na_2O (Na_2O_{kaust} < 10 g/l) vizsgálatához a használt mérőcellák nem megfelelőek. Laboratóriumi körülmények között — állandó kísérleti feltételeket biztosítva, — lehetőség van a zagyok viszkozitásának mérésére.

Híg oldatoknál a szilárdanyag-tartalom függvényében a *viszkozitás* lényegében nagyobb mértékben változik, mint a *vezetőképesség*. Ezzel szemben viszont, az oldatkoncentráció a zagyok viszkozitása sokkal kevésbé változik. Ennek alapján kidolgozható az iszapzagyok szilárdanyag tartalmának mérésére alkalmas módszer olyan esetben is, amikor a vezetőképesség mérésével nem lehet a feladatot megoldani. A *szintetikus oldatok* mérésével meghatároztuk a szilárdanyag tartalom mérésének feltételeit, amelyet a továbbiakban üzemi oldatokkal kell ellenőrizni és ezt követően lehet az üzemellenőrzésre bevezetni.



7. ábra. Az I., III., V. és VI. mosó Dorr-nak megfelelő vörösiszapzagyok viszkozitás változása a vörösiszapkoncentráció függvényében, állandó hőmérsékleten: 30 °C-on

IRODALOM

[1] *Klug O., Farkas F., Gombos M., Kovács F., Mátyási J., Németh B. és Barakka I.:* 166 568 sz. magyar szabadalom (bej.: 1972).

[2] *Kovács F., Farkas F., Klug O., Gombos M. és Vörös K.:* BKL-Kohászat, *106.* 419. (1973)

[3] *Riedl I., Nagy B., Gombos M., Farkas F., Kovács F., Klug O.:* BKL-Kohászat, megjelenés alatt.

[4] *Barakka I. és Németh B.:* BKL-Kohászat, *107.* 315. (1974)

[5] *Farkas F., Kovács F., Gombos M. és Klug O.:* 162 244 sz. magyar szabadalom (bej.: 1971).

[6] *Csernoberezsszkij, Ju. M. és Omarova, K. I.:* Vesztnik Leningr. Univ., Fiz., Khim., *1973.* No. 1. 132.

[7] *Keresztúriné, Vitéz G.:* Diplomamunka. NME Fémkohászattani Tanszéke, Miskolc, 1974.

[8] *Nagy B.:* Diplomamunka. NME Fémkohászattani Tanszéke, Miskolc, 1974

Változó sűrűségű folyadék rétegek szilárdanyag tartalmának, fajsúlyának mérése

HOLLÓSI JÁNOS vill. technikus
Almásfüzitői Timföldgyár

DK: 66—911.4.012.1

Az ismertetésre kerülő, hordozható formában kialakított pneumatikus fajsúlymérő segítségével meghatározható az egy tartályban egymás fölött elhelyezkedő, különböző sűrűségű folyadék rétegek fajsúlya, folyamatosan mérhető a szilárdanyagtartalom és megállapítható a szilárdanyagtartalom mennyisége.

Üzemünk, az Almásfüzitői Timföldgyár technológiáját alapvetően befolyásolja a folyadék és szilárd fázist együttesen tartalmazó zagyok keverésének, szállításának módja, hatásfoka.

Elmondható például, hogy a termelést mind mennyiségileg, mind minőségileg érzékenyen érinti, hogy az ülepítő és mosó-dorrok folyamatosan, jól, vagy rosszul üzemelnek.

A dorokkon megvalósított átmeneti zóna és iszapmennyiség szabályozó körök [1] alapjelét a termelési szint és a dorrok terhelése függvényében, az üzem a szelvényezés mérési eredményei alapján határozza meg.

Nem közömbös tehát, hogy a dorrokban kialakult folyadék és szilárd fázis, valamint az átmeneti zóna elhelyezkedéséről, az iszap sűrűségéről, majd pedig a mérésekből számított iszapmennyiségről az üzem, megfelelő időközönként, vagy sűrgős esetben soron kívül, rövid idő alatt, pontos adatokkal rendelkezzék.

A dorrok iszaptartalmának hagyományos laboratóriumi meghatározása

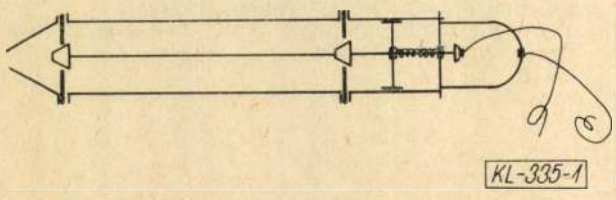
Az üzem számára, az említett adatokat eddig a *Technológiai Osztály* szolgáltatta. Az adatok meghatározása meglehetősen nehéz körülmények között történt.

A mintavétel az úgynevezett *„Buvár" (1. és 2. ábra)* láncos kézi mintavevő készülék segítségével történt a dorrban levő folyadék-magasság minden méteréből, miközben az egyes mintavételek után a készüléket megtisztították. A mintákat számozott üvegbe öntötték, és a laboratóriumban dolgozták fel.

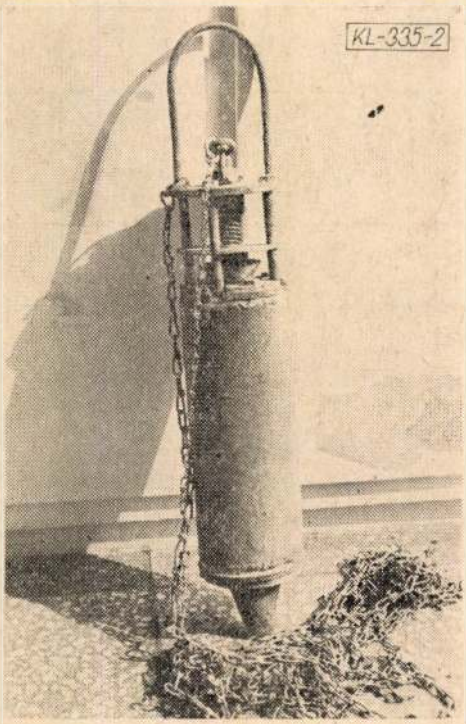
Az elemzés során meghatározták a minták szilárdanyag tartalmát, majd az adatok alapján kiszámították a dorrokban levő iszap mennyiségét, rétegeződését, elhelyezkedését.

Ilyen módon, hat mosó-dorr esetében a mintavétel kb. két órát, az elemzés kb. öt órát vett igénybe.

A mintavételre és elemzésre fordított hosszú idő, a dorrok üzemének meghatározása szempontjából, a folyamatos és változó technológiában kedvezőtlen.



1. ábra. „Buvár" láncos mintavételező metszete



2. ábra. „Buvár" láncos mintavételező fényképe

Az iszaptartalom meghatározásánál, a dorrból méterenként vett minták g/l-ben mért iszap-tartalmát átlagolták. Ez jelentős hibát, pontatlanságot okozott, különösen akkor, amikor a tisztazóna és iszapréteg közötti éles átmenet nem a két mintavételi pont távolságának a felére esett.

Problémát jelentett az is, hogy miután a dorrsor üzemére jellemző egyszeri adatmeghatározáshoz 36 mintát kellett vizsgálni, az elemzési eredmények — szubjektív okok miatt — esetenként elentmondó adatokat is tartalmaztak.

Az említett problémák is indokolták, hogy keressük a műszeres mérés lehetőségét, foglalkozzunk megfelelő mérőműszer kifejlesztésével.

Szilárdanyagtartalom mérő, szelvényező műszer kialakítása

Az első, bíztató kísérleti méréseket 1973-ban egy ideiglenesen összeállított készülékkel végeztük.

A műszerrel mért adatokat, az azonos időpontban a *„Buvár"* mintavevővel vett minták laboratóriumi elemzéseinek eredményeivel hasonlítottuk össze *(1. táblázat)*. A kedvező eredmények után hónapokon keresztül végeztünk párhuzamosan laboratóriumi és műszeres mérési sorozatokat *(2. táblázat)*.

A műszeres mérés eredményei, ahogy a táblázatok is mutatják, általában kisebbek, mint a laboratóriumi elemzés értékei. Ez érthető is, hiszen a laboratóriumi adatok számszerű összegezésével szemben a műszer, a szondái által átfogott egy méteres folyadék réteg valóságos, pontos átlag iszapkoncentrációját méri.

A kísérletek igazolták a műszeres mérés lehetőségét, megfelelő pontosságát, gyorsaságát és egyéb előnyeit.

A kísérletek folyamán kialakítottuk a műszer jelenlegi, hordozható kéziműszer formáját *(3. és 4. ábra)*.

A szelvényező műszer érzékelő része, kettős levegő buborékolós szonda, hajlékony PVC csőből, ugyancsak műanyagcső köpeny külső borítással. A hajlékonyság lehetővé teszi, hogy a szondák és a hozzájuk tartozó kb. hat méter hosszú vezetékek használaton kívül, a műszer hátlapján felfüggesztve rögzíthetők.

A pozitív szonda a *pn diff.* nyomástávadó érzékelő részének pozitív terével és párhuzamosan az egyik rotaméter kimenő csatlakozójával, míg a negatív szonda, a távadó érzékelő részének negatív terével és a másik rotaméter kimenő csatlakozójával van összekötve.

A két szonda közötti távolság egy méter. Az ebből adódó nyomásesést az első ideiglenes összeállítású készüléknél, a pozitív szonda vezetékébe iktatott higanyoszloppal kompenzáltuk.

Figyelembe véve a laboratórium által az 1—6. mosó-dorrokban korábban végzett fajsúlymérés adatait, a távadó méréshatárát az alábbiak szerint határoztuk meg:

a pozitív szonda hossza	$h_1 = 6000$ mm
a negatív szonda hossza	$h_2 = 5000$ mm
a zagy fajsúlya min.	$\gamma_{min} = 0{,}986$ kp/dm^3
a zagy fajsúlya max.	$\gamma_{max} = 1{,}379$ kp/dm^3

1. táblázat

Adatok az 1—6. mosódorrokon a kísérleti műszerrel végzett iszapkoncentráció mérések és a labor elemzések összehasonlításából

Magasság	1 m, g/l		2 m, g/l		3 m, g/l		4 m, g/l		5 m, g/l	
mosó dorr	labor	műsz.	labor	műsz.	labor	műsz.	labor	műsz.	labor	műsz.
K_1	0	0	22	0	230	155	236	205	284	220
K_2	0	0	24	0	200	145	208	185	222	195
K_3	0	0	0	0	30	0	151	115	220	195
K_4	0	0	0	0	111	20	131	155	210	225
K_5	0	20	54	20	104	160	202	220	38	230
K_6	0	0	0	0	168	105	234	235	240	245

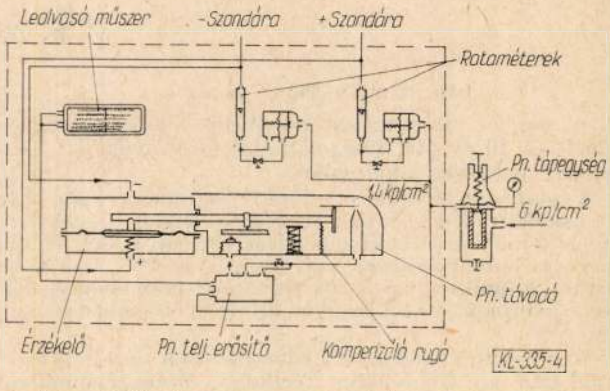
2. táblázat

Adatok az 1—6. mosódorrokon szelvényezést végző műszer és a labor elemzések összehasonlításából

Magasság	1 m, g/l		2 m, g/l		3 m, g/l		4 m, g/l		5 m, g/l	
mosó dorr	labor	műsz.	labor	műsz.	labor	műsz.	labor	műsz.	labor	műsz.
K_1	14	30	94	40	188	160	220	215	270	235
K_2	0	5	54	30	98	120	104	165	180	185
K_3	0	0	0	0	48	15	140	145	204	205
K_4	0	10	0	15	0	15	130	145	254	235
K_5	0	0	0	5	178	35	188	200	216	215
K_6	0	0	0	0	124	25	220	240	284	250



3. ábra. Szilárdanyagtartalom mérő szelvényező műszer fényképe



4. ábra. Szilárdanyagtartalom mérő szelvényező műszer kapcsolási vázlata

a kompenzáló higany fajs. $\gamma_k = 13{,}6$ kp/dm³

$$h_k = \frac{\gamma_{min}(h_1 - h_2)}{\gamma_k} = \frac{0{,}986(6000 - 5000)}{13{,}6}$$

$h_k = 72{,}5$ h. o. mm

$p_{max} = \gamma_{max}(h_1 - h_2) - \gamma_k \cdot h_k = 1{,}379(1000) - 13{,}6 \cdot 72{,}5$

$p_{max} = 393$ v. o. mm

A hordozható műszernél a kompenzálást, a higanyedény elhagyásával, a távadó nullaállító rugójának megfelelő előfeszítésével oldottuk meg. Mivel a műszert időnként ellenőrizni és nullázni kell, a kompenzáló rugó állítása egy hajlékony tengely segítségével a műszer előlapjáról történhet.

A távadó kimenő jele kettős profilmanométerre csatlakozik. A műszernek két mutatója van, ezek mintegy átfogják a skálát és azonos kitérésükkel a mutató műszer pontosságát is bizonyítják.

A mutatós műszeren a hat mosó-dorr mindegyikére külön skálát készítettünk.

A műszer a mérés során a folyadék fajsúlyát érzékeli, a skáláról azonban közvetlenül a fajsúly értéknek megfelelő iszap koncentráció, g/l-ben, olvasható le.

A készülék ezzel a beállítással és skálákkal, egykamrás mosó-dorrok szelvényezésére alkalmas, de a méréshatár változtatásával egykamrás ülepítő dorrok és egyéb hasonló szilárdanyag tartalmú zagyok mérésére is felhasználható.

A szelvényezés, a műszer alkalmazása

Első lépésként a műszerre *pn* segédenergiát, 1,4 kp/cm² táplevegőt kell kapcsolni. Ezután a szondákat a dorr tiszta zónájába bemerítve, ellenőrizni kell a távadó nullhelyzetét, a dorrnak megfelelő skálaosztásnál. Ha szükséges a nullapontot korrigálni kell.

A műszer előkészítése után, a szondarendszert egyenletesen be kell süllyeszteni a folyadékba. Amikor a szondák elérik az első mérésre kijelölt magasságot, néhány másodpercre meg kell állni és a megfelelő skáláról a mutatott pillanatnyi iszapkoncentráció g/l értékét le kell olvasni. Ez az érték a dorrnak a szondák közé eső részében az átlagos iszap koncentrációt jelenti.

A továbbiakban, hasonlóképpen bármely dorr zagyfázisában, minden kijelölt magasságában az iszaptartalom mérése, meghatározása elvégezhető.

Ha egy dorrnál a mérések után, a műszerről leolvasott iszap-koncentráció g/l értékeket összeadjuk, 5—10% pontossággal azonnal, a helyszínen meghatározhatjuk a dorrban levő iszap mennyiségét.

A szelvényezés adataiból pontosan kiszámítható az egyes dorrok, és az egész dorr-sor iszap mennyisége, ami hasznos tájékoztatást ad az üzem számára a dorrok kihasználásáról, terheléséről, üzeméről. Pl. az 1. táblázatból a K_1 mosó-dorr iszapkoncentráció adatait figyelembe véve, dorrban levő iszap mennyiségének a meghatározása a következőket mutatja:

a dorr térfogata	5750 m³
a dorr magassága	6 m
a méterenkénti iszapkoncentráció:	
1 m-nél	0 g/l iszap
2 m-nél	0 g/l iszap
3 m-nél	155 g/l izsap
4 m-nél	205 g/l iszap
5 m-nél	220 g/l iszap
6 m-nél labor adat	240 g/l iszap
összesen	820 g/l iszap

Ebből az átlag iszap koncentráció:

$$\frac{820 \text{ g/l}}{6} = 136{,}6 \text{ g/l} = 0{,}1366 \text{ t/m}^3$$

és így a dorrban levő összes iszap mennyisége:

$5750 \text{ m}^3 \cdot 0{,}1366 \text{ t/m}^3$—785,4 tonna

A zagyok — jelen esetben vörösiszap-zagy — szilárdanyag tartalmának meghatározására kifejlesztett műszer, az üzemvitel szempontjából megkívánt méréseket igen gyorsan, megfelelő pontossággal, a folyadék rétegek átlagát mérve végzi. A bemutatott készülék gyakorlatban jól bevált, és a technológiai folyamat egyik nélkülözhetetlen ellenőrző készülékévé vált.

IRODALOM

[1] *Barakka I.—Németh B.:* A timföldgyári mosósor műszerezése és automatizálása. BKL. Kohászat 1974. 7. sz.

Köszöntő

Dr. Hullán Tibor 75 éves

A magyar fémkohászat egy kitűnő mérnökét, Egyesületünk 40 év óta hűséges tagját köszöntjük 75. életévének betöltése alkalmából.

Kapnikbányán született 1900. szeptember 8-án. Középiskoláit *Nagybányán* végezte, majd *Sopronban* nyert fémkohómérnöki képesítést. Édesapja mellett, aki szintén fémkohómérnök volt és 40 évet töltött el a zalatnai, kapnikbányai és alsófernezelyi fémkohónál, már kora gyermekkorától magába szívta a fémkohászat szeretetét.

A mérnöki képesítés megszerzése után tevékenységét 1924-ben a kohóvölgyi fémkohó laboratóriumában kezdte. Munkásságának legfontosabb terület azonban az *Állami Pénzverő* volt, ahol 1925. november 1-én nyert felvételt. Kezdetben a laboratóriumban, majd a nemesfémválasztóban dolgozott. A későbbiek folyamán az öntődét, a galvanoplasztikai üzemrészt és a pénz- és éremverőt vezette. Fiatalon, 32 éves korában, kinevezték igazgatóhelyettesnek. Közben a mérnöki oklevél mellé megszerezte az államtudományi doktorátust. A 40-es évek elején az Iparügyi Minisztrérium megbízta a *Nagybányai Állami Bányaigazgatóság* alsófernezelyi fémkohójának üzembehelyezésével. A feladatot kitűnően elvégezte és egy év után ismét visszatért a Pénzverőbe. A felszabadulást követően — továbbra is mint igazgatóhelyettes — a Pénzverő műszaki vezetője volt.

Munkálkodása ideje egybeesett a Pénzverő számos üzemének korszerűsítésével. Ő vezette be a gyakorlatba — először az egész világon — a *Karl-féle* perklorátus

ezüstválasztást. Nevéhez kapcsolódik a forint verése is 1946-ban. Izzig-vérig gyakorlati ember volt.

Felettes hatósága 1948-ban az *Érc- és Fémvizsgáló* vezetésével bízta meg, majd 1955-ben a fenti intézmény és a *Fémjelző Hivatal* egyesítéséből felállított *Nemesfémvizsgáló és Hitelesítő Intézet* igazgatójának nevezte ki. Újabb munkahelyén is szorgalmazta az új, korszerű elemzési eljárások bevezetését, de rendszeresen és szívesen foglalkozott továbbra is fémkohászati problémákkal. Kidolgozta a nemesiszapok hazai feldolgozásának, a keményólomban levő nemesfémeknek kinyerési eljárásait. Több mint négy évtizedes munkásság után 1967-ben saját kérésére ment nyugdíjba.

Kitűnő szakmai képessége nagyszerű emberi tulajdonságokkal párosult. Értékes tapasztalatait igyekezett a fiataloknak, munkatársainak átadni, de tudásával soha sem hivalkodott. Embertársaink megértő, sorsukat szívén viselő, segíteni mindig kész egyéniség volt, jó vezetői adottságokkal. Így természetes, hogy munkatársai, ismerősei nemcsak tisztelték, becsülték, hanem szeretik még ma is.

Munkásságának elismerését jelzik a *Kiváló Dolgozó* oklevelek és a *Kiváló Újító* aranyfokozatának kitüntetése is.

75. születésnapja alkalmából Egyesületünk és az egész kohász társadalom nevében sok szeretettel köszöntjük és kívánunk Neki jó egészségben eltöltendő hosszú életet.

Harsányi István

Szakosztályi hírek

Ipargazdasági ankét Székesfehérváron

A Fémkohászati Szakosztály Ipargazdasági Szakcsoportja, a székesfehérvári Helyi Csoport és a Székesfehérvári Könnyűfémmű közös rendezésében 1975. október 2-án egész napos ipargazdasági ankétot tartottunk a könnyűfémmű tanácstermében. Az ankét tárgya:

„A Magyar Alumíniumipari Tröszt anyagi műszaki ellátásának kérdései".

Az ankétnak 120 résztvevője volt. A Fémkohászati Szakosztály vezetősége részéről megjelent *Nádas István*, az Ipargazdasági Bizottság részéről *Tiborcz Lászlóné*, ott voltak továbbá a megyei MTESZ, tanácsi és sajtó szervek képviselői is.

Jeszenszky István gazdasági vezérigazgatóhelyettes „A Magyar Alumíniumipari Tröszt gazdálkodása és az anyagi műszaki ellátás" címen tartotta meg érdeklődéssel várt központi előadását. Különbséget tett a tröszt egésze és a tröszt központja között, majd hangsúlyozta, hogy a tröszt nem más, mint a népgazdasági rendszer egyik fontos alrendszere. Ismertette a tröszti vertikum sajátosságait, amelynek keretében a vállalatok a fő gazdasági célt szolgálják. A forrásokat, köztük a forgóeszközök forrásait is ugyancsak tröszti szinten kell megteremteni. A tartós forgóeszközállomány legfontosabb elemét képezik a készletek. Elemezte a pénz-anyagtermelés-áru-pénz klasszikus közgazdasági model tröszti vetületeit, amelyben az egyesnsúly fenntartása elemi követelmény. Az extern bevételek és az extern kiadások egyensúlyára kell törekedni. Ez nem utolsó sorban az anyagi folyamatrendszeren múlik. Részletesen ismertette az anyagi ellátás vállalaton belüli folyamatát. Különbséget tett a fajlagos értékekkel mérhető anyagszükségletek és az egyéb igények között. Vizsgálta az optimális készletgazdálkodás kialakításának lehetőségeit.

Lados Balázs MAT főosztályvezető „A Magyar Alumíniumipari Tröszt anyagi műszaki ellátásának szervezési kérdései" címen tartott előadást. Ismertette a tröszt szervezési koncepcióját, amely az egységes irányítási rendszert kívánja kialakítani, továbbá a gazdálkodási rendszer főfolyamatainak szervezésére, illetőleg a megfelelő technikai eszközök meghatározására és beszerzésére irányul. Az anyagi műszaki ellátással kapcsolatban a centralizáció és a decentralizáció optimumát kereste. Alapvető módszernek a lépésről-lépésre való megfontolt centralizálást tartotta. Hangsúlyozta a tipizálás fontosságát az alumíniumiparban, ahol a használt anyagféleségek száma eléri a 200—250 000-t. Nagyon fontosnak ítélte a tervezők kapcsolatát az anyagi műszaki ellátással. Foglalkozott a normák kérdésével, köztük elsősorban a technológiai és a készletnormák ügyével. Vázolta a számítógépes feldolgozással kapcsolatos fejlesztési elképzeléseket, beleértve a személyi feltételek és a továbbképzés ügyét is.

Dr. Galambos Sándor ALUKER főosztályvezető „Az anyagi műszaki ellátás és az alumíniumipari termelés összefüggései, különös tekintettel az ALUKER Vállalat szerepére" címen tartott előadást. Felvázolta az anyagi műszaki ellátás folyamatjellegét. Ahhoz, hogy az ellátás előteremthesse a termeléshez szükséges anyagi eszközöket: a piac realitásait figyelembe vevő tervezésre, az igények időben történő szakszerű meghatározására, hatékony eszközgazdaálkodásra, operatív jó beszerzésre, időben végzett szállításra, korszerű raktározásra, gazdaságos belső anyagmozgatásra és felelősségteljes felhasználásra van szükség. A makroszintű kérdések közt a mérlegegyensúly, a piaci erőviszonyok, a tervezés, az alkatrészellátás, a takarékosság és a készletgazdálkodás kérdéseivel foglalkozott. A tröszti szintű kérdések között az anyagköltségek alakulását ismertette és megállapította, hogy a rendelések 10%-a az összes érték mintegy felét képviseli. Az ABC analízis módszerével vizsgálta a kézi beszerzések ügyét. Megjelölte az ALUKER Vállalat helyét az alumíniumipar anyagi ellátásában és tüzetesen vizsgálta az operatív ellátással kapcsolatos teendőket. Az együttes fellépés, a nagyfogyasztói szerződések előnyeit taglalta és összegezte a jó beszerzői munka ismérveit. Nem elegendő azonban a beszerzést elvégezni, hanem ezt a tevékenységet folyamatosan és magas szinten célszerű elemezni. Ismertette a kapcsolódó információs tevékenységet, felhíva a figyelmet a piaci átfutási időkről szóló információkra. Megjelölte a készletezés és raktározás eredményeit, a fejlesztés irányait és számot adott a szállítási tevékenységről is. Javasolta, hogy az ismeretek bővítése érdekében tröszti szinten kerüljön sor szakszeminárium szervezésére.

Puza Ferenc témavezető szervező egy kollektíva „A vállalati anyagellátási tevékenység fejlesztése a Székesfehérvári Könnyűfémműben" című előadói anyagát ismertette. Az esettanulmány a vállalat példamutató szervezési intézkedéseit, terveit és eredményeit foglalta össze.

Az előadásokat követően a hozzászólók a piaci feszültségek és a készletgazdálkodás kérdéseivel foglalkoztak elsősorban.

A jól sikerült ankét anyagát az alumíniumipari múzeum megtekintése és üzemlátogatás tette színesebbé.

Dr. Galambos Sándor

Fémkohászati műszaki gazdasági hírek

A világ kohó alumíniumtermelése 1950-től töretlenül fejlődött és az évi átlagnövekedés 9,6% volt. 1975. év első negyedében a tőkés világ alumíniumtermelés korlátozásával számolhatunk. Afrika és Dél-Amerika kivételével. Az alumíniumtermelés visszaesése az 1975. év első hét hónapjában 0,8%-kal kisebb az előző év hasonló időszakához képest. Talán a szocialista államok termelésnövekedése kiegyenlíti ezt a tőkés visszaesést. Ez azonban kérdéses még.

Alumínium, 1975. 4. f. 313—317. o. K. J.

*

Az alumínium iránti nagy kereslet 1974. év első 6—8 hónapjában arra indította a világ alumíniumtermelőit, hogy kihasználják a kohók teljesítményét. A gyártók törekvése az volt, hogy az alumínium 1973. évi világtermelését 1 millió t-val felülmúlják. (Lásd táblázat.)

A világ alumíniumtermelésének fejlődése[1]

Év	Ezer t-ban	Változás az előző évhez viszonyítva %-ban
1960	4 526,2	+10,8
1961	4 555,7	+ 0,7
1962	4 956,9	+ 8,8
1963	5 400,8	+ 9,0
1964	6 054,9	+12,1
1965	6 586,1	+ 8,8
1966	7 208,7	+ 9,5
1967	7 933,8	+10,1
1968	8 510,4	+ 7,3
1969	9 462,4	+11,2
1970	10 207,3	+ 7,9
1971	10 880,5	+ 6,6
1972	11 513,3	+ 5,8
1973	12 691,3	+10,2
1974	13 729,1	+ 8,2

A legerősebb fejlődés 450 ezer t-val Európában volt, amit szorosan követett Amerika 440 ezer t-val és a szocialista államok becslések szerint 100 ezer t-val múlták felül az előző évi termelést 1974-ben. Ázsia és Afrika csak szerény termelés növekedést ért el 1974-ben (lásd táblázat). Az argentínai Aluar beindulásával 1974-ben 38-ra emelkedett az alumínium termelő országok száma.

A világ alumíniumfelhasználását az eddig rendelkezésre álló adatok alapján 1974-ben kereken 13,70 millió t-ra becsülik, ami az előző évi 13,62 millió t-val összehasonlítva, csak 0,5%-os növekedést mutat. Amíg a tőkés országokban a felhasználás az 1973. évi 11,16 millió t-ról 11,10 millió t-ra esett vissza, addig a szocialista államokban 130 ezer t-val növekedett a felhasználás 1974-ben 1973-hoz képest. 1974-ben a kereslet és a kínálat egyensúlyban volt, de a kereslet az év végére erősen visszaesett a tartalékpiacon (Egyesült Államok, Japán és egyes európai államok), ezért csökkentették a kohók termelését.

A tőkés világ kohó teljesítménye 1974. év elején 11,72 millió t-ra növekedett, ez az év folyamán 4%-kal tovább növekedve eléri 1975. év elejére a 12,19 millió t-t. Az alumíniumkohók kereken 93%-ra voltak leterheltek 1974-ben, az előző és 89%-ával szemben. A kihasználtság egyes gazdasági térségekben nagyon különböző volt. Ázsiában elérte a 82%-ot, Amerikában 98%-ra növekedett. Csak négy állam termelt kevesebb alumíniumot 1974-ben az előző évinél. Ezen államokban a nehézséget az energiahiany okozta. Az egyes államok fejlődését a következő táblázat szemlélteti:

A világ alumíniumtermelése ezer t-ban

Ország	1973[1]	1974	Változás %-ban
NSZK	532,7	688,9	+29,3
Franciaország	358,9	393,3	+ 9,6
Görögország	140,6	146,6	+ 4,3
Anglia	251,6	293,1	+16,5
Hollandia	181,4	247,4	+36,4
Island	72,0	66,9	— 7,1
Itália	184,2	212,3	+15,3
Jugoszlávia	90,8	147,1	+62,0
Norvégia	618,1	648,6	+ 4,9
Ausztria	89,1	91,6	+ 2,8
Svédország	82,8	82,5	— 0,4
Svájc	85,4	87,2	+ 2,1
Spanyolország	160,4	189,6	+18,2
Európa[2]	2 848,0	3 295,1	+15,7
Bahrein	102,7	118,0	+14,9
India	154,3	128,8	—16,5
Iran	33,7	49,0	+45,4
Japán	1 096,8	1 118,6	+ 2,0
Dél-Korea	16,5	17,6	+ 6,7
Taivan	35,1	31,3	—10,8
Ázsia[2]	1 439,1	1 463,3	+ 1,7
Ghana	152,2	157,2	+ 3,3
Kamerun	44,1	46,8	+ 6,1
Dél-Afrika	52,8	75,0	+42,0
Afrika	249,1	279,0	+12,0
Argentína	—	2,0*	—
Brazília	111,7	115,0	+ 3,0
Kanada	929,9	1 008,8	+ 8,5
Mexiko	39,2	40,0*	+ 2,0
Surinam	51,5	55,0*	+ 6,8
Egyesült Államok	4 108,7	4 447,3	+ 8,2
Venezuela	27,7	44,0	+58,8
Amerika	5 268,7	5 712,1	+ 8,4
Ausztrália	207,3	219,3	+ 5,8
Új-Zeland	116,7	110,3	— 5,5
Ausztrália	324,0	329,6	+ 1,7
Tőkés világ	10 128,9	11 079,1	+ 9,4
Szovjetunió[3]	1 950,0		
NDK[3]	70,0		
Lengyelország	105,0		
Románia	141,0		
Csehszlovákia	68,5		
Magyarország	67,9		
Kína[3]	160,0		
Szocialista államok	2 562,4	2 650,0	+ 9,4
Világ összesen	12 691,3	13 729,1	+ 8,2

[1] Forrás: Metalistatistik, 47, és 67 évjárat.

[2] Szocialista államok nélkül.

[3] Becsült.

Dubai olajsejkje egy 120 000-tól 150 000 t/év teljesítményű alumíniumkohó építését tervezte a perzsa öbölben annak ellenére, hogy mostanában nincs kereslet alumínium után. *Rashid* sejk és az angol építővállalat, *Britisch Smelter Construction* 150-től 200 millió £ értéknek megfelelő tervet írtak alá Dubaiban.

A kohó beindulását 1979-re tervezik.

Aluminium, 1975. 6. f. 442. K. J.

Franciaország 1974. évi bauxit-bányászata, timföld és kohóalumínium előállítása, hulladék alumínium átolvasztása, alumíniumfélgyártmány termelése a *Bulletin Mensuel de Statistique Industrielle* adatai szerint következően alakult (t-ban):

	1974	1973	Fejlődés %-ban
Bauxit termelés	2 909 000	3 207 000	— 9,3
Timföld előállítás	1 115 083	1 118 706	— 0,3
Kohó alumíniumtermelés	394 622	358 680	+10,0
Átolvasztás alumíniumból	124 936	123 498	+ 1,2
Alumínium félgyártmány termelés ebből huzal, kábel, rúd	74 436	74 138	+ 0,4
Hengerelt és sajtolt gyártmány ötvözetlen	108 120	109 092	— 0,9
ötvözött	155 424	148 800	+ 4,5
Alumíniumfólia	41 028	39 264	+ 4,5

ALUMINIUM 1975. 6. f. 442. o. K. J.

A francia *Pechiney Ugine Kuhlmann* vállalat 1974. december elején véglegesen megegyezett a Szovjetunióval komplex alumínium vállalat építésében. Felépítenének egy timföldgyárat a Fekete-tenger partján 1 millió tonna évi teljesítménnyel, továbbá egy évi 500 000 tonnás teljesítményű alumíniumkohót a szibériai *Sajanskban*. Megállapodás szerint a komplex-építkezés előmunkálatait 1977/78-ban be kell fejezni és a termelés beindulása 1980-tól 1982-ig történne meg. Az összes berendezés költsége kb. 6,6 milliárd francia F-ot tenne ki.

A Szovjetunió a Pechiney cég munkálatait alumínium és más színesfém szállításával egyenlítené ki.

ALUMINIUM 1975. 1. f. 143. o.

Az „*Indeks*" adatai szerint a jugoszláv alumíniumipar fejlődése 1974-ben 1973. évhez viszonyítva a következő volt (tonnában):

	1974	1973	Változás %-ban
Bauxit	2 370 000	2 157 000	+ 9,4
Alumínium	147 089	90 845	+61,9
Alumíniumfélgyártmány	95 897	85 137	+12,6

Aluminium 1975. 4. f. 320. o. K. J.

Az *Alumínium Association* adatai alapján az Egyesült Államok kohóinak alumínium termelése 1975 februárjában 324 572 sh. t. volt a januári 395 570 sh. t-val és az előző év februárjának 376 368 sh. t-jával szemben.

Aluminium 1975. 4. f. 320. o. K. J.

Japán alumíniumtermelése visszaesett 1971 januárjában. Japán alumíniumtermelése 1975 januárjában az előző havi 96 419 t-hoz képest 5,5%-kal visszaesett 91 130 t-ra. A szállítások is visszaestek és a japán kohók készletei az 1974. december havi 242 238 t-ról 281 578 tonnára emelkedtek.

Aluminium 1975. 4. f. 319. o. K. J.

Jugoszlávia fémtermelésének nagymértékű fejlesztését tervezik belgrádi jelentés szerint. Előreláthatólag az eddigi 2,7 millió tonnáról 4 millió tonnára fokozzák a bauxit és a jelenlegi 90 600 t-ról 370 000 t-ra az alumínium termelését.

Alumínium 1975. 1. f. 143. o. K. J.

Argentína beindította első alumíniumkohóját. Az argentínai *Aluminios Argentionos R.T.* (ALUAR) üzembe helyezte alumíniumkohóját. Puerto Madryn-i del Patagoniában, amelyet mostanában épített egy olasz vállalat. A kohó napi termelése 40 t alumínium. Az alumínium árát 13 arg. pesoban állapították meg a szerződés feltételei szerint. A behozott alumínium átlagára kb. 14,5 arg. peso volt 1974. év végén.

Az ALUAR ausztráliai timföldet használ. Napi termelését a következő három hónapban 100 t-ra növeli, 200 t-ra 1975 végéig, ami fedezi majd Argentina belső alumínium szükségletét. Eredetileg el kellett volna érnie már az év áprilisában a napi 200 t-ás termelést és 1976-ban pedig napi 400 t-t. Az építkezésnél a fennakadást az okozta, hogy nem valósíthatták meg a vízierőművet idejében.

Fa és acél távvezeték oszlopokkal cserélték ki az alumínium H-tartókat, amelyeket Wisconsinban a 80 mérföld/óra sebességű vihar kidöntött. (1 mf=1609,33 méter.)

Az állami *Public Service Commission* nem tiltotta meg ezzel kapcsolatban véglegesen az alumínium távvezeték-tartók alkalmazását, de leszögezte, hogy a vihar okozta kiterjedt távvezeték katasztrófa egyike a legnagyobbaknak az US történetében.

Metals Week, 46. k. 11. sz. 75. márc. 17. B. E.

Kaiser Alumínium április 1-ével egy 27 et-nás kádsort állít le Mead-ben, és egy 26 et-ás kádsort Chalmetteben, a gyenge kereslet miatt. Az új leállítások Kaiser összcsökkentését évi 125 et-ra növelik. Ezzel a Vállalat működő US kapacitása 83%-ra csökkent. (Összkapacitása az US-ban 724 et/év.)

Metals Week 46. K. 11. sz. 75. márc. 17. B. E.

International Bauxite Assn. (IBA) elhalasztja a döntést a közös árpolitikában. Kingstoni hírek szerint az Intéző Bizottság elutasította annak a lehetőségét, hogy a tagok egyedi árakat állapítsanak meg, de az a szándéka, hogy változtatható árkulcsot dolgozzon ki, amely a termelési költségen, a bauxit előfordulás távolságától a piactól, és a bauxit timföldtartalmán alapul.

Metals Week 46. K. 12. sz. 75. márc. 21. B. E.

Távlati terveket hoztak nyilvánosságra a jugoszláv alumíniumipar fejlesztéséről 1980-ig. Jugoszlávia a legnagyobb és igen értékes bauxittelepülésekkel rendelkezik Európában, de ezek kifejlesztése nagyon tőkeigényes. Ezért külföldi részvétel, valószínűleg társvállalkozások formájában, szükséges teljes kiaknázásukhoz. Pl. a magyar Alumíniumipari Tervező Vállalat (ALUTERV) mint fővállalkozó fog közreműködni Jadral Obrovác-i 300 et/év kapacitású timföldgyárának építésében, amely 1976 májusában kerül üzembe.

Metal Bulletin 59. K. 44. sz. 74. nov. 26. B. E.

A Nemzetközi Kohóalumínium Intézet jelentése szerint a világ kohóalumínium készletei június végére 3,240 ezer t-ra növekedtek. Tájékoztatásul közöljük, hogy 1974 azonos időszakában a világ kohóalumínium készlete 1133 ezer t volt.

Mining Journal, 1975. augusztus 15.
Financial Times, 1975. augusztus 19.

Bányászati és Kohászati Lapok
KOHÁSZAT
1975. évi tartalomjegyzéke

NAGYOBB CIKKEK SZERZŐK SZERINTI CSOPORTOSÍTÁSA

Balazsovics Géza: Földgáz- és olajtüzelésű mészégető aknakemence típusok összehasonlító értékelése 165

Barabás Ferenc: Tolókemencék minimális hűtővízveszteségének meghatározása 493

Barta Endre—Fábián József—Hortősi László—Dr. Pál Gábor: Műszeres mérések csillapított acéltuskók dermedési folyamatának vizsgálatára az Ózdi Kohászati Üzemekben 197

Blascik Frantisek—Szabó Ödön: Az ónozás technológiájának hatása az acéllemezek mélyhúzhatósági tulajdonságaira, szakítóvizsgálattal értékelve 402

Dr. Czinege Imre: A folyási görbe közelítő számítása a vegyi összetétel alapján 110

Dr. Czinege Imre: A vegyi összetétel és az alakítási szilárdság közötti kapcsolat 300

Dr. Farkas Ottó: A nagyolvasztói CO-kihasználás néhány kérdése 389

Dr. Földeáki Mária: Az intersztíciós szennyezők mágneses utóhatása acélokban 535

Fehérvári Attila: Kapcsolat az ütvehajlító vizsgálat és a COD-mérés eredménye között 155

Filep Gyula—Mazura Alajos: Durvahengermű mélykemencefedők döngölési kísérletei az Ózdi Kohászati Üzemekben 113

Gábor Béla: A kohászati vízgazdálkodás fejlődése a környezetvédelem szolgálatában 399

Gegus Ernő—Dr. Móricz Péter—Répás Pál: Spektrométeres etalonok összetétel- és homogenitásvizsgálatának néhány kérdése 18

Grega Oszkár—Ifj. Grega Oszkár: Az elegyviszonyok változásának vizsgálata, különös tekintettel a zsugorítvány részesedésre 149

Grega Oszkár: Különböző bázikusságú zsugorítványokkal szerzett gyártási tapasztalatok 507

Hédai Lajos: Az energetikai fejlődés újabb eredményeinek gyakorlati hasznosítása a nagy hőmérsékletű technológiai folyamatokban 443

Dr. Horváth Dezső: Molibdén ötvözés lehetőségei közvetlen oxidból 10

Dr. Horváth Gyula—Illyés János: A vörösiszap vastartalmának hasznosító lehetőségei 203

Dr. Horváth János: A hazai nyersvasgyártás ércbázisa 56

Dr. Horváth János: Forró bontott szénhidrogének és technológiai oxigén befúvatásának hatása a nagyolvasztó metallurgiai viszonyaira 193

Dr. Horváth János: A redukáló gázok felhasználásának lehetőségei és várható eredményei a nyersvasgyártásban 531

Dr. Horváth János—Gárdonyi Sándor—Szücs Ambrus—Szücs Emil: A zsugorítvány bázikussága, oxidációs foka és redukálhatósága közötti kapcsolat 393

Dr. Horváth János—Gárdonyi Sándor: A nyersvas- és acéltermelés fejlődésének törvényszerűségei 433

Dr. Horváth János—Szücs Ambrus: Kísérleti üstben gyártott zsugorítványok fizikai és metallurgiai tulajdonságainak vizsgálata 97

Dr. Horváth Zoltán: A kohászat fejlődésének, az egyetemi oktatásnak, nevelésnek és kutatásnak egymásra gyakorolt hatása 49

Ivócs László—Filep Gyula: Monolitos bélésanyagok jövője az acélműi csapolóüstök építésében 356

Ivócs László—Kiszely Gyula: Csapolóüst záróberendezés felépítésének befolyása a dugózárás alakulására 249

Javojszkij, V. I.: Az acél dezoxidálása és nemfémes zárványok az acéltuskóban 1

Kozma Lajos—Gonda Kálmánné—Vollák Andor—Zsila Sándor: Nyitott kompenzátoros sorjamentes sajtolás 395

Dr. Krakszner György: Kis mennyiségű bór hatása egy betétben edzhető króm-mangán-acél törési erő értékére 162

Lakatos István—Szakáts István: Az energiafelhasználás korszerű tervezése számítógéppel a Lenin Kohászati Művekben 505

Latinák István—Menkher György: Új huzalpácoló a Salgótarjáni Kohászati Üzemekben 246

Latinák István—Mankher György: Új huzalhorganyzó a Salgótarjáni Kohászati Üzemekben 298

Dr. Lőrincz Oszkár: Termelőberendezések automatizálásának színvonalát és gazdasági hatékonyságát együttesen értékelő modellmódszer 500

Maczkó Márton: Fluidizációs petentozó kemence 306

Dr. Nagy Géza: Kátránydolomittégla gyártásának hazai lehetőségei, különös tekintettel az LD konverterek tűzállóanyag igényére 481

Nagy Zoltán: A meleg szélesszalagsorok fejlődésének áttekintése 24

Németh Emil: Ötvözetlen szerszámacélok grafitosodása 106

Németh Emil: Hazánk legrégibb kohászati anyagvizsgálati laboratóriumának fejlődése Diósgyőrben 208

Neubauer Irén—Romwalter Alfréd: Olvasztott alumíniumoxid tolókemence-sínkövek és vasreve kölcsönhatása 1400 °C-ig 216

Óvári Antal—Szalay László: Acéltanácsadás külföldön és hazánkban 258

Polencsik József: A folyamatos acélöntőmű termelési feltételeinek elemzése az Ózdi Kohászati Üzemekben 486

Pereházy Károly: Elfelejtett hazai kovácsművészek 540

Dr. Prohászka János: Új módszer hideghengerelt és húzott termékek hőkezelésére 61

Dr. Réti László: Az Ózdi Vasmű az 1929/33-as világgazdasági válság és a válságból való kilábalás időszakában 546

Rónaszéki Lászlóné: Egy „Quantimet 720" automatikus képelemző berendezés 212

Ifj. Schmidt György: Tolózáras acélöntés 350

Székely Lajos—Óvári Antal: Maderspach Károly élete és munkássága 447

Robonyi Andor: Acélhuzalok patentozása és húzása 310

Szepessy Gábor: Folyamatos acélöntőművek iparivíz ellátása 241

Dr. Szombatfalvy Árpád: Ernyedési kísérletek a Vasipari Kutató Intézetben 21

Dr. Szombatfalvy Árpád: Patentozott és hidegen alakított nagyszilárdságú acélhuzalok megeresztése 145

Dr. Szőnyi Zoltán: Az acélgyártási folyamatok matematikai modellezésének módszerei és alkalmazási lehetőségei 67

Dr. Szőnyi Zoltán: Az acélgyártás mint bonyolult kibernetikai rendszer 289

Dr. Szücs László: A kén-dioxid gázatmoszférában lefolyó kénredukció vizsgálata az acél nikkeltartalmának függvényében 158

Takács József: Hátsó futómű-alkatrészek edzhetőségi vizsgálata 439

Dr. Tóth János—Sheppard, Terry: A szúrásterv és hengerlési irány hatása a képlékenységi anizotrópiára és keményedési kitevőre 337

Dr. Tóth Lajos—Imre József: A közepes nyújtási tényező elméleti és kísérleti meghatározása 345

Dr. Várnai E. Tibor: Az optimális gázcementálás feltételei 450

Dr. Wéberné, Kovács Éva—Dr. Berecz Endre: Fémolvadékok viszkozitásának vizsgálata kapilláris viszkoziméterben ... 292
Dr. Verő József: Életkörülményeink jelene és jövője 385
Dr. Verő József: Megemlékezés a Magyar Tudományos Akadémia kohász tagjairól ... 529
Zámbó József—Bobok György: A „ladelit" homokkal döngölt üstök szárítási idejének csökkentésére irányuló kísérletek ... 453
Dr. Zsilinszky Rudolf: Féligcsillapított és csillapított acéllemez tuskók szerkezete és viselkedése hengerlés közben ... 101

Fémkohászat

Eremin, N. I., Smorgunenko, N. Sz.: Nagy szilíciumtartalmú nyersanyagok timfölddé és cementté való komplex feldolgozási technológiájának kidolgozása mészköves zsugorítással ... 44
Farkas Ferenc—Gombos Márton—Kovács Ferenc—Dr. Klug Ottó—Németh Béla: Aluminátlúgok műszeres elemzésének problémái ... 38
Gurubi László: Tűzálló idomok üvegolvadék-korrózióállóságának vizsgálata ... 429
Hollósi János: Változó sűrűségi folyadék rétegek szilárdanyagtartalmának, fajsúlyának mérése ... 568
Gyulasi István: Környezetvédelem a rézkohászatban 513
Horváth Lászlóné—Sinay Gábor: A vékony alumínium termékek rugalmassági moduluszáról ... 379
Dr. Horváth Zoltán: Ritkafémek előállításának elméleti alapjai, I. rész ... 222
Dr. Horváth Zoltán: Ritkafémek előállításának elméleti alapjai, II. rész ... 270
Dr. Horváth Zoltán: Környezetvédelem a fémkohászatban ... 321
Jakóbi Gyula—Pintér Géza: A tartózkodási idő értelmezése a timföldgyártásban, keverővel ellátott tartályok esetén ... 235
Dr. Káldor Mihály—Dr. Bárczi Pál: Zónaképződés ötvözetekben ... 176
Dr. Korcsmáros Iván: Al_2O_3-tartalmú ásványok feltárásának kinetikája ... 558
Dr. Juhász Ádám: A magyar alumíniumipar fejlesztési kérdései ... 415
Dr. Klug Ottó: A dielektromos méréstechnika alkalmazása a timföldgyári elemzéseknél ... 88
Dr. Kövess Elemér: Alumínium félgyártmányok minőségjavítása alumínium-előötvözetek alkalmazásával ... 462
Madarász Béláné—Sipos Domokos: Folyamatosan öntött automata sárgaréz ólomeloszlása ... 126
Dr. Miskei Mihály—Dr. Lakatos Tamás: A mikroorganizmusok szerepe a ritkafémek kilúgozásában 35
Németh Béla: Az Almásfüzitői Timföldgyár műszerezésében és automatizálásában 1970 óta bekövetkezett változások ... 477
Posgay Györgyné—Borsodiné Kovács Magdolna: Adatok a magnézium meghatározásához tiszta alumíniumban atomabszorpciós spektrofotométerrel 370
Riedl István—Cismaru Vasile—Dr. Klug Ottó: Aluminátlúgoldatok extrakciójának dielektromos vizsgálata ... 137
Riedl István—Nagy Béla—Gombos Márton—Farkas Ferenc—Dr. Klug Ottó: Szilárdanyagtartalom mérése a timföldgyári vörösiszapmosás első két lépcsőjében ... 472
Dr. Sajó Istvánné: Bauxitok fluoreszcenciás röntgenspektrometriai elemzésének néhány tapasztalata ... 326
Dr. Schippert-Sapsál: A befogási szög, semleges szög, súrlódási tényező és a lineáris keményedési tényező közötti összefüggés hideghengerléskor 83
Dr. Schippert László—Sapsál Vera: A súrlódási tényező és a semleges szög, nagysága szalagok hideghengerléskor feszítéssel és feszítés nélkül ... 179
Dr. Schippert László: A semleges szögek (γ_0) közötti általános összefüggés szalagok hideghengerlésekor, a szilárdsági és geometriai jellemzők ... 229
Dr. Schippert László: A szalag és a henger felületének hatása a semleges szög (γ_0) nagyságára hideghengerléskor ... 372
Dr. Schippert László: A kenőanyag hatása a semleges szög (γ_0) nagyságára szalagok hideghengerlésekor ... 466
Sillinger—Schneider: Alumínium elektrolizáló kádak gázelszívásának hatékonysága ... 79
Smorgunenko N. Sz.—Nasszürov G. Z.: Alunitek komplex feldolgozása ... 33
Dr. Somosi István—Pálovits Pálné: A gallium koncentrációjának vizsgálata a Bayer-technológiában 131
Terényi Gyula: Szilícium oxinitrid kötésű tűzálló bélésanyagok alkalmazása alumínium elektrolizáló kádakban ... 367
Dr. Tóth Béla—Dr. Valló Ferenc—Dr. Pungor Ernő: Kausztikus Na_2O automatikus elemzése timföldgyári laboratóriumban ... 185
Örkényi József—Ádám János—Pőcze József—Horváth János: Alumínium elektrolizáló kádak mágneses térerősségének vizsgálata ... 282
Dr. Várhegyi Győző: A ritkafémkohászat fejlődésének prognózisa és a hazai kutatási feladatok ... 519
Dr. Wéber József—Horváth Béla—Dr. Klug Ottó: Timföldgyári aluminátlúg-oldatok vezetőképesség-vizsgálatának újabb eredményei ... 278
Dr. Wéber József—Kereszturiné, Vitéz Gabriella—Dr. Klug Ottó: Vizsgálatok a vörösiszapkoncentrációs ellenőrzésére a timföldgyári mosósoron ... 563
Dr. Zámbó János: Műszaki fejlesztés az alumíniumiparban ... 422

KISEBB KÖZLEMÉNYEK

Állandó rovatok

A Kohómérnöki Kar hírei ... 118, 266, 363, 409, 459
A vaskohászatban hasznosítható hazai szabadalmak ... 264, 457
Beszámolók konferenciákról ... 72, 174, 413, 555
Beszámolók külföldi konferenciákról ... 117, 170, 266, 364, 412
Beszámoló külföldi tanulmányútról ... 510
Egyesületi hírek ... 73, 122, 171, 220, 267, 316, 361, 408, 411, 510, 556
Könyvismertetés 71, 119, 268, 318, 460, 512, 535, 545, 553
Halálozás: *Medgyesy Imre* ... 32
Lizsnyánszky Antal ... 117
Weigl Ernő ... 221
Dr. Mika József ... 319
Dévényi György ... 320
Dr. Antal Boza József ... 366
Műszaki és gazdasági hírek ... 120, 207, 269, 365, 413, 461, 557, 576
Szabványosítási hírek ... 175, 269, 459, 512
Üzemi hírek ... 169, 365
A környezetvédelmi képzés a NME-en ... 410
Az Annaberg melletti frohnani hámor ... 77
Az OMBKE javaslatai a közgazdasági szabályozó rendszer módosításához ... 554
Döntés az 1974. évi pályázatokról és cikkjutalmakról 124
Magyar vaskohászati vállalat sikere a nemzetközi kereskedelemben ... 460
Tovább bővülnek a KGYV kelet-ázsiai kapcsolatai 511
25 éves a Lőrinci Hengermű ... 76
1975. évi nívódíj pályázati felhívás ... 1/B3, 174
1975. évi tartalomjegyzék ... 574

Fémkohászat-rovat

A Fémkohászati Tanszék hírei ... 188
A Fémkohászati Tanszéken kiadott diplomatervező feladatok ... 236
A magyar alumíniumipar hírei ... 94, 382, 527
Az ICSOBA hírei ... 335
Beszámoló konferenciáról ... 381
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek 47, 1/B3, 94, 141, 189, 239, 331, 383, 525, 572
Hazai fémkohászati hírek ... 240
Könyvismertetés ... 325
Köszöntő, *Dr. Baránszky Jób Imre* 75 éves ... 48
Pohl Károly Állami díjas ... 382
Kutas Andor 90 éves ... 382
Dr. Hullán Tibor 75 éves ... 570
Pályázati felhívás ... 288
Szabványosítási hírek ... 184, 191
Szakosztályi hírek ... 48, 188, 382, 528, 571

BETÜSOROS NÉVMUTATÓ

Balázsovics Géza 165
Barabás Ferenc 493
Barta Endre 197
Dr. Berecz Endre 292
Blascik, F. 402
Bobok György 453
Dr. Czinege Imre 110, 300
Dr. Farkas Ottó 389
Fábián József 197
Fehérvári Attila 155
Filep Gyula 113, 356
Dr. Földeáki Mária 535
Gábor Béla 399
Gárdonyi Sándor 393, 433
Gegus Ernő 18
Gonda Kálmánné 395
Grega Oszkár 149
Ifj. Grega Oszkár 149, 507
Hédai Lajos 443
Hortörsi László 197
Dr. Horváth Gyula 203
Dr. Horváth János ... 56, 97, 193, 197, 393, 433, 531
Dr. Horváth Zoltán 49
Illyés János 203
Imre József 345
Ivócs László 249, 356
Javoszkij, V. I. 1
Kiszely Gyula 249
Kozma Lajos 395
Krakszner György 162
Lakatos István 505
Latinák István 246, 298
Dr. Lőrincz Oszkár 500
Maczkó Márton 306
Mankher György 246, 298
Mazura Alajos 113
Dr. Móritz Péter 18
Dr. Nagy Géza 481
Nagy Zoltán 24
Németh Emil 106, 208
Neubauer Irén 216
Óvári Antal 258, 447
Dr. Pál Gábor 197
Pereházy Károly 540
Polencsik József 486
Dr. Prohászka János 61
Répás Pál 18
Dr. Réti László 546
Réti Tamás 340
Robonyi Andor 310
Romwalter Alfréd 216
Rónaszéki Lászlóné 212
Ifj. Schmidt György 350
Sheppard, T. 337
Szabó Ödön 402
Szakáts István 505
Szalay László 258
Székely Lajos 447
Szepessy Gábor 241
Dr. Szombatfalvy Árpád ... 21, 145
Dr. Szőnyi Zoltán 67, 289
Szücs Ambrus 97, 393
Szücs Emil 393
Dr. Szücs László 158
Takács József 439
Dr. Tóth János 337
Dr. Várnai Tibor 450
Dr. Verő József 385, 529
Vollák Andor 395
Dr. Wéberné, Kovács Éva 292
Zámbó József 453
Zsila Sándor 395
Dr. Zsilinszky Rudolf 101

Fémkohászat-rovat

Ádám János 182
Dr. Bárczi Pál 176
Borsodiné Kovács Magdolna ... 370
Eremin, N. I. 44
Farkas Ferenc 38, 472
Gombos Márton 472
Gombos Zoltán 38
Gurubi László 429
Gyulasi István 513
Hollósi János 568
Horváth Béla 278
Horváth János 282
Horváth Lászlóné 379
Dr. Horváth Zoltán ... 222, 270, 321
Jakóbi Gyula 235
Dr. Juhász Ádám 415
Dr. Káldor Mihály 176
Kereszturiné, Vitéz Gabriella ... 563
Dr. Klug Ottó 38, 88, 137, 278, 472
Dr. Korcsmáros Iván 558
Kovács Ferenc 38, 472
Dr. Kövess Elemér 462
Dr. Lakatos Tamás 35
Madarász Béláné 126
Dr. Miskei Mihály 35
Nagy Béla 472
Naszürov, G. Z. 33
Németh Béla 38, 477
Örkényi József 282
Pálovits Pálné 131
Pintér Géza 235
Posgay Györgyné 370
Pőcze József 282
Dr. Pungor Ernő 185
Riedl István 137, 472
Dr. Sajó István 326
Sapsál Vera 83, 179
Dr. Schippert László ... 83, 179, 229, 372, 466
Schneider Márton 79
Sillinger Nándor 79
Sinay Gágor 379
Sipos Domokos 126
Smorgunenko, N. Sz. 33, 44
Dr. Somosy István 131
Terényi Gyula 367
Dr. Tóth Béla 185
Dr. Valló Ferenc 185
Vasile, C. 137
Dr. Várhegyi Győző 519
Dr. Wéber József 278, 563
Dr. Zámbó János 422

Műszaki és gazdasági hírek

Perspektívák a jugoszláv acéltermelésben

A legújabb információk szerint a jugoszláv acéltermelésnek 1985-ben el kell érni a 15,8 millió t-t.

A szakemberek tájékoztatása szerint az 1985. évi felhasználás 9 millió tonnára becsülhető, melyből 8 millió tonnát a hazai termelésből, 1 millió t-t pedig importból fedeznének, a választék kiegészítése céljából.

Ha a meglevő acélművek terveit vizsgáljuk, akkor csak 10,6 millió tonna nyersacél össztermelés mutatkozik, amely a következők szerint oszlik meg mill. t-ban:

Zenicai Kombinát 2,6, Slovén Vasművek (Jesenice) 1,1, Skopjei Vasmű 2,0, Smederevoi Vasmű 2,8, Sisaki Vasmű 1,6, Niksici Vasmű 0,4.

Figyelembe vették még a következő, jövőben létesítendő acélművek várható termelését is:

Prijedori Vasmű 3,0 és Adriai Vasmű 2,2 mill. t/év.

Ebből adódik a fent említett 15,8 millió tonna nyersacél termelés 1985-ben. (P)

Ekonomska Politika 1975. január 13.

*

Bulgária kiépíti lemeztermelését

A kremikovci kohászati kombinát további kiépítésével a hengerelt áru termelés 90%-ban fedezi majd a bolgár szükségleteket. A közelmúltban helyezték üzembe a szovjet gyártmányú 1200 mm-es hideg finomlemez hengerművet. A legmodernebb technológiával működő, teljesen automatikus hengermű kapacitása 500 ezer tonna/év finomlemez (fekete lemez, ónozott lemez, műanyagbevonatú lemez). Különböző hajlított lemezprofilok is készülnek 0,18—0,5 mm vastag lemezből, de a termelés nagy részét a bevonatos lemezek képezik. 1980-ig 36%-ra növekszik a hidegen hengerelt finomlemezek termelése a kombinát össztermelésén belül. (P)

Montan 1974. december 26.

*

NDK-acélmű rekord acéltermelése

Az NDK legnagyobb acélműve, a brandenburgi acélmű 25 éves fennállása óta a legnagyobb acéltermelést érte el 1974-ben 2 millió t-val, ugyanakkor a hengerelt áru termelésé 1 millió t volt. A brandenburgi üzem állítja elő az NDK hengereltáru termelésének 25%-át, valamint durvalemez termelésének 80%-át. 1950 óta az acélmű 28 millió tonna acélt gyártott, 1/3-át az eddigi NDK termelésnek. (P)

Montan, 1975. január 2.