KOHÁSZATI *lapok*

94. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

1. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 94. ÉVFOLYAM 1. SZÁM • 1–48. OLDAL • BUDAPEST, 1961. JANUÁR

KOHÁSZATI LAPOK

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

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

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

Főszerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BALÁZS FÜLÖP
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DOMONY ANDRÁS DR.
HAJTÓ NÁNDOR DR.
KÁLMÁN SÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
KÖRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
ÓVARI ANTAL
PILISSY LAJOS
SÁFÁR LÁSZLÓ
SÖVEGJÁRTÓ JÁNOS Dr.
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÉCSEY BÉLA Dr.

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

TARTALOM

A Dunai Vasműben 1960. év július 11. és 16-a között nyersvasgyártó konferencián elhangzott előadások egy része képezi a jelen szám anyagát. A további előadásokat későbbi számokban fogjuk közölni.

Czecze László: Nagyolvasztóink helyzete és a jövő feladatai 1
Műszaki és gazdasági hírek 5, 9, 18, 28, 34
Adarjukov, G. I.: Földgáz felhasználása a nyersvasgyártásban 6
Egyetemi hírek 9
Borovszky Ambrus: Vörösiszap feldolgozása a Dunai Vasműben .. 10
Pilter Pál: Eredmények az 1957. évben tartott nyersvasgyártók konferenciája óta eltelt időben 14
Mitka, Boleslaw: Önjáró darabosított érc előállítása 19
Valkó Márton: A kohósalak értékesítése 23
Arenbeck, K. R.: A nyersvas kezelése öntőgépen 29
Schwertner János: A hazai kokszolható szénbázis fejlődése 35
dr. Nahoczky Alfonz: A nagyolvasztó kokszfogyasztásának csökkentése vízgőz-, földgázbefújtatás, fokozott levegő előmelegítés és pakurabeporlasztás segítségével 38
Műszaki eseménynaptár 43
Könyvismertetés 44
Egyesületi hírek 45
Üzemi hírek 47

ÖNTÖDE:

Egyesületünk választmányi ülése Sztálinvárosban 1
Fuchs Erik: Öntöttvas szerszámgépágyak keménységvizsgálata 12
Öntödei folyóiratfigyelő szolgálat 17
Lacfalvi József: Az állami ipar öntödéi a statisztika tükrében 18

MEGJELENIK HAVONKÉNT

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

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

2000-904
2000 ÁPR 3.

A KOHÁSZATI LAPOK ÉS ÖNTÖDE 1961. ÉVI TARTALOMJEGYZÉKE

Nagyobb cikkek szerzők szerint csoportosítva

Abucouwer J. S.: Az öntöttvas anizotrópiája és mechanikai tulajdonságai (Ö) 241
Adarjukov G. I.: Földgáz felhasználása a nyersvasgyártásban (KL) 6
Altnéder János: Üzemi tapasztalatok a Dunai Vasmű SM-kemencéinek elgőzölögtető hűtésével (KL) 109
Aradi Antal: Adatok a vanádium kohászatához (KL) 308
Arenbeck, K. R.: A nyersvas kezelése öntőgépen (KL) 29
Ágotai Béla: A hidegen hengerelt transzformátorszalagok előállítási kísérletei során szerzett néhány tapasztalat (KL) 193
Árkos Frigyes: Schleicher Aladár 80 éves (KL) 289
Balázs Endre: Az alumínium veszteségeinek tanulmányozása kriolittimföld olvadékokban, új módszerrel (KL) 165
Balázs Endre: Az alumíniumelektrolizáló kádak folyamatos timföldadagolása (KL) 248
Balázs Endre: Új módszerű áramhatásfokkutatás a kriolittimföld olvadékok elektrolízisében (KL) 340
Balázs Endre: Eljárás és berendezés alumíniumelektrolizáló kádak automatikus timföldadagolására (KL) 562
Balázs Fülöp: A hidegen hengerelt transzformátorszalagok előállítási kísérletei során szerzett néhány tapasztalat (KL) 193
Balogh Sándor: A nagyolvasztók jelenlegi automatikus vezérlő és szabályozó berendezései, azok jövőbeni fejlesztésének irányvonalai a Dunai Vasműben (KL) 129
Bastien, Paul: A hidrogén viselkedése az öntött acélban (Ö) 169
Bella Ede dr.: Melegduzzasztási kísérletek rézzel, kis alakváltozási sebességgel (KL) 345
Belán János: Sárgarezek, alumíniumbronzok ötvözőinek elemzése Spectro-Lecteur-rel (Ö) 160
Beljaev A. I.: Új módszerű áramhatásfokkutatás a kriolittimföld olvadékok elektrolízisében (KL) 340
Bikics Zoltán: Egy 150 t-s SM-kemence fekvő regenerátorának áramlástani vizsgálata (KL) 492
Blaskó Sándor: Az elektroacélgyártás veszteségei és hatásuk az ötvözésre (Ö) 176
Boczor E. István: A huzalhúzás optimális húzószögének meghatározása (KL) 329
Borovszky Ambrus: Vörösiszap feldolgozása a Dunai Vasműben (KL) 10
Bujdosó Ernő dr.: Az aktiválásos elemzés az iparban és a tudományos kutatásban (KL) ... 424
Bujdosó Ernő dr.: Timföldgyári folyamatosan feltáró autoklávsorok vizsgálata radioaktív izotóppal (KL) 66, 114
Buray Zoltán dr.: Alumínium szerkezetű fedett teniszcsarnok (KL) 141
Buzánszky Albin: Folyékony alumíniumötvözet formában való áramlásának vizsgálata röntgenkészülékkel (Ö) 89
Collaud, Albert: Az öntöttvas értékelésének kérdése és az alapanyag szövetének szerepe (Ö) 73, 97
Csák József: Kísérletek a nagyszilárdságú alumíniumcink-magnézium-réz ötvözetek öntési repedékenységének meggátlására (KL) 111
Cseh Miklós: Gömbgrafitos öntöttvas előállítása (Ö) 25
Cser Arisztid: Acélgyártó kemencefalazatok tűzálló tégláinak melegszilárdsága (KL) 556
Csokán Pál dr.: Cinköntvények díszítő és korrózióálló fémbevonása (KL) 326
Csontos István: A kéreghenger gyártása (Ö) 282
Czecze László: Nagyolvasztóink helyzete és a jövő feladatai (KL) 1
Czoboly Ernő: Egy 30 éve működő acélautokláv öregedés vizsgálata (KL) 468
Dévényi György: Az Al 99,5 és Cu-E csövek alakíthatósága és mechanikai tulajdonságainak változása üres húzás közben (KL) 254
Domony András dr.: Az alumíniumkohászat fejlődésének egyik nyitott kérdése, a nagytisztaságú 99,99 százalékos alumínium jövője (KL) 400
Domony András dr.: A titán és bór együttes hatása az alumínium felületén képződött oxidhártya tulajdonságaira és az alumínium kristályosodására (KL) 505
Ekbom, L.: A 85-5-5-5 vörösötvözet nyomásállósága (Ö) 276
Emőd Gyula: A magnézium egy- és többkristály alakíthatósága (KL) 49
Emőd Gyula: Magnéziumbronz viselkedése villamos kapcsolókban (Ö) 138
Éles László: A vas kísérő elemeinek hatása a nyersvas és az acélgyártásra (KL) 75
Farkas György: Katódszekrények méretezése szilárdságra a katódszén duzzadásának és a szerkezet rugalmasságának figyelembevételével (KL) 281
Farkas Ottó: A nagyolvasztósalak ionszerkezete (KL) 481
Fekete László dr.: Grafikus kéneskőszámítás a rézkohászatban (KL) 186
Fonó Albert dr.: Kohófalhűtés befolyása a nyersvas árára (KL) 303
Foryst Julius dr.: Acélok dezoxidációjának vizsgálata az izolált zárványok elemzésének módszerével (KL) 316
Fuchs Erik: A maradék austenit és vizsgálata edzett acélban (KL) 57
Fuchs Erik: Öntöttvas szerszámgépágyak keménységvizsgálata (Ö) 12
Füle E.: Gg. öv. féktuskó (Ö) 60
Garai László: Általános rendeltetésű híradás-

technikai fémanyagok és ellenálláshuzalok gyártásának fejlődése (KL) 457
Gegus Ernő : Kvantométerek elmélete és szerkezete (KL) 520
Gémes Ferenc : A vasoxid redukciójának adszorpciós autokatalitikus elmélete (KL) .. 239
Gombás László : Acélművi kokillák tartósságnövelése javításokkal (KL) 219
Hajtó Nándor dr.: Az öntött rúd átmérője és a vele azonos sebességgel hűlő falvastagság közti összefüggés (Ö) 82
Hargitay Sándor : Az öntészet helyzete és fejlesztési irányai (Ö) 39
Hegedűs Zoltán : Adatok a Sopron-Magashídi vasolvasztó telepről (KL) 373
Hevesi József : Egy 150 t-s SM-kemence fekvő regenerátorának áramlástani vizsgálata (KL) 492
Hédai Lajos : Vízüveges formázáshoz használt homokok és segédanyagok (Ö)..... 208
Horváth Aurél : Kísérletek karbonátos mangánércek hidrometallurgiai feldolgozására (KL) 315
Horváth Csaba : Hipereutektikus alumíniumszilícium dugattyúötvözet szemcsefinomítása (Ö) 49, 85
Horváth László : Gömbgrafitos öntöttvasgyártás tapasztalatai merülőharangos eljárással és a lengyel zárt üsttel (Ö) 127
Horváth László : A komlói feketeszénben levő kohókokszszén optimális kihozatalára irányuló vizsgálatok (KL) 224
Horváth Zoltán dr.: Kénsavas cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállásának és fajsúlyának változása az oldat összetételével és a hőmérséklettel (KL) 385
Ibrov, P. G. Mc.: Acélöntödei formabevonatok (Ö) 184
Imre Aladár : Timföldgyári folyamatosan feltáró autoklávsorok vizsgálata radioaktív izotóppal (KL) 66, 114
Jánosi Miklós : Acélöntvények vizsgálata radioaktív gamma sugárzású izotópokkal (Ö) ... 154
Kádár István : Kupolaszerkezetek alumíniumból (KL) 566
Káldor Mihály dr.: Javaslat az acél szövetelemeinek elnevezésére (KL) 119
Kálmán Sándor : A vasöntvények beömlőrendszerének elosztócsatornáiban végbemenő jelenségek vizsgálata az egyenletes formatöltés szempontjából (Ö) 204, 217
Kelemen L.: Héjformázás a Szovjetunióban (Ö) 63
Kelemen Lajos : Az öntvénytisztításról (Ö) 236
Kiss Tibor : Általános rendeltetésű híradástechnikai fémanyagok és ellenálláshuzalok gyártásának fejlődése (KL) 457
Koppe, W.: A lehűlés, dermedés és átalakulások időbeni folyamatai öntvényekben (Ö) 121
Kovács Jenő : Acélöntvények vizsgálata radioaktív gamma sugárzású izotópokkal (KL) 154
Krétai József : Általános rendeltetésű híradástechnikai fémanyagok és ellenálláshuzalok gyártásának fejlődése (KL) 457
Laár Tibor : Kísérletek a nagyszilárdságú alumínium-cink-magnézium-réz ötvözetek öntési repedékenységének meggátlására (KL) ... 111
Laár Tibor : A titán és a bór együttes hatása az alumínium felületén képződött oxidhártya tulajdonságaira és az alumínium kristályosodására (KL) 505
Lacfalvi József : Az állami ipar öntödéi a statisztika tükrében (Ö) 18
Lacfalvi József : A vaskohászat főbb jellemzői a statisztika tükrében (KL) 270
Lamm Róbert : A feketetöretű temperöntvények gyártásának helyzete (Ö) 105
Lemm, H. P.: Nagyteljesítményű drót- és finomsorok tervezése (KL) 101, 157
Lovasi József : Urán közvetett térfogatos meghatározása vas jelenlétében (KL) 86
Lovász Sándor : Acélöntvények vizsgálata radioaktív gamma sugárzású izotópokkal (KL) 154
Lőcsey Béla dr.: Samott tűzállóanyagok mullittartalmának növelési lehetősége (KL) 508
Magyarosy István dr.: Vizsgálatok hazai kéntartalmú bauxitokkal (KL) 120
Maréchal Károly : Rézalapú öntvénygyártás fémveszteségei (Ö) 259
Mácsay József : A magyar nagyolvasztóművek gépi berendezésének fejlődése és jövő feladatai (KL) 264
Máriássy Mihály : Vizsgálatok hazai kéntartalmú bauxitokkal (KL) 120
Mátyási József : Alkalikus és alkálimentes közegben előállított lisztoldatok hatása a vörösiszap ülepedésére (KL) 97
Mester István : Hőerőgépek anyagának kúszási tulajdonságai (KL) 211
Middleton, J. M.: Acélöntödei formabevonatok (Ö) 184
Mikó József : Egy 150 t-s SM-kemence fekvő regenerátorának áramlástani vizsgálata (KL) 492
Mitka, Boleslaw : Önjáró darabosított érc előállítása (KL) 19
Molnár Imre : Vizsgálatok egy alumíniumelektrolizáló kádtípus leggazdaságosabb terhelésének meghatározására (KL) 177
Mossóczy Róbert dr.: Fejlesztési tervek a vas- és acéltermelés növelésére a második ötéves tervben (KL) 366
Nagy Endre : Ezüst-kadmium és ezüst-kadmiumoxid alapú villamos érintkezőanyagok előállítási kísérletei (KL) 529
Nagy Zoltán : A nagy mangántartalmú acélból öntött alkatrészek gyártási tapasztalatai (Ö) 250
Nahoczky Alfonz dr.: A nagyolvasztó kokszfogyasztásának csökkentése vízgőz-, földgázbefúvatás, fokozott levegő előmelegítés és pakurabeporlasztás segítségével (KL) 38
Neményi Rezső : A lángedzést megelőző hőkezelés és a kialakult szövetszerkezet befolyása a felület keménységére (KL) 418
Neuhöffer Ernő : Tűzionozású és elektrolitikusan ónozott fehérlemezek (KL) 452
Németh Károly : Alkalikus és alkálimentes közegben előállított lisztoldatok hatása a vörösiszap ülepedésére (KL) 97
Nováki Gyula : Adatok a Sopron-Magashídi vasolvasztó telepről (KL) 373
Orbán Ferencné : Alkalikus és alkálimentes közegben előállított lisztoldatok hatása a vörösiszap ülepedésére (KL) 97
Pallagi Sándor : Vanádiumsalak elektrotermikus feldolgozása (KL) 512
Patterson, W.: A lehűlés, dermedés és átalakulások időbeni folyamatai öntvényekben (Ö) 121, 145
Pálvölgyi Árpád : Belső anyagelmozdulások képlékeny alakváltozás során (KL) 290
Pálvölgyi Árpád : A képlékeny alakváltozás jelenségeinek vizsgálata nyomópróbákkal (KL) 62
Pálvölgyi Árpád : Durvalemezek ütővizsgálatainak tapasztalatai (KL) 541
Péntek István : Az olajlángkutatás ismertetése az ijmuideni kísérletek alapján (KL) 197
Péntek István : Egy 150 t-s SM-kemence fekvő regenerátorának áramlástani vizsgálata (KL) 492
Pilter Pál : Eredmények az 1957. évben tartott nyersvasgyártók konferenciája óta eltelt időben (KL) 14
Pilter Pál : Urkúti karbonátos Mn-érc vagyonunk hasznosítása (KL) 461
Pintér Géza : A műszerezettség és automatizálás helyzete Almásfüzitőn (KL) 486
Podrzucki Czeslaw dr.: A koksz lineáris elégési sebességének meghatározása a kupoló kemence égési övében (Ö) 226
Répás Pál : Módszerek a nyersvasak és acélok gáztartalmának meghatározására (KL) ... 433
Répási Gellért : Acélgyártó tapasztalatok 0,8—1,2% Mn-tartalmú nyersvasakkal a Dunai Vasműben (KL) 72

Répási Gellért : Félig csillapított acélok gyártása (KL) 391
Remport Zoltán : Durvalemezek ütővizsgálatainak tapasztalatai (KL) 541
Simon Béla : Az újmassai nagyolvasztó üzemének ismertetése (KL) 81
Sövegjártó János dr.: Tűzállóanyagok minőségi vizsgálatáról és szabványosításáról (KL) 335
Strömpl Aladár : Mannesmann-lyukasztóhengerek kalibrálása és a Csepeli Csőgyár 6″—12″-os lyukasztóállványán végzett kísérletek eredményei (KL) 169
Süptitz, Georg : Dolomitlisztből készült SM-kemencefenekekkel szerzett tapasztalatok az NDK-ban (KL) 515
Schedel Andor dr.: A vasércek felületének, porozitásának és darabnagyságának jelentősége a redukció lefolyására (KL) 403
Schwertner János : A hazai kokszolható szénbázis fejlődése (KL) 35
Szabó Sándor : Eljárás és berendezés alumíniumelektrolizáló kádak automatikus timföldadagolására (KL) 562
Szalai Jenő : A hazai alumíniumpigment gyártás helyzetének rövid összefoglalása (KL) 416
Szántó István dr.: Egy 30 éve működő acélautokláv öregedés vizsgálata (KL) 468
Szeghegyi Árpád dr.: Reverzáló hengersorok legkedvezőbb kihasználása (KL) 354
Szeghegyi Árpád dr.: Teljeítményszabályozóval rendelkező reverzáló hengersorok optimális szúrástervének meghatározása (KL) 441
Szele Mihály : A nagyolvasztók termelőképességének meghatározása (KL) 499
Szende György : Az öntvénytisztításról (KL) 236
Szentiványi Gyula : Eljárás és berendezés alumíniumelektrolizáló kádak automatikus timföldadagolására (KL) 562
Sziklavári János : Siemens-Martin kemencék tüzelése földgázzal (KL) 548
Szombatfalvy Árpád : Acélok C-görbéinek meghatározása (KL) 145
Szőke László : Az acél vákuumban való öntésének csepeli tapasztalatai (KL) 139, 151
Szűcs Miklós dr.: A kokszolóüzemi szénelőkészítés újabb irányai (KL) 361, 409
Tamás Béla : Könnyűfém anyagveszteségek csökkentése (Ö) 33
Tarján Béla : Hipereutektikus alumíniumszilícium dugattyúötvözet szemcsefinomítása (KL) 49, 85
Temesi Sándor : Kísérletek a vörösiszap darabosodó készségének megállapítására (KL) ... 260
Terény Aladár : A süllyesztékes kovácsolás termékenységének növelése kovácshengerre (KL) 463
Tóth János : Öntvények előállítása gömbgrafitos nyersvasból (Ö) 90
Tóth Lajos : Timföldgyári folyamatosan feltáró autoklávsorok vizsgálata radioaktív izotóppal (KL) 66, 114
Tóth Lajos : Az aktiválásos elemzés az iparban és a tudományos kutatásban (KL) 424
Tuboly János : A vegyestüzelés hatása az ércdarabosításra (KL) 205
Üveges József : Vizsgálatok hazai kéntartalmú bauxitokkal (KL) 120
Valkó Márton : A kohósalak értékesítése (KL) ... 23
Varga Ferenc : A salak hatása az öntöttvas tulajdonságaira (Ö) 197
Varga Ferenc : Gg. öv. féktuskó (Ö) 60
Varga Károly : Acélöntvények vizsgálata radioaktív gamma sugárzású izotópokkal (KL) 154
Vassel K. Róbert : Kísérletek a nagyszilárdságú alumínium-cink-magnézium-réz ötvözetek öntési repedékenységének meggátlására (Ö) 111
Vastagh Gábor : Középkori vasolvasztókemence Imolán (KL) 476
Vastagh Gábor : Egy XVIII. századi magyar vasolvasztókemence (KL) 473
Verő József dr.: A folyamatosan öntött acél kristályosodásának jelenségei (KL) 233, 295
Visnyovszky László : A nagyolvasztók termelőképességének meghatározása (KL) 499
Vitányi Pálné : Adatok a vanádium kohászatához (KL) 308
Vörös Árpád : Szovjet öntödei berendezések (Ö) 140
Wéber József—Horváth Zoltán dr.: Kénsavas cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállásának és fajsúlyának változása az oldat összetételével és hőmérséklettel (KL) 385
Zachár László : Alumínium zománcozása (KL) 449

Nagyobb cikkek szerzők szerint csoportosítva
(csak Öntőde)

Abcouwer J. S.: Az öntöttvas anizotrópiája és mechanikai tulajdonságai (Ö) 241
Bastien, Paul : A hidrogén viselkedése az öntött acélban (Ö) 169
Bélán János : Sárgarezek, alumíniumbronzok ötvözőinek elemzése Spectro-Lecteur-rel (Ö) 160
Blaskó Sándor : Az elektroacélgyártás veszteségei és hatásuk az ötvözésre (Ö) 176
Buzánszky Albin : Folyékony alumíniumötvözet formában való áramlásának vizsgálata röntgenkészülékkel (Ö) 89
Collaud, Albert : Az öntöttvas értékelésének kérdése és az alapanyag szövetének szerepe (Ö) 73, 97
Csch Miklós : Gömbgrafitos öntöttvas előállítása (Ö) 25
Csontos István : A kéreghenger gyártása (Ö) 282
Ekbom, L.: A 85-5-5-5 vörösötvözet nyomásállósága (Ö) 276
Emőd Gyula : Magnéziumbronz viselkedése villamos kapcsolókban (Ö) 138
Fuchs Erik : Öntöttvas szerszámgépágyak keménységvizsgálata (Ö) 12
Füle E : Gg. öv. féktuskó (Ö) 60
Hajtó Nándor dr.: Az öntött rúd átmérője és a vele azonos sebességgel hűlő falvastagság közti összefüggés (Ö) 82
Hargitay Sándor : Az öntészet helyzete és fejlesztési irányai (Ö) 39
Hédai Lajos : Vízüveges formázáshoz használt homokok és segédanyagok (Ö) 208
Horváth Csaba : Hipereutektikus alumíniumszilícium dugattyúötvözet szemcsefinomítása (Ö) 49, 85
Horváth László : Gömbgrafitos öntöttvasgyártás tapasztalatai merülőharangos eljárással és a lengyel zárt üsttel (Ö) 127
Ibrov, P. G. Mc.: Acélöntődei formabevonatok (Ö) 184
Jánosi Miklós : Acélöntvények vizsgálata radioaktív gamma sugárzású izotópokkal (Ö) ... 154
Kálmán Sándor : A vasöntvények beömlőrendszerének elosztócsatornáiban végbemenő jelenségek vizsgálata az egyenletes formatöltés szempontjából (Ö) 204, 217
Kelemen L.: Héjformázás a Szovjetunióban (Ö) 63
Kelemen Lajos : Az öntvénytisztításról (Ö) 236
Koppe, W.: A lehűlés, dermedés és átalakulások időbeni folyamatai öntvényekben (Ö) ... 121
Lacfalvi József : Az állami ipar öntödei a statisztika tükrében (Ö) 18
Lamm Róbert : A feketetöretű temperöntvények gyártásának helyzete (Ö) 105
Maréchal Károly : Rézalapú öntvénygyártás fémveszteségei (Ö) 259
Middleton, J. M.: Acélöntödei formabevonatok (Ö) 184
Nagy Zoltán : A nagy mangántartalmú acélból öntött alkatrészek gyártási tapasztalatai (Ö) 250
Patterson, W.: A lehűlés, dermedés és átalakulások időbeni folyamatai öntvényekben (Ö) 121, 145
Podrzucki Czeslaw dr.: A koksz lineáris elégési sebességének meghatározása a kupoló kemence égési övében (Ö) 226
Tamás Béla : Könnyűfém anyagveszteségek csökkentése (Ö) 33

Tóth János: Öntvények előállítása gömbgrafitos nyersvasból (Ö) 90
Varga Ferenc: A salak hatása az öntöttvas tulajdonságaira (Ö) 197
Varga Ferenc: Gg. öv. féktuskó (Ö) 60
Vassel K. Róbert: Kísérletek a nagyszilárdságú alumínium-cink-magnézium-réz ötvözetek öntési repedékenységének meggátlására (Ö) 111
Vörös Árpád: Szovjet öntödei berendezések (Ö) 140

Cikkek betűsoros jegyzéke

Acélgyártó kemencefalazatok tűzálló téglának melegszilárdsága. Cser Arisztid (KL) 556
Acélgyártó tapasztalatok 0,8—1,2% Mn-tartalmú nyersvasakkal a Dunai Vasműben. Répási Gellért (KL) 72
Acélműi kokillák tartósságnövelése javításokkal. Gombás László (KL) 219
Acélok C-görbéinek meghatározása. Szombatfalvy Árpád (KL) 145
Acélok dezoxidációjának vizsgálata az izolált zárványok elemzésének módszerével. Dr. Foryst Julius (KL) 320
Acélöntödei formabevonatok. Middleton, J. M.—Mc. Ibrov, P. G. (Ö) 184
Acélöntvények vizsgálata radioaktív gamma sugárzású izotópokkal. Jánosi Miklós—Kovács Jenő—Lovász Sándor—Varga Károly. (Ö) 154
Acélpiac alakulása a tőkés országokban 1960. év folyamán, különös tekintettel a második félévre. (KL) 143
Adatok a Sopron-Magashídi vasolvasztó telepről. Hegedűs Zoltán—Nováki Gyula (KL) 373
Adatok a vanádium kohászatához. Aradi Antal—Vitányi Pálné (KL) 308
A feketetöretű temperöntvények gyártásának helyzete. Lamm Róbert (Ö) 105
A folyamatosan öntött acél kristályosodásának jelenségei. Dr. Verő József (KL) 233, 295
A hazai alumíniumpigment gyártás helyzetének rövid összefoglalása. Szalai Jenő (KL) ... 416
A hazai kokszolható szénbázis fejlődése. Schwertner János (KL) 35
A hidegen hengerelt transzformátorszalagok előállítási kísérletei során szerzett néhány tapasztalat. Balázs Fülöp—Ágotai Béla (KL) 193
A hidrogén viselkedése az öntött acélban. Bastien, Paul (Ö) 169
A huzalhúzás optimális húzószögének meghatározása. Boczor E. István (KL) 329
A képlékeny alakváltozás jelenségeinek vizsgálata nyomópróbákkal. Pálvölgyi Árpád (KL) ... 62
A kéreghenger gyártása. Csontos István (Ö) ... 282
A Kohászati Lapok közvéleménykutatásának kiértékelése (KL) 429
A kohósalak értékesítése. Valkó Márton (KL) ... 23
A koksz lineáris elégési sebességének meghatározása a kupoló kemence égési övében. Dr. Podrzucki Czeslaw (Ö) 226
A kokszolóüzemi szénelőkészítés újabb irányai. Dr. Szűcs Miklós (KL) 361, 409
A komlói feketeszénben levő kohókoksz-szén optimális kihozatalára irányuló vizsgálatok. Horváth László (KL) 224
A lángedzést megelőző hőkezelés és a kialakult szövetszerkezet befolyása a felület keménységére. Neményi Rezső (KL) 418
A lehűlés, dermedés és átalakulások időbeni folyamatai öntvényekben. Patterson W.—Koope, W. (Ö) 121, 145
Alkalikus és alkálimentes közegben előállított lisztoldatok hatása a vörösiszap ülepedésére. Németh Károly—Mátyási József—Orbán Ferencné (KL) 97
Alumíniumból előregyártott dongahéj védőtető (KL) 92
Alumíniumkohászati konferencia Sztálingrádban (Ö) 93
Alumínium szerkezetű fedett teniszcsarnok. Dr. Buray Zoltán (KL) 141
Alumínium zománcozása. Zachár László (KL) 449
A magnézium egy- és többkristály alakíthatósága. Emőd Gyula (KL) 49
A magyar nagyolvasztóművek gépi berendezésének fejlődése és jövő feladatai. Mácsay József (KL) 264
A maradék austenit és vizsgálata edzett acélban. Fuchs Erik (KL) 57
A MTESZ V. közgyűlése (KL) 89
A műszerezettség és automatizálás helyzete Almásfüzitőn. Pintér Géza (KL) 486
A nagy mangántartalmú acélból öntött alkatrészek gyártási tapasztalatai. Nagy Zoltán (Ö) 250
A nagyolvasztók jelenlegi automatikus vezérlő és szabályozó berendezései, azok jövőbeni fejlesztésének irányvonalai a Dunai Vasműben. Balogh Sándor (KL) 129
A nagyolvasztó kokszfogyasztásának csökkentése vízgőz-, földgáz-befújtatás, fokozott levegő előmelegítés és pakurabeporlasztás segítségével. Dr. Nahoczky Alfonz (KL) 38
A nagyolvasztók termelőképességének meghatározása. Szele Mihály—Visnyovszky László (KL) 499
A nagyolvasztósalak ionszerkezete. Farkas Ottó (KL) 481
A nyersvas kezelése öntőgépen. Arenbeck, K. R. (KL) 29
A salak hatása az öntöttvas tulajdonságaira. Varga Ferenc (Ö) 197
A süllyesztékes kovácsolás termékenységének növelése kovácshengerrel. Terény Aladár (KL) 463
A titán és bór együttes hatása az alumínium felületén képződött oxidhártya tulajdonságaira és az alumínium kristályosodására. Dr. Domony András—Laár Tibor (KL) 505
A vasércek felületének, porozitásának és darabnagyságának jelentősége a redukció lefolyására. Dr. Schedel Andor (KL) 403
A vas kísérő elemeinek hatása a nyersvas és az acélgyártásra. Éles László (KL) 75
A vaskohászat főbb jellemzői a statisztika tükrében. Lacfalvi József (KL) 270
A vasoxid redukciójának adszorpciós-autokatalitikus elmélete. Gémes Ferenc (KL) 239
A vasöntvények beömlőrendszerének elosztócsatornáiban végbemenő jelenségek vizsgálata az egyenletes formatöltés szempontjából. Kálmán Sándor (Ö) 204, 217
A vegyestüzelés hatása az ércdarabosításra. Tuboly János (KL) 205
A 85-5-5-5 vörösötvözet nyomásállósága. Ekbom, L. (Ö) 276
Az acél vákuumban való öntésének csepeli tapasztalatai. Szőke László (KL) 139, 151
Az aktiválásos elemzés az iparban és a tudományos kutatásban. Dr. Bujdosó Ernő—Tóth Lajos (KL) 424
Az alumíniumelektrolizáló kádak folyamatos timföldadagolása. Balázs Endre (KL) 248
Az alumíniumkohászat fejlődésének egyik nyitott kérdése, a nagytisztaságú 99,99 százalékos alumínium jövője. Domony András (KL) 400
Az alumínium veszteségeinek tanulmányozása kriolittimföld olvadékokban, új módszerrel. Balázs Endre (KL) 165
Az Al 99,5 és Cu-E csövek alakíthatósága és mechanikai tulajdonságainak változása üres húzás közben. Dévényi György (KL) 254
Az állami ipar öntődéi a statisztika tükrében. Lacfalvi József (Ö) 18
Az elektroacélgyártás veszteségei és hatásuk az ötvözésre. Blaskó Sándor (Ö) 176
Az olajlángkutatás ismertetése az ijmuideni kísérletek alapján. Péntek István (KL) 197
Az öntészet helyzete és fejlesztési irányai. Hargitay Sándor (Ö) 39

Az öntött rúd átmérője és a vele azonos sebességgel hűlő falvastagság közti összefüggés. Dr. Hajtó Nándor (Ö) 82
Az öntöttvas anizotrópiája és mechanikai tulajdonságai. Abcouwer, J. S. (Ö) 241
Az öntöttvas értékelésének kérdése és az alapanyag szövetének szerepe. Collaud, Albert, Klus (Ö) 73, 97
Az öntvénytisztításról. Kelemen Lajos—Szende György (Ö) 236
Az újmassai nagyolvasztó üzemének ismertetése. Simon Béla (KL) 81
Általános rendeltetésű híradástechnikai fémanyagok és ellenálláshuzalok gyártásának fejlődése. Krétai József—Garai László—Kiss Tibor (KL) 457
Belső anyagelmozdulások képlékeny alakváltozás során. Pálvölgyi Árpád (KL) 290
Beszámoló a koppenhágai „radioizotóp" konferenciáról (KL) 71, 74, 80
Beszámoló a leobeni 4. nemzetközi könnyűfémkongresszusról. (KL) 573
Cinköntvények díszítő és korrózióálló fémbevonása. Dr. Csokán Pál (KL) 326
Dolomitlisztből készült SM-kemencefenekekkel szerzett tapasztalatok az NDK-ban. Süptitz, Georg (KL) 515
Durvalemezek ütővizsgálatainak tapasztalatai. Remport Zoltán—Pálvölgyi Árpád (KL) 541
Egyesületi hírek (KL) 45, 61, 128, 134, 140, 144, 168, 176, 204, 229, 263 280, 302, 372, 440, 467, 565, 574
Egyesületi hírek (Ö) 213
Egyesületünk új tagjai (Ö) 167
Egyesületünk választmányi ülése Sztálinvárosban (Ö) 1
Egyetemi hírek (KL) ... 9, 95, 247, 334, 475, 491
Egy 30 éve működő acél-autokláv öregedés vizsgálata. Dr. Szántó István—Czoboly Ernő (KL) 468
Egy 150 t-s SM-kemence fekvő regenerátorának áramlástani vizsgálata. Péntek István—Bikics Zoltán—Mikó József—Hevesi József (KL) 492
Egy XVIII. századi magyar vasolvasztó-kemence. Vastagh Gábor (KL) 473
Eljárás és berendezés alumíniumelektrolizáló kádak automatikus timföldadagolására. Balázs Endre—Szentiványi Gyula—Szabó Sándor (KL) 562
Energiagazdálkodási tudományos egyesületi hírek (KL) 229
Eredmények az 1957. évben tartott nyersvasgyártók konferenciája óta eltelt időben. Pilter Pál (KL) 14
Ezüst-kadmium és ezüst-kadmiumoxid alapú villamos érintkezőanyagok előállítási kísérletei, Nagy Endre (KL) 529
Fejlesztési tervek a vas- és acéltermelés növelésére a második ötéves tervben. Dr. Mossóczy Róbert (KL) 366
Félig csillapított acélok gyártása. Répási Gellért (KL) 391
Folyékony alumíniumötvözet formában való áramlásának vizsgálata röntgen-készülékkel. Buzánszky Albin (Ö) 89
Földgáz felhasználása a nyersvasgyártásban. Adarjukov G. I. (KL) 6
Gazdasági hírek. (KL) 185
Gépi formázás fokozott elterjesztése. (Ö) 119
Gömbgrafitos öntöttvasból készült féktuskók vasútüzemi vizsgálata. Varga Ferenc—Füle Endre. (Ö) 60
Gömbgrafitos öntöttvas előállítása. Cseh Miklós (Ö) 25
Gömbgrafitos öntöttvasgyártás tapasztalatai merülőharangos eljárással és a lengyel zárt üsttel. Horváth László (Ö) 127
Grafikus kéneskőszámítás a rézkohászatban. Dr. Fekete László (KL) 186
Gyémánt- és aranydiplomák adományozása a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen (KL) 540

HALÁLOZÁS

Hüke Kálmán (KL) 504
Héjformázás a Szovjetunióban. Kelemen Lajos (Ö) 63
Hibaigazítás (KL) 259
Hipereutektikus Al-Si dugattyú-ötvözet. Horváth Csaba—Tarján Béla (Ö) 49, 85
Hőerőgépek anyagának kúszási tulajdonságai. Mester István (KL) 211
Javaslat az acél szövetelemeinek elnevezésére. Dr. Káldor Mihály (KL) 119
Katódszekrények méretezése szilárdságra a katódszén duzzadásának és a szerkezet rugalmasságának figyelembevételével. Farkas György (KL) 281
Kénsavas cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállásának és fajsúlyának változása az oldat összetételével és hőmérséklettel. Dr. Horváth Zoltán—Wéber József (KL) 385
Kísérletek a nagyszilárdságú alumínium—cink—magnézium—réz ötvözetek öntési repedékenységének meggátlására. Vassel K. Róbert—Laár Tibor—Csák József (Ö) 111
Kísérletek a vörösiszap darabosodó készségének megállapítására. Temesi Sándor (KL) 260
Kísérletek karbonátos mangánércek hidrometallurgiai feldolgozására. Horáth Aurél (KL) 315
Kohász cseretanulmányút a Német Demokratikus Köztársaságban (KL) 381
Kohófalhűtés befolyása a nyersvas árára. Dr. Fonó Albert (KL) 303
Könnyűfém anyagveszteségek csökkentése. Tamás Béla (Ö) 33
Könyvismertetés (KL) 44, 94, 108, 118, 230, 278, 383, 430, 478, 571
Könyvismertetés (Ö) 48, 167
Középkori vasolvasztókemence Imolán. Vastagh Gábor (KL) 476
Kupolaszerkezetek alumíniumból. Kádár István (KL) 566
Kvantométerek elmélete és szerkezete. Gegus Ernő (KL) 520
Lapszemle (KL) 210
Lapszemle (Ö) 91, 165, 240, 264
Legutóbbi évek folyamán megadott magyar öntészeti szabadalmak (Ö) 118
Lengyelországi élménybeszámoló (Ö) 164
Lengyel Öntődei Kongresszus (Ö) 44
Magnéziumbronz viselkedése villamos kapcsolókban. Emőd Gyula (Ö) 138
Magyar Öntőnapok II. (Ö) 265
Mannesmann-lyukasztóhengerek kalibrálása és a Csepeli Csőgyár 6"—12"-os lyukasztóállványán végzett kísérletek eredményei. Strömpl Aladár (KL) 169
Megadott szabadalmak (KL) 269, 277, 431, 480, 503
Megadott öntészeti szabadalmak 1961. első felében (Ö) 216
Melegduzzasztási kísérletek rézzel, kis alakváltozási sebességgel. Dr. Bella Ede (KL) 345
Módszerek a nyersvasak és acélok gáztartalmának meghatározására. Répás Pál (KL) 433
Műszaki eseménynaptár (KL) 43, 56, 142, 192, 223, 253, 288, 344, 408, 479, 511, 561
Műszaki és gazdasági hírek (KL) 5, 9, 18, 28, 34, 91, 113, 191, 238, 253, 294, 307, 325, 328, 379, 382 415, 428, 448 ,451, 460, 472, 477, 547, 555, 561
Műszaki konferencia (Ö) 43
Nagyolvasztóink helyzete és a jövő feladatai. Czecze László (KL) 1
Nagyteljesítményű drót- és finomsorok tervezése. Dr. Ing. Lemm, H. P. (KL) 101, 157
Nemzetközi Öntőkongresszus (28-ik) (Ö) 214
Önjáró darabosított érc előállítása. Mitka Boleslaw (KL) 19
Öntészet és szabványosítás (Ö) 119

Öntészeti Egyesületek Nemzetközi Komitéja (Ö) 193
Öntödei folyóiratfigyelő szolgálat (Ö) 17, 38, 81, 84, 88, 95, 96, 137, 167, 183, 194, 203, 261
Öntöttvas szerszámgépágyak keménységvizsgálata. Fuchs Erik (Ö) ... 12
Öntvények előállítása gömbgrafitos nyersvasból. Tóth János (Ö) ... 90
Reverzáló hengersorok legkedvezőbb kihasználása. Dr. Szeghegyi Árpád (KL) ... 354
Rézalapú öntvénygyártás fémveszteségei. Marechal Károly (Ö) ... 259
Samott tűzállóanyagok mullittartalmának növelési lehetősége. Dr. Lőcsey Béla (KL) ... 508
Sárgarezek, alumíniumbronzok ötvözőinek elemzése Spectro—Lecteur-rel. Belán János (Ö) 160
Schleicher Aladár 80 éves. Árkos Frigyes (KL) ... 289
Siemens—Martin kemencék tüzelése földgázzal. Sziklavári J. (KL) ... 548
Sövegjártó János kitüntetése (KL) ... 156
Szakosztályi élet (Ö) ... 32, 59, 143, 159, 263, 288
Szovjet öntödei berendezések. Vörös Árpád (Ö) 140
Tanulmányút a Szovjetunióban (Ö) ... 45
Teljesítményszabályozóval rendelkező reverzáló hengersorok optimális szúrástervének meghatározása. Dr. Szeghegyi Árpád (KL) ... 441
Timföldgyári folyamatosan feltáró autoklávsorok vizsgálata radioaktív izotóppal. Bujdosó Ernő dr. — Imre Aladár — Tóth Lajos (KL) ... 66, 114
Tűzálló anyagok minőségi vizsgálatáról és szabványosításáról. Dr. Sövegjártó János (KL) .. 335
Tűzi-ónozású és elektrolitikusan ónozott fehérlemezek. Neuhöffer Ernő (KL) ... 452
Új módszerű áramhatásfokkutatás a kriolit-timföld olvadékok elektrolízisében. Balázs Endre—Beljaev, A. I. (KL) ... 340
Urán közvetett térfogatos meghatározása vas jelenlétében. Lovasi József (KL) ... 86
Urkuti karbonátos Mn-érc vagyonunk hasznosítása. Pilter Pál (KL) ... 461
Üzemi hírek (KL) 47, 119, 176, 232, 276, 314, 383, 539
Üzemi tapasztalatok a Dunai Vasmű SM kemencéinek elgőzölögtető hűtésével. Altnéder János (KL) ... 109
Vanádiumsalak elektrotermikus feldolgozása Pallagi Sándor (KL) ... 512
Vízüveges formázáshoz használt homokok és segédanyagok. Hédai Lajos (Ö) ... 208
Vizsgálatok egy alumíniumelektrolizáló kádtípus leggazdaságosabb terhelésének meghatározására. Molnár Imre (KL) ... 177
Vizsgálatok hazai kéntartalmú bauxitokkal. Máriássy Mihály—Üveges József (KL) ... 120
Vörösiszap feldolgozása a Dunai Vasműben. Borovszky Ambrus (KL) ... 10

Cikkek betűsoros jegyzéke

(Öntöde)

Acélöntödei formabevonatok. Middleton, J. M.—Mc. Ibrov, P. G. ... 184
Acélöntvények vizsgálata radioaktív gamma sugárzású izotópokkal. Jánosi Miklós—Kovács Jenő—Lovász Sándor—Varga Károly ... 154
A feketetöretű temperöntvények gyártásának helyzete. Lamm Róbert ... 105
A hidrogén viselkedése az öntött acélban. Bastien, Paul ... 169
A kéreghenger gyártása. Csontos István ... 282
A koksz lineáris elégési sebességének meghatározása a kupoló kemence égési övében. Dr. Podrzucki Czeslaw ... 226
A lehűlés, dermedés és átalakulások időbeni folyamatai öntvényekben. Patterson W.—Koope, W. ... 121, 145
Alumíniumkohászati konferencia Sztalingrádban 93
A nagy mangántartalmú acélból öntött alkatrészek gyártási tapasztalatai. Nagy Zoltán .. 250
A salak hatása az öntöttvas tulajdonságaira. Varga Ferenc ... 197
A vasöntvények beömlőrendszerének elosztócsatornáiban végbemenő jelenségek vizsgálata az egyenletes formatöltés szempontjából. Kálmán Sándor ... 204, 217
A 85-5-5-5 vörösötvözet nyomásállósága. Ekbom, L. ... 276
Az állami ipar öntödéi a statisztika tükrében. Lacfalvi József ... 18
Az elektroacélgyártás veszteségei és hatásuk az ötvözésre. Blaskó Sándor ... 176
Az öntészet helyzete és fejlesztési irányai. Hargitay Sándor ... 39
Az öntött rúd átmérője és a vele azonos sebességgel hűlő falvastagság közti összefüggés. Dr. Hajtó Nándor ... 82
Az öntöttvas anizotrópiája és mechanikai tulajdonságai. Abcouwer, J. S. ... 241
Az öntöttvas értékelésének kérdése és az alapanyag szövetének szerepe. Collaud, Albert, Klus ... 73, 97
Az öntvénytisztításról. Kelemen Lajos—Szende György ... 236
Egyesületi hírek ... 213
Egyesületünk új tagjai ... 167
Egyesületünk választmányi ülése Sztálinvárosban 1
Folyékony alumíniumötvözet formában való áramlásának vizsgálata röntgen-készülékkel. Buzánszky Albin ... 89
Gépi formázás fokozott elterjesztése ... 119
Gömbgrafitos öntöttvasból készült féktuskók vasútüzemi vizsgálata. Varga Ferenc—Füle Endre ... 60
Gömbgrafitos öntöttvas előállítása. Cseh Miklós 25
Gömbgrafitos öntöttvasgyártás tapasztalatai merülőharangos eljárással és a lengyel zárt üsttel. Horváth László ... 127
Héjformázás a Szovjetunióban. Kelemen Lajos 63
Hipereutektikus Al-Si dugattyú-ötvözet. Horváth Csaba—Tarján Béla ... 49, 85
Kísérletek a nagyszilárdságú alumínium-cink-magnézium-réz ötvözetek öntési repedékenységének meggátlására. Vassel K. Róbert—Laár Tibor—Csák József ... 111
Könnyűfém anyagveszteségek csökkentése. Tamás Béla ... 33
Könyvismertetés ... 48, 167
Lapszemle ... 91, 165, 240, 264
Legutóbbi évek folyamán megadott magyar öntészeti szabadalmak ... 118
Lengyelországi élménybeszámoló ... 164
Lengyel Öntödei Kongresszus ... 44
Magnéziumbronz viselkedése villamos kapcsolókban. Emőd Gyula ... 138
Magyar Öntőnapok II. ... 265
Megadott öntészeti szabadalmak 1961. első felében ... 216
Műszaki konferencia ... 43
Nemzetközi Öntőkongresszus (28-ik) ... 214
Öntészet és szabványosítás ... 119
Öntészeti Egyesületek Nemzetközi Komitéja ... 193
Öntödei folyóiratfigyelő szolgálat 17, 38, 81, 84, 88, 88, 95, 96, 137, 167, 183, 194, 203, 261
Öntöttvas szerszámgépágyak keménységvizsgálata. Fuchs Erik ... 12
Öntvények előállítása gömbgrafitos nyersvasból. Tóth János ... 90
Rézalapú öntvénygyártás fémveszteségei. Marechal Károly ... 259
Sárgarezek, alumíniumbronzok ötvözőinek elemzése Spectro—Lecteur-rel ... 160
Szakosztályi élet ... 32, 59, 143, 159, 263, 288
Szovjet öntödei berendezések. Vörös Árpád ... 140
Tanulmányút a Szovjetunióban ... 45
Vízüveges formázáshoz használt homokok és segédanyagok. Hédai Lajos ... 208

Betűsoros névmutató

Abcouwer J. S. (Ö) 241
Adarjukov G. I. (KL) 6
Altnéder J. (KL) 109
Aradi A. (KL) 308
Arenbeck, K. R. (KL) 29
Ágotai B. (KL) 193
Árkos F. (KL) 289
Balázs E. (KL) 165, 248, 340
562
Balázs F. (KL) 193
Balogh S. (KL) 129
Bastien, P. (Ö) 169
Bella E. dr. (KL) 345
Belán J. (Ö) 160
Beljaev A. I. (KL) 340
Bikics Z. (KL) 492
Blaskó S. (Ö) 176
Boczor E. I. (KL) 329
Borovszky A. (KL) 10
Bujdosó E. dr. (KL) 66, 114, 424
Buray Z. dr. (KL) 141
Buzánszky A. (Ö) 89
Collaud, A. (Ö) 73, 97
Csák J. (KL) 111
Cseh M. (Ö) 25
Cser A. (KL) 556
Csokán P. dr. (KL) 326
Csontos I. (Ö) 282
Czecze L. (KL) 1
Czoboly E. (KL) 468
Dévényi Gy. (KL) 254
Domony A. dr. (KL) .. 400, 505
Ekbom, L. (Ö) 276
Emőd Gy. (KL) 49
Emőd Gy. (Ö) 138
Éles L. (KL) 75
Farkas Gy. (KL) 281
Farkas O. (KL) 481
Fekete L. dr. (KL) 186
Fonó A. dr. (KL) 303
Foryst J. dr. (KL) 320
Foryst J. dr. (KL) 320
Fuchs E. (KL) 57
Fuchs E. (Ö) 12
Füle E. (Ö) 60
Garai L. (KL) 457
Gegus E. (KL) 520
Gémes F. (KL) 239
Gombás L. (KL) 219
Hajtó N. dr. (Ö) 82
Hargitay S. (Ö) 39
Hegedüs Z. (KL) 373
Hevesi J. (KL) 492
Hédai L. (Ö) 208
Horváth A. (KL) 315
Horváth Cs. (Ö) 49, 85
Horváth L. (KL) 224
Horváth L. (Ö) 127
Horváth Z. dr. (KL) 385
Ibrov, P. G. Mc. (Ö) 184
Imre A. (KL) 66, 114
Jánosi M. (Ö) 154
Kádár I. (KL) 566
Káldor M. dr. (KL) 119
Kálmán S. (Ö) 204, 217
Kelemen L. (Ö) 63, 236
Kiss T. (KL) 457
Koppe, W. (Ö) 121
Kovács J. (KL) 154
Krétai J. (KL) 457
Laár T. (KL) 111, 505
Lacfalvi J. (Ö) 18, 270
Lamm R. (Ö) 105
Lemm, H. P. (KL) ... 101, 157
Lovasi J. (KL) 86
Lovász S. (KL) 154
Lőcsey B. dr. (KL) 508
Magyarosy I. (KL) 120
Maréchal K. (Ö) 259
Mácsay J. (KL) 264
Máriássy M. (KL) 120
Mátyási J. (KL) 97
Mester I. (KL) 211
Middleton J. M. (Ö) 184
Mikó J. (KL) 492
Mitka, B. (KL) 19
Molnár I. (KL) 177
Mossóczy R. dr. (KL) 366
Nagy E. (KL) 529
Nagy Z. (Ö) 250
Nahoczky A. dr. (KL) 38
Neményi R. (KL) 418
Neuhöffer E. (KL) 452
Németh K. (KL) 97
Nováki Gy. (KL) 373
Orbán F-né (KL) 97
Pallagi S. (KL) 512
Patterson, W. (Ö) ... 121, 145
Pálvölgyi Á. (KL) 62, 290, 541
Péntek I. (KL) 197, 492
Pilter P. (KL) 14, 461
Pintér G. (KL) 486
Podrzucki Cz. dr. (Ö) 226
Répás P. (KL) 433
Répási G. (KL) 72, 391
Remport Z. (KL) 541
Simon B. (KL) 81
Sövegjártó J. dr. (KL) 335
Strömpl A. (KL) 169
Süptitz, G. (KL) 515
Schedel A. dr. (KL) 403
Schwertner J. (KL) 35
Szabó S. (KL) 562
Szalai J. (KL) 416
Szántó I. dr. (KL) 468
Szeghegyi Á. dr. (KL) 354, 441
Szele M. (KL) 499
Szende Gy. (KL) 236
Szentiványi Gy. (KL) 562
Sziklavári J. (KL) 548
Szombatfalvy Á. (KL) 145
Szőke L. (KL) 139, 151
Szücs M. dr. (KL) 361, 409
Tamás B. (Ö) 33
Tarján B. (KL) 49, 85
Temesi S. (KL) 260
Terényi A. (KL) 463
Tóth J. (Ö) 90
Tóth L. (KL) 66, 114, 424
Tuboly J. (KL) 205
Üveges J. (KL) 120
Valkó M. (KL) 23
Varga F. (Ő) 60, 197
Varga K. (KL) 154
Vassel, K. R. (Ö) 111
Vastagh G. (KL) 473, 476
Verő J. dr. (KL) 233, 295
Visnyovszky L. (KL) 499
Vitányi Pálné (KL) 308
Vörös Á. (Ö) 140
Wéber J. (KL) 385
Zachár L. (KL) 449

Betűsoros névmutató
(Öntöde)

Abcouwer J. S. (Ö) 241
Bastien, P. (Ö) 169
Belán J. (Ö) 160
Blaskó S. (Ö) 176
Buzánszky A. (Ö) 89
Collaud, A. (Ö) 73, 97
Cseh M. (Ö) 25
Csontos I. (Ö) 282
Ekbom, L. (Ö) 276
Emőd Gy. (Ö) 138
Fuchs E. (Ö) 12
Füle E. (Ö) 60
Hajtó N. dr. (Ö) 82
Hargitay S. (Ö) 39
Hédai L. (Ö) 208
Horváth Cs. (Ö) 49, 85
Horváth L. (Ö) 127
Ibrov, P. G. Mc. (Ö) 184
Jánosi M. (Ö) 154
Kálmán S. (Ö) 204, 217
Kelemen L. (Ö) 63, 236
Koppe, W. (Ö) 121
Lacfalvi J. (Ö) 18, 270
Lamm R. (Ö) 105
Maréchal K. (Ö) 259
Middleton J. M. (Ö) 184
Nagy Z. (Ö) 250
Patterson, W. (Ö) 121, 145
Podrzucki Cz. dr. (Ö) 226
Tamás B. (Ö) 33
Tóth J. (Ö) 90
Varga F. (Ö) 60, 197
Vassel, K. R. (Ö) 111
Vörös Á. (Ö) 140

Felelős kiadó: Solt Sándor

62-8892-689/2 - Révai-nyomda, Budapest

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

94. évfolyam **1. szám** 1961. január

Nagyolvasztóink helyzete és a jövő feladatai[1]

CZECZE LÁSZLÓ
iparigazgató

DK : 669.16

Az 1957. évi balatonszéplaki konferencián részletesen megvizsgáltuk a magyar nyersvasgyártás helyzetét és megszabtuk az irányt a nyersvasgyártás fejlesztésére, hogy mielőbb utolérjük műszaki-gazdasági mutatókban a fejlett ipari országok színvonalát. A most megrendezett nyersvasgyártó konferenciának különös jelentőséget ad az a tény, hogy az elmúlt évek eredményeinek, vagy sikertelenségeinek ismeretében a II. ötéves tervidőszak küszöbén reális, konkrét célkitűzéseket adhatunk a Magyar Szocialista Munkáspárt VII. kongresszusa által jóváhagyott irányelvek megvalósításához. Nyersvasgyártó kapacitásunkat mindenekelőtt olyan korszerű berendezésekkel és gyártásmódokkal kell növelni, melyek a termelékenység fokozása mellett a gyártás gazdaságosságát fokozottabban biztosítják.

Nyersvasgyártásunk ércbázisa a Szovjetunióból importált, mintegy 1,5 millió t krivojrogi hematit érc, melynek 70—80%-a 15 mm alatti szemnagyságú. Emellett évi kb. 300 000 t rudabányai limonit, 80 000 t ankerit és 100 000 t nyers sziderit kerül kohósításra. Ez év májusában megkezdte próbaüzemét a rudabányai ércdúsítómű első lépcsője, a pörkölő, amely a bejáratás alatt mintegy 30 000 t pörkölt ércet ad a kohászatnak. A mágneses szeparálás 1961-ben lép üzembe és 40—42% Fe-tartalmú 10 mm alatti koncentrátumot termel. A mű évi 180 000 t kapacitással rendelkezik és előreláthatólag ezt a mennyiséget 1963-tól biztosítani tudja. Fenti ércféleségeken kívül Mn-érc, piritpörk, szállópor, vörösiszap és egyéb ércpótló anyagok képezik a kohóbetétet.

Az ércelőkészítés jelenlegi helyzetére általánosan jellemző, hogy az elegy átlagosítása egyik kohóüzemben sincs megoldva

Darabosítóműveink az elmúlt évek során azokat a legelemibb minőségi vizsgálatokat sem végezték el, melyek az üzemvezetés részére szemmegoszlásra, szilárdságra, redukálódókészségre fontos mutatókat nyújthattak volna. Több esetben olyan alapvető kérdésekben is véleményeltérések voltak, így a darabosított érc FeO-tartalmának a szilárdsággal való összefüggése, bár beigazolódott, hogy elegyviszonyaink között kielégítő szilárdság érhető el 12—13% FeO-tartalom mellett is. A túlzott tüzelőanyagfogyasztás a darabosítóműben elősegíti a nem kívánatos fayalit képződést, rontja a kéntelenítés hatásfokát, csökkenti a teljesítményt és növekszik a darabosított érc önköltsége.

A kohóüzemvezetés szempontjából rendkívül fontos az összetétel ingadozását szűk határközben tartani. A darabosítás folyamán a fűtőanyagmennyiség beállításával kell az ágy hőmérsékletét az elegy összetételétől függően az eutektikum olvadáspontjához szabályozni. A darabosított érc összetételének ingadozása maga után vonja a redukálódókészség, a lágyulási hőmérséklet és a meddő olvadási hőmérsékletének változását is. Éppen az átlagosítás hiánya miatt fokozottabb gondot kell fordítani az elegyösszeállításra és rendszeres ellenőrzésére. E tekintetben csak az utóbbi évben tapasztalható bizonyos előrehaladás.

Rendkívül fontos a darabosítandó elegy szemszerkezete. Az egyes elegyalkotók szemösszetételének alsó mérete adottság, de a felső méret kézben tartható. A megfelelő szilárdságú és porozitású darabosított érc gyártásának a helyes tüzelőanyag beállítás mellett alapfeltétele az elegyalkotók 15 mm alatti szemnagyságának biztosítása. Nem kielégítő a kokszpor szemnagysága sem. Az egyenletes karboneloszlás érdekében biztosítani kell, hogy a kokszpor szemnagysága legalább 90%-ban 3 mm alatt legyen.

Az utóbbi években a nagyolvasztók tehermentesítése és gazdasági mutatóinak javítása érdekében általánosan tért hódított a bázikus — sok esetben az önjáró összetétel felett — darabosítottérc gyártás. A bázikusság növelésének különösen savanyú ércek kohósításakor van nagy jelentősége, ahol a nyersvasgyártást nagy mészkőmennyiség terheli.

Hazai darabosítóműveink csak az utóbbi években tértek rá a bázikusság növelésére.

A mészkőőrlő berendezéseknek mindhárom műben biztosítani kell a jóminőségű darabosítottércgyártás érdekében, hogy mészkövet legalább 90%-ban 3 mm szemnagyság alá törjék.

A darabosítandó ércelegy bázikusságának növelése javítja az elegy gázátbocsájtó képességét és az átégés sebességét. Csökken a darabosítás

olvadási hőmérséklete és ez lehetővé teszi az égőréteg gyorsabb előrehaladását, ami megakadályozza az elegyágy alsó rétegeiben a nedvesség lecsapódását. *Ban, T. E.* olyan megállapításra jutott, hogy bizonyos mennyiségű mészkő darabosításával a salakképződésből származó exotermikus hő nagyobb hőmennyiséget ad, mint a mészkőkalcinálás endotermikus reakciója és így a darabosító szalagon a mészkő kiégetés bizonyos határig nem jelent többlet tüzelőanyag fogyasztást.

A bázikusság kisebb mérvű növelése, amint *Edstrom* kimutatta, nagyobb hőmérsékleten és redukáló feltételek között javítja a darabosított-érc szilárdságát. Az Irsid és az Ural-i kutatóintézetek jelentései azt mutatják, hogy nagyobb bázikusságon viszont csökken a szilárdság. A szilárdság csökkenését elsősorban az elegyágy felső rétegeiben figyelték meg. A vizsgálatok arra utalnak, hogy ezt az izzórétegen átszívott hideg levegő okozza, mely a hirtelen hűtés következtében a darabosítványban feszültségeket és hajszálrepedéseket okoz. Ennek kiküszöbölésére újabban eredményesen forrólevegővel darabosítanak, és vegyes tüzeléses eljárással dolgoznak.

Utóbbi különösképpen eredményes, mert a szilárdság növelése mellett a zsugorítás összes hőszükségletét mintegy 10—15%-kal csökkenti, és a kokszpor szükséglet kb. 40%-át olcsóbb fűtőanyaggal lehet pótolni. Az eljárás lényege, hogy a darabosítandó ércelegyhez csak annyi kokszport adunk, amennyi az elegyágy alsó részében biztosítja a szükséges hőigényt.

Az ágy felső részében a hiányzó hőt gáznemű vagy folyékony tüzelőanyagok elégetéséből nyert és leszívott forró füstgázok pótolják. A füstgáznak 8—10% szabad oxigént kell tartalmazni, hogy biztosítsa a kokszpor elégetéséhez szükséges oxigént. A kevesebb kokszporfelhasználásból kifolyólag csökken a hamu szennyező hatása. Az így előállított darabosított érc ugyanolyan szilárdság mellett kevesebb FeO-tartalommal bír és jobb a redukálódó készsége. (A vegyestüzelésről és eredményességéről részletes ismertetést kapunk *Hohlov, D. G.* és munkatársának a Sztálj 1959. 11. számában és *Bazanovnak, F. M.* az 1957. évi Dnyepropetrovszki Kohászok és Tömörítői Szakértők összszövetségi értekezletén tartott beszámolójából, valamint *Holzhey, J.*-nek a Neue Hütte 1960. 3. számában megjelent közleményéből.)

Ugyancsak figyelmet érdemel, különösen adottságaink mellett, *Kiszini, D. A.* és munkatársainak a Sztálj 1958. 10. számában közzétett munkája az elegy keverődobban, kamragázzal való előmelegítéséről. Zaporozssztáljban a darabosítógépek termelését 3,5%-kal növelték ezáltal és évi 1,35 millió rubel megtakarítást értek el, noha az elegykészítő berendezés hőkihasználási hatásfoka az elegy 28—33 C°-ról 48—49 C°-ra való előmelegítéskor csak 40% volt.

Fajlagos termelésben csak a Dunai Vasmű darabosítóműve — ahol egyébként a gyártási eljárás és a fegyelem is a legjobb — éri el a nemzetközi szintet. Az Ózdi Kohászati Üzemek és Lenin Kohászati Művek darabosítóművei messze ez alatt vannak. A t/m² üzemóra termelést darabosító műveinkben 1957-től az *1. táblázat* mutatja.

1. táblázat

Darabosítóműveink t/m² üzemóra termelése

	1957.	1958.	1959.	1960. I. n. é.
OKÜ.....	0,84	0,81	0,74	0,78
LKM.....	—	—	0,82	0,97
DV.....	1,08	1,05	1,27	1,48

Nem kielégítő emellett az üzemidőkihasználás sem. Darabosítóműveinknek a munka jobb megszervezésével el kell érniök 85% feletti üzemidőkihasználást.

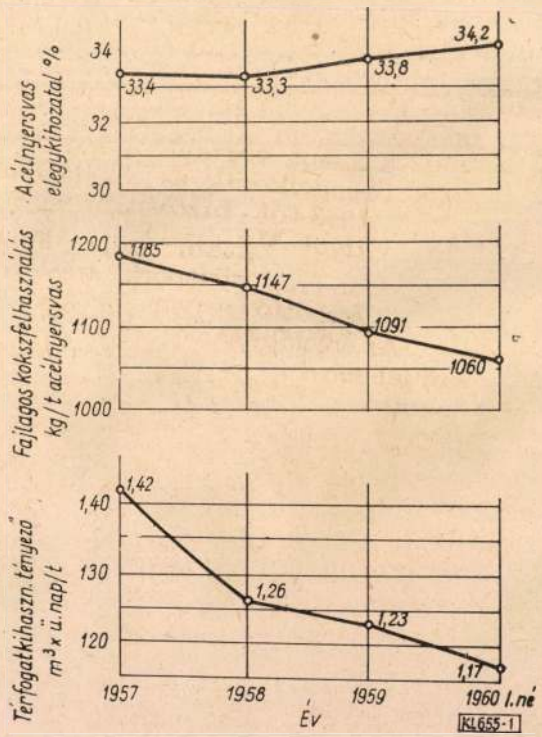
Az import ércmegtakarítás érdekében fokozni kell a darabosítóművek elegyében az ércpótlók (szállópor, piritpörk, vörösiszap) fokozottabb felhasználását. Ezek százalékos részesedése a darabosítóművek elegyében a *2. táblázatból* látható.

2. táblázat

Ércpótlók %-os részesedése az elegyben

	1957.	1958.	1959.	1960. I. n. é.
OKÜ.....	3,1	8,2	19,0	13,8
LKM.....	—	—	21,3	19,5
DV.....	37,8	34,6	20,6	16,6

A nyersvastermelésre vonatkozó távlati terveink a borsodi kohóművek ércelőkészítésének mielőbbi megoldását követelik. Itt építeni kell egy mechanikai ércelőkészítőt, vegyestüzelésű da-



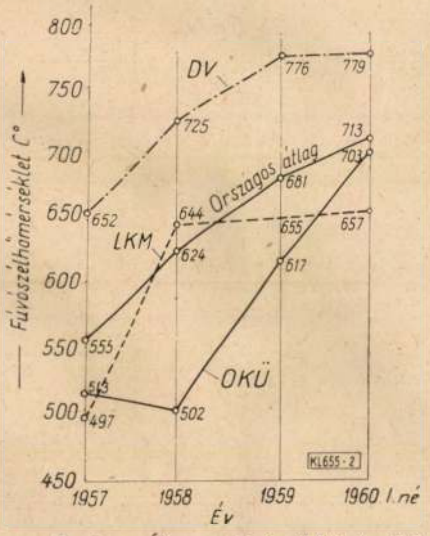
1. ábra. A magyar nagyolvasztók fontosabb mutatói

rabosítót a szükséges gépi berendezéssel és bunkerokkal. A létesítendő ércelőkészítőmű közel 1 milliárd Ft-os beruházást kíván. A mű üzembehelyezése tervező, gépgyártó és építőkapacitásunk ismeretében még építési átfedésekkel is öt évet vesz igénybe.

A borsodi nagyolvasztóművek várható maximális nyersvastermeléséhez szükséges, önjáró darabosított érc igény kielégítése céljából három db 75 m²-es darabosítószalaggal kell a jelenlegi darabosítóművek kapacitását bővíteni. A beruházást úgy kell irányítani, hogy a központi mechanikai ércelőkészítő hamarább, de legkésőbb az első darabosítószalag üzembehelyezéséig elkészüljön, egyrészt mert a hidegelőkészítés és átlagosítás önmagában is eredményes a nagyolvasztók termelékenysége és gazdaságossága szempontjából, másrészt mert a darabosítómű üzembehelyezésének alapvető feltétele.

Tekintettel arra, hogy a második ötéves tervidőszak utolsó éveiben kerek 1,8 millió t/év szovjet érc fogadására kell Záhonyban a borsodi nagyolvasztók részére felkészülni, gondoskodni kell a rakodó bővítéséről, mert annak jelenlegi forgalma márcsak a fokozódó átmenőforgalom miatt sem tudja kielégíteni az egyre növekvő igényeket.

Nyersvasgyártásunk műszaki színvonalának az utóbbi években bekövetkezett fejlődését a mutatószámok tükrében mutatja az *1. ábra*. Megállapítható, hogy a csaknem állandó szinten mozgó elegykihozatal mellett is örvendetesen javult a fajlagos kokszfogyasztás és a kemence térfogatkihasználási tényező. Ez nemcsak annak tudható be, hogy az 1 t nyersvasra jutó darabosított ércfelhasználás az 1957. évi 782 kg/t acélnyersvasról 1959-ben 1030 kg/t-ra növekedett, hanem az egyenletesebb kohójáratot biztosító olyan alapfeltételek megteremtése, mint a kohóművek kokszellátásának rendezése, a mészkő szemnagyságának csökkentése, a gőzbefúvás rendszeresítése és automatikus szabályozása, a forrószélhőmérséklet fokozatos növelése és az ózdi nagyolvasztók fúvószélellátásának rendezése. Országos átlagban a



2. ábra. Átlagos fúvószél hőmérséklet

forrószélhőmérséklet az 1957. évi 555 C°-ról az 1959. évi átlag 681 C°-ra növekedett, ami önmagában 80—85 kg/t kokszmegtakarítást jelent *(2. ábra)*.

A fúvószélhőmérséklettel elért eredményeket azonban tovább kell fejlesztenünk. A forrószélvezeték szerelvényeit vizes tolattyúkra az Ózdi Kohászati Üzemekben és a Lenin Kohászati Művek kisebb nagyolvasztóin kicserélték, a kisebb nagyolvasztókba 900 C°-os és a nagyobbakba az 1000 C°-os szélhőmérséklet befúvását állandósítani kell. A Dunai Vasmű kezdeményező lépéseket tett a duplafalú fúvócsövek beépítésével.

A nagyolvasztók szovjet tapasztalatok szerint a kondicionált fúvószél nedvességtartalmának változtatásával szabályozzák a medence hőállapotát és a fúvószél hőmérsékletét állandó szinten tartják. A Dunai Vasműben automatikus gőzszabályozó berendezéseket használnak, a borsodi kohóművekben a nedvességtartalom automatikus szabályozására a II. félévben lesz lehetőség, részben import, részben a Dunai Vasműben gyártott műszerek beépítésével.

Az üzem viszonyainak megfelelően meg kell határozni normális üzemre a szélmennyiség és szélnyomás egymáshoz tartozó értékeit, és a szabályozás rendjét a munkamódszerrel rögzíteni kell. A szélmennyiségnek a nyomás függvényében végzett vizsgálata az üzemvezetés részére előre jelzi a kohójárat rendellenességeit, és ennek helyes felismerésével lehetőség nyílik időben beavatkozni az egyensúly helyreállítása érdekében. *Mozorov, V. M.* mérnök a Szerovi Kohászati Üzemben e tekintetben foganatosított rendszabályokról és ezekből leszűrt tapasztalatokról ad értékes ismertetést „A nyersvasgyártás fizikokémiai alapjai" című könyben.

A nagyolvasztót a fúvószél rendszerrel több külföldi üzemben automatikus vezérléssel, a fúvószél és torokgáz nyomáskülönbsége alapján alulról szabályozzák. Ennek a korszerű szabályozásmódnak a bevezetésére a nagytoroknyomásra való áttérés nálunk is lehetőséget fog nyújtani.

Nem kívánok részletesen foglalkozni a nagyolvasztó felülről való szabályozásával és az adagolási rendszerekkel, de utalnom kell erre, mert kohóüzemeink nem használják ki azokat a lehetőségeket, melyeket egy korszerű adagolóberendezés nyújt. Az elegyanyagoknak a nagyolvasztó torokban való elosztásától jelentős mértékben függ a nagyolvasztó járata, teljesítménye, kokszfogyasztása, a termelt nyersvas minősége, a nagyolvasztó tartóssága és a torokgáz összetétele.

Az adagolási rendszerek kihatásait 1 : 10 méretű modellen részletesen tanulmányozta *Baake, R.* Vizsgálatainak eredményeit a Neue Hütte 1959. 8. számában ismerteti.

Korábban az anyag eloszlását az anyagoszlopon általában legördülési folyamatnak tekintették, legördülési folyamat azonban csak akkor alakulhat ki, ha az ércet és kokszot szabadon öntjük és akadálytalanul szétszóródhatnak. A nagyolvasztóban viszont nincs meg a lehetőség a legördülési folyamat zavartalan lefolyásához és a rézsűszögek laposabbak, az ércé 20—27°, a kokszé 17—28°.

Darabos koksz és finom szemcsés érc együttes adagolásakor kerülni kell az olyan adagolási rendszereket, melyek meredek rétegződésre vezetnek. A meredek rétegződés, azaz a mély kráter megkönnyíti ugyan a lehulló anyagnak a tengelyébe jutását, de elősegíti a legördülési folyamat kifejlődését miáltal a darabos koksz erősebb mértékben kerül középre, mint a finomszemcsés érc.

Azok az anyagok, melyek kis adagokban kerülnek adagolásra, meredeken rétegződnek és így a széleken maradnak, a nagy adagokban feladott anyagok viszont laposabb rézsűszöggel helyezkednek el, és nagyobb mennyiségben tolódnak középre.

A kis és nagy adagoknak ez a különböző magatartása hasznosítható a finomérc és durva koksz egyenletes elosztására, amennyiben az ércet és a kokszot nem együttesen, hanem külön kúpnyitással adagoljuk — azaz az ércet ércadagokban, a kokszot pedig kokszadagokban — továbbá azáltal, hogy a nehezen eltolódó finomszemcsés ércet nagy adagokban és a könnyen eltolódó durvaszemcsés kokszot kis adagokban adjuk fel. A nagydarabos érc magatartása és eloszlási sajátságai hasonlóak a kokszéhoz.

A kialakuló rézsűszög annál laposabb lesz, minél mélyebb szintre adagolnak. Minél nagyobb az esési magasság, annál nagyobb a tömegek mozgási energiája és annál nagyobb a gördülési folyamattal szemben az eltolódási folyamat. A durva szemcsés anyag azonban kisebb esési magasságról meredekebben és nagyobb esési magasságról laposabban helyezkedik el, mint a finomszemcsés anyag. Tehát mély adagolási szint mellett nem érjük el a finomszemcsés ércnek a középen való elhelyezését, hanem éppen ellenkezőleg ezáltal főleg a koksz jut középre. Az adagolást állandóan azonos szinten kell tartani, hogy ne legyünk kénytelenek az anyag eloszlásának következtében változó és meg nem magyarázható viszonyokkal számolni.

A kohójárat felülről való irányításának egyéb lehetőségeit, illetve olyan tényezők hatását, mint a kúpátmérő és torokátmérő viszonya, a kúp szöge, a kúpnyitás sebessége stb. nem kívánom itt ismertetni a rendelkezésemre álló kevés hely miatt, másrészt, mert ezek egy nagyolvasztóban általában adottságok. Utalni szeretnék viszont arra, hogy az említettek mellett figyelni kell a nyersanyagok adagolásának sorrendjére és az elegyanyagok darabnagyságára.

A kohójárat felülről való irányítását a központi gázelemzések és az aknafalhőmérséklet értékeléséből levont következtetések alapján kell végrehajtani. Bár nagyolvasztóink részben fel vannak szerelve központi gázpróbavevő szondákkal, a műszakonkénti rendszeres gázpróbákat vagy nem veszik ki, vagy ha el is végzik az elemzést, nem tulajdonítanak annak nagyobb jelentőséget, nem veszik figyelembe a nyert észleléseket a kohójárat szabályozására, a nagyolvasztót magára hagyják. Különösen a borsodi kohóüzemekben van olyan szemlélet, hogy az elegyenyagok fizikai és kémiai tulajdonságainak gyakori ingadozása úgyis nagyobbmérvű változásokat idéz elő, és úgysem biztosítható a járat egyenletessége. Kétségtelen, hogy a borsodi nagyolvasztók mostohább elegyviszonyokkal dolgoznak, de az üzemvezetés ilyen szemlélete helytelen.

Az említett hiányosságok felszámolásából eredő rejtett tartalékok kihasználására mind a nagyolvasztók termelékenysége, mind a műszaki gazdasági mutatók javítása érdekében törekedni kell. Másrészt a nagyolvasztók termelékenységének növelését és a gazdaságosabb nyersvasgyártást a második ötéves tervidőszakban elsősorban a műszaki színvonal emelésével, a módszerek fejlesztésével és a fegyelem megszilárdításával kell biztosítani. Ilyen célkitűzésünk által elérhető eredményekre *Zugyin, V. M.* közleménye alapján a magnyitogorszki példát említem, ahol 1946-tól 1954-ig a nagyolvasztók termelése több mint kétszeresére emelkedett, miközben az üzem kapacitását csak 37%-kal bővítették. Következésképpen a kombinát kollektívája a nyersvastermelés emelkedését 63%-ban a műszaki intézkedések és a nagyolvasztó járatának intenzitás növelésével biztosította. Ebből 33% többtermelést hozott a járatintenzitás fokozása.

A nagyolvasztók intenzívebb üzeme, egyenletes járatukkal van közvetlen kapcsolatban. Az egyenletes kohójárat emellett mindig jobb műszaki gazdasági mutatókat biztosít.

A Szerovi Kohászati Üzemben különböző járatintenzitás mellett végrehajtott vizsgálatok és az üzemi gyakorlat azt mutatták, hogy a járatintenzitás növelésének mértékében csökken az egységnyi nyersvasra eső hőfogyasztás. Ezzel megdőltek az irodalomban számos helyen fellelhető mindazok az elméletek, melyek műszaki-gazdasági szempontból nem tartották gazdaságosnak a forszirozott üzemvitelt.

3. táblázat

A Szerovi Kohászati Üzem nagyolvasztóinak hőfogyasztás adatai

	Térfogatkihasználási tényező		
	0,801	0,630	0,607
Összes hőfogyasztás kcal/100 kg nyv.	325 337	302 628	287 108
Indirekt redukció % ...	54,6	54,8	53,0
Fajl. kokszfogyasztás (száraz) kg/t nyv. ...	918	852	804

A *3. táblázat* a Szerovi Kohászati Üzem olvasztóinak 100 kg nyersvastermelésére kívánt hőfogyasztását, az indirekt redukció és fajlagos kokszfogyasztás alakulását mutatja különböző térfogatkihasználási tényezők mellett.

Az egységnyi nyersvas olvasztásához szükséges összes hőfogyasztás azonban a kohósítás gazdaságosságáról nem ad tiszta elképzelést. Annak megítélésére *Pavlov* a hasznos hőhatás koefficiens kiszámolását ajánlja az

$$\eta = \frac{Q - Q_1 - Q_2}{Q} \; 100 \text{ képlet alapján,}$$

ahol Q = az összes hőfogyasztás kcal,
Q_1 = a torokgázzal elvitt fizikai hő kcal,
Q_2 = a hűtési és sugárzási hőveszteség kcal.

Az η koefficiens a járatintenzitás növelésének mértékében 75%-ról 81%-ra emelkedik. Ennek magyarázata abban áll, hogy a hasznos hőfogyasztás csaknem minden esetben állandó volt 228 ezer—245 ezer kcal/100 kg nyersvas ingadozással, a hőveszteségek viszont a 0,801 térfogatkihasználási tényezőhöz tartozó 79 655 kcal/100 kg nyersvas értékről 0,607 térfogatkihasználási tényezőn 54 617 kcal/100 kg nyersvas értékre csökkentek.

Az indirekt redukció, mint a 3. táblázat mutatja, a járatintenzitás növelésével alig változik.

Kitajev, B. I. idevonatkozó legfrissebb munkái már arra is rámutatnak, hogy a járatintenzitás fokozása növeli az indirekt redukciót, a mélyebb övbe való eltolódás révén.

A nagyolvasztók termelékenységének és a fajlagos kokszfogyasztás csökkentésének egyik leghatásosabb módja az ércdúsítás. A Szovjetunióban a felhasznált összes vasércmennyiségnek 1913-ban 0,2%-át, 1927-ben 7,2%-át, 1940-ben 16,7%-át és 1956-ban 53,1%-át dúsították. Ismeretes az is, hogy a krivojrogi medencében évi 35 millió kapacitású dúsítómű épült, melynek első lépcsője évi 7 millió t termeléssel már üzemben van. Az Egyesült Államokban 1957-ben közel 42 millió t ércet dúsítottak. Svédországban nem csupán a szegény, hanem néha még a 60% Fe tartalmú érceket is dúsítják.

Hazánkban a nyersvasgyártás ércbázisa kb. 50%-ban a szovjet érc, melynek közismerten nagy SiO_2-tartalma miatt a dúsítása indokolt. Műszaki irodalmi adatok szerint a vasérc dúsítása folytán minden 1% Fe-tartalom emelkedésnek 2—3% kokszfogyasztáscsökkenés és 2—4% termelésemelkedés felel meg. A Gornij Journal 1957 novemberi számában levő tanulmány a kovasavnak dúsítással való csökkentését 40—50%-kal olcsóbbnak tartja, mint a nagyolvasztóban lezajló elsalakítását. A szállítási költségek csökkentése érdekében a dúsítást célszerű Krivojrogban, a bányánál elvégezni. Előzetes számítás szerint az 50% Fe-tartalomról 58%-ra Krivojrogban dúsított szovjet érc a kisebb szállítási és feldolgozási költségekből évi 2 millió tonna érc dúsítása mellett kerek 252 millió Ft megtakarítást hozna, ugyanakkor a dúsítás a nyersvastermelés 30%-os növekedését tenné lehetővé.

Az elméleti megfontolások és gyakorlati tapasztalatok oda utalnak, hogy a nagyolvasztók termelékenységének útjai az ércterhelés növelésében, a fajlagos kokszfogyasztás csökkentésében, az intenzitásnak a gázáteresztő képesség javítása útján való növelésében, a salakképződési öv csökkentésében és ennek állandósításában rejlenek. Az ércterhelés akkor növelhető, ha az elegyanyagok és a koksz szemösszetételének javításával nő az elegyoszlop gázáteresztő képessége, ha javul a gázeloszlás, az ércek redukálhatósága és emelkedik a fúvószélhőmérséklet.

Előadásomban megkíséreltem rávilágítani azokra a lehetőségekre, melyek hasznosításával főként műszaki fejlesztési intézkedésekkel és a fejlettebb módszerek elsajátításával a nagyolvasztók termelékenysége és gazdaságossága adottságaink mellett jelentős mértékben javítható. Az elegyelőkészítés növelése az ércek lehetőséghez képest végzett átlagosítása által a mészkő és rudabányai érc 60 mm szemnagyság alá való törése és osztályozása, a darabosított érc mennyiségének, minőségének és bázikusságának növelése, nagyolvasztókba az automatikus gőzbefúvás, a fúvószél mennyiségének formánként külön-külön való szabályozása, a korszerű adagoló berendezések által nyújtott lehetőségek maximális kihasználása, a fúvószélhőmérséklet növelése, és nem utolsósorban az üzemi fegyelem megszilárdítása mind olyan tényezők, melyek egyrésze már most bevezethető, illetve 1—2 éven belül megvalósítható.

Dolgozatomban a rendelkezésemre álló kevés helyre való tekintettel nem foglalkozhattam olyan fontos kérdésekkel, mint az ózdi elegytér gépesítése és a nagyolvasztók további korszerűsítése, a nagytoroknyomás bevezetése, a nyersvas nagyolvasztón kívüli kéntelenítése, a nagyolvasztóba a gázbefúvás, a nagyolvasztók műszerezettségének és automatizáltságának további fejlesztése.

Az általam előadottakból megállapítható, hogy bár a nyersvasgyártásban jelentős mértékben javítottuk a nagyolvasztók műszaki gazdasági mutatóit — és e tekintetben a Dunai Vasmű eredményei külön elismerést érdemelnek — a második ötéves tervben még fokozottabb ütemben kell fejleszteni a gyártás műszaki színvonalát, hogy lépést tarthassunk a nemzetközi szinten tapasztalható rohamos fejlődéssel. E cél eléréséhez nemcsak anyagi fedezet, hanem jelentős szellemi tőke is szükséges, melyet a nagyolvasztók és ércelőkészítőművek dolgozóinak szívós és következetes továbbképzésével lehet csak biztosítani.

Műszaki és gazdasági hírek

Norvégiában, Oslóban a Norsk Hydroelektrikus vállalat *fémmagnézium* termelési kapacitását évi 14 000 t t-ról 30 000 t-ra emeli.

Metall, 1960. nov.

*

Norvégia iparügyi minisztériumában elhatározták, hogy az *alumínium* termelést évi 600 000 t-ra növelik. Ennek érdekében öt új alumínium termelő üzemet építenek a szükséges vízienergia előállító központtal együtt.

Ne Metalle, 1960. nov. 4.

*

Ausztriában, Salzburgban a Lend *alumínium* vállalat évi 10 000 t kapacitásra fejleszti kohóüzemét. A 85 000 t-ás osztrák össztermelésnek így kb 10—12 %-ra fog felfejlődni.

Metall, 1960. nov.

*

Jugoszláviában a Blagojév-kamen-i wolfram bánya mellé egy *Wolframtrioxid* előállító üzemet telepítenek, majd ferrowolframra dolgozzák fel. Évi kapacitás 400 t lesz.

Metall 1960. nov.

Földgáz felhasználása a nyersvasgyártásban[1]

ADARJUKOV, G. I. (Szovjetunió)

DK : 662.69 : 669.162

A nyersvasgyártás fejlődésének története ismer néhány időpontot, amelyek a nyersvasgyártás új felfedezéseivel vannak kapcsolatban. Ilyen felfedezések voltak a XIX. században a nyersvasgyártás fejlődését biztosító forrószélbefúvás és regeneráló léghevítők építése, a XX. század 40—50-es éveiben a nagy toroknyomás és a bázikus darabosítvány. Ilyen nagy időpontként lehet joggal megjelölni a földgáz nagyolvasztókban való használatát is, melyet a Szovjetunió ma Leninrenddel kitüntetett üzemi dolgozóinak és tudósainak egy csoportja kezdeményezett.

Az irodalomban nem egyszer jelentek meg tanulmányok, melyek redukáló gázok, sőt folyékony és poralakú tüzelőanyagoknak a nagyolvasztóba való befúvásának célszerűségét fejtegették. Már a XIX. század első felében szabadalmakat fogadtak el kátránynak és szénhidrogéngáznak a nagyolvasztókban való felhasználásáról, felvetődött szénmonoxid és vízgőz nagyolvasztókba való befúvása is.

Évszázadunkban nem egyszer javasoltak koksz és földgáz befúvást a nagyolvasztókba, de a javaslatok nem valósultak meg, és hosszú ideig ebben az irányban sem folytattak kísérleteket. Redukáló gázok nagyolvasztóba való befúvásával kapcsolatos elmélet megvilágításán szovjet kohászok egész sora dolgozott *(Ramm, Sapovalov, Leonidov, Loksin, Boriszov* és mások), akik kimerítően megvizsgálták a gázbefúvást a szokásos és oxigénnel dúsított fúvószélben. Részletes elméleti adatokat állapítottak meg, és igen fontos paramétereket határoztak meg, kiszámították a kokszfelhasználás csökkentésének lehetőségét.

A gázbefúvás gondolatát *Raick* és *Brassert* ismert cikke is megvilágította.[2]

Említett szerzők megvizsgálták a nagyolvasztóba a földgáznak és dúsított oxigénnek egyidejű befúvását és hasznosítását. Azt a következtetést vonták le, hogy a termelékenység megkétszerezhető és a fajlagos kokszfelhasználás csökkenthető. A hivatkozott eredmények eléréséhez figyelembe vették a földgáz és az oxigén 600—700 C°-ig való előzetes felhevítését, földgáznak oxigénnel való átalakítását CO- és H_2-keverékek nyerése céljából nagyteljesítményű oxigéngyártó berendezés használatát tételezték fel.

Azt a gondolatot, hogy földgázt a tartókoszorú közelében elhelyezkedő második sor fúvókán fújják be, nem tartották célszerűnek, minthogy ebben az övben folyik a salakolvadás és itt hőmérsékletcsökkenés nem engedhető meg, mivel még a 700 C°-ra felhevített gáz befúvása mellett is elkerülhetetlenül lehűlés következik be. Azonkívül a redukálógáz egyenletes eloszlása a kemence keresztmetszetében szerintük nem várható, mivel az az elegybe ütközve elveszti mozgásenergiáját, és csak a kerületen tud elhelyezkedni.

A fenti tanulmány nyilvánosságra hozatala után néhány évig nem került sor a kifejtett nézetek gyakorlati kikísérletezésre. Úgy vélték, hogy a tanulmányban kifejtett földgázadagolás módszere nem adhat biztos eredményt.

A szovjet műszaki irodalomban olyan nézeteket fejtettek ki, amelyek gyökeresen különböztek *Raick* és *Brassert* véleményétől. Pl.: *Sapovalov „Redukáló gázok befúvása a nagyolvasztók medencéjébe"* c. cikkében[3] bírálva *Raick* és *Brassert* által javasolt módot, a földgáznak a nyugvóba való adagolását, rámutatott, hogy „. . . .a gáz *befúvása az olvasztás körülményei alapján megvalósítható a fúvókákon keresztül, külön felhevítés nélkül is, . . . A gáznak a forrószélbe ilyenképpen való beadagolása során a metán szerencsésen oszlik el, és a kicsapódott karbon a fúvóka pereme közelében elég."*

A Szovjetunióban a földgáznak nagyolvasztóba való befúvására 1957 második felében születtek meg a feltételek, miután megépítették a sebelinszki földgáz lelőhelytől Dnyepropetrovszk városába a földgázvezetéket. 1957. október 17-én a Petrovszkij gyárban valósították meg a világon először, gyakorlatilag is a földgáz befúvását a nagyolvasztóba. Ennek az újításnak kedvező hatása már a bevezetés első napjától megmutatkozott, a nagyolvasztó jóval egyenletesebben kezdett járni és a kokszfogyasztása csökkent.

Már a bevezetés elején nehézségek merültek fel, így pl. a fúvókák túlzottan áthevültek, a medence periódikusan lehűlt. De a gyár szakemberei és képzett kohászai közös erőfeszítéssel rövid idő alatt kiküszöbölték a nehézségeket, és megtanulták a földgáz használatát, kidolgozták a nyersvasgyártás új eljárását, s sok irányú kutatást indítottak meg. A kohászati üzemek széles tapasztalatcseréje alapján 1958 végére sikerült a déli területek 12 nagyolvasztójában a földgázt acélnyersvas gyártásra felhasználni.

A Szovjetunió Kommunista Pártja XXI. Kongresszusán tartott beszámolójában *Hruscsov, N. Sz.* nagyra értékelte az új eljárást, rámutatott arra, hogy a földgázt a hétéves terv folyamán 1959—1965-ig, több mint 50 nagyolvasztóban fogják hasznosítani. Jelenleg *Hruscsov* elvtárs által megállapított feladatokat a szovjet kohászok sikeresen valósítják meg.

Az új nyersvasgyártó eljárás ipari méretű bevezetése által 1959-ben a délvidéki gyárak több mint 930 ezer t kokszot takarítottak meg, 1960-ban 2 millió t-nál is több koksz megtakarítása várható.

Ennek előrebocsátása után áttérünk néhány elméleti tétel megvizsgálására, amelyek jellemzőek a gyakorlati eredményekre, és megmutatják a földgáz felhasználásának távlatát.

[1] Fordította Koronczay Béla.
[2] Iron and Steel Engineer. 1952. 12. sz.
[3] Sztálj, 1958. 5. sz.

A földgáz egész sor szénhidrogén (CH_4, C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10}, C_5H_{12} stb.) keveréke.

Mivel a földgáz főalkotó része a metán (CH_4), melyet a sebelinszki gáz 92,6%-ban tartalmaz, az egyszerűsítés céljából a továbbiakban a metánra vonatkoztatva fogjuk számításunkat végezni.

A koksz szenének az oxidációs övben való égésekor 12 kg szénre 64,5 m^3 gáz jut.

$$\underbrace{C}_{12\text{ kg}} + \tfrac{1}{2}O_2 + 0{,}5 \cdot 3{,}76\, N_2 = \underbrace{CO}_{22{,}4\text{ m}^3} + \underbrace{0{,}5 \cdot 3{,}76\, N_2}_{42{,}1\text{ m}^3}$$

A metán karbonjának égésekor ugyanarra a mennyiségű karbonra 109,3 m^3 gáz képződése esik.

$$\underbrace{CH_4}_{12\text{ kg}} + 0{,}5\, O_2 + 0{,}5 \cdot 3{,}76\, N_2 =$$

$$= \underbrace{CO}_{22{,}4\text{ m}^3} + \underbrace{2H_2}_{44{,}8\text{ m}^3} + \underbrace{0{,}5 \cdot 3{,}76\, N_2}_{42{,}1\text{ m}^3}$$

Az elmondottakból következik, hogy 1 kg földgázkarbon égésekor 70%-kal több égéstermék keletkezik, mint 1 kg kokszkarbon égésekor. A földgáznak a nagyolvasztó oxidációs övjébe való befúváskor, a befújt gáz 1 kg karbonja a fúvókánál való égéskor jelentősen kevesebb hőt fejleszt, mint az 1 kg kokszkarbon. A kokszkarbon hőhatása oxigénnel CO-vá való égésekor 2340 kcal-át szabadít fel 1 kg karbonra. A CH_4 hőhatása a $CH_4 + 0{,}5\, O_2 = CO + 2\, H_2$ reakció alapján = 845 kg kalóriával 1 kg metánkarbonra, vagy 453 kg kalória 1 Nm^3 gázra.

A hőhatás csökkenését a $CH_4 = C + 2H_2$ felbomlásának reakciója idézi elő, amely 1 kg metán-karbonra 1495 kg kalória, vagy 1 m^3 gázra 800 kg kalória felhasználással jár.

A metán égésekor kapott hőcsökkenés, a koksz-karbon égésével összehasonlítva — az égési termékek egyidejű 70%-os megnövekedése mellett — mint fent kifejtettük — a nagyolvasztó fúvókáinál az elméleti égéshőmérséklet csökkenéséhez vezet. Egy nagyolvasztó működéséről készített számítások azt mutatják, hogy 1 t nyersvasra vonatkoztatott minden m^3 földgáz a medence elméleti égéshőmérsékletét 2,7—2,9 fokkal csökkenti.

A nagyolvasztó fúvókája előtt a hőmennyiség csökkenése a medence lehűlését idézi elő, minek következtében a nyersvas hidegebbé, a salak pedig sűrűbben folyóvá válik. Bizonyos minőségű nyersanyag és koksz felhasználásakor a medence hőmérsékletének túlzott csökkenése nagyobb kéntartalmú nyersvas kohósításához vezet. A medence lehűlését a fűtőanyag felhasználás megfelelő növelésével el lehet kerülni, de ilyenkor elkerülhetetlenül termelékenység csökkenés és nagyarányú kokszfelhasználás jelentkezik. A hőmennyiség jelentős csökkenését a fúvókák előtt megengedni nem lehet, különösen akkor nem, amikor a salakösszetételt csupán az érc meddőjéből, kéntelenítés nélkül határozzák meg (nagy timföld tartalmú és savanyú salakok), vagy szabvány összetételű nyersvas olvasztásakor nehezen redukálható elemek (pl. az öntödei nyersvasban a szilícium) áll.

Földgáz befúvásakor a hőmérséklet biztosítása céljából a szénhidrogének szétbontásának hőszükségletét a forrószél hőmérséklet emelésével, a nedvességtartalom csökkentésével, sőt az oxigénnel dúsított fúvószél hőmérsékletének emelésével kell pótolni. Az elméleti égés hőmérséklet biztosítása céljából 1% gázra a fúvókáknál a fúvószél hőmérsékletét 70 fokkal kell megemelni, vagy a nedvességtartalmát m^3-ként 8 grammal csökkenteni, vagy oxigén beadagolásával egyidejűleg a szélmennyiséget kell csökkenteni. Minél több a lehetőség a forrószél hőmérsékletének emelésére és nedvességtartalmának csökkentésére, annál nagyobb a földgáz felhasználás lehetősége és ennek megfelelően nagyobb kokszmegtakarítást lehet elérni.

A földgázbefúvás legfontosabb feltétele, a forrószél hőmérsékletének minden módon való emelése. Ilyen lehetőségek: a léghevítő fűtőfelületének megnövelése, a gázégők kapacitásának növelése a kupolákban, a falazat felső részében nagy timföldtartalmú téglák beépítése a léghevítő rácsozatban, a szelepek működésének automatizálása.

Földgázbefúvással üzemben tartott nagyolvasztó hőmérsékletét állandósítani kell. A feladatot megkönnyíti, hogy a földgáz befúvása jelentősen egyenletesebbé teszi a nagyolvasztó járatát és a nagyolvasztó kedvezően fogadja a szélhőmérséklet emelését. A fúvószél nedvességtartalmát csökkenteni kell és csak olyan mennyiségben adagolni gőzt, amely mennyiség a megfelelő évszak külső természetes nedvességtartalmának felső értékét biztosítja.

Az Ukrán Szocialista Szövetségi Köztársaság egész sor nagyolvasztóján szerzett tapasztalat megmutatta, hogy 1 t nyersvasra felhasznált földgáznak a forrószél különböző hőmérsékletén más más optimuma van. Pl. 10—12 g/m^3 nedvességtartalmú 900—1000 C° hőmérsékletű forrószélhez az optimális földgázszükséglet 1 t acélnyersvasra számolva 100—120 m^3. Mint ismeretes, a nyersvasgyártás elengedhetetlen feltétele — a nagyolvasztó járatának egyenletes biztosítása, mely egyéb feltételek állandósága mellett jelentős mértékben függ a nagyolvasztó fúvókáinál időegység alatt képződő gázok térfogatától. Adott elegyviszonyok között a gáz térfogatának megnövekedése egy maximum fölé — amely összhangban van a nagyolvasztó egyenletes járatával —, a sebességnövekedés következtében az ellennyomás növekedését okozza, és zavarja a nagyolvasztó egyenletes járatát.

Amint azt fentebb kifejtettem 1 kg kokszkarbon helyett 1 kg földgázkarbon elégése 70%-kal megnöveli a medencegázok mennyiségét, s ezáltal a földgáz a nagyolvasztó intenzitását csökkenti, amelyet 1 m^3 hasznos térfogatban 24 óra alatt elégetett kokszmennyiség alapján határozhatunk meg. Azonban a termelés intenzitásának ténylegesen megfigyelt csökkenése jelentősen kisebb a számítással megállapított csökkenésnél.

Ennek oka — nyilvánvalóan — a hidrogéntartalom növekedése miatt a gáz belső súrlódási koefficiensének csökkenésében van.

A hidrogéntartalomnak 1%-kal való megnövekedése lehetővé teszi a nagyolvasztó intenzitásának kb. 0,5%-kal való emelkedését. Földgázbefúváskor a hidrogéntartalom a torokgázban 6—8%-kal növekszik, amitől a kohósítás intenzitásának 3—4%-os növekedését lehet várni. Ezenkívül a kokszra eső ércterhelés megnövekedésével földgázbefúváskor az elegyoszlop aktív súlya megnő, ami lehetővé teszi az elegy egyenletes levonulását a nyomásesés jelentős emelkedése mellett.

Ilyen okok alapján földgázbefúvás által sikerül lényegesen megnövelni a medencegázok mennyiségét, a nagyolvasztó normális járatának megzavarása nélkül. A nagyolvasztó tartósan egyenletes járata, amely a földgáz használatával jelentkezik, lehetőséget ad a nagyolvasztóban gáznyomásesés és sebesség és ennek megfelelően az időegység alatt a fúvókák előtt elégetett összkarbon (koksz és gázkarbon) mennyiségének növelésére. E szerint a nagyolvasztók az elméleti számítások szerinti 24 órás termelékenységének csökkenése, vagy jobbik esetben változatlansága helyett a nagyolvasztók földgázzal való járatása 2—5%-os termelékenység emelkedést hozott, sőt egyes esetekben nagyobbat is.

A kohósítás intenzitása tovább növelhető a torokgáznyomás emelésével, vagy oxigénnel dúsított levegő befúvásával. Különösen jó kilátást nyújt a földgáznak oxigénnel való befúvása, minthogy ekkor lehet a gáz és a forrószél között olyan arányt találni, amely mellett a nagyolvasztóba fújt földgáz mennyiségének változása nem gyakorol hatást az égéstermékek mennyiségére.

Ilyen eredmények elérése céljából szükséges, hogy 1 m^3 földgázhoz (összetételétől függően) 1,3—1,7 m^3 ipari oxigént fúvassanak be. Vizsgáljuk meg most a közvetlen redukálás fokának alakulását a földgáz befúvatása során.

Jelentősen megnövekszik a redukálók összmennyisége — a nagyolvasztó gázában — főképpen a hidrogén. Adatokat mutatunk be, amelyeket egyik déli nagyolvasztónk eredményeinek feldolgozásakor kaptunk *(1. táblázat)*.

1. táblázat

Földgázbefúvás adatai az egyik déli nagyolvasztóban

A földgáz mennyisége m^3-ben 1 t nyersvasra	A földgáz mennyisége m^3-ben 1 kg karbonra a fúvókáknál	A CO mennyisége a fúvókáknál m^3-ben 1 t ny. — vasra	H_2 mennyisége a fúvókáknál m^3/t ny. — vasra	A CO és H_2 mennyisége m^3
—	—	948,0	95,6	1043,6
82,5	0,21	822,4	236,3	1058,8
123,6	0,3	882,5	311,5	1194,0
135,6	0,35	854,3	331,1	1185,4
170,2	0,43	903,4	376,7	1280,1

Redukálók koncentrációjának ilyen növekedése lényegesen meggyorsítja a vas oxidjainak közvetett redukálását és csökkenti a közvetlen redukálást. A közvetett redukálás folyamatában a hidrogén részesedése földgáz használatakor rendes körülmények közötti 7—9%-ról 25—30%-ra növekszik.

Mint fentebb kimutattuk, gázbefúvástól a közvetett redukció túlnyomó részben a hidrogén révén növekszik. Azonban hidrogénnel egyes vasoxidok redukciója az aknában endoterm lévén, 1000 C° hőmérsékleten felül megnövekszik az a hőmérséklet térköz, amelyek kedvezőek a vasoxidok szénmonoxiddal lezajló közvetett redukálásának kifejlődéséhez.

A fajlagos kokszfogyasztás csökkenését okozó legfontosabb tényező a földgáz fogyasztásakor a közvetett redukció karbonfogyasztásának csökkenése. A kokszfelhasználás tényleges csökkenése, melyet nagyolvasztókban hosszabb időtartam alatt érték el 10—20,9%-ot tesz ki, átlagosan pedig 14%-ot. Ez a csökkenés jelentősen nagyobb, mint amit számítással meghatároztak, ami valószínűleg azzal magyarázható, hogy a számításokban nem vették figyelembe teljes mértékben a földgázos üzem legfontosabb sajátosságát, a nagyolvasztók egyenletesebb járatát.

Ugyanis az egyenletes járat teszi lehetővé — az elegy egyenletes levonulásának megzavarása nélkül — a forrószél mesterséges nedvesítésének csökkentését és hőmérsékletének felemelését.

Az elért kokszmegtakarítás a különböző nagyolvasztókban földgáz m^3-enként 0,64—2,04 kg között ingadozik. Ilyen nagy ingadozások főként a nagyolvasztók különböző körülmények között való különböző járatával magyarázhatók, azaz az, ahogyan azok üzemben a földgáz használata előtt és után voltak, valamint az, hogy az új eljárást egyik vagy másik nagyolvasztó személyzete milyen különböző mértékben sajátította el.

A Szovjetunió néhány nagyolvasztójára hő- és anyagmérleget állítottak fel, amikor azok a szokásos feltételek és oxigénnel dúsított fúvószéllel dolgoztak. Az anyag- és hőmérlegből az új nagyolvasztó eljárás hatásáról az anyag- és hőmérleg egyes tételeire az alábbi következtetéseket vonjuk le.

1. A földgáz a fajlagos kokszfelhasználás jelentős csökkenését hozza, ami a maga nemében az egységnyi nyersvasra jutó összes anyag és fúvószél mennyiség csökkenéséhez vezet.

2. Földgázbefúvással a vízgőz disszociációs hőfogyasztásának következtében némileg csökken az egységnyi nyersvasra jutó összhőfogyasztás.

3. A földgáz a kokszkarbon égésétől nyert hő lényeges csökkenését hozza. A hőbevétel egyrészének csökkenését kiegyenlíti a FeO-nak a H_2-vel való redukciójából felszabaduló és a földgáz karbonjának égéséből kapott hő. Azonban a karbon égése által kapott hőmennyiség csökkenése földgázbefúvásával nem egyenlítődik ki az említett két tétel hőbevételének növekedésével, ezért szükséges a forrószél hőmérsékletét emelni és nedvességtartalmát csökkenteni.

4. Földgázzal való üzem alatt a hasznos hőhatás koefficiense megnövekszik, az összegezett karbon hőenergiája hasznosításának koefficiense lecsökken a földgázkarbon égésreakciójának kis hőhatása következtében.

Új hatalmas gázlelőhelyek megnyitása a Szovjetunió európai, és keleti területein, valamint a földgázkitermelés gyors fejlődése kedvező feltételeket teremt a nyersvasgyártásban a koksznak földgázzal való részleges helyettesítésére.

Az ilyen helyettesítés fontos, mert lényegesen megkönnyíti a nagyolvasztók kokszolható szénnel való ellátását, lehetővé teszi a nyersvastermelés megnövelését, jelentősen csökkenti a szénbányák, dúsítóüzemek és kokszolóművek beruházására fordított költségeket. A földgáz felhasználása különösen fontos szerepet hivatott játszani az oxigénnel végzett nyersvasgyártás intenzitásának fokozásában.

Oxigéndúsításos acélnyersvas gyártásakor a nagyolvasztó járatának jellegzetes sajátosságai a tapadványok és a lerakódások még a fúvószél oxigén koncentrációjának nem nagy — 20—25%-os — emelkedésekor is megnövekedtek. Ezért a nyersvasgyártás jelentős fokozásának feladata az oxigénes forrószéllel kapcsolatban nagy nehézségeket okozott, ezek a legutóbbi időkig nem nyertek hatásos megoldást. A nedvesített forrószél az oxigénnel dúsított fúvás által kiváltott anyagoszlop fennakadások a kokszfogyasztás növekedéséhez vezettek. Ezért az oxigénnel dúsított fúvószél előnyét, mely szerint a nitrogén koncentráció csökkenésével csökken a karbon égésekor keletkező gázmennyiség, nem lehetett teljesen kihasználni.

A nyersvasgyártás növelésének feladata a földgáz és az ipari oxigén együttes használatával érhető el. Az oxigén jelentősen nagyobb mennyiségű földgáz befúvását teszi lehetővé a nagyolvasztóba, mint a szokásos fúvószéllel ez lehetséges és ennek következtében nagyobb kokszmegtakarítás érhető el.

Az oxigéndúsítás és a földgáz együttes befúvása széles perspektívát nyit a nyersvasgyártásban mind a földgáz, mind az oxigén felhasználása előtt.

Megjegyzem, hogy a földgáz és oxigén használata nem csökkenti az elegy kohósítására való előkészítésének jelentőségét, minthogy csak jól előkészített gázáteresztő elegyben lehet elérni a nagyolvasztóban a gázok kémiai energiájának és fizikai hőjének nagyfokú kihasználását.

Egyetemi hírek

Miskolcon október 20—23. között „**Borsodi Vegyészeti Napok**"-at tartottak, melyen a Kohómérnöki Kar oktatói a következő előadásokkal szerepeltek:

Dr. Bognár János tanszékvezető egyetemi tanár: Katalitikus és indukált reakciók felhasználása a nyomelemzésben.

Paksy László adjunktus: Színképelemzés kohászati felhasználása.

Péter László adjunktus: A színképelemzésben használatos gerjesztőberendezések.

Balláné Achs Márta adjunktus—*Bereczky László* tanársegéd: Több komponensű, Mn-tartalmú elektrolitoldatok fizikai vizsgálata.

Németh Emil adjunktus: Elektrolitos hevítés.

Szopory Béla adjunktus: Titán-meghatározás a fényelektromos végpont jelzésű kolorimetriás ultramikro-titrálások sokszorozós eljárásával.

Jellinek Olga adjunktus: Merkurimetriás titrálások redox-indikátorokkal.

Sárosi Szilvia adjunktus: Adatok az adszorpciós indikátorok új elméletéhez.

Nagy Lajos adjunktus: Újabb eljárások a fluór meghatározására.

Hegedüs Béla adjunktus: Kőszenek termogravimetrikus elemzése.

*

A **Kohómérnöki Kar hallgatói** október végén a szaktanszékek vezetésével tanulmányi kirándulásokon vettek részt, melynek során az e félévi tanulmányok szempontjából fontos kohászati üzemeket látogatták meg.

*

A **Freibergi Bányászati Akadémia** és a *Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Kara* között létrejött csere-tanulmányúti egyezménynek megfelelően, *Lange, A.* professzor vezetésével öt oktatóból és 20 hallgatóból álló német csoport szeptember 25—október 9. között a Kohómérnöki Kar vendégeként hazánkban tartózkodott.

*

A **Nehézipari Műszaki Egyetemen** június 4-én műszaki doktorrá avatottak névsora — sajnálatos hiba miatt — nem volt teljes. A hiányt pótolva közöljük, hogy *Szeghegyi Árpád* okl. kohómérnök kandidátust, a már közöltekkel együtt műszaki doktorrá avatták. (Kohászati Lapok, 1960. 9. sz.).

Farkas Ottó

Műszaki és gazdasági hírek

A **Szovjetunió** statisztikai hivatala a következő *termelési adatokat* hozta nyilvánosságra az év első kilenc hónapjára vonatkozólag (millió tonnában):

	jan.—szept. 1960	jan.—szept. 1959	növekedés %
Nyersvas	34,7	31,8	9
Acél	48,4	44,4	9
Hengereltáru	37,7	34,7	9
Acélcsövek	4,3	3,9	11
Vasérc	79,3	70,5	12

Montan X. 18.

*

Az **amerikai** Allegheny Ludlum Steel Co. és két belga cég 10 millió dolláros költséggel *acélgyárat* épít Belgiumban. Az új gyár, mely 1962-ben kezdi meg a termelést, rozsdamentes és speciális acélfajtákat fog gyártani. Kereskedő körök szerint az új vállalkozás elsősorban az Európai Közös Piac számára fog termelni.

Gazdasági Hírek X. 27.

*

Ezekben a napokban alapították meg **Amsterdamban** az „**Európai Alumíniumkohók Szervezetét**" (OEA) zürichi székhellyel, angol, francia, holland, osztrák, svájci és nyugatnémet alumíniumkohók.

Handelsblatt X. 31.

*

Vörösiszap feldolgozása a Dunai Vasműben

BOROVSZKY AMBRUS
Dunai Vasmű igazgatója

DK : 669.712.002.68.004.8

A Bayer-rendszerű timföldgyárakban keletkező vörösiszap terhes melléktermék, melynek kezelése és eltávolítása évenként több millió Ft-ba kerül. A vörösiszapban levő tapadó és kötött nátriumhidroxid egy bizonyos határig mosással gazdaságosan visszanyerhető. A nátronlúg nagyobb mérvű visszanyerése érdekében az iszapot újabban kausztifikálják. Az eljárás lényege abban áll, hogy a kikeverés után kapott vörösiszapot vízzel felzagyolják és égetett mész hozzáadása után meghatározott hőfokon tartályokban keverik, majd leszűrik. A kausztifikált vörösiszap összetétele száraz állapotra vonatkoztatva — megközelítően — az *1. táblázatban* foglaltaknak felel meg.

1. táblázat

A kausztifikált vörösiszap kb. összetétele száraz állapotra vonatkoztatva %-ban

Fe_2O_3	36,0	Hidr. víz	17,0	S	0,5
CaO	15,0	Alkáliák	5,0	P_2O_5	0,2
MgO	0,8	SiO_2	6,0	CO_2	3,0
TiO_2	3,0	Ai_2O_3	14,0		

A vörösiszapokból jelentős mennyiség, több mint 1 millió tonna tárol a timföldgyárak hányóin.

A nedves feldolgozás miatt a vörösiszap mindig nagy nedvességtartalommal hagyja el a gyártás folyamatát. A vörösiszappal kapcsolatban ismeretes, hogy tixotróp tulajdonsága következtében a már látszólag szilárd hányó vagy iszaptó megbolygatásakor a vörösiszap a felső kéreg alatt még pépes. Ez a körülmény a vele való bánásmódot nagyon megnehezíti. Víztartóképességére jellemző, hogy még régi hányókon is közelítően változatlan nedvességtartalma kb. 40%. A vörösiszap rendkívül finomszemcsés millimikron nagyságrendű lamelláris struktúrájú részecskéi a vízben lebegve szabálytalanul gyűrődött hártyákká, szivacsokká halmozódnak. A nagy felületi energiájú szivacsos részecskékből hőenergia közlése nélkül a víz nem távozik el.

Az iszapban levő Fe és hasznos salakképzők értékesítése a vörösiszap nagy mennyisége miatt régóta foglalkoztatja a kohászatot. Franciaországban is kohósítják a vörösiszapot, pedig ott gazdag vasérctelepek fedezik a vaskohászat szükségletét. Nyugat-Németországban is ismeretes Quadrat-Ichendorf-ban egy nagyteljesítményű vörösiszap szárító üzem is. Itt az iszapot Gerdemann-féle turbószárítóval 10—12% nedvességtartalomra szárítják. A szokásos forgódobos, vagy egyéb rendszerű szárítókemencék az iszap nagy nedvességtartalmától és agyagos jellegétől betapadnak. Más külföldi üzemekben speciális kontakt-szárítókat használnak. A körülbelül 40% nedvességtartalmú vörösiszapnak 10—12%-ig való szárítása tetemes hőmennyiséget, mintegy 220—230 000 kcal-t kíván nyersiszap tonnánként. Szárítás után a vörösiszapot még darabosítani kell.

A vörösiszap bunkerezése és kohósítása érdekében 1957-től a Dunai Vasműben több kísérletet végeztünk. Így forró salakkal szárítottuk, száraz porokkal és égetett mészporral kevertük. Célravezetőnek laboratóriumi és kisüzemi kísérletek során csak az utóbbi mutatkozott. Nagyüzemi kísérlet lefolytatására az Almásfüzítői Timföldgyártól nagyobb mennyiségű, körülbelül 500 t vörösiszapot hozattunk. A vörösiszapot egy kettős keverőben 15—20% mészporral kevertük össze, majd az összekevert anyagot a darabosítóműbe szállítottuk. A kísérletek igazolták a laboratóriumi és kisüzemi eredményeket, jól szállítható bunkerezhető anyagot adtak. Meszezés után az iszap alig tapintható, 50—60 C° hőmérsékletre melegedett fel és közben élénk gőzfejlődést tapasztaltunk.

Az égetett mész hozzákeverése lényegében három tényező együttműködése révén teszi a vörösiszapot bunkerképessé.

a) A CaO vegyi kötésbe viszi a nedvesség egy részét, miközben az iszap tixotrópiáját okozó vegyületek megbomlanak és stabil kalciumvegyületek keletkeznek.

b) A $CaO + H_2O = Ca(OH)_2 + 15\ 930$ Kcal/mol egyenlet szerint felszabaduló hőmennyiség a tapadónedvesség egy részét, kb. 10—15%-át elpárologtatja, sőt 24 óra múlva a súlyveszteség eléri a 20—25%-ot is, ha az iszap kigőzölgése biztosított.

c) Az égetett mészpor száraz anyag, a kötött nedvesség egy részének felvételével csökkenti a vörösiszap nedvességtartalmát.

Az előzetesen lefolytatott kísérletek azt is mutatták, hogy a meszezett vörösiszap adagolása növeli a darabosítómű teljesítményét, mert a keverődobban elősegíti a pelletképződést, jobb gázátbocsájtást biztosít és nagyobb átégési sebességet ad. A kísérletek szerint 20% meszezett vörösiszap adagolása a t/m^2 üzemóra teljesítményt 1,18-ról 1,72-re növelte. Az átégési sebesség egyidejűleg 1,31 cm/perc-ről 1,93 cm/perc-re növekedett.

Az említett előkísérletek alapján — melyek bunkerezhető és darabosításra alkalmas, jól ömleszthető, porhanyós anyagot adtak, — határoztuk el, hogy Almásfüzitőn egy vörösiszap-meszező üzemet telepítünk. A folyamatos üzemű timföldgyár anyagfolyásának útvonalába a meszező berendezést úgy iktattuk be, hogy megfelelő mészadagolás után, minden átrakás nélkül az iszap bunkerképes állapotban kerül szállításra. A Kelly-szűrőkről lekerülő iszap gyűjtőcsigák alatt elhelyezett kettős keverőbe jut, amelyet csővezetéken keresztül égetett mészporral táplálnak. A meszet egy kar segélyével működtetett zárral a kezelőszemélyzet szakaszosan adagolja.

A kettős keverőből a meszezett vörösiszap szállítószalagon közvetlenül kerül a vasúti kocsikba. 20—25% égetett mészpor adagolása után az iszap szabad levegőre jutva néhány órán belül ömleszthetővé, esetleg porhanyós tapintatúvá válik, mely a Duna Vasműbe érkezve a vagonkörbuktatón könnyen üríthető. Ilyen kezelés után a vörösiszap CaO-tartalma száraz állapotra vonatkoztatva 30—35%. Ha a mészporadagolást az iszap száraz állapotára vonatkoztatott 25% alá csökkentjük, az iszap nehezen buktatható, beragadás miatt kezelése körülményes és erősen szennyezi a MÁV kocsiparkját. Legkedvezőbb a meszezés akkor, ha a vörösiszap száraz állapotra vonatkoztatott CaO-tartalma 26—28% között mozog. 30% CaO-adagolás felett az iszap porzik és az ércelőkészítőmű szállító útvonalán a munkakörülményeket egészségtelenné teszi.

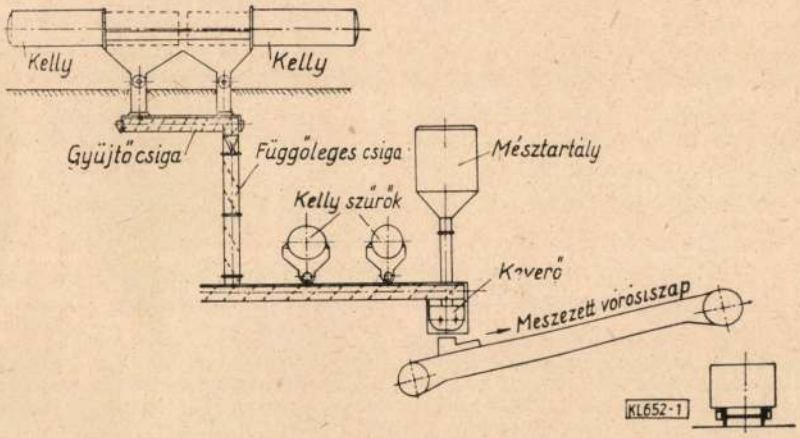
Az üzemvitel során továbbá azt tapasztaltuk, hogy a keverő csigákat az erős gőzfejlődés miatt célszerűbb épületen kívül elhelyezni.

A meszezőmű elvi rajzát az *1. ábra* mutatja.

A Kelly-szűrők két szinten vannak elhelyezve, a felső szinten 11 és az alsón 8 db szűrő dolgozik. A szűrt iszapot csigarendszer szállítja a mészkeverőbe. Az üzem alkalmas évi 130—150 ezer tonna meszezett vörösiszap szállítására.

A meszezés egyenetlensége, főként az elégtelen mészadagolás, jelenleg még nehézséget okoz az ércelőkészítő és darabosító szállító szalagjain és az adagoláskor. Megfigyelésünk szerint rendkívül hasznos, ha az iszapot közvetlen a meszezés után kiürítik a kocsikból és átrakják. Ezáltal az egyenetlen mészadagolás bizonyos mérvű átlagosításra kerül, ezenfelül lehetőség nyílik az iszap kigőzölgésére is. Vasúti kocsikban való közvetlen szállítás alatt a mészoltás következtében fellépő hőfejlődés csak kevésbé hasznosítható, mivel a gőz egy része visszakondenzál az iszapba.

A meszező üzem 1958. év végén kezdte meg munkáját. 1959. évben a szállítás és a darabosítóműben a felhasználás folyamatos volt, eltekintve a második félévben végrehajtott üzembővítéstől és a meszező üzemben végzett kisebb átalakításoktól. 1959. évben 43 795 t meszezett vörösiszap érkezett a Dunai Vasműbe, a darabosítómű felhasználás pedig 44 424 t, ami a darabosítómű elegyének 4,5%-a.



1. ábra. Az almásfüzítői vörösiszapmeszező elvi elrendezési vázlata

Az 1959. évben beérkezett meszezett vörösiszap évi átlagos összetétele a 2. táblázatban található.

2. táblázat

Az 1959. évi meszezett vörösiszap átlagos összetétele %-ban

Nedvesség	∅	33,6
SiO_2	5,86	3,89
Fe_2O_3	25,88	17,18
MnO	0,32	0,21
Al_2O_3	11,15	7,40
CaO	30,24	20,08
MgO	0,96	0,64
Összes S	0,70	0,46
P_2O_5	0,30	0,20
CO_2	3,18	2,11
Hidrátvíz	13,40	8,90
Összes Fe	18,10	12,02
FeIII	18,10	12,02
Mn	0,25	0,17
P	0,13	0,09
Ti	1,54	1,02
TiO_2	2,57	1,71

A bunkerezés és kohósítás szempontjából legjellemzőbb tényezők ingadozása nedves állapotra vonatkoztatva 1959. év havi átlag elemzései alapján a következő volt :

Nedvesség	25,0 —39,0 %
CaO	11,81—33,24%
Fe	7,25—14,03%

Az ilymérvű ingadozások, melyek az egyes szállítmányokra is fennállnak természetesen a darabosított érc összetételében is éreztetik hatásukat és a nagyolvasztó salakvezetésére is kedvezőtlenül hatnak.

Kétségtelen, hogy ezek az ingadozások egy induló üzem beállításával járó nehézségeket is tükrözik, de mivel az említett tényezők egy része adott, ezért indokolt mind a kigőzölgés, mind az

átlagosítás javítására szállítás előtt a meszezett iszapot Almásfüzitőn átrakni.

A meszezett vörösiszap felhasználása a darabosítóműben, tehát nagyüzemben igazolta a korábbi kísérleteket. Jelentős mértékben növekedett a darabosítómű fajlagos teljesítménye, az 1958. évi 1054 t/m² üzemórával szemben 1959. évben 1,27 volt és 1960. I. negyedében elérte az 1,481 t/m² üzemórát.

Adottságaink mellett különös jelentőségű az a tény, hogy a meszezett vörösiszap felhasználása növeli a darabosított érc bázikusságát. Ezt az elmúlt évben a mészkő és dolomitőrlés lehetőségeinek legnagyobb fokú kihasználásával is csak a $\frac{CaO + MgO}{SiO_2} = 0{,}72$ viszonyszámon tudtuk tartani. A meszezett vörösiszappal a darabosítómű elegyébe vitt kalciumoxid mennyiség az elegy 0,91%-a, mely a darabosítóműben önmagában — szakirodalmi utalások szerint, — mintegy 6% teljesítménynövekedést ad.

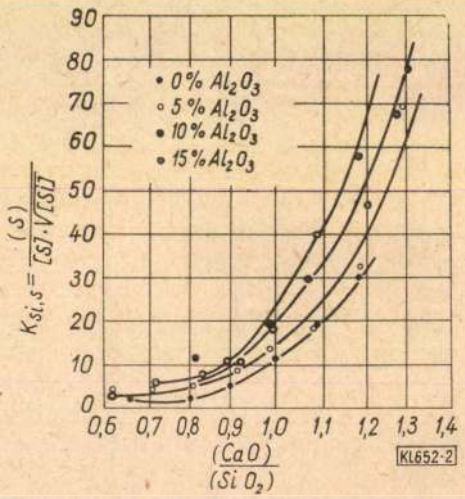
A darabosítómű fajlagos termelésnövekedése a nagyolvasztóban további kokszmegtakarítást adott azáltal, hogy az elegyben a darabosított érc részesedését növeltük. A nagyolvasztómű elegye 1959. évben 1 078 709 t volt, melyben a darabosított érc részesedése 741 078 t, azaz 68,8%. A darabosítómű 46 700 tonnás többlettermelése a nagyolvasztómű elegyében 4,5% darabosított érc részesedés növekedést adott, mely az Anhaltszahlen idevonatkozó adata szerint 1,54%-os fajlagos kokszfogyasztáscsökkenést hoz.

Ismeretes másrészről, hogy a meszezett vörösiszapot aránylag kis Fe-tartalma miatt csak nagyobb salakmennyiséggel lehet kohósítani, mint az egyébként használatos érceket. Ha figyelembe vesszük erősen bázikus jellegét, kiderül, hogy az 1 t nyersvas előállításakor keletkező salakmennyiség a bázisok levonásával 1319 kg, a szovjet ércből készített elegy 742 kg salakmennyiségével szemben. Az 1 t nyersvas kohósításához szükséges szovjet érc kovasavtartalma kb. 356 kg, a meszezett vörösiszap 300 kg SiO_2-tartalmával szemben. A meszezett vörösiszap kohósítás fajlagos salakmennyiségét az alumíniumoxid 572 kg-al növeli. Ugyanakkor szem előtt kell tartani, hogy a mi elegyviszonyaink között célszerű a salak alumíniumoxid tartalmát 12—14%-ra növelni.

Jelenleg a kohósalak Al_2O_3-tartalma a Dunai Vasműben 11% az 1958. évi 8—9%-al szemben. Tájékoztatásul megemlítem, hogy az angliai Corby-i kohóműben 22% és az osztrák Linz-i kohóműben 15% Al_2O_3-tartalmú salakkal dolgoznak. Az ilyen nagy Al_2O_3-tartalmú salakok építőipari célokra alkalmasabbak és értékesítési területük jóval bővebb, mint a kisebb Al_2O_3-tartalmú salakoké, mert az ilyen salakokból nagyobb szilárdságú, jobb hidraulikus kötőképességű cementek gyárthatók. Emellett a salak alumíniumoxid tartalmának növelése az egyenletesebb kohóüzemvitel szempontjából is előnyös.

A salak alumíniumoxid tartalmának növelése egyébként a nagyolvasztó metallurgiai folyamatait is kedvező irányban befolyásolja. A kéntelenítés, a redukciós folyamatok mellett a nagyolvasztónak egyik legfontosabb metallurgiai feladata.

Oelsen W., és munkatársai beható vizsgálatokat végeztek az alumíniumoxid kéntelenítésre gyakorolt hatásának felderítésére. Vizsgálataik eredményét az Archiv 1958. évi 4. számában ismertetik. Az alumíniumoxidnak a kéntelenítésre gyakorolt hatása egyrészt abból ered, hogy egyenlő CaO/SiO_2 viszony mellett vagy reagál a vasszulfiddal, vagy a kovasavhoz kötött mész egy részét szabaddá teszi. Másrészt hígító hatása által befolyásolja a komponensek aktivitását a reakcióra, vagy a salakban való jelenlétével növeli a szulfidoldó képességet és ezzel befolyásolja a reakció lefolyását. Nem utolsósorban pedig a salak folyékonyságát javítja, gyorsítja a kéntelenítést. *Oelsen* és munkatársainak kísérletei kimutatták, hogy 1500 C° hőmérsékleten az alumíniumoxidmentes salakok 0,8—0,95 CaO/SiO_2 viszony mellett nem voltak eléggé folyékonyak és csak 5, 10 és 15% alumíniumoxid tartalommal lehetett jól folyó salakot olvasztani 1,3 CaO/SiO_2 viszonyig.



2. ábra. Összefüggés a $K_{Si,S}$ és a CaO/SiO_2 viszony között alumíniumoxidnak mész-kovasav salakhoz való adagolásakor 1600 C° és 30 perces reakcióidő mellet

A *2. ábra* az 1600 C° hőmérsékleten és 30 perc reakcióidő mellett elvégzett kísérleti olvasztás adatait mutatja 0—15% Al_2O_3-tartalmú salakokra. Az ábrából jól látható miként növekszik a nagyolvasztó metallurgiai munkáját jellemző $K_{Si,S}$ kéntelenítési mutató növekvő Al_2O_3 tartalmú salakok mellett, mintegy kétszeresre. A 2. ábrából megállapítható, hogy azonos $K_{Si,S}$ szám alumíniumoxidtartalmú salakkal kisebb CaO/SiO_2 viszonyok mellett is elérhető.

Ezek után felvetődhet a kérdés, nem tekinthető-e az alumíniumoxid mészkőadaléknak, vagy komponensnek, mely a salakban a kovasavat részben leköti és ily módon a salak azonos mésztartalma mellett növeli annak aktivitását. Mindenesetre az alumíniumoxiddal helyettesíthető mészmennyiség könnyen meghatározható.

15% Al_2O_3 tartalmú mészszilikát salakban a $CaO + SiO_2$ összege mintegy 80%, amely 0,87 CaO/SiO_2 viszony mellett 37,2% kalciumoxidot és 42,8% kovasavat jelent. Ezzel az alumíniumoxid tartalmú salakkal olyan $K_{Si,s}$ szám érhető el, amilyent mint említettük alumíniumoxid mentes salakkal csak nagyobb, 0,99 CaO/SiO_2 viszony mellett lehet biztosítani Állandó kovasavtartalom mellett kiszámolható az alumíniumoxidos salak mésztartalma, amellyel 0,99 CaO/SiO_2 viszony mellett kellene bírnia. Így jelen esetben 42,4% CaO érték adódik a 37,2%-al szemben, tehát 5,2% CaO-dal nagyobb mennyiség annál, mint amit a salak ténylegesen tartalmaz. A 15% Al_2O_3 tehát 5,2%, azaz kereken 1/3 rész kalciumoxidot helyettesít. Hasonló eredményre jutunk akkor is, ha a kérdést úgy vizsgáljuk, hogy az alumíniumoxid milyen mennyiségű kovasavat semlegesít.

A salak alumíniumoxid tartalma különösen előnyös a szürkenyersvasgyártásban a szilíciumredukció szempontjából. *Pavlov* szerint, ahhoz, hogy az összes többi feltétel azonossága mellett adott mennyiségű szilícium képződjék a nyersvasban, annál kevesebb tüzelőanyagra van szükség, minél nagyobb az elegyben az $SiO_2 + Al_2O_3$ összege. Mivel azonban a tüzelőanyagok és az elegy kéntartalmára az $SiO_2 + Al_2O_3$ összegét még öntészeti nyersvas gyártáskor is 45—50%-os határok közé kell szorítani. Az alsó határ öntészeti nyersvas gyártásához nem kedvező, fölösleges tüzelőanyagfogyasztást kíván, de nagyobb kb. 1,5% kéntartalmú kokszhoz szükségszerű. Ha az elegy, illetve a koksz kisebb kéntartalmú, az $SiO_2 + Al_2O_3$ összegét célszerű a felső határon tartani. Clevlandban az $SiO_2 + Al_2O_3$ összege a szürkenyersvas salakjában eléri az 54%-ot, az SiO_2/Al_2O_3 viszony pedig kb. 1,25. Az ilyen összetételű salak nagymértékben megkönnyíti a Si-redukciót. Szürkenyersvasgyártáskor legkedvezőbb a salak SiO_2/Al_2O_3 viszonyát 2—1,25, acélnyersvasgyártáskor pedig 3 körül tartani. A legfolyékonyabb salak az $SiO_2 + Al_2O_3 : (CaO + MgO) = 1$ arányon érhető el.

Az elmondottakból kitűnik, hogy acélnyersvasgyártáskor a kohósalak Al_2O_3-tartalmának 10—15% között és szürkenyersvasgyártásakor 15% fölött tartása kedvezően befolyásolja a nagyolvasztó metallurgiai munkáját és különösen szürkenyersvasgyártás során a könnyebb Si-redukció következtében a fajlagos kokszfogyasztást is.

Következetlen dolog lenne a változásokat az ércdarabosítómű és nagyolvasztómű műszaki mutatóiban csak, az aránylag kis mennyiségű meszezett vörösiszap felhasználásának tulajdonítani, hiszen sok egyéb tényező is kedvező irányban hatott, de az egyenletesebb kohójáratra, a jobb salakképzés következtében a nyersvasminőség alakulására gyakorolt hatása vitathatatlan.

A *3. táblázaton* a darabosítómű és nagyolvasztómű főbb mutatói láthatók.

3. táblázat

Nagyolvasztómű és darabosítómű mutatószámai

	1958	1959
Meszezett vörösiszap felhasználás a darabosítómű elegyében % ...		4,5
A darabosítómű fajlagos teljesítménye t/m² üz.óra	1,054	1,270
Elegykihozatal acélnyersvasra % .	36,2	36,6
Acélnyersvasra felhasznált koksz kg/t	1017	963
Kohótérfogat kihasználás m³/üzemnap/t.....	1,18	1,09
Acélnyersvas minőség % (I + II osztályú).....	80,5	90,5

Mint említettem az elmúlt évben az üzemindulási nehézségek és a meszezőüzem bővítése miatt bekövetkezett huzamosabb állás alatt csak aránylag kevés, 44 424 t meszezett vörösiszapot használtunk fel. A nagyobb mérvű beszállítás és felhasználás ez év II. negyedévében indult meg. A felhasználás április hónapban átlagban egy üzemnapra vonatkoztatva 218 t-t ért el. A legnagyobb felhasználás április hó 22-én volt, mikor a vörösiszap részesedése a darabosítómű elegyében 436 tonnával elérte a 10,5%-ot. Aznap a darabosítómű 1,639 t/m² üz.óra teljesítménnyel dolgozott és 3326,4 t-t termelt.

A II. ötéves tervidőszak után bekövetkező fejlesztés során jelentősen növekszik a timföldgyárak termelése. Az ezzel kapcsolatban keletkező többlet vörösiszap kohósítására részben a Dunai Vasmű nyersvastermelő kapacitásának bővítésével, részben pedig a borsodi kohóművekben való feldolgozás révén, különösen az új ércelőkészítőmű üzembehelyezésével meg van a reális lehetőség. A darabosított érc az 1965 utáni években közel 4 millió t-t ér el és ha csak 10% meszezett vörösiszap felhasználással számolunk a darabosítóművek elegyében kb. 500 000 tonna iszapot tudunk kohósítani.

Fentiekkel rövid áttekintést kívántam nyújtani a vörösiszap kohósításának lehetőségeiről. Ismertettem a Dunai Vasmű által kezdeményezett égetettmeszes kezelést, a meszezett vörösiszap feldolgozása során nyert tapasztalatokat és a kohósalak alumíniumoxid tartalmának a kohó metallurgiai munkájára gyakorolt befolyását. Az általunk bevezetett eljárás iránt Belgium és Csehszlovákia részéről is érdeklődést tanusítottak. A meszezőüzemben és az ércdarabosítóműben szerzett eddigi tapasztalatok lehetőségét nyújtanak az eljárás helyes beállításával az eddiginél állandóbb összetételű, jól bunkerezhető, meszezett vörösiszap előállítására és nagyobbmérvű feldolgozására.

Eredmények az 1957. évben tartott nyersvasgyártók konferenciája óta eltelt időben

PILTER PÁL, okl. kohómérnök
Dunai Vasmű

DK : 669.16

A hazai nyersvasgyártásunk jelenlegi helyzetét és a további fejlődés irányait az 1957-ben tartott kohász konferencián elhangzottak folytatásaként szeretném ismertetni.

1. Határozatok végrehajtása

1. Abban a vonatkozásban, hogy a nyersvasgyártáshoz használt Fe hazai részesedését 40%-ra kell növelni, megállapítható, hogy változást a hazai Fe-részesedés az elegyben alig mutat. Az egyes művekben a hazai Fe-részesedés arányát az *1. táblázat* tartalmazza.

1. táblázat

Hazai vasércekkel és egyéb vashordozókkal a nagyolvasztókba bevitt Fe részaránya

	1957	1958	1959
	%		
OKÜ	20,5	22	22,3
LKM	28,7	15	18
DV	24,8	36,5	26
Átlag	24	25	22,3

Megállapíthatjuk, hogy az OKÜ-ben és a DV-ben kevés javulás van, az LKM-ben inkább csökkenés mutatkozik. Ugyanez mondható a martinsalakra is, amelynek felhasználását a *2. táblázatban* mutatjuk be.

A hazai-Fe hordozók mennyiségének növelésében eredményes munkát végeztünk a vörösiszap hasznosításával. Égetett mész hozzákeveréssel sikerült a vörösiszapot adagolhatóvá tenni. Az almásfüzitői timföldgyárban 1958-ban megépített meszezőmű termékét a DV 1958 decembere óta feldolgozza. A vörösiszap adagolása mind a darabosítást, mind a kohósítást kedvezően befolyásolja. A darabosítóműben elősegíti a keverődobban az előrögösödést és részben a hozzáadott égetett mész, részben pedig az iszap pelletképző tulajdonságai révén növeli a teljesítményt. Ugyanakkor a nagyolvasztóban a kedvezőbb összetételű salak következtében javult a metallurgiai munka és a járat egyenletesebbé vált.

A kohászatban keletkező hulladék Fe-hordozók begyűjtése nem kielégítő. A szeparátorvas, forrasztósalak és reve, valamint a darabosítóműben feldolgozott vaspor mennyiségeket a *3. táblázat* tünteti fel. A táblázat szerint DV-ben visszaesés mutatkozik, OKÜ-ben és LKM-ben fejlődés látható. Megfontolás tárgyává kell tennünk a martinsalak törésének és osztályozásának gépesítését. Egy, kb. 100 000 t/év martinsalak feldolgozómű építése mintegy 7 millió Ft. Ezáltal lehetővé válna a martinsalak gépi törése és a szeparátorvas lehető legnagyobb mennyiségének kinyerése.

A hulladékvas-hordozók árát a nyersvasgyártás gazdaságossága szempontjából figyelembe

2. táblázat

Az SM-salak felhasználása acélnyersvasra és a nyersvas P-tartalma

	1957		1958		1959	
	SM-salak felhasználása kg/t nyv.	Nyersvas P-tartalma %	SM-salak felhasználása kg/t nyv.	Nyersvas P-tartalma %	SM-salak felhasználása kg/t nyv.	Nyersvas P-tartalma %
OKÜ	92,5	0,220	95,0	0,200	83,0	0,220
LKM	158,0	0,234	79,0	0,186	21,0	0,180
DV	60,0	0,160	158,0	0,220	159,0	0,230
Átlag	111,0	0,206	107,0	0,200	82,5	0,208

A 2. táblázatból megállapíthatjuk, hogy a két borsodi üzemben a SM-salak felhasználás fokozatosan csökkent, a DV-ben pedig emelkedett. Amellett a DV-ben a nyersvas P-tartalma a megengedett 0,30%-kal szemben 0,23%, s majdnem megegyezik az OKÜ nyersvas átlagos P-tartalmával. Ennek magyarázata, hogy fokozatosan lejjebb ment a DV-ben a nagy P-tartalmú úrkúti karbonátos Mn-érc felhasználása, a nyersvas Mn-tartalmának fokozatos csökkentése miatt.

A hazai Fe-részesedés elmaradásának oka többek között a rudabányai vasércdúsító beruházásainak elhúzádása is.

A beruházás eltolódása miatt kiesett vasércmennyiséget csak igen kis részben tudta pótolni a DV a darabosító szalagján át.

3. táblázat

Szeparátorvas, forrasztósalak, reve és a zsugorítóműben feldolgozott vaspor mennyisége acélnyersvasra vonatkoztatva

	1957	1958	1959
	kg/t nyv.		
OKÜ	95,5	114,8	107,2
LKM	48,0	37,6	66,3
DV	77,2	78,7	58,8
Átlag.....	72,5	75,0	77,0

véve mindaddig érdemes a hulladékanyagokat feldolgozni, amíg a kísérő elemek százalékos mennyisége a minőségi acélgyártást nem veszélyezteti.

A piritpörk-felhasználás további növelése már csak a réztelenítés megoldásával lehetséges. Ezzel a kérdéssel az elmúlt év nyarán tartott szabadegyetemi előadásban már foglalkoztunk. Azóta a továbbfeldolgozó üzemekkel tisztázást nyert, hogy az acélnyersvasban a Cu-tartalom legfeljebb 0,19% ; a szürkenyersvasban pedig legfeljebb 0,25%, illetve 0,4% lehet. Egyben tovább folytattuk a *Pőcze—Kalmár* féle szulfatizáló pörkölési kísérleteket, amelynek lényege, hogy a piritpörk 500 C°-on hevítve a CuS levegő jelenlétében $CuSO_4$-tá alakul át. A kapott $CuSO_4$-ot egyszerű vizes lúgzással könnyen kimoshatjuk. A laboratóriumi és középüzemi méretekben lefolytatott kísérletek azt igazolják, hogy a Cu-nak mintegy 70%-a vízzel kilúgozható.

Az elmondottakból következik, hogy a középüzemben igazolt eljárást mielőbb meg kell valósítani. A mű legcélszerűbb telepítési helye a DV. A hazai kénsavgyáraink jelenlegi termelése kb. 120 000 t/év piritpörk, amely a II. ötéves tervben 150—160 000 t-ra nő.

2. Hazai úrkúti Mn-érc vagyonunk ésszerű és gazdaságos kihasználása érdekében értékes Mn-termékek gyártását kellett kikísérletezni.

A jelenlegi geológiai ismereteink szerint az ércvagyon Úrkúton 4 millió t oxidos és 36 millió t karbonátos, szilikátos jellegű Mn-ércből áll. Az utóbbinak összetétele százalékban :

Fe	= 9—10	MgO	= 2 — 3
Mn	= 17—19	P	= 0,35— 0,45
SiO_2	= 18—20	CO_2	= 15 —17
Al_2O_3	= 2— 3	Nedv	= 12 —14
CaO	= 3— 4		

Az ércvagyon lehetővé tenné nagyobb mennyiségű karbonátos Mn-érc kitermelését is, viszont a kis Mn-os nyersvasra való fokozott áttérés miatt, nagyolvasztóink mind kevesebb Mn-ércet fogyasztanak.

A feladat nehéz és bonyolult volta miatt az életre hozott munkacsoport a megoldás keresésében több úton indult el és végzett tanulságos laboratóriumi, illetve üzemi kísérleteket.

Az úrkúti karbonátos Mn-érc értékes Mn-termékké való feldolgozására eddig 11 kísérletet folytattunk. Megállapíthatjuk, hogy a tűzi út csak a Vasipari Kutató Intézet által végzett savanyú olvasztás s az ezt követő Mn-dús salakból szilikomangán gyártás során volt eredményes, de a kétlépcsős eljárás kicsi kihozatala, valamint nagy villamosenergia igénye miatt nem látszik nagyüzemi méretben járható útnak. A hidrometallurgiai eljárások célszerűbbeknek látszanak.

3. A hazai kohókoksz-gyártást és sülőszéntermelést oly mértékben kellett fokozni, hogy a hazai kohókoksz-termelés az összigény mintegy 50%-át fedezze. A koksz előállításában pedig a hazai szén legalább 37,5%-ban szerepeljen. Kitűzött célunk megvalósítását a *4. táblázat* mutatja. A számításba vett óbudai kohókoksz-gyártás elmaradása miatt a hazai koksztermelés 1965-ben is az összfogyasztásnak csak mintegy 38,1%-a lesz. A hazai szénarány az elegyben a célul kitűzött 37,5% helyett, 67,8%-ot ér el. Ugyanakkor a hazai szénfedezet az országos kohókoksz szükségletre vonatkoztatva 19% helyett, 25,8%-ot tesz majd ki.

Komlón 1964-ben termelésbe lép a Zobáki akna, Pécsett pedig erős ütemben folynak az István II. akna beruházási munkái, amelynek üzembehelyezése 1961-ben várható. Eddig elkészült a pécsújhegyi szénmosó rekonstrukciójának első üteme, amelynek következtében 1958-tól kezdve a 22%-os hamutartalommal szemben 18%-ra dúsítanak elő, s ugyanakkor a kokszolható szén mennyisége közel megkétszereződött. 1959-ben üzembehelyezték a flotációs részleget is, amely végtermékként 15 000 t/év flotokoncentrátumot termel. 1961—62-re befejeződik a szénmosó rekonstrukciójának második üteme is. Figyelemre méltó, hogy a rekonstrukció előtt az összes termelt aknaszénnek csak 6%-a volt a kokszoló kamrába betölthető, 12% hamutartalom mellett. Az első rekonstrukció után ez a szám 40%-kal megnőtt, a második rekonstrukció után pedig 17,2%-ra fog emelkedni. Az említett második lépcső megoldja a közvetlen végtermékre való mosás problémáját is. Komlón a szérelőműben végrehajtott műszaki intézkedések a nyers aknaszénre vonatkoztatva a kamrába tölthető szén mennyiségében 24,7%-ról 28,2%-ra való javulást adtak.

A Dunai Vasmű szénmosójában a mosási kihozatal a végrehajtott műszaki módosítások után 51%-ról 1959-ben 56%-ra emelkedett. 1957-hez viszonyítva a pécsi szén aránya 15%-ról 18%-ra növekedett. Ennek eredményeképpen 1959—60-ban a szénmosásra feladott 82% komlói és 18% pécsi szénkeverék kedvezőbb moshatósági tulajdonságokkal bírt. 1960-ban a mosás elméleti kihozatala a mosott szén hamutartalmától függően 5—12%-kal nagyobb, a tényleges kihozatal pedig 10—16%-kal jobb, mint 1957-ben.

4. táblázat

A hazai kohókoksz-termelés és szénfedezet

		1958	1959	1960	1961	1965
Országos kohókoksz-szükséglet	et	1451	1421	1497	1658	1756
Hazai kohókoksz-termelés	et	331	362	480	606	685
Hazai arány	%	22,9	25,5	32,0	36,6	38,1
Felhasznált kokszolható szénelegy	et	500	545	725	924	1045
Hazai mosottszén ez elegyben	et	354	444	469	554	707
Hazai szénarány az elegyben	%	70,7	81,3	64,8	60,0	67,8
Hazai szénfedezet az országos kohókoksz-szükségletre vonatkoztatva	%	16,2	20,7	20,7	22,0	25,8

Az újabb szénminőségekre is fennáll az a kényszerítő szükségesség, hogy nagyobb, 13—14%-os hamutartalomra volna érdemes mosni, mert így lehet a magyar kokszolható szénvagyont leggazdaságosabban felhasználni.

Az elméleti és tényleges mosási kihozatal között a különbség annál kisebb, minél korszerűbb és élesebb elválasztást adó szénmosó módszerrel dolgozunk. Azt tervezzük, hogy az ülepítőgépek után a nehézszuszpenziós középtermék utánmosását vezetjük be, miáltal a mosási kihozatalunk 6—8%-kal lesz növelhető.

Igen helyes kezdeményezés volt a NIM részéről a feketeszén-bányászat távlati fejlesztésével kapcsolatban a földalatti és külszíni bánya beruházások gazdaságosságának a kokszszéntermelés szempontjából való szembeállítása. Ebből a gondosan és körültekintően elvégzett munkából kitűnt, hogy sokkal célszerűbb a külszíni szénelőkészítőművek fejlesztése, mint az új aknák költséges telepítése. A pécsújhegyi második rekonstrukció, valamint a sztálinvárosi és komlói széndúsító művek nehézszuszpenzióval való kibővítése a jelenlegi nyersaknaszén-termelésre vonatkoztatott 15,9%-os kamrakoksz-szénkihozatalt 26,1%-ra növeli.

4. Országos átlagban 1,0 m^3/t kohókihasználási tényező elérése érdekében mielőbb üzembe kell helyezni a miskolci ércelőkészítő és zsugorítóművet, a forrószél hőmérsékletét 900 C° fölé kell emelni, be kell vezetni a nagy toroknyomást és a kis Mn-tartalmú nyersvas gyártását, s meg kell oldani a nyersvasnak nagyolvasztón kívüli kéntelenítését és deszilicírozását.

a) A konferencia óta LKM-ben épült egy 50 m^3-es szívófelületű Dwight—Lloyd-szalag, mintegy 360 000 t/év kapacitással, amely az elmúlt évben került üzembe. A fajlagos darabosított érc fogyasztást művenként az *5. táblázat* tartalmazza.

5. táblázat

Darabosított érc felhasználás kg/t fehérnyersvas

	Darabosított érc felhasználás, kg/t acélnyersvas		
	1957	1958	1959
ÓKÜ	980	845	735
LKM	285	5,7	620
DV	1335	1790	1860
Átlag	782	802	1030

A borsodi üzemekben az elegy nagy része osztályozatlan nyersérc. Az ércelőkészítés és darabosítás szűk kapacitása miatt nincs lehetőség Borsodban a nagy $BaSO_4$-tartalmú rudabányai pátvasérc zsugorítására.

A borsodi kohóművek nyersvastermeléséhez 2 310 000 t önjáró darabosított ércet kellene biztosítani.

A borsodi üzemek részére szükséges korszerű, darabosító üzem megépítéséig, illetve üzembehelyezéséig még 4—5 év van. Ezen idő alatt törekednünk kell meglevő darabosító berendezéseink teljesítményének teljes kihasználására és legalább az 1,0-es bázikusságú darabosítvány gyártására.

A darabosított érc bázikusságának növelése mellett javítani kell a darabosítóművek üzemidő kihasználását és fajlagos teljesítményét. Ez év végére az egyes üzemeknek az alábbi fajlagos teljesítményt kell elérniök:

ÓKÜ ..... 800 kg/m^2·ó,
LKM ..... 1000 kg/m^2·ó,
DV ..... 1400 kg/m^2·ó.

b) A balatonszéplaki konferencián a célul kitűzött 900 C°, illetve a nagyobb nagyolvasztókban 1000 C°-os forrószélhőmérséklet elérése felé céltudatosan haladunk. Az évi átlagos forrószélhőmérséklet országosan 1957. évi 555 C°-ról 1960. I. negyedben 710 C°-ra állandóan egyenletesen emelkedett és ezzel kapcsolatosan a nedves kokszfogyasztás országos átlagban acélnyersvasra 1957. évi 1185 kg/t-ról 1960. I. negyedig 1060 kg/t-ra csökkent.

Vizsgáljuk meg, hogy meddig is mehetünk el a forrószélhőmérséklet emelésében. Ezzel kapcsolatosan jó alátámasztást kapunk a Szovjet Tudományos Akadémia Urali Részlegének Kohászati Intézete és a Magnitogorszki Kohászati Kombinát által 1955-ben rendezett konferencia anyagából. Szerintük a forrószélhőmérséklet emelését, a hőmérséklet optimumát csak a léghevítők megbízható üzeme szabja meg.

Az elegy poros része negatív hatással van az akna hőtechnikai állapotára. Különösen káros hatású a 0—3 mm szemnagyság. Ez akkor kezd hátrányos lenni, amikor a mennyisége az elegyben 10% fölé emelkedik. Zavarja a gázeloszlást, a hőátadási tényezőt pedig 4—5-szörösen, sőt még nagyobb mértékben is csökkenti. A forrószél hőmérsékletét tehát csak akkor emelhetjük a léghevítők által megengedett legnagyobb hőre, ha az ércelegynek a kellő előkészítettségi fokát megteremtettük.

A forrószélhőmérséklet emelése érdekében mindhárom kohóműben bevezettük a fúvószél kondícionálását gázzal, illetve porlasztott vízzel. Az első automatikus gőzmennyiség szabályozót, amelyet a SZU-ból vásároltunk, 1959 március hóban szereltük fel a DV II. sz. nagyolvasztójához. Azóta a DV műszerész üzeme 10 db automatikus gőzmennyiség szabályozó berendezést gyártott le, s így ez év végére az ország valamennyi nagyolvasztóján korszerű gőzbefúvást szabályozó műszerek fognak dolgozni.

Egyidejűleg ÓKÜ-ben és LKM kis nagyolvasztóin kicseréltük a forrószélhőmérséklet emelést gátló, régi, hűtés nélkül dolgozó forrószél tolózárakat vízhűtéses tolattyúkra. Ezzel még az az előny is járt, hogy az OKÜ-ben a levegővesztség egy év alatt a felére csökkent. A forrószélhőmérséklet további növelése érdekében nagy Al_2O_3 tartalmú rácstéglákat építettünk be az ÓKÜ IV. sz. nagyolvasztójának mindhárom léghevítőjébe, a rácsozat felső harmadába. Hasonlóan átépítésre kerülnek ez évben az LKM II. sz. nagyolvasztójának léghevítői is.

A léghevítő hatásfokának növelése érdekében az LKM félautomatikus váltó berendezéssel szerelte fel az I. és II. sz. nagyolvasztójának léghevítőit. A II. sz. nagyolvasztó ez évi átépítése során a léghevítők gázégő közdarabjait is vízhűtésű tolózárakkal cserélik ki.

A forrószélhőmérséklet további emelése és kalóriamegtakarítás céljából elengedhetetlenül szükséges a kettősfalú fúvócsövek használata. A léghevítők hatásfokának megjavítása érdekében rendszeressé kell tenni a hatásfok méréseket minden léghevítőn, s a tüzelést és a váltást úgy kell beállítani, hogy minden léghevítőben legalább a 80%-os hatásfokot érjük el. A DV-ben éves vonatkozásban 82—84% között van a léghevítő hatásfoka. Ennek, valamint a kettősfalú fúvócsövek segélyével a DV II. sz. nagyolvasztójába befúvott forrószélhőmérséklet ez év május havában átlagosan 821 C° volt, 895 kg/t kokszfogyasztás mellett. Egy nap átlagában már a 950 C°-ot is elértük.

A KGMTI a léghevítők felülvizsgálatát elvégezte. Megállapítást nyert, hogy a 800 m^3-es nagyolvasztók léghevítői a jelenlegi rácsozattal kielégítik az 1000 C°-os hőmérséklet kívánalmát azzal a módosítással, hogy a DV-ben kamragáz, az LKM-ben pedig földgáz karburálást kell bevezetni. A kis nagyolvasztók léghevítői korszerű, nagyteljesítményű gázégőkkel vannak felszerelve, amelyekkel biztosítani lehet a kívánt 900 C°-os forrószélhőmérsékletet. Kivételt képez az OKÜ, ahol a rekonstrukció során 500 m^3-re növelendő nagyolvasztók megkívánják, hogy a léghevítőibe már a jelenleginél korszerűbb, azonos rácssúly mellett nagyobb fűtőfelületű rácstéglákat építsenek be. Célszerűnek látszik a kunčicei nagyolvasztóműben használt 4, illetve 5 lyukú téglák beépítése.

További feladatunk a léghevítők váltásának teljes automatizálása, részben az emberi munkaerő kiküszöbölése, részben pedig a tüzelés időszakának meghosszabbítása, azaz a nagyobb forrószélhőmérséklet elérése céljából.

c) A nagy toroknyomást eddig még egyetlen nagyolvasztónkban sem vezettük be. Tervünk az, hogy 1961-ben a DV-ben valósítjuk meg, ahol a meglevő turbófúvók teljesítőképessége lehetővé tesz 0,3 att toroknyomást.

Ismeretes, hogy a nagy toroknyomás által nyújtott előnyök 0,5 att alatt csak jelentéktelen mértékűek, inkább csak a szállópor veszteséget csökkentik. Úgy véljük, hogy a 0,3 att-nyomás megfelel arra, hogy a kezelő személyzet ennek révén megtanulja a nagy toroknyomással az üzem vitelét.

d) Meg kell említenünk még a műszaki és gazdasági fejlődést hatásosan elősegítő földgáz befúvás bevezetését. Ezzel az eljárással sikeres szovjet tapasztalatok nyomán 1960. ápr. elejétől eredményesen dolgoznak az LKM-ben.

e) Mindhárom kohóműben fokozatosan rátérünk a kis Mn-tartalmú nyersvas gyártására. Az acélnyersvas Mn- és S-tartalmát üzemenként a *6. táblázat* mutatja.

6. táblázat

Acélnyersvas Mn- és S-tartalma

	1958		1959	
	Mn	S	Mn	S
	%			
OKÜ	1,55	0,076	1,47	0,069
LKM	1,88	0,081	1,63	0,060
DV	1,33	0,067	0,96	0,060

A táblázatból világosan látható, hogy a nyersvas Mn-tartalmának csökkentésével egyáltalán nem járt együtt minőségromlás, azaz S-tartalom emelkedés, hanem inkább S-tartalom javulás következett be.

A nyersvasminőség alakulását mindhárom kohómű acélnyersvas termékére matematikai-statisztikai eloszlás alapján vizsgáltuk.

Ez a statisztikai vizsgálat igen sok összefüggésre adott felvilágosítást. Ezek ismertetésére e helyen kevés idő áll a rendelkezésemre, ezért ezekről egy későbbi időpontban szándékozom a kohászati lapokban külön beszámolni.

Miután a jövőben a minőségi acélgyártás céljaira elengedhetetlenül fontos a nyersvas egyenletessége, azért a nyersvasak minősítéséhez az átlag Mn-, Si- és S-tartalmak mellett az egyenletességet kifejező szórási értékek vizsgálatát is be kell vezetni.

Az ózdi és DV kéntelenítési kísérletekről 1959-ben a szabadegyetemi előadáson már beszámoltunk. Akkoriban CaO-N_2-vel a kéntelenítés csak kis mennyiségre volt megoldva. Azóta a buktatható dobbal végzett kísérleteink nem vezettek eredményre, mivel a dobot a nyersvas csatornába nem tudtuk beilleszteni és a dob tisztítása sem volt megoldható. Újból visszatértünk megfelelő átalakítások után a lándzsás üstbe való befúváshoz. A kísérleteket sűrített levegővel végeztük, annak eldöntésére, hogy a 100 t nyersvas kéntelenítéshez szükséges mészmennyiséget be tudjuk-e vinni a nyersvasüstbe. Amint a *7. táblázat* mutatja ez sikerült is, pl. VI. 3-án 101,5 t nyersvasba mintegy 1200 kg CaO-t fújtunk be, azaz 12 kg/t-t és még sűrített levegővel is közel 50%-os kéntelenítést értünk el. A táblázatból megállapítható az is, hogy a Mn-tartalomban lényeges változás nem következett be, tehát a kéntelenítést nem az MnS-kiválás okozta. A VI. 6-án és VII. 5-én lefolytatott kísérletek alkalmával kéntelenítés alig volt, mivel az üstök salakosak voltak. További feladat tehát kétirányú: át kell térni sűrített levegőről N_2-ra és meg kell oldani a nyersvasüstök teljes tisztán tartását.

5. A VKV, a Budapesti Tűzállótéglagyár és az illetékes üzemek bevonásával intézkedési tervet készítettek a kohótartósság növelése céljából.

Az intézkedési tervben szerepelt egy új kohófalazási eljárás bevezetése. Pontos előírás készült a kohópáncél és falazat közötti hézagkitöltő anyag minőségére és beépítésére a páncélfelmelegedés csökkentése és a falazat jobb hűtési lehetőségeinek biztosítása érdekében. Ezt az

Folyékony acélnyersvas CaO-s kéntelenítési adatai 7. táblázat

Kelet	Adag-szám	Nyers-vas súly, t	Befú-vott, CaO, kg	CaO, kg/t	Elemzés								Kén-eltávolítás, %
					kezelés előtt				kezelés után				
					C	Mn	Si	S	C	Mn	Si	S	
VI. 3.	6451	101,5	1200	12	4,04	0,72	1,06	0,091	4,06	0,69	0,99	0,043	52,7
VI. 6.	6469	92,4	1100	12	4,24	1,13	0,62	0,034	4,19	1,12	0,53	0,030	11,3
VI. 8.	6480	82,6	1200	14,2				0,098	4,28	0,73	0,33	0,046	53,0
VII. 5.	6632	95,9	800	8,4	4,20	0,73	0,71	0,090	4,04	0,71	0,60	0,077	14,5

anyagot az OKÜ IV. sz. nagyolvasztóján már be is építették. Ugyancsak az OKÜ IV. sz. nagyolvasztóján újszerű forma, vas- és salakcsapoló nyílásokat képeztek ki. Egyidejűleg elkészítették a nyersvascsapoló nyílás karbantartására és a dugaszolómassza gyártására vonatkozó utasítást. Részletesen előírták a nagyolvasztó szárítás, indítás és felfutás ütemét, valamint a falazatvédelem szempontjából a hűtőszerelvények karbantartását és a hűtés fokozottabb ellenőrzését.

Az eredményes munkát tükrözi az a tény, hogy a konferencia óta 5 évnél rövidebb kohóélettartam nem fordult elő.

6. A kohósalak nagytömegű felhasználása valójában 1958-ban vette kezdetét a salakkő útépítési célokra való értékesítésével, amelyet a csehszlovákiai tapasztalatok alapján elsőként a DV valósított meg. Az eljárást mindkét borsodi kohómű hamarosan átvette.

7. A nagytömegű kohászati alapanyagok szállítása felülvizsgálást nyert.

A kohászati alapanyagok szállításának zavartalan lebonyolítása érdekében a kohászat a II. ötéves tervben 500 db 40 és 60 t-ás önürítős kocsit kért, amelyből ezideig csak 270 db-ot fogadtak el.

8. Három év alatt a műszerezés terén is komoly előrehaladást értünk el. Jelenleg kohóműveink általában a nagyolvasztók irányításához szükséges legfontosabb mérő- és szabályozó műszerekkel rendelkeznek. A munkafolyamatok automatizálása terén különösen az ózdi rekonstrukciós kohóátépítések során elvégzett munkák jelentősek. Ezek a nagyolvasztók kétkúpos adagoló berendezéssel, forgó elegyelosztóval épültek. Az OKÜ kezdeményezésére először az OKÜ IV. sz. nagyolvasztójában épült meg a nyomás alapján működő, formánkénti szélmennyiségmérő berendezés, amelynek bevezetése a másik két üzemben részben már meg is történt. Ezt a formánkénti fúvószél elosztás szabályozásának első lépcsőjeként tekinthetjük.

Valamennyi rekonstruált nagyolvasztóba beszereltük a központi gázpróbavevő berendezést. Üzembe helyeztük a DV-ben az automatikus forrószél-nedvesség szabályozó berendezést, ugyanilyen műszerek még ez évben az ország valamennyi nagyolvasztóján beszerelést nyernek.

A léghevítőkön az elmúlt években a munkafolyamatot műszerezéssel és automatizálással gépesítették. Felszerelték a helyes tüzelést biztosító gáz-levegőarány szabályozó berendezést. Az LKM és a DV nagyolvasztóinak léghevítői félautomatikus váltással dolgoznak.

A nagyolvasztó üzemek műszerezésében és automatizálásában azonban még további feladataink is vannak. Ezek közül a fontosabbak még:

Nyomáskülönbség alapján való kohójárat szabályozás, kerületi aknagáz-hőmérséklet alapján az elegyelosztó automatikus működtetése, elegyanyagok szedési sorrendjének, súlyának, az adagolásnak, azaz az elegyelosztó forgásszögének a kis és nagy kúp nyitásának a regisztrálása, megbízható CO, CO_2 és H_2 meghatározó készülékeket kell szerkeszteni és gyártani, továbbá üzemi viszonyok között ki kell próbálni az infravörös gázelemző készülékeket, végül be kell vezetni a léghevítők automatikus váltását.

Végezetül megállapíthatjuk, hogy 1957 szeptemberében kitűzött céljainkat az adottságokhoz képest nagymértékben megvalósítottuk. Erről tanúskodnak az állandóan javuló műszaki és gazdasági mutatók, a nyersvas-minőség stb.

Az eddigi eredmények eléréséért ismételten köszönetet kell mondjak a KGST-ben működő országok képviselőinek és vezetőjének, *Adarjukov* elvtársnak, az adott hasznos javaslatokért, a hazai tagoknak pedig a javaslatok megvalósításáért.

Műszaki és gazdasági hírek

A *földgáz-fogyasztás* a kapitalista államokban 1951 óta meghatszorozódott. 1959-ben elérte a napi egy milliárd köbmétert. A földgáz legnagyobb fogyasztója az USA, utána következnek Kanada, Olaszország, Venezuela, Mexikó, Franciaország. *K. A.*
Chem. Ztg. 1960. 18. sz.

*

Péten az ammóniákelőállító gyárrészlegben ebben az évben üzembe helyezték a *argongázt* termelő üzemrészt, amely évenként 163 000 m^3 99,9% tisztaságú gázt állít elő. Az alumíniumhegesztés jelentős mennyiségű nagy tisztaságú argongázt fogyaszt.
Chem. Ztg. 1960. 18. sz. *K. A.*

*

Chilében a *réz* termelését megkettőzik. Az új beruházások kb. 400 millió dollárt fognak kitenni.
Chem. Ztg. 1960. 18. sz. *K. A.*

*

Önjáró darabosított érc előállítása

MITKA, BOLESLAW
Lengyel Népköztársaság

DK : 669.162.262.48

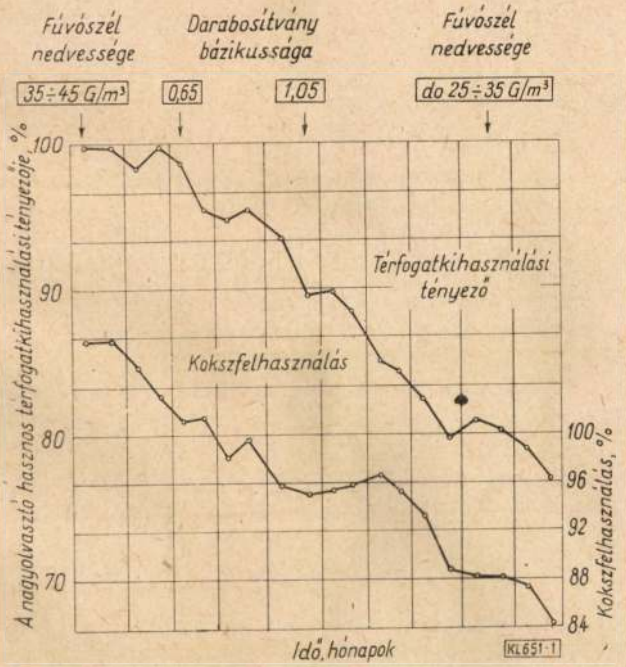
1. Az önjáró darabosított érc hatása a nagyolvasztó üzemére

A nagyolvasztó üzemvitele a nyers, különösen a szegény ércek olvasztásakor nehézségekkel jár. A jelentős mennyiségű salak megnehezíti a nagy hőmérsékletű fúvószél használatát. A fúvószél mennyiségének és nyomásának növelése ilyen körülmények között a nagyolvasztó rendszertelen járatára vezet. A kokszfogyasztás jelentősen nő és a nagyolvasztó termelékenysége csökken.

Ha az ércet darabosítják, javul a nagyolvasztó üzeme, az önjáró darabosított érc adagolása pedig jelentősen javítja a nagyolvasztó mutatószámait, növeli a salak bázikusságát. Az önjáró darabosított érc gyártása 8 mm-nél kisebb szemnagyságú ércet és 3 mm-nél kisebb szemnagyságú mészkövet kíván. Ilyen feltételek mellett kalciumszilikátok 3 CaO . 2 SiO_2-(rankinit), 2 CaO · SiO_2-(larnit), CaO · MgO · SiO_2-(monticellit) és CaO · Fe_2O_3-típusú oxidok keletkeznek a savanyú, nem önjáró darabosított ércben fellépő, nehezen redukálható fajalit helyett.

Az önjáró darabosított érc redukálódó készsége jobb, mint a savanyúé, mivel kisebb a vasoxidtartalma és ezáltal kisebb a fajalitképződés lehetősége is. A redukálhatóság a bázikussággal együtt nő, kb. 1,2 bazicitásig, efölött a redukálhatóság már nem javul.

Az önjáró darabosítvány lényeges tulajdonsága, hogy nagy hőmérsékleteken kicsi a duzzadása és ez igen fontos a nagyolvasztó üzeme szempontjából. Kívánatos, hogy a duzzadás a lehető legkisebb legyen és lehetőleg a nagyolvasztó alacsonyabb rétegei felé tolódjék el. Így az áthaladó gáz ellenállása kisebb, a nagyolvasztó üzeme nyugodtabb lesz.



1. ábra. A nagyolvasztó üzemi eredményei önjáró darabosítvánnyal

Az önjáró darabosítványnak mechanikai szilárdsága kisebb, mint a savanyúé. A szilárdság dolomit adagolásával növelhető. Az MgO nemcsak szilárdabbá, hanem a vízzel szemben is ellenállóbbá teszi a darabosítványt.

Az *1. ábra* a nowa-hutai Lenin Kohászati Művek nagyolvasztóinak üzemi eredményeit mutatja 1,2 bázikusságig terjedő, önjáró darabosítvány adagolásakor és a fúvószél 25—35 g/m³ nedvességtartalma mellett.

A legjobb fizikai és kémiai tulajdonságokkal rendelkező önjáró darabosítvány előállítása az alábbi feltételeket kívánja meg:

a) egyenletes ércszemnagyságot,
b) megfelelő mészkő őrleményt,
c) megfelelő koksz-szemnagyságot,
d) helyes darabosítási módszert.

2. Az ércek törése és osztályozása

Nowa-Hutában használatos 1500×3000 mm méretű, vibráló szitákon az osztályozás — különösen esős időszakokban — rendkívül nehéz. Gyakorlatilag ilyenkor az érc csak 12 mm-ig osztályozható, mert a 8 mm-nél kisebb méretű sziták néhány percnyi üzem után már teljesen eltömődnek. Ennek a problémának megoldására kísérletileg a sziták dróthálóját kamragázzal melegítjük a szita alatt elhelyezett két sor égővel. Ezzel a háló eltömődését megakadályozzuk, azonkívül az érc részleges szárítását is elérjük.

A 8 mm-nél kisebb szemnagyságú érc osztályozását és részleges szárítását csak a sziták teljes átépítésével lehet biztosítani. Hasonló eljárással és jó eredménnyel szárítják az ércet és osztályozzák Anglia néhány darabosítóművében és más országokban is. Az elektromosan fűtött vibráló szitákon végzett részleges szárító kísérletek nem jártak eredménnyel, és tudomásom szerint, az ezzel kapcsolatos próbálkozások más országokban sem váltak be.

Ha az ércet 8 mm-es szemnagyság alá kell aprítani, ez kétfokozatú zúzással érhető el, éspedig az első törés pl. rövidkupos törőben, a második törés pl. kalapácsos malomban.

Azt tapasztaltuk, hogy a 80—100 mm szemnagyságú krivoj-rogi darabos érc zúzásakor a kalapácsok elhasználódása igen nagymérvű, azaz minden 1000 tonna őrölt darabos ércre 260 kg kalapács fogy el.

3. A mészkő őrlése

Ismeretes, hogy az önjáró darabosítványt olyan keverékből állítják elő, amely keverékben mészkőpor, illetőleg égetett mész van. Tapasz-

talat bizonyítja, hogy az önjáró darabosítvány minősége szempontjából igen nagy jelentősége van a mészkő-őrlemény finomsági fokának. A kísérletek azt mutatták, hogy a közönséges fajalitos darabosított érc kb. 120 óra után, az önjáró 24 óra után, az önjáró, de mészcsomós pedig már kb. 16 óra után szétmállik.

A mészkő őrlésére különböző berendezések szolgálnak, de leggyakrabban rudas vagy kalapácsos malmokat használnak. Nowa-Hután az 1955-ben üzembehelyezett rudas malmok rendkívül gazdaságtalan berendezéseknek bizonyultak. A 46 300 kg súlyú rudasmalomban a rudak súlya 21 000 kg. A dobátmérő 2100 mm, dobhosszúság 3000 mm, a teljesítmény pedig csak 12 t/ó. A kis és nagyjavításokból eredő állás viszont malmonként évi 420 óra. Ugyancsak rendkívül nagy hibája a berendezésnek, hogy nagy zajjal és porral működik.

Az ilyen rudas malomban őrölt mészkő 14%-a 33 mm-en felüli szemnagyságú, ami rossz hatással van a darabosítvány fizikai tulajdonságaira.

Ezért a mészkő őrlésére kalapácsos malmokat helyeztek üzembe, amelyek olyan zárt rendszerben dolgoznak, hogy 3 mm-nél kisebb legyen a szemnagyság. A nagyobb szemeket kirostálják és visszaadagolják a malomba.

A szovjet kalapácsos malomtípus főméretei:

Forgórész átmérője	1450 mm
Forgórész szélessége	1300 mm
Fordulatszám	740/perc
Kalapácssorok száma	10
Kalapácsok száma	115

Ez a berendezés 0—80 mm belépő szemnagyságú mészkő őrlésekor kb. 80 t/ó teljesítményű és 8 kWó/t energiát fogyaszt, szemben a rudas malmok 13 kWó/t energiaszükségletével.

A kalapácsos malmok fontos alkatrésze a kalapács. Az első kalapácsok anyaga 14% Mn-tartalmú mangánacélöntvény volt. Egy kalapács súlya 12,5 kg, és a kalapácsfogyasztás 1000 tonna őrölt mészkőre 26 kg, a kalapácsok egyhónapos élettartama mellett.

Sok kísérletezés után St-55 minőségű lemezből (0,55 C) készült kalapácsokat építettek be, ugyanakkor az egy malomban elhelyezett kalapácsok számát 190-re növelték. A kalapácsok dolgozó végeit 350 HB keménységre edzik. Az új kalapácsok élettartama kb. 2,5 hónap és fajlagos felhasználásuk 1000 tonna őrölt mészkőre kb. 14 kg.

Az elért eredmények még nem megnyugtatóak, s javításukon tovább dolgozunk.

4. A koksz őrlése

Általában a koksz őrlésére 4-hengeres törőket használnak. Ezekben a törőberendezésekben megfelelő kokszőrleményt lehet előállítani. A 4-hengeres törőkbe 0—25 mm-es szemnagyságú koksz adagolható.

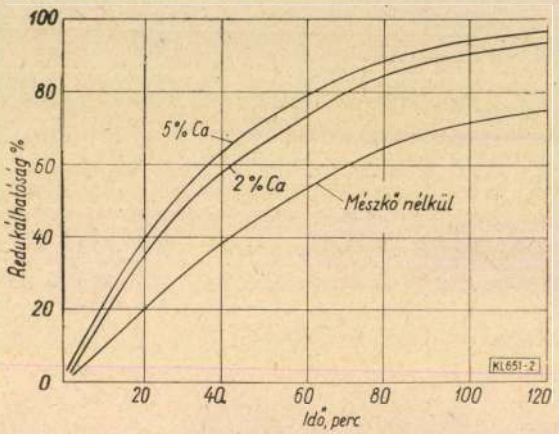
Tapasztalataink azt mutatják, hogy a törőhengerek legmegfelelőbb anyaga az alábbi összetételű acélöntvény:

C	Mn	Si	Cr	Ni
0,3—0,4	0,8—1,1	1,1—1,4	1,1—1,4	0,4

A hengereket 290—310 HB keménységre kell edzeni.

5. Az égetett mészpótlék adagolásának hatása az önjáró darabosított érc fizikai tulajdonságaira

A spanyol Vas- és Acélipari Kutatóintézet kísérletei igazolják, hogy ha a darabosítvány elegyébe nem mészkövet, hanem égetett (nem oltott) meszet adagolnak, akkor a termelékenység és a darabosítás intenzitása 20%-kal nő, a darabosítvány mechanikai tulajdonsága és a redukálhatósága 20—20%-kal javul *(2. ábra)*.



2. ábra. A darabosítvány redukálhatósága mészkő adagolásakor

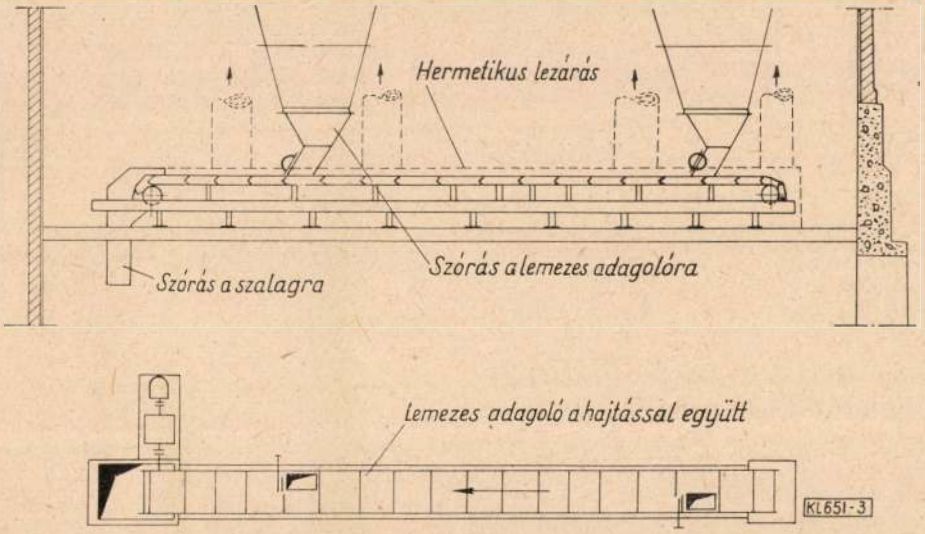
Holzhei, J. és *Arnold, K. H.* szerint [1] égetett mész használata mészkő helyett 15%-kal növeli a termelékenységet és 10%-kal a darabosított érc minőségét. A minőség optimális javulása pedig akkor következik be, ha a mészkő felét helyettesítik égetett mésszel.

Saját megfigyeléseim és kísérleteim alapján a következőket állapíthatom meg:

1. Ha 5—10% égetett mészport adagolunk, akkor ez a betétkeverék csomósodását idézi elő, amelynek következményeképpen a keverék lazább lesz, nő a darabosítás sebessége, így kb. 10—20%-kal nő a termelékenység is.

2. Az égetett mész egyesülve a betétkeverék nedvességtartalmával, vékony réteggel vonja be az ércdarabot és ez meggyorsítja az érc és a mészkő közötti reakciót. Ez esetben nagyobb az esélye a kalcium-szilikátok és kalcium-vasszilikátok keletkezésének, mint mészkő használatakor.

Ez különösen a szegény ércekkel kapcsolatban fontos, mert ezeknek nagy mennyiségű kovasavja a fajalit keletkezését elősegíti; a mészhozag viszont ezt hátráltatja és könnyen redukálható vas- és kalciumszilikátokat hoz létre. A krakói Bányászati és Kohászati Akadémia ku-



3. ábra. A visszatérő darabosítvány adagolása és szállítása lemezes adagolóval (átalakítás utáni állapot)

tatásai szerint az önjáró darabosítványban mészkő adagolásával majdnem mindig keletkezik fajalit. Égetett mész jelenlétében egyáltalán nincs fajalit.

Különleges és nehéz kérdés a mészkőpor kiégetésének módja és a betétkeverékhez való adagolása. A Szovjetunióban a mészkövet forgó tányérokon égetik, amelyek nem mindig építhetők be a már működő üzemekbe.

Nowa-Hután forgódobos kemencében kísérleteznek a mészkő égetésével, s a szerzett tapasztalatok már lehetővé teszik ilyenfajta berendezések tervezését.

Az olyan forgódobos kemencében, amelynek hossza 5 m, átmérője 1,5 m, fordulatszáma 5/perc, dőlésszöge 4°, több kísérlet alapján már kb. 3 t/ó égetett mész teljesítmény volt elérhető.

6. A darabosítóműben keletkezett por mennyisége és a berendezések üzeme

A darabosítóműben legporosabb hely majdnem mindig a visszatérő anyag szállítása. Tányéros adagolók a visszatérő anyaghoz nem megfelelők, mert az elégtelen szigetelés miatt akkora a porképződés, hogy üzemünkben 2550 mg/m³-ig is felemelkedett a portartalom és ez a munkát teljesen lehetetlenné tette. A tányéros adagolók hermetikus elzárása után valamelyest csökkent a portartalom. Javításuk azonban így nehéz és emiatt nálunk a tányéros adagolók nem váltak be.

A porképződés akkor enyhült, amikor a visszatérő anyag adagolásához szolgáló szerkezetet megváltoztattuk.

A szerkezet módosítása abban állt, hogy a tányéros adagolók helyett lemezes adagolót szereltünk fel, amely lefedve adagolja a keverékhez a visszatérő anyagot.

A *3. ábra* a visszatérő anyag lemezes adagolását mutatja be. Ezek a szerkezeti megoldások tették lehetővé a berendezés teljes elzárását és javították meg az egészségi viszonyokat. Jelenleg már minden darabosító szalagpárhoz 3 db lemezes adagolót helyeztünk üzembe. Ezáltal a munkahely portartalma 46 mg/m³-re csökkent.

A lemezes adagoló gazdaságosabb is, mert csak 2,5 évenkint kell cserélni, míg a tányérost évenként.

Az *1. táblázat* mutatja a darabosítóműben a portartalom fokát különböző időszakokban.

1. táblázat

A darabosítóműben különböző munkahelyeken a portartalom változott adatai

Munkahely megnevezése	Portartalom 1957-ben mg/m³			A szerkezet részleges változtatása után, mg/m³		További szerkezet javítás és kiegészítő ventilláció után
	I. próba	II. próba	III. próba	ventilláció nélkül	ventillációval	
Visszatérő adagoló szintje	750	2550	3550	295	126	49
Porszalagok szintje	350	400	300	89,6	27,6	17,6
Darabosító szalagok szintje	60	110	100	6,2	4,4	4,3
Darabosító szalagok végei	900	450	520	59,4	29,4	22,3

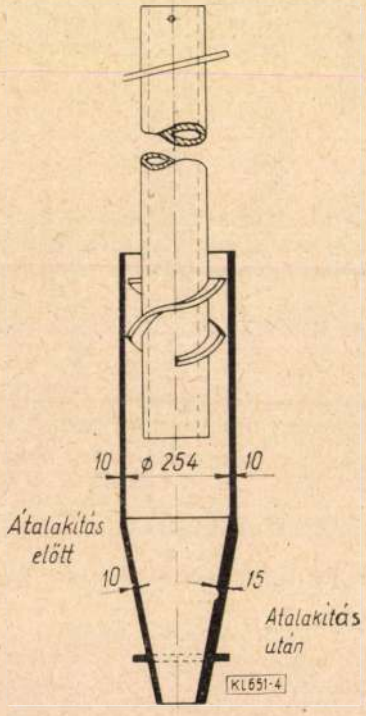
2. táblázat

Az exhausztorok különböző részeinek élettartama

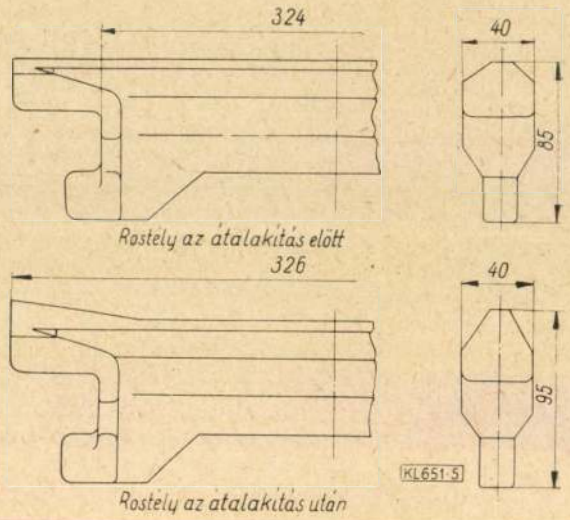
Berendezés	A szalag beindításának dátuma	A forgórész I. cseréje	A forgórész II. cseréje	Élettartam
1. sz. berendezés forgórésze	54. XII. 1.	58. VII. 3.	—	3 év és 8 hónap
2. sz. berendezés forgórésze	55. I. 15.	58. IV. 21.	60. VI. 3.	I. forgórész 3 év II. forgórész 2 év
3. sz. berendezés forgórésze	56. VII. 1.	59. IX. 23.	—	3 év
4. sz. berendezés forgórésze	56. III. 10.	60. IX. 16.	—	3,5 év

A 2. *táblázat* mutatja az egyes exhausztorok forgórészeinek élettartalmát a nowa-hutai darabosítóműben.

A táblázatból látható, hogy leghamarabb tönkrement a 2. sz. exhausztor forgórésze (2 év). A rövid élettartam okát felderítő vizsgálatok azt mutatták, hogy a berendezés előtt levő multiciklont helytelenül szerelték. A multiciklon elemei helyes beállításának és rendszeres tisztításának tehát igen nagy a jelentősége. A multiciklon elemei közül az igénybevételnek legjobban kitett alkatrészek a kupos testek. A multiciklon élettartamának meghosszabbítása céljából átalakították (megvastagították) a leginkább kopásnak kitett részeket *(4. ábra)*.



4. ábra. A multiciklon kopásnak kitett átalakított kúpos teste



5. ábra. Rostélyok rajza átalakítás előtt és után

Elméleti számítások szerint a multiciklonok élettartama a módosítások következtében 3—5 év lesz.

A porelszívás kérdésétől függetlenül még sok javítanivaló van hátra, éspedig :

1. A darabosító gép rostélypálcáinak azonos méretre öntése,

2. rostélyok változtatása *(5. ábra)*,

3. az exhausztorok önműködő csapágykenésének megjavítása,

4. az égők samott-tégláinak krómmagnezit téglára való kicserélése,

5. a darabosító szalagok, rostélyok stb. mechanikus tisztítása.

Jelenleg egy sor változás után a naptári idő kihasználása a mi üzemünkben 95%.

IRODALOM

[1] *Holzhey, I.—Arnold, K. A.:* Versuchsergebnisse bei der Hertstellung von Kalkhaltigem Agglomerat. Neue Hütte, 1959. 707/715 old.

A kohósalak értékesítése

VALKÓ MÁRTON

DK : 669.162.267.2

Az 1957. év szeptemberi balatonszéplaki Első Magyar Nyersvasgyártó Konferencia határozatot hozott a hazai alapanyagok fokozottabb felhasználására, és a kohósalak értékesítésére.

A feladatok végrehajtása érdekében brigádok alakultak.

A szervező és összehangoló munkálatokban példásan kivették részüket a KPM Út-Vasút Főosztálya, a Betonútépítő Vállalat, az Építéstudományi Intézet, a Miskolci Cementáruipari Vállalat, a Délmagyarországi Mezőgazdasági Kísérleti Állomás, a Hejőcsabai Cementgyár, különböző újítócsoportok és természetesen az egyes kohászati vállalatok szakemberei.

A végzett lelkiismeretes, eredményes és jó munkájukért köszönet illeti a brigádok tagjait.

A brigád először kitűzte az egyes Művekkel egyetértésben azt az időpontot, amikorra a teljes salakmennyiség feldolgozását el kell érni.

Meghatározta — figyelembe véve a földrajzi adottságokat és az egyes művek viszonyait — a feldolgozási profilokat a párhuzamos beruházások, kísérletek elkerülése céljából.

Eszerint a

DV. *főprofilja:* a habsalakgyártás, továbbá a granulált salak;

mellékprofilja: a salakkőgyártás

(utóbbi csupán a Váci Cementgyár megindulásáig).

OKÜ főprofilja: a salaktéglatömb- és salakkőgyártás;

mellékprofil: a granulált salak- és salakliszt-gyártása.

LKM főprofilja: a granulált salak és salakkő gyártása;

mellékprofil: a salaktégla- és salakliszt-gyártás.

A brigád a habsalak-gyártás fejlesztésében, a körülményeket mérlegelve a Dunai Vasműnek adott elsőbbséget. De rendkívüli népgazdasági jelentősége miatt szükségesnek látja később Ózdon és Diósgyőrött is megvalósítani.

Mindhárom műben folytatott következetes munka eredményeként — a felettes hatóság segítségével — ma már megoldottnak tekinthető a salakprobléma. A kohászati salak a korábbi években komoly költséget jelentő teher volt.

Ma a kohósalak hasznos anyagként kerül felhasználásra, granulált salak, salakkő, salaktégla, habsalak, salakliszt alakjában. Csupán a Lenin Kohászati Művekben 1959-ben értékesített kohósalak 453 000 t volt.

A megtett intézkedések eredményeként az országosan jelentkező 1 200 000 tonna/év kohósalakot gyakorlatilag teljes egészében feldolgozzuk, illetve értékesítjük.

A továbbiakban foglalkozni kívánok a nagyolvasztósalak jellemzőivel, a felhasználás külföldi és hazai eredményeivel, gazdaságosságával és ismertetem a jövő feladatait.

Mivel a kohósalak nagy tömegben jelentkező és a nyersvas önköltségére erősen kiható melléktermék, a kohászok hasznosítására már régóta törekedtek. Ismeretes, hogy a salak a betét el nem gázosodott és a nyersvasba nem redukálódott alkotórészeiből áll. A kohósalak mennyisége az érc meddője és a koksz hamutartalma szerint 0,6—1,2 t/t nyersvas.

A különböző vasércek kohósításakor kokszos nagyolvasztóban az általában kialakult bázikus-salak-összetétel fő alkotóiban 30—38% SiO_2, 36—45% CaO, 5—15% Al_2O_3.

A mi nagyolvasztóink salakjában a CaO/SiO_2 viszonyszáma általában 1—1,2 között mozog.

A 15%-nál nagyobb Al_2O_3-tartalom ritka és bár a granulált salak cement tulajdonságait javítja, a kohósításkor nem kedvező, mert növeli a salak viszkozitását. Különösen a 22% feletti Al_2O_3-tartalom káros, mert a salak kéntelenítő munkája romlik.

A nagyolvasztósalak tehát lényegében kalciumszilikát, illetőleg kalciumalumíniumszilikát.

A salak kisebb-nagyobb mértékben még MgO-t, MnO-t, FeO-t, TiO_2-t, S-t stb.-t tartalmaz.

A salakban levő vegyületek mennyiségének egymáshoz való viszonya határozza meg a salak tulajdonságait s annak felhasználási lehetőségét kedvezően vagy kedvezőtlenül befolyásolja.

A kohósalak hirtelen lehűtve amorf, üvegszerű anyaggá dermed, lassú hűtés után pedig kristályos szerkezetet mutat, bizonyos CaO/SiO_2 viszonyszámon felül porrá esik szét.

A szétesésre hajlamos és széteső salakot csak korlátozott mértékben lehet értékesíteni.

A nagyolvasztó részére megfelelő hőmérsékletű és viszkozitású salakot a Rankin-féle salakháromszög területének az a része képviseli, amely a CaO és SiO_2 csúcsait összekötő oldal felezőpontja és a háromszög középpontja között fekszik.

A salak hígfolyósságát (viszkozitását), reakció-képességét a benne levő bázikus vegyületeknek (CaO, MgO) a savakhoz (SiO_2, Al_2O_3) való viszonya határozza meg.

A salak viszkozitása nemcsak a salak és fémfürdő közötti kémiai és termikus reakciók tökéletes lefolyását befolyásolja, hanem annak felhasználási lehetőségét, értékesítését is.

Hartmann, F. különböző összetételű salakokkal végzett kísérleteket. A mésztartalom növelésekor 44% CaO mellett érte el a salak viszkozitásának alsó határát. Ezt a határt a gyakorlatban nem lépik túl szívesen, mert a salak könnyen szétesik.

A salak FeO-tartalmának növekedésével a salak viszkozitása csökken. A nyersvasgyártás során előállítható legnagyobb MnO-tartalomnak nincs technikai jelentősége.

A kutatások során kitűnt, hogy a MgO azonos körülmények között erősebben folyósít, mint a CaO.

A nagyolvasztósalak felhasználásának külföldi tapasztalatai

A) *Savanyú salak*

a) *Üveggyártás*

Ha a savanyú salak $\frac{CaO}{SiO_2} < 1$ összetételét úgy módosítják, hogy 35—40% SiO_2 tartalmát 60—75%-ra növelik, akkor üveggyártásra alkalmas s ezt az üveget padlózásra, falborításra, márványpótlásra használják.

Erre a felhasználási területre érdemes felhívni a figyelmet.

b) *Salakgyapotgyártás*

A savanyú salak alapanyaga lehet a salakgyapotgyártásnak is. A salakgyapotot acélnyersvasra járó nagyolvasztó savanyú salakjából gyártják.

A salakgyapot tulajdonságai elsősorban a salak összetételétől függnek.

Káros hatású a kén mellett a Ca jelenléte. Az MgO-tartalom a vattaképződésre kedvezően hat, és bizonyos mértékig gátolja a salakgyapot szétesését. Ha a porlasztandó salak hőmérséklete kicsi, úgy a gyapot üvegszerű, törékeny és kemény. Ha a hőmérséklet nagyon nagy, úgy a salakgyapot rövidszálú, tartóssága kisebb, mint a megfelelő hőmérsékleten előállított.

37% SiO_2, 16% Al_2O_3, 35% CaO, 4,5% MnO, 5% MgO, 1,8% S, 0,22% FeO, 0,32% TiO salakösszetétel mellett a legtisztább, legfinomabb tapintású gyapotot 1320 C°-on érték el.

A salakgyapot kiváló hőszigetelő anyag.

c) *Habsalakgyártás*

A habsalakképződésre a salak hőmérséklete, összetétele és az elgőzölögtetett víz mennyisége bír döntő befolyással.

A habsalak üveges szerkezetét gyors lehűlésének köszönheti. E tulajdonsága következtében oly erősen köti meg a kalciumszulfidot, hogy több évtizedes könnyűbeton épületek szétesése nem volt tapasztalható.

A tört légszáraz habsalak fajsúlya 2,9—3,06 t/m³.

Térfogatsúlya 321—528 kg/m³, 3—20 mm szemnagyságra tört állapotban.

A habsalakot rendszerint könnyűbetonba használják úgy, hogy egy térfogatrész folyami homokhoz két térfogatrész darabos habsalakot adnak. A folyami homok szemnagysága 0—3 mm, a habsalak 3—20 mm között változik. A cementtartalom a szilárdsági követelmények szerint 110—180 kg/m³ beton.

Az így készült beton 100—110 kg/cm² szilárdságot ad 1,5 tonna/m³ fajsúly mellett.

A nagyüzemi salakfeldolgozás és habsalakgyártás jó példáját mutatja a NDK Keleti Vaskombinátja Stalinstadtban. Az üzem 6 db 700 m³-es nagyolvasztóval rendelkezik. 1958. évre előírt salakfeldolgozási terve a következő:

650 000 t granulált salak cementipari célokra,
250 000 t granulált salak építőipari célokra,
280 000 t habsalak 0—30 mm-ig,
240 000 t salakkő útépítési célra.

A habosítóművet 1957-ben helyezték üzembe. A habosításra alkalmas salakot a nagyolvasztóban a granulátum színe alapján választják ki.

Az előállított habsalak egy részét gyáron belül dolgozzák fel építőblokká. A blokkok 300×400×238, illetve 365×240×238 mm méretűek. A blokküzem a gyár egyik legjövedelmezőbb üzeme.

A kiszállításra kerülő habsalakot betonelemgyárak kapják és előregyártott nagyméretű blokkokat, panelleket készítenek belőle.

d) *A salak mint betonadalék*

A savanyú salakot betonadaléknak is fel lehet használni. A homok pótlására granulált salakot, vagy salakhomokot, a kavics helyett pedig darabos salakot használnak.

A beton szilárdsága a keverési arányok szerint erősen ingadozik. 1 térf.-rész cement + 4 térf.-rész salakhomok + 8 térf.-rész darabos salak nyomószilárdsága 28 nap múlva 98—112, 365 nap múlva 208—258 kg/cm².

e) *Vasútitalpfa-ágyazások kohósalakból*

Külföldön a savanyú salakot a már említetteken kívül bazalt és gránit pótlására, vasúti talpfák ágyazására is kitűnő eredménnyel használják.

Erre a célra felhasználható salaktól elsősorban a nagy, ütés elleni szilárdságot követelik meg, mert a darabos salakot tompavégű csákánnyal verik a talpfák alá. A salak nyomószilárdsága már nem játszik olyan fontos szerepet, mert a szerelvény tengelynyomása csak a nagy felületű talpfán keresztül elosztva hat és az igénybevétel 3—5 kg/cm²-nél nem emelkedik feljebb.

Fontos követelmény még az időjárás-változás elleni érzéketlensége. A talpfák ágyazására használt darabos salak szemnagysága 30—60 mm között változik és fajsúlya 1500 kg/m³-nél nem lehet kisebb.

Régebben azt hitték, hogy a salak CaS-tartalmából a levegőn savak keletkezhetnek s ezek a felépítmény acélrészeit megtámadják. Ez a nézet megdőlt, mert legfeljebb mészkővé, gipsszé, kénhidrogénné és elemi kénné alakulhat, de semmi esetre sem korróziót okozó savvá.

Ha mégis a vasaljzaton erősebb rozsdásodás tapasztalható, okát feltétlenül más körülményekben kell keresni.

Vasútépítés céljaira felhasznált salak bázicitása 0,85—0,95 között változik. A salak legyen tömör és finom szövezetű. A hólyagos, lyukacsos szerkezetű salak nem haladhatja meg a felhasznált anyag 5%-át.

f) *Szennyvízderítés salakkal*

A savanyú, salakot felhasználják szennyvíz derítésére is. Európában a salaknak ezt az értékesítését kevésbé ismerik, mint Amerikában. Az USA-ban Ohió államban Akron és Kanton

városok szennyvizét darabos salakon való szűréssel tisztítják.

Az akroni szennyvíz-derítő 75 000, a kantoni pedig 80 000 m^3 darabos salakot használ a derítésre. Az itt elért eredmények azt bizonyítják, hogy a darabos salak vízderítésre rendkívül alkalmas.

B) *Bázikus salak*

Bázikusnak nevezik azt a salakot, amelynek bázicitása 1-nél nagyobb. Ezek a salakok nagy CaO-tartalmúak. A legtöbb esetben éppen nagy CaO-tartalmuk alapján használják fel és értékesítik őket. Felhasználják cement, talajjavító anyag és tégla gyártására is.

a) *Cementgyártás salakból*

Szembetűnő, hogy a cement és a bázikus nagyolvasztósalak összetétele milyen nagy hasonlatosságot mutat.

	Normál portlandcement összetétele	Bázikus salak összetétele
Al_2O_3	4—9	9,8 —15
SiO_2	17—25	29,6 —34,2
CaO	60—66	41,4 —46,3
FeO, Fe_2O_3.....	2—6—	0,35— 2,17
$CaSO_4$	2—3,5	0,1 — 1,07
CaS	0,05—01	3,6 — 6,86

A nagyolvasztósalaknak cementté való feldolgozása könnyű, elégséges, ha a bázikus salak CaO-tartalmát 60—66%-ra növelik.

A salakból gyártott cement olcsóbb, mint a márgából és mészkőből készített, mert elesik a bányászat költsége és mert a salakból égetett klinker égetése kevesebb hőt kíván. Ez a megtakarítás 28%-ot is elérhet, de rendszerint 20—25% között mozog.

A portlandcement hidraulikus modulusa 1,2, a nagyolvasztói portlandcementé 1,0.

b) *Salaktéglagyártás*

A salakból, de különösen a bázikus salakból házépítésre alkalmas téglát már több mint 70 éve gyártanak. A gyártási eljárások azon alapszanak, hogy a kohósalak látens hidraulikus tulajdonságát katalizátorokkal felélesztik és így a salak keményedését és összeállását biztosítják.

c) *Talajjavító anyag*

A hematit és öntészeti nyersvas bázikus alakját az utóbbi időben talajjavító anyagnak is felhasználják.

Megállapították, hogy a termőföld lúgossága a csapadékkal és növénnyel elvitt mész miatt állandóan csökken. Megközelítő számítások szerint ez a veszteség Németország területén évi 7,5 millió t CaO-t tett ki. Ennek pótlására 1932-ben 406 000 t égetett meszet és 375 000 tonna szénsavas meszet használt fel a német mezőgazdaság.

Kísérletek alapján megállapították, hogy a salakkal való trágyázás a talaj fizikai tulajdonságát is lényegesen megjavítja. Különösen a víz felvevő képességére volt jó hatással, amely a növény életében a növekedés alatt játszik igen fontos szerepet.

A salaknak a mésszel szemben az is előnye, hogy kovasavat is visz a talajba, amely megvédi a növényt a gombás betegségektől.

Helyeselni lehet azt a véleményt, hogy a mészkő előbb menjen a nagyolvasztóba és csak azután a szántóföldre, így kettős haszon származik belőle.

A talajjavításra használt őrölt salak teljes mennyiségének át kell hullnia az 1 mm-es, 85%-nak 0,3 mm-es szitán. A szétporlott salakból az egész mennyiségnek át kell hullnia az 1,5 mm-es, 90%-nak az 1 mm-es és 70%-nak a 0,3 mm-es szitán.

Tulajdonképpen ebben van a nehézség, mert ilyen tömegű finom őrlés és szitálás igen nagyméretű berendezést kíván.

C) *Aluminát-salak*

Ha a nagyolvasztó elegyének Al_2O_3-tartalma nem 9—10%, hanem bauxitadagolás következtében 35—48% között ingadozik, akkor aluminátsalakot nyerünk, amely cementként használható fel.

Az ilyen elegy vastartalma csekély, 12—20% Fe, így az 1 tonna nyersvasra eső salak mennyisége 4—6 tonna között váltakozik.

1904-ben az USA-ban megkísérelték a nagyolvasztót alumíniumoxidtartalmú salakkal járatni, a kísérleteket a nagy 2130 kg/tonna koksz-fogyasztás miatt félbeszakították.

Az alumíniumoxidcement és bauxitcement között az a lényeges különbség, hogy a bauxitcementklinker jóval nagyobb százalékban tartalmaz vasoxigén vegyületeket. Ezért a nagyolvasztóban gyártott alumíniumoxidcement egyenletesebben köt és a zsugorodás következtében fellépő repedésveszély lényegesen kisebb.

Az aluminátsalak-cement szilárdsági adatai rendkívül kedvezőek, különösen gyors építkezéshez, mivel 4 óra múlva a nyomószilárdsága mintegy 600 kg/cm^2, húzószilárdsága 30 kg/cm^2.

A nagyolvasztó salak felhasználásának hazai tapasztalatai

Hazánkban a felszabadulás előtt az Ózdi Kohászati Üzemekben dolgozták fel 1910 óta a kohósalak egy részét salaktéglává.

A salaktéglagyártás rentabilitása nálunk, a mai viszonyok között vitatható.

A felhasználó szempontjából az 513 Ft-os helyt gyártelepi ár kedvező, de a téglák nagyobb fajsúlya (a vörös téglával szemben 1,2—1,5 kg-mal darabonként nehezebb), kedvezőtlenebb nedvesség szívó képessége, rosszabb hőszigetelő képessége csak korlátolt felhasználás mellett jelent gazdasági előnyöket.

A 30-as években *Visnyovszki* és *Nahóczky* végeztek kísérleteket aluminátsalak gyártásával, annak cementként való felhasználásra.

Hazánkban a salakcementgyártás bevezetése azért is megfontolandó, mert hosszú ideig cementhiánnyal kell számolnunk, amely csak a Dunai Cementmű 1963-ban kezdődő üzembehelyezésével enyhül, továbbá megoldja a nagy

vastartalmú bauxitjaink vassá való gazdaságos felhasználását. Ezzel szemben lényeges hátránya a nagy kokszfogyasztás.

Ez a kérdés mindenesetre megérdemli, hogy további gondos tanulmányozás és kísérletezés tárgya legyen.

A felszabadulás után, amikor hazánk a szocialista tervgazdálkodás útjára lépett, tudományos intézeteink, tervező intézeteink kísérletet végeztek kohósalak felhasználás kiszélesítésére. Az élet sürgette a megoldást. A vasművekben egyre élesebben jelentkezett a salak elhelyezésének nehézsége.

Ebben az időben az LKM és az OKÜ salakhányóin összesen kb. 4 millió tonna, nagytöbbségben kohósalak *vagyon* halmozódott fel.

Lenin Kohászati Művekben a fejlődés, az 1950—1952-ben üzembehelyezett 280 000 t/év kapacitású Opterbeck-rendszerű félszáraz granuláló indulásával kezdődött, melynek építésére 18,5 millió Ft-ot fordítottunk.

További lépés volt 1956—1958-ban a salaktéglagyár üzembe indulása évi 12 millió darab kapacitással, 10 millió Ft befektetéssel.

1959-ben terület feltöltéssel kiépült a salakhányó vágányhálózata, ahol árokrendszerrel 2 db nagyteljesítményű rakodógéppel útépítéshez alkalmas, osztályozatlan salakkövet termelünk, melynek egy része házépítéshez is hasznosítható alapkő. Ennek beruházási költsége 3,6 millió Ft és 200 000 t/év a teljesítménye.

Mindhárom nagyolvasztóban bevezettük a nedves granulálást, melynek költsége a száraz granulálás 33 Ft önköltségéhez képest csupán 13 Ft/t. Ennek beruházási költsége 350 000 Ft, kapacitása 400 000 t/év.

Ma már az LKM abban a helyzetben van, hogy minden keletkezett kohósalak feldolgozható.

Befektetésre került az elmúlt 10 évben összesen 32,5 millió Ft. Ha csak az 1959-ben értékesített salakmennyiséget veszem alapul — mely 18 millió Ft/évi bevételt hozott — egy nagyon gazdaságos beruházás képe tárul elénk és ez a hatalmas gazdasági eredmény hulladékanyagból jött létre.

Ha figyelembe vesszük azt, hogy a bevétellel azonos nagyságrendű többlet-költségünk volt korábban a salakhányó fenntartása és fuvarköltsége révén, úgy az egy évtized alatt befektetett költségek 1 év alatt amortizálódhatnak.

A Lenin Kohászati Művekben sikerrel használják a granulált kohósalakot mészhomok-habarcs adalékanyagául. A granulált salak itt homokot és égetett meszet pótol.

Az üzem-építkezéseken betonozási, falazási és vakolási munkálatokhoz 1958 októberétől rendszeresen használnak granulált salakot. A szerkezeti betonba 30%-os, alap- és aljazatbetonba 50%-os arányban. Az üzemi tapasztalatok alapján a beton szilárdsága megfelelő, a kötési idő kissé meghosszabbodik, de 10% cement a megtakarítás.

Az Építés Tudományi Intézet szakvéleménye szerint a diósgyőri nagyolvasztók granulált salakja kiválóan alkalmas falazó és vakoló habarcs céljára. A granulált salakot megfelelő finomságúra őrölve javasolják behasználni. Ezzel a 4 : 1 mészkeverést 8 : 1 arányban lehet növelni, mellyel jelentős mész megtakarítás érhető el.

Az eltelt másfél év alatt 400 000 forintos megtakarítást értek el.

Az LKM kohósalak termékeinek fejlődését az *1. táblázat* mutatja.

A táblázatból látható, hogy a száraz granulátum mennyisége nedves granulálás megindulása után ennek javára tolódott el.

A darabos salakkő termelése az árokrendszerbe való salakdöntés után az 1958. évinek nyolcszorosára emelkedett 1959-ben és 1960-ban is hasonló mértékű lesz.

A salaktéglagyártás az 1958. évi megindulás után 1959-ben majdnem 7 millió darabbal állt a kislakást építők rendelkezésére, azonban részben költséges volta miatt, részben a darabos salakigények fokozott kielégítése céljából, a folyó évben az eltelt 5 hónap alatt csak 2 121 700 db salaktéglát értékesítettünk.

Az ózdi salakfeldolgozás elavult létesítményeinek felújítására, illetve a keletkező és tároló salakmennyiség feldolgozására tanulmánytervek készülnek.

Az értékesített salak mennyisége az utóbbi években jelentősebb emelkedést mutat. De ez még mindig nem kielégítő a keletkezett salak mennyiségéhez képest.

Az Ózdi Kohászati Üzemek salakjának mintegy 25—35%-a széteső. Ebből adódik, hogy a salak feldolgozásának azt a módját választják, mely az ilyen bázikus salakból nagy mennyiségben biztonsággal végezhető.

A második 5 éves tervben célul tűzték ki, hogy a teljes salak mennyiséget feldolgozzák és a régi hányó kitermelése is megkezdődik.

Az Ózdon keletkező kohósalak várható mennyisége ezer tonnában :

1960-ban 321	1962-ben 357	1965-ben 500
1961-ben 343	1963-ban 445	1970-ben 576
	1964-ben 462	

1. táblázat

LKM nagyolvasztók termékeinek évi termelése ezer t-ban

Megnevezés	1955	1956	1957	1958	1959	1960 V. 31-ig
Száraz, granulált salak	117	108	149	152	130	54
Nedves, granulált salak	—	—	9	53	70	47
Salakkő	—	—	—	37	253	122
Salaktégla, ezer darab	—	—	—	542	6910	2128

2. táblázat

A kohósalak termelési terve 1960—1965. között ezer t-ban

Megnevezés	1960	1961	1962	1963	1964	1965
Salakkő	155	155	127	115	132	170
Téglagyártásra	65	65	65	65	65	65
Lakásépítő és idomkő	15	15	15	15	15	15
Habsalak	—	—	150	250	250	250
Összesen	235	235	357	445	462	500
Feldolg., %	73,4	68,5	100	100	100	100

Terv szerint 1962-től kezdve az Ózdi Kohászati Üzemek habosított kohósalakot, salakkövet és kevés granulátumot állít majd elő.

A gyártandó habsalak mennyisége ezer t-ban :

1962-ben 150 1964-ben 250
1963-ban 250 1965-ben 250

Ezen mennyiségen felül keletkező kohósalakot az üzem zömmel salakkő alakjában fogja hasznosítani.

A gyár kidolgozta a salakfeldolgozó-üzem tervfeladatát.

Az OKÜ a salak bázikusságának csökkentésével, megfelelően fokozni szándékszik az salakos salakgyártmányok mennyiségét (útszegélykő, bányaidomkő stb.).

A második 5 éves tervben a jelenlegi téglagyár helyén egy új, gépesített üzemet létesítenek. A korszerűsítést folyó évben megkezdték egy nagyteljesítményű, új téglaprés beállításával.

Az új prés üzembehelyezése évi 16 millió db tégla előállítását teszi lehetővé, ennek salakszükséglete 65 000 t/év.

Az új osztályozómű kapacitása lehetővé teszi a régi hányó feldolgozásának megkezdését is. A hányóból tervezett kitermelés ezer t-ban 1962-ben 143, 1963-ban 55, 1964-ben 38.

A kohósalak feldolgozása termékenkénti megoszlásban a *2. táblázatban* látható.

A salakfeldolgozás távlati feladatait az OKÜ által javasolt salakfeldolgozó üzem hitelfedezetének biztosítása, illetve építésének befejezése után lehet reálisnak tekinteni.

A DV-ben 1957-től kezdődően a keletkezett kohósalak felhasználása terén gyorsabb a fejlődés üteme. Kezdetben a salak granulálás és a habsalakgyártás képezte az értékesítést, majd 1958-ban megkezdődött a salakkőtermelése az árokrendszerű műveléssel.

1959-ben a granulált salak mennyisége 20 500 t, a habsalaké 10 420 t és az osztályozatlan darabos kő termelése 351 844 t, az összes értékesítés 382 764 t volt.

A második 5 éves tervidőszakban a DV salakkőtermelése a habsalak belépése után fokozatosan csökken és 1965 után a Dunai Cementmű teljes kapacitásra való felfejlődésével gyakorlatilag megszűnik.

A salakértékesítés távlati irányszámai évenként a *3. táblázatban* láthatók.

3. táblázat

A DV tervezett kohósalak értékesítése 1961—65 között ezer t-ban

Megnevezés	1961	1962	1963	1964	1965
Várható keletkezés	580	585	560	640	620
Gran. salak	20	20	20	20	20
Salakkő	510	345	285	365	65
Salakgyapot	—	—	5	5	5

A granulált salakot a megállapított árhatósági áron értékesítik. A habsalak ára jelenleg 90 Ft/tonna, a salakgyapotnak jelenleg még nincs megállapított ára.

A kohósalak értékesítés fejlődését a *4. táblázat* mutatja.

A táblázatból látható, hogy az 1957. évi szeptemberi Balatonszéplaki Nyersvasgyártó Konferencia után a salak felhasználás évről évre nőtt és a DV-ben 93%-ot, az LKM-ben 105%-ot ért el 1959-ben.

A három vasműben az 1957. évi 28,1%-os értékesítési hányad 1959. évben 83%-ra növekedett, ami szép eredmény.

Említésre méltók még azok a kísérletek, amelyeket a Délalföldi Mezőgazdasági Kísérleti Intézet 1952-ben kezdett meg a kohósalak talajjavítási célra való felhasználása érdekében.

4. táblázat

A kohósalak értékesítés fejlődése 1957—1959-ig

	1957			1958			1959		
	keletkezett	értékesített	%	keletkezett	értékesített	%	keletkezett	értékesített	%
	ezer t			ezer t			ezer t		
OKÜ	318	37	11,5	344	47	13,6	353	156	44,0
LKM	338	158	46,5	400	243	60,5	430	453	105,0
DV	234	56	24,0	420	97	23,0	410	382	93,0
Összes	890	250	28,1	1164	386	33,3	1193	991	83,0

Talajjavításhoz első követelmény, hogy a javító anyag megfelelő Ca-tartalommal rendelkezzék. Az *5. táblázatból* látható, hogy a nagyolvasztósalak ilyen szempontból megfelelő.

5. táblázat

A salak kémiai összetétele évi átlagban

	SiO_2	FeO	Al_2O_3	CaO	MgO	MnO
	%					
LKM	36,7	0,5	9,5	40,7	4,9	3,4
OKÜ	35,8	0,8	9,3	41,0	5,4	4,0
DV	37,0	0,3	5,0	39,9	7,1	3,4

A kísérletek azonos minőségű és teljesen azonos körülmények (éghajlat, vetőmag, szántás, vetés, növényápolás, aratás időpontja stb.) között egy esetben a mészkőliszttel azonos, két esetben 5—20%-kal jobb, két esetben 8—15%-kal gyengébb eredményt adtak.

A kezelés előtti állapothoz képest az átlag eredménye 5—10%-os javulás volt.

A terméseredményekre gyakorolt jó hatás alapján javasolták az őrölt tömbsalaknak a tiszántúli mész-szegény réti vályogon, illetve a Rába öntés-talajon való felhasználását.

A vizsgálat megállapította, hogy a nagyolvasztó salak a jelenleg használt meszező anyagokkal versenyképes.

Kohóműveinkben javasolt salaktermékek gyártása (1960—65)

A kohósalak feldolgozásának távlati tervét a fogyasztói igények, a kohászati üzemek helyi adottságai, valamint az egyes Művekben keletkező salakösszetétel figyelembevételével kell összeállítani.

Az országos lakásépítési tervek végrehajtásához az ÉM részéről mindjobban előtérbe kerül a panellek és blokkok gyártása és ez maga után vonja a nagyolvasztó habsalak gyártást.

Ebből kiindulva, célszerű habsalakot mindhárom műnél gyártani.

A cementgyártásra alkalmas granulált salakot az LKM a földrajzi helyzetnek megfelelően a Hejőcsabai- és Bélapátfalvai Cementgyár részére állítja elő.

A Bélapátfalvai Cementgyár kisebb igényét szerintem inkább Ózdról kellene biztosítani.

A DV a váci és a beremendi cementgyár részére állítson elő granulált salakot.

A cementnélküli habarcs készítéséhez szükséges 0—1 mm szemnagyságú granulált habsalak gyártására az LKM, míg a szóteső vagy őrölt kristályos salakból az OKÜ készít salakliszt.

A népgazdasági érdekből értékesebb salaktermékek gyártása következtében az útépítési salakkőnek az üst-tapadványokat és a fentiek után feleslegessé váló salakot tudják csak szállítani, így előtérbe kerül az útépítés és vasútépítés kielégítésére a régi salakhányók fokozatos feldolgozása.

Borsodban mind Ózdon, mind Diósgyőrött külön-külön habosítómű felállítása — véleményem szerint — indokolt, figyelembe véve az ÉM által Ózdon és Miskolcon felállítandó épületelemgyárakat.

Az FM salakliszt igényeinek kielégítésére javasolom a Felnémeti őrlő-üzem igénybevételét az ózdi salakból készítendő mezőgazdasági célra hasznosítható salakliszt gyártására.

Új anyagként szerepel 100 000 tonna/év mennyiségben a cementnélküli habarcs készítéséhez szükséges granulált vagy habsalak őrlemény. Ezzel az őrleménnyel az ÉTI végzett eredményes kísérleteket. Ennek alapján az ÉM kéri a fenti mennyiség gyártásának lehetőségét megteremteni.

Erre a salakgranuláló kapacitás miatt az LKM látszik alkalmasnak.

Az osztályozott salakkő gyártás háttérbe szorul az építőipar igényeinek népgazdasági jelentősége mellett. Az ÉM részére készülő salaktermékek előállításához szükséges létesítmények megépítése után, a KPM a nagyolvasztó üzemben keletkezett salakkövet osztályozás nélkül értékesen fel tudja használni.

A hányóról kitermelt salakkövet törve, de osztályozatlan salakkőként útépítési célokra célszerű felhasználni.

A salaktermékek értékesítése a kohászat számára évenként 24 317 000 Ft nyereséget biztosít.

Ez az összeg nem jellemzi a salak kitermelés gazdaságosságát, mert ennek jelentősebb része a felhasználó építőiparban jelentkezik.

Műszaki és gazdasági hírek

Japánban az *alumínium* fogyasztása állandóan nő, a szükséglet kielégítésére a 153 000 t évi kapacitást 1962. év közepéig 205 000 t-ra emelik. *K. A.*

Alumínium 1960. 9. sz.

*

Az *alumíniumkohókban* a folyékony alumínium átszivattyúzása az olvasztó kemencékből az öntési formákba azzal a nehézséggel járt, hogyha nyitott vezetékeket használtak, ezekben a folyékony fém gyorsan oxidálódott és gázokat is vett fel, ha pedig zárt vezetékeket használtak, az a magas hőmérséklet folytán igen gyorsan tönkre is ment. **Angliában** újabban mind a vezetékeket, mind a szivattyúkat szilíciumkarbidból állítják elő, amelyek a magas hőmérsékletnek jól ellentállnak, s így alkalmasak a folyékony fém szállítására. *K. A.*

Metall 1960. 9. sz.

*

Portugál Nyugat-Afrikában, Angolában épülő alumíniumkohó 1962-ben, az év első felében 25 000 t kapacitással megkezdi üzemét. A kohó teljes kiépülés után 50 000 t kapacitású lesz. *K. A.*

Alumínium 1960. 9. sz.

A nyersvas kezelése öntőgépen

ARENBECK, KARL ROLF,
Stalinstadt, Német Dem. Közt.

DK : 669.162 : 266.232.6

A nyersvasfogyasztók, az acélművek és vasöntödék bizonyos kémiai összetétel betartásán kívül megkövetelik az öntőgépen öntött hidegnyersvas jó fizikai minőségét is.

Míg a folyékony nyersvas kémiai összetételét a nagyolvasztón kívül befolyásolhatjuk (a keverőben kéntelenítéssel, deszilicírozással stb.), az öntőgépen való leöntés után a nyersvascipók fizikai minőségét többé nem lehet változtatni. Ezért a nyersvas kezelésére az öntőgépen a legnagyobb gondot és figyelmet kell fordítani, hogy kifogástalan fizikai minőséget érjünk el. A fizikailag kifogástalan nyersvas felületének simának kell lennie és nem szabad tartalmazni sem lunkereket, sem zárványokat.

A következőkben be kívánjuk mutatni, hogy milyen rendszabályokkal értük el a Sztálin Vaskohászati Kombinátban (SVK) a gépen öntött nyersvasnak olyan fizikai minőségét, amely még alig adott okot meghiányolásra.

A) A berendezés rövid leírása

A SVK-ban három kétszalagos öntőgép van, melyek közül többnyire egyik tartalékban vagy javítás alatt áll. Két öntőgép alsó része benyúlik az öntőcsarnokba, míg egy gép teljesen az öntőcsarnokon kívül fekszik.

Az öntőcsarnokban egy 100 t-ás daru dolgozik, melyet egyrészt a nem megfelelő összetételű nyersvas keverésére, ill. a nyersvasnak egyik üstből a másikba való átöntésére használnak, másrészt a kiürített nyersvasüstök tisztítására és a megdermedt boltozati kéreg felszakítására szolgál.

Az öntőgépeket rögzített 80 t-ás billentő csigákkal is felszerelték. A nyersvasüstöket gőzmozdonyok állítják a gépekhez. Az üstök billentési sebessége két fokozat szerint szabályozható (nagy és kis emelés).

A két, egyenként 108 m hosszú öntőgépszalag egymástól függetlenül járatható. Az egyik gép szalagsebessége változtatható 7,8—13 m/perc között. A meghajtásukhoz szabályozható csúszógyűrűs armaturájú motorokat használunk. A két másik gép szalagsebessége 9 m/perc. A szalagvezetésére kedvezőnek bizonyult a fordítócsillag átalakítása fordítóhengerré. A fordítóhengereket a lekopott hajtócsillagok fogainak lecsiszolásával állítjuk elő, miáltal a szalagvezetés megjavításán kívül az új beszerzés is megtakarítható.

Mindhárom gép szalagjának lejtése 9° 20′. A permetező berendezés, a kokillák melegítése, az öntőcsatorna felépítése, a felső és alsó szalag hűtése az összes gépeken azonos. A kokillákat elektromos meghajtású centrifugák permetezik. A tartályokban a permetezéshez szükséges permetező anyag keverését még egy elektromotor szolgálja. A permetezés megkezdése előtt a leülepedett anyag felkeverésére a tartályba sűrített levegőt vezetnek.

A kokillák melegítését röviddel a permetezés befejezése után kezdjük meg, és 11,40 m távolságig folytatjuk, úgyhogy mire a vas a kokillákba jut, azok teljesen kiszáradjanak.

A fűtőgázcsövek szennyezésének elkerülésére a gázkivezető nyílások fölé egy védőlemezt szereltek fel, melynek feladata még a kokillák megfelelő homlokoldali felmelegítését is biztosítani. A védőlemez távolsága a kokilla aljától kb. 350 mm.

Az öntőcsatornák szállíthatók. Hogy elkerüljük az öntőgépek szükségtelen állásidőit, az öntőcsatornákat már az üstjavító műhelyben úgy készítik elő, hogy azokat az öntőpódiumra csak fel kell állítani és masszával ki kell döngölni.

9 m/perc, ill. 13,8 m/perc szalagsebességeket véve alapul, továbbá, mivel a szalagonkénti kokillák száma (360 db), egy cipó átlagsúlya (45 kg SM-nyersvasra, 30 kg öntödei nyersvasra) mellett és feltételezve, hogy minden 80 t-ás nyersvasüst kiöntése előtt 15 perc szükséges az üst és a csatorna beállításához és előkészítéséhez megkapjuk azt, hogy az öntőgép elméleti teljesítménye műszakonként 854, ill. 1097 t nyersvas. Az eddig ténylegesen elért maximális teljesítmény műszakonként 950 t Öntödei nyersvas öntésekor viszont a teljesítmény 569, ill. 731 t műszakonként és gépenként.

B) A nyersvas kezelése az öntőgépen

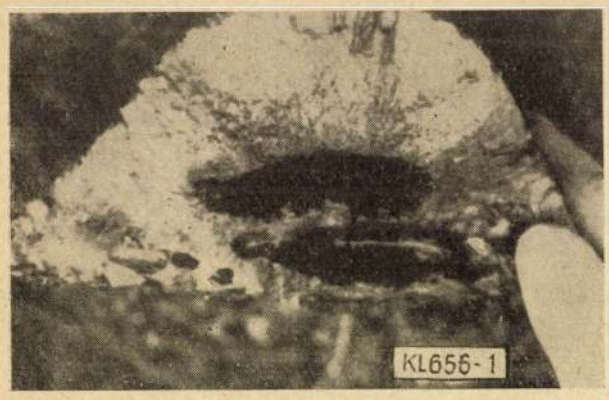
A nyersvas kezelésére az öntőgépen a nyersvascipók fizikai minősége szempontjából, különösen három tényezőnek van jelentősége, éspedig a cipók hűtésének, a kokillák melegítésének és bevonásának.

Ezenkívül a fizikai minőséget néhány más adottság is befolyásolja, úm. az öntés hőmérséklete, a nyersvas gáztartalma és nem utolsósorban a nyersvas salakszennyezettségének foka.

A Sztálin Vaskohászati Kombinátban fellépő hiányosságok alapján rátérünk azok valószínű okaira és kiküszöbölésének módjára.

1. Reverétegek

Reverétegek, amelyek 30 mm vastagságot is elértek, észlelhetők voltak mind az acélnyersvas, mind az öntödei nyersvas öntése után *(1. ábra)*. Reverétegek különösen akkor képződtek, amikor a nyersvas öntési hőmérséklete alacsony volt és a kokillában még erős kigázosítás ment végbe. A cipó felső oldalán, a lehűlése következtében a gáz egy része már nem távozhatott el, és ez okozta a reveréteg képződését. Nagyobb gáztartalmaktól lunkerek keletkeztek, melyek képződését a nyersvascipók felső oldalának a felhólyagozódása kísért.



1. ábra. Nyersvascipó reverétteggel és lunkerekkel

2. ábra. Kifolyt nyersvascipó

A gázzárványok a hőelvezetést a cipók belsejéből erősen akadályozták, úgyhogy gyakran a cipók ledobásakor a nyersvasmag még folyékony volt *(2. ábra)*. Ezt a feltételezést megerősítette az a megfigyelés, hogy a kifutó cipók többsége fejjel fut ki, azaz azzal a lapjával, ahol a reveréteg képződik. Hasonló viszonyok adódnak akkor is, ha a vízhűtés túl erős, vagy túl korán kezdődik. A vízsugár ereje szétveri a vékony, már megdermedt nyersvaskérget, miközben a képződő vízgőz elősegíti a reverétegek és lunkerek keletkezését.

2. *Lunkerek voltak megfigyelhetők* a SM-és öntödei nyersvas cipókon, függetlenül az öntési hőmérséklettől. A hidegebben öntött nyersvason a lunkerképződés látszólag kissé csökken.

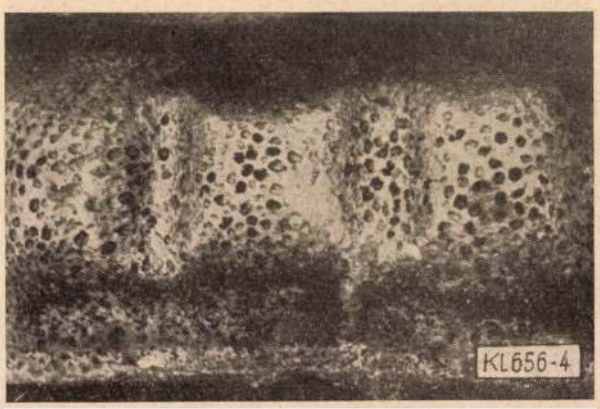
A lunkerképződést *(3. ábra)*, ami tulajdonképpen a hűtéskor bekövetkező zsugorodás következménye, elősegíti a nagyobb gáztartalom a nyersvasban, mint már említettük a reverétegek keletkezésének leírásakor, továbbá a permetező anyag gázképző alkatrészei. Különösen a kémiailag és fizikailag kötött víz jön itt számításba. A fizikailag kötött víz kiűzése mindig elérhető a kokillák megfelelő melegítésével, míg a kémiailag kötött víz mindig hátrányosan hat, amikor a nyersvas termikus hatása következtében a bevonó, permetező anyagként használt vegyület esetleg bomlani kezd. Így a mésztej használata a kokillák védelmére azzal a következménnyel járt, hogy a cipóknak a kokillával érintkező részei rendkívül pórusosak lettek *(4. ábra)*. A pórusok képződését a mésztej, $Ca(OH)_2$ termikus bomlása, a

$$Ca(OH)_2 + 79{,}1 \text{ kcal} = CaO + H_2O$$

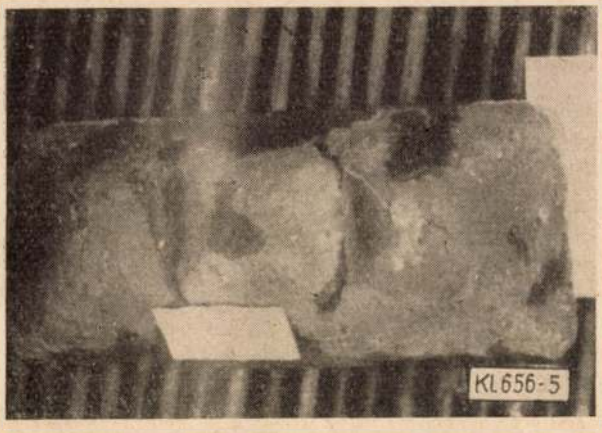
reakció szerint felszabaduló víz okozza. A pórusok képződése mellett természetesen lunkerek is képződhetnek, ha elegendő víz képződik és megfelelő lehűlési viszonyok állnak fenn, amelyek elegendő időt hagynak ahhoz, hogy a vízgőz a cipók belsejébe bejusson. Mivel azonban a hőátadási viszonyok a cipó és a kokilla közt mésztej használatakor igen kedvezőek, a cipók gyors lehűlését a a kokillafalaktól kezdve meg lehetett figyelni, A cipó alsó és oldalsó felületei simasága érdekében a mésztejet egy agyag-grafit masszával (négy rész grafitkorom, három rész agyag és két rész víz) helyettesítettük, amely mint azt az *5. ábra* mutatja, biztosítja a cipó sima felületét és a kokillából való jó kihullását. Mindenesetre a cipó kifogástalan minőségének előfeltétele a kokillák kellő előmelegítése.

Nagy jelentősége van a hűtés módjának is a lunker és reveréteg képződés szempontjából. A lehűlésnek a kokillák falán kell kezdődnie, hogy egyrészt elérjük a gázok eltávozásának lehetőségét a még nem tulságosan megszilárdult cipó felületén át, miáltal a nyersvas gáztartalmától származó reveréteg és lunkerképződés elkerülhető.

3. ábra. Lunkeres nyersvascipó



4. ábra. Pórusos felületű nyersvascipó (kokillavédőréteg : mésztej)



5. ábra. Sima felületű cipó (kokillavédőréteg: agyag-grafit massza)

Továbbá ezáltal elérjük azt is, hogy a cipók oly módon hűlnek le, hogy a zsugorodás által okozott lunkerképződést kizárja. A kokillákat a szalag alja felől vízzel hűtjük. A hűtés a beöntés helyétől 16,8 m távolságban kezdődik és 26,4 m távolságig tart. A permetezőfejek távköze 1,2 m, úgyhogy összesen szalagonként 23 permetezőfej áll rendelkezésre, amelyek teljesítménye permetezőfejenként max. 50 lit/perc. A szalag visszafutórészeit szennyeződéstől azzal védjük, hogy a szalag kétrészét vízmentes cementfödémmel választottuk el egymástól.

A kiöntés helyétől 17,8 m távolságban kezdődik a felsőszalag hűtése. Az első 9 permetezőfej teljesítménye kb. egyenként 3 l/perc. Távközük 0,6—1,2 m közt ingadozik. A beöntés helyétől 32,4 m távolságban a cipókat egymástól 3,6 m távközben elhelyezett négy zuhanyozó permetezi, amelyek percenként 125 l vizet szállíthatnak. A ledobás után (50,4 m távolságban a beöntés helyétől) a vasúti kocsikon mégegyszer erőteljesen hűtjük. A vízmennyiség az összes permetezőfejeken és zuhanyokon szabályozható.

3. A cipók felszakadása

Ha röviddel a nyersvas beöntése után túl erős a vízhűtés, akkor gyakran felszakadt a cipók felületén már megdermedt kéreg. A létrejött repedésekből a nyersvas kifolyt, és a cipó felső oldalán egyenetlenségeket és ráfolyásokat képezett. Ezt a hiányosságot a hűtővíz megfelelő irányításával könnyen ki lehet küszöbölni.

4. Halmazok és rücskös fejek képződése

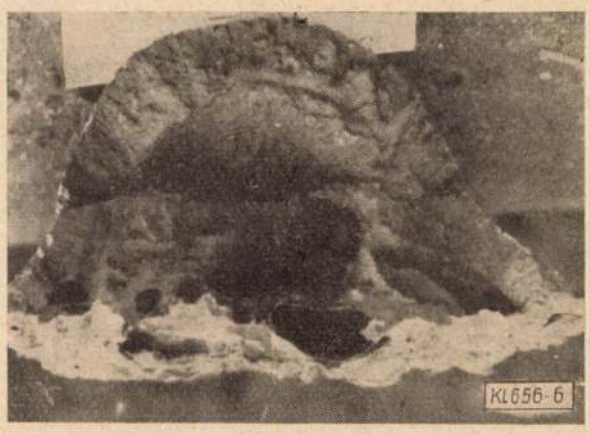
Mindkét jelenség oka a nyersvas fővése. Ezt többnyire a túlhideg kokillák okozzák, mert ha a kokillák hőmérséklete túl alacsony, akkor a bevonó permetréteg felhordása után nem lehet a kokillák tökéletes kiszáradását elérni. A kokillák hőmérsékletének mérései azt mutatták, hogy a kokillák különböző részein igen eltérő a hőmérséklet. Így az öntés alatt a kokillák alján 45—200 C° közötti hőmérsékleteket lehetett mérni. A mérések a kokillák belsejében közvetlenül az öntés után a kokillafenék bordái közt 250—300 C° közötti hőmérsékleteket adtak, míg a homlokoldalak hőmérsékletei a feneken csupán 120—170 C° volt. A homlokoldalak hőmérséklete a vas szintjének magasságában csak 65—100 C° volt. Ezek a mérések egyértelműen azt mutatták, hogy a kokillákat főleg az oldalukon kell erősen felhevíteni, amit a fűtőberendezés jelenlegi szerkezetével sikerült is elérni. Különösen az öntőgépek hosszabb idejű állása után kell a kokillák felmelegítésére nagy gondot fordítani. Így két órai hevítés után a régi feltételek mellett (Bunsen-égővel) az *1. táblázatban* feltüntetett hőmérséklet-eloszlást állapíthattuk meg. Azonban a kokillákat nem szabad túlhevíteni sem, mert akkor fennáll az a veszély, hogy a cipók a kokilláktól a túl csekély mértékű zsugorodás miatt nem válnak el vagy csak igen nehezen.

1. táblázat

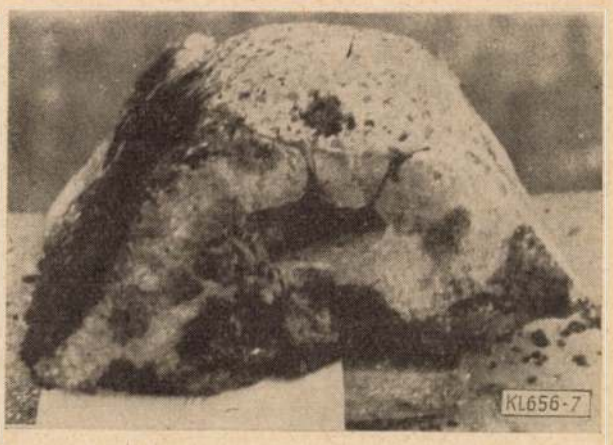
A kokillák hőmérséklete 2 órai hevítés után C°-ban

Külső hőmérséklet	20
Külső fenékhőmérséklet a bordák között	70
Külső fenékhőmérséklet a homlokfalakon	40
Belső fenékhőmérséklet a bordák között	100
Belső fenékhőmérséklet a homlokfalakon	50
Belső hőmérséklet a homlokfalakon (a nyersvas szintjének a magasságában)	25

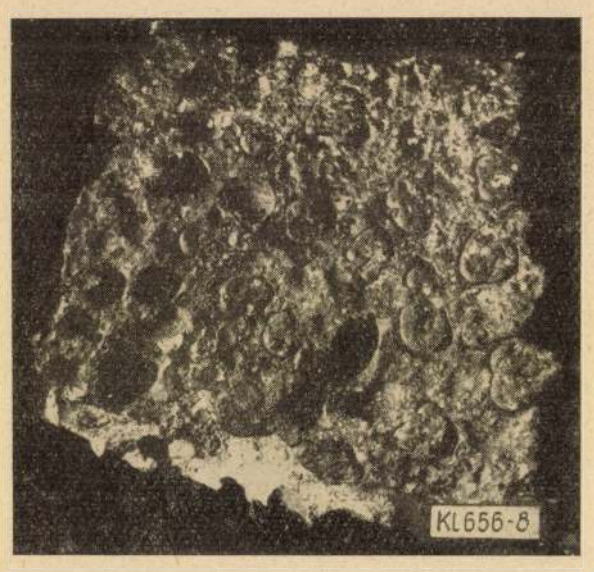
A habképződést *(6. ábra)* többnyire akkor lehetett megfigyelni, amikor a nyersvas hidegebb volt. A cipó felső oldala a fővés alatt megder-



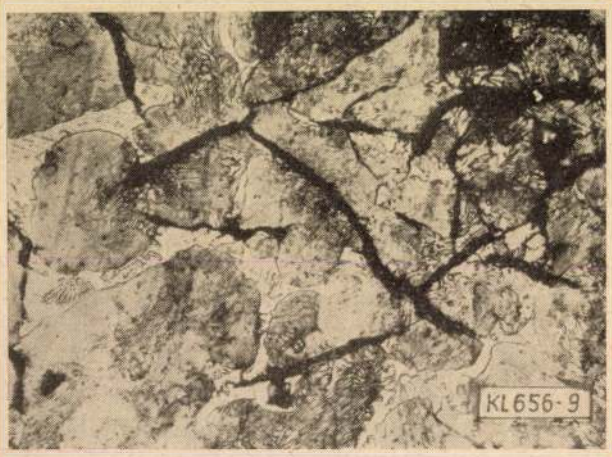
6. ábra. Habos és reveréteg képződmények, lunkeres nyersvascipók (részben kifolyt)



7 ábra. Salakkal szennyezett nyersvascipó.



8. ábra. Gyöngyzárványok a nyersvascipóban



9. ábra. Gyöngyök szövete szürke öntvényben. Nagyítás 500-szoros
maratószer pikrinsav + sósav. Szövetelemek: perlit, ternér foszfideutektikum és grafit

medt, úgyhogy egyenetlen felület alakult ki. Ha a nyersvas többé-kevésbé salakkal volt szennyezett, a fővési folyamat által előidézett mozgások következtében összekeveredett a salak a nyersvassal *(7. ábra)*, miáltal egy durva, rücskös, göndörhajszerű felület alakult ki a cipó felső oldalán. Ha nem fő a vas, akkor is kellemetlen lehet a salakszennyeződés, mivel megnehezíti a cipók lehűlését és a szalagról való ledobáskor a salak is vagonokba kerül. Ezért feltétlenül szükséges a nyersvasüstök gondos lesalakozása, vagy legalább is a csatornában való lesalakozás. Már az üstök megtöltésekor az öntőcsarnokban vigyázni kell a salak tökéletes elválasztására a nyersvastól.

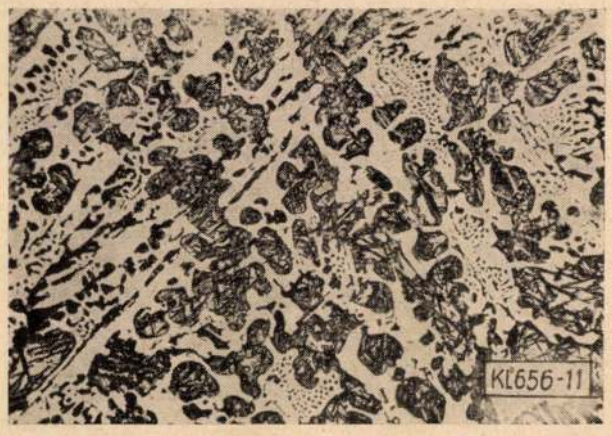
5. Gyöngyképződés

A gyöngyök a fémesen csillogó, többnyire gömbalakú zárványok a cipók belsejében, melyeket gyakran nagyobb űr vesz körül *(8. ábra)*. Gyöngyök akkor képződnek, ha kihűlt nyersvasrészecskék jönnek létre, főleg kifröcskölődött vas és öntősugár helytelen kifolyása következtében és célszerűtlenül kiképzett régi kokillák széleitől és ezek a szemcsék a még üres kokillákba kerülnek, a folyékony nyersvas azután ezeket már nem képes újra felolvasztani. Ilyen képződményeket az alacsony hőmérsékleten öntött nyersvasakban találtunk. Az öntés magasabb hőmérsékletén gyakran fordulnak elő félgyöngyök. Ezalatt az olyan képződményeket értjük, amelyek benyúlnak a lunkerekbe, de a cipó szerkezetével még szilárdan össze vannak kötve. Kifogásolás alá a gyöngyök főleg az öntödei nyersvasakban kerültek, mert egyes öntödékben feltételezték, hogy a kupolókemencékben a gyöngyök nem olvadnak meg és öntvényselejtet okozhatnak. Ezzel szemben a beható metallográfiai vizsgálatok bebizonyították, hogy az öntvényekben talált gyöngyök szerkezete ugyanolyan, mint az öntöttvasé. Így ezek egyértelműen megkülönböztethetők a nyersvasban előforduló gyöngyöktől. A gyöngyök szerkezete ugyanis az öntöttvasban ferrites szerkezetű, ternér foszfideutektikummal és grafitlemezekkel *(9. ábra)*. A nyersvasban levő gyöngyökben a grafit mellett tűalakú martensit világosan látható, ami a gyöngyök fent leírt keletkezésének lehetőségét megerősíti *(10. ábra)*.

6 Vasrepeszek

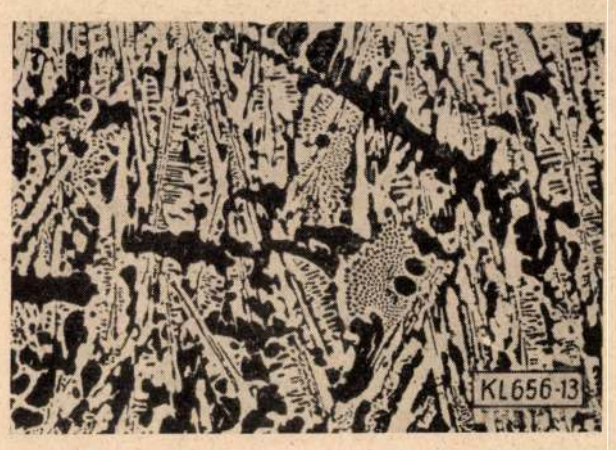
A cipók ledobásakor gyakran előfordult, hogy a vasútikocsik aljára ütközve szétrepedtek és eltörtek. Beható metallográfiai vizsgálatokkal kimutatták, hogy helyes volt az a feltevés, hogy a cipók repedékenységét a nyersvas túlgyors lehűlése idézi elő, ki lehetett mutatni, hogy a felületen központos γ-rács átalakulása alatt a belső tér központos α-ráccsá (martensit) alakul, mert a túl gyors (kritikus) lehűlési sebességen a karbonatomok megtartják helyüket és a karbonnak az α-vasban való kisebb oldékonysága miatt az α-rács tetragonálisan kitágul. Ezzel együtt jár a térfogatnövekedés, amely belső feszültségekre vezet és a repedések képződését megindítja. Az ütéstől, amikor a cipók a vasútikocsik aljára

10. ábra. Gyöngyök szövete a nyersvasban. Nagyítás 500-szoros
maratószer alkoholos pikrinsav. Szövetelemek: martensit (tűsszövet) és grafit



11. ábra. Cipó magrétege. Nagyítás 100-szoros

Maratószer pikrinsav + HNO_3. Acélnyersvas: 3,55 % C, 0,44 % Si, 1,33 % Mn, 0,23 % P, 0,030 % S. Szövetelemek: ledeburit, szekundér cementit, szétesett γ vegyes kristályok martensit képződés nélkül

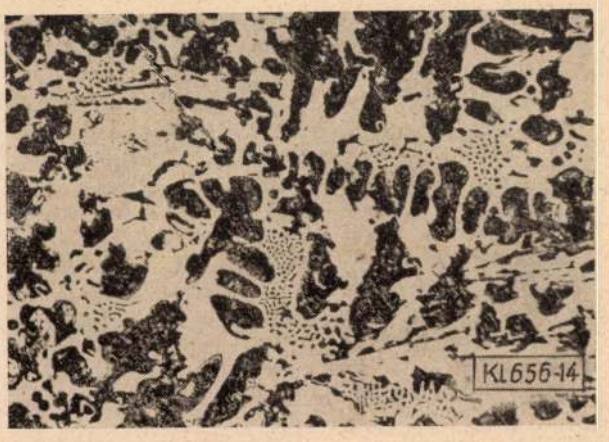


13. ábra. Cipó magrésze. Nagyítás 100-szoros

maratószer pikrinsav + HNO_3. Acélnyersvas: 3,53 % C, 0,36 % Si, 1,38 % Mn, 0,22 % P, 0,102 % S. Szövetelemek: ledeburit, szekundér cementit, szétesett γ vegyes kristályok, közbenső fokozatú szövettel

12. ábra. Cipó kerületi rétege. Nagyítás 100-szoros

maratószer pikrinsav + HNO_3. Acélnyersvas: 3,81 % C, 0,37 % Si, 1,45 % Mn, 0,20 % P, 0,036 % S. Szövetelemek: ledeburit, szekundér cementit, szétesett γ vegyes kristályok durva tetragonális martensittel



14. ábra. Cipó kerületi rétege, nagyítás 100-szoros,

maratószer pikrinsav + HNO_3. Acélnyersvas: 3,83 % C, 0,94 % Si, 2,51 % Mn, 0,19 % P, 0,046 % S. Szövetelemek: ledeburit, szekundér cementit, szétesett γ vegyes kristályok, közbenső fokozatú szövettel

2. táblázat

A hűtés az öntőgépen

Az alsó szalag hűtése		
Kezdete		16,8 m a beöntő helytől
Vége		43,2 m a beöntési helytől
A permetező fejek száma		23 db
A permetező fejek távköze		1,20 m
Teljesítmény permetező fejenként		max. 50 lit/perc
A hűtés időtartama:	MGM I és II	2,9 perc
	MGM III	1,91—3,38 perc
A felső szalag hűtése Schlick-féle permetező fejekkel		
Kezdete		17,4 m a beöntés helyétől
Vége		23,4 m a beöntés helyétől
Permetező fejek száma		9 db
Permetező fejek távköze		0,6 és 1,2 m
Teljesítmény permetező fejenként		max. 3 lit/perc
Távolság a cipó felső oldalától		kb. 600 mm
A hűtés időtartama:	MGM I és II	0,67 perc
	MGM III	0,43—0,77 perc
A felső szalag hűtése, zuhányozókkal		
Kezdete		32,4 m a beöntés helyétől
Vége		43,2 m a beöntés helyétől
Permetezőfejek száma		4 db
Permetezőfejek távköze		3,6 m
Teljesítmény permetezőfejenként		125 lit/perc
Távolság a cipók felső oldalától		kb. 300 mm
A hűtés időtartama:	MGM I és II	1,2 perc
	MGM III	0,78—1,38 perc

ütköznek, szétrepednek. A nagyobb mangántartalom és a nagyobb karbontartalom növeli a nyersvascipók repedés érzékenységét, mert a mangán kiszélesíti a γ-mezőt és a nagyobb karbontartalmak még nagyobb térfogat növekedést okoznak. A *11. és 12. ábra* annak a cipónak mag- és kerületi rétegének szerkezetét mutatja, amely igen repedékeny volt. Összehasonlításul a *13. és 14. ábrán* szerepel a nem repedő nyersvascipó szerkezete.

C) Következtetések

Az egyes fellépő hiányosságok tárgyalása világosan megmutatta, hogy a nyersvas feldolgozásakor a hűtés mellett döntő tényező a permetező anyag minősége és a kokillák hevítése. A cipóknak amíg elhagyják a szalagot, olyan mértékben kell lehűlniük, hogy a folyékony belső vas ne folyhasson ki, másrészt a vízhűtést igen lassan kell kezdeni, hogy elkerüljük a cipók felrepedését, a reveréteg képződését és a cipók széttörését.

A *2. táblázat* összefoglaló áttekintést nyújt a nyersvas hűtéséről, amint azzal a SVK-ban kitűnő eredménnyel dolgoznak.

Említettük már, hogy egy grafitos permetezőanyag használatával a cipók kifogástalan felületét értük el. Minthogy azonban a grafitkorom rendkívül drága, kísérleteket végeztünk más, a bevonó anyag készítéséhez olcsóbb nyersanyagok előállítására. Miután kiderült, hogy a BHT-koksz por és a torokpor nem megfelelő, a torokgázmosóvíz derítésekor kapott iszapot használtuk fel a massza előállítására. A tapadóképesség növelésének céljából hozzáadtunk még egy kevés agyagot is (keverési arány 4 : 1). Az ilyen összetételű masszákkal sikerült, ha az összes többi minőségrontó behatások ki voltak küszöbölve, olyan nyersvas cipókat kapni, amelyek fizikai szempontból nem adtak okot meghiányolásra.

D) Összefoglalás

Röviden leírtuk a berendezés műszaki jellegzetességeit. Ezután A SVK-ban tapasztalt nyersvascipó fizikai hiányosságai alapján megtárgyaltuk, hogy mely tényezőktől függ a fizikai minőség és ezek hogyan befolyásolhatók. A legfontosabb tényezőknek bizonyultak a hűtésfaja és módja, a kokillák előkészítése, a permetezőanyag összetétele és a hevítés, valamint a salakszennyezés foka. Számos kísérlet és vizsgálat legfontosabb eredményét is leírtuk, amelyek az öntőgépeken való olyan nyersvaskezelésre vezettek a SVK-ban, amely az egész folyamat gazdaságossága mellett biztosítja a nyersvascipók kitűnő fizikai állapotát.

Műszaki és gazdasági hírek

Az **amerikai tőke** 1958—1960 között 400 nyugateurópai *üzemet* létesített, vagy meglevő *gyárakat* bővített. Míg 1950-ben amerikai beruházás ezekben az országokban csak 1,5 milliárd dollárt, addig 1959-ben már 4,5 milliárd dollárt tett ki. A beruházások fele korábban Angliában talált elhelyezésre, ez volt az arány még 1959-ben is, de már a folyó évben az európai gazdasági egységben tömörült országok: Belgium, Franciaország, NSZK, Olaszország, Németalföld javára az arány eltolódott. Ezekben az országokban 1958—1960 között a létesített amerikai üzemek száma a következő volt: Belgium 55, Franciaország 47, NSzK 60, Olaszország 53, Németalföld 53. Legnagyobb részben a gép-, elektrogép-, fém-, vegyipar-, élelmezési-, papír-, gumi- iparágakban ruháztak be. A nagymérvű érdekvállalásnak indító okaiként a remélt piac, az alacsony munkabérek és a félelem egy később bevezetendő védővám rendeletben keresendő. *K. A.*

Chem. Ztg. 1960. 18. sz.

*

Svédországban Oxelösunds Järnverks cégnek *durvalemezhengerműve* a közelmúltban került, üzembe termelését havi 30 000—35 000 t-ra tervezik. Az irányváltó quartósor testhossza 3560 mm. A kikészítő egy melegegyengető gépből, két hűtőpadból áll. A hűtőpad mindegyikén egy lemezfordító dolgozik a hűtőpad után négy ollót, rakásoló és szállító berendezéseket építettek. *Á. F.*

Stahl u. Eisen, 1960. 22. sz.

*

A **kanadai Hamiltonban** a Dominion Foundries and Steel Corp. cég 2 db à 100 t-ás befogadóképességű *LD konvertert* állít fel a már dolgozó 2 db 40 t-ás és egy db 65 t-ás konvertere mellé. *Á. F.*

Stahl u. Eisen, 1960. 22. sz.

*

Spanyolországban, Barcelonában egy függőleges *folyamatos acélbuga öntőművet* helyeztek üzembe. Az öntőművön 50 × 50 ⊞-től 100 × 100 ⊞ mm-es és 200 × 60 mm-es szénacél bugát öntenek. Az adag súlya 15 t. *Á. F.*

Stahl u. Eisen 1960. 22. sz.

*

Az USA-ban, Chikágóban a Gary-acélművekben egy új *durvalemez* hengersor épül, melyen 5300 mm széles lemezeket fognak hengerelni. A legnagyobb lemeztábla súlya 27 t lesz. *Á. F.*

Stahl u. Eisen, 1960. 22. sz.

*

A *világ széles szalagsorainak* megoszlása a következő:

Ország	Teljesen folytatólagos	Fél folytatólagos
Anglia	2	1
Argentina	1	—
Ausztria	—	1
Belgium	—	2
Brazilia	—	1
Csehszlovákia	1	—
Dél-Afrikai U.	—	1
Franciaország	2	—
Hollandia	—	1
Japán	1	4
Kanada	—	1
Lengyelország	1	—
Magyarország	—	1
NSZK	1	2
Olaszország	—	1
Szovjetunió	4	—
USA	23	13

Industriekurier 1960. nov. 3.

A hazai kokszolható szénbázis fejlődése

SCHWERTNER JÁNOS
Dunai Vasmű

DK : 662.74

A mecseki feketeszén bányászat Pécsett már 170, Komlón pedig 60 éves multra tekint vissza. Hosszú évtizedeken keresztül energetikai célokra használták fel a kibányászott szenet és bár ismerték jól sülő tulajdonságát, kohókokszgyártásra való alkalmasságát csak a két világháború közötti időszakban kezdték vizsgálni. A kedvező eredmények hatására Komlón az akkori 10 millió tonnának hitt szénvagyon pontosabb megállapítására jelentős összeget fordítottak és egy napi 2000 tonnás új bányaüzem létesítését határozták el. Ez azonban csak terv maradt, a felszabadulás előtt 1944-ben a mecseki szénbányászat, éspedig Pécsett 940 000 t, Komlón pedig 210 000 t szenet termelt.

A mecseki feketekőszén-vagyont a geológusok egymástól eltérően a II. világháború előtt 80—267 millió t-ra becsülték. A műre való, ill. a gyakorlatilag kitermelhető szénmennyiséget pedig, még egy 1950-ben megjelent világstatisztika is csak 20 millió t-ban jelölte meg.

Az 1945 után meginduló nagymérvű kutatás eredményeképpen az ismert feketeszén-vagyon évről-évre jelentősen gyarapodott és ma már nyugodtan elmondhatjuk, hogy a mecseki kőszénelőfordulás az ország egyik igen jelentős szénvagyona. A Földtani Intézet 1953. évi legszerényebb szénvagyon becslése, mint az az *1. táblázaton* látható, már 346 millió t volt, ami 1959-ben 767 millió t-ára emelkedett, ebből 567 millió t a feltárt szénvagyon, 200 millió t pedig a földtanilag valószínű. *Tyerentyev* szovjet főgeológus ezzel szemben a mecseki feketekőszén készletet 1 milliárd t-ra becsüli, ami az ország szénkészletének tonnában 17%-át, fűtőértékben pedig 28%-át képezi.

1. táblázat

A mecseki feketekőszénvagyon alakulása
(mill. t-ban)

	1953	1955	1957	1959
a) feltárt (meglevő)	132	304	443	567
b) földtanilag valószínű	214	136	200	200
Összesen	346	440	643	767

A Pécs-Vasas közti 12—15 km hosszú kőszén vonulatban a kőszénképződmény összesen 880 m vastag s ebben 5 cm-nél vastagabb kőszéntelep 175 található. A fejtésre érdemes kőszéntelepek száma 42 s összes fejthető vastagságuk kb. 25 m.

A pécsi kőszénvonulat folytatásában Komló környékén félkörívben folytatódnak a kőszéntelepek. Komlón 12—16 széntelep van bányászatilag feltárva, ezeknek összes fejthető vastagsága 14—22 m. A 10-es számú főtelep egyes helyeken 16 m vastagságot is elér. A Komló és Vasas, valamint a Komló és Magyaregregy közti terület jelentős kőszénvagyonának felkutatása jelenleg van folyamatban.

Az északi Mecsekben Szászvár, Császta, Mága, Váralja, Nagymányok határában régóta ismeretesek a liaszkorú feketekőszén-telepek, melyek közül csak 3—4-et fejtenek, mert a többi vékony, fejtésre nem alkalmas. Ettől a kőszénvonulattól délre a Mága-Déli medencében ugyancsak hatalmas kőszénterület vár még felkutatásra.

A jelenleg bányászatilag hasznosítható mecseki kőszéntelepek általában 100—900 m mélységben fekszenek, sok helyen vetőkkel felszabdaltak és eruptivumokkal áttörtek. Ugyancsak hátrányt jelent a telepek nagy metán-tartalma, melyek különösen Vasason gázkitörésre, Komlón pedig öngyulladásra hajlamosak, mindez a bányászkodást megnehezíti és a termelési költséget növeli. Nem kívánatos kényszerű adottság a széntelepek nagy hamu- és kéntartalma is.

Az itt található szenek zöme jó kokszolódó tulajdonságú, és emiatt a bányászat fejlesztése feltétlenül indokolt.

Az Európai Gazdasági Bizottság Szénbizottsága által elfogadott nemzetközi feketeszén osztályozás szerint a Pécsi Tröszt szénvagyona zömében a IV. V/a., ill. V/b. csoportba tartozik, a Komlói Tröszt szénvagyona pedig IV. V/b., ill. V/c., V/d., VI/a., VI/b. minőségű. Pécsett fölös sülőképességgel rendelkezik a szén telepek 50%-a, Komlón pedig a telepek 35%-a, miáltal Pécsett a szénvagyon 85%-a, Komlón pedig a 80%-a alkalmas kellő dúsítás után a kohókokszgyártásra.

A mecseki kőszénvagyon kutatására, ill. az évről-évre kedvezőbb eredmények hatására 1946-tól 1958-ig a népgazdaság 2,5 milliárd Ft-ot ruházott be ezen a területen, amely összeg az ország globális bányászati beruházásainak 27%-a, míg a feketeszéntermelés t-ban az ország széntermelésének csak 11%-a, kalóriában pedig 14%-a volt. Elmondhatjuk tehát, hogy a feketeszénbányászat, ill. a vaskohászat jövő fejlődésének érdekében a népgazdaság e téren aránytalanul nagy áldozatot vállalt. Komlón az említett időszakban 6 szállító-, ill. légaknát mélyítettek le, átépítették a Kossuth I. aknát, valamint újranyitották a régi Anna-aknát. Jelenleg folyamatban van a Zobáki-akna mélyítése, ill. szerelése, mely 1964-ben lép be a termelésbe. Pécsett üzembehelyezték a Béke-aknát és 1961-ben kezdi meg termelését az István II-akna. Megkezdődött a Hosszúhetény-i aknák mélyítése is. Míg a mecseki nyersaknaszén termelés 1944-ben csak 1,4 millió t volt, a beruházások eredményeképpen 1952-ben már 2 millió, 1955-ben 3 millió, 1959-ben pedig 3,2 millió t-ra emelkedett a termelés.

Közismert, hogy a komlói és pécsi nyersaknaszén nagy, 35—45%-os hamutartalmú és dúsítás szempontjából a nehezen mosható osz-

tályba tartozik. A bányák körzetében levő szénelőkészítő művek az elmúlt időszakban kohókoksz gyártásra alkalmas, maximum 12% hamutartalmú, koncentrátumot előállítani nem tudtak, így kétlépcsős dúsítással Sztálinvárosban kellett biztosítani az elődúsított komlói, ill. pécsi szén végtermékre való mosását, ami berendezéseink kicsiny hatásfoka miatt kedvezőtlen eredményt adott.

A kétszeres mosás után a pécsi nyers aknaszénnek kezdetben csak 5%-a, a komlói szénnek pedig 21%-a volt a kokszoló kamrákba betölthető. A Pécsújhegyi Szénmosóban végrehajtott első rekonstrukció az 5%-os arányt 1958-tól 8,4%-ra emelte fel.

Komlón a szérelőműben végrehajtott kisebb módosítások, valamint a kokszolható szénarány emelkedése 21,0%-ról 28,2%-ra növelte a kihozatalt. További lényeges előrahaladást azonban, a légszéreknek a nehezen mosható szenekre való alkalmatlansága miatt, várni nem lehet. A helyzet javulását a termelés egy részének az új Hetényi Mosóba való átirányítása oldja majd meg.

Az eredeti távlati 15 éves terv további aknamélyítéseket és földalatti bányaberuházásokat irányoz elő és így akar biztosítani 5,2 millió t nyersaknaszén-termelésből 1 millió t 12% hamutartalmú kamrába tölthető kokszolható szenet, ami 19,2%-os kihozatal aránynak felelne meg, a jelenlegi 15,9%-kal szemben.

A Nehézipari Minisztérium Iparpolitikai és Ipargazdasági Főosztályai igen helyesen vizsgálat alá vették ezt az elképzelést és számos szakember bevonásával bebizonyították, hogy a jövőben elsősorban nem a nyersaknaszéntermelés fokozása, hanem a kokszszénkihozatal arányának megjavítása a gazdaságosabb és célravezető feladat. A szénelőkészítés módszerének fejlesztése, a nehézszuszpenziós mosók építése lényegesen kisebb beruházást és üzemköltséget jelent, mint a földalatti beruházás és a nyersaknaszén termelés. Az eddig elvégzett műszaki és gazdaságossági számítások eredményeképpen lehetővé vált az 1975. évi termelési számnak kb. 1 millió t-val való csökkentése, ami 15 év alatt beruházásban 1,7 milliárd Ft, széntermelési üzemi költségben pedig további 1,1 milliárd Ft megtakarítást jelent. Ugyanakkor a kokszolható koncentrátum mennyisége 30—140 000 t-val még meg is haladja az 1 millió t-t és a kamrakokszszén kihozatal 27,1%-ra nő.

A nyersaknaszén termelést, a kokszolható koncentrátum és az elvileg belőle előállítható hazai kohókoksz mennyiségét a *2. táblázat* tünteti fel.

2. táblázat

Feketekőszén termelés hazánkban (ezer t-ban)

	1955	1960	1965	1970	1975
Nyers aknaszén	3000	3200	3350	3750	4250
Kokszolható koncentrátum ...	160	510	750	990	1140
Kihozatali arány, %	5,3	15,9	22,4	26,4	27,1
Kohókoksz term. hazai szénből	107	341	502	663	762

Ezeknek a számoknak valóraváltása érdekében bányászatilag az István II. akna és a Zobáki-aknák után 1970-ben üzembe kell helyezni a Hosszúhetényi I., 1974-ben pedig a Hetény II. aknát. További aknatelepítések, úgymint Béta II., Máza II., Máza III. egyelőre nem szükségesek. A szénelőkészítő üzemekben a legsürgősebb teendő a pécsújhegyi szénmosó rekonstrukció II. ütemének befejezése 1963-ig, mely lehetővé teszi nehézszuszpenzió segítségével a 12% hamutartalmú végtermékre való mosást és Pécsett a 17,2%-os kokszszénkoncentrátum kihozatal elérését. Ez a rekonstrukció azért is jelentős, mert csökkenti az eddigi mosási üzemköltséget azáltal, hogy Sztálinvárosban már másodszor mosni a pécsi szenet nem kell, azonkívül az ily módon felszabaduló sztálinvárosi mosókapacitásra a komlói széntermelés erősmérvű felfutása miatt feltétlen szükség is van. Itt kívánom megemlíteni azt a tényt, hogy most a II. kokszolóblokk megindulása után szénmosó üzemünk hétköznapjai teljes mértékben le vannak már terhelve és a hazai szénbányászat várhatóan kedvező felfutásának függvényében, szükséges lesz rövidesen a vasárnapi műszakok beállítása is. Ellenkező esetben mosókapacitásunk gátjává válik a hazai kokszolható széntermelésnek, melynek növelése pedig mindenképpen helyes.

Második teendő a sztálinvárosi szénmosó rekonstrukciója, amely egyes súlyponti gépeinek felújításán kívül kapacitásának 360 t/ó-ra való megnöveléséből és az ülepítőgépek középtermékének nehézszuszpenziós utánmosásából állna. Ezt a munkát 1964-ig feltétlenül be kell fejezni, mert a Zobáki-akna belépése után különben mosókapacitás hiány lép fel.

A Hosszúhetényi-akna 1970-ben való üzembelépése szükségszerűen magával hozza az új hetényi nehézszuszpenziós mosó megépítését, melyre a komlói Béta-aknai széntermelést is kötélpályán fel lehet majd adni lemosásra. Ez az elgondolás már többször felmerült és el lett vetve, de ha a Hetényi-aknákat 1970—74-ben valóban üzembe helyezik, ez a leggazdaságosabb megoldás, mert egyúttal megoldja a komlói új mosó építésének problémáját is. A Dunai Vasmű szempontjából pedig megnyugtató az a tény, hogy Erőművének a helyi szénmosó középterméke a távlati időszakban is biztos alapszene marad.

A távlati kép vázlatos ismertetése után célszerű összehasonlítani a várható nyersaknaszéntermelés és a feketeszénvagyon között. Sokfelől elhangzott már a kérdés, mennyi időre elég a feketeszenünk, ill. érdemes-e kokszolóipart tervezni rá? Ha az 1975. évi 4 250 000 t nyersaknaszenet 20% fejtési veszteséggel megnöveljük és bizonytalansági faktorként — tekintettel a tektonikai zavarokra és eruptivumokra — 30%-kal csökkentjük a feltárt szénvagyont — a geológiailag még valószínűvel pedig egyáltalán nem is számolunk —, akkor is 78 évre elegendő a feketszénkészletünk. A kutatások előrehaladásával pedig ez az idő csak növekedhet.

Rátérve a Dunai Vasmű Kokszolóművének 1956. VII. 7-i üzembehelyezése óta eltelt időszak

vizsgálatára megállapíthatjuk, hogy évről-évre nagyobb mennyiségű komlói, ill. pécsi elődúsított szén érkezett Sztálinvárosba *(3. táblázat)*.

3. táblázat

Sztálinvárosba évenként érkezett, elődúsított szén

	Komlói		Pécsi	
	t	%	t	%
1956	131 539,7	50,0	33 040,4	50,0
1957	388 804,7	147,8	34 808,9	52,7
1958	584 159,7	222,0	125 875,0	190,7
1959	649 599,9	246,9	143 894,9	217,7

A kokszolható elődúsított szénmennyiség növekedése annál inkább dicséretreméltó, mert minden évben közel azonos mennyiségű nyersaknaszénből lett előállítva.

A Dunai Vasmű szénmosójába 15—18% pécsi szén és 82—85% komlói szén keveréke került feladásra. Portalanítás, ill. iszaptalanítás után a + 0,75 mm-es osztály, mely a feladás 69%-át teszi ki, ülepítőgépeken került dúsításra, a 0—0,75 mm osztály pedig flotációra ment. Az együttes mosási kihozatal 55% volt 1959-ben, szemben az 1957. évi 51%-kal, melyből a dúsítás mennyiségi hatásfoka

$$\eta_{me} = \frac{S_t}{S_e} = \frac{55}{73} = 75{,}4\%\text{-nak}$$

adódik, a minőségi hatásfok pedig

$$\eta_{mi} = \frac{h_f - h_t}{h_f - h_e} = \frac{22{,}6 - 11{,}7}{22{,}6 - 9{,}1} = 80{,}8\%\text{-nak.}$$

S_t = tényleges mosási kihozatal
S_e = elméleti mosási kihozatal
h_f = mosásra feladott szén hamutartalma
h_t = mosottszén tényleges hamutartalma
h_e = mosottszén elméleti hamutartalma a tényleges kihozatal mellett

A nehézszuszpenziós utánmosástól a hatásfokok 10%-os megjavulása várható, ami a mosási kihozatalt további 6—8%-kal fogja emelni. Ugyancsak kedvezően hat a mosottszén kihozatalra a flotáció javuló munkája az esetben, ha az Országos Tervhivatal a MÁV felé való iszapszénszállítási kötelezettséget törli és a jelenlegi maximum 35%-os hamutartalom megemelhető lesz!

Az évek során természetesen a kokszolható szénelegy szükséglet is egyre növekedett, mégis megállapíthatjuk, hogy 1959-ig a hazai szénarány a kokszolható szénelegyben ugrásszerűen megemelkedett, sőt az 1959. évi egészségtelen arányt nézve még azt is elmondhatjuk, hogy a hazai kokszolható feketeszén termeléshez viszonyítva a II. számú kokszolóblokk üzembehelyezése kb. egy évvel lemaradt. Ennek indokolására hivatkozom a már többször ismertetett mosási görbére, mely világosan megmutatja, hogy a komlói és pécsi szenet nem gazdaságos önállóan kohókokszgyártásra felhasználni, részben nagy kéntartalma, de főleg amiatt, mert az ekkor megkövetelt 11%-os hamutartalom a mosási kihozatalt nagymértékben lecsökkenti. Ezáltal a hazai kohókoksz termelés is erősen csökken és az importkoksz aránya megnő. Sokkal célszerűbb hazai szeneinket 13% hamutartalomra mosni, mikor is a mosási kihozatal 14%-kal emelkedik és a 13%-os hamutartalmú magyar szénhez 50%-os arányban kis hamu- és kéntartalmú importszenet adagolni, mely által biztosítani lehet a kohókokszban a megkívánt hamu és kéntartalmat.

4. táblázat

4,25 mt hazai fekete nyersaknaszén termelésből különböző mosottszén hamutartalom mellett előállítható kohókoksz mennyiség

	Hamutartalom		
	11%	12%	13%
	termelhető szén, t		
Hazai mosottszén	990	1140	1250
Importszén	—	620	1250
Kokszolható elegy	990	1760	2500
Kohókoksz termelés ...	652	1160	1640

A *4. táblázaton* feltüntettük, hogy 1975-ben a betervezett 4 250 000 t nyersaknaszén termelésből 11, 12, illetve 13% hamutartalom mellett milyen mennyiségű koncentrátumot tudnánk előállítani és azok milyen importszén szükségletet kívánnak ahhoz, hogy a jelenlegi kohókoksz minőségét biztosíthassuk.

A számokból látható, hogy 1975-ben hazai szeneinket 13% hamutartalomra mosva és szovjet + cseh importszénnel 1 : 1 arányban megnövelve azt, 5 kokszolóblokk elegyét biztosíthatnánk.

Szólnunk kell még a kokszolható elegy nagy kéntartalmáról is. A komlói szén kéntartalma 2,0—2,1%, a pécsié 2,2—2,4%, a szovjet Pzs és K típusú szeneké pedig 2,3—2,8% között ingadozik. Már eddig is, míg aránylag kevés szovjet szenet használtunk fel, elég nagy volt az elegy kéntartalma, mert az ülepítőgépes mosó csak 0,1—0,2%-os kéncsökkenést tud biztosítani. Az 1,8—1,9%-os elegy kéntartalom a kokszban 1,4—1,5%-ra redukálódott. A II. kokszolóblokk belépése után azonban 26% szovjet szénaránnyal és 60%-os hazai aránnyal kell dolgoznunk. A rendelkezésre álló 14% cseh szén kevés és 0,7—0,8% kéntartalmával nem képes visszahúzni az elegy kéntartalmát, amely így 2,0—2,1%-ra emelkedik, míg a kokszban 1,6—1,7%kén jelentkezik. A szénfajták mennyiségi arányának megváltoztatásán túlmenően, feltétlenül keresni kell annak lehetőségét, hogy részben a szénelőkészítés folyamán szelektív flotálással vagy széreléssel hathatósabb kéncsökkenést érjünk el, részben pedig a kokszoláskor a kénredukció intenzívebb legyen. Egyéb minőségi mutatóiban a kokszolható elegy megfelelő, EGB minősítés szerint 433-as, miáltal nagyszilárdságú kohókokszot ad.

Mégegyszer ki szeretném hangsúlyozni, hogy nyugodtan építhetünk jelentős feketekőszénvagyonunkra, valamint derék komlói és pécsi bányászainkra, akik eddig is példamutatóan helytálltak a termelésben és biztosították a Dunai Vasmű számára a kokszolható elődúsított szenet.

A nagyolvasztó kokszfogyasztásának csökkentése vízgőz-, földgázbefújtatás, fokozott levegő előmelegítés és pakurabeporlasztás segítségével

DR. NAHOCZKY ALFONZ

DK : 669.126.27

A) Vízgőzbefújtatás

Mielőtt nagyolvasztóink bevezették a céltudatosan szabályozott vízgőzbefújtatást, a levegőt 500—600 C°-ra melegítették. Az atmoszférikus levegő változó vízgőztartalma közvetlenül hatott a medence hőmérsékletére és így bizonyos fokig a nagyolvasztójáratára is.

Ennek a hatásnak a kiküszöbölésére születtek a különböző levegőszárító eljárások, amelyek azonban túlságosan költségesek és bonyolultak. E helyett célszerűbbnek látszott a befújt levegő vízgőztartalmának és hőmérsékletének szándékos növelése olyan mértékben, hogy az az atmoszférikus levegő vízgőztartalmánál nagyobb legyen és az ingadozásokat erre a mennyiségre ki lehessen egyenlíteni. A nagyolvasztóba így mindig állandó mennyiségű vízgőz kerül. Sőt a kohójárat egyéb okokból származó egyenetlenségeit is ki lehet többé-kevésbé egyensúlyozni.

A telített levegő téli-nyári vízgőztartalma : — 20 C°-on 0,9, 0 C°-on 4,9, + 10 C°-on 9,85, + 20 C°-on 19,0 g/Nm³.

+ 20 C°-on 15 g/Nm³ vízgőzmennyiség 75%-os telítettséget jelent. Ennek megfelelően a levegőt 10 C°/g-mal, 700 C°-ra kell előmelegíteni úgy, hogy a vízgőztartalom 1 g/Nm³-nyi növekedését a hőmérséklet 10 C°-kal való emelésével egyenlítsük ki. A kohójárat egyéb okokból előálló kilengéseit a 15 g/Nm³ vízgőzmennyiségnek megfelelő változtatásával — a levegőelőmelegítés módosítása nélkül — kiegyensúlyozhatjuk.

A továbbiakban erre a 700 C°-ra előmelegített, 15 g/Nm³ vízgőztartalmú levegőre alapozzuk a számításainkat.

Az alábbi táblázatban — az ismert számításokat mellőzve — csak a levegő hőmérsékletének, illetve vízgőztartalma változásának csupán a számszerű következményeit mutatom be. A különböző körülmények között is gyakorlatilag azonos égéshőmérséklet utal arra, hogy a vízgőztartalom 1 g/Nm³-nyi változását valóban a hőmérséklet 10 C°-nyi módosításával lehet kiegyensúlyozni *(1. táblázat)*.

Ha az 1. táblázat adatait abból a szempontból vizsgáljuk, hogy mit várhatunk a levegő vízgőztartalmának a növelésétől, a kokszfogyasztás csökkentése és a termelés növekedése tekintetében, akkor kb. az alábbi következtetéseket vonhatjuk le :

Az 1 kg C-ból eredő gázmennyiség — ugyanazon égéshőmérséklet mellett — a vízgőz szaporodásakor a 700 C°-os állapot 100%-ával szemben 1000 C°-on 96%-ra csökken, így az ugyanannyi karbonból fűtésre használható kalória mennyisége is és a termelés is csökken. Ezzel szemben a redukáló gázok ($CO + H_2$) mennyisége valamennyit (36,8%-ról 40,2%-ra) nő, (a H_2 közel a 3-szorosára), tehát az indirekt redukció fokozódására lehet számítani. Az így csökkenő hőszükséglet ellensúlyozza a termelésnek a hőt leadó gáztömeg csökkenéséből származó esését. Így a vízgőztartalom s az előmelegítés megfelelő fokozásával kb. azonos termelésre számíthatunk. De ugyanakkor a levegőbefújtatást 91%-ra kell csökkentenünk.

Ha az égéstermék mennyiségét 96%-ról az eredeti 100%-ra akarjuk növelni, akkor a levegő mennyiségét $\frac{100}{96} \cdot 91 = 94\%$-ra kell emelni. Ekkor — az indirekt redukció növekedése nélkül is — azonos termelésre számíthatunk. Ezzel azonban a fűtő C-fogyasztás $\frac{100}{96} \cdot 100 = 104\%$-ra emelkedik. Ezeknek a számítási eredményeknek a kísérleti igazolása alig lehetséges, mert olyan csekély változásokról van szó, amelyek a kísérletek mérési hibahatárain belül vannak. Azt mindenesetre leszögezhetjük, hogy a vízgőz mennyiségének és ezzel egyidejűleg a befúvott levegő hőmérséklete-

1. táblázat

A számításokból kapott adatok felsorolása

	Számítva		Interpolálva	Számítva
1. Levegőelőmelegítés, C°	700	800	900	1000
2. Vízgőzbekeverés, g/Nm³	15	25	35	45
3. Vízgőz okozta többlet C fogyasztás, %	4,5	7,5	12	15,5
4. Levegőbevitel 1 kg C-ra, Nm³	4,43	4,43	4,43	4,43
5. Keletkezett gázmennyiség 1 kg C + vízgőzokozta többletből, Nm³	5,536	5,65	5,76	5,87
6. Keletkezett gázmennyiség 1 kg C-ra, Nm³	5,3	5,28	5,15	5,1
7. CO% a gázokban	35,3	35,5	35,7	35,9
8. H_2% a gázokban	1,5	2,5	3,3	4,3
7 + 8. Együtt	36,8	38,0	39,0	40,2
9. Levegőbevitel 1 kg fogyasztott C-ra, Nm³/kg	4,22	4,14	3,96	3,85
10. Égéshőmérséklet, C°	1970	1960	1970	1975

nek a fokozásától számottevő termelésnövekedést, vagy a kokszfogyasztás csökkentését nem várhatjuk.

B) Metán (földgáz) befújtatás

A román földgázban csak 98% metán (CH_4) van, azonban az alábbiakban a 2%-nyi szennyező (N_2, CO_2) alkotórészt elhanyagoljuk és csupán a tiszta CH_4 befújtatásának a hatását vizsgáljuk. Számításaink alapja itt is a 15 g/Nm³ vízgőztartalmú, 700 C°-ra előmelegített levegő. Az égéshőmérséklet tehát az előzőek szerint 1970 C°.

Ehhez a levegőhöz a fúvókán különböző mennyiségű metánt fújtatunk be úgy, hogy az égéshőmérséklet változatlanul 1970 C° maradjon.

A fúvóöv hőmérsékletén az égés befejezésekor az égéstermékben csak CO és H_2 lehet.

A számításba jövő égésreakció:

$$CH_4 + \frac{1}{2}O_2 = CO + 2H_2 - 9770 \text{ kcal.}$$

A számításokat elvégezve arra az eredményre jutunk, hogy 3330 C°-os levegő előmelegítésre van szükség.

Ez a nagyolvasztóban nem valósítható meg, pedig csupán metánnal csak így tudnók az 1970 C°-os hőmérsékletet elérni. Lehetne oxigéndúsításra áttérni, amit adottságaink miatt számításon kívül kell hagynunk.

A CH_4-t azonban nem önmagában, hanem koksszal együtt használjuk (erre az anyagoszlopnak a gázáthatolást biztosító fellazítására úgyis szükség van), tehát a még hiányzó hőmennyiséget részben a fűtőkoksz elégetéséhez szükséges levegő előmelegítésének fokozásával pótolhatjuk.

Előzetes számítás alapján kiderült, hogy a 700 C°-os levegőelőmelegítés s 15 g/Nm³ vízgőzbefújtatás alapul vételével a további előmelegítési lehetőségek kihasználása miatt 1 kg fűtő C-ra csak 0,1—0,2 Nm³ metánt fújhatunk be.

0,1 Nm³ CH_4/1 kg fűtő C bevitelekor

1 kg C + 4,43 Nm³ levegőből keletkezik 1,87 Nm³ CO + O Nm³ H_2 + 3,5 Nm³ N_2 = 5,37 Nm³.

0,1 Nm³ CH_4 + 0,237 levegőből ered 0,1 Nm³ CO + 0,2 Nm³ H_2 + 0,19 Nm³ N_2 = = 0,49 Nm³.

0,045 kg C + 0,08 Nm³ H_2O-ból lesz 0,08 Nm³ CO + 0,08 Nm³ H_2 + 0,0 Nm³ N_2 = = 0,16 Nm³.

Összegezve:

$$\underline{2{,}05 \text{ Nm}^3 \text{ CO}} + \underline{0{,}28 \text{ Nm}^3 \text{ H}_2} + \underline{3{,}69 \text{ Nm}^3 \text{ N}_2} = 6{,}02 \text{ Nm}^3$$

$$34{,}2\% + 4{,}66\% + 61{,}14\% = 100\%.$$

Az 1 kg C és 0,1 Nm³ CH_4 elégetésén kívül 1970 C° eléréséhez szükséges kalóriamennyiséget a levegő előmelegítésével biztosítjuk:

4,43 Nm³	700 C°-os levegővel á 228,4 kcal	= 1020 kcal-át
0,237 Nm³	3330 C°-os levegővel á 1250 kal	= 296 kal-át
4,667 Nm³	t°-os levegővel	1316 kcal-át

viszünk be.

A szükséges előmelegítés hőmérséklete tehát:

$$t\,C° = \frac{1316}{4{,}667 \cdot 0{,}33} = 850\,C°$$

Az előzőkben azt láttuk, hogy 1 g/Nm³-rel több vízgőzhöz 10 C°-kal nagyobb előmelegítés szükséges. 0,1 Nm³ metán adagoláskor 150 C°-os hőmérsékletemelés (700-ról 850 C°-ra) szükséges. Ugyanarra a térfogatra számítva tehát a vízgőzbevitelhez képest $\frac{0{,}1}{0{,}018} = 5{,}55$-szörösen fokozott előmelegítéssel kell számolnunk.

Levegőre vonatkoztatva a bevitt metán mennyisége mindössze

$$\frac{0{,}1 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4}{4{,}667 \text{ Nm}^3 \text{ levegő}} \cdot 100 = 2{,}13\%$$

1000 kg kokszra vonatkoztatva (ha ebben 80% a C, amelynek 80%-a, tehát az egésznek 64%-a fűtő C) a 850 C°-os előmelegítéssel a bevitt CH_4 mennyisége $640 \cdot 0{,}1 = 64$ Nm³.

A fenti számításokat 0,2 Nm³ CH_4/1 kg fűtő C adagolására is elvégezhetjük.

Az előmelegítés hőmérséklete a számításból kereken 1000 C°-nak adódik.

Az 1 kg fűtő C-ra eső minden 0,1 Nm³ CH_4 adagolásakor kereken 150 C°-kal kell az előmelegítés hőmérsékletét növelni.

A számításokat a *2. táblázat* foglalja össze.

2. táblázat

A metán beadagolás hatására vonatkozó számított adatok

1. Levegőelőmelegítés, C°	700	850	1000
2. Vízgőzbevezetés, g/Nm³	15	15	15
3. Vízgőzokozta többlet C fogyasztás, %	4,5	4,5	4,5
4. CH_4 bevitel 1 kg tisztán levegővel elégetett C-ra, Nm³	0	0,1	0,2
5. Levegőbevitel 1 kg C-ra + CH_4-re, Nm³	4,43	4,67	4,9
6. Gázmennyiség 1,045 kg C + vízgőz + CH_4-ből, Nm³	5,536	6,02	6,51
7. Gázmennyiség 1 kg fűtő C-ra, Nm³	5,25	5,72	6,22
8. CO % a gázokban	35,3	34,2	33,00
9. H_2 % a gázokban	1,5	4,66	7,4
8 + 9. Együtt	36,8	38,86	40,4
10. Levegőfogyasztás 1 kg fűtő C-ra, Nm³	4,20	4,44	4,67
11. Égéshőmérséklet, C°	1970	1970	1970

A CH_4 bevitelnek a hatása — ugyanazon 1970 C°-os égéshőmérséklet fenntartása mellett — legszembetűnőbben a gázmennyiség növekedésében jelentkezik (1000 C°-os előmelegítéssel 0,2 Nm³ CH_4 adagolásakor már 17%). A redukáló

gázok (CO, H_2) %-os mennyisége nő. A H_2 jobban szaporodik, mint a vízgőz befújtatáskor, így fokozottabb indirekt redukcióra számíthatunk. A levegőszükséglet is növekszik (2. táblázat 5. sor).

Ha a $C + CH_4$ fogyasztást azonos gázterhelésre (égéstermék mennyiségre) számítjuk át, 1000 C°-os előmelegítéskor $\frac{5,536}{6,51} \cdot 100 = 85\%$-ra csökken, ami azonos termelésre ugyanilyen fűtőkoksz csökkenést jelent (az indirekt redukció növekedésének hatását elhanyagoljuk). A levegőfogyasztás is $4,9 \cdot \frac{5,536}{6,51 \cdot 4,43} \cdot 100 = 93,5\%$-ra csökken.

A gyakorlati kiértékelés a következő (1000 C°-os előmelegítésre): 1000 kg kokszból a fűtőkoksz 800 kg. Ez 85%-ra, azaz 680 kg-ra csökken. A kokszmegtakarítás tehát 1000 kg kokszból: 800—680 = 120 kg/1000 kg = 12%.

Ugyanekkor a CH_4-fogyasztás $\frac{680}{1,045} 0,8 \cdot 0,2 =$ = 103 Nm^3 az 1000 kg eredeti kokszadagra. $103 \frac{1000}{880} = 117$ Nm^3/1000 kg csökkentett kokszadag

A csökkentett kokszmennyiség $0,88 \cdot 750 =$ = 660 t/24 h, egy 750 t/nap kokszfogyasztású nagyolvasztóban.

Kokszmegtakarítás: 90 t/24 h = 31 500 t/év.

Metánbevitel: 660 117 = 77 000 Nm^3/24 h = = 26 900 000 Nm^3/év.

Többlet kohógáz felhasználás a léghevítők 20 000 Nm^3/ó szokott fogyasztásán felül:

$$\underbrace{20\,000 \left(\frac{1000}{700} - 1\right)}_{8500\ Nm^3/ó} \cdot 24 = 204\,000\ Nm^3/24\ h = 71\,800\,000\ Nm^3/év.$$

Pénzben ez a következő képet adja:

Bevétel:

31 500 t/év kokszmegtakarítás á 1000 Ft = = 31,5 millió Ft/év.

Kiadás:

26 900 000 Nm^3 metán á 0,74 Ft = = 19,8 millió Ft/év.

Kohógáz többlet:

71 800 000 · 0,1 = 7,18 millió Ft/év.

Haszon ..... 4,52 millió Ft/év.

A metánbevitelkor a termelés és a gázmennyiség változatlan marad, a befújt levegő mennyisége pedig 93,5%-ra csökken. Ha az üzemi eredmények javulnak, a termelés nő, az csak az indirekt redukció növekedésének a következménye lehet. Ez azonban bizonytalan tényező, úgyhogy nem számolhatunk vele.

C) A levegő fokozott előmelegítése

Az előzőek szerint a levegőt azért kellett 700 C°-nál nagyobb hőmérsékletre hevíteni, mert a fúvóövet hőfogyasztó folyamatokkal terheltük meg (vízgőz, metán bevezetése). Az alapul vett 1970 C°-os égéshőmérséklet fenntartása csak a levegőelőmelegítés fokozásával volt lehetséges.

Kérdés most már, hogy mi lesz a levegő előmelegítés fokozásának hatása, ha a fúvóövet nem terheljük arányosan hőfogyasztó folyamatokkal.

A kiinduló állapot itt is a 700 C°-os, 15 g/Nm^3 vízgőztartalmú levegő és a fúvóöv 1970 C°-os égéshőmérséklete.

A változatlan vízgőztartalmú levegőt legfeljebb 900 C°-ra melegíthetjük fel, különben a fúvósík túlkoncentrált hőhatása alatt a kokszhamu, salak elpárolgás s egyéb okok a nagyolvasztóban akadozásokat okoznak (*Lennings* oxigén dúsítási kísérletei St. u. E. 1935).

900 C°-os levegő befúvásakor az energia- és hőmérsékletviszonyok a következőképp alakulnak:

1 kg 1400 C°-os C hőtartalma ..	585
0,045 kg 1400 C°-os C hőtartalma	26
4,43 Nm^3 900 C°-os levegő hőtartalma	1320
1 kg C elég CO-vá.....	2300
0,045 kg C ad H_2O-val.....	— 113 kcal,
azaz 1,045 kg fűtő C-re Σ hőfejlesztés	4118 kcal,

ebből 1 m^3-re jut

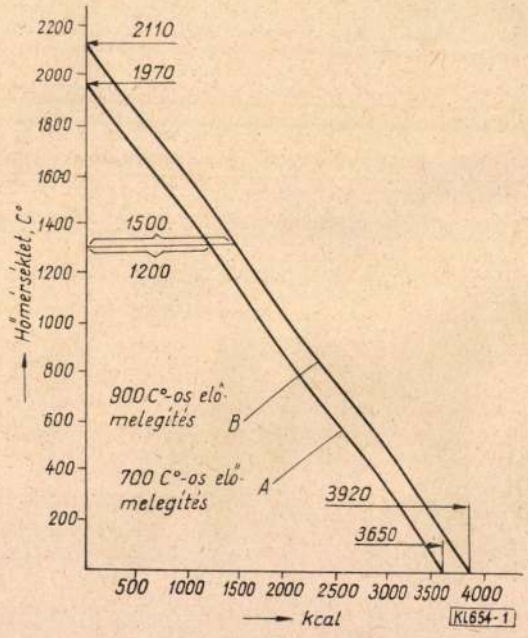
$$\frac{4118}{5,536} = 745\ kcal/Nm^3$$

$745 = c_p \cdot t°$ és

$$t° = \frac{745}{0,354} = 2110\ C°$$

(900 C°-os előmelegítés)

Ha 100 kg nyersvas hőszükséglet görbéjét a hőfok függvényében megrajzoljuk s azt burkoljuk 1 kg fűtő C hőleadási görbéjének sokszorosával (Reichard-eljárása), megkapjuk a hőszükségletet fedező fűtő C mennyiséget. Végeredményben a hőszükséglet görbének a kritikus (a burkoló görbével érintkező) pontja szabja meg a minimális C-szükségletet. A többi értéken a nagyolvasztóban hőfölösleg van. Ez a kritikus pont nagy mészkő fogyasztáskor, 900 C°-on, a mészkő szétbomlás



1. ábra. 1 kg fűtő C-ból eredő gázok lehűlési görbéi

hőmérsékletén van. A kevesebb mészkő adagolásakor 1300 C° körül, a direkt redukció és a salakolvadás azonos hőmérsékletén jelentkezik. Ózdon 1950-ben 1300 C°-on volt a kritikus hőmérséklet. A DV-ben, ahol a mészkő zömben az ércelőkészítőben és nem a nagyolvasztóban ég ki, kritikus pontnak az 1300 C°-ot tekinthetjük. Ha a hőszükségletet a fűtő C mennyiségének helyes beállításával ezen a hőmérsékleten fedezzük, akkora nagyolvasztó többi részében is ki van elégítve.

Az a hőmennyiség tehát, amely 1 kg fűtő C-ból 1300 C°-ig való lehűlés közben a 700 C°-os és 900 C°-os előmelegítéskor leadható, megszabja egyúttal a fűtő karbonból az előmelegítés fokozása következtében megtakarítható mennyiséget. Ezt szemléltetően mutatja az *1. ábra*, amelyet az alábbi adatok segítségével szerkesztettünk meg:

1 kg fűtő C-ból:

700 C°-os előmelegítéskor:

$$\frac{5{,}563}{1{,}045} \cdot 693 = 3650 \text{ kcal (1970 C°)}.$$

900 C°-os előmelegítéskor:

$$\frac{5{,}563}{1{,}045} \cdot 745 = 3920 \text{ kcal (2110 C°) szabadul fel.}$$

A 900 C°-os előmelegítéskor az 1. ábra szerint az 1300 C°-os kritikus hőmérsékletig $\frac{1500}{1200} = 1{,}25$-szörös, tehát 25%-kal több hasznos hő adható le. Ugyanolyan kohóterhelésen, tehát olvasztási sebesség mellett csak

$$\frac{1}{1{,}25} \cdot 100 = 80\%$$

fűtőkokszot kell elégetni.

Mivel a torokon beadott kokszmennyiségnek csak 80%-a ér le fűtőkokszként a fúvóövbe, ezért a kokszmegtakarítás 100 kg kokszból:

$(100 \cdot 0{,}8) \cdot (1 - 0{,}8) = 16$ kg, azaz 16%.

A kisebb kokszfogyasztás miatt arányosan kevesebb gáz keletkezik, anélkül, hogy a termelés megváltozna. Ha a gáztermelést az eredeti mennyiségére növeljük, a termelés is arányosan megnő, éspedig:

$$\frac{100}{100 - 16} \cdot 100 = 19\%\text{-kal.}$$

Azt azonban csak üzemi kísérlet dönthetné el, hogy a gyorsabb üzemmenet nem növeli-e a direkt redukció arányát és ezáltal (az 1300 C°-os térben) a hőszükségletet, tehát a kokszfogyasztást és nem csökkenti-e ismét a termelés 19%-ra számított növekedését.

Gazdaságilag ez a módszer az előbbieknél előnyösebbnek látszik, mert a kokszfogyasztás csökkenését minden más energia bevitele nélkül csupán az előmelegítés fokozásával, tehát a kohógáz fogyasztás növelésével érjük el. Az eljárás pénzbeli mérlege:

Bevétel:

Kokszmegtakarítás:

$0{,}16 \cdot 31{,}2$ t/ó á 1000 Ft = 5000 Ft/ó

Kiadástöbblet:

$$20\,000 \left(\frac{900}{700} - 1\right) \cdot$$

$\cdot$á 0,1 Ft $= 5800 \cdot 0{,}1$ = 580 Ft/ó

haszon ..... 4420 Ft/ó

350 nap = 8400 órával az évi haszon: $4420 \cdot 8400 = 37\,000\,000$ Ft/év.

Az évi kokszmegtakarítás: $8400 \cdot 5 = 42\,000$ t, avagy ehelyett 19%-os termelésnövekedés várható ugyancsak csökkent (16%-kal kevesebb) fajlagos kokszfogyasztással.

D) Pakurabeporlasztás

Mit várhatunk a pakurabeporlasztástól a kokszfogyasztás csökkentésében, ha megint abból indulunk ki, hogy a szokásos 700 C°-os levegőelőmelegítés és 15 g/Nm³ vízgőzbefújtatással beállított üzem 1970 C°-os fúvóövi hőmérsékletet változatlanul akarjuk tartani. Mennyi pakurát adagolhatunk és milyen hőmérsékletre hevíthetjük a befúvott levegőt?

A nagyolvasztóba bevihető kénben szegény pakura átlagos összetétele

$$\begin{aligned} C &= 87{,}0\% \\ H &= 11{,}4\% \qquad H_{fűtő} = 9850 \text{ kcal/kg} \\ O + N + S &= 1{,}6\% \\ &\overline{100{,}0\%} \end{aligned}$$

Ebből a szénhidrogének összetétele (a metánnal való összehasonlítás céljából):

$$C = \frac{87}{12} = 7{,}25$$

$$H = \frac{11{,}4}{1} = 11{,}4$$

$$C_{7{,}25} \cdot H_{11{,}4} = C \cdot H_{1{,}57}$$

Az ugyanannyi C-ra eső H mennyisége tehát csak $\frac{1{,}57}{4} = 0{,}392$-ed része a metánénak, tehát kereken 40%-a. Ez az 1,57-es tényező a különböző összetételű összekeveredett szénhidrogének átlagos mutatója.

Elsősorban ennek a vegyületnek a képződési hőjét kell megállapítanunk, amit a nagyolvasztóban mint szétbontási hőt kell biztosítani. A képződési hőt legegyszerűbben a következőképp határozhatjuk meg:

Ha a fenti összetétel nem szénhidrogének alakjában volna jelen, akkor az egyes elemek a következő fűtőértékeket képviselnék:

C $0{,}87 \cdot 7944$ = 6 910,

H $0{,}114 \cdot 28680$ = 3 270,

S $0{,}005 \cdot 2222$ = 11, azaz

együtt ..... 10 191 kcal/kg

Ezzel szemben mértek 9850 kcal/kg-ot

tehát a képződési hő 341 kcal/kg

Amikor a fúvóövbe az olajat porlasztjuk, elsősorban ezt a 341 kcal/kg hőmennyiséget be kell vinnünk a szénhidrogének szétbontására

ahhoz, hogy az égésreakció végén a C-ből csak CO képződjék, a H pedig változatlanul szabad maradjon.

Az 1 kg olaj égésének folyamata — a $C + \frac{1}{2} O_2 = CO$ egyenlet alapján — a következő:

$$0{,}87 \text{ kg } C + \overbrace{0{,}87 \cdot \frac{22{,}4}{2{,}12}}^{0{,}813} \text{ Nm}^3 O_2 + \overbrace{\frac{79}{21}\left(0{,}87 \frac{22{,}4}{2{,}12}\right)}^{3{,}06} \text{ Nm}^3 N_2 + \overbrace{0{,}114 \frac{22{,}4}{2}}^{1{,}28} \text{ Nm}^3 H_2 =$$

$$\underbrace{\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad}_{3{,}873 \text{ Nm}^3 \text{ levegő}}$$

$$= \underbrace{1{,}626 \text{ Nm}^3 CO + 3{,}06 \text{ Nm}^3 N_2 + 1{,}28 \text{ Nm}^3 H_2}_{5{,}966 \text{ Nm}^3 \text{ égéstermék}} + \underbrace{(0{,}87 \cdot 2299 - 341)}_{1659 \text{ kcal/kg pakura}}$$

Ha a $t = 1970$ C°-os hőmérsékletet x kcal előmelegítéssel kell biztosítani, akkor 1 kg pakura elégetésekor:

$$5{,}966 \; c_p \cdot t = 1659 + x, \text{ amiből}$$

$$t = 1970 = \frac{1659 + x}{5{,}966 \cdot 0{,}352}$$

$$x = 2476 \text{ kcal/kg pakura.}$$

Ezt a melegmennyiséget kell a levegő előmelegítésével biztosítani.

1 Nm³ levegőre jut:

$$\frac{2476}{3{,}873} = 640 \text{ kcal/Nm}^3,$$

ami

$$\frac{640}{0{,}350} = 1830 \text{ C°-os}$$

előmelegítésnek felel meg. Ezt pedig nem lehet elérni.

A pakurát azonban nem önmagában, hanem a koksz-C egy részének a pótlásául visszük be. Így a szükséges melegmennyiséget a koksz-C elégetéséhez szükséges levegő fokozott előmelegítésével biztosíthatjuk.

Előzetes számítások szerint a fűtőkoksz 1 kg-nyi karbonjára 0,1 kg pakurát befújva a 15 g/Nm³ vízgőz tartalmú levegőt 800 C°-ra kell előmelegíteni.

Ha hasonló körülmények között 0,3 kg pakurát adagolunk, 946 C°-ra előmelegített levegőre van szükség. A számításokkal kapott eredményeket a *3. táblázatban* foglalom össze.

A pakuraadagolás hatása legszembetűnőbben a gázmennyiség növekedésében mutatkozik. (1000 C°-os levegővel 0,367 kg pakura már 15,7%-kal növeli.) Ugyanakkor a redukáló gázok (CO, H_2) %-os mennyisége növekszik. A H_2 szaporodása sokkal erősebb, mint a vízgőz befújtatásakor (kb. annyi, mint a 0,2 Nm³ metán bevezetésekor), ezért fokozottabb indirekt redukcióra számíthatunk. A befúvott levegő mennyisége is növekszik (3. táblázat 5. sor).

Ha a tüzelőanyagfogyasztást azonos gázterhelésre, vagyis ugyanannyi égéstermékre számítjuk át, akkor 1000 C°-os levegővel a C + pakurafogyasztás:

$$\frac{5{,}536}{7{,}69} \cdot 100 = 72\%\text{-ra}$$

csökken, ami változatlan termelés mellett a fűtőkoksz fogyasztásban hasonló csökkenést jelent. (Az indirekt redukció növekedésének hatását elhanyagoljuk.) A levegőfogyasztás ugyanakkor

$$\frac{5{,}96 \cdot 72}{4{,}43} = 96{,}5\%\text{-ra}$$

csökken.

A gyakorlati kiértékelés a következő:

1000 C°-os előmelegítéskor 1000 kg kokszból a fűtőkoksz 800 kg. Ez 72%-ra, tehát 576 kg-ra csökken. A kokszmegtakarítás tehát 1000 kg kokszból: 800—576 = 224 kg/100 kg = 22,4%.

Az adagolt koksz tehát 1000 kg helyett: 776 kg.

3. táblázat

Pakura befújtatáskor kapott számítás adatai

	Számított		Interpol.	Számított	Extrapol.
1. Levegőelőmelegítés, C°	700	800	850	950	1000
2. Vízgőzbekeverés, g/Nm³	15	15	15	15	15
3. Vízgőzokozta többlet C fogyasztás, %	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
4. Pakurabevitel 1 kg fűtő koksz C-ra, kg	—	0,1	0,167	0,3	0,367
5. Levegőbevitel, 1 kg fűtő C + pakurára, Nm³	4,43	4,93	5,19	5,7	5,96
6. Gázmennyiség 1 kg fűtő C + H_2O + pakurából Nm³	5,536	6,12	6,51	7,3	7,69
6*a*. Gázmennyiség 1 kg fűtőkoksz C-ra, Nm³	5,26	5,85	6,20	6,95	7,45
7. CO% a gázokban	35,3	34,45	34,13	33,3	33,03
8. H_2% a gázokban	1,5	3,45	4,44	6,45	7,45
7. + 8. együtt	36,8	32,90	38,57	39,75	40,48
9. Levegő 1 kg fűtőkoksz C-ra, Nm³	4,27	4,71	4,96	5,45	5,70
10. Égéshőmérséklet, C°	1970	1970	1970	1970	1970

Ugyanakkor a pakurafogyasztás — ha a koksz C-tartalma 80% —

$$\frac{576}{1{,}045} \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}367 = 161 \text{ kg/1000 kg}$$

eredetileg adagolt, illetve

$$\frac{161}{0{,}776} = 210 \text{ kg/1000 kg}$$

csökkentett kokszadagra vonatkoztatva.

Ha tehát a nagyolvasztó szokott kokszfogyasztása: 750 t/24h = 31,2 t/ó.

A csökkentett kokszmennyiség: 0,776·750 = = 581 t/24 h.

Többlet-kohógáz felhasználás (20 000 Nm^3 ó szokott léghevítő fogyasztáson túl).

$$20\,000 \left(\frac{1000}{700} - 1\right) \cdot 24 =$$

$$= 204\,000 \text{ Nm}^3/24 \text{ h} = 71\,800\,000 \text{ Nm}^3/\text{év}$$

Pénzben ez a következő képet adja:

Bevétel:

Kokszmegtakarítás

59,500 t/év á 1000 Ft = 59,5 millió Ft

Kiadás:

pakura

42 800 t/év á 1100 Ft = 47,2 millió Ft

71 800 000 Nm^3 kohógáz-

többlet á 0,1 Ft 7,18 millió Ft

Haszon ..... 5,12 millió Ft

Ezt a hasznot körülbelül fölemészti a pakurának gőzzel való kezelési költsége, ami az árat kb. 30%-kal növeli. A termelés itt sem változik. Ha mégis az üzemi próba során emelkednék, az az indirekt redukció növekedésének javára irandó.

Összefoglalás

A dolgozatban rögzített feltételekkel végzett számítások alapján kimondhatjuk, hogy

a) a befújt vízgőz mennyiségének fokozásától sem a kokszfogyasztás csökkenését, sem a termelés növekedését nem várhatjuk;

b) metán befúvása és a levegő megfelelő előmelegítése révén (legfeljebb 1000 C°-ig 15 g/Nm^3 vízgőztartalommal) 12% kokszmegtakarítás várható. A metán mennyisége ez esetben max. 117 Nm^3/t koksz lehet. Termelésnövekedést ez még nem jelent. Ha mégis jelentkezik, az csak annak a következménye, hogy a H_2-koncentráció növekedése miatt az indirekt redukció részesedési aránya növekszik. (A metán bevezetése a mai árak mellett maximálisan 4,5 millió Ft/év megtakarítással kecsegtet);

c) ha csak a befúvott levegő hőmérsékletét növeljük (változatlan 15 g/Nm^3 vízgőz tartalommal), max. 16% kokszmegtakarításra s 19% termelésnövekedésre számíthatunk. Ez szélső esetben 37 millió Ft/év megtakarítást jelenthet, hacsak a levegő túlzott előmelegítése a nagyolvasztóban akadozó járatot nem okoz. A befúvott levegő maximális hőmérséklete csak kísérletekkel határozható meg;

d) a pakura befúvása és a 15 g/Nm^3 vízgőztartalmú levegő megfelelő előmelegítése révén (legfeljebb 1000 C°-ig) 22,4%-os kokszmegtakarítás várható. A pakurabevitel max. 210 kg/t koksz lehet. Termelésnövekedést ez még nem jelent. Ha mégis jelentkezik, az a H_2-koncentráció, illetve az indirekt redukció növekedésének a következménye. A pakurabevezetés a számításokban szereplő árak mellett maximálisan 5 millió Ft/év haszonnal kecsegtet, amit a pakura gőzzel való kezelése kb. fel is emészt.

A bemutatott számítások betekintést adnak az egyes hőtechnikai folyamatok összefüggéseibe, egyúttal megszabják azokat az értékeket, amelyeket az üzemi kísérletek során össze kell hangolni.

Gazdaságilag legtöbbet a levegő előmelegítésének önmagában való fokozása igér. Ezzel a kísérlettel bármelyik tárgyalt variáció összekapcsolható.

Műszaki eseménynaptár

Január 13. 30 éve (1931) halt meg *Kandó Kálmán* magyar elektromérnök (szül. 1869), a villamos-vasúti vontatás világhírű úttörője, aki a legelsők között ismerte fel az villamosság jelentőségét a közlekedésben, és elsőnek használta a vasúti vontatáshoz a nagyfeszültségű váltóáramot.

19. 225 éve (1736) született *Watt, James* angol mechanikus (megh. 1819), a gőzgép feltalálója.

22. 70 éve (1891) halt meg *Ybl Miklós* magyar műépítész (szül. 1814) a neorenaissance legnagyobb mestere, a királyi palota, az opera, és számtalan épület tervezője.

24. 30 éve (1931) halt meg *Fröhlich Izidor* magyar fizikus, a MTA tagja, a fénytan jeles kutatója.

25. 20 éve (1941) halt meg *Hanaman Ferenc* magyar mérnök, aki Juszt Sándorral kidolgozta a Wolfram-szálas izzólámpa gyártó eljárást.

26. 70 éve (1891) halt meg *Nicolaus, August Ottó* német technikus (szül. 1832) a róla elnevezett 4 ütemű Ottó-motor feltalálója.

29. 75 éve (1886) szabadalmaztatta *Benz, Karl* (1844—1929) német feltaláló automobilját.

31. 80 éve (1881) született *Langmuir, Irving* Nobel-díjas amerikai fizikus és kémikus, az elektroncsövek tökéletesítője, a gáztöltésű izzólámpa felfedezője.

Az összeállított eseménynaptár nem teljes.

Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtár szakanyagában (Bp. VIII., Múzeum u. 17.) Tájékoztatást ad *Pap János*, Reviczky u. 6. Tel: 336-309.

Könyvismertetés

Zsolobov, V. V. és *Zverev, G. I.*: **Fémek sajtolása.** 1959. Moszkva.

Az elmúlt év végén jelent meg a Szovjetunióban a fenti szakkönyv. A fémek sajtolásának területén dolgozó üzemi és tudományos kutatással, ill. a sajtolás elméletével foglalkozó szakemberek már régen várták egy ilyen kiváló szakkönyv megjelenését.

A fémek sajtolása az utóbbi két évtizedben igen rohamosan fejlődött. Sajnos szakirodalma, — a hengerléshez képest — igen szegényes volt. Átfogó, a sajtolás minden részét tárgyaló kézikönyv nem létezett. Ezt a hiányt pótolja ez a nagy terjedelmű hatalmas mű, amely a sajtolás őskorszakától kezdve napjainkig felölel minden jelentősebb tudományos kutató és gyakorlati munkát, ismertető művet, cikket és leírást, valamint a sajtoláshoz szükséges gépi berendezéseket ismerteti. A szakkönyv nyelve egyszerű és világos, ami megkönnyíti, hogy a fizikai dolgozók, technikusok és mérnökök egyaránt tanulmányozhassák.

A szakkönyv enciklopédikusan foglalkozik a sajtolás elméletével és gyakorlatával, így mindkét területen dolgozó szakemberek számára igen nagy segítséget ad.

A fémek sajtolása című szakkönyv 8 részből 50 fejezetből és 19 mellékletből áll.

Az első rész a sajtolási folyamat jellemzésével, történelmi fejlődésével és a sajtolási eljárásnak más melegalakítási eljárásokkal való összehasonlításával, valamint a direkt, az indirekt sajtolási módok ismertetésével foglalkozik.

A második rész a sajtolás főbb elméletével ismerteti meg az olvasót.

A harmadik rész a sajtolás műveleteivel foglalkozik, többek között a tuskó előkészítésével, a sajtolás hőmérsékletével, a tuskó méreteivel, a sajtolás sebességével, a szerszám kialakításával, kenésével, présmaradvány hosszával stb.

A réznek, sárgaréznek, bronznak, nikkel és ötvözeteinek, alumínium és ötvözeteinek, horganynak, magnéziumnak, ólom és ötvözeteinek, acéloknak, titán és ötvözeteinek, berilliumnak, cirkónnak, uránnak, thóriumnak sajtolását ismerteti.

A negyedik rész a fémek sajtoló berendezéseivel foglalkozik. A sajtolók osztályozásával, konstrukciójukkal és kisegítő berendezéseikkel.

Ötödik rész a hidraulikus hajtóművekkel ismertet meg. Itt megemlítünk egy hiányosságot, hogy hazánkban gyártott tekercselt palackok ismertetése, valamint GA 302 I típusú, 1000 lit/perc nagy teljesítményű szivattyú felsorolása a fenti szakkönyvből kimaradt.

Hatodik rész a sajtoló szerszámok tervezésével, anyagával és gyártásával foglalkozik.

A hetedik rész a sajtoló berendezéseknek és csővezetékeiknek szerelését ismerteti.

A *nyolcadik rész* a sajtoló berendezések főbb részeinek szilárdsági számításával foglalkozik.

A szakkönyvben még 19 mellékletet találtunk, melyek részletes adatokat szolgáltatnak a sajtolási műveletek összeállítására, sajtoló erők számítására stb.

Az elmondottakon kívül a szakkönyv tartalmazza a sajtolási irodalom teljes bibliográfiáját.

A fenti szakkönyv teljességét növelte volna, ha a kábelköpeny sajtolását, a tubusgyártást, valamint a hozzájuk tartozó berendezéseket is ismerteti, mivel ezek is a sajtoláshoz tartoznak.

A szakkönyv igen nagy segítséget nyújt a sajtolás területén dolgozóknak.

Zachár László

Bárczy Zoltán: **Fejezetek a Borsodnádasdi Lemezgyár történetéből alapításának 100. évfordulója alkalmából.** Borsod Megyei Nyomdaipari Vállalat, Miskolc. 142 oldal, 45 oldalkép, 15 rajz.

Az 1861-ben alapított Borsodnádasdi Lemezgyár 100 éves jubileumához ért. *Bárczy Zoltán* munkájának ez ad aktualitást.

A könyvben közölt kohászattörténeti áttekintést *Soós György*, a helytörténeti áttekintést *Soós Imre* levéltáros állította össze. A gyártörténeti adatok összegyűjtésében a szerzőt lelkes munkatársak támogatták, akiknek segítsége tette lehetővé a begyűjtött anyag rendszerezését, kiértékelését, ami pedig amint ez a szakmával foglalkozók előtt jól ismeretes, igen hosszadalmas, aprólékos munkát jelent.

A szerző a bevezetőben hangsúlyozza, hogy nem minden részletre kiterjedő gyártörténeti monográfia, hanem olyan népszerű, rövid gyártörténeti fejezetek összeállítása volt célja, amelyek a jubileum alkalmából nagyobb érdeklődésre számíthatnak.

A könyv első fejezetében a szerző röviden foglalkozik a magyar vasipar kialakulásával, a Bükk-hegység hámoraival, a Murányi Unióval, a Rimai Coalícióval és az Ózdi Hengergyárral, főleg azért, hogy a nádasdi gyáralapítás ipartörténeti hátterét felvázolja.

A gyáralapításban oroszlánszerepet vitt *Volny József* kohómérnökről, a Rimamurányvölgyi Vasművelő Egyesület műszaki vezetőjéről mint kiválóan képzett műszaki és gazdasági szakemberről, a munkások sorsát szívén viselő vezetőről emlékezik meg.

Ismerteti az akkori viszonyok közt jelentős gyártelep műszaki berendezését, röviden vázolja a gépészeti berendezés fejlődését, közli az akkori termelési adatokat, termelési és eladási árakat.

A szerző a nádasdi munkástörzsgárda kialakulásáról is részletes adatokat gyűjtött össze és sikerült a legrégibb munkásnévsort is felkutatnia. Az egyes családnevek mellett a származási helyet is feltünteti és így sok jelenlegi nádasdi munkáscsalád származása nyomon követhető.

Felsorolja a gyár igazgatóit, ismerteti a munkáslétszám alakulását.

Kezdetben a Rimamurányvölgyi Vasművelő Egyesület, majd 1881-től Rimamurány-Salgótarjáni Vasmű volt a gyártelep tulajdonosa, egészen 1946-ig. Ebben az időszakban a Borsodnádasdi Lemezgyár ezeknek a nagy vasipari konszerneknek egyik üzemeként működött és vett részt üzemeik között a kooperációban. Az eredeti gyártási profilját: kavarást, forrasztást és a rúdvashengerlést 1882-ben beszüntették, a gyártelepet teljesen finomlemez hengerművé alakították át és ettől kezdve kiinduló alapanyagát Ózdról kapta.

A szerzőnek sikerült a helyi munkásmozgalomról, az 1919-es Tanácsköztársaság idejéről és az 1944. decemberi felszabadulásról néhány érdekes adatot összegyűjteni.

A könyv ismerteti az 1945 óta végbement hatalmas fejlődést, a beruházásokat, a jelenlegi gyártmányokat, termelési és létszámadatokat.

Megemlékezik még röviden a szerző a borsodnádasdi szénbányászatról, a lemezgyári iskoláról, a nádasdi kultúréletről és sportkörről és vázlatosan ismerteti Borsodnádasd község történetét is.

Befejezésül néhány rövid, saját feldolgozású helyi vonatkozású történetet közöl szépirodalmi függelékként (első munkaverseny 1872-ben stb.).

A képek, rajzok a 100 éves gyártelepről sok érdekes részletet közölnek és így a könyvet mindazok, akik ezt a régi gyártelepet ismerik, vagy jelenleg is ott dolgoznak, bizonyára kedves emlékként fogják megőrizni.

Óvári Antal

Egyesületi hírek

Anyagvizsgáló napok Ózdon

Egyesületünk Vaskohászati szakosztályának Anyagvizsgáló tagozata 1960. július 27—30-ig Ózdon 3 napos konferenciát tartott. Ezen a konferencián részt vettek kohászati üzemek, a nagyobb gépgyártó vállalatok és öntödék anyagvizsgálattal foglalkozó szakemberei. Jelen voltak és aktivan bekapcsolódtak a konferencia munkájába a műszaki egyetemek és kutató intézetek munkatársai is.

A konferencia célja az volt, hogy megtárgyalja azokat a fejlesztési kérdéseket, melyeket az anyagvizsgálat területén meg kell oldani.

A következő előadások hangzottak el :

Nagyenyedi József (KGM Vask. Igság) : Az anyagvizsgálat feladata a kohászat területén, a műszaki fejlesztés és a minőségi termelés kapcsán.

Pőcze László (Dunai Vasmű) : Kohászati laboratóriumok helyzete és fejlődése.

A két plenáris előadás foglalkozott általában a fejlesztés irányaival, lehetőségeivel, a jelenlegi helyzettel, a laboratóriumok felkészültségével, műszaki színvonalával, mind a berendezés, mind pedig a munkaerő szempontjából. Felszólaltak : *Andrényi Károly* (OKÜ), *Bartha Endre* (Csepel), *Bognár János* egyetemi tanár (Miskolci Műegyetem), *Bánsági Tibor* (Csepel Autógyár), *Rádi György* adjunktus, (Budapesti Műszaki Egyetem), *Kalmár Elemér* (Dunai Vasmű), *Veszprémi Barna* (Csepel) és *Stéhlik László* (LKM Diósgyőr) és még sokan mások.

Kémiai anyagvizsgálat előadásai :

Gegus Ernő (Vasipari Kut. Int.) : Kvantométerek elmélete és szerkezete.

Bilek, Jaromir (Třineci Vasmű Anyagvizsgáló Színkép-laboratóriumának vezetője) : Kvantométerek használata és eredményei.

Az újabb kémiai eljárásokról a konferencia utolsó napján két előadás hangzott el :

Sajó István (Vasipari Kut. Int.) : Ioncserélők használata a kohászati elemző munkában.

Fodor József (Csepel) : Radioaktív izotópok használata a kohászati elemző vizsgálatokban.

Nagyjelentőségű volt az acélok és nyersvasak gáztartalom meghatározásáról szóló előadás :

Répás Pál (Vasipari Kut. Int.) : Nyersvasak és acélok gáztartalom meghatározásának módszerei és eredményei.

Az általános anyagvizsgálat területéről az első napi ülésen a következő előadások hangzottak el :

Mester István (Vasipari Kut. Int.) : Hőerőgépek zerkezeti anyagának kúszási télajdonságai.

Fuchs Erik (Vasipari Kut. Int.) : Maradék austenit vizsgálata edzett acélokban.

Az első előadást követő vitában többek között *Heringer József* (Csepel) szólalt fel. A második előadáshoz *Székely Levente* (DV) szólt hozzá.

A második napi ülésen a következő előadások hangzottak el :

Temesi Sándor (Vasipari Kut. Int.) : Kristályosodási vizsgálat folyékony salakokban.

Bartha Zoltán (LKM) : Nemesacél vizsgálat módszerének fejlődése.

Székely Levente (DV) : Lágyacélok technológiai próbáinak jelentősége.

Temesi Sándor bemutatta a Vasipari Kutató Intézetben általa kifejlesztett új melegmikroszkóp kapcsolási rajzát, ismertette ennek elméletét és levetítette a berendezésről készült fényképeket. Megállapítása szerint a berendezéssel jól lehet követni egyes salakok kristályosodási folyamatát, melyek egyes felvételekkel, vagy filmszerűen is rögzíthetők. Az előadáshoz többen szóltak hozzá. Így *Blaskó Sándor* (W. Pieck Vagon- és Gépgyár), *Fuchs Erik* (Vasipari Kut. Int.).

Bartha Zoltán előadását követő vitában *György István* (OKÜ), *Andrényi Károly* (OKÜ), *Nagyenyedi József* (KGM. Vask. Ig.) és *Székely Levente* (DV) szólaltak fel.

A másik napi ülés harmadik előadásában *Székely Levente* (DV) hangsúlyozta, hogy összefoglaló kutató munkát kell végezni az egyes próbák és az anyag tényleges tulajdonságai között esetleg fennálló korrelációk megállapítására. Amíg nem sikerül egységes mérőszámot találni, addig a kevésbé exakt technológiai próbáknak komolyabb jelentősége van. Az előadáshoz többek között *Dr. Sailer Géza* (OKÜ) szólt hozzá, megemlítve, hogy a jelenlegi gyakorlatban mind gyakrabban veszik figyelembe a folyáshatár és szakító szilárdság viszonyát.

Nagyenyedi József (KGM Vask. Igság) a Cr, Cu, N és *Gillemot* féle kontrakciós munka mérőszámának szerepével foglalkozott.

A 3 napos konferencia eredményeit összefoglalva megállapítható az, hogy a kohászatunk további fejlődésének jelentős tényezője a korszerű anyagvizsgálat. A feladat igen sokrétű és így a konferencia résztvevői elhatározták, hogy a konferencia anyagából kiindulva az illetékes tudományos egyesületek munkabizottságai részletes fejlesztési tervet dolgoznak ki a minisztérium részére.

Pőcze László

A Magyaróvári Timföld- és Műkorundgyár október hóban egyesületünk helyi csoportjával karöltve a *műkorundüzem* 10 éves fennállása alkalmából műkorund ankétot rendezett. Az ankét előadói : *dr. Kocsis József, Bors János, Sövegjártó János, Bánhidi Tibor, Bidló Gábor* és *Romwalter Alfréd* voltak.

Az előadás után a résztvevők vita közben tisztázták a műkorundgyártással kapcsolatos kérdéseket, és a műkorundkövek felhasználásának lehetőségeit.

Az ankét résztvevői megtekintették a műkorundüzem 10 éves munkáját szemléltető kiállítást és az üzemet.

H. W.

Katód-ankét az Inotai Alumínium kohóban

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület inotai csoportja 1960. február 17-én ankétot tartott, melynek tárgya a hazai alumíniumkohókban épített katódokkal szerzett újabb tapasztalatok megbeszélése volt. A hazai katódokra vonatkozó tapasztalatok első összefoglalása a Fémipari Kutató Intézet egyik zárójelentésében [1], kivonatosan pedig egy közleményben [2] került ismertetésre még 1957-ben. Az ankét előadói az azóta eltelt időben szerzett tapasztalatokról számoltak be.

Az ankéton részt vettek az ajkai, inotai és a tatabányai kohó, a Fémipari Kutató Intézet, az Aluterv, az Aluker és a NIM Színesfémipari Főosztályának képviselői.

Pajtli Sándor kohómérnök előadásában az Ajkai Alumíniumkohó 32-39 kA-es oldaltüskés kádjainak katódproblémáival, elsősorban a fenékre épített kádakkal foglalkozott. Ajkán eddig három katódtípust használtak :

1. Fenéklemezes, légpárnás típus. Ez a kohó beindulásától, 1941-től kezdődően épült, az utolsó ilyen kádat 1959-ben kapcsolták ki.

2. Fenéklemez nélküli (fenékre épített) típus. Az első két kísérleti kád 1954-ben épült (ezek élettartama elérte a 36 hónapot), később e típusnak három változatával folytak kísérletek :

2/*a*. F-1 típus (kísérleti kád-típus). Jellemzői : a katódszekrény a négy sarkon és a hosszú oldalak közepén volt lehorgonyozva 36 mm átmérőjű horgonyokkal, az alsó hőszigetelés egy sor lapjára fektetett és két sor élére állított falitégla és egy sor fektetett samott-tégla. E kádtípussal 76 kemence épült, az átlagos élettartam 631 nap (1,7 év), a minimális élettartam 60 nap, a maximális pedig 1205 nap (3,3 év) volt. Az F-1 típusú kádak alacsony élettartamán konstrukciós módosításokkal, az F-2 és F-3 típusú katódkonstrukciókkal kívántak javítani.

2/*b*. F-2 típus. Jellemzője : horgonyzás nélküli fenékre épített katód. Épült 1956-ban. E kádakat

abból a megfigyelésből kiindulva építették, hogy a sarokhorgonyzású F-1 típusú kádak idővel bekövetkező felemelkedése egyenlőtlen volt, remélve, ha a felfelé ható erők szabadon működhetnek, a katódszekrény emelkedése is egyenletes lesz. A kísérlet nem hozta meg a várt eredményt, a beépített 21 kád átlagos élettartama csak 373 nap volt, még kevesebb, mint az F-1 típusúaké.

2/c. F-3 típus. Jellemzői: megerősített lehorgonyzás, a horgonyok száma nyolc, átmérőjük 70 mm. Az első ilyen kád 1956-ban indult, eddig kikapcsolásra került 44 db, 444 nap (1,2 év) átlagos élettartammal, üzemben van 4 db 852 nap (2,3 év) élettartammal.

Az eddigi adatok azt mutatják, hogy mindhárom fenékre épített típussal csak a kívántnál kisebb átlagos élettartamot lehetett elérni. Ennek okai a következők lehettek : 1. A lehorgonyzás gyengesége, különösen az F-1 típusé ; az egyes sarkokon a felemelkedés 15—40 cm is volt, ami a kemence normális üzemét lehetetlenné tette. Ugyanekkor a katódbélésben repedések jelentkeztek, a katódszekrény-emelkedés következtében levegő jutott a szénbéléshez, intenzív korrózió lépett fel, a katódbélésben üregek keletkeztek. A horgonyok gyakran két-három hónap alatt elszakadtak. 2. A katódszekrények rossz állapota. A deformálódott, 14—15 éves, 30 kA-re méretezett katódszekrények 35 kA-en már gyengének bizonyultak, s az esetek 50—60%-ában az alsó keret szakadt el a horgonyoktól. 3. Üzemviteli hibák, áramszünetek és az ezekből eredő technikai zavarok. 4. Katódépítési technikai hibák: a katódsín-kivezetőnyílások nem tökéletes elszigetelése, a géppel végzett katódsín-bedöngölés és fugázás gyenge minősége, hajszálrepedések a katódszenekben helytelen szállítás és raktározás miatt, hiányosságok a munkafegyelemben.

Az F-3 típusú kádak kicsi élettartama a katódszekrények előregedésével (korróziók) és a katódépítési hibákkal magyarázható. Ezt igazolja az a megfigyelés, hogy a katódépítési eljárás átdolgozása után épült kádak élettartama 2—3-szorosa az eddigieknek. A fenékre épített kemence kapocsfeszültsége kisebb, mint a fenéklemezesé s várható, hogy a kellő gonddal épített ilyen kádak élettartama sem lesz kedvezőtlenebb. Ma még nem lehet véglegesen és egyértelműen eldönteni a fenékre épített kádak használatát.

3. Mélyített, fenéklemezes (F-0) típus. Jellemzői : a katódszekrény egyrészes, a betonpadozaton nyugszik, fenékhőszigetelése három sor élére állított falitégla, 10 mm azbeszt és egy sor lapján fekvő samott-tégla. Az első ilyen kád 1957-ben épült.

E kádakat már az átdolgozott katódépítési eljárással építették, melynek jellemzői : új, egyrészes, erős bordázatú katódszekrények beépítése ; megfelelő minőségű döngölőmasszák felhasználása ; betonkoszorú építése újból a kádak hosszabb oldalfalaihoz ; a katódsín-ablakok elszigetelése vízüveg és azbesztpehelyből készült masszával ; a katódszén-felület vizsgálatának bevezetése minden darabra ; a katódszén- oldalfal és horony rovátkolás ; a katódsínek fémes felületre lecsiszolása homokfúvás után ; a fuga előmelegítése villamos fűtőtesttel ; a katódsínek kézi bedöngölése a jobb tömörítés érdekében ; a katódépítő munka ellenőrzésének fokozása.

E kádakkal — az üzemben levő kádak átlagos élettartamának alakulása alapján végzett előzetes számítások szerint — elérhető az optimális átlagos 3,0—3,5 éves élettartam, mely alatt a fenékfeszültségesés növekedése és az áramhatásfok csökkenése még nem jelentős.

Elgondolások a katódépítési eljárás továbbfejlesztésével kapcsolatban : 1. A jelenlegi hőszigetelő anyagok helyettesítése részben duzzasztott perlittel, illetve perlitbetonnal, amelynek hőszigetelőképessége kb. kilencszerese a jelenleg használatos téglákénak, fajsúlya pedig azokénak mintegy egytizede. 2. A katódsínek áramvezető felületének növelése keresztmetszet-növeléssel, esetleg rezezéssel. 3. Minden katódépítéshez tiszta felületű, új katódsínek felhasználása, beépítés előtt pedig a deformálódott katódszekrények visszanyomatása eredeti alakjukra. 4. A kádbontás gépesítése. 5. A katódsínek öntöttvassal való beöntésének megfontolása.

Németh Lajos kohómérnök az Inotai Alumíniumkohóban épített katódtípusokkal kapcsolatos tapasztalatokról számolt be.

1. Az első típus a kohó indulásakor (1952. aug.) a csarnok első negyedében elhelyezett, Becker Ervin által tervezett 11,5 tonna súlyú, 6400 · 3600 · 1250 mm főméretű *nehéz* katódszekrény volt. E típusból néhány darab még üzemben van. Deformálódásuk 1955-ben kezdődött és később ezeket meg kellett erősíteni.

2. A második típus a megelőzőhöz hasonló kivitelű, de a lemezvastagság csökkentése folytán csak 8,4 tonna súlyú. E kádak a megelőzőknél egy évvel kevesebbet voltak üzemben, deformálódásuk szintén 1955-ben kezdődött (előfordultak 30 cm-nél nagyobb kihajlások is), így ezeket is meg kellett erősíteni. E katódszekrények fenékhőszigetelése 30 mm kvarchomok, 125 mm élére állított és 65 mm lapjára fektetett falitégla és 125 mm samott-tégla. A szénbélés német, lengyel és szovjet szenekből, az oldalkoszorú döngölt masszából épült. Egy-egy kád készült korund- és magnezittégla béléssel is. A kádak kilyukadásának veszélyét oldalsó, 150 mm-es betonkoszorú építésével csökkentették.

3. A harmadik típus a fenéklemez nélkül, a fenékre épített kád volt. Egy ilyen kád még 1955-ben 12 horgonnyal épült. Első beépítésekor 609, másodszori üzembehelyezésekor 857 napos élettartamot ért el. A horgonyok nem szakadtak, de a szekrény szerkezete a sarkokon mérve 40 mm-t emelkedett. A többi kádak üzemviteléhez viszonyítva számottevő eltérés nem volt tapasztalható.

4. A negyedik típus a Jablokov-konstrukcióhoz hasonló megerősített katódszekrény. További jellemzői : a légpárna elhagyásával a szekrény közvetlenül a keramit-téglákon nyugszik, a katódszekrény sarkai 45°-os lecsapással készültek. E katódtípus tömeges beépítésére különböző variációkban (pl. lekerekített sarokmegoldással, 320-as merevítő I-gerendákkal, az oldalakon és a sarkokon a merevítőgerenda-soron övlemez pántokkal stb.) 1958 novemberétől került sor.

Az inotai katódok építéséhez felmerülő anyagszükséglet (kádanként) : katódszén 7,96 t ; fuga-döngölőmassza 1,8 t, oldalkoszorú-döngölőmassza 7 t, munkaóraszükséglet 1548 óra. A bélésanyag ára 66 407 Ft, az import bélésanyag ára 9570 rubel, a fűtési energia 39 000 kWó.

Az eddig elért katódélettartamok nem mondhatók jónak, a gyakori energiakorlátozások és kényszerállásokkal kapcsolatos újraindítások nagyon befolyásolták az élettartamot. A kohó 1956. november 4-én bekövetkezett kényszerleállítása után 1957. februárjában indult újra négy szakaszban. Az áramerősség ekkor csak 54 kA volt, ami kedvezően hatott a kádak élettartamára. Az állásból és újraindításból eredő katódélettartam-romlás 1958 elejétől kezdődően sürgetően jelentkezett, amit meggyorsított az áramerősség növelése és a beépített szekrények leromlott állapota. A kikapcsolási sorrend megállapításában tájékoztatásul szolgált a kádak fenékfeszültségesése is. A katódélettartam-katódfeszültségesés összefüggést mutatják be pl. az 1959. I. 24-i mérési adatok átlagai (mV, zárójelben a kádak darabszáma van), 1955-ben épített kádak 633 mV (41 db), 1956-ban : 635 mV (20 db), 1957-ben 430 mV (15 db), 1958-ban 467 mV (63 db). A jelenlegi átlagos katódélettartam kb. 3 év, a cél ennek növelése négy évre.

A katódélettartam növelését és az energiafogyasztás csökkenését célzó kísérleti program keretében a következő kísérletek vannak tervbe véve : 1. 120 mm-rel csökkentett, 330 mm mély teknőmélységű katód építése. 2. Kísérletek katódos folyékony fém-kivezetéssel (a katódvezérsínekhez), a rövid oldalon négy kivezető csatornával, döngölt katóddal ; a csatornák a katódbélés alatt az anód középső pontjáig nyúlnak be. 3. Agyagtégla helyett timföldbélés (15 t, felette azbeszt szigetelés és 3 mm-es vaslemez), erőművi pernye vagy perlit szigetelőtömbök használata. 4. A sínkeresztmetszet növelése a régi 160,60 mm-es méret kétszeresére.

Az ismertetett célkitűzések megvalósításához szükséges az üzemi tapasztalatok rendszeres gyűjtése, rövid élettartamú kádak bontásakor *boncolási lelet* felvétele, a külföldi katódszén és döngölőmassza szállítókkal való együttműködés továbbfejlesztése, a távlati fejlesztéssel kapcsolatos kísérletek elvégzése idejekorán.

Németh Lajos előadása után a Tatabányai Alumíniumkohót képviselő *Molnár Imre* kohómérnök ismertette a katódsínkeresztmetszet növelésével kapcsolatos gazdaságossági számításait, melyek szerint a feszültségesés-csökkenés mellett jelentkező hőveszteség-növekedés a tervezett módosítást gazdaságtalanná teheti.

Az előadásokat követő hozzászólások során az Aluterv képviseletében megjelent *Farkas György* mérnök katódszekrények tervezésével kapcsolatos sztatikai számításokat és a fellépő, katóddeformációt okozó erőkre vonatkozó egyes méréseket ismertetett. *Paczolay Gyula* vegyészmérnök röviden ismertette az 1959 nyarán az Inotai Alumíniumkohó összes kádjain elvégzett katóddeformáció-mérések kiértékelése során talált összefüggéseket s javasolta, hogy ilyen méréseket minden üzem negyedévenként végezzen s a mérési adatokat küldje el a Fémipari Kutató Intézetnek. Felvetette ezenkívül a katódfeszültségesés-mérés egységesítésének szükségességét és a katódszén raktározását. A vitában részt vettek még *Pálovits Pál* főmérnök (NIM), *Sejteri Vjekoszláv* főtechnológus (Inota) és *Abbaffy Károly* kutató-csoportvezető (Inota).

Az előadások és az elhangzott hozzászólások alapján az ankét határozatokat hozott. *P. Gy.*

IRODALOM

[1] Fémipari Kutató Intézet 57074. sz. zárójelentése. Budapest, 1957. (Szakál P.—Paczolay Gy.)

[2] *Szakál P.—Paczolay Gy.:* A Fémipari Kutató Intézet Közleményei *2*, 1957. 78—82. o.

Üzemi hírek

Az **Ózdi Kohászati Üzemekben** *az acélmű rekonstrukciója* — ami az ország legnagyobb arányú építkezése egy termelőmunka megszakítása nélkül folyamatosan dolgozó üzemben — tervszerűen halad.

Az első új 80 t-ás Maerz-kemence fegyverzete nagyrészt elkészült és a tűzálló téglabélés-falazást is megkezdték. A kemencéhez tartozó csarnokrészek vasszerkezetének és a segédberendezéseknek építése folyik. Készen áll a két első 70 m magas kémény acéllemez köpenye, a kémények tűzálló bélelése is megkezdődött.

A rekonstrukciós munka természetéből eredő számos nehézség ellenére, a tervek szerint az új kemence 1961. január elején megkezdi üzemét. *K. L.*

*

Az **Ózdi Kohászati Üzemekben** *Mokri Pál* és *Czekkel János* mérnökök által kidolgozott új termikus lunkercsökkentő porral nagyüzemi kísérletet folytattak le. Az eredmények a várakozásnak megfeleltek, a hengerművekben 22,1 kg/t fajlagos anyagfelhasználás-csökkenés mutatkozott. Mivel a korábbi eljárással szemben az új eljárás olcsóbb, kevésbé munkaigényes, ezenkívül anyagfelhasználás-csökkenést jelent, az évi gazdasági eredmény több mint 2 millió forint. A nagyüzemi kísérlet eredményei alapján az új termikus lunkercsökkentő port üzemi használatba vették. *K. L.*

*

Az **Ózdi Kohászati Üzemek** dolgozói részére Műszaki Klub létesül a volt Kaszinó épületében. Régi probléma nyer ezzel megoldást, mert több lehetőség nyílik a műszaki dolgozók számára egymás közelebbi megismerésére, ezenkívül kulturális és szakmai fejlődésüket is jelentékeny mértékben elősegíti az új létesítmény.

Az 1947 óta kényszerű körülmények miatt alagsori helyiségekben elhelyezett műszaki könyvtár a Műszaki Klub helyiségeiben nyer majd elhelyezést. Jelenleg a könyvtár állománya kereken 18 000 kötet könyv, 4000 kötet bekötött szakfolyóirat, 1600 fotokópia-dokumentum, 1300 db fordítás különböző lapokból. A szakfolyóiratok 4000 kötete mintegy 200-féle és 11 nyelvű szaklapból áll. *K. L.*

*

A **Magyaróvári Timföldgyárban** eredményes kísérletek folynak *vörösiszap* ülepítésére vonatkozóan. A kísérletek során a használatban levő Dorr-ülepítőkön végeznek nagyobb szerkezeti módosításokat. *H. W.*

*

Ajkán értékelte ki a Fémipari Kutató Intézet az alumínium-elektrolizáló kádak automatikus *adagolási kísérletét*. A kísérletekről szóló beszámoló, majd ezt követő véleménycsere alapján a kísérletek továbbfolytatását határozták el és a berendezések tökéletesítésére egy gépészeti bizottságot alakítottak. *N. E.*

*

Az **Ajkai Timföldgyárban** befejeződött a szakaszos *autoklávok* átalakítása folyamatos üzeművé. A folyamatos feltárás jelentős gőzmegtakarítása miatt a feltárás gőzigénye a korábbi 3,2 t/t timföldről 1,7 t/t-ra csökkent. *N. E.*

*

A **diósgyőri** Gábor Áron Kohó- és Öntőipari Technikumban *Csépányi Sándor* okl. kohómérnök-tanár tájékoztatása szerint igen szorgalmas munka folyik, a technikusképzés színvonalának emelése érdekében. Saját erejükből és a patronáló üzemek segítségével építettek egy kupoló-kemencét. Így a tanulók a műhelyben különféle öntöttvas tárgyakat készítenek megfelelő irányítás mellett. *Ny. T.*

*

A **Lenin Kohászati Művek** II. sz. nagyolvasztójának átépítése három nappal a tervezett határidő előtt, október 10-én befejeződött. Szeptember hóban az I. sz. nagyolvasztóba is bevezették a földgázt a III. sz. nagyolvasztón nyert tapasztalatok alapján. *Ny. T.*

*

A **Lenin Kohászati Művek** *Nagykovácsműhelyében* hálózati frekvenciás vasmagos induktorral melegítik a Diesel-forgattyús tengelyeket. *Kapcsos Pál* okl. elektromérnök és *Regőczi Emil* okl. kohómérnök újítása alapján készült berendezés meggyorsítja a Röderer-eljárással készült forgattyús tengelyek gyártását és revementesen dolgozik. Ezáltal a süllyesztékek élettartama is növekszik. A daraboknak a kemencében 300 C°-ra való felmelegítése után ez a berendezés 5 perc alatt melegíti fel az egy löketrész kisajtolásához szükséges tengelyrészt (kb. 120 kg) az előírt sajtolási hőmérsékletre, 1000—1100 C°-ra. *Ny. T.*

*

A **Lenin Kohászati Művek** *Nagykovácsműhelyében* eddig a 6 t-ás pöröly alatt szabadkézi forgatással gyártották a különböző tengelyeket, körszelvényű kovácsolt rudakat. Újabban a vállalat beszerzett egy 2 t-ás sínen járó kovácsmanipulátort, ezzel a termelés megkétszereződött. *Ny. T.*

*

A **Lenin Kohászati Művek** *Durvahengerművében* befejezték a triósori átadó görgősor és hűtőpad építését, ezzel a középhengermű részére gyártott bugák átadását megkönnyítették. Folyamatban van a blokksori bugaátadó ferde görgősor és hűtőpad hasonló építése is. Elkészült az ötvözött minőségű blokksori bugák visszahűtésére épített fűthető hűtőgödör. *Ny. T.*

*

A **Lenin Kohászati Művek** *Középhengerművében* módosították a rossz hatásfokkal dolgozó tolókemencék fűtését. Beépítettek 180 db, egyenként 0,5 m² fűtőfelületű, tűs levegőrekuperátor elemet, melyek nagy Cr-tartalmú acélöntvényből készültek. A kemence teljesítménye jelentősen megjavult és a hőszükséglet mintegy 450—500. 10^3 kcal/t-ra csökkent. *Ny. T.*

СОДЕРЖАНИЕ:

Цеце, Ласло: **Настоящая технология, положени и будущее доменных печей** 1—5. p.

Доклад подробно занимается положением подготовки руд, критикует недостатки работы и указывает на необходимые мероприятии в направлении достижения намеченных целей. Докладчик сообщает результаты, достигнутые в производстве чугуна, подробно анализирует возможности управления печи сверху, а также увеличения интенсивности хода печи.

Абарюков, Г. И.: **Применение природного газа в производстве чугуна** 6—9. p.

Докладчик даёт обзор о литературных данных по вопросу вдувания природного газа в доменные печи и в связи с этом, ознакомит достижениями и дальнейшими задачами на южных металлургических заводах СССР. Подробно обсуждает теплотехнические вопросы вдувания природного газа и возможную экономию кокса. Занимается возможностями увеличения интенсивности хода печи в случае одновременного вдувания в печи природного газа и кислорода. На основании тепловых и материальных балансов, расчитанных для печей работающих с природным газом, природным газом-кислородом и нормальным дутьём, сделает выводы.

Боровски, Амбруш: **Переработка красного шлама на дунайском металлургическом заводе** 10—13. p.

Докладчик трактует свойства красного шлама и методику перемещения красного шлама с жжённой известью, налаженную на Д. М. З. Излагает действие известкованного красного шлама на производительность аглофабрики. На основе литературных данных занимается влиянием глинозёма шлака на металлургическую работу доменной печи.

Пултер, Пал: **Резултаты в периоде после конференции доменщиков в 1957 г.** 14—18. p.

Докладчик по пунктам даёт оценку об исполнении решения конференции в городе Балатонсеплак. Подробно занимается увеличенным применением железонесущих добавок, опытами, направленных на переработку карбонатных марганцовых руд Уркута в марганцовые продукты, влиянием увеличения температуры дутья и положением отечественных коксующихся углей и доменного кокса. При помощи математической статистики оценивает изменение качество чугуна отечественных металлургических заводов и на основе этого сделает выводы.

Митка, Болеслав: **Производство офлюсованного агломерата** 19—22. p.

Доклад занимается опытами производства офлюсованного аглюмерата на заводе Ново-Гута. Автор обсуждает влияние офлюсованного агломерата на работу доменной печи. Подробно занимается дроблением известняка и кокса, дробильными аппаратурами, влиянием дозировки жженной извести на производство и качество агломерата и обеспылением аглюфабрики.

Валко, Мартон: **Вопросы сбыта доменного шлака** 23—28. p.

Докладчик излогает возможности переработки доменного шлака, методы, применяемых в настоящее время на металлургических заводах, достигнутые результаты по сбыту доменного шлака и показывает направление по сбыту различных сортов доменного шлака в периоде Второй Пятилетки.

Аренбек, К. Р.: **Проблемы ведения разливочной мащины** 29—34. p.

Доклад обсуждает мероприятия при разливочной машины, влияющие на структурные свойства и поверхностной чистоты чугуна, принятые изменения на разливочной машине в интересах улучшения качества чугуна и наконец, познакомит техническими данными разливочной машины и её оборудования.

Швертнер, Янош: **Развитие базиса отсчественных коксующихся углей** 35—37. p.

Доклад даёт исторический обзор о развитии добычи мечекского каменного угля. Указывает на необходимость и экономичность реконструкции в углеобогатительных цехах с целю увеличения их производительности и выхода годного. Кроме этого, доклад показывает перспективные планы развития производства каменного угля и кокса.

Др. Нахоцки, Злфонз: **Снижение расхода кокса в доменной печи путем вдувания паров воды и природного газа, увеличением температуры дутья и распылением мазута в печь** 38—43. p.

Диаграммы, построенные на основе расчётов автора, наглядно показывают взаимосвязь между некоторыми теплотехническими процессами. Устанавливаются величины, которых нужно сочетать при последующих опытов. Опираясь на результаты своих расчётов, автор сделает конкретные выводы об ожидаемой экономичности в результате применения различных способов, направляемых на снижение расхода кокса.

INHALT:

Czecze, László : **Stand und Zukunftsaufgaben der Hochöfen in Ungarn** 1—5. p.

Stand der Erzvorbereitung und ihre Entwicklungsaufgaben. Die erreichten Ergebnisse der Roheisenerzeugung und die anzuwendenden Massnahmen, zur Erhöhung der Intensität des Hochofenganges.

Adarjukov, G. J.: **Anwendung von Erdgas in der Roheisenerzeugung** 6—9. p.

Erreichte Ergebnisse bei den mit Erdgas betriebenen Hochöfen im Süden der UdSSR. Aufgaben der nächsten Jahren. Wärmetechnische Grundlagen des Erdgas-Einblasens. Koksersparnis durch Verwendung von Erdgas. Beschleunigung des Hochofenganges durch Zugabe von Erdgas und gleichzeitige Sauerstoffanreicherung der Gebläseluft. Vergleich der Betriebsergebnisse der normal betriebenen und der mit Erdgas und Sauerstoff betriebenen Hochöfen in der UdSSR.

Borovszky, Ambrus : **Verwertung des Rot-Schlammes im Donau-Eisenwerk** 10—13. p.

Eigenschaften des Rotschlammes. Vermischung desselben mit Kalkstaub. Einfluss des kalkhaltigen Rotschlammes auf die Produktivität der Sinteranlage. Einfluss des Al_2O_3-Gehaltes der Schlacke auf die metallurgischen Vorgänge im Hochofen.

Pilter, Pál : **Erreichte Ergebnisse in der Roheisenerzeugung seit der Roheisen-Konferenz im Jahre 1957.** 14—18. p.

Ausführung der Beschlüsse der Konferenz von 1957, betreffs der erhöhten Verwendung von Eisenerz-Ersatzstoffe, der Versuche zur Erzeugung von verwertbaren Mangan-Produkte aus den Mangankarbonat-Erzen von Úrkút, weiters der Hebung der Temperatur des Gebläsewindes. Erleuterung der Kohle- und Koksverhältnisse in Ungarn. Statistische Auswertung der Gestaltung der Roheisenqualität in den Hochofenwerken und die daraus gezogenen Folgerungen.

Mitka, Boleszlaw : **Die Erzeugung von selbstgehenden Agglomerate** 19—22. p.

Die Erfahrungen im Werke „Nova Huta" bei der Erzeugung selbstgehenden Agglomerate. Einfluss desselben auf den Hochofengang. Mahlung von Kalkstein und Koks und die Mahlanlagen. Verbesserung der Eigenschaften des Agglomerates durch Zugabe von gebranntem Kalk. Entstaubung der Sinteranlage.

Valkó, Márton : **Verwertung der Hochofenschlacke** 23—28. p.

Die Verarbeitungsmöglichkeiten der Hochofen-

(Fortsetzung an 3-te Umhüllungs-Seite)

(Fortsetzung von 48-te Seite)

schlacke. Die in den ungarischen Werken angewendeten Verfahren und die bisher erreichten Ergebnisse. Hinweise zur Ausdehnung der Schlackenverwertung, während des zweiten Fünfjährplanes.

Arenbeck, Karl Rolf : **Die Behandlung des Roheisens in der Giessmaschine** 29—34. p.

Einfluss der Giessmaschinenarbeiten auf Gefüge und Oberflächen-Eigenschaften des Roheisens. Massnahmen im Bereich des Giessmaschinen-Betriebes zur Verbesserung der Roheisen-Eigenschaften. Technische Aufgaben der Giessmaschine.

Schwertner, János : **Die Entwicklung der einheimischen Kokskohlen-Basis und der Kohlenvorbereitung** 35—37. p.

Geschichtliche Entwicklung des Steinkohlenbergbaues im Gebirge „Mecsek". Technische und wirtschaftliche Gründe einer Rekonstruktion der Kohlenwäsche zur Hebung des Ausbringens. Das mögliche Ausbringen nach der Rekonstruktion. Zukunftspläne des Steinkohlenbergbaues und der Kokserzeugung.

Nachoczky, Alfonz Dr.: **Verminderung des Koksverbrauches im Hochofen durch Einblasen von Erdgas, Wasserdampf Mazut, bzw. durch Erhöhung der Temperatur des Gebläsewindes** 38—43. p.

Berechnungen zur Erklärung der Zusammenhänge der verschiedenen wärmetechnischen Prozesse. Bestimmung der Wertziffer, die bei den durchzuführenden Versuchen in Einklang gebracht werden müssen. Auf Grund der Berechnungen zu erwartende Betriebsergebnisse der einzelnen Verfahren.

CONTENS:

Czecze, László : **Present position and future problems of the blast furnace.** 1—5. p.

The author discusses the present position of ore dressing and beside a critical evaluation of the present deficiencies also gives some indications concerning the technical measures necessary to realize the appointed aims. The results attained in pig iron production, the possibilities of controlling the blast furnace by means of the top pressure and some problems concerning the increase of the working rate are described.

Adarjukov, G. I. : **Use of natural gas in pig iron production.** 6—9. p.

The literature data concerning the introduction of natural gas into the blast furnace, the results attained in the blast furnaces of the Southern region of the Soviet Union and the aims to be realized in the next few years are described. The thermal problems of the introduction of natural gas and the expected decrease of the coke rate are detailed. The author further discusses the intensification of the working rate which can be attained by oxygen enrichment accompanying the introduction of natural gas and the conclusions drawn in the Societ Union from heat-and material-balance calculations performed for blast furnaces working in the usual way and with natural gas resp. in the usual way and with a blast enriched with natural gas and oxygen.

Borovszky, Ambrus : **Processing of red mud in the Duna Integrated Iron and Steel Works.** 10—13. p.

The properties of red mud and the mixing with burnt lime introduced by the Duna Steel Works are discussed. The influence of the red mud — lime mixture on the output of the sinter plant is described. The author also discusses — on the basis of literature data — the influence of the alumina content of the slag on the metallurgical working of the blast furnace.

Pilter, Pál: **Results of the period elapsed since the 1957 Conference of Pig Iron Producers.** 14—18. p.

The realization of the resolutions passed at the Balatonszéplak Conference is evaluated with especial regard to the increased utilization of ore substitutes, to the experiments concerning the processing of the Úrkút manganese carbonate ore to valuable high manganese products, to the influence of raising the hot blast temperature and to the Hungarian coal and coke production. Results of mathematical statistical calculations are given for the quality trend of the pig iron produced in Hungarian ironmaking plants and certain conclusions are drawn.

Mitka, Boleslav : **Production of self-fluxing sinter.** 19—22. p.

The experiences gained at Nova Huta in the production of self-fluxing sinter are detailed. The influence of the self-fluxing ore on the working of the blast furnace, the crushing of the limestone and coke, the crushing machines employed, the influence of the addition of burnt lime on the production and quality of self-fluxing sinter and the methods of dust control in the sinter plant are described.

Valkó, Márton : **Utilization of blast furnace slag.** 23—28. p.

The possibilities of processing blast furnace slag, the methods employed at present in ironmaking plants and the present results of slag utilization are described. Some indications are given for the period of the second Five-Year Plan for the utilization of the different blast furnace slags.

Arenbeck, Karl Rolf : **Some problems of casting pig iron in casting machines.** 29—34. p.

The lecture discusses the operation of the casting machine which influences the microstructural characteristics of the pig iron and its surface cleanliness, the modifications performed on the casting machine to improve the quality of the iron and the technical data of the casting machine and its accessories.

Schwertner, János : **Development of the Hungarian production of coking coal.** 35—37. p.

The paper gives a survey of the historical development of black coal mining in the Mecsek region. The necessity and economic significance of the reconstruction to be performed in the coal-washing plants with a view to raising the output of coking coal, the trend of the washer output and the future production of black coal and coke production are described.

Dr. Nahoczky, Alfonz: **Decreasing the coke rate of the blast furnace by introduction of steam, natural gas, by raising the blast temperature and by introduction of fuel oil residue.** 38—43. p.

Diagrams based on calculations performed by the author give an insight into the relations of the different processes and determine the values which have to be coordinated in future experiments. The calculations enable the author to draw concrete conclusions concerning the probable effectiveness of the different methods of decreasing the coke rate.

KOHÁSZATI LAPOK

Főszerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor

Műszaki Könyvkiadó. Budapest. V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450

Megjelenik: 1730 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em 306. — Telefon: 127-084

61-4104-689/2-Réval-nyomda, Budapest. V., Vadász utca 16.

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850.) vagy bármely postahivatalnál.

Előfizetési díj: egész évre 144.—Ft, egyesületi tagoknak 96.—Ft. Egyes szám ára: 12.—Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 08. sz. folyószámlájára)

Példányonkénti eladási ára: 12,— Ft

Értesítés

Értesítjük t. Tagtársainkat, hogy Egyesületünk budapesti központi helyiségében minden hónap első péntekén fél 6 órai kezdettel

klubdélutánt

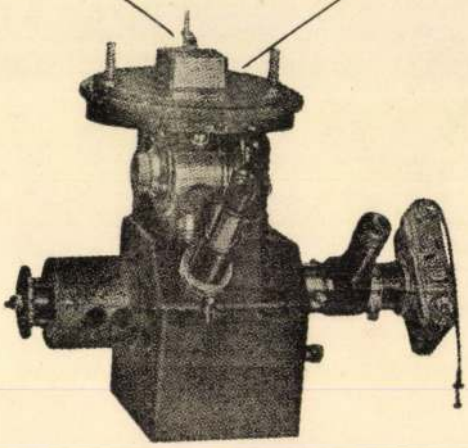
tartunk.

A klubdélutánon tagjaink és családtagjaik részére baráti összejövetelre kívánunk alkalmat nyújtani. Büfészolgálat van.

Az első, jól sikerült klubdélutánt 1961 januárjában tartottuk meg. A legközelebbi február 3-án lesz.

Titkárság

Ráeső fénnyel működő mikroszkópok:



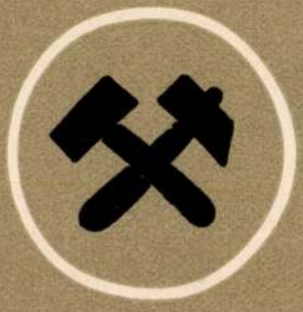
SM XVI sztereomikroszkóp
SM XX sztereomikroszkóp
„Epignost"
„Epityp"
„Neophot"
Elektrolitikus polírozó készülék
„Polmi A" polarizációs munkamikroszkóp
Fénygyűjtő felső megvilágításhoz

CARL ZEISS JENA

Kérjen ismertetést!

VEB Carl Zeiss JENA

KOHÁSZATI *lapok*



94. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

2. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 94. ÉVFOLYAM 2. SZÁM • 49—96. OLD. • BUDAPEST, 1961. FEBRUÁR

KOHÁSZATI LAPOK

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

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

Венгерский Журнал Металлургии

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

Főszerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BALÁZS FÜLÖP
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DOMONY ANDRÁS DR.
HAJTÓ NÁNDOR DR.
KÁLMÁN SÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
KÖRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
ÓVARI ANTAL
PILISSY LAJOS
SÁFÁR LÁSZLÓ
SÖVEGJÁRTÓ JÁNOS Dr.
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÉCSEY BÉLA Dr.

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

TARTALOM

Emőd Gyula: A magnézium egy- és többkristály alakíthatósága .. 49
Műszaki eseménynaptár .. 56
Fuchs Erik: A maradék austenit és vizsgálata edzett acélban 57
Egyesületi hírek .. 61, 95
Pálvölgyi Árpád: A képlékeny alakváltozás jelenségeinek vizsgálata nyomópróbákkal .. 62
Bujdosó Ernő dr.—Imre Aladár—Tóth Lajos: Timföldgyári folyamatosan feltáró autóklávsorok vizsgálata radióaktív izotóppal .. 66
Beszámoló a koppenhágai „radióizotóp" konferenciáról .. 71, 74, 80
Répási Gellért: Acélgyártó tapasztalatok 0,8—1,2% Mn-tartalmú nyersvasakkal a Dunai Vasműben .. 72
Éles László: A vas kísérő elemeinek hatása a nyersvas és az acélgyártásra .. 75
Simon Béla: Az újmassai nagyolvasztó üzemének ismertetése 81
Lovasi József: Urán közvetett térfogatos meghatározása vas jelenlétében .. 86
A MTESZ V. közgyűlése .. 89
Műszaki és gazdasági hírek .. 91
Alumíniumból előregyártott dongahéj védőtető .. 92
Alumíniumkohászati konferencia Sztálingrádban .. 93
Könyvismertetés .. 94
Egyetemi hírek .. 95

ÖNTÖDE:

Cseh Miklós: Gömbgrafitos öntöttvas előállítása .. 25
Szakosztályi élet .. 32
Tamás Béla: Könnyűfém anyagveszteségek csökkentése 33
Öntödei folyóiratfigyelő szolgálat .. 38
Hargitay Sándor: Az öntészet helyzete és fejlesztési irányai 39
Műszaki konferencia .. 43
Lengyel Öntödei Kongresszus .. 44
Tanulmányút a Szovjetunióban .. 45
Könyvismertetés .. 48

MEGJELENIK HAVONKÉNT

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

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

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

94. évfolyam **2. szám** 1961. február

A magnézium egy- és többkristály alakíthatósága

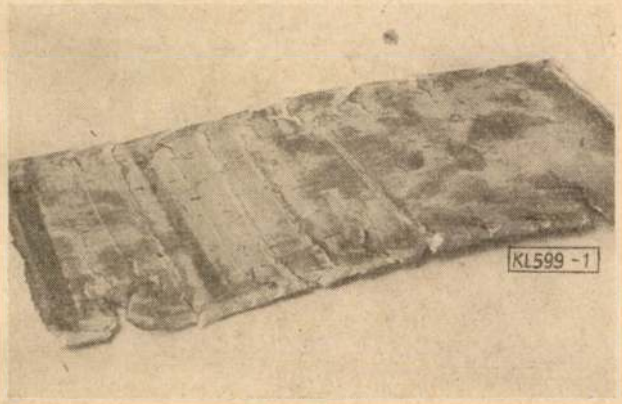
EMŐD GYULA

DK : 539.37 : 669.721

Egy fém vagy ötvözet képlékeny alakítása attól függ, hogy a fém egykristálynak hány csúszási felülete van. A fém annál inkább alakítható, minél több az egykristály csúszási síkja. A hexagonális rendszerben kristályosodó magnézium egykristálynak kevesebb a csúszási síkja, mint a szabályos rendszerben kristályosodó köbös rendszerű fémeknek. Ez az oka annak, hogy a magnézium sokkal szűkebb hőmérsékleti határok között alakítható.

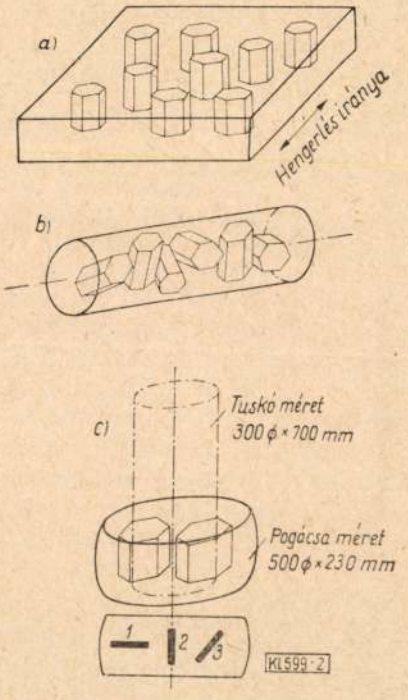
1. Kristály átalakulás

A magnézium képlékeny alakításakor jellegzetes átalakulási rendszerek lépnek fel, amelyek vagy az atomrács elcsúszásában, transzlációjában, vagy az atomrács elfordulásában, ikerkristály képződésben nyilvánulnak meg. A transzláció a kristálysíkon egyirányban végbemenő elcsúszás, az elfordulás pedig az ikersíkhoz szimmetrikusan végbemenő kristályképződés, azaz a kristály egy része az eredeti helyzet tükörképe [1]. Az ikerkristályképződés a magnéziumra alárendelt jelentőségű, azonban a transzláció a képlékenységét nagymértékben befolyásolja. A képlékeny alakításkor az elcsúszott kristályok szalagalakban helyezkednek el, ami hengerléskor szabadszemmel is megfigyelhető *(1. ábra)*. A hengerléskor a hengerelt szalagon keresztirányban a kristálysorok elcsúsznak és túlhengerlés alatt egymástól teljesen el is válnak.



1. ábra. Hidegen hengerelt magnéziumszalag

220 C° alatti hőmérsékleten csak egy transzlációs rendszer van és ez okozza, hogy a magnézium közönséges hőmérsékleten csak egészen kis mértékben alakítható. *220 C°-nál nagyobb hőmérsékleten azonban több új csúszási sík keletkezik, aminek következtében a magnézium képlékenysége ugrásszerűen nő és a többi fémekhez hasonlóvá lesz.*



2. ábra. Irányított szövetszerkezet

A magnéziumötvözetek képlékeny alakításakor soros szövetszerkezet keletkezik, azaz a krisztallitok bázisfelületükkel az alakítás irányában párhuzamosan, irányítottan helyezkednek el. Ez a jelenség minden képlékeny alakító művelet során megfigyelhető.

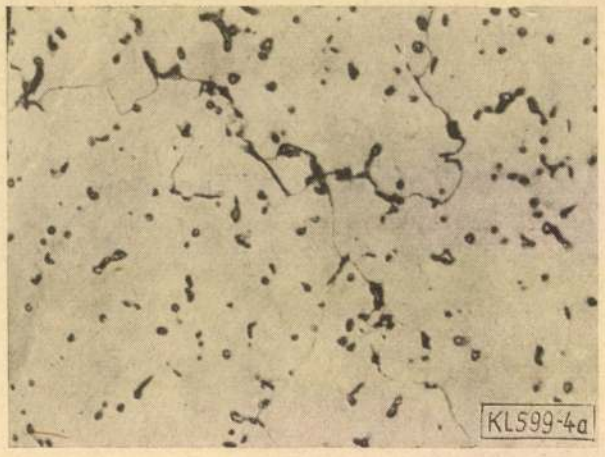
A *2. ábrán* különféle képlékeny alakító eljárás során kialakult irányított szövetszerkezetet szemléltetünk. Az *a* kép hengerlés, *b* sajtolás, *c* kovácsolás utáni szövetképet mutat.

3. ábra. Hengeres próbatestek különböző hőmérsékleten végzett ütés hatására

A *3. ábrán* hengeres próbatestekkel végzett kísérletsorozatot mutatunk be. Azonos méretű próbatestet különböző hőmérsékleten teljesen azonos körülmények között duzzasztottak és azt tapasztalták, hogy a 208 C°-on még erősen repedt anyagot 212 C°-on már 75%-ban repedésmentesen lehetett alakítani. A hőmérséklet növelésével az alakíthatóság is növekedett. Ezt a képlékeny alakításkor feltétlenül szem előtt kell tartani, mert a minimális hőmérséklet alatt végzett alakításkor transzláció lép fel. A belső szerkezet ilyen alakulása könnyen érthetővé teszi a Mg és ötvözeteiből készült lemezek mechanikai tulajdonságainak az irányok szerinti változását. A hengerlés irányában a hajlíthatóság rosszabb, mint erre merőlegesen. Ugyanez vonatkozik a szakítószilárdságra is [2].

A kutatókat általában erősen foglalkoztatja annak a jelenségnek magyarázata, amely szerint a Mg és ötvözetei kb. 210 C° hőmérsékleten képlékeny alakíthatóságukat ugrásszerűen változtatják. *Schmidt, W.* Mg-Al_5-Zn_1 ötvözeten végzett kísérletei során 210 és 212 C° közötti hőmérsékleten ugrásszerű változást vett észre. Újabb vizsgálatok szerint a Mg egykristályon az ugrásszerű változás 225 C°-on megy végbe. Ezt a vizsgálatot sajtolással végezték [3], [4].

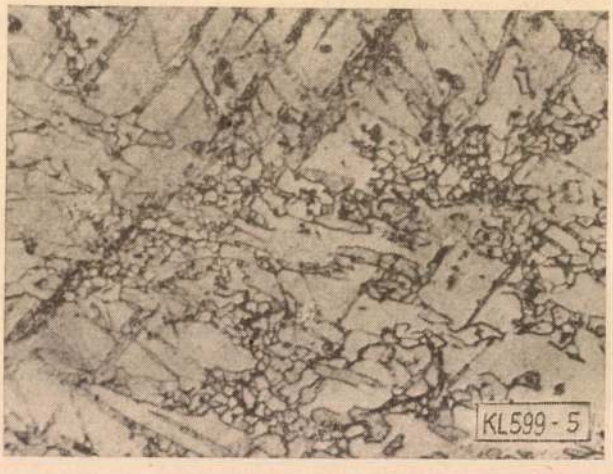
Az eddigi elméletek szerint az átmeneti hőmérsékleten a magnézium hexagonális kristályból piramis kristályalakba megy át, ami viszont nem kielégítő magyarázat erre az ugrásszerű változásra. Valószínűleg törési csúszás (Bruchgleitung) áll be, ami elősegíti a repedésmentes alakítást. *Ernst* és *Lawes* [4] megállapították, hogyha pl. egy kristályban túl nagy helyi nyíróerő töréshez vezet, akkor az anyag a törési rétegben összetöredezik és az egyes, így előálló részek a nyíró, illetve törőrétegben uralkodó csúszó mozgás irányába fordulnak, hogy a csúszási felületük, tehát az alapjuk a nyírás irányában feküdjön. Ha az atom helyváltoztatási sebessége elég nagy ahhoz, hogy a széttört részecskék a hengerlés alatt és után össze tudjanak forradni, akkor a törési hely már nem csekély szilárdságú, hanem ellenkezőleg, a szemcse finomodás és keményedés következtében a többi helyekkel szemben megnövekedett, de legalább ugyanolyan szilárdságú. Makrotörés tehát nem alakul ki. Hengerlés alatti kristálytöredezés látható a 4—8. ábrákon. A *4a ábra* öntött szövet, a *4 ábra* 20% fogyás (v. keresztmetszetcsökkenés), az *5. ábra* 30%-os, a 6. *ábra* 49%, a *7. ábra* 59% és a *8. ábra* 79% fogyás eredménye (magnéziumra). A redukció növekedésével a kristályok mind erősebben széttöredeznek és így a szemcse is finomodik [5].



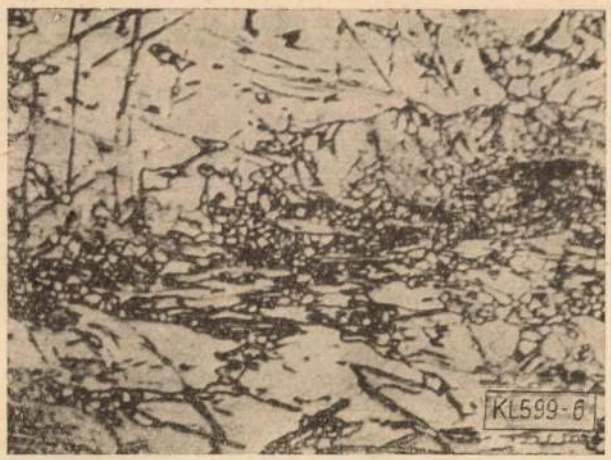
4/a. ábra. Öntött Mg-Al-Zn ötvözet mikroképe (AZ 31) Pikról sav 100-szoros nagyítás

A két különböző felfogás, vagyis a piramis síkon való elcsúszás, valamint a törés és újra

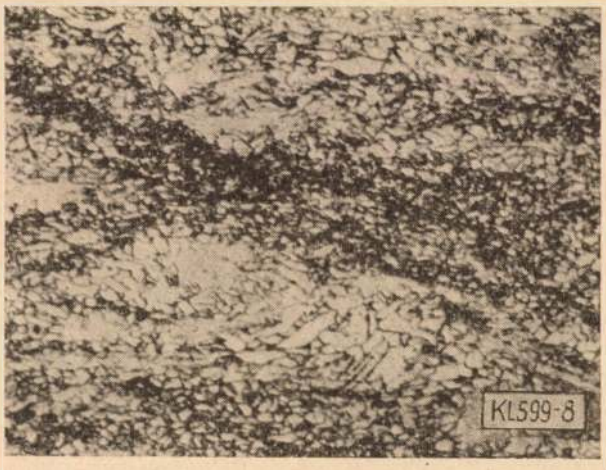
4. ábra. 20%-os fogyás eredménye magnézium hengerléskor 100-szoros nagyítás



5. ábra. 30%-os fogyás eredménye magnézium hengerléskor 100-szoros nagyítás



6. ábra. 49%-os fogyás eredménye magnézium hengerléskor 100-szoros nagyítás



8. ábra. 79%-os fogyás eredménye magnézium hengerléskor 100-szoros nagyítás

7. ábra. 59%-os fogyás eredménye magnézium hengerléskor 100-szoros nagyítás

hegedés tisztázására *Siebel* minden irányú nyomással végzett kísérleteket. A nyírófelületre gyakorolt normál nyomás hegesztőleg hat és az átalakulási hőmérséklet csökken. Kísérletének vázlatát a *9. ábrán* mutatjuk be. Kísérletét 10,9 mm ∅-jű és 11 mm magas hengerekkel végezte és mindegyiket egyöntetűen 25%-kal zömítette. A kísérlethez használt berendezés 30 t-s univerzál szakítógép, amelyen a próbatesteket tengelyirányban nyomta meg [4].

A sugárirányú nyomás biztosítására 0,5, illetve 1 mm vastag sárgarézhüvellyel fogta körül a próbatestet. A melegítést csőkemencében végezte. A duzzasztás sebessége 4 mm/perc. A magnézium 99,78%-os volt. Elősajtolt és lágyított, valamint öntött próbatesteket használt. Végeredményben megállapította, hogy 1 mm vastag sárgarézhüvely használatakor az átalakulási hőmérséklet 130 C°-ra csökkent. Az ugrásszerű átalakulási hőmérséklet függ attól a nyomástól, amit az alakítás alatt a nyíró felületre adunk. A hegedést a hüvely elősegíti. Hideghegedés akkor áll elő, ha 1. nincsen oxid, vagy salak a felületen, 2. a hegedési felületek egymáshoz viszonyítva elmozdulnak. Belül a széttört részecskék felületei között kenődő surlódás legyen.

Minél nagyobb a hőmérséklet, annál kisebb a hegedéshez szükséges nyomás.

200 C°-on 20%-os, 150 C°-on pedig 30%-os hidegalakítás után rekrisztallizálódott a lemez. A csúszósík 20 C°-on (0001) alaplap, nagyobb hőmérsékleten (1010) oldallap. Ikersík (1012).

A magnéziumkristályt a *c* tengelyre kifejtett 45, illetve 90°-os igénybevétel megrövidíti. A kristály tengelyarány ebben az ikersíkban $c = a\sqrt{3}$

A képlékeny alakítás vizsgálatára különböző Al-, Zn-tartalmú és AZ31 típusú ötvözeteket készítettünk, amelyekből $20 \varnothing \times 20$ mm-es hengerecskéket öntöttünk kokillába.

Eredményeinkről az 1. és 2. táblázat tájékoztat.

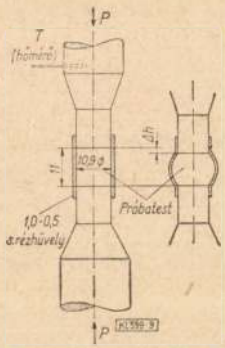
Az *1. táblázatból* látható, hogy lényeges magasságcsökkenés nem volt észlelhető és ez indított bennünket arra, hogy nagyobb kapaláccsal öt ütést mérjünk. A *2. táblázatban* feltüntetett kísérleti eredmények alapján megállapítható:

1-es, 6-os, 18-as ötvözet 200 C°-on kezdődő durvakristályos, a 14-es fokozottabban durvult, a 15-ös a legerősebben durva kristályos.

250 C°-on ugyanaz volt észlelhető, mint 200 C°-on, további durvulás nem észlelhető.

300 C°-on az 1, 6, 18, 14 és 15-ös tovább durvult és a 4, 7, valamint a 13-ason kezdődő durvulás jelentkezik.

350 C°-on 1, 6, 14-es tovább durvul, a 15-ös



9. ábra. Siebel nyomó kísérletének vázlata

1. táblázat

7,5 kg-os kalapáccsal 500 mm magasságból 1—1 ütés hatása

Ötvözet jele	Ötvözet összetétele				Magasságcsökkenés mm-ben a próbatest hőmérséklete C°					
	Al	Zn	Mn	Ca	200	250	300	350	400	450
1	1	—	—	—	1,0	1,0	1,0	1,15	1,5	1,6
2	2	—	—	—	0,5	0,8	0,7	1,15	1,2	1,5
3	3	—	—	—	0,7	0,7	0,85	1,0	0,9	1,0
4	—	1	—	—	0,7	1,0	1,1	1,4	1,5	1,65
5	—	2	—	—	0,85	0,7	1,0	1,1	1,0	1,5
6	—	3	—	—	0,75	0,7	1,0	1,2	1,15	1,5
7	3	1	—	—	0,8	0,6	0,8	1,0	1,10	1,15
8	1	—	0,3	—	0,65	1,0	1,0	1,3	1,2	1,3
11	—	1	0,3	—	0,3	0,9	1,3	1,0	1,6	1,6
14	3	1	0,3	—	0,85	1,0	1,0	1,20	1,25	1,15
15	1	—	—	0,5	0,80	1,0	0,7	1,3	1,6	1,6
18	—	1	—	0,15	0,55	1,0	0,8	1,3	1,15	1,5
21	3	1	—	0,15	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	0,8
22	3	1	0,3	0,15	0,8	0,6	0,85	1,0	1,0	1,0
9	2	—	0,3	—	—	0,9	0,8	1,0	1,25	1,0
10	3	—	0,3	—	—	0,7	0,9	1,0	1,0	1,25
12	—	2	0,3	—	—	0,85	1,3	1,2	1,15	1,55
13	—	3	0,3	—	—	0,8	0,8	1,15	1,0	1,1
16	2	—	—	0,15	—	1,3	1,0	1,4	1,25	1,4
17	3	—	—	0,15	—	0,7	1,0	1,15	0,9	1,1
19	—	2	—	0,15	—	0,9	1,1	1,1	1,4	1,2
20	—	3	—	0,15	—	0,85	0,9	1,15	0,9	1,1
24	—	2	—	0,15	—	0,8	1,0	1,25	1,3	1,3
25	—	3	—	0,15	—	0,6	0,9	0,85	1,3	1,35
26	3	1	—	0,15	—	0,8	0,9	0,85	1,15	1,3
27	3	1	—	0,15	—	0,8	0,75	0,85	1,0	1,1

Az eredményeket úgy kaptuk, hogy 7,5 kg-os ejtőkalapáccsal 500 mm magasból a különböző hőmérsékletű hengertestecskékre egy-egy ütést mértünk.

2. táblázat

11 kg-os kalapáccsal 500 mm magasságból 5—5 ütés hatása

Ötvözet jele	Ötvözet összetétele, %				Magasságcsökkenés mm, a próbatest hőmérséklete, C°					
	Al	Zn	Mn	Ca	200	250	300	350	400	450
1	1	—	—	—	3,1	3,2	3,8	4,2	4,8	5,9
2	2	—	—	—						
3	3				2,4	2,6	3,0	3,4	3,4	4,2
4	—	1	—	—	3,2	4	4,4	4,6	5,4	6,2
5	—	2	—	—						
6	—	3			2,7	3,1	3,8	4,3	4,5	5,5
7	3	1	—	—	2,4	2,5	2,9	3,5	3,8	4,4
8	1	—	0,3	—						
9	2	—	0,3	—						
10	3	—	0,3	—	—	2,5	3,2	3,3	3,6	5,3
11	—	1	0,3	—						
12	—	2	0,3	—						
13	—	3	0,3	—	—	2,8	3,2	4,0	3,6	4,4
14	3	1	0,3	—	2,8	2,9	3	3,8	3,1	4,0
15	1	—	—	0,15	2,9	3,4	3,7	4,3	5,2	5,2
16	2	—	—	0,15						
17	3	—	—	0,15						
18	—	1	—	0,15	2,6	3,3	3,6	4,3	4,0	5,0
19	—	2	—	0,15						
20	—	3	—	0,15						
21	3	1	—	0,15	2,2	2,6	2,9	3,3	3,5	3,5
22	3	1	0,3	0,15						

Az adatokat úgy kaptuk, hogy 11 kg-os ejtőkalapáccsal 500 mm magasból a hengertestecskékre különböző hőmérsékleten öt-öt ütést mértünk.

már erősen durva, 4, 7, 13, 21-en kezdődő durvulás észlelhető. A 3, 10-es még finom szemcséjű és a 18-as nem durvul.

400 C°-on 1, 4, 6, 7-es finomodik, a 15-ös lényegesen finomabb, mint előző hőmérsékleten, a többi pedig finom szemcséjű.

450 C°-on az 1-es ismét durvul, a többi viszont lényegesen finomabb szemcséjű, mint az előzőkben.

A hengerlés vizsgálatára az alábbi ipari ötvözetekből hengerlési tuskót és $20 \varnothing \times 20$ mm-es hengeres testecskéket öntöttünk: $Mg — Al_3$, $Mg — Zn_3$, $Mg — Al_3 — Zn_1$ és $Mg — Al_3 — Zn_1\, Ca_{0,15}$.

A próbatesteket 11 kg-os kalapáccsal, 500 mm magasságból öt ütéssel 350, 400 és 450 C°-on kovácsoltuk. Eredményeinkről a *3. táblázat* tájékoztat.

3. táblázat

Ipari ötvözetek alakíthatósága ejtő kalapáccsal vizsgálva

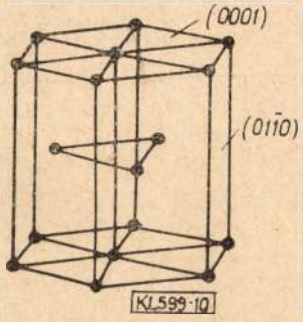
Ötvözet jele	Összetétele, %			Magasságcsökkenés, mm			Megjegyzés
	Al	Zn	Ca	350	400	450	
1 H	3	—	—	4,3	5,7	6,1	450 C°-on oldalt kezdő repedés mutatkozott
2 H	—	3	—	4,3	4,8	5,5	350 C°-on kezdődő repedés 400 C°-on a repedés fokozódott, 450 C°-on oldalt gyenge repedés
3 H	3	1	—	3,3	4,4	4,2	400 C°-on oldalt repedezett, 450 C°-on a 2 ütésre erősen repedezett
4 H	3	1	0,15	3,9	5,4	5,2	Végig repedésmentes
5 H	3	1	Mn 0,3	3,8	4,3	4,8	Végig repedésmentes

A táblázatban feltüntetett kísérleteink alapján meg lehetett állapítani, hogy 350 C°-on már a kísérleti ötvözetek mindegyike hengerelhető. A legjobban azonban az AZ31 típusú ötvözetek alakíthatók.

A próbatesteken végzett kovácsolási kísérleteink a képlékeny alakíthatóság körülményeire hasznos adatokat szolgáltattak.

2. Elemi rács

Az eddigiekben megismerkedtünk a magnézium képlékeny alakításakor tapasztalható jelenségekkel. Nézzük most a jelenségek tisztázását célzó elméleti elgondolásokat. A magnézium több kristály viselkedésének megértésére vizsgáljuk meg először is a magnézium egy-kristályt *(10. ábra)*, [6], [7].



10. ábra. Szoros illeszkedésű hatszöges rácsszerkezet

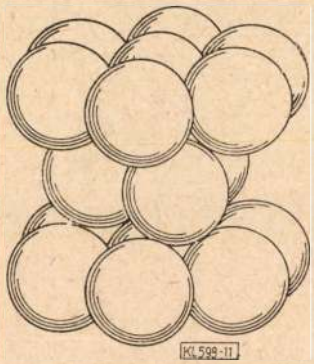
Az elemi cella magassága c, a hatszög oldala a, c/a pedig a tengely aránya. Minden atomnak hat szomszédja van a saját rétegében a távolságra és még hat az alatta és felette fekvő rétegben

$$\sqrt{\frac{a}{3}+\frac{C^2}{4}}$$

távolságban.

Ha a tengelyarány $\frac{c}{a}=\sqrt{\frac{8}{3}}=1{,}633$, akkor mind a 12 atom a távolságra van.

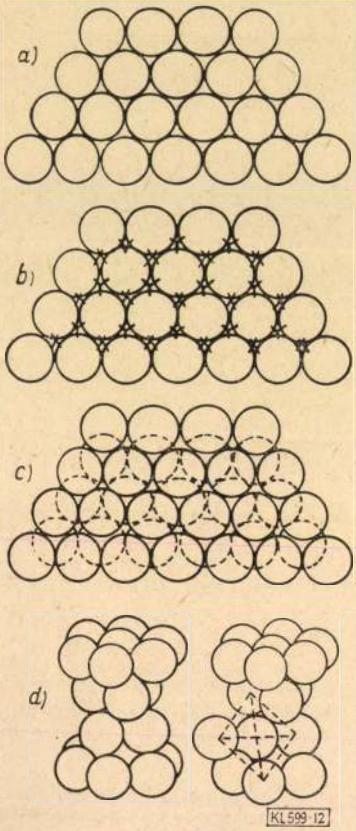
A valódi fémeknek a tengelyaránya eltér a $\sqrt{\frac{8}{3}}$ értéktől és ezért a szomszédos atomok két csoportra (6 + 6) oszlanak. A közönséges hatszöges fémeknek a tengelyaránya 1,57 — 1,64 között változik. Tehát nem nagyon különbözik attól, amit a gömbös, szoros illeszkedésűtől várunk. A *11. ábrán* a szoros illeszkedésű hexagonális rácsban is hatszöges elrendezésű atomrétegek követik egymást. Tehát minden harmadik réteg fekszik azonos helyzetben az első felett. Jobban megvilágítható ez a helyzet a *12. ábra a* képével, amelyen hexagonális rend szerint legszorosabban illeszkedő gömbök egy rétegét látjuk. Helyezzünk erre képzeletben egy másik ilyen réteget, amit kétféleképpen tehetünk. A második réteg gömbjeinek középpontjait vagy a *12. ábra b* képe szerint x-ekkel jelzett pontok fölé, vagy az y-okkal jelzett pontok fölé illeszthetjük. Tegyük fel, hogy az x helyzetekben helyezzük el őket, amint az a *12. ábra c* képén látható. A következő, vagyis harmadik réteg számára ezután két lehetőség van. A harmadik réteg gömbjei vagy pontosan az első réteg gömbjei fölé kerülnek és ezzel szoros illeszkedésű hexagoniális elrendezést alkotnak, vagy az y pontok fölé helyezzük őket és akkor a negyedik réteg gömbjei esnek pontosan az elsők fölé és ezáltal lapon középpontos köbös rácsszerkezet keletkezik. Ha a rétegeknek ezt a három különböző helyzetét A, B és C jelekkel jelöljük, akkor azt mondhatjuk, hogy a szoros illeszkedésű hexagoniális szerkezetben a rétegek $A\,B\,A\,B\,A\,B$ rendben következnek



11. ábra. Szoros illeszkedésű hatszöges rácsszerkezet (modell)

egymás után, a lapon középpontos köbös elrendezésben pedig *A B C A B C* sorrendben.

Az elmondottak ábrázolására bemutatjuk a 12. ábra *d* képét. Ez az ábra olyan módon mutatja be a lapon középpontos köbös rácsszerkezetet, hogy jól kitűnjék, miképpen keletkezik egymásra helyezkedő szoros illeszkedésű rétegekből lapon középpontos köbös rács akkor, ha a negyedik réteg atomjai kerülnek pontosan az első réteg atomjai fölé. Ezt a baloldali ábra szemlélteti. Ha ezt az ábrát a rácsnak még egy atomjával



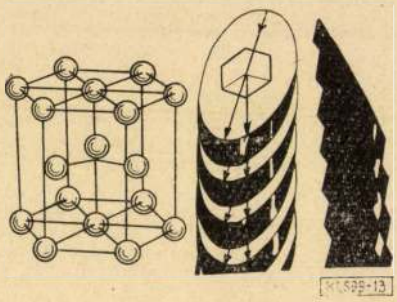
12. ábra. A köbös és hexagonális rácsszerkezet összehasonlítása

kiegészítjük, úgy amint az a jobboldali ábrán látható, akkor előtűnik a lapon középpontos köbös rács egyik kockaoldala. Ebből az látható, hogy a lapon középpontos köbös és a szoros illeszkedésű hexagonális szerkezet nagyon hasonlít egymáshoz. Ezért lehetséges, hogy egyes fémek bizonyos átalakulási hőmérséklet alatt az egyik, felette a másik rácsszerkezetet veszik fel.

A szoros illeszkedésű hexagonális rácsszerkezetben a szoros illeszkedésű rétegeknek csak egy csoportja van, ami fontos a mechanikai tulajdonság szempontjából. Alakításkor a szoros illeszkedésű rétegek a szoros illeszkedésű sorok irányában elcsúsznak egymáson. A lapon középpontos köbös rácsban négy különböző irányú csúszási síkot találunk, míg a hexagonálisban csak egyet.

A képlékeny alakítás feltétele, hogy a kohézió a rugalmas határon túlmenő nagy alakváltozás közben is fennmaradjon. A fémkristályok rugalmas alakváltozása szűk határok között mozog és ha növekvő terhelésnek vetjük alá, képlékeny alakváltozás indul meg bennünk és alakjuk a terhelés megszűnte után maradandóan megváltozik.

Ha a terhelést a rugalmassági határon túl növeljük, akkor az atomsíkok egymáson elcsúsznak és az egykristály felületén csúszási idomok



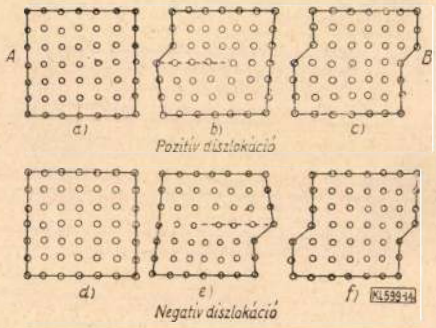
13. ábra. Magnéziumkristály atom és csúszási sík modellje

jelennek meg *(13. ábra)*. A csúszás a legsűrűbb illeszkedésű síkokon megy végbe, a csúszás iránya pedig a legsűrűbb illeszkedésű atomsorok irányával egyenlő.

3. Diszlokáció

Az alakításkor, ha a szoros illeszkedésű atomréteget egyszerre akarnánk elcsúsztatni, akkor nagy erő kellene. A valóságban viszont aránylag kis erő elegendő a fém egykristály képlékeny alakításához. Ennek oka, hogy a csúszósíkon az atomrétegnek egy kis tartományra kiterjedő rácszavara, megbolygatása (diszlokáció) halad végig és ebben egyidejűleg csak kevés atom vesz részt [8], [9].

Eredeti elméletében *Taylor, G. I.* is feltételezte ezt. A *14. ábrán* látható az elcsúszás lefolyása, e szerint az elmélet szerint. A 14. ábra a kristály-



14. ábra. Pozitív és negatív diszlokáció

rácsnak a csúszási síkra merőleges metszetét szemlélteti. Ez a csúszósík az *A—B* vonalban metszi a kristályrácsot. A tényleges elcsúszás síkja merőleges tehát az ábra síkjára és az *A—B* vonalon halad át. A 14. ábra *b* képén a csúszósík felett komprimált, a csúszósík alatt expandált rácskörnyezet van. Ennek megfelelően van közöttük valahol olyan pont, ahol komoly rácshiba, diszlokáció található. Ha ez a diszlokáció a kristályon balról-jobbra végighalad, akkor attól a kristály belső része az alsóhoz képest eltolódik. A 14. ábra *e* képén viszont a csúszósík felett ex-

pandált, a csúszósík alatt komprimált a rácskörnyezet és ha ilyen diszlokáció balra halad végig, az ugyanahhoz a végeredményhez vezet, mint amit a 14. ábra *c* képe szemléltet. *Taylor* a diszlokációnak ezt a két fajtáját pozitív, illetőleg negatív diszlokációnak nevezte. Ezt úgy kell elképzelni, hogy a diszlokáció mindkét esetben a kristályon keresztül az egyik oldaltól a másikig halad.

Az egykristály nagy szilárdságú lenne, azonban a kristályokban már kevés számú diszlokáció is lággyá teszi azokat. A nagyobb számú diszlokáció ismét fokozhatja a szilárdságukat, mert az egyik diszlokáció jelenléte akadályozhatja a másiknak a mozgását. Ilyen pl. a 14. ábra *b* képe, amelyen csúszósík felett összeszorult, alatta pedig kitágult rácskörnyezet van. Ez a diszlokáció balról jobbra halad. Ha ennek útjába ellenkező előjelű diszlokáció kerül, haladása megakad és a kristály szilárdabb.

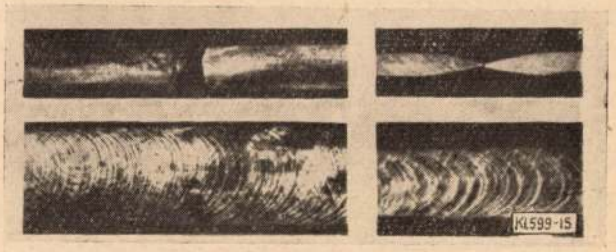
A diszlokációk sokkal inkább keletkeznek kristályhatárokon, vagy mozaikrészletek határain, mint ezek belsejében. Van elmélet, amely szerint az atomok hőrezgése is létrehoz diszlokációkat. E szerint a hőrezgések, főleg nagy hőmérsékleten olyan méreteket ölthetnek, hogy itt-ott egy-egy pillanatra annyira felfokozzák egymást, hogy a rács átmenetileg meggyengül és diszlokáció keletkezhetik. Lehetséges az is, hogy a kristályok és mozaikrészletek keletkezésekor keletkeznek diszlokációk. Az az egy bizonyos, hogy alakváltozáskor diszlokációk keletkeznek. Ha szaporodik a diszlokáció, akkor keményedik az anyag, ha most melegítjük, akkor a diszlokációk kilépnek a rácsból és az anyag ismét lágy lesz.

A szoros illeszkedésű hexagoniális kristályrácsban csak egyetlen, legszorosabb illeszkedésű rácssíksorozat van. Az ennek mentén végbemenő elcsúszás egyirányú alakváltozást hoz létre *(15. ábra)*.

Az egyszeri elcsúszás úgy megy végbe, hogy aránylag nagy fémszakaszok mozdulnak el egymáson és a csúszási vonalak sajátságaiból ítélve, a csúszás egyes megszabott tartományokra korlátozódik. A látható csúszási vonalak természetesen sok elmozdult atomrétegből állanak.

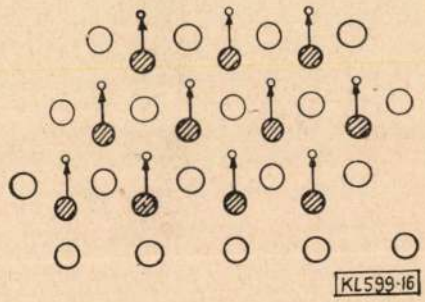
4. Ikerképződés

A maradó alakváltozás kifejlődésének másik módja az ikerképződés. Az alakváltozásnak ezt a fajtáját olyan egyszerű elcsúszás eredményének szokás tekinteni, amelyben minden egymásután következő atomréteg az alatta fekvő réteghez képest az atomtávolság azonos tört részével mozdult el egy bizonyos meghatározott közös irányba. A *16. ábra* azt az elmozdulást szemlélteti, amely a lapon középpontos kristályrácsban ikerképződésre vezet. Ezen az ábrán az első, azaz legmélyebben fekvő atomréteg egyes atomjainak helyzetét üres karikák, az e felett fekvő, azaz második atomréteg atomjainak helyzetét pedig vonalkázott karikák jelzik. Az ikerképződés úgy jön létre, hogy a második atomréteg a nyilakkal jelzett irányban az első fölé kerül.



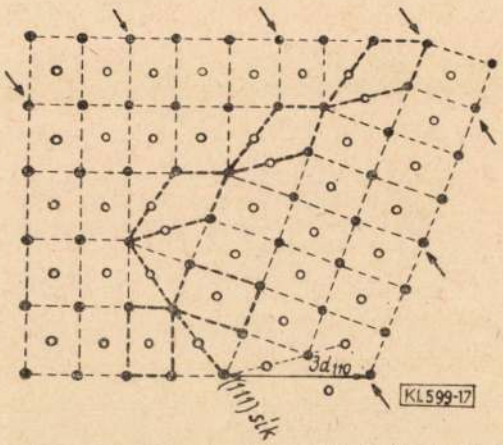
15. ábra. Csúszási sík hidegen és melegen húzott magnézium egykristályon

Emlékezünk, hogy a lapon középpontos köbös rácsszerkezetben a negyedik szoros illeszkedésű atomréteg esik pontosan az első fölé és a rétegek *A B C A B C* sorrendben következnek egymás után. Nem nehéz belátni, hogy amikor a második réteg a 16. ábrán jelzett módon elmozdul az első rétegen, ugyanakkor pontosan ugyanilyen lépéssel csúszhat odébb a harmadik réteg a másodikon, a negyedik a harmadikon és így tovább. Ha ez megtörténik, az egyes rétegek odébbcsúszásának teljes mértéke az első síktól számított távolságukkal arányos, szomszédjaikhoz képest azonban minden réteg csak egy atom távolsággal csúszott



16. ábra. Ikerképződéshez vezető elmozdulás

odébb. Ennek következtében a kristálynak *az a része, amely ikerhelyzetbe csúszik át, teljes egészében elmozdul a 16. ábrán feltüntetett nyíl irányában és az ikerképződés után a kristálynak ez a része újból egykristály lesz, de olyan egykristály darab, amelynek orrientációja eltér a 16. ábra legutolsó atomrétege alatt fekvő egykristály-darab orientáció-*



17. ábra. Iker- és alaphelyzetű kristályok közötti diszlokáció

jától. Könnyen kimutatható, hogy az ikerhelyzetbe került kristálydarab minden atomhelyzete pontos tükörképe a mozdulatlanul maradt kristálydarab atomhelyzeteinek. Az ikerhelyzetű és az alaphelyen maradt kristályok között diszlokáció is lehetséges *(lásd 17. ábrát).*

5. Polikristályok alakváltozása

A húzófeszültségek hatására bekövetkező csúszási folyamatok kezdeti szakaszában az egykristályok lényegükben egykristályok maradnak, azonban orientációjuk megváltozik. Húzásra igénybevett kristályokban az egyenletes nyúlás közben a mozaikszerkezet elemei szétcsúsznak ugyan, de az egyes elemek nagyjából párhuzamos helyzetűek, a difrakciós foltok pedig ennek következtében élesek maradnak. *Ezt a folyamatot párhuzamos krisztallitképződésnek nevezik, megkülönböztetésül a polikristályos testekben megfigyelhető, tehát rendezetlen krisztallitképződéstől.* Újabb vizsgálatok szerint a polikristályos fémtestekben is megjelenik a párhuzamos krisztallitképződés a tartós folyás lassú alakváltozása alatt, ha alakváltozásukat nem a szokásos gyors igénybevételekkel idézzük elő.

A kristályszerkezet széttöredezése nélkül tehát nem keletkezhet jelentős alakváltozás. A deformáció kezdő szakaszát jól le lehet írni a már említett egyszerű csúszási folyamatokkal, vagy az ezekkel rokon ikerképződés jelenségeivel. Nagyobb mértékű deformációk azonban a kristály fokozatos széttöredezését okozzák és hamarosan olyan meghajlított rácssíkú krisztallitok keletkeznek, amelyekben a rácstávolságok megváltozása folytán jellegzetes feszültségek keletkeznek. Alakváltozás során mindezek a jelenségek összefonódva mutatkoznak és ezért a gyakorlatban használt, hidegen megmunkált fémek szerkezete a tökéletes kristályok idealizált rácsszerkezeteitől igen távol van.

A fémek képlékeny alakváltozásának jelenleg még nincsen kielégítő elmélete. Annyi kétségtelen, hogy a fémekre alapvetően jellemző képlékenység, azaz a maradó alakváltozás képessége, az elektronok létrehozta fémeskötés természetéből ered, de az igazán kielégítő elmélet hiányos. Még a legtöbbet ígérő próbálkozás ezen a téren a diszlokációs elmélet.

Összefoglalás

A magnézium és ötvözetei egy bizonyos hőmérséklet határ alatt nem, míg afelett jól alakíthatók.

A jelenséget a következőképpen magyarázzák.

1. A magnézium hexagonális kristálya egy bizonyos hőmérséklet felett piramidális kristállyá alakul és ezáltal több csúszósíkja lesz.

2. Más elmélet szerint alakításkor a hexagonális kristályok összetöredeznek és megfelelő hőmérséklet és nyomás hatására a széttöredezett kristályok ismét összehegednek.

3. A legelfogadhatóbb magyarázat szerint bizonyos hőmérsékleten olyan mértékű a diszlokáció, hogy ezáltal a magnéziumkristály jobban alakítható.

IRODALOM

[1] *Verő J.:* Metallográfia I. rész. 1952. 193—197. o. II. rész. 1956. 271—283. o. Akadémiai kiadó.

[2] *Emőd Gy.—Jakóby L.:* Könnyűfémek kovácsolása Nehézipari K. K. 121—131. o.

[3] *Siebel, G.:* Über die Weiterentwicklung von Magnesium-Legierungen. Z. f. Metallkunde 1948. April. 187—189. o.

[4] *Erdmann—Jesnitzer—Kahle:* Verformung von vielkristallinen Magnesium Metall 1955. 17/18.

[5] *Chaudhuri—Chang—Grant:* Creep Deformation of Magnesium of Elevated Temperatures J. Met. 1955. Vol. 7. 682—688. o.

[6] *Millner T.:* A diszlokációk és a fémek technológiai tulajdonságai. Mérnöktovábbképző 1953—54, 2757. sz. 12—13. o.

[7] *Hume—Rothery:* Elektronok, atomok, fémek és ötvözetek (magyar fordítás Millner—Neugebauer) 1948. Akadémiai kiadó. 217—287. o.

[8] *Cottrell, A. H.:* Theory of Dislocations. Progress in Metalphysics I. 1949. 77. o.

[9] *Hirsch, P. B.:* Direct Experimental evidence of dislocations. Met. Revievs. 1959. vol 4. No. 14. 101—137. o.

[10] *Anselly—Betteron:* The Hot and cold rolling of Mg-base Alloys. AIME 1948, Vol. 2. 153—165. o.

Műszaki eseménynaptár

Február 1. 130 éve (1831) indult az első gőzhajó Pestről Bécsbe.

4. 95 éve (1866) alakult meg a Magyar Technikai Egyesület, a Magyar Mérnök és Építész Egylet elődje.

6. 100 éve (1861) született *Zelinszkij, Nikolaj* Dimitrevics, Lenin- és Sztálin-díjas szovjet vegyész (megh. 1953), a szénbetétes gázálarc feltalálója.

10. 75 éve (1891) halt meg *Kovaleszkaja, Sophia (Kovalevszkij),* lengyel származású orosz matematikus (szül. 1850), az első nő, aki egyetemi tanári rangot és akadémikusságot kapott.

12. 175 éve (1786) született *Beszédes József* vízimérnök (megh. 1852), a magyar nyelvű műszaki irodalom úttörője, egyike a legjelentősebb magyar mérnököknek, akik a múlt század folyamán hazánkban az európai kontinens legnagyobb szabású ármentesítő munkáit végezték.

14. 130 éve (1831) volt a Magyar Tudós Társaság (a Magyar Tudományos Akadémia elődje) első nagygyűlése Pesten.

18. 110 éve (1851) halt meg *Debreczeni Márton* bányamérnök (szül. 1802), a XIX. század első felének — külföldön is elismert — legjelesebb bányamérnöke.

24. 65 éve (1896) ismertette *Bequerel, Antoine Henry* Nobel-díjas francia fizikus (1852—1908) az uránsók radioaktivitását.

25. 70 éve (1881) szabadalmazták a Mannesmann csőgyártó eljárást.

A közölt eseménynaptár nem teljes.
Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtárban (Bp. VIII. Múzeum u. 17.).
Az eseményekkel kapcsolatos érdeklődésekre felvilágosítást ad *Pap János* tudományos főmunkatárs, tel.: 336—309/23 mellék.

A maradék austenit és vizsgálata edzett acélban[1]

FUCHS ERIK Vasipari Kutató Intézet, Budapest

1. Bevezetés, célkitűzés

Az acél hőkezelésének egyik legfontosabb művelete az *edzés*. Az edzés alapja a vas allotróp γ—α átalakulása és a két módosulat különböző karbonoldó képessége. A nagyobb hőfokon stabilis γ-vas, vagy metallográfiai nevén *austenit* felületen középpontos, szabályos rendszerű rácsa 1,7% (újabb adatok szerint 2%) karbont tud intersztíciósan oldani. A kisebb hőmérsékleten állandó α-módosulat, a térben középpontos, ugyancsak szabályos rendszerbeli *ferrit* egyensúlyi állapotban csak néhány ezred százalék karbont tartalmazhat oldva.

Az allotróp átalakulás akkor is végbemegy, ha az acélt a γ-állapot hőfokáról *gyorsan* hűtjük, vagyis pl. vízben, olajban eddzük. Az allotróp átalakulás ui. az atomoknak hangsebességű átrendeződésével, mintegy *átbillenésével* megy végbe. Ahhoz azonban, hogy valamely nemesíthető szerkezeti acél több tized % C-tartalmú austenitjéből az *egyensúlyi viszonyoknak megfelelő* α-vas legyen, meglehetősen sok időre van szükség. Az austenitben oldott karbonatomok túlnyomó részének ilyenkor el kell távoznia a ferritté alakuló rácsból, ami csak *diffúzió*val lehetséges. Az α-vasból távozó karbonatomok vasatomokkal lépnek kapcsolatba: így keletkeznek lassú hűléskor a perlitnek az Fe_3C, cementit lemezkéi.

Gyors hűtéskor az austenitben oldott karbonatomok idő hiányában nem tudnak az átalakuló krisztallitokból kidiffundálni és benne rekednek a rácsban; az α-vas tehát karbonban túltelített válik, *martensit* keletkezik. A martensit rácsszerkezete lényegében megegyezik a ferritével, a karbonatomok azonban az α-vas rácsméretét növelik, sőt a rácsot többé-kevésbé tetragonálissá is torzítják.

Az edzéskor végbemenő átalakulás folyamataira jellemző, hogy az austenit nem alakul át teljes egészében martensitté, hanem egy része visszamarad. Ez a *maradék austenit* sokszor okoz kellemetlen következményeket, mert egyrészt csökkenti az edzett acél keménységét, másrészt idővel más szövetelemekké alakulhat át. A maradék austenit okozta kisebb keménység pl. forgácsoló szerszámokat selejtessé tehet. Az austenit későbbi bomlása pedig jelentős belső feszültséget, méretváltozást, sőt törést is idézhet elő. Ha figyelembe vesszük azt is, hogy golyóscsapágyat, vagy idomszert már mikron nagyságrendű méretváltozás használhatatlanná tehet, világossá válik, hogy a jelenség gazdasági szempontból sem közömbös.

A maradék austenit mennyiségét, megjelenésének és elbomlásának körülményeit sokszor vizsgálták. Ismereteink — főleg mérési nehézségek miatt — mégis nagyon hiányosak ezen a téren.

[1] Az előadás az OMBKE Vaskohászati Szakosztály Anyagvizsgáló Szakcsoportja rendezésében 1960. jún. 27—29 között Ózdon megtartott Anyagvizsgáló Napokon hangzott el.

Így ennek az összefoglalásnak az a célja, hogy röviden *vázolja a maradék austenitre vonatkozó alapvető ismereteinket, és áttekintést adjon a maradék austenit vizsgálatára használt főbb eljárásokról.*

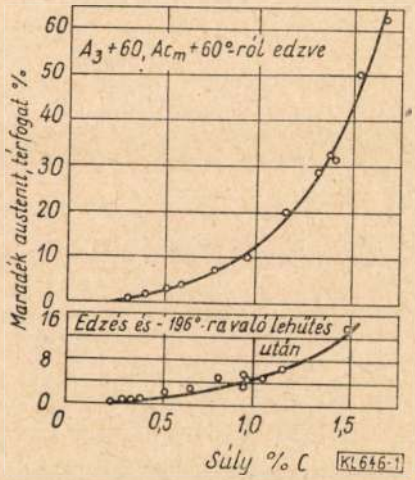
2. A maradék austenit mennyiségét meghatározó legfontosabb tényezők

Edzéskor a martensitképződés az acél M_s hőmérsékletén kezdődik és elvben az M_f hőmérsékletén ér véget. *Minden olyan acélban tehát, amelynek M_f hőmérséklete kisebb az edzéskor elért t_e végső hőmérsékletnél, az austenit egy részének eleve átalakulatlanul kell megmaradnia.* A 0,75—1,35% C-tartalmú ötvözetben, vagy legfeljebb 3% Cr-t és 5% Ni-t tartalmazó, folyamatosan hűtött acélban visszamaradó austenit mennyiségét az

$$\text{austenit } \% = 62{,}2 \cdot 10^{-14} \cdot [456 - (M_s - t_e)]^{5{,}32} \quad (1)$$

képlet adja meg. Ugyanabban az acélban tehát egyébként egyforma körülmények között *annál több austenit marad vissza, minél kisebb* az M_s—t_e *különbség.* — Az (1) összefüggésben azért szerepel M_f helyett a martensites átalakulás kezdeti hőmérséklete, mert az $M_s \sim M_f$ hőfok*köz* nagysága a gyakorlati ötvözetben alig változik, és az M_s hőmérséklet az M_f-nél sokkal könnyebben és pontosabban határozható meg.

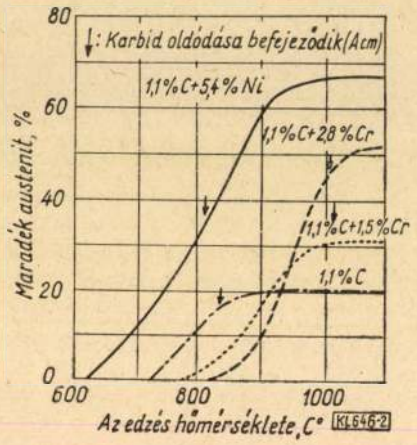
A gyakorlatban általában hasonló t_e edzési hőmérsékleteket választunk (pl. szobahőmérsékletű víz vagy olaj). A maradék austenit mennyiségére tehát döntően hat minden olyan körülmény, amely az M_s, ill. M_f hőfokokon változtat. Ilyen elsősorban az *acél karbon-* és egyéb *ötvözőfém tartalma.* A karbontartalom hatását edzett, tiszta Fe—C ötvözetek maradék austenitjére az *1. ábra* mutatja. Megjegyezzük, hogy a kb. 0,5%-nál több karbont tartalmazó ötvözetlen, vagy kevéssé ötvözött acélok M_f hőmérséklete általában kisebb 0 C°-nál.



1. ábra. A maradék austenit mennyisége 20 C°-ig és —196 C°-ig lehűtött tiszta Fe-C ötvözetekben

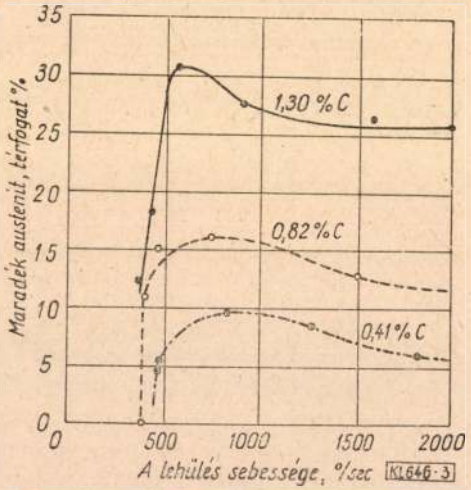
Az *1. ábra* alsó része azt az ismert megállapítást is megerősíti, hogy bármely, részben martensitessé átalakult acél további hűtése annál jobban csökkenti a maradék austenit mennyiségét, minél kisebb hőmérsékletig hűtötték. A teljes átalakulást, tehát a maradék austenit *teljes* kiküszöbölését azonban különböző, még nem teljesen tisztázott okoknál fogva a legkisebb megvalósítható hőmérsékletig való lehűtéssel, a legnagyobb mértékű mélyhűtéssel sem érhetjük el.

Természetes, hogy a maradék austenit mennyiségére csak az átalakuló austenitben *oldott* ötvözőelemeknek lehet hatása. Ez a magyarázata annak, hogy a *maradék austenittartalom nő az edzési hőmérsékletnek A_{cm}-ig való növelésével* is



2. ábra. Ötvözetlen és ötvözött acélfajták maradék austenitjének mennyisége az edzés hőmérséklete szerint

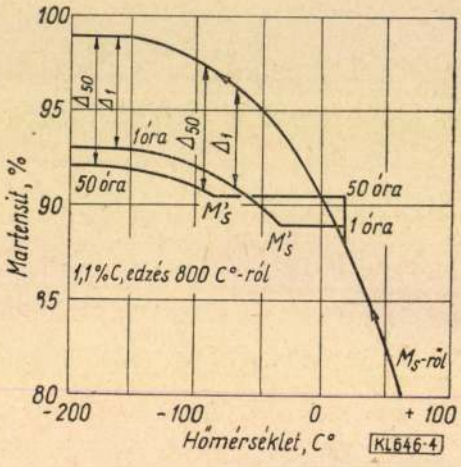
(2. ábra). Csak a nikkelnek van olyan hatása, hogy az A_{cm}-nél nagyobb hőmérsékletről való edzés után is egyre több austenit marad vissza az acélban. — A *2. ábrából* kitűnik, hogy a króm növeli a lehetséges legnagyobb austenittartalmat, ami főleg az acél M_f hőmérsékletének csökkenésével és A_{cm} hőmérsékletének növekedésével magyarázható. Megjegyezzük, hogy újabb irodalmi, ill. saját mérési eredményeink is azt mutatták, hogy



3. ábra. A lehűlés sebességének hatása a maradék austenit mennyiségére

a 2. ábra görbéi a diagramtól eltérően a maximum után ismét csökkenő jellegűek.

A maradék austenit mennyisége, egyébként azonos körülmények között, a *lehűlés sebességétől* is függ. Ezt a hatást a *3. ábra* szemlélteti. *Legtöbb austenit a kritikus sebességgel való lehűtés után marad az acélban.* A kritikusnál gyorsabb lehűlés után kevesebb az austenit : általános tapasztalat, hogy olajedzéskor több austenit marad vissza, mint a jóval gyorsabban hűtő vízedzéskor. Ez első pillanatban meglepőnek látszik, hiszen kézenfekvő az a feltételezés, hogy gyorsabb lehűlés közben az átalakuláshoz rövidebb idő áll rendelkezésre, s így csak kevesebb martensit képződhet. Alapvető fontosságú azonban az a megállapítás, hogy *a leggyorsabb lehűlésnek is több nagyságrenddel hosszabb az ideje, mint amennyi az átalakuláshoz szükséges.*



4. ábra Az austenit termikus stabilizálódása

Nem lenne teljes a visszamaradó austenit mennyiségére ható legfontosabb tényezők felsorolása, ha nem emlékeznénk meg az *austenit termikus stabilizálódásának* jelenségéről. Ennek az a lényege, hogy a részben már martensitté alakult acélnak az M_s és M_f közé eső valamilyen hőmérsékleten egy ideig való tartása az austenitet a további átalakulással szemben ellenállóbbá teszi. A lehűlés és az átalakulás szüneteltetése a maradék austenit mennyiségére annál erősebben hat, minél kisebb hőmérsékleten, vagyis minél több martensit képződése után kerül sor az izotermás megállásra. Jellegzetes mérési eredményeket mutat a *4. ábra*. Ebből megállapítható, hogy valamely 1,1% C-tartalmú ötvözetlen acél közönséges hőmérsékletre edzve 11—12% átalakulatlan austenitet tartalmaz. A próbát edzéskor —180 C°-ig hűtve az austenit mennyisége 2%-ig csökken. Ha azonban a szobahőmérsékletre edzett acélt csak 1 óra, vagy 50 óra elteltével hűtjük tovább, a maradék austenit mennyisége jelentősen növekszik ; az átalakulás görbéjén Δ_1-el, ill. Δ_{50}-el jelölt austenitkülönbség többletként bármilyen mélyhűtés után is megmarad az acélban.

Az austenit a közönséges hőmérsékleten nincsen egyensúlyban, és ezért nagy része idővel — hónapok, évek alatt — izotermásan *bainitté* alakul. A későbbi austenitbomlás a fajtérfogat

1. táblázat

Az acél megeresztésekor végbemenő folyamatok

Hőmérséklet, C°	A fajtérfogat	A fajtérfogatváltozás oka
I. <150	Erősen csökken	A tetragonális martensit szabályossá alakul
II. 150—280	Kissé nő	A maradék austenit *bainitté* bomlik
III. >200	Erősen csökken	A szabályos martensitből Fe_3C válik ki

jelentős növekedésével jár, ami egyes gyártmányok, pl. a már említett golyóscsapágyak, idomszerek használhatósága szempontjából végzetes lehet. A gyakorlatban a maradék austenit mennyiségét az ilyen gyártmányokban a lehető legkisebbre kell tehát csökkenteni. Figyelembe véve azonban a termikus stabilizálódás jelenségét is, ha az edzett acélt akár a keménység növelése, akár pedig az austenit lassú elbomlásával, átalakulásával járó méretváltozás megelőzése céljából mélyhűtéssel kívánjuk csökkenteni, a *mélyhűtést közvetlenül a vízben vagy olajban való edzést követően kell elvégezni.*

Anélkül, hogy a kérdés részletezésébe bocsátkozhatnánk, megemlítjük, hogy az edzett acélban az austenit bainitté válásán kívül még jónéhány méretváltozást okozó folyamat mehet végbe. Legfontosabb közülük a tetragonális martensitnek szabályos rendszerűvé való átalakulása (vö. *1. táblázat).*

Nagy elméleti és gyakorlati jelentősége ellenére ma sem ismerünk sokkal többet a maradék austenit jelentkezésének és bomlásának *alapvető* viszonyairól, mint amit a fentiekben vázoltunk. Főleg *méréstechnikai nehézségekben* rejlik annak oka — a bevezetésben már utaltunk erre —, hogy a kérdés részletei még mindig tisztázatlanok.

3. A maradék austenittartalom mérésére használatos módszerek

Acélok austenittartalmának meghatározására igazán egyszerű és minden szempontból jól használható módszer a mai napig sem alakult ki. Az eddig használt eljárások a következő főbb csoportokba sorolhatók :

3.1 A fémmikroszkópos szövetvizsgálat a legrégibb s egyben a legkézenfekvőbb mód. Nagy előnye, hogy nem kell hozzá külön vizsgáló berendezés, gyakorlatilag minden metallográfiai laboratóriumban elvégezhető. Az acélból csiszolatot készítenek, amit maratott állapotban vizsgálnak. A martensites és austenites szövetrészek mennyiségét a mikroszkópos fáziselemzés szabályai szerint, többnyire *Rosiwal*-módszerrel határozzák meg. Miután sem a tetragonális martensit, sem az austenit nem maródik, azért a próbát vizsgálat előtt kb. 150 C°-on meg szokás ereszteni. A kis hőmérsékletű megeresztés hatására az austenit nem változik, a tetragonális martensit azonban szabályossá alakul, a feketére maródó, szabályos rendszerű martensit már jól megkülönböztethető a nem maródó austenittől.

Az eljárás nagy hátránya, hogy 10%-nál, néha azonban 20%-nál kisebb austenittartalom meghatározására nem használható. Finomszemcsés szövetben 10%-nál kevesebb austenit, vele többnyire ki sem mutatható.

3.2 A dilatométeres vizsgálat során a próba austenittartalmát a hőmérséklet egyenletes növelésével stabilisabb szövetelemekké alakítják át. Az ezzel járó térfogatváltozásból lehet az átalakulási folyamat részleteire, így a maradék austenittartalomra is következtetni.

Az edzett acél fokozatos melegítésekor az *1. táblázatban* összefoglalt fajtérfogatváltozások észlelhetők. A megeresztés egyes *lépcsői* nem különülnek el élesen, hanem többé-kevésbbé egymásra szuperponálódnak. Ezért könnyű belátni, hogy meglehetősen nehéz a többi részfolyamat hatását az austenitbomlásétól különválasztani, és a próba anyagának átalakulásoktól független hőokozta méretváltozását megfelelően figyelembe venni.

Néhány évvel ezelőtt *Csepiga* dolgozott ki a Vasipari Kutató Intézetben az addigiaknál jobb eljárást. Vizsgálatait differenciáldilatométerrel végezte. Az átalakulásoktól független dilatációt a vizsgálandó próbával azonos anyagú és hőkezelésű etalonpróbatesttel küszöbölte ki, amit a vizsgálat előtt kilágyított.

Az austenittartalom dilatométeres meghatározása azonban így is meglehetősen körülményes. További hátránya, hogy csak a dilatométerbe illő próbatest vizsgálható. A próba szövete is megváltozik a vizsgálat során, s így egyéb kísérletekhez használhatatlanná válik.

3.3 A mágneses analízist azért lehet acélok maradék austenittartalmának meghatározására használni, mert a vasnak csak α-módosulata ferromágneses, a γ-módosulat (az austenit) nem az. Megállapították, hogy a többi mágneses tulajdonságtól eltérően a *telítési mágneses intenzitás* független a fém feszültségi állapotától, szemcseméretétől, esetleges repedésektől, tehát csupán a vegyi összetételtől és a szövetelemek minőségétől függ. Így az acél eredő telítési mágneses intenzitását mérve az α- és a γ-fázis tulajdonságainak ismeretében az austenittartalom a keverékszabály alapján számítható.

Az eljárás alapvető nehézsége, hogy edzéskor a ferromágneses fázis összetétele s ezen keresztül fajlagos telítési mágneses intenzitása is változik. A változást főleg az okozza, hogy a karbidok többé-kevésbbé oldódnak, s így egyrészt módosul a ferromágneses fázisok kémiai összetétele, más-

részt a karbidok mennyiségének csökkenésével az austeniten kívüli szövetelemek aránya is megváltozik. Ezeket a körülményeket alig lehet kielégítő pontossággal figyelembe venni, bár több szerző tett erre számítás vagy különleges etalonok segítségével kísérletet.

A Vasipari Kutató Intézetben kidolgozott eljárásban *Szombatfalvy* úgy hidalta át a nehézségeket, hogy egy *Lange-féle mágneses mérlegen* megmérte az edzett acél telítési mágneses intenzitását, s a mérést a próba mélyhűtése után megismételte. Így a mélyhűtés hatására átalakuló austenit mennyiségét igen pontosan meg tudta határozni. A 2. pontban részletezettek alapján azonban természetes, hogy mélyhűtéskor sohasem alakul át az acél teljes austenittartalma, s hogy a mérési eredmények a valóságot megközelíteni is csak akkor tudják, ha a mélyhűtést közvetlenül edzés után végezték. A gyakorlat céljára mégis igen hasznos a módszer, mert az edzést követő mélyhűtés után megmaradt austenit már annyira stabilis, hogy érdemleges keménység- vagy méretváltozást hosszú idő alatt sem idézhet elő.

Nagyobb hátrány, hogy a vizsgálathoz nehezen hozzáférhető, speciális mágneses mérleg szükséges, s hogy ebben csak egészen kicsiny (pl. 1 mm átmérőjű, 6 mm hosszú) próbatest vizsgálható. A próbatest többnyire körülményes kimunkálása az edzett acéltárgy roncsolásával jár. Ezenkívül a kivágás hő- és mechanikus behatások révén megváltoztathatja az austenit mennyiségét.

3.4 Az említett nehézségektől *a röntgendiffrakciós fáziselemzés* jórészt mentes; alapjai a következőkben foglalhatók össze:

A kristályos anyagok, így a fémek is, monokromatikus röntgensugarakat a Bragg-törvény értelmében egyes meghatározott irányokba reflektálnak. A reflexiók helyzete a reklektáló anyag rácsszerkezetétől és rácsméretétől függ, intenzitásuk egymáshoz képest az adott felvételi lehetőségek között állandó. — Ha a vizsgált anyag több kristályos fázis keveréke, mindegyik kristályfajta a többitől függetlenül létrehozza a maga reflexiórendszerét. Az egyes *reflexiórendszerek* intenzitásainak visszonyai eközben — bizonyos megszorításokkal — a fázisok mennyiségével arányosak. A reflexiók intenzitását *film*regisztrálással vagy Geiger—Müller-féle számlálócsöves *közvetlen intenzitásméréssel* szokták mérni.

Az austenittartalom röntgendiffrakciós meghatározását újabban *az austenit és a martensit reflexiók egymáshoz viszonyított intenzitására* alapítják. Így nincsen szükség kísérleti hitelesítésre, etalonokra, mert az arányossági tényezőket elméleti fizikai számítással, jó közelítéssel meg lehet határozni.

A konkrét vizsgálathoz két eljárás is elterjedt. *Necsvolodov* és követői a *homológ vonalpárok módszerét* alakították ki. Meghatározták, hogy az austenit és a martensit bizonyos reflexióit milyen százalékos összetétel teszi egyformán erőssé, a reflexiókat felfogó röntgenfilmen egyformán feketévé. Az eredményeket táblázatba foglalták. Így a röntgenfelvételen csak az egyforma erős γ- és α-reflexiókat kell megkeresni, s a próba austenittartalma a táblázatból kiolvasható. A módszerrel — fejlettebb alakjában — kb. 4%-nál nagyobb austenittartalom mérhető, mégpedig a szerzők szerint $\pm 5\%$-os hibával. A vonalfeketedést szemmel becsülték.

Az *Averbach, Cohen* és követőik által kifejlesztett eljáráshoz bizonyos martensit és austenit reflexiókat választottak ki. Ezeknek valamilyen felvételi elrendezéssel a teljes intenzitását mérték, függetlenül attól, hogy erősek-e vagy gyengék. Az austenittartalomra a

$$P = \text{konst.}\ G.\ V \qquad (2)$$

összefüggés felhasználásával következtettek, ami azt mondja ki, hogy minden reflexió P energiája, az integrált intenzitás (filmregisztráláskor az összes létrehozott feketedés) arányos egy jó közelítéssel számítható, az átalakuló austenit összetételével erősen változó G arányossági tényezővel és a reflexiót létrehozó, fázist vizsgáló röntgensugár érte V térfogatával. Az eljárás igen érzékeny; kristálymonokromátoros preciziós felvételi móddal még ½%-nál kevesebb austenit is kimutatható. Az elérhető pontosság a mért értéknek kb. $\pm 5\%$-a, de legalább $\pm 0{,}3\%$ austenit.

A módszernek eredeti alakjában hátránya, hogy a G erősen függ az edzéskor átalakuló austenit vegyi összetételétől, s így egy-egy röntgendiffrakciós felvétel kiértékelése legalább ½—1 órás körülményes számítást kíván. A hosszadalmas számítást a közelmúltban újszerű, *saját kiértékelő eljárással* küszöböltük ki. A V austenittartalom meghatározására a

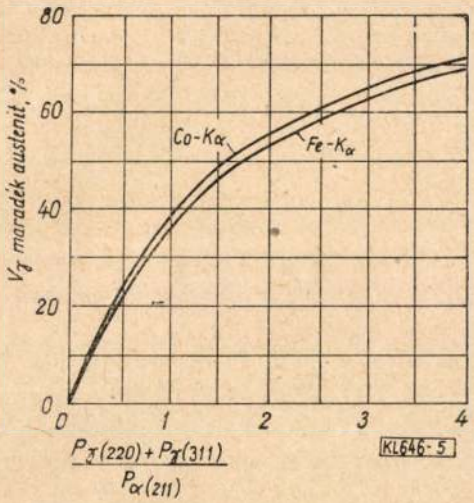
$$V_\gamma = \frac{\dfrac{\Sigma P_\gamma}{\Sigma P_\alpha}}{\dfrac{\Sigma P_\gamma}{\Sigma P_\alpha} + \dfrac{\Sigma G_\gamma}{\Sigma G_\alpha}} \cdot 100\,\% \qquad (3)$$

összefüggést vezettük le. Ebben $\dfrac{\Sigma P_\gamma}{\Sigma P_\alpha}$ a felhasznált austenit, ill. a martensit reflexióknak a röntgendiffrakciós vizsgálat során meghatározott integrált intenzitásából képezett hányados. A (3) összefüggés előnye, hogy gyakorlatilag független az acél összetételétől, s így a $\dfrac{\Sigma G_\gamma}{\Sigma G_\alpha}$ hányados a (2) összefüggéssel kapcsolatban értelmezett G-ből *egyszer s mindenkorra* számítható. A (3) összefüggést ezért grafikusan is célszerű ábrázolni; az *5. ábra* pl. Co-K_α és Fe-K_α vizsgáló röntgensugár, ill. három reflexió felhasználását mutatja.

Valamely acél austenittartalma az 5. ábra segítségével úgy határozható meg, hogy mérjük az austenit (220) és (311) reflexiójának integrált intenzitását, s ezek összegét osztjuk a martensit (211) reflexiójának ugyancsak mért integrált intenzitásával. A diagramon ebből az értékből a V_γ austenittartalom közvetlenül leolvasható.

A maradék austenit röntgendiffrakciós meghatározásának legfőbb előnye, hogy közvetlenül, *külső hitelesítés nélkül* lehet vele számszerű ered-

ményhez jutni. Nem kell hozzá különleges alakú és méretű próbatest, a vizsgálható darabok méreteinek legfeljebb a röntgenkészülék kialakítása, a kamra, vagy goniométer méretei szabhatnak határt. A vizsgálat a darab szövetének megváltoztatásával sem jár, így *roncsolás nélküli* az eljárás.



5. ábra. Diagram az austenittartalom gyors röntgendiffrakciós meghatározásához

A röntgendiffrakciós vizsgálat további jellegzetessége, hogy a fémeknek csak kb. *század mm vastag felületi rétege* vesz részt a reflexiók kialakításában, tehát valójában csak ennek a vékony felületi rétegnek az austenittartalma állapítható meg. Így igen fontos, hogy olyan felületrészt vizsgáljunk, aminek szövete jellemző az egész darabéra. — Az a körülmény, hogy a vizsgálat csak a felületi rétegre terjed ki, *felületileg edzett gyártmányok*, pl. betétből edzett alkatrészek *kérgének* a vizsgálatához különösen értékes lehet.

Összefoglalás

A maradék austenit jelentkezésének és elbomlásának körülményei csak a vázlatosan ismertetett főbb vonásokban ismeretesek, s ez főleg méréstechnikai nehézségek következménye.

Acélok austenittartalmának meghatározására a metallográfia csaknem valamennyi szokásos módszerét felhasználták. Kitértünk a fémmikroszkópos szövetvizsgálat, a dilatométeres, a mágneses és a röntgendiffrakciós fáziselemzés lehetőségeire. Egyúttal utaltunk azokra a módosításokra is, amikkel a Vasipari Kutató Intézetben iparkodtunk az egyes eljárásokat tökéletesíteni, a gyakorlat számára használhatóbbá tenni.

Az áttekintésből azonban kitűnik, hogy igazán egyszerű és minden szempontból használható módszer mégsem alakult még ki. Ezért mindig a vizsgálandó anyag minőségének, szövetének, a vizsgálat céljának és a rendelkezésre álló berendezéseknek gondos mérlegelése alapján dönthető csak el, hogy adott esetben az acél austenittartalmának meghatározására milyen eljáráshoz folyamodjunk.

IRODALOM

[1] *Verő J.:* Az ipari vasötvözetek metallográfiája. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1960.

[2] *Roberts, C. S.:* A karbontartalom hatása a maradék austenit és a martensit térfogati viszonyára és rácsméretére. In. of. Metals. *5*, 1953. 203. o.

[3] *Cohen, M.:* A maradék austenit. Trans. ASM. *41*. 1949. 35. o.

[4] *Averbach, B. L.—Cohen, M.:* A maradék austenit meghatározása röntgendiffrakciós eljárással az integrált intenzitás alapján. Trans. AIME, Metals Technology, 1948. 401. o.

[5] *Beu, K. E.:* Az edzett acél maradék austenittartalmának röntgendiffrakciós meghatározására való eljárás módosítása. Trans. AIME. 1952., Jn. of Metals, 1327. o.

[6] *Landa, R. A.:* A maradék austenit meghatározása acélokban, röntgen fázisanalízissel. Zavodszkaja Laboratorija, 1956. jan. 83. o.

[7] *Necsvolodov, V. V.:* Röntgenográfiai eljárás a maradékaustenit meghatározására. Szbornik „Rentgenografija v primenenii k isszledovanju materialov." ONTI (1936). 514. o.

[8] *Csepiga, Z.:* Méretváltozást okozó fázisátalakulások edzett acélban. ACTA TECHNICA, 1958. *22*. 285. o.

[9] *Fuchs E.:* Edzett acélok maradék austenittartalmának röntgendiffrakciós meghatározása. Kandidátusi értekezés. Budapest, 1960.

[10] *Szombatfalvy Á.:* A maradék austenit meghatározása mágneses eljárással. Kohászati Lapok, *92*, 1959. 445. o.

Egyesületi hírek

Fémkohászati szakosztályunk székesfehérvári csoportjának rendezésében nov. 4-én tartott előadóesten *dr. Mersich Alfréd*, a Metalimpex főosztályvezetője **„A magyar alumínium a világpiacon"** címmel tartott igen értékes előadást. *L. D.*

A *Székesfehérvári Könnyűfémmű* hengerművében új gyártmányt vezettek be. Eredményes kísérletezés után megkezdték a csőjáratos lemezek gyártását. Az új gyártmányt a hűtőszekrényt gyártó ipar használja fel. A csőjáratos lemez igen kedvező hőelvonó jellemzőkkel rendelkezik és gyártásának megoldásával a magyar hűtőszekrényt gyártó ipar világviszonylatban is exportképes hűtőszekrényeket tud majd gyártani. Az üzemi kísérleteket *Köhler Imre, Schulteisz Gyula* és *Sándorfi István* tagtársaink irányították. *L. D.*

A képlékeny alakváltozás jelenségeinek vizsgálata nyomópróbákkal

PÁLVÖGYI ÁRPÁD okl. kohómérnök

DK: 620.1 : 539.37

A képlékeny alakítás közben lejátszódó jelenségek közvetlen vizsgálata nem egyszerű feladat. Az alapvető jelenségek vizsgálatának régóta használatos módszere a nyomókísérlet. Ezzel egyszerű, áttekinthető viszonyok teremthetők és lehetőség nyílik bármelyik tényező hatásának elkülönített vizsgálatára, mely által a leegyszerűsített körülmények között nyert észlelés segítségével meg lehet közelíteni a tényleges alakítóműveletek összetett viszonyait.

A következőkben egy — bármely üzemi laboratóriumban elvégezhető — nyomókísérletsorozat tapasztalatait ismertetem néhány fontosabb összefüggés vázolásával anélkül, hogy a teljességre igényt tartanék.

A célom elsősorban az, hogy a szakemberek figyelmét felhívjam a nyomókísérletre, mint a korszerű technológiai vizsgálatok fontos segédeszközére.

A képlékeny alakítás különféle módjaihoz ugyanazon alakváltozás mellett lényegesen eltérő erő-, illetve munkaszükséglet tartozik, noha ideális alakváltozás során a terhelő erő csupán az alakítási szilárdság és az alakító szerszámmal érintkező felület függvénye:

$$P = k_f F$$

Az alakváltozási munka:

$$dA = P\,dh$$

Ezek az alapvető összefüggések homogén anyag keményedés nélkül lefolyó alakváltozására vonatkoznak. A gyakorlatban ezt az elméleti esetet az anyag fizikai tulajdonságai és az alakítás körülményei lényegesen módosítják.

Az anyag fizikai állapotát az alakítási szilárdság jellemzi. Ez az érték, hasonlóan az összes mechanikai tulajdonsághoz, nem állandó jellemzője az anyagnak, hanem függ a szövetszerkezettől, hőmérséklettől, az alakítás mértékétől és az újra kristályosodás viszonyai szerint a deformáció sebességétől. Az alakítás körülményeinek hatását egy járulékos feszültség jelzi, amely az alakítószerszám alakváltozást gátló hatására keletkezik. A szerszám alakja, illetve az érintkezési felületen fellépő súrlódás módosítja a terhelésnek megfelelő alakváltozást, és ezáltal bonyolítja a testben ébredő feszültségi állapotot. Az alakítási szilárdság, k_f és a járulékos feszültség, σ_3 összege adja Mohr-elmélete szerint az alakítási ellenállást k-t. A kifejtendő terhelés és az alakítási munka ezért nem az alakítási szilárdság, hanem az alakítási ellenállás függvénye. (Az alakítási ellenállás lehet kisebb is, mint az alakítási szilárdság, ha az alakítóerő csökkentése, illetve az alakváltozás növelése érdekében a terhelésre merőleges síkban húzásnak vetik alá az alakítandó darabot. Ilyen például a hideg szalaghengerlés, vagy a dróthúzás.)

Az alábbiakban ismertetésre kerül a meleg alakítás néhány fontosabb jelensége nagytisztaságú (99,99%) ólommal végzett kísérletek eredményei alapján.

A próbatestek alakja hengeres,

átmérő: $d_0 = 35$ mm
magasság: $h_0 = 14—87$ mm

az átmérő és magasság viszonya:

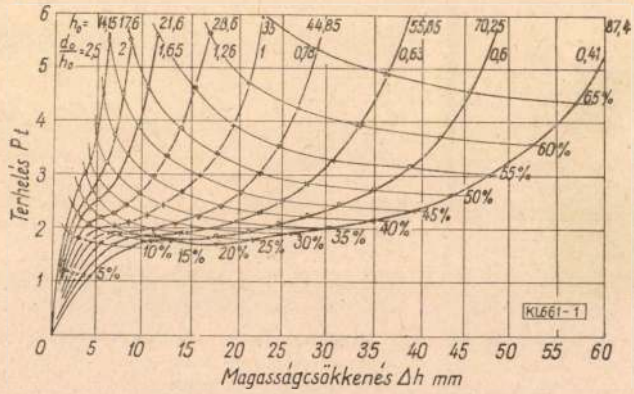
$$d_0/h_0 = 0{,}4—2{,}5$$

A vizsgálat hőmérséklete: szobahőmérséklet (homolog hőmérséklet $T_H = 0{,}5$). Az alakváltozás sebessége kb. 0,2%/sec, a kiindulómagasságra vonatkoztatva. A súrlódási viszonyokat a nyomólapok felületi minősége és a kenés módja szabja meg.

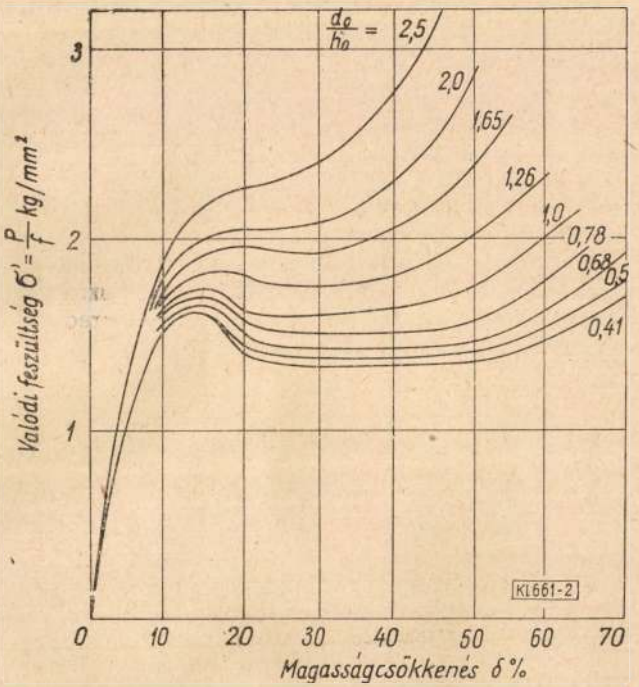
Ha valamely képlékeny anyag viselkedését az alakváltozása közben vizsgáljuk, akkor az első feladat az alakítási szilárdság megállapítása. Súrlódásmentes összenyomáskor ez az egységnyi keresztmetszetre vonatkozó terhelés. A súrlódás teljes kiküszöbölése azonban körülményes, lényegében csak a súrlódási tényezőnek megfelelő hajlásszögű kúpos nyomólappal valósítható meg. A későbbiekben igazolást nyer, hogy végtelen darabmagasságra a súrlódás hatása nem érvényesül, az alakváltozási övben a feszültségi állapot egytengelyű. Magas próbatest azonban ferdülés, illetve kihajlás nélkül szabadon nem nyomható össze.

Lehetőség van azonban többféle magasságú próbatesttel végzett kísérletek eredményeiből a homogén alakváltozás ideális esetére grafikus úton következtetéseket levonni. Ezt a módszert első ízben *Sachs* használta.

A grafikus módszer szemléletesen mutatja az alakítási ellenállás változását is.



1. ábra. Nyomódiagramok (Δh—P). Durva nyomólap, kenés nélkül



2. ábra. A valódi feszültség görbéi. Durva nyomólap, kenés nélkül

A durván esztergályozott nyomólappal, kenés nélkül végzett kísérletsorozat felvett nyomódiagramjait az *1. ábra*, a valódi feszültségek görbéit a *2. ábra* szemlélteti. A *3. ábrán* a nyomógörbék azonos fajlagos alakváltozáshoz tartozó pontjai láthatók, a d_0/h_0 viszony függvényében. Összehasonlításul a köszörült és zsírozott nyomólappal végzett kísérlet eredményei szerepelnek.

Látható, hogy az azonos százalékos alakváltozáshoz tartozó terhelések a darabmagasság függvényében folytonos görbét adnak, amely kellő biztonsággal meghosszabbítható $d_0/h_0 = 0$-ig, tehát végtelen darabmagasságig.

Az extrapolálás pontossága nagy alakváltozásokra kisebb, ez többféle súrlódás mellett végzett hasonló kísérletekkel ellensúlyozható. A *4. ábrán* látható $\sigma_0 = P/f_0$ görbe a végtelen darabmagassághoz tartozó, ily módon meghatározott nyomógörbe, az ebből leszármaztatott $\sigma'_0 = P/f$ görbe (valódi feszültség) pedig az alakítási szilárdsággal tekinthető azonosnak.

A kísérletsorozat segítségével meghatározott alakítási szilárdság

$$\sigma'_0 = k_f = 1{,}25 \text{ kg/mm}^2.$$

A kísérletsorozat is igazolja, hogy az ólom közönséges hőmérsékleten való alakítása melegalakítás, mivel amint a *4. ábrán* látható, σ'_0 az alakítás mértékével nem változik.

Ez azonban csak meghatározott hőmérsékletre és deformációsebességre vonatkozik. A mérési eredmények szerint az alakítási szilárdság és a deformációsebesség között pl. logaritmikus összefüggés van: a sebesség tízszeres növekedésekor k_f kereken 0,4 kg/mm² értékkel nő:

$$k_f = k_{kr} + 0{,}17 \ln \cdot v_{rel} \cong k_{kr} + 0{,}4 \log v_{rel}$$

A képletben $k_{kr} = 0{,}8$ kg/mm²,

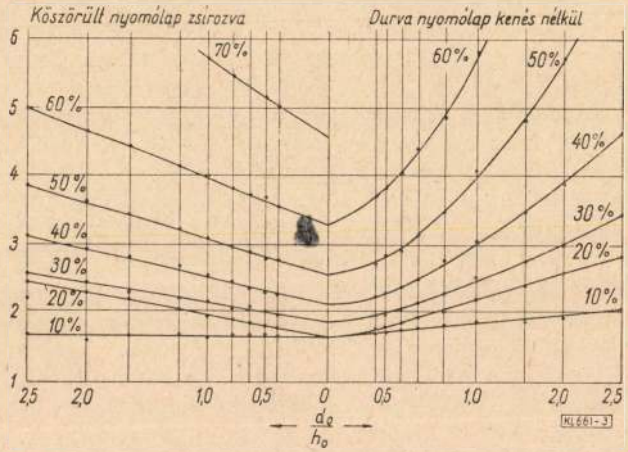
a $v_{kr} = 10^{-4}$/sec $= 10^{-2}$ %/sec mellett érvényes alakítási szilárdság,

$v_{rel} = v/v_{kr}$, a kritikus sebességhez viszonyított relatív alakítási sebesség.

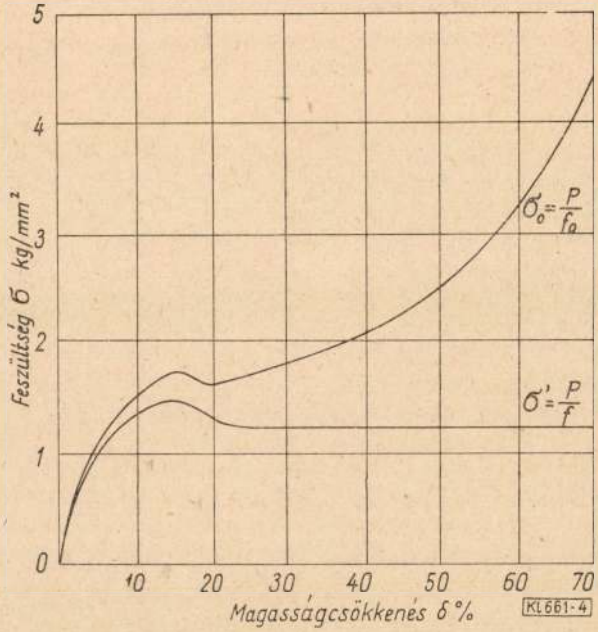
A $v_{kr} = 10^{-2}$ %/sec sebesség az a kritikus sebesség, amely alatt az alakítási szilárdság nagy valószínűség szerint már nem változik.

A képlet elvi helyességét igazolni látszik az a tény, hogy az újrakristályosodás sebessége alatti deformációsebességeken a kritikus csúsztatófeszültség gyakorlatilag nem változik. A növekedés ezért feltehetően az újrakristályosodási sebességhez viszonyított relatív sebesség függvénye.

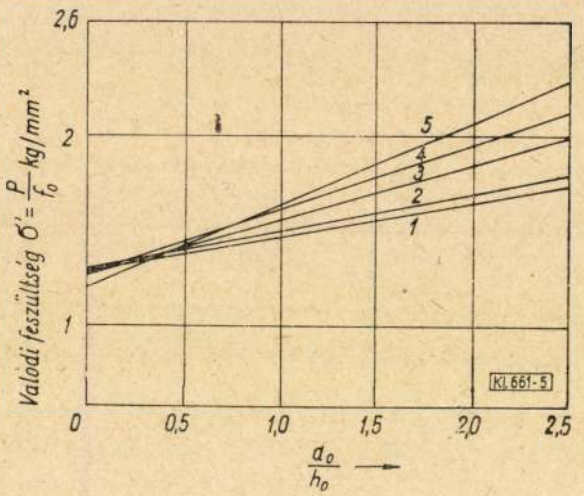
Az alakítási ellenállást növelő harmadik főfeszültség a súrlódás következtében lép fel. Az 1. és 2. ábrákból kivehető, hogy ugyanazon súrlódás mellett a darab magasságának is nagy hatása van a terhelésre. Az *5. ábra* a súrlódás és darabmagasság együttes hatását mutatja be.



3. ábra. A végtelen darabmagassághoz tartozó feszültségek (σ_0) grafikus meghatározása



4. ábra. A végtelen darabmagassághoz tartozó feszültség és valódi feszültség



5. ábra. A darabmagasság és súrlódás hatása az alakítási ellenállásra (30%-os alakváltozás)

1 = grafitos zsír, köszörült nyomólap, 2 = zsírozva, köszörült nyomólap, 3 = kenés nélkül, köszörült nyomólap, 4 = zsírozva, durva nyomólap, 5 = kenés nélkül, durva nyomólap

Az alakítási szilárdság nem számítható, egyelőre kizárólag kísérleti úton határozható meg. Rácserőkből számított kritikus csúsztatófeszültség több nagyságrenddel nagyobb, ugyanis mint a kristályokon mért. A tényleges folyáshatár pedig a kristályok átlagos orientációján és deformációs lehetőségein keresztül bonyolult összefüggésben van a kritikus csúsztatófeszültséggel.

Az alakítási ellenállás ezzel szemben számítható. Kifejezésére olyan képlet alkalmas, amelyik a súrlódásból eredő feszültségek hatását helyesen írja le. *Geleji*-képlete szerint a közepes alakítási ellenállás a nyomott felület mentén, kör keresztmetszetre

$$k = \frac{k_f\, h}{\mu d}\left(e^{\frac{\mu d}{h}} - 1\right),$$

ahol h = pillanatnyi darabmagasság,
d = pillanatnyi átmérő,
μ = súrlódási tényező.

A kísérletek tapasztalatai szerint hidegalakításra a képlet helyesen írja le a jelenségeket: nevezetesen a súrlódási tényező, a darabmagasság, valamint a magasság és átmérőviszony változásának hatását az alakítás folyamán.

Melegalakításra — nem nagy alakváltozás során (30—40%) — a képlet ugyancsak helyes eredményeket szolgáltat. Az alakváltozás előre haladásával azonban a mért és számított adatok fokozatosan eltérnek egymástól: 30 és 60% alakváltozás között a súrlódási tényező 10—40%-os csökkenésének megfelelő mértékben. A csökkenés mértéke a súrlódási viszonyok romlásával mind nagyobb mértékű. Ebből arra lehet következtetni, hogy a jelenség oka elsősorban a belső alakváltozás jellegében keresendő. Az a következtetés mindenesetre levonható, hogy képlékony alakváltozáskor a súrlódási tényező fizikai tartalma csekély és semmi esetre sem azonosítható a technológiában általánosan használt fogalmakkal.

A deformáció során fellépő súrlódási tényező értelmezése és hatásának pontos megfogalmazása ma még hiányzik. Ezért csupán a tapasztalatok alapján nyert értékekre lehet támaszkodni. Mérési adatok közlésekor ezért a jobb felhasználhatóság érdekében a számszerű adat mellett a viszonyok leírása is célszerű. A probléma megoldásához elsősorban az alakváltozás részletes és beható vizsgálatára van szükség.

Szolgáljon például a deformáció vizsgálatából (az alaplap kiterjedéséből) következtetett és *Geleji* képletével ellenőrzött súrlódási tényezők összehasonlítása ólomra és alumíniumra *(1. táblázat)*.

1. táblázat

A súrlódási tényező Pb- és Al-deformációjakor

A nyomólap felületi minősége	Kenés	Ólomra		Alumíniumra
		$\delta = 30\%$	$\delta = 60\%$	
Köszörült	Ólomfólia	—	—	0,07
	Grafitos zsír	0,1	0,1 —0,85	—
	Zsír	0,15	0,15—0,09	0,11
	Kenés nélkül	0,2	0,18—0,11	0,17
Durván esztergályozott	Zsírozva	0,25	0,18—0,16	0,20
	Kenés nélkül	0,3	—0,18	0,25

A *2. táblázat* a nyomógörbék valódi feszültségi értékeit mutatja. Az adatokból kivehető, hogy nagy darabmagasságon a súrlódási tényezőnek alig van hatása. A magasság csökkenésével a súrlódás hatása egyre jelentősebb. Mivel a gyakorlati alakítóműveletek során a darabnak a terhelés irányába eső mérete általában kicsi a szerszámmal érintkező felülethez képest, látható, milyen nagy gondot kell fordítani a szerszámfelület jobb kiképzésére a terhelés csökkentése érdekében. A sima felület által elősegített szabadabb alakváltozás ezenfelül az átmunkálás egyenletessége szempontjából is előnyös.

2. táblázat

Az alakítási ellenállás változása

Súrlódási tényező	$\frac{d_0}{h_0}$	Magasságcsökkenés %				
		30	40	50	60	70
0,1	½	1,38	1,37	1,39	1,40	1,44
	1	1,49	1,41	1,50	1,51	1,55
	2	1,62	1,62	1,65	1,68	1,75
0,15	½	1,38	1,37	1,40	1,44	1,52
	1	1,50	1,51	1,53	1,59	1,71
	2	1,68	1,74	1,80	1,84	2,03
0,2	½	1,41	1,42	1,47	1,50	1,57
	1	1,57	1,60	1,67	1,74	1,84
	2	1,84	1,89	2,05	2,24	—
0,25	½	1,40	1,40	1,41	1,50	1,64
	1	1,56	1,60	1,67	1,83	—
	2	1,97	2,02	2,18	2,42	—
0,3	½	1,39	1,39	1,39	1,50	1,70
	1	1,60	1,64	1,76	2,00	—
	2	2,03	2,31	2,87	—	—

3. táblázat

A homogén alakváltozás munkájához viszonyított alakváltozási munka változása

d_0/h_0	súrlódási tényező	Magasságcsökkenés, %				
		30	40	50	60	70
½	1,0	1,03	1,05	1,07	1,09	1,10
	0,15	1,03	1,05	1,09	1,10	1,12
	0,2	1,04	1,06	1,10	1,12	1,14
	0,25	1,05	1,06	1,10	1,12	—
	0,3	1,07	1,09	1,13	1,13	—
	Üreg	1,08	1,10	1,13	—	—
1	0,1	1,07	1,11	1,16	1,16	1,19
	0,15	1,09	1,13	1,17	1,16	1,22
	0,2	1,10	1,19	1,21	1,30	—
	0,25	1,13	1,21	1,24	1,36	—
	0,3	1,18	1,23	1,25	1,40	—
	Üreg	1,24	1,34	1,46	—	—
2	0,1	1,17	1,19	1,24	1,27	—
	0,15	1,18	1,25	1,29	1,34	—
	0,2	1,27	1,32	1,39	—	—
	0,25	1,30	1,38	1,43	—	—
	0,3	1,42	1,51	1,64	—	—
	Üreg	1,66	2,10	—	—	—

A nyomógörbék planimetrálásával az alakváltozási munka meghatározható. Az alakítóműveletek egyik fontos jellemzője az energiafogyasztás, amelynek csökkentése nagy gazdasági jelentőségű. A *3. táblázatból* kitűnik, hogy az energiafelhasználás a berendezések korszerűsítése mellett a deformáció körülményeivel is milyen jelentősen csökkenthető. Ez a lehetőség azonban elsősorban hidegalakításkor használható ki, ahol a súrlódás hatása még nagyobb jelentőségű. A táblázatban a sík nyomólapok mellé összehasonlításul csatlakozik a próbatestével azonos átmérőjű, 2,5 mm mélységű süllyesztékben nyomott próbák relatív alakváltozási munkája. Látható, hogy csekély mélységű üreg is milyen nagy mértékben növeli a deformáció munkaszükségletét.

Mint az 1. ábrából látható, a nyomógörbék melegalakításkor három szakaszra bonthatók. Az alakváltozás kezdetén, a rugalmas-képlékeny alakváltozás szakaszában a terhelés gyorsan növekszik. A görbék emelkedése kismértékben nő a sebességgel és a súrlódási viszonyok romlásával. A rugalmas alakváltozás magyarázza meg a görbék gyors emelkedését, a képlékeny rész pedig a lineáris összefüggéstől való eltérést. A kísérletek tapasztalatai szerint a képlékenység mértékével növekszik a maradóan deformálódó rész aránya. Éppen ezért van az alakítási ellenállást növelő tényezőknek nagyobb hatása képlékenyebb anyagokból (melegalakítás) az első görbe szakasz emelkedésére.

A második szakaszban a terhelés többékevésbé csökken, a csökkenés az első szakasz emelkedésével ellentétes értelmű. Hidegalakításkor ez a jelenség hiányzik, ugyanakkor *Hennecke* acélok melegalakításakor hasonló jelenségeket észlelt. A terhelés csökkenése feltétlenül az újrakristályosodási sebesség hirtelen változásával függ össze. Bizonyos alakváltozás után a rekrisztallizációsebesség olyan mértékben nő meg, hogy nemcsak a pillanatnyi, hanem az előző alakváltozás következtében előállt keményedés visszaalakulását is lehetővé teszi.

A későbbiekben az újrakristályosodás sebessége ismét csökken, melegalakításkor is bekövetkezik keményedés. Ennek mértékét az újrakristályosodás és az alakítás sebességének viszonya szabja meg. Ez az állapot jellemző a harmadik görbeszakaszra, amelyre az alakítási ellenállás vizsgálata is vonatkozott.

A nyomógörbék jellemzésére jó eszköz az 1. ábrában rajzolt trajektóriasereg, amelynek görbéi az azonos fajlagos alakváltozáshoz tartozó terheléseket kötik össze. Minden görbe két aszimptótához közeledik. Az egyik aszimptóta az y-tengely, a másik egy, az x-tengellyel párhuzamos és az alakítási szilárdságnak megfelelő helyzetű egyenes. Látható, hogy a darabmagasság csökkenésével az alakítási ellenállás aránylag gyorsan közeledik a végtelenhez, a magasság növekedésével pedig fokozatosan közelíti meg az alakítási szilárdságot. A trajektóriagörbék segítségével bármely közbenső méretű próbatest nyomódiagramja meghatározható.

E vázlatos ismertetés igyekezett néhány kiragadott adattal vázolni a nyomókísérletek segítségével nyerhető fontosabb eredményeket az alakítási ellenállás változásának vizsgálata által. Hasonló módszerrel a kevésbé képlékeny anyagok alakíthatósága is megállapítható. Az alakítás sebességének és a súrlódás körülményeinek megváltoztatásával a nehezebben alakítható fémek alakíthatósága nagymértékben javul. Ily módon sikerült pl. kimutatni, hogy öntött állapotú magnéziumot — a súrlódási viszonyok szándékos rontásával — hideg állapotban is 50% feletti magasságcsökkenésig lehet összenyomni. Kedvező súrlódási viszonyok mellett viszont a törés már 15% körüli alakváltozás után bekövetkezik.

A hőmérséklet hatását e kísérletsorozat nem vizsgálta. A hőmérséklet változásával a vázolt összefüggések érvényesek maradnak, a számszerű értékek azonban lényegesen megváltoznak. A hőmérséklet növekedésével az alakítási szilárdság csökken, a sebesség hatása növekszik, változnak a súrlódási viszonyok és ezzel az alakítási ellenállás, valamint a belső alakváltozás jellege.

Kérelem a Kohászati Lapok Olvasóihoz!

Kérjük a t. Olvasóinkat, hogy aki az 1960 évi 11. számhoz csatolt kérdőivet még nem küldte be, haladéktalanul küldje be. Véleményével a szerkesztés munkáját segíti.
A kérdőív a név aláírása nélkül is beküldhető az íven megadott módon.

A SZERKESZTŐ

Timföldgyári folyamatosan feltáró autoklávsorok vizsgálata radioaktív izotóppal*

DR. BUJDOSÓ ERNŐ, IMRE ALADÁR és TÓTH LAJOS Fémipari Kutató Intézet

DK : 546.79 : 669.712.1

Bevezetés

Az ipari szakemberek erőfeszítései az egész világon a gyártási eljárások folyamatossá tételére és ezzel a gazdaságosabb, olcsóbb termelés megvalósítására irányulnak. Így a Magyaróvári és Almásfüzitői Timföldgyárak az 1958. és 1959. évek folyamán tervezték meg és építették ki a folyamatos feltáró berendezéseiket.

A berendezés lényegében több egymás után kapcsolt autoklávból áll, a készüléksor elején folyamatos zagybetáplálással, a végén pedig folyamatos zagyelvezetéssel. A folyamatos eljárás előnyei a hőenergia felhasználás csökkentésében, a kihozatal javulásában és az autoklávpark kapacitásának növekedésében jelentkezik, egyben lehetővé válik a folyamat automatizálása is.

A bauxitban levő Al_2O_3 jó feltáródásának előfeltétele, hogy adott hőfokon megfelelő ideig érintkezzék a lúggal. Szakaszos feltáráskor a beadagolt összes bauxitmennyiségre az egységes feltárási idő biztosítva van. Egészen más a helyzet a folyamatos feltárás során. Itt annak ellenére, hogy a szivattyú-teljesítmény a rendelkezésre álló össz-autoklávtérfogatra vonatkoztatva a megfelelő feltárási időt biztosítja, az egyes részecskékre nézve ez nem áll fenn, mert egyes szemcsék rövidebb, más szemcsék hosszabb ideig tartózkodnak az autoklávsorban. Ennek oka a folyamatos eljárás lényegében, a bauxit részecskék különböző áramlási sebességében és az autoklávokban való keveredésben keresendő.

Kísérleteink célja az volt, hogy a már működő autoklávsorban az anyag áramlási és keveredési viszonyait megvizsgáljuk, és ezzel segítséget nyújtsunk a folyamatos feltárás újabb berendezéseinek megtervezéséhez, valamint a már meglevők optimális viszonyainak megkereséséhez.

A kísérleteink megkezdése előtt ismeretes volt előttünk *Rényi Alfréd* [1] ideális viszonyokra vonatkozó áthaladási idő számítása. E szerint a $t = 0$ időpillanatban betáplált anyagmennyiség r-edik autoklávból való kilépésének eloszlása

$$f_r(t) = \frac{1}{(r-1)!} \lambda^r t^{r-1} e^{-\lambda t}$$

ahol $\lambda = \frac{v}{V}$

az időegységenként betáplált anyagmennyiségnek egy autokláv térfogatához való viszonya.

Az üzemi viszonyok azonban nem ideálisak. Az anyag keveredése az egyes autoklávokban sohasem tökéletes, egyes helyeken lerakódások keletkezhetnek, a légtelenítő vezetékek eldugulása egyes autoklávok kiürüléséhez vezethet. Ezért tűztük ki célul a rendszer megvizsgálását működés közben.

* Érkezett 1960 márc.

Az elméleti számítást csak úgy lehet ellenőrizni, hogy a beadagolt anyagmennyiség egy részét valami módon megjelöljük és megvizsgáljuk az egyes autoklávok után, hogy a megjelölt rész mikor és milyen koncentrációban jelenik meg.

Ilyen megjelölés elképzelhető festési eljárásokkal, vagy valamilyen jól definiált, az adott fázissal együtt haladó, a rendszer által nem tartalmazott elem vagy vegyület hozzáadásával, amelynek koncentrációját a minták színvizsgálatával vagy vegyelemzésével lehet meghatározni. Ez az eljárás üzemi viszonyok között sok nehézségbe ütközik, vagy egyáltalában nem valósítható meg.

A mérés elvégzéséhez nagy segítséget nyújtanak a radioaktív izotópok. A radioizotópos módszer nagy előnye, hogy elhagyhatók a fáradságos vegyelemző eljárások, érzékenysége pedig meghaladja a kémiai módszerekét. Megfelelő izotóp kiválasztásával az aktivitás a berendezés falain keresztül is érzékelhető, amelyre pl. nagy hőmérsékletű, nagy nyomású rendszerek vizsgálatakor van szükség. Hátránya, hogy az egészségvédelmi és sugárvédelmi előírások figyelembevétele sok esetben lecsökkenti a használni kívánt izotóp mennyiségét, másrészt üzemi körülmények között nagy aktivitások biztonságos kezelése elég nehéz.

Tartózkodási idő problémák vizsgálatával kapcsolatban már eddig több kísérletet végeztek. Nagyolvasztó kemencében *VOICE* [2] a gáz, *KOHN* [3] pedig az elegy különböző komponenseinek áthaladását vizsgálták. *Rozsavszkij* és munkatársai [4] ólomolvasztó aknáskemencében a betét egyes alkotóiból a kohósítás eredményeként kapott termékek képződési sebességét és áthaladási idejét állapították meg. *Been* és *Sealand* [5] az első genfi konferencián tartott előadásukban beszámoltak a portlandcement gyártásakor a kalcináló kemencében az anyag áthaladásának vizsgálatáról. A kb. 70 méter hosszú égető kemencében tíz méterenként mért aktivitások alapján állapították meg az anyag áthaladási sebességét.

A timföldiparban mérésünkhöz hasonló vizsgálatokkal az irodalomban eddig még nem találkoztunk.

Méréseinkhez felhasznált elméleti megfontolásokat és a kiértékelés módját helyszűke miatt itt nem ismertetjük. Részletesen megtalálható az irodalomban [8], [9].

Laboratóriumi előkísérletek

A radioaktív izotóp kiválasztásához a következőket kell figyelembe venni.

1. Az izotóp olyan kémiai alakban legyen jelen, amely biztosítja a vizsgálandó anyaggal az együtthaladást. Több fázis jelenlétekor lehetőleg csak a kívánt fázist jelezzük.

2. Az izotóp rendelkezzék olyan sugárzással, amely a rendszer falában kevés abszorpciót szenved és így jól észlelhető.

3. Az izotóp lehetőleg minél rövidebb felezési idővel rendelkezzék, hogy a rendszeren áthaladó anyaggal együtt a hányón vagy elkülönített helyen való összegyűjtése után hamar elveszítse az aktivitást.

Fenti szempontok figyelembevételével választásunk a Fe-59 izotópra esett. Felezési ideje 45,1 nap, beta- és gammasugárzást bocsát ki. A legintenzívebb gamma vonalainak energiája 1,1 MeV (57%) és 1,29 MeV (43%).

Az izotópot *Fe_2O_3 vegyületben Fe-59 izotóp* alakban kaptuk. Kísérleteinkben az Fe-59 izotópot ferriklorid alakjában szándékoztuk felhasználni, ezért a radioaktív ferrioxidból sósavas oldással ferrikloridot állítottunk elő. A sósavgőzökkel levegőbe kerülő radioaktív szennyeződés elkerülésére az oldást visszacsepegő golyóshűtővel ellátott lombikban végeztük el megfelelő védőberendezésben.

Az üzemben használt mérőberendezések megtervezéséhez a következő körülményeket kellett figyelembe vennünk:

a) A számlálócsöveket az autoklávokat összekötő zagyszállító csővezetékekre szereltük fel, amelyeknek üzemi hőmérséklete kb. 180 C°.

b) Az autoklávokból és az autoklávokat összekötő csővezetékek nemkívánatos részéből jövő, szórt sugárzást ki kell küszöbölni.

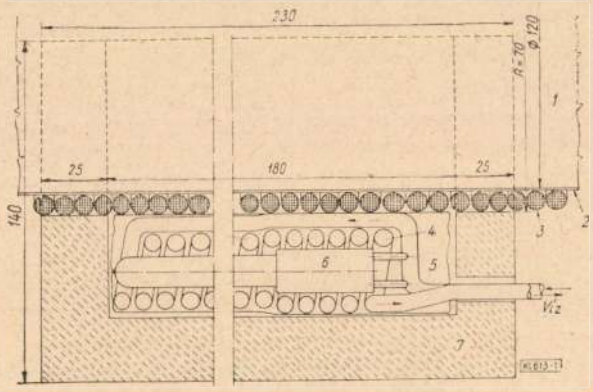
c) A minimális izotópmennyiség felhasználása céljából kívánatos a mérés érzékenységét növelni.

A méréseket IGV gyártmányú, üvegfalú, hengeres GM számlálócsövekkel végeztük. A specifikáció alapján megadott működési hőmérséklettartomány + 15 C°-tól + 55 C°-ig terjed. A hőmérséklet hatásának kiküszöbölésére a számlálócsöveket vízhűtéssel láttuk el. A hűtési egyenetlenségek befolyásának megismerésére ultratermosztátban meghatároztuk a számlálócsövek karakterisztikájának hőmérséklettől való függését [8].

A méréseket azonos csőkeresztmetszeten és azonos geometria mellett célszerű végrehajtani. Ezért az autoklávokból és a csővezetékek nemkívánatos részeiből érkező sugárzás ellen a számlálócsöveket védenünk kellett. A magyaróvári kísérletünk során a számlálócsöveket 25 mm falvastagságú, Almásfüzitőn 30 mm falvastagságú ólomteknőbe helyeztük, ami vizsgálataink alapján a szórt sugárzás kiküszöbölésére elegendőnek bizonyult [8].

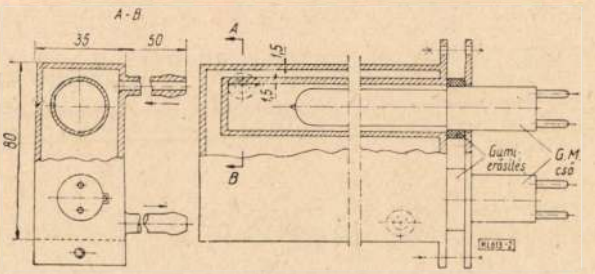
Sugárvédelmi előírások korlátozzák a felhasználandó radioaktív anyag mennyiségét, továbbá figyelembe kellett vennünk a feltárás folyamán bekövetkező nagymértékű hígulást is, ezért szükségessé vált a mérés pontosságát, valamint az észlelési határ növelésére a mérőberendezéseink érzékenységét fokozni. Ezt úgy oldottuk meg, hogy két számlálócsövet kapcsoltunk párhuzamosan.

A méréshez a csőpárokat úgy választottuk ki, hogy lehetőleg azonos indulási feszültséggel és karakterisztikával rendelkezzenek.



1. ábra. A Magyaróvári Timföldgyárban használt mérőfej metszete:

1 zagyszállítócső, 2 alumíniumfólia, 3 azbesztzsinór szigetelés, 4 PVC-hűtőspirál, 5 alumíniumfólia, 6 GM-csövek, 7 ólom



2. ábra. Az Almásfüzitői Timföldgyárban használt mérőfej ólomárnyékolás nélkül

A vízhűtéssel ellátott mérőfejeket az *1.* és *2. ábrákon* mutatjuk be. Az Almásfüzitőn használt mérőfejek bizonyos fejlődést mutatnak a Magyaróvárott használtakhoz képest, ugyanis a PVC hűtőspirális helyett vaslemezből készült köpenyeket építettünk be, amelyek a felszerelést megkönnyítették és a számlálócsöveket mechanikus behatások ellen is megvédték.

A méréseket Magyaróvárott 4 db, Almásfüzitőn 5 db 100-as alosztású Radelkisz 921-118 és 927-145 típusú scalerrel végeztük. Tápfeszültségüket feszültségstabilizátoron keresztül kapták, hogy az üzemi körülmények között fellépő feszültségingadozások ne befolyásolják működésüket.

Kísérleteink előtt megbecsültük, hogy milyen mennyiségű nyomjelzőt kell használnunk ahhoz, hogy az autoklávsor kimenő csővezetékén, az expanziós vezetékben is észlelni tudjunk. Ezeket a vizsgálatokat úgy végeztük el, hogy 88 mm átmérőjű, 800 mm hosszú és 5 mm falvastagságú csövet megtöltöttünk 3,8 liter zaggyal. A 0,176 μc/ml koncentrációjú törzsoldatból növekvő mennyiséget adagoltunk a zagyhoz és jól összekevertük. A mérőfejeket felcsatolva a cső oldalára, meghatároztuk a koncentráció impulzusszám összefüggését.

Az expanziós vezetékben szükséges volna, hogy a beütésszám a természetes effektusnak minimálisan háromszorosa legyen, azaz legalább 60 imp/min a természetes effektus levonása után. Ehhez az értékhez 0,2 μc/liter koncentráció tartozott. Ha a feltáró rendszer térfogata 100 m^3, és feltételezzük azt a legkedvezőtlenebb esetet,

hogy a nyomjelző a rendszer teljes térfogatában egyenletesen keveredik el, akkor 0,2 μc/liter-szer 10^5 liter, azaz 20 mc nyomjelzőt kell használnunk.

A kísérletek megkezdése előtt megvizsgáltuk a nyomjelző megoszlását a zagy és lúg között. Megállapítottuk, hogy a ferrikloridból lúgos közegben képződő, jó adszorpciós tulajdonságokkal rendelkező kocsonyás ferrihidroxid majdnem teljes mértékben a zagyszemcsékre tapad. Az igen kevés oldott mennyiség a méréseinkben nem okoz hibát.

A Magyaróvári Timföldgyárban végzett mérések

A folyamatos feltáró rendszerbe a sűrűlúggal összekevert bauxitot két-lépcsős centrifugálszivattyú táplálja be. A feltáró sor 6 db, egyenként 15 m³ térfogatú autoklávból és két előmelegítőből áll. Az autoklávokban nem használnak mechanikus keverést, az elsőben annak alsó részén közvetlen gőzbevezetéssel dolgoznak.

A mérés időtartama alatt a feltárórendszer egyes egységeiben átlagosan az *1. táblázatból* olvasható viszonyok uralkodtak.

1. táblázat

A feltárósor hőmérséklet és nyomás adatai

Hely	Hőfok, C°	Nyomás, kg/cm²
1 előmelegítő kilépés	112	2,3
1 autokláv kilépés	138	10,0
2 előmelegítő kilépés	164	
2 autokláv kilépés	181	8,0
3 autokláv kilépés	180	8,2
4 autokláv kilépés	179	8,0
5 autokláv kilépés	179	8,0
6 autokláv kilépés	179	8,0

A kísérlet teljes tartama alatt 125,5 m³ zagy haladt át a rendszeren, átlagosan 27 m³/52 perc sebességgel. A kísérlet alatt bevitt száraz bauxit súlya 35,8 tonna volt. A feltárás után a kausztikus molviszony 1,55 volt.

Az átfutási idő meghatározása előtt kis aktivitású előkísérletet végeztünk 1,7 mc indikátorral, hogy kipróbáljuk a mérőberendezéseink üzemképességét, valamint meggyőződjünk arról, hogy a tényleges kísérlethez a betáplálandó izotópmennyiség elegendő lesz-e? Itt ennek tízszeresét, azaz 17,3 mc $Fe^{59}Cl_3$ izotópot tápláltunk be.

Az izotópnak a rendszerbe juttatásával kapcsolatban az alábbi három követelményt kell kielégíteni:

1. Biztosítani kell az izotóp impulzusszerű bejuttatását a rendszerbe.

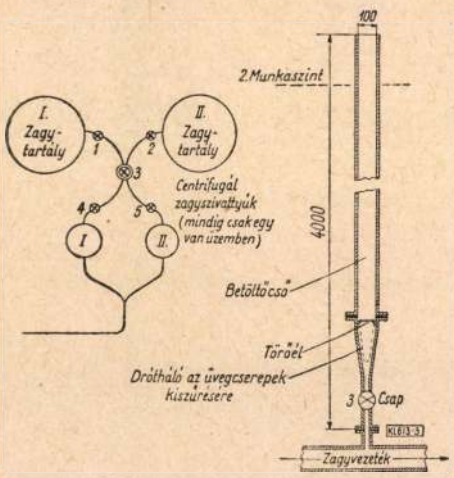
2. Teljes biztonságot kell nyújtani a radioaktív szennyeződés elkerülésére.

3. A betáplálásnak gyorsan végrehajthatónak kell lennie, hogy a nagy aktivitású izotóp közvetlen közelében töltött idő a minimális legyen.

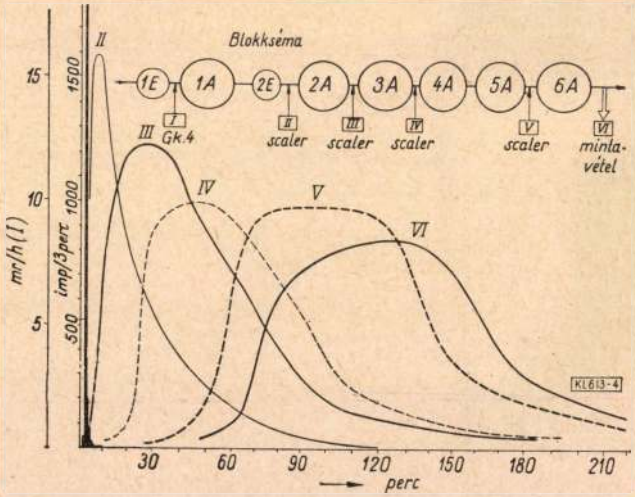
Magyaróvári kísérleteinkhez használt berendezés *(3. ábra)* aránylag egyszerű és igen jól bevált. A berendezést a zagyszivattyú szívócsonkjára szereltük. A nyomjelzőt oly módon tápláltuk be, hogy a 200 ml izotópoldatot tartalmazó üvegedényt a csőbe ejtettük. A kb. négy méter magasságból leeső üveg a lezárt 3-as szelep felett levő törőélen összetört. Az így kiömlő oldatot a csőbe öntött tíz liter vízzel felhígítottuk. Közvetlenül a nyomjelző betáplálása előtt elzártuk a zagytartályok szelepeit. A $t = 0$ időpillanatot jelző sípjelre a 3-as csapot kinyitottuk, a csőből a nagyteljesítményű zagyszivattyú az oldatot a másodperc tört része alatt beszívta. A csövet kb. fél percen át utánöblítettük, majd a betáplálócső szelepének zárásával és a zagytartályok csapjainak nyitásával az üzem rendes munkafolyamatát visszaállítottuk.

Az előzőekben említettük, hogy az izotóp a szilárd résszel halad együtt, amely a hányóra került, így a timföld nem szennyeződött.

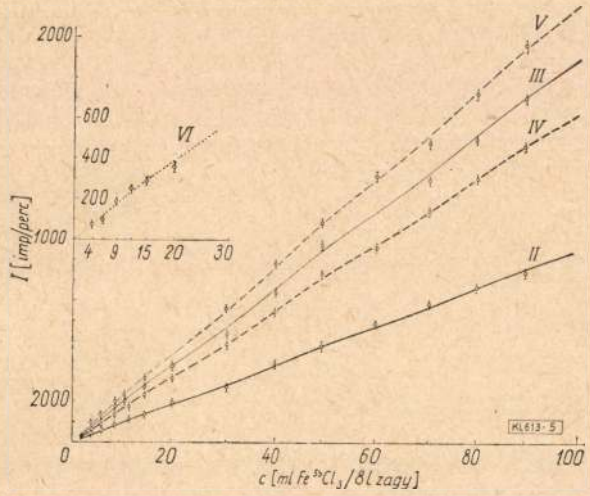
Mérőberendezéseink elhelyezését a *4. ábrán* levő elvi rajzon láthatjuk. Az első autokláv előtt a nagy aktivitás gyors továbbhaladása miatt scaler helyett GK4 sugárzásmérőt használtunk, amely a sugárintenzitást mr/h-ban mutatta. A feltáró rendszer expanziós vezetékéből kb. 500 ml-es zagymintákat vettünk.



3. ábra. A Magyaróvári Timföldgyárban használt nyomjelző betápláló berendezés



4. ábra. A nyomjelző aktivitásának időbeli változása a magyaróvári feltárósorban



5. ábra. Beütésszám-nyomjelző koncentráció összefüggése a használt scalerekre

A GK4 műszerállását 30 másodpercenként, a scalereket 3 percenként olvastuk le, a minták vételét 15 percenként szakaszosan végeztük.

A kapott mérési eredmények a 4. ábrán láthatók. A nyomjelző lökésszerű bejutását az *I.* görbe bizonyítja, ami alapján az izotóp zöme mintegy másfél perc alatt áthaladt az *I.* mérőhelyen. Az eloszlási görbék a továbbiak folyamán egyre elnyújtottabbak az autoklávokban lezajló keveredés eredményeképpen.

Egyes következtetéseket már ebből a nyers mérési eredményből is le lehet vonni [6]. Az egyes eloszlási görbék alatti területek különbözők, ezeknek azonos geometria és áramlási sebesség mellett egyenlőknek kellene lenniök, azaz úgy látszik, mintha nem teljesülne az indikátor megmaradásának elve. Ez az eltérés a scalerek különböző érzékenységének tudhatók be, amelyet a következő módon vizsgáltunk meg:

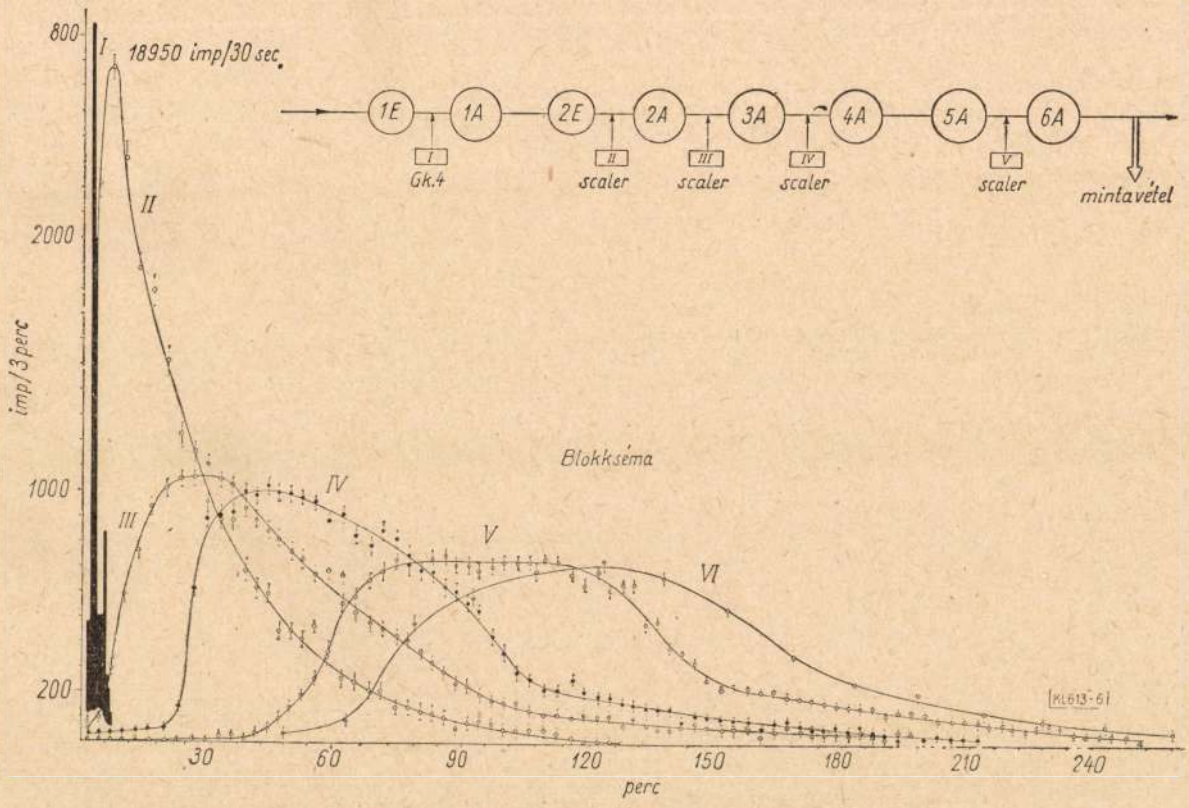
Egy méter hosszú, ugyanolyan csődarabot mint amilyenből az autoklávokat összekötő csővezeték készült, megtöltöttünk zaggyal, különböző mennyiségű nyomjelzőt adtunk hozzá, és ezzel összekevertük. A mérőfejeket a hozzájuk tartozó scalerekkel és kábelekkel egymás után felcsatolva meghatároztuk a percenkénti beütésszámot. A zagyból mintát véve bemerülő számlálócsővel lemértük annak aktivitását ugyanolyan körülmények között, mint amilyenek között az üzemi mintákét mértük. A kapott eredményeket az *5. ábra* mutatja. Az impulzusszám egyenesen arányos az izotóp koncentrációjával és az egyenesek a kezdőponton haladnak keresztül. Egyenletük:

$$I_i = m_i c$$

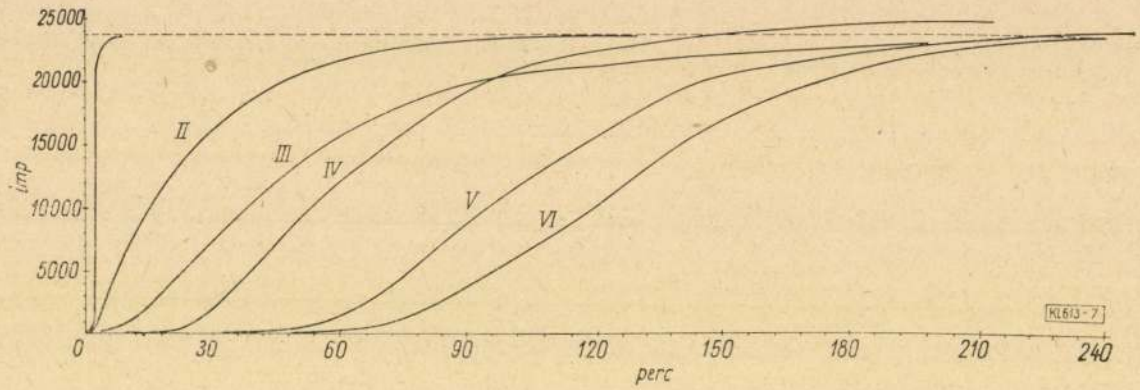
ahol m_i az i-edik scalerrel felvett egyenes iránytangense, c az izotóp koncentrációja. Kiválasztottunk egy scalert, amelyre a többi mérési eredményeket vonatkoztattuk. Legyen ennek iránytangense m_0. Akkor az i-edik scaler korrekciós tényezője

$$K_i = \frac{m_0}{m_i}$$

Ha ezekkel beszorozzuk a mért impulzusszámokat, akkor mintegy normáltuk a mérési eredményeket, amelyek a *6. ábrán* láthatók. A feltüntetett mérési hibák a természetes effektus, a mért aktivitás



6.ábra. A 4. ábrán bemutatott mérés a korrekciók elvégzése után



7. ábra. A 6. ábrán látható eloszlásfüggvények integráljai

és a korrekciós tényező hibáiból tevődtek össze. Arról, hogy a görbék alatti területek azonosak, úgy győződhetünk meg, hogy integráljuk az egyes eloszlási görbéket *(7. ábra)*. Az össz-impulzusszámok $\pm 3\%$-kal szórnak a 23 880 impulzus átlagérték körül, amely egyezés igen jónak mondható. Ezzel a laboratóriumi méréssel tehát kísérletileg bebizonyítottuk az indikátor megmaradásának elvét.

Kiértékelés

Méréseink kiértékelésekor párhuzamot vontunk a mért és az ideális körülményekre számítással kapott adatok között. Ezért kiszámoltuk az egyes autoklávokra az anyag áthaladásának valószínűség sűrűségfüggvényét $f_r(t)$, valamint ennek integrálját $F_r(t)$.

Az anyag áthaladási sebessége $v = 31{,}2\ \mathrm{m^3/óra}$, egy autokláv térfogata 15 $\mathrm{m^3}$, így

$$\frac{v}{V} = 2{,}08\ h^{-1}$$

Az ezzel az adattal kiszámolt sűrűségfüggvényt a *8. ábrán* láthatjuk. Külön kirajzoltuk összehasonlításképpen az elméleti és kísérleti úton meghatározott *VI.* eloszlási görbét *(9. ábra)*. Az összehasonlítást úgy végeztük el, hogy planiméterrel megállapítottuk külön-külön mindkét görbecsoport területeinek átlagát (T_m illetve T_c). A korrekciós tényező, amellyel a számított görbéket korrigáltuk

$$K' = \frac{T_m}{T_c}$$

A 9. és 13. ábrákon a

$$\Phi_r(t) = K' f_r(t)$$

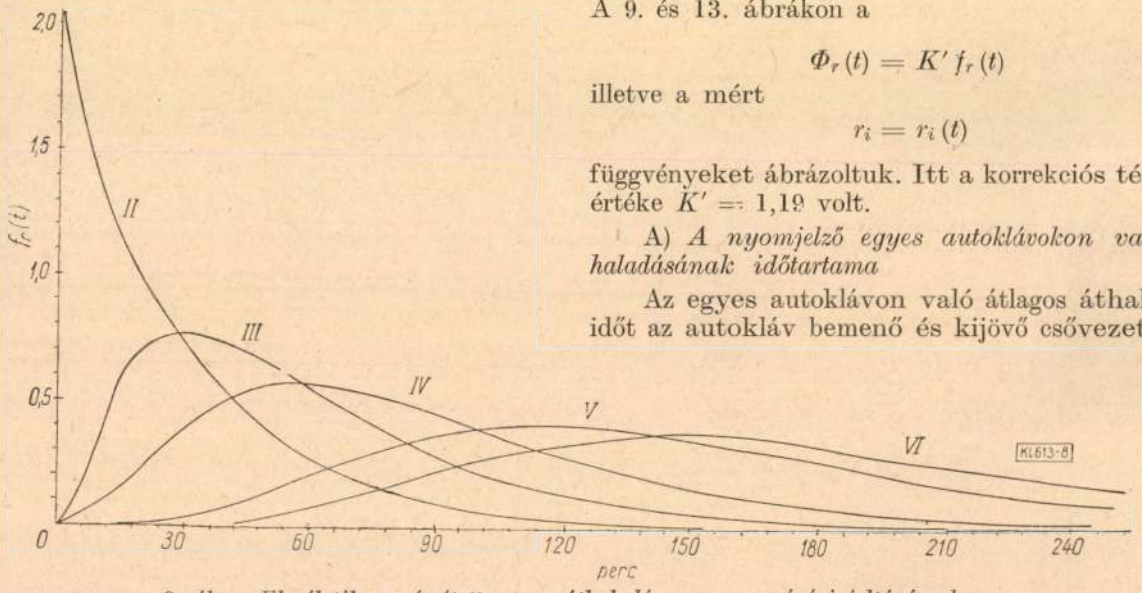
illetve a mért

$$r_i = r_i(t)$$

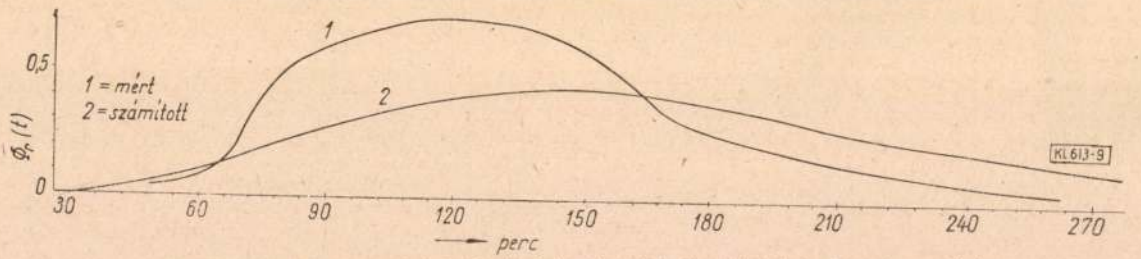
függvényeket ábrázoltuk. Itt a korrekciós tényező értéke $K' = 1{,}19$ volt.

A) *A nyomjelző egyes autoklávokon való áthaladásának időtartama*

Az egyes autoklávon való átlagos áthaladási időt az autokláv bemenő és kijövő csővezetékére



8. ábra. Elméletileg számított anyagáthaladás a magyaróvári feltárósorban



9. ábra. A VI. magyaróvári elméleti és kísérleti eloszlásigörbe összehasonlítása

szerelt műszerekkel mért eloszlási görbék maximumai között eltelt idő jellemzi.

A számított görbék maximum helyeit megkapjuk, ha a

$$f_r(t) = \frac{1}{(r-1)!}\lambda^r t^{r-1} e^{-\lambda t}$$

függvényt deriváljuk és nullával tesszük egyenlővé.

Ennek alapján

$$t_r = \frac{r-1}{\lambda}$$

Az anyag r és $(r-1)$ autoklávok közötti áthaladásának időtartama

$$t_r - t_{r-1} = \frac{1}{\lambda}$$

mely az *átlagos áthaladási időnek* felel meg. Ez a mi esetünkben 28,8 perc, azaz átlagosan ennyi idő alatt halad át az anyag egy autoklávon.

Mérési eredményeink során nem járhatunk el hasonlóképpen, mivel az egyes eloszlási görbék maximumait nem lehet pontosan megállapítani. Ezért mind a számított, mind a mért eloszlásokhoz azt az időpontot vettük összehasonlítási alapul, amikor az anyag első 50%-a már áthaladt a rendszeren, illetve az egyes autoklávon. Az eredményeket a *2. táblázat* mutatja. A számított áthaladási idők átlaga 28,0 perc, a mérteké 19,6 perc. Ebből látható, hogy az anyag átlagos tartózkodási ideje autoklávonként 8,4 perccel, az egész rendszerre vonatkoztatva pedig 50 perccel rövidebb az elméleti értéknél.

2. táblázat

Az anyag 50%-ának áthaladási időpontjai az egyes autoklávokban

Mérőhelyek	Mért értékek		Számított értékek	
	50% áthaladásának időpontja	Az egyes mérőhelyek között eltöltött idő	50% áthaladásának időpontja	Az egyes mérőhelyek között eltöltött idő
	perc			
I	3	16	—	
II	19	24	—	
III	43	19	49	29
IV	62	43*	73	55**
V	105	16	133	28
VI	121		161	
	Átlag:	19,6	Átlag:	28,0

* Egy autoklávra 21,5 perc.
** Egy autoklávra 27,5 perc.

(Folytatjuk)

Beszámoló a koppenhágai „radioizotóp" konferenciáról

(1960. IX. 6—17)

Az 1957. évi párizsi nemzetközi konferencia után az UNESCO a „Radioizotópok felhasználása a tudományos kutatásban és az iparban" című konferenciát Koppenhágában rendezte meg. Három év alatt a radioizotópok használata olyan rohamosan haladt előre, hogy az előző konferenciákkal ellentétben a tárgykört még jobban le kellett szűkíteni. Dozimetriai, sugárhatáskémiai, biológiai, agrártudományi stb. szakterületek részére külön konferenciákat szerveztek. Ennek ellenére a nagyszámú beküldött dolgozatokból előadásra, időhiány miatt csak 144 került. Az összes beküldött dolgozatok azonban a konferencia anyagának gyűjteményes kiadványában megfognak jelenni.

A konferencián 44 állam közel 600 küldötte vett részt. A megnyitó ülésen *Bohr, Niels,* Nobel-díjas fizikus, a Dán Atomenergia Bizottság elnöke is megjelent és beszédében méltatta az izotópok használatának jelentőségét. Az előadásokat 12 különböző szekcióba osztották. Ezek egymás után következtek, így a résztvevők az összes előadást végig tudták hallgatni.

A szekciók a következők voltak:

I. Radioizotópok a geofizikában. 10 előadás.

II. Radioizotópok a metallurgiában és a szilárd testek fizikájában. 15 előadás.

III. Radioizotópok az atomfizikában. 3 előadás.

IV. Radioizotópok az iparban I. rész. Nyomjelzők. 19 előadás.

Esti szekció. Izotópok a meteorológiában. 2 előadás.

V. Radioizotópok az iparban II. rész. Sugárzások áthatolásán, abszorpcióján és szórásán alapuló felhasználás. 11 előadás.

VI. Detektorok és műszerezés. 4 előadás.

VII. Radioizotópok az analitikus kémiában. 15 előadás.

VIII. A visszalökődésen alapuló kémia áttekintése. 1 előadás.

IX. Radioizotópok előállítása. 15 előadás.

X. Jelzett vegyületek készítése és ezzel kapcsolatos problémák. 15 előadás.

XI. Radioizotópok a szerveskémiában. 8 előadás.

XII. Radioizotópok a fizikai-kémiában. 26 előadás.

Ebben a beszámolóban csak egy pár előadást szeretnék vázlatosan ismertetni a metallurgiai és ipari felhasználás köréből.

Az edinburghi egyetem szilárdtest fizikai laboratóriumában a fémekben a mechanikus deformáció hatására bekövetkező diffúzió változást vizsgálták. Az eddigi, egymásnak ellentmondó kísérletekkel szemben megállapították, hogy a diffúziós állandó a sztatikus diffúzióhoz viszonyítva nem változik lényegesen. A kísérleteket réz egykristályokon végezték Sb^{124} izotóp segítségével. Ugyanezt az eredményt kapták mozgó szemcsehatárokra is. Réz-bikristályt a kettéválasztó határ mentén nyíró erőnek tettek ki, és az elcsúszás mértékét 3—30 $m\mu$/h között változtatták.

Lazarus, D. a diffúziós állandó tömegfüggését vizsgálta izotóp tisztaságú Fe^{55} és Fe^{59} izotópokkal. Ezeket egyenlő arányban összekeverve, elektrolízissel vitte fel a réz és ezüst egykristályok felületére, majd diffúziós lágyítás után a kristályból, az elektrolizált felülettel párhuzamos szeleteket készített. A Fe^{55} és Fe^{59} izotóp gamma sugárzásának energiája különböző, így a szeletekben a számlálócső elé helyezett arany

(Folytatás a 74. oldalon)

Acélgyártó tapasztalatok 0,8—1,2% Mn-tartalmú nyersvasakkal a Dunai Vasműben

RÉPÁSI GELLÉRT okl. kohómérnök

DK: 669.18

A magyar nyersvasgyártók 1957. évi konferenciáján még sok nyersvas- és acélgyártó kételkedett a nyersvas Mn-tartalmának csökkentésére irányuló törekvések helyességében. A kohászatban azonban a tapasztalatok műszaki értékelésében az utóbbi években sok változást találunk. Az acélgyártást leíró tudomány sok klasszikusnak vélt tételét kellett helyesbíteni, vagy legalábbis bizonyos feltételek közé korlátozni. Így pl. a SM-kemencében az acél minősége szempontjából már nem írnak elő maximális és minimális határok közé szorított dekarbinozációs sebességet, vagy a kemencék felfűtésének sebességét a tégla egyes tulajdonságaira való tekintettel nem korlátozzák, az acél kikészítése folyamán nem szükséges egy maximális Mn-tartalom előzetes biztosítása.

Mint ismeretes, a nyersvas Mn-tartalmát a DV-ben azért kívántuk csökkenteni, hogy ne kelljen a nagyolvasztóba úrkúti Mn-ércet adagolni.

A nagyolvasztó az elmúlt évek alatt bebizonyította, hogy lehet meleg, kis kéntartalmú nyersvasat gyártani akkor is, ha a nyersvas nem 2—3%, hanem csak 0,8—1,5% Mn-t tartalmaz. Az acélgyártók pedig bebizonyították, hogy ilyen nyersvas nem vezet

1. sem az acél minőségének romlására,
2. sem pedig az SM-acél átalakítási költségeinek növekedésére.

A SM-acélgyártáshoz a Dunai Vasműben a betét nyersvasa 70%, összetétele az *1. táblázat* szerint változott. Az átlagos nyersvas összetétel jó közepesnek mondható, csak a Mn-tartalom kisebb a Magyarországon szokásosnál, kb. 1%-kal. Az ócskavas saját hengermű hiányában mind idegen származású volt.

1. táblázat

A SM kemencébe adagolt nyersvas összetétele a Dunai Vasműben

Év	C	Mn	Si	S
	%			
1956.	—	1,43	0,59	0,072
1957.	—	1,11	1,00	0,083
1958.	—	1,35	0,71	0,067
1959.	4,14	0,91	0,69	0,061
1960.	—	1,00	0,75	0,066

Az acél minőségi mutatói közül a Mn-tartalom bizonyos határon alul (kb. 0,2—0,3%) való csökkentése, a hagyományos szemlélet szerint főleg az acél oxigén- és kéntartalmára lehet káros hatású.

Mint ismeretes a 2,5—3,5% Mn-tartalmú nyersvasból a martinsalak 8—12% MnO-t tartalmaz, a 0,8—1,5% Mn-tartalom mellett 4—6%-ot, ennek megfelelően az acél Mn-tartalma a kemencében dezoxidáció előtt az előbbi esetben 0,20—0,40, az utóbbi esetben pedig 0,08—0,20% határok között mozog. A végsalak MnO-tartalma azonban nem nő egyenes arányban a nyersvas Mn-tartalmának növekedésével, az utolsó próba Mn-tartalma pedig mindig megfelel az ismert egyensúlyi állandóból kiszámíthatónak.

Az oxigéntartalom vizsgálatára egy direkt és két indirekt utat választottunk. Meghatároztuk a dezoxidáló anyag szükségletét és a salak FeO-tartalmának változását különböző Mn-tartalmú adagokra és megvizsgáltattuk az acél oxigéntartalmát a kész lemezekben. Az O_2-elemzéseket a *2. táblázat* mutatja. Eszerint az adagok O_2-tartalma igen jó és a kész lemezekben a szokásoshoz képest növekedés nem mutatható ki.

2. táblázat

Kis Mn-tartalmú nyersvassal gyártott lemezek O_2-tartalma
Tölcsérben dezoxidált csillapítatlan adagok

Tétel	Adagszám	C	Mn	Si	O_2
		%			
1.	43 369	0,11	0,40	—	0,0130
2.	45 310	0,13	0,32	—	0,0046
3.	25 591	0,15	0,35	—	0,0022
4.	45 306	0,15	0,42	—	0,0094
5.	45 322	0,16	0,43	—	0,0026
6.	25 392	0,22	0,43	—	0,0022
		Csillapított adagok			
1.	45 293	0,17	0,45	0,18	0,0039
2.	35 402	0,19	0,56	0,22	0,0104
3.	35 404	0,20	0,50	0,21	0,0047
4.	35 436	0,20	0,61	0,22	0,0175
5.	35 798	0,20	0,53	0,24	0,0034

Az acél oxigéntartalmát indirekt úton a dezoxidáló anyag mennyisége alapján vizsgáltuk. Ugyanis, ha az acélfürdő Mn-tartalma a kikészítés végén nagyobb, és ezt kisebb O_2-tartalom kíséri, akkor a Mn-tartalom egységnyi emeléséhez szükséges dezoxidáló szer mennyisége kevesebb. Az erre vonatkozó vizsgálatok végeredményét a *3. táblázat* mutatja. A táblázatban a számításokat azonos salakösszetételre, C-tartalomra és végső Mn-tartalomra korrigáltuk. A táblázat utolsó rovata a leégési tényező változását mutatja egy 2,35%-os átlagos Mn-tartalmú időszakhoz képest. A leégési tényezőn ez esetben az egységnyi Mn % emeléséhez szükséges kívülről hozagolandó Mn-mennyiséget értjük.

A táblázatból az a következtetés vonható le, hogy a nyersvas Mn-tartalmának 2,34%-ról 1,35%-ra való csökkenése a Mn leégési tényezőjét az üzemi gyakorlat szerint nem befolyásolta, azaz a dezoxidációs termékek mennyiségében ez a csökkenés nem jut kifejezésre.

Az acél oxigéntartalmát a salak FeO-tartalma alapján is becsülhetjük. A 3. táblázat azt is mu-

3. táblázat

A Mn leégési tényezőjének változása a nyersvas Mn-tartalmától függően

Év	Nyersvas		Acél			Mn-fogyasztás	Martinsalak összetétele		Bazicitás $B = \frac{CaO}{SiO_2 + P_2O_5}$	ηS	Acél Mn-tart. Mncs (utolsó próba) $K_{Mn} = 0{,}5(1627C°)$		Leégés $\frac{10\,(Mn - Mncs)}{Mn\ kg/t}$ %		
	Mn	S	C	Mn	S		MnO	FeO			elemzett	számított	elemzett	számított	korrig. a C-tart. szerint
	tartalma		tartalma												
	%		%			kg/t acél	%				%				
	2,34	0,46	0,132	0,352	0,036	4,6	6,17	16,44	2,92	9,8	0,184	0,187	0,366	0,360	0,396
1958	1,35	0,067	0,138	0,388	0,041	6,1	4,74	16,83	2,94	8,6	0,13	0,142	0,44	0,404	0,404
1959	0,91	0,061	0,145	0,418	0,038	6,01	4,35	15,90	2,88	7,15	—	0,137	—	0,445	—
1960	0,86	0,072	0,131	0,380	0,041	4,55	4,17	16,30	2,44	7,35	—	0,138	—	0,55	—

tatja, hogy a Mn-tartalom csökkenésével a salak FeO-tartalma nem növekedett arányosan, hanem közel állandó maradt.

Ha a salak kb. 16%-os FeO-tartalmát, melynek az acélban dezoxidáció előtt kb. 0,03% O-tartalom felel meg az adott C-tartalom mellett 10%-kal (pl. 16%-ról 17,6%-ra) emelnénk, akkor ez az oxigénelosztás egyensúlyának megfelelően az acél O-tartalmát 10%-kal, azaz 0,003%-kal emelné, ami

$$0{,}003 \cdot \frac{51}{16} = 0{,}0096\%,$$

azaz 0,096 kg/t Mn-fogyasztástöbbletnek felel meg. Ezt azonban statisztikai módszerekkel nem lehet kimutatni.

A 3. táblázatban a leégési tényező javulása feltűnő. 1959-ben több ízben, 1960-ban pedig rendszeresen az üstbe adagolták a FeMn-t. Ezenkívül 1960-ban egyes acélfajták gyártásakor a FeMn-nak az üstbe való adagolása előtt a DV acélgyártói az üstben előzetes dezoxidációt végeztek. Így az O_2-tartalom egy részét FeSi-mal vagy Al-mal távolítják el. Ezáltal kisebb lesz a FeMn-fogyasztás, olcsóbb a dezoxidáció és kevesebb a keletkezett dezoxidációs termék. Ezt a *4. táblázat* meggyőzően mutatja.

4. táblázat

Különböző dezoxidáló szerek összehasonlítása a FeMn adagolás előtt hatásosságuk és gazdaságosságuk szempontjából

	Al	FeSi 45%-os	FeMn 70%-os
Szükséges dezoxidálószer: kg/kg O_2	1,02	0,88	3,44
Ennek ára: Ft/kg	23,50	15,70	41,20
A dezoxidációs termék mennyisége kg/kg O_2	2,13	1,87	4,44

Tehát csupán gazdasági szempontokat figyelembe véve, legcélszerűbb ezt a műveletet FeSi-mal elvégezni. Azt azonban, hogy a különböző dezoxidációs termékek milyen sebességgel távoznak az acélból, még nem sikerült egyértelműen tisztázni.

Az acél 0,038—0,042%-os S-tartalmával (3. táblázat) azonban nem lehet megelégedni. A minőségi követelmények növekedése egyre növekvőbb mennyiségű acélban követel 0,030%, vagy annál kisebb S-tartalmat. Ha ilyen acélokat kell gazdaságosan elkészíteni, elengedhetetlen a nyersvas szódázása, ellenkező esetben a salakképzők jelentős növekedésével és a termelékenység csökkenésével kell számolni.

A kéntartalom ügye tehát nem tekinthető lezártnak, de nem olyan probléma, mely kétségessé tudná tenni a kisebb Mn-tartalmú nyersvas használatát, legfeljebb — ha a szódázás a Vasműben bevezetett gyakorlat volna — ezzel a költségeket növelné.

*

Két tömeges gyártmányunk néhány minőségi mutatóját vizsgálhatjuk meg, éspedig a közép- és durvalemezét, valamint a csőacélét.

A lemezeket 1,6—2,6 t súlyú lapostuskóból hengerlik, főleg csillapítatlan acélból, a csőacélt pedig 1,0—1,2 t súlyú tuskóvá palacknyakú kokillákba öntik, szintén csillapítatlanul.

A lemezek öntéséhez a DV-ben kidolgzott eljárással dolgozunk, mely eljárás a félig csillapított acélok egyik gyártmány változatának tekinthető.

A lemezek hengerlése arra mutat, hogy a tuskók felülete kifogástalan, ami a csillapítatlan acél első minőségi követelménye. A lemezek dúsulásait félig csillapítással akadályozzuk meg, ennek eredményeképpen a P- és S-dúsulás csak kevésszer haladja meg a 20—30%-ot. A hengermű statisztikája szerint a felületi hiba 2—3%-ot tesz csak ki, a lemezfelületének csiszolása csak elenyésző. A réteges próbák száma általában 2—3% között van.

A csőgyártásban 1960-ban 1 t-ás tuskókból 92,5%-os összes kihozatalt értünk el, ami azt jelenti, hogy ezeknek a tuskóknak a hengerlésekor csak 3—4%-os fejhulladékkal kellett számolni. A 92,5%-os összkihozatalból 86,5% csőgyártásra alkalmasnak minősült, ami különösen akkor figyelemre méltó, ha meggondoljuk, hogy a kiválogatott tuskók dúsulása nem haladhatja meg a 40—50%-ot. Az eredmény különösen akkor figyelemre méltó, ha meggondoljuk, hogy ezeket az 1 t-ás tuskókat 125 t-s kemencékből gyártják.

Az első kérdés az, hogy az acél minőségét a nyersvas Mn-tartalmának csökkenése nem rontja-e, azt kell válaszolni, hogy

a) az acél oxigéntartalma a nagyobb Mn-tartalmú nyersvasból készült acélokhoz képest nem mutat változást.

b) Sem az acélgyártás, sem az acél továbbfeldolgozása, sem az azt követő mechanikai vizsgálatok folyamán különbség a 2,5, ill. 1% körüli Mn-tartalmú nyersvasakból készült acélokra nem mutatható ki.

c) A salak MnO-tartalmának csökkenése a salak kéntelenítő képességét kissé rontja, ami ha azonos kéntartalmat akarunk elérni, a salakmennyiség kis mérvű növekedéséhez vezet.

Ezekután nézzük a változás gazdasági oldalát.

Ami a Mn-tartalom csökkentésének gazdasági oldalát illeti, a SM-acélgyártásban a már említett kéntelenítési költség emelkedésén kívül erre az okra visszavezethető költségváltozás nem áll elő, mivel a dezoxidációs FeMn szükséglet nem változott és nem növekedett a salak FeO-tartalma sem.

Az Acélmű FeMn-mérlege szintén kedvező. Az összes Mn-forgalom 12,28 kg/t, melyből a nyersvas Mn-tartalma 50,5%, a külső Mn pedig csak 36%. A veszteség oldalon 7,40 kg/t salakban szerepel, mely azonban megtérül, mivel az összes salakot a nagyolvasztóba adjuk vissza. Az összes Mn-forgalomból csak jelentéktelen rész vesz el. Ezt az 1960. évi Mn-mérleg *(5. táblázat)* mutatja.

Az elmondottak alapján a második kérdésre az a válasz adható, hogy a Mn-tartalom csökkentése az acélgyártás költségeiben lényeges változást nem okoz, mert:

a) a kéntelenítés költségei a Martin-salak bázicitásának kb. 0,3—0,4 ponttal való növelésének arányában nőnek,

5. táblázat

1960. évi Mn-mérleg

Bevétel	kg/t	%
Nyersvasból	6,2	50,5
Ócskavasból	1,42	11,6
Fe-Mn-ból	4,42	36,0
Tükörvasból	0,08	0,6
FeMn affiné	0,16	1,3
	12,28	100,0
Kiadás	**kg/t**	**%**
Acél	3,80	30,8
Sel. és hullad.	0,14	1,2
Salak	7,40	60,3
Füstgáz	0,94	7,7
	12,28	100,0

b) a fémes betét viszont 0,7 kg/t-val csökken,

c) a Mn-mérleg igen kedvező: a FeMn-fogyasztás a Martinban nem nő meg és a SM-salak teljes visszaadagolása zárt Mn-forgalmat biztosít, melyből gyakorlatilag csak a kohósalakban levő Mn vész el.

Nálunk igen sokat beszéltek évek óta a nyersvas nagyolvasztón kívüli kéntelenítéséről, de kísérleti eredményeken kívül az elmúlt évek alatt ez a kérdés semmit nem haladt előre. Az adott viszonyok között ezen a kérdésen nem kellene sokat rágódni, hanem a szódás kéntelenítést a DV-ben is be kell vezetni: ez a legbiztosabb következetesen végrehajtható módszer, ahol komolyabb meglepetés sem a nyersvasgyártókat, sem az acélgyártókat nem érheti.

(Folytatás a 71. oldalról)

és berillium abszorbensekkel meg tudta őket különböztetni. A kísérletek eltérést mutattak a két különböző tömegű, de azonos kémiai viselkedésű izotóp diffúziós állandójában.

Malkin, V. I. és *Mogutnov, B. M.* kationok öndiffúziós állandójának mérését végezték el szilikát olvadékokban Na^{24}, K^{42} és Ca^{45} radioaktív izotóp segítségével. A szilikát olvadékoknak egyik fontos jellemzője az ionok mozgékonysága. Megvizsgálták, hogy több kation együttes jelenléte hogyan befolyásolja mozgékonyságukat. Az indikátorral jelzett olvadékba, inaktív olvadékkal töltött grafit, illetve korundcsöveket merítettek. A diffúziós állandót kétféle módszerrel határozták meg. Grafit kapillárisból mintát vettek ki, felszeletelték, majd porrá őrölve meghatározták az aktivitásukat. Korundcsőből a mintát ólomdiafragmával ellátott számlálócső előtt húzták el. Megállapították, hogy többfajta kation együttes jelenlétekor a diffúziós állandó csökken, az aktiválási energia nő. Összefüggést találtak a diffúziós állandó és az elektromos vezetőképesség között.

Diffúzió, újrakristályosodás és fázis átalakulási folyamatokat vizsgált munkatársaival, *Blokstein, S. Z.* Ipari vas szemcsehatárait jelezték Fe^{59} izotóppal. A vas felületére 1 μ-os rétegvastagságban felvitték az izotópot, majd alacsony hőmérsékleten izzították. A térfogati diffúzió kicsiny a szemcsehatárok közötti diffúzióhoz képest, így a minta felső rétegének lecsiszolása után már csak a szemcsehatárokban maradt indikátor. Ezt a mintát alakításnak és újrakristályosodásnak vetették alá, majd fotolemezre helyezték. Az így kapott autoradiagramot összehasonlították a csiszolt fémfelület mikroszkópos képével. Megállapították, hogy nagymértékű újrakristályosodáskor sem változik az autoradiográfiás kép, azaz az újonnan keletkezett szemcsékbe beépülnek a régi szemcsehatárok. Ez azt bizonyítja, hogy újrakristályosodás során az atomok csak igen kis távolságra mozdulnak el. Fázis átalakuláskor a diffúzió nagyobb. Titán alfa-beta átalakulásakor vizsgálták az $Sn^{113-123}$ atomok diffúzióját, amely méréseik szerint az átalakulás folyamán két nagyságrenddel változott.

Makin, S. M. előadásában áttekintő képet adott az autoradiográfiás módszerekről. Részletesen ismertette az extrakciós replika technikájának használatát zárványok vizsgálatára. Az eljárás lényege az, hogy a maratott fémfelületre kloroformban oldott formvar (műanyag)-oldatot öntenek, majd ezt lefedik acetonban oldott kollódiummal. Az így keletkezett hártya, leválasztásakor magával viszi a zárványok egyrészét. A replikát azután reaktorban aktiválják, majd autoradiográfiát készítenek róla. Ebből megállapítható a zárványok elhelyezkedése. A keletkezett izotóp felezési idejének és sugárzási energiájának mérésével a zárvány azonosítható. Ilyen módon rozsdamentes acélban Mn^{56} zárványokat mutattak ki.

Tomilin, I. A. az antimon termodinamikai aktivitását vizsgálta alfa-vasban Sb^{124} izotópnak vas és

(Folytatás a 80. oldalon)

A vas kísérő elemeinek hatása a nyersvas és az acélgyártásra

ÉLES LÁSZLÓ
okl. kohómérnök, Dunai Vasmű

DK: 669.014.6 : 669.16/18

A nyersvas összetételének és minőségének elbírálásakor általában az öt fő elemet szoktuk vizsgálni és a legutóbbi időkig nem foglalkoztunk a Cu-n kívül egyéb kísérő elemek meghatározásával és a minőségre gyakorolt hatásával. Részben az öntöde, részben az acélgyártás minőségi igényeinek növekedésével szükséges az egyéb kísérőelemek meghatározása és vizsgálata is. Erre a feladatra a nyersvasgyártókat nemcsak az észszerű műszaki meggondolás, hanem az egyre szigorúbb szabványelőírások is kényszerítik.

Előadásomban részben saját vizsgálat, részben irodalmi adatok alapján ismertetni kívánom a Dunai Vasmű nyersvasában előforduló kísérőelemeket, azok hatását az öntöde, acélgyártás, és melegalakítás munkájára és gyártmányaira.

1. A nyersvas primér és szekundér elemei

A nyersvasban a vason kívül primér elemek a karbon, a mangán, a szilícium, a foszfor és a kén.

A nyersvas karbontartalma, illetve annak a vasban oldott vagy vegyület alakjában való jelenléte az öntészetben játszik fontos szerepet. Az acélgyártás a C-tartalom mennyiségével szemben nem támaszthat különleges igényeket, mert a nyersvasgyártás során a felvett C-mennyiségét a nyersvasgyártónak nem áll módjában nagyobb határok között változtatni.

A Mn-tartalomnak mind az öntészetben, mind az acélgyártásban fontos a szerepe. Az öntészetben a Mn szerepe a S-nek MnS-ként való lekötése, ezért a Mn-tartalom legkisebb mértéke a tempervasban 2,5-szerese, de inkább 4—5-szöröse a S-tartalomnak. Az acélgyártásban régebben a Mn-nak nagy fontosságot tulajdonítottak és megkívánták, hogy a nyersvasban annyi Mn legyen, hogy az acélgyártás betétje a hulladékvasat is figyelembevéve 1—1,2% Mn-t tartalmazzon. Ez ma már túlhaladott és költséges álláspont. A Si-tartalom az öntészeti nyersvas minőségét, a felhasználás lehetőségét határozza meg.

Az acélgyártásban a Si-ra a savanyú szélfrissítéshez és kisebb mértékben az oxigénes eljáráshoz, mint fontos fűtőelemre van szükség. Ugyanakkor a SM-acélgyártáshoz lehetőleg kis Si-tartalmú nyersvas szükséges, mert nagyobb mennyiségben akadályozója a gyártásnak.

A nyersvas P-tartalma az öntészetben nem csökkenthető. Az acélgyártásban, ha a P-tartalom nem túl nagy, akkor a gyártás folyamán megfelelően elsalakítható, illetve eltávolítható.

A közönséges szürkeöntvényekben a nagyobb P-tartalom is megengedhető, de a temper- és gömbgrafitos öntvénygyártásban, valamint az acélgyártásban a kis P-tartalmú nyersvas fontos követelmény. Ez alól kivétel a bázikus szélfrissítő eljárás, amely éppen a nagy foszfortartalmú ércekből származó nyersvasak feldolgozására alakult ki. A legújabb oxigénes eljárásra is hátrányos a nagy P-tartalom és az ilyen nyersvas feldolgozása csak többletköltség és termeléscsökkenés révén biztosítható.

A S-tartalom mind az öntészetben, mind az acélgyártásban káros, szennyező elem. A hatása az automata acéloktól eltekintve a kész gyártmány tulajdonságaira mindig hátrányos. Ezért a kívánság a kis S-tartalomra egyaránt jelentkezik mind az acélgyártók, mind az öntők részéről.

E rövid felsorolás után rátérek a nyersvasban található egyéb kísérő, szekundér elemek tárgyalására. Sokszor ezeket *nyomelemeknek is nevezzük, ez a meghatározás azonban nem helyes.* Ha a kísérőelemek tényleg csak nyomokban volnának a nyersvasban vagy az acélban, nem okoznának a feldolgozás során gondot. Ezeknek a kísérőelemeknek mennyisége azonban pontosan kimutathatóan tized, század vagy ezredszázalék, ezeknek egy meghatározott mennyisége már káros a vasban és az acélban.

A nyersvas kísérőelemei közé tartoznak azok az elemek, amelyeknek mennyiségét általában nem szoktuk külön előírni, vagy figyelemmel kísérni. Persze ha ezeknek az elemeknek hatása bizonyos mennyiségen felül káros, akkor a megengedhető határértékeket le kell rögzíteni. Ilyen elem nálunk a réz, amely régebben a rudabányai ércből, ma a piritpörkből kerül a nyersvasba.

A feldolgozott érc és ércpótlék összetétele alapján a nyersvasba jutó kísérőelemek mennyisége rendkívül változó lehet. Vannak olyan kísérőelemek, amelyeket szándékosan ötvöző anyagként viszünk a nyersvasba. Ilyen a réz, króm, nikkel, vanádium és molibdén. Bizonyos esetekben azonban ezek is káros hatásúak lehetnek a későbbi feldolgozás során.

Van ezenkívül jónéhány olyan kísérőelem, amelyeket megtalálunk a nyersvasban, bár jelenlétük nem kívánatos és nem is használjuk sohasem ötvözőként. Ilyenek az antimon, arzén, ón, ólom, kadmium. A nyersvasak kísérőelemei országonként, sőt kohóművenként a felhasznált ércek alapján változók.

Példaként említem meg *Lownie* [1] cikkét, amely nagyszámú amerikai szürkenyersvas kísérőelem adatát tünteti fel. A vizsgálatot végző kutatóintézet a kísérőelemeket színképelemzéssel határozta meg. A nyersvasak közül sokat csak azért vizsgáltak meg, mert gyanították a szennyező elemek jelenlétét. Az eredmények mennyiségi szempontból három csoportba oszthatók.

A legnagyobb mennyiségben előforduló szekundér elem a nikkel, a réz és a titán. Ezek közül mindegyikből többet észleltek 0,1%-nál.

Az elemek egy másik csoportja 0,1% és 0,01% között átmeneti mennyiségben volt jelen,

ezek a króm, vanádium, molibdén, alumínium, ón, kobalt, bór és a magnézium.

Az elemek harmadik csoportja 0,01—0,001%-nyi mennyiségben volt található, ezek a cirkon, ólom és kadmium.

A vizsgált nyersvasakban a következő, másutt néha előforduló elemet nem észleltek: wolfram, arzén, nióbium, tantál, cink, germánium, bizmut, antimon, gallium, berillium és kalcium.

Továbbiakban a hazai, sokkal szerényebb körülmények között végzett és szűkebb területre vonatkozó kísérőelem vizsgálattal kapcsolatban a következőket állapíthatjuk meg. A meghatározás csak nagyobb mennyiségben előforduló szennyező elemeket mutatott ki és csak század százalékos pontossággal. Az *1. táblázatban* feltüntetett kísérőelemek a szovjet, kínai és a Dunai Vasmű szürkenyersvasára vonatkoznak. Részletes vizsgálat eddig még acélnyersvasra nem áll rendelkezésre. Az elegyösszetétel és az egyes, főleg arzénra vonatkozó házivizsgálat alapján feltehető, hogy az acélnyersvas szennyező elemei is az 1. táblázatéval közel azonosak, kivéve, hogy a Cu-tartalom kisebb.

1. táblázat

Szovjet, kínai és Dunai Vasmű-i szürke nyersvas kísérőelem mennyisége

	Szovjet	Kínai	Dunai Vasmű
	kísérőelem %-ban		
As ...	0,043	0,026	0,052
Sn ...	—	—	—
Pb ..	—	—	—
Sb ...	—	—	—
Ti ...	0,07	0,06	0,07
Cu ...	0,05	0,15	0,25
Bi ..	—	—	—
Zn ...	nyom.	nyom.	nyom.
Cr ...	0,1	0,2	0,1
Ni ...	—	—	—
Mo ..	—	—	—
V ...	nyom.	nyom.	nyom.
W ...	—	—	—
Co ...	—	—	—

A kísérő elemek eredetét megtaláljuk a nagyolvasztó elegy érc vagy ércpótló anyagában. Ha az 1959. évben a Dunai Vasműben felhasznált elegyanyagok elemzését vizsgáljuk, akkor azt látjuk, hogy a piritpörkök a *2. táblázatban* felsorolt Cu-, illetve As-tartalommal bírtak.

2. táblázat

A Dunai Vasmű nagyolvasztójában adagolt piritpörkök Cu- és As-tartalma

	Cu	As
	%	
Jugoszláv	0,92	0,03
Budapesti	0,56	0,16
Szolnoki	0,56	0,03
Peremartoni	1,22	0,27
Csepeli.....	0,21	0,12

A darabosított érc Cu-tartalma 0,10% volt. A nyersvasban levő As-tartalom is a piritpörkből származik. Éves átlagelemzés nem készült, a fenti adatok csak időszakos értékek. Az ez évben feldolgozott szovjet piritpörk 0,30% Cu- és 0,03% As-tartalmú.

Az 1959-es év végén a nyersvasak As-tartalmát több hónapon át ellenőriztük. Az egyes hónapokban a nyersvas As-tartalmát a *3. táblázatban* mutatjuk be. Az arzéntartalom csökkenése összefügg a kisebb mennyiségű piritpörkök felhasználásával.

3. táblázat

A Dunai Vasmű nyersvasának As-tartalma %-ban

		I.	II.
		nagyolvasztó	
1959. év október hó		0,026	0,047
november hó	I. dekád	0.038	0,033
	II. dekád	0,027	0,030
	III. dekád	0,017	0,015
december hó	I. dekád	0,012	0,012

A Ti-szennyeződés főleg a vörösiszapból kerül a nyersvasba. A vörösiszap évi átlagban 1,54% Ti-t tartalmaz. Az elegyalkotók közül a martinsalak tartalmazza a legtöbb Cr-ot, évi átlagban 1,15%-ot. Feltehető, hogy a majdnem teljes mennyiségű martinsalak nagyolvasztóban való feldolgozása révén a salak Cr-ban dúsul. A salak krómtartalmának túlnyomó része a Martin-kemencék boltozat és oldalfal krómmagnezit tűzálló falazatából jut a salakba és a nagyolvasztóban viszont a teljes mennyisége redukálódik és átmegy a nyersvasba. A legújabb osztrák elemzés szerint jelenleg az acélnyersvasunkban 0,15% Cr van. Az elmúlt évben gyártott és Belgiumban megvizsgált mélyhúzható minőségű acéltuskónkban 0,08—0,1% Cr-tartalom volt.

2. A káros kísérőelemek eltávolítása

A cinktartalom a szállóporból és a piritpörkökből kisebb részben elgőzölög, mivel az ércek túlnyomórészét tűzi úton darabosítjuk. A felhasználásra kerülő zsugorított érc Zn-tartalma 0,15%. A nagyolvasztó felső részében ez a Zn-tartalom is, a szállóporral együtt a nagyolvasztóból eltávozik. A nyersvasban Zn-et csak nyomokban lehet találni.

A piritpörkök réztartalma vizes lúgzással is jelentősen csökkenthető, ha a pörkben a Cu szulfát alakjában van jelen. Laboratóriumi kísérleteink alapján a budapesti piritpörk 500 C°-os izzítása után Cu-ból 53—90%-ot lehetett oldatba vinni. A jugoszláv pörkből, mivel az a feldolgozás végső fázisában oxidáló pörkölésen ment keresztül, újabb izzítás nélkül is 54—77%-os Cu-ot lehetett kioldani.

Az As-tartalom jelentős része eltávolítható a darabosító szalagon. Az As 616 C°-on megy át gáznemű állapotba. A jugoszláv portorozi nyomelem konferencia több előadója foglalkozott az As tűzi úton való eltávolításával. Így *Voskobojnikov, U. T.* [3] a 0,12% As-tartalmú kercsi ércekkel kapcsolatban megállapítja, hogy darabosító szalagon — normális üzemi körülmények

között — az As-tartalom 70%-a távolítható el. Szerinte az arzéntalanítás elősegítésére a tüzelőanyagot 12%-ra emelték, viszont a mészkő szemnagyságának 3 mm-nél durvábbnak kell lennie. Ugyanezt az eredményt tapasztalta *Pohl, H.* [3] As-tartalmú nyugatnémet ércekkel kapcsolatban.

A kisebb 0,05% As-tartalmú jugoszláv ércekből különleges beavatkozás nélkül az As 57%-át távolítják el darabosítással [3]. Úgy látszik, hogy mindig ki lehet küszöbölni az As jelentős részét, kb. 2/3-át a tűzi előkészítés folyamán. A valóságban azonban a kiküszöbölés foka és a biztosítandó feltételek, elsősorban a hőmérséklet, ércről ércre változnak aszerint, hogy milyen alakban van az As az elegyben. Piritpörkökből S jelenlétében könnyebben eltávolítható az As, de a sziderit és főleg a Ca és Mg, valamint ezek karbonátjai az As-t nehezen bomló arzenátok alakjában kötik le és rontják az eltávolítást. A nehezen bomló arzenátok keletkezésekor a darabosítás hőmérsékletét 1100—1150 C°-ig kell növelni, hogy az As-t jelentősebben eltávolíthassuk.

Kísérleteztünk *dr. Horváth Zoltán* javaslatára klórozó kezeléssel is a darabosításkor. Mint ismeretes a Cu-, a Pb-kloridjainak elgőzölgési hőmérséklete lényegesen alacsonyabb, mint az illető fémé. A klórozó kezelésre több kis és félüzemi kísérletet végeztünk. Az eredmény nem volt kielégítő, aminek valószínűleg az az oka, hogy a klórozó kezeléskor a fémkloridok keletkezését a jelenlevő nedvesség, illetve H_2-tartalom erősen hátráltatja, vagy teljesen megakadályozza. Irodalmi adatok szerint 3%-os $CaCl_2$ adagolás mellett a Pb-tartalom 100%-ban, 6% $CaCl_2$ mellett a Zn-tartalom 80%-ban, és 4% $CaCl_2$ mellett a Cu-tartalom 60%-ban távolítható el [2].

3. A nyersvas kísérőelemeinek hatása az öntödei felhasználásra [1]

A nyersvasban található szennyező kísérőelemek az öntvények minőségével kapcsolatos hatását vizsgálva megállapíthatjuk, hogy az elsősorban attól függ, hogy közönséges szürkeöntvény, gömbgrafitos, vagy temperöntvény gyártásról van szó.

A szürkeöntvényekre káros szennyező elemek a bizmut, az ólom és a tellur.

A bizmut olyan dezoxidáló fém, amely hirtelen csökkenti a szürkevas ütőszilárdságát és növeli a külső kéreg mélységét. A felső biztonsági határ 0,001%. A nyersvasban, mint kísérőelem ritkán fordul elő.

Az ólom a szürkenyersvasban csak kis mennyiségben marad vissza. 1300 C°-on 0,02%, 1340 C°-on 0,063% és 1400 C°-on 0,11%-nyi oldódik. A Pb-ból 0,010% erősen csökkenti az ütő- és szakítószilárdságot. Az öntvényekbe nem annyira a nyersvasból, mint a csapágyfém és a zománcozott hulladékból kerül be. Az Pb a szilárdság csökkentésén kívül erős porozitást is okoz.

A tellur hasonló hatású mint az előbbi két fém, már 0,001%-os mennyiség felett rontja az öntvények minőségét. A saját nyersvasunk Te-tartalmát nem vizsgáltuk.

Az alumínium erős dezoxidáló fém és kis mennyiségben is hatékony grafitképző. Hatására a grafitpelyhek megdurvulnak, a szürkevas meglágyul és szilárdsága csökken. A 0,1%-os Al az a mennyiség, amit még meg lehet tűrni, de már 0,05%-os szinten a vékony szelvényekben erős tűszerű hólyagokat képez. (A Dunai Vasmű nyersvasában aránylag sok 0,010—0,020% Al található.)

Az elegyben a legjelentősebb Al-tartalmú anyagok az orosz sárgaérc 7,3%, az urkuti finom Mn-érc 4,19%, a martinsalak 4,38% és a vörösiszap 11,15%-os Al_2O_3-tartalommal.

Krómot a hazai nyersvasban 0,10—0,15%-os mennyiségben találunk. A Cr a szürkenyersvasban erős karbidstabilizátor, növeli az öntvénykéreg mélységét, illetve az öntvény keménységét. A 0,05%-nyi Cr csekély hatású az öntvény minőségére, nagyobb mennyiség növeli az öntvény kéregmélységét.

Titán a nyersvasunkban 0,07% körüli mennyiségben található. A Ti erős dezoxidáló és redukáló szer. 0,10% alatt nincs hatása az öntvény minőségére. Túl sok Ti a vas túlgrafitosodását okozhatja. Kis mennyiségekben általában finomítja a grafitpelyheket, elősegíti a ferritképződést és lágyabbá teszi a vasat.

Ónt hazai vizsgálatok nem találtak a nyersvasunkban, de legújabban egy acélnyersvas mintánkban egy osztrák cég 0,036% Sn-ot állapított meg. Az Sn egyformán hátrányos az öntvény- és az acélgyártásban, mivel a vasat rideggé teszi és csökkenti az ütőmunkát. A szürkevasöntvényekben kb. 0,01% alatt kell tartani. Különféle szennyezett hulladékból juthat az Sn a nyersvasba. Ezért nem szabad a nagyolvasztóba sem adagolni nagyobb mennyiségben ónozott, zománcozott hulladékot, mert nem kívánatos Sn stb. szennyezésekhez vezet.

Nem foglalkoztam itt azoknak a kísérőelemeknek a hatásával, amelyek részben előnyösen, részben hátrányosan befolyásolják az öntvények minőségét, de a saját nyersvasunkban nem fordulnak elő. Ilyenek az antimon, a bór, a kadmium, a cérium, a kobalt, a molibdén, a nikkel, a vanádium, a cink és a cirkon.

A szürkevasöntvényeknél sokkal kényesebbek a gömbgrafitos, illetve a temperöntvények. Ezeknek alapanyagában levő kísérőelemekkel szemben már sokkal nagyobb igényeket kell támasztani.

A Mg és a Ce a gömbképző elemek közül a legfontosabbak. Ezeket azonban nem a nyersvassal juttatják be az öntvényekbe.

A Cr, a Ni és a Mo előnyös a gömbgrafitos gyártásban.

Fontosabb azoknak az elemeknek a szerepe, amelyek a nyersvassal együtt jutnak az öntvénybe és a gömbgrafit képződést gátolják. Az ilyen gömbgrafit pusztító elemek, amelyeket eddig ismerünk az antimon, bizmut, titán, alumínium, ón, arzén, szelén és a tellur. A Cu-ot is gyakran a

pusztító elemek közé sorolják, a legutóbbi kutatások eredményei azonban azt mutatják, hogy a réz önmagában nem pusztító — csupán felerősíti a pusztítóelemek hatását.

Az Sn a gömbgrafit kialakulására a leghátrányosabb a felsoroltak közül, már 0,04%-os mennyiségben kifejti kedvezőtlen hatását. Az As már valamivel enyhébb pusztító elem, mert 0,09%-ig nem fejt ki hátrányos hatást.

A temperöntvény gyártásban a kísérő elemeket aszerint értékeljük, hogy a grafitképződést késleltetik-e vagy pedig siettetik. A karbidképződést elősegítő kísérő elemek a temperöntvényben nagyon hátrányosak.

A temperöntvény gyártásban hasznos ötvöző-elemnek a mangánt, a rezet és molibdént tartják.

A króm, a vanádium erős karbid stabilizáló fém és ezért nagyon hátrányos a temperálásra. Az ón, bróm, alumínium, titán, cink, wolfram, antimon, részben primér grafitképző hatásuknál fogva nem kívánatosak a temperöntvény gyártásban. Nincs káros hatása a temperöntvényekre a nikkel, a cirkon, kobalt és az ólomnak.

4. Kísérő elemek befolyása az acélgyártásra, az acél minőségére és feldolgozására

Az acélgyártás szempontjából a Cu, az As és a Cr viselkedését és hatását vizsgáljuk. Mint ismeretes az acélfürdő Cu-tartalma nem változtatható a gyártás folyamán, mert a rézoxidok képződésének termodinamikai normál potenciálja kevésbé negatív, mint a vasé. Tehát a betétben levő összes Cu-tartalom átmegy a kész acélba.

Az As-nak az acélfürdőben való viselkedéséről közvetlen, saját üzemi tapasztalataink nincsenek.

A portorozi konferencia [3] anyagában részletesen foglalkoztak az As viselkedésével. Egyes szerzők megállapították, hogy a SM-eljárás frissítési szakaszában el lehet távolítani az As-t, ha a betét 1% C-t és 0,7% S-t tartalmaz, mert könnyen illanó arzénszulfid képződik. Ennek a megoldásnak gyakorlati jelentősége nincs, mert 0,7% S-tartalmú acélfürdővel nem lehet dolgozni.

A Cu-nak és As-nak kiküszöbölésére vákuumöntéssel kapcsolatban is sok vizsgálatot végeztek.

Bochumban üzemi eljárás folyamán *Pohl, H.* [3] tapasztalta, hogy a vákuum-öntés alatt a távozó gázokban jelentős mennyiségű kísérőelem is van, így Cu és Ca, de főleg Mn, ez utóbbi nem kívánatos veszteséghez vezet.

A kísérőelemek eltávolítására *Rose, A.*. düsseldorfi és *Olette, M.* St. Germaine Laye-i szerzők laboratóriumi méretekben végeztek vákuumos öntő kísérleteket. A kísérletek arra a meglepő eredményre vezettek, hogy az elemek elpárolgási sebessége és sorrendje nem az illető elemek gőztenzióinak megfelelően megy végbe. A Mn igen gyorsan eltávozik és a Cu-ból is 10 perc után csak 0,01%-os mennyiség marad vissza, míg az As, ami illőbb elem mint az előbbiek szinte egyáltalán nem távozik el, 35 perc után az eredeti tartalomnak még mindig 80%-a van jelen.

Bár a Cr, amely könnyebben oxidálható, mint a vas, eltávolítható volna az acélfürdőből, de mivel a salak közel tízszer annyi Cr-ot tartalmaz nálunk, mint az acélfürdő, nem lehet számolni az acélban a Cr-tartalom csökkenésével, sőt redukáló atmoszféra kialakításakor inkább a salakból a Cr visszaredukálásától lehet tartani.

A leöntött acéltuskók szerkezetét és az egyes kísérőelemek dúsulásra való hajlamosságát francia kutatók *(Kohn, C. de Beaulieu—Philiberrt, I.* Saint Germain [3].) vizsgálták. A tuskók különféle nagyságúak voltak, az 1 kg-os súlytól a több tonnásig.

Megállapították, hogy a kiválás erősebben jelentkezik a C jelenlétében, mint tiszta binér ötvözetekben, így vas-arzén, vagy vas-réz ötvözetekben alig fedezhető fel dúsulás. A szokásos összetételű több alkotós acélolvadékban a kiválás mértéke nő a Cu, Ni, Mn, Cr, Mo, W és As sorrendben, azaz az elemeknek a karbonhoz való affinitása mértékében, bár az As itt különleges helyet mutat.

A kiválás mértéke az ismert elemekhez hasonlóan a kéregtől a középső magrész felé nő. A kéregrészben nincsen semmi dúsulás, de befelé haladva a dendrites rétegen keresztül a középső globulites rétegbe a kísérő elemek közül az As az átlagosnak a 30-szorosát, míg a Cu a 3-szorosát éri el.

a) *Melegalakítás: hengerlés és kovácsolás*

Elérkeztünk az acéltuskók feldolgozásához. Ezt általában zömítési művelettel, hengerléssel és kovácsolással végezzük. Ezekre a műveletekre az egyes kísérőelemek káros hatása közismert.

Sok kutató foglalkozik világszerte a szennyező és kísérőelemeknek az acél alakíthatóságára gyakorolt hatásával.

Az acél melegalakításával kapcsolatban két fajta tulajdonságot kell megkülönböztetni:

1. az anyag belsejének kovácsolását, azaz teljes tömegének meleg deformációs képességét anélkül, hogy megrepedne,

2. a felületi alakítását, vagyis az acél ellenállását a felületi repedésekkel szemben.

A felületi alakításnak van szerepe a legtöbb technológiai próbában, így a meleg hajlító, vagy zömítő próbában. Ilyen próbákban a felületi hibák a kiinduló pontjai a repedéseknek és itt mindjárt kapcsolatba kerülünk a kísérő, szennyező elemekkel.

Az acéltuskók hevítése alkalmával a felület oxidáló hatásnak van kitéve. A tuskók felületén nemcsak a reve-képződés okoz változást, hanem az oxidáció hatására további kémiai eltolódás is beáll. A vasnál kevésbé oxidálható fémek a felületi rétegben koncentrálódnak és az átlagos mennyiségüknek 10—20-szorosát is elérhetik. Így a közönséges martinacéltuskók felületében újrahevítés után mikroszondás vizsgálattal 1%-os Cu és 3%-os Ni-tartalmakat, illetve a szovjet *Pridancev, M. V.* Moszkva [3] a kercsi ércekből gyártott 0,10% As-tartalmú sínacélokban 0,8% As koncentrációkat talált.

Különösen az alacsony olvadáspontú elemekre, így a Cu-, Sn- és a Pb-ra áll fenn annak veszélye, hogy a hevítéskor a felületen koncentrálódva a krisztalitok határán felgyülemlenek és megszakítják a kristályok közti kohéziót és az anyagban mély repedéseket okoznak. Ezzel foglalkozott a legújabban *Sirca, F.* jugoszláv szerző [3]. A folyékony Cu-diffúzióját különféle minőségű acélokkal kapcsolatban vizsgálta és megállapította, hogy a γ-vasban a Cu-diffúziója kristályközi és rézolvadék megolvasztja a kötéseket. Ezzel szemben az α-vasban a Cu-diffúziója frontális a kristálykötések megolvasztása nélkül.

Több mint 10 éve az Ózdi Kohászati Üzemekben *Szalay* és *Lántzky* ugyanerre az eredményre jutott, mint most a jugoszláv szerző [4]. A fokozott rudabányai érc használata következtében az acélok átlagos Cu-tartalma 0,30% fölé emelkedett. A vasútisín gyártás alkalmával a fejeken nagymennyiségű repedés keletkezett, amit üzemi kifejezéssel molyrágásnak neveztek. Az okát csak az alapos metallográfiai vizsgálat derítette ki. Megállapították, hogy a felületen a vas oxidációja következtében egy-két százalékra dúsul a Cu és megolvadva kristályok közé hatol és ez okozza a felületi repedéseket. Az alapanyagban a Cu csökkentésével és kevésbé oxidáló melegítéssel sikerült a selejtet megszüntetni.

Visszatérve a felületi alakításra, *Rekar* jugoszláv szerzőre hivatkozhatom [3], aki a közönséges St 52-es acélminőséggel végzett vizsgálatot különféle Cu-, Sb- és As-tartalom jelenlétében és megállapítja, hogy a felsorolt elemek felületi repedést okoznak a melegalakítás alkalmával. Az As kevésbé káros, mint a Cu és az Sb, legerősebb hatás a három elem kombinációja alkalmával lép fel 950 és 1150 C° között erős felületi repedéseket okozva.

E hibák elkerülése érdekében szükségesnek látszik a szóbanforgó kísérő elemeket, éspedig a Cu max. 0,20%, Sb max. 0,03%, As max. 0,05%-ra korlátozni :

Az Sn szintén rendkívül káros a melegalakításra, ezt a rossz hatást az ötvözött acélokban 2—3 kg/t Al-al lehet elkerülni.

A belső kovácsolással kapcsolatos kísérőelem hatását argon-védőgázos melegtorziós kísérletekkel állapították meg. A Cu és az Sb 50%-kal is csökkenti az acél képlékenységét, az As hatása sokkal kisebb mértékű.

b) *A kísérőelemek hatása az acélok mechanikai tulajdonságára*

Vannak esetek, amikor a kisebb mennyiségű kísérőelemek javítják az acél mechanikai tulajdonságait. Így a Co (amely a nukleáris iparban használatos acélokban méregként hat), gyenge Cr—Mo ötvözésű acélokban, kis mennyiségben jótékony hatással van a kristályszerkezetre, finomabbá teszi a szemcsézetet, javítja az ütőmunkát és a folyáshatárt. A Cu számbajöhet ötvöző elemként, mert növeli az anyag edzhetőségét és ellenállóbbá teszi a korrózióval szemben.

Az Irsid francia kutatóintézetben *Kohn* és *Stremsdoerfer* [5] a lágy mélyhúzható minőségű lemezek tulajdonságait vizsgálták egész kicsi 0,02% és 0,08% As-tartalom mellett. A kísérletekhez indukciós kemencében megömlesztett acélból és arzénból egy 10% As-tartalmú ferroarzén ötvözetet állítottak elő.

Az acélalapanyagot egy 12 t-s bázikus elektrokemencében olvaszották As-ban szegény (kb. 0,020% As) ócskavasból csillapítatlan, lágy minőségben. A lecsapolt adagot a kétkagylós üstből átöntötték két kisebb üstbe, amelyek egyikében elvégezték az As-ötvözést. A leöntött 650 kg-os tuskókat először 250 mm széles és 14 mm vastag lemezplatinává, majd feldarabolás után szalagokká hengerelték ki. A szalagokat összehajtva, újrahevítve 0,8 mm vastagságú lemezeket állítottak elő. A szétválasztás és méretre vágás után 1025 C°-on normalizálták.

Azt tapasztalták, hogy az As-ban szegény lemezeket nehezebb volt szétválasztani, mint az As-ben dúsabbakat. Ez arra mutat, hogy az As-tartalom csekély növekedése javítja a felület minőségét, illetve csökkenti a lemezek összehegedését. A mechanikai tulajdonságokat és a dúsulásokat a tuskók láb középső és fejrészéből vett mintákon vizsgálták párhuzamosan a 0,02% és a 0,08% As-tartalmú lemezeken. A kémiai vizsgálat a C, a S és az As fokozatos dúsulását mutatja a középső részekben és erősebbet a fejrészben. Az As az átlaghoz képest 40%-osan, míg a S 80%-osan dúsul.

A lemezbugák anyagából vett mechanikai próbák nem mutattak eltérést, a kétfajta anyagnak a szakítószilárdsága 33 kg/mm^2, a folyáshatára 21 kg/mm^2 és a nyúlása 38% volt.

A normalizált lemezekből szövetvizsgálatot, mechanikai és hajlító vizsgálatot végeztek. Különleges maratás mellett az As-ban dúsabb anyag enyhén sorosszövetű, amely a tengely mentén erősebb, mint a széleken. Az As-ban szegény acéllemez csak a tuskó tengelymenti próbáiban mutatott soros szövetet.

A szakítópróbák a kétféle lemezanyagból nem adtak különbséget, de az kitűnt, hogy a tuskó széléből származó lemezek szilárdsága kisebb, mint a középsőké.

A hengerlésre merőlegesen a szalagokon Ericksen-próbákat végeztek úgy, hogy az megfelelt a tuskó szélétől a középig terjedő sávnak. A kapott eltérés túl kicsi volt a kétféle acél mélyhúzhatóságának megítélésére.

Hajlítópróbákat is készítettek, amelyek gyakran jól jellemzik az anyag mélyhúzhatóságát. Az As-ban dús anyag hajlítási átlagértéke 23,5, míg a másiké 27,6 volt. Itt már kisebb eltérés tapasztalható az As-ban dúsabb anyag rovására.

Végül üzemben mélyhúzó kísérleteket végeztek. Kétféle mélyhúzott csészét alakítottak ki, az egyiket két művelettel, a másikat öttel. Az első különösen nagy igénybevételt jelentett, melylyel azt célozták, hogy ezáltal a kétféle anyag eltérő inhomogenitása jobban kitűnjön. Az erősebb igénybevételű mélyhúzó próbák során As-ban dúsabb anyagból 57, a szegényből 44%, míg az ötlépcsős művelet során 10,1, illetve 6,5% volt a selejt.

A fenti vizsgálatok alapján a szerzők megállapították, hogy a mélyhúzó finomlemezekre a 0,08% As-tartalom nem jelent olyan fokú szennyezést, amely az üzemi felhasználás szempontjából számbavehető hátrányt jelentene.

A 0,16% és 0,45% C-tartalmú acélokkal végzett különböző Cu- és As-tartalmú kísérletekkel kapcsolatban azt találták, hogy a Cu növeli az edzhetőséget, míg az As-nak nincs semmi hatása. 0,3% Cu-tartalomig nő a rugalmassági határ és a szakítószilárdság, míg a nyúlás és a kontrakció csökken. Az As kevéssé befolyásolja a szilárdságot, de a kontrakciót növeli. Ez feltehetően az As szemcsefinomító tulajdonságának következménye.

A kemény acélokban a Cu felületi hatása a fontos, amint már említettem. A szovjet vizsgálatok a sínacélokkal kapcsolatban megállapították, hogy 0,15% As-tartalomnak nincs befolyása a szakítószilárdságra, az ütőmunkára, sem a sinek (nehéz üzemi körülmények között) tartósságára. 0,15% felett az As-tartalom csökkenti az ütőszilárdságot.

Az eddigiek alapján megállapítható, hogy a Cu max. 0,2—0,3%, az As max. 0,15% és az Sb, illetve az Sn max. 0,1%-ig nem befolyásolják jelentős mértékben a folyáshatárt, a szakítószilárdságot és az ütőmunkát. Ha azonban egyéb különleges tulajdonságokat vizsgálunk, mint pl. a váltakozó hajlítás, nagy igénybevételű mélyhúzás, akkor még az ilyen kis tartalmak is hátrányos hatásúak lehetnek.

Végül szólni kell az acél Cr-tartalmáról. A hidegen hengerelt lágy különleges mélyhúzható lemezekre hátrányos még az 0,1%-os Cr-tartalom is. Szovjet szabványok az ilyen anyagokra csak 0,03%-os Cr szennyezést engednek meg, de a minőségi, ötvözetlen szerkezeti acélokban is legfeljebb 0,15% Cr-tartalom van megengedve. A Cr finomlemezeknek mélyhúzhatóságát csökkenti és a zománcozáskor 0,2%-nál nagyobb mennyiség nehézséget okoz.

5. Az utóbbi években a gazdaságosság és az ércbehozatal csökkentése érdekében jelentős mennyiségben dolgozott fel nagyolvasztó üzemünk hazai és külföldi ércpótlókat és a saját acélművünk salakját. Ezeknek hatására átmenetileg megemelkedett a nyersvas Cu-, As-, Ti- és Cr-tartalma. Foglalkoznunk kell a különféle mennyiségű kísérőelemek hatásával mind az öntészet, mind az acélgyártásban. Meg kell állapítani a kísérőelemek ama határértékeit, amelyeket a szabványok bár nem rögzítenek, de túllépésük hátrányosan befolyásolja a kohászati gyártmányokat. Ezek a vizsgálatok hozzájárulhatnak a kísérőelemekkel kapcsolatos túlzások eloszlatásához is. Köszönetemet fejezem ki *Szele Mihály* egyetemi tanárnak, aki a portorozi konferencia anyagának jelentős részét rendelkezésemre bocsátotta.

IRODALOM

[1] *Lownie, H. J. J. r.:* Nyersvas felhasználása a vasöntödékben. Transcat. of the American Foundryman's III. 1956. (64. köt.) 124. o.

[2] *Neuhaus, H.—Schenck H.:* A finom érceporok klórozó kezelése a zsugorítás alkalmával, Stahl und Eisen, 1958. nov. 1662—1670. o.

[3] *Rekar, C.—Crussard, C.:* Az arzén, a réz és más nyomelemek az ércekben, a nyersvasban és az acélokban. Colloque de Portoroz. Revue de Métallurgie, 1959. június 24—29. o.

[4] *Szalay L.—Lántzky J.:* Kohászati Lapok 1949. 8. sz.

[5] *Kohn, A.—Stremsdoerfer, J.:* A csekély arzéntartalom hatása a mélyhúzó lemezek mechanikai tulajdonságaira.

[6] *Portevin, A.:* A kísérőelemek fogalma a kohászatban. Génie Civil 1959. jan. 9—13. o.

(Folytatás a 74. oldalról)

folyékony ólom közötti megoszlása alapján. Pb-Sb[124] előötvözetet készített, amelyből az indikátor vékony vaslemezbe diffundált és egyensúlyi állapot alakult ki. A kísérleteket hasonló módon folyékony vasra is elvégezte.

Davison, W. H. T. acél alakváltozását tanulmányozta csőhúzás során. A buga falába fúrt lyukakba atommáglyában aktivált, a buga anyagával azonos rudakat helyezett el. Az acélcsőben kollimátorral felszerelt szcintillációs számlálóval meghatározta az izodózis görbéket, amelyből meg lehetett állapítani a betét alakváltozását a cső tengelyével párhuzamos és rá merőleges síkban. Rámutatott arra, hogy ezt a módszert kiterjedten lehet használni a megmunkálás és alakítás során fellépő alakváltozás tanulmányozására és egyben biztosított az anyag egyneműsége.

Az ipari izotópos vizsgálatok szekciójában többen foglalkoztak kopás vizsgálatokkal. Diesel-motorok dugattyuin, valamint szerszámokon fellépő kopásokat tanulmányoztak. *Keys, J. D.* és *Eiccholz, G. G.* őrlőmalmok öntöttvas golyóinak kopására és élettartamára végeztek vizsgálatokat.

Orman, Z. és *Pradzynski, A.* alumínium elektrolizáló kádak áramhatásfokának vizsgálatáról számoltak be. Előzőleg *Rempel* és *munkatársai*, valamint *Bozóky* és *Vödrös* végeztek kísérleteket alumíniummennyiség mérésére izotóp hígításos analízissel. Az eljárás hátránya az volt, hogy hosszú felezési idejű izotópok használatától az alumínium elszennyeződik, rövid felezési idejű izotóppal a mérés nehézkes, emellett a pontos mérésekhez mindkét esetben elég nagy aktivitás szükséges. A szerzők ezt úgy küszöbölték ki, hogy inaktív aranyat adagoltak a kádba, majd az elkeveredés után vett mintákat reaktorban aktiválták. Méréseik szerint a keletkezett arany izotópból 0,8 mg 1000 kg alumíniumban a pontos kiértékeléshez már elegendő impulzusszámot szolgáltat. Az alumíniummennyiség meghatározás hibája ezzel a módszerrel a szerzők szerint 1%.

A szovjet kutatók radioaktív izotópokkal végzett flotációs vizsgálataikról számoltak be.

Angol kutatók eljárást dolgoztak ki áramló gáz mennyiségének mérésére. A gázvezetékbe sarokkal felfüggesztett lapot helyeztek el, amely a gázáramlás hatására elfordul. A végére erősített gammasugárzó preparátum közeledik vagy távolodik a detektortól és ezáltal folyamatosan lehet mérni az átáramlott mennyiséget.

Az elhangzott előadások azt mutatták, hogy a világon mindenhol felismerték az izotópok jelentőségét és egyre kiterjedtebben használják a tudományban és az iparban felmerülő problémák megoldására. Használatuk nemcsak tudományos, hanem jelentős anyagi haszonnal is jár.

Dr. Bujdosó Ernő
Fémipari Kutató Intézet

Az újmassai nagyolvasztó üzemének ismertetése[1]

SIMON BÉLA okl. kohómérnök, Diósgyőr-Vasgyár

Forgassuk vissza az idők kerekét 150 évvel és legyünk megértő szemlélői a kornak, melyet az ipari forradalom kezdetének neveznek.

Az ipari forradalom alapját a vasgyártás fejlődése adta meg és most megkísérelem az írott kútforrások alapján az újmassai nagyolvasztót, annak üzemét rövid előadás keretében ismertetni.

A XIX. század elején, mint Európa minden fejlettebb államában, úgy hazánkban is az egyszakaszos acélgyártást már felváltotta a kétszakaszos eljárás. Akkor a kiinduló alapanyag a nagyolvasztókból folyékony állapotban lecsapolt nyersvas volt. Ezt a nyersvasat „frissítették" azután vagy a régebbi frisstűzi kemencékben, vagy az újabb, 1784-ben *Cort, Henry* által bevezetett kavaró kemencékben kovácsolható vassá, illetve acéllá, melyet a vízzel hajtott bucaverő pörölyökkel (hámorok) kovácsoltak bugává, lupává. Ezt a félterméket végül készre kovácsolták vagy hengerelték.

Napóleon által 1806-ban Angliával szemben elrendelt kontinentális zárlat olyan vastermék konjunkturát okozott magyar területen is, hogy *Fazola Frigyes* elgondolása valóra válhatott.

Az atyja által telepített ómassai nagyolvasztó ugyanis a növekvő igényekhez kicsinek bizonyult, minden évben vízellátási zavarok miatt hónapokig álltak, ezért elhatározta, hogy ezen a helyen, ahol most állunk, az ómassainál kétszer nagyobb „massát", azaz nagyolvasztót épít. Itt, ahol a vízellátást is jobbnak találta és közelebb is került a mai Hámor község területén működő hámorokhoz.

Fazola Frigyes képzett kohász volt, aki a selmecbányai akadémián tanult, majd stájer és karinthiai vasgyárakban szerzett kohászati gyakorlatot.

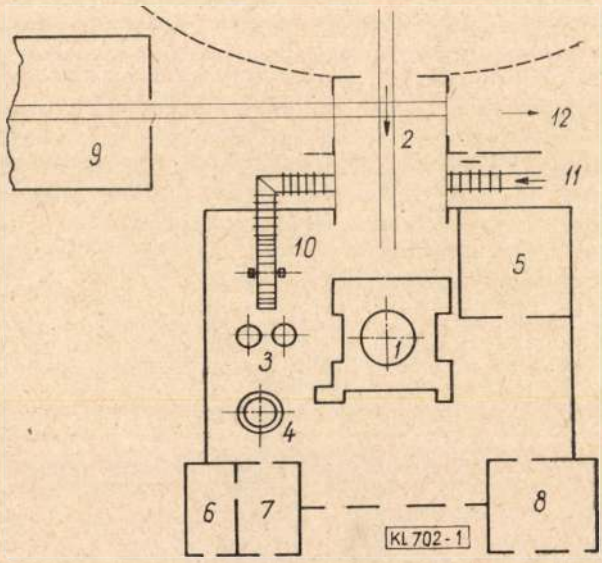
Ha megvizsgáljuk az újmassai nagyolvasztó profilját, könnyen ráismerhetünk a stájer nagyolvasztók jellegzetességeire annak bizonyságául, hogy *Fazola Frigyes* hol szerezte gyakorlatát.

Mielőtt azonban az újmassai nagyolvasztó üzemének ismertetésére rátérnénk, vessünk egy pillantást a helyszíni telepítési vázlatokra, melyek egykorú rajzokról készültek. Az ábrázolt berendezéseket illesszük bele a mai környezetbe. Ez annál könnyebben lehetséges, mert a rekonstruált nagyolvasztó-test körül még fellelhetők a többi berendezés építkezés-jellegű maradványai is *(1. ábra)*.

Az ércet, faszenet szállító szekerek a hegyoldalba vágott úton jutottak el a mázsaházig, majd onnan a nagyolvasztó mögötti magas platón kiképzett érctároló térre, illetve faszénpajtáig.

Fazola Frigyes hasznosította a terep adottságait és így a tároló térről az érc és a faszén már emelés nélkül — és ez az erős fizikai igénybevétellel járó talicskázó feladás során lényeges szempont volt — jutott el a nagyolvasztó torkához. Minden valószínűség szerint a tároló szinten végezték el az ércek „zúzását" (aprítását) és pörkölését. E műveletekről az egyidejű írások határozottan megemlékeznek anélkül, hogy a műveletek pontos helyét megadnák.

A fúvógépet — mint akkor még Európában sok helyen — itt is vízi energiával hajtották. A vizet szállító csatorna a hegyoldalban ma is látható. Közvetlenül a nagyolvasztó mögötti



1. ábra. Az újmassai nagyolvasztó telepítési vázlata 1850 körül

1 = nagyolvasztó, 2 = érctároló, zúzó és pörkölő felől jövő elegyfelkészítő út, 3 = fúvógép, 4 = kúpoló kemence, 5 = szárító kamra, 6 = raktár, 7 = őrszoba, 8 = öntőcsarnok, 9 = faszénpajta, 10 = vízikerék, 11 = vízvezető csatorna, 12 = mérlegházhoz út

szakaszon egészen a felül csapott vízikerékig favályú vezette a vizet, mely energiáját leadva, falazott csatornán át jutott vissza a Garadnapatakba. A patak partoldalában a boltozott csatorna még ma is látható.

A kerék átmérője kezdetben 6,3 m volt, melyet később a teljesítmény növelése érdekében 8,8 m-re nagyobbítottak. Így a rendellenesen száraz évektől eltekintve, a legkisebb vízálláskor sem volt a folyamatos üzemnek akadálya és a lefúvatott adagszám csaknem megkétszereződött.

Az 1813-ban induló és az 1850-ben még működő nagyolvasztó üzem közötti különbségeket az *1.* és a *2. ábra* szemlélteti. Lényegbevágó eltérés van a fúvógépeken. 1813-ban még faszekrényes volt 4 köpűvel, az 1853-ból származó vázlat és az 1870-es évek leltárjegyzéke szerint pedig már a korszerűbb, négy öntött vashengeres szerkezet volt üzemben.

Ez utóbbira vonatkozó adatok szerint a levegő szállítóképesség 39—40 m^3/perc volt. A négy hengeres megoldás elég egyenletessé tette a

[1] Az ismertetést a szerző 1960. szept. 25-én mondta el az újmassai kohónál a diósgyőri Vasgyár jubileumi ünnepe alkalmából.

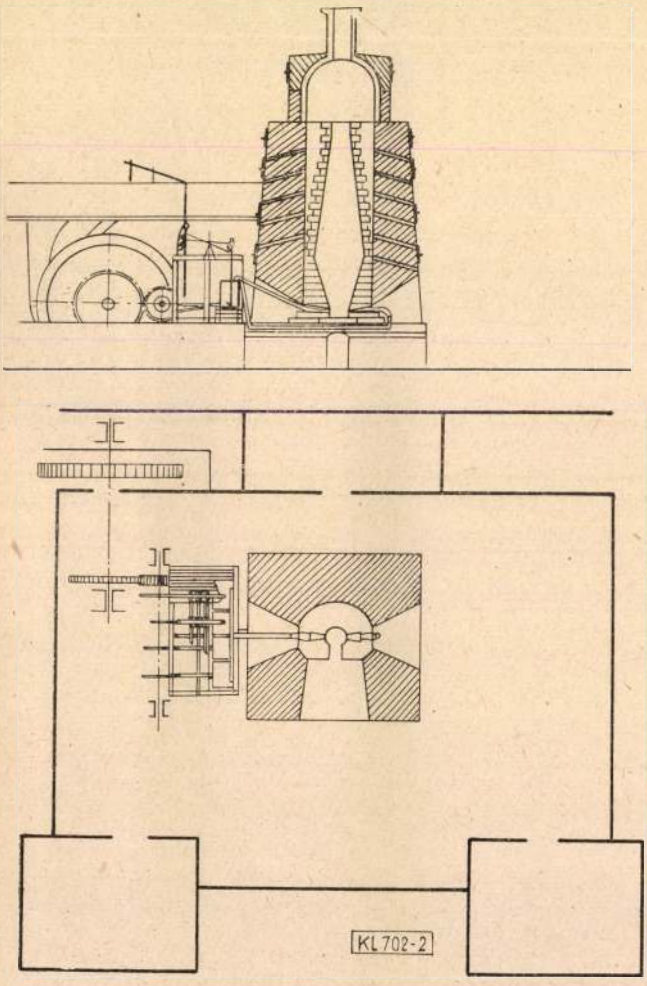
levegőszolgáltatást. Hasonló fúvógépek német források szerint 1200 mm v. o. nyomással szállították a levegőt.

Az 1813-as indításhoz képest műszaki fejlődést jelent a nagyolvasztó mellett épített kupolókemence, mely a nagyobb számú formaöntés céljait szolgálta.

Ezt megelőzően is volt már kisebb mérvű vasöntvénygyártás, melyhez a nyersvasat még közvetlenül a nagyolvasztóból vették.

Van különbség az 1813. és 1853. évben működő nagyolvasztó profilja között, továbbá a falazás módjában és a torokszint feletti rész kiképzésében is.

Magát a nagyolvasztó-testet — mint ebben a korban még mindenütt — terméskőből falazták fel, tehát kettős falú, „pilléres" típusú volt. *Fazola* a nagyolvasztó profilt határoló bélésfalazatot saját elgondolása szerint gyártott égetett téglával képezte ki. Nem egy, hanem két formát használt 69 és 65 mm átmérővel. Ezek azt mutatják, hogy *Fazola* nemcsak lépést tartott a kor átlagos színvonalával, hanem a műszaki újítások iránt is volt érzéke. Ahol a mostoha anyagi dotáció nem gátolta, felhasználásukhoz is volt bátorsága. Magának a nagyolvasztó profilnak az értékelésére még később rátérek.



2. ábra. Az újmassai nagyolvasztó vázlata a XIX. század elején

A telep ismertetése után megkísérlem az üzem menetét és körülményeit vázolni, miközben elődeink empirián nyugvó kohászkodását némi kritikai megjegyzéssel kívánom kísérni.

Az érceket (vaskő) eleinte a közeli upponyi, nyírmezői, tapolcsányi határban feltalálható limonitos és hematitos előfordulásból szerezték be, azonban ezeket a lencsés előfordulású, tehát korlátozott ércvagyonokat már az ómassai nagyolvasztó jórészt felemésztette és így Rudabányáig, majd egész Dobsináig tolták ki a beszerzés határát. A nagy távolságból való szekérfuvarozás költsége természetesen rontotta a diósgyőri vastermékek versenyképességét.

A faszenes nagyolvasztók részéről az ércekkel szemben támasztott követelmények: nagyfokú tisztaság, azaz kéntartalmuk minél alacsonyabb legyen, könnyen redukálódjanak, könnyen olvadjanak és természetesen minél nagyobb legyen a vastartalmuk.

Néhány ércdarab, melyet az elhagyott bányákból szereztünk, a következő összetételt mutatta:

Dédes-Tapolcsány: (egyik leggyengébb ércfajta)	%	*Upponyi régi tárna:*	%
Fe	32,50	Fe	43,30
Mn	5,84	Mn	1,52
SiO_2	21,06	SiO_2	4,98
Al_2O_3	5,97	Al_2O_3	1,52
CaO	2,48	Ca	9,73
MgO	1,43	MgO	2,63
S	1,02	S	0,017
P	0,228	P	0,020

A felhasznált ércek Fe-tartalma 30%-tól 45%-ig terjedt. Kivétel nélkül könnyen redukálható fajtájúak voltak. Az ércek mellett a könnyen olvadó frisstűzi salaknak, mint ércpótlónak a használata 1839-től ebből a nagyolvasztó üzemből indult ki.

Az elegyben használt ércnek legalább a felét pörkölték, akár pát, akár hematit vagy limonit volt is az. Ugyanakkor az egész ércmennyiséget dió és tyúktojás nagyságúra törték kézi törővel, vagy vízikerékkel hajtott verőrudakkal. Kézi válogatással a meddőt is kiszedték. Tették ezt azért, mert azt tapasztalták, hogy így kevesebb volt a lehűlésük a kohójáratban, kedvezőbb a faszénfogyasztás és több adagot tudtak a nagyolvasztóra naponként feladni.

Az üzemvitel mechanikus részét csak röviden érintem. Eszerint az adagolásra előkészített elegyet kézi talicskával az érctérről fahídon keresztül odatolták a nagyolvasztó torokszintjére és onnan lapáttal vagy talicskadöntéssel a torokba döntötték, miután előtte a szükséges faszéndagot is feladták külön rétegben.

A faszén adagsúlya kb. 100 kg volt, bár itt jellemzőbb a térfogat, mely 0,5 m^3/adag. Erre következett a kb. 3,5 q súlyú ércadag. A kb. 1000 mm v. o. nyomással bevitt hideg fuvószél segítségével az olvasztást olyan intenzitással végezték, hogy naponként 40—50 adagot fúvattak le és így 55—65 q nyersvasat termeltek.

A képződött gázt a mérgezés elkerülésére a torkon meggyújtották és legalábbis a nagyolvasztó első felépítésében a gáz, illetve láng vezetésére a vázlat szerinti kéményes toldatot építették úgy, ahogy ez a stájer és egyéb faszenes nagyolvasztókon abban az időben általában szokás volt. Hogy a későbbi időkben a kéményrészt megváltoztatták-e, esetleg el is hagyták és csak a bástya mellvédszerű védőfalát használták, arra vonatkozóan ez ideig hiteles adatunk még nincs.

A megolvadt vasat legalábbis addig, míg közvetlenül formaöntéssel is foglalkoztak és nem volt kúpoló kemencéjük, minden valószínűség szerint a nagyolvasztó nyitott mellén keresztül vették ki. A salakot a medence küszöb kövön keresztül, távolították el, midőn az olvasztás közben annak szintjéig felnőtt; ha könnyen folyó volt, úgy lefolyatták, ha nyúlósabb, hidegebb, így nehezen folyóbb volt, akkor pedig megfelelő kaparó szerszámmal húzták ki a nagyolvasztó medencéjéből. Valószínű a későbbi időkben, midőn már a kúpolókemencén keresztül öntöttek alakos öntvényt és a nagyobb vízikerékkel a szélszállítás teljesítménye is megnövekedett, s vele a kohójárat intenzitása is, a nagyolvasztó nyitott mellét átalakították és ezután már időközönként bontott csapolónyíláson keresztül, bizonyos időközökben vezették le a vasat, illetve salakot.

A kohóprofilról is meg kell emlékeznünk néhány szóval:

Faszenes nagyolvasztókhoz tapasztalat alapján

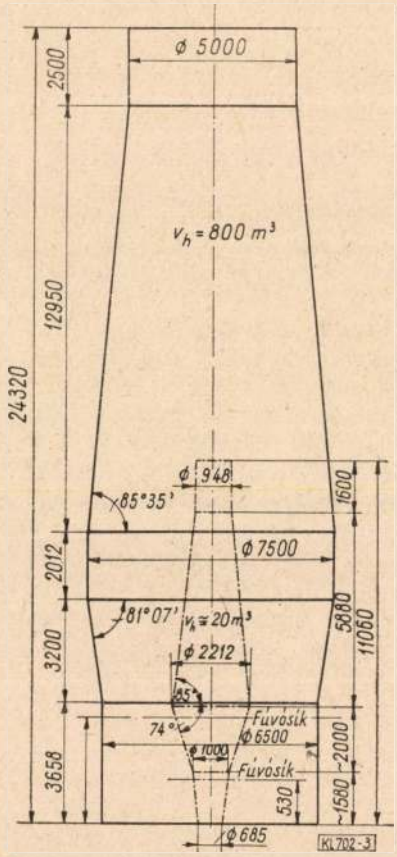
$$\frac{\text{Medence } \varnothing}{\text{Poha } \varnothing} = \frac{1}{1{,}7} \sim \frac{1}{2{,}5}$$ viszonyszámot és nyugvó szögre a 70—80°-ot tartották jónak.

Az újmassai nagyolvasztó későbbi korú profilja a határértékek közé méreteivel jól beleillik. *Pavlov* professzor külön kiemeli a stájer nagyolvasztók karcsú alakjának előnyeit. Nagyolvasztónk a *3. ábra* szerint teljes mértékben ilyen volt. Medence átmérője az előző évszázad hibásan igen szűkre vett méretéhez képest már elfogadhatóra tágult fel. Az anyaglevonulást és gázvezetést befolyásoló nyugvó sem oly lapos, mint a régi olvasztókban, így az anyagoszlop levonulása nem volt túlzottan a falazat mentén visszatartva.

A régebbi olvasztókban a helytelen kiképzés miatt sok járatzavar volt. Összehasonlítva a mai diósgyőri III. számú nagyolvasztó profillal, amelynél már a szovjet tapasztalatok minden előnye e tekintetben megtalálható, meglepő, mennyire eltalálták elődeink az aknaszöget. Természetesen a medence átmérő viszonya a poha átmérőhöz már jelentősen más és ez indokolt is.

Ércaprító és ércpörkölő eljárásuk helyességét ma már igazolhatjuk, amikor tudjuk, hogy a CO_2 és a nedvesség kiűzése csökkenti a nagyolvasztóakna munkáját, az érc szövetszerkezetének fellazítása, tehát a porozitás növelése elősegíti a reakciókinetika szerint oly fontos, de érzékeny CO-diffúzió hatékonyságát. Az aprítás meggyorsítja az ércek átmelegítését, minek következtében a gáz CO-tartalma gyorsabban tudja az érc Fe-tartalmát az oxigéntől megszabadítani, mielőtt még a szenet fogyasztó direkt redukciós övbe lejutna. A pörkölés ezenkívül az érc S-tartalmának csökkenését is elősegíti.

Nem ugyanezt csináljuk-e mi ma is, midőn az érceket törjük és szűk határok közé, osztályozzuk és darabos ércet már nem akarunk 80 mm feletti szemnagysággal feladni? Pörkölünk, darabosítunk, hogy csökkenjen a kokszfogyasztás, csupán nagyüzemi méretekben és az embert jobban kimélve, tudatosan tesszük azt, amit az ősök kismértékben, rendkívüli fizikai igénybevétellel és tisztán empíria alapján végeztek el.



3. ábra. Az újmassai és a jelenlegi diósgyőri III. sz. nagyolvasztó profil összehasonlító vázlata

A faszén használatát mai kohászok csak irigyelhetnők elődeinktől, ha nem olyan mennyiségű nyersvas termelése volna a feladatunk, melynek valóban „nagyolvasztókkal", a 100 évvel ezelőttieknél 40—100-szorosan nagyobb kemencékkel tudunk csak megfelelni. Az ilyen nagyolvasztók magasságával együttjáró anyagoszlop-nyomás és morzsoló hatásnak pedig a faszén már nem tud ellenállni. Nem is beszélve az áráról és arról, hogy a föld minden erdeje sem volna elegendő a világ immár évi 210 millió tonnás nyersvastermeléséhez.

A bükki erdők szene kiváló volt, mert keményfából származott és így nem morzsolódott széjjel még a 10—11 m magas olvasztókban sem. A puhafából készült faszénnel járó nagyolvasztók felső tűzre voltak hajlamosak és a sok szénpor akadozó járatot okozott. Eltekintve attól, hogy

a faszén használata akkoriban még szinte szükségszerű volt, elemezve értékét meg kell állapítani, hogy a nagyolvasztókban a tüzelőanyagoktól megkívánt jó égőképesség követelményének kiválóan megfelelt, mert 80—90%-os porozitása miatt a fúvószél oxigénjével az érintkezési felülete többszöröse azonos súlyegységre vonatkoztatva, mint a kokszé. Ezért kb. négyszeresen gyorsabban ég el. Nagyon fontos volt ez azért is, mert hideg széllel dolgoztak akkor még és így a magasabb szélhőmérséklet metallurgiai reakció gyorsítóhatása nem volt kéznél.

E kedvező elégési tulajdonság hatását némileg rontotta viszont a faszén nagy reakcióképessége, mint ugyancsak a pórustérfogat és pórusfelület nagyságának következménye. Tehát az elégés gyorsasága mellett tulhamar következett be a $C + O_2 = CO_2$ hőtermelő folyamat után a $CO_2 + C \rightarrow 2\ CO$ hőfogyasztó reakció.

Így azután — függetlenül a fúvógépek korlátozott teljesítőképességétől és az előállítható szélnyomástól — nem is volt olyan indokolatlan, hogy elődeink a faszenes nagyolvasztóban aránylag kisebb medenceátmérőt építettek, mint amilyenekhez a kokszos olvasztókban szokva vagyunk. Hogy a hőkoncentráció a medencében nem volt olyan nagymértékű, azzal a hatással járt, hogy a Si-redukció kisebb volt, mint a kokszos nagyolvasztóban, ezért kemény gép- és kéregöntvény gyártására kiváló nyersvasat gyártottak.

A faszén előnyei közé kell sorolni, hogy kén csak nyomokban fordul benne elő. Ezzel el is jutottunk oda, hogy a salakvezetést az újmassai nagyolvasztóra kiértékeljük. A salakhányóból előkerült darabok mutatják, hogy faszenes olvasztókra jellegzetes savanyú salakkal dolgoztak. A salakelemzés %-ban a következő :

SiO_2	53,64	MgO	6,12
Al_2O_3	10,10	FeO	1,53
CaO	18,59	MnO	9,91

A savas és bázisos oxidok aránya tehát közel 2 : 1-hez, azaz biszilikát jellegű, igen hasonlít *Pavlov* professzor könyvének egyik típusos, faszenes nagyolvasztó salakjához. Ilyen salakkal a kokszos nagyolvasztóinkban dolgozni, illetve minőségileg megfelelő nyersvasat előállítani már nem tudnánk, mert az ilyen savanyú salaknak már nincs kéntelenítő hatása.

Kénterhelésük kb. negyedrésze lehetett a mai magyar nagyolvasztók terhelésének.

A biszilikát salak használata indokolt volt. Akkoriban a levegőt még előmelegíteni nem tudták. *Neilson*, *Beaumont* csak 1828-ban jelentkezett szabadalmával és Magyarországon 1837-ben Stracenán és Rohnitzon helyeztek üzembe először léghevítőket. Így tehát Újmassán is csak hidegszéllel dolgoztak, az elméleti égés hőmérséklet 1580 C° lehetett. A medencében jelentkező valóságos hőmérséklet tehát 1300—1350 C° körül volt. Ilyen hőmérséklethez keresniök kellett a legalacsonyabb olvadáspontú salakösszetételt, elfogadható viszkozitás mellett, hogy ki is folyjon a medencéből. E két követelményt nehéz volt összeegyeztetni és sok tapasztalat kellett a kielégítéshez. Semmiképpen sem terhelhették tehát az amúgy is a hőegyensúly határán járó kemencét még nagyobb mészkő-ballaszttal, mely csak emelte volna a hideg szél mellett a számukra oly kritikus jelentőségű salakolvadási pontot.

Szabály volt az $SiO_2 + Al_2O_3$-at együttesen 60% körüli számra beállítani (újmassai salakban 63%-ot találtunk), ezenkívül segítségül jött mind az olvadási pont leszállítására, mind a viszkozitás javítására a savanyú salak hatására a Mn-elsalakulás. Az olvadáspont így 1350 C°, a viszkozitás pedig 20 poise alá került, amikor is aztán a normális üzemmenet már biztosítható volt.

Elődeink empirikus eljárása tehát az akkori adottságok mellett, anélkül, hogy a fizikai-kémiai törvényszerűségeket ismerték volna, sikeres volt.

Elegyképzésük és salakvezetésük logikáját megismerve nézzük meg, hogy — a hőátadás és az indirekt redukció javítása érdekében a mechanikus elegyelosztó és adagoló berendezések hiányában — mit tettek őseink, hogyan szabályozták adagolással az anyagelosztást a nagyolvasztóban?

A nagyolvasztóprofil aránylag szűk torkot mutat. Ennek az volt az előnye, hogy a kézi lapátos vagy talicskás-adagoláskor az adagoló gondosan eloszthatta a torok síkjában az anyagokat. A kohómester a torokláng elhelyezkedésén, alakján, színén keresztül tapasztalatból tudta, hogy az anyaglevonulás, eloszlás milyen, hogy változik a hőállapot és utasítást tudott adni a feladóknak a mikénti rakásra. Pl. az egyik fogás volt a faszén egyenletes felterítése után az ércadag felét gyűrűben a torok fala mentén rakni, másik felét elteríteni az egész keresztmetszetben. Ezzel a kerületi járatot igyekeztek leküzdeni.

Ne felejtsük el, hogy műszereik nem voltak. Vizuális benyomások, színek és jelenségek alapján kellett irányítaniok. A torokláng figyelése mellett — mint még ma is — a formát figyelték. Jó járású volt a nagyolvasztó a kohász szabály szerint, ha a forma este „világos volt, mint a hold". Ilyenkor a mester lefeküdhetett pihenni és csak a nagyolvasztó torkán elhelyezett, az adag beadását jelző kis harang kondítását számolta.

Ezenkívül figyelték a vas folyását, színét, szikrázását és a salak színét és folyását. A formán keresztül beszúrt vasrúd igen fontos „műszer" volt a medence hőmérséklet viszonyainak ellenőrzésére.

Nagyolvasztós kollégáim előtt nem kell bizonyítani, hogy nem mi találtuk fel, hanem elődeink is sűrűn használták a „könnyített" adag, „üres" adag, folyosító adag (homok) és a vastöredék (ma forgács), valamint a lassítás minden fortélyát. Ennek ellenére gyakori volt primitív körülményeik miatt a hidegjárat és a medve fogása is. Fiatal kohászaink, akiknek a 800—900 C°-os szélhőmérséklet, az előjelző és ellenőrző műszerek és nem utolsó sorban az oxigén — munkábalépésük kezdetétől rendelkezésükre állott, el sem tudják képzelni, micsoda fizikai igénybevétellel járt akkoriban egy-egy lehűlésből vagy lefagyásból újra rendes üzemi állapotba kerülni.

Mindezekkel a vázolt, részünkre primitív körülményekkel az újmassai nagyolvasztó mégis — a talált nyersvasdarab elemzései szerint — a következő összetételű nyersvasat gyártotta %-ban :

C	3,7—4,0
Si	1,0—1,9
Mn	2,6—3,0
P	0,2—0,5
S	0,015

Öntészeti célokra nyilván kisebb Mn-tarralmú vasat gyártottak. Ez az elemzés frisstűzi acélgyártáshoz készült vasra vall.

Az újmassai nyersvasból gyártott acél igen keresett volt, úgyszintén a kemény- és kéreg vasöntvény is.

Néhány üzemi adatot sorolok még fel, melyek 1849—51 közötti időkben jellemezték az újmassai nagyolvasztó üzemét :

napi adagszám : 40—50 (áthaladási idő kb. 15 óra)
adagsúly 3,5 q (1,2 q nyv/adag)
érckihozatal : 34,5% (gyakorlatilag elegykihozatal is)
szénfelhasználás : 810 kg/t nyv.
kohótérfogat kihasználás: 4,15 ~ 3,4 m^3/t nyv.

A fajlagos szénfogyasztás oly kedvező — bár *Pavlov* sorol fel előmelegített levegős üzemben hasonló adatokat —, hogy hideg széllel dolgozó és aránylag alacsony elegykihozatal mellett szinte kétkedéssel lehet fogadni. Azonban egykorú hivatalos forrásokból vett termelési és anyagfelhasználási adatok alapján ilyen mutatók jöttek ki.

Amennyire kedvező a szénfogyasztás, annyira rossz a térfogatkihasználás. *Pavlov* adatai között 2,8 m^3/t nyersvasnál rosszabb értéket nem találtam, az adat arra vall, hogy a járatintenzitás Újmassán közel sem volt kihasználva.

A nagyolvasztót közvetlenül 9 fizikai munkás szolgálta ki. Ezekhez kapcsolódott még 7 fő zúzó és pörkölő, valamint 4 fő vasöntő. Mindezekkel együttvéve a termelékenységük kb. 65 t/fő/év volt.

A mai egészen korszerű, nagyméretű olvasztókban ez 1200 t körül van. Az LKM-ben is meghaladja a 430 t/fő/évet. Ezt hozta magával a technika 100 éves fejlődése.

A nagyolvasztó munkásainak rendkívül nehéz, gázmérgezés-veszélyes, időjárás szeszélyeinek kitett munkakörülményeit és megélhetési viszonyait még az akkori idők edzett idegű kincstári tisztviselői is jelentéseikben többízben kiemelik.

Az újmassai nagyolvasztó üzemnek távolról sem teljes részletességű leírása és kiértékelése után tegyük fel a kérdést, hogyan viszonylik a mai idők nyersvasgyártási színvonala 150 éves elődjéhez ?

Metallurgiai szempontból azóta sem találtunk fel sok újat, technológiánk alapelvekben nem mutat újat. Ellenben jól hasznosítottuk a technika és a társtudományok 150 éves fejlődési eredményét. *Bunsen, van't Hoff, Arhenius, Nernst, Gibbs*, a kohászati elméleti és gyakorlati nagynevű elődök minden felfedezését, zsenialitását és hangyaszorgalmú adatgyűjtését, valamint a technika minden ágában elért szédületes haladást arra, hogy óriási mennyiségben termeljük azt a vasat, amely ma a társadalomépítés és a civilizáció egyik bázisa.

A rendkívüli mennyiségű nyersvastermelés — őseink szerint silányabb minőségű — vasércek használata mellett nem lett volna lehetséges, ha a tudósok és technikusok végtelen lánca nem hozta volna létre a kokszolást, a léghevítést, a turbófuvókat, a nagy teljesítményű szállítógépeket, adagoló berendezéseket, műszereket, automatikát; ha a fizikai- és kémiai tudományágak, a reakciókinetika, a metallográfia, a termodinamika nem segített volna, ha az elektrotechnika, a gépgyártás nem fejlődött volna oly szédületes ütemben 150 év alatt, mint ahogy történt, amely ütemmel csak az emberiség szaporodása hasonlítható még össze.

Sok jel arra mutat, hogy metallurgiai elvi szempontból még bizonyos visszakanyarodások is történnek a régi korok szinte már feledésbe menő eljárásaihoz, mint pl. az egyszakaszos acélgyártással is történik. Újból tapogatózunk, persze korszerűbb eszközök birtokában azokon az utakon, amelyeket olyan fáradsággal jártak elődeink.

Ne csak arra legyünk tehát büszkék, hogy mit tud teljesíteni a technikában és a kohászatban ma nemzedékünk, hanem értékeljük azt is, hogy mostoha természeti körülmények és az akkori technika színvonala mellett milyen teljesítményekre voltak képesek kohászkodó elődeink. Tiszteljük és becsüljük meg emléküket.

A magyar kohászokat a szakmai, szinte családias összetartozás érzése tette sokszor mostoha körülmények között is nehéz feladatok megoldására képessé.

Fiatal mérnökeink és technikusainkhoz szólok akkor, amikor erre a kohász-családba tartozásra hívom fel figyelmüket és arra, hogy ők ma hazánkban már olyan technikai eszközök, tudományos színvonal és tanítás, olyan lehetőségek boldog tulajdonosai, amelyekkel a magyar kohászat előttünk álló nagy feladatait a kohászati ismeretek elsajátítása, a szakma szeretete mellett valóban meg lehet oldani.

FARAGÓ JÓZSEF

egyesületünknek 1950 óta tagja, folyó évi január hó 21. napján, életének 58. évében meghalt

Urán közvetett térfogatos meghatározása vas jelenlétében

LOVASI JÓZSEF

DK: 545.2 : 546.791

Sokszor szükségessé válhat vastartalmú oldatok urán tartalmának gyors megállapítása. A meghatározást nehezíti az a körülmény, hogy a vas és más elemek is a különféle uránvizsgálatok módszereire zavarólag hatnak, az urán mellől ezeket tehát az elemzés előtt el kell távolítani.

Néhány sikeresen használt elkülönítési módszert az alábbiakban ismertetünk.

A) Csapadékos elválasztások

Ezek egyik csoportjába azok az eljárások tartoznak, amelyekben a zavaró ionokat lecsapással távolítják el. Ilyenek:

a) Lecsapás nátriumkarbonáttal vagy ammóniumkarbonáttal [1]. Ebben az esetben a reagens feleslegének hatására az urán mint uraniltrikarbonát oldatba megy, míg a többi ion, pl. Al^{3+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Mn^{2+} a vassal együtt leválik. A csapadék kocsonyás, nehezen szűrhető, uránmentessé való mosása hosszadalmas. Többszöri lecsapás szükséges, ha az elválasztást teljessé akarjuk tenni.

b) Lecsapás citrátos közegben ammóniumszulfid segítségével [2]. Az U^{6+} és Fe^{3+} citrát alakban olyan stabilis komplexet alkot, hogy ez ammóniumhidroxidos közegben nem válik le. A vas azonban ammóniumszulfiddal kicsapódik, az U^{6+} pedig oldatban marad. A szulfid csapadék kezelése is körülményes, hosszadalmas, nagyon gondos munkát kíván. Az ammóniumszulfid használata kellemetlen szaga és mérgező hatása miatt nem kedvező.

B) Ioncserés elválasztások

Ilyenek:

a) *Jangg* és *Ochsenfeld* [3] az IRA Amberlite 400-as anioncserélő gyantával hajtották végre sikeres kísérleteiket. Az U^{6+} ionokat tartalmazó oldatot ammónacetát-puffer segítségével acetátossá alakították, majd gyantaoszlopon átfolyatták. Az uránt 0,8 n HCl-el eluálták. A gyantán csak az urán kötődik meg, a vas és más kationok oldatban maradnak.

b) Eredményes próbákat végzett az urán elkülönítésére Klement R. is [4], Lewatit S 100-as kationcserélő gyantával. Kromatográfiás elucióval az eluensnek használt sósav töménységének változtatása útján az urán, vas és réz egymástól való elválasztása ily módon lehetővé vált.

c) Ugyancsak kielégítően használták fel urán megkötésére *Karkisch*, *Antal* és *Hecht* az erősen bázisos karakterű Dove $\varkappa$-1 anioncserélő-gyantát [5].

C) Extrakciós elválasztások

Az elkülönítésére mind gyakrabban használják a vízzel nem elegyedő szerves oldószerekkel végzett extrahálást. Ilyen módszerek pl.:

a) *Guest* és *Zimmermann* [6] vas és más kísérőionok mellől az uránt etilacetáttal extrahálják salétromsavas közegből alumíniumnitrát kisózóágens jelenlétében. Az etilacetátos közegből vizes kirázással végzik el a reextrakciót, majd lúgos közegben a fotométeres méréssel a H_2O_2-dal képpezett színeződés erőssége alapján határozzák meg az uránt.

b) Más szerzők tributilfoszfátos extrakcióval [7] választanak el kismennyiségű uránt vas és tórium mellől. Az urán mennyiségi meghatározását fluorometriásan végzik.

Az extrakcióhoz felhasznált vegyszerek kezelése igen nagy óvatosságot kíván, mert ezek többsége gyúlékony és mérgező.

Az *A*—*C* pontokban ismertetett elválasztások időigényessége, valamint az, hogy nem áll rendelkezésre mindenütt megfelelő műszer (pl. polarográf), mellyel gyors eredményt lehetne elérni, indokolttá tette, hogy olyan módszert keressünk, ami a zavaró ionok eltávolítása nélkül lehetővé teszi rövid idő alatt a meghatározást. Ennek a feladatnak a végrehajtására legalkalmasabbnak a redukciós-térfogatos módszert találtuk.

A redukciós-térfogatos eljárás elve

A Fe^{3+}-t komplexometriásan külön oldatrészletből meghatározzuk (lásd 1. pont). Az ilyen körülmények között kapott vizsgálatot csak kevés elem zavarja, mert EDTE-vel a vas igen stabilis komplexet alkot, ennél állandóbb komplexet EDTE-vel csak a bizmut és vanádium adnak. Minthogy ezeket az elemeket a vizsgálandó oldatunk általában nem tartalmazza és az U^{6+} sem ad EDTE-vel stabil komplexet, a vas mennyiségét zavartalanul meghatározhatjuk.

Az elemzés során az U^{6+}-t és a Fe^{3+}-t másik oldatrészletből Contat—Göckel-feltéttel ellátott lombikban alumínium forgáccsal foszforsavas-kénsavas közegben fejlesztett hidrogén segélyével redukáljuk. A továbbiakban az oldatot a levegő oxidációjától CO_2 atmoszférával védjük. Az oxidációs titrálást káliumbikromát mérőoldattal végezzük báriumdifenilaminoszulfonát indikátor jelenlétében, a lila szín megjelenéséig. A vastartalomnak megfelelő — a fenti komplexometriás elemzés alapján számított — bikromát mennyiségét az összfogyásból levonjuk. A maradt ml-ek száma az urántartalomnak felel meg. Az eljárás kidolgozása során az alábbi kísérletsorozatokat végeztük.

1. Fe^{3+} meghatározása U^{6+}, Mn^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, $SO^2{}_4{}^-$, $PO^3{}_4{}^-$ jelenlétében [8].

A meghatározást komplexometriás módszerrel végezzük. A vizsgálathoz szükséges oldat mennyiséget 400 ml-es magas főzőpohárba mérjük és kb. 150—200 ml-re hígítjuk. 5 ml jégecetet adunk hozzá és 60—70 C°-ra melegítjük. Az oldat

savasságát 1 : 1 hígítású ammóniumhidroxiddal a ferriacetát barnásvörös színének megjelenéséig tompítjuk, majd 10%-os szulfoszalicilsav hozzáadása után 0,05 n EDTE-oldattal a sárga szín eléréséig titráljuk. 1 ml 0,05 m EDTE-oldat 2,792 mg vasnak felel meg.

2. Fe^{3+} redukciója és titrálása $K_2Cr_2O_7$ oldattal uránmentes oldatokból

A redukciót foszforsavas-kénsavas közegben végezzük. 300 ml-es Erlenmeyer-lombikba mért vasoldathoz 15 ml 1 : 2 higítású H_2SO_4-et és 10 ml 1,6-os fajsúlyú foszforsavat adagolunk, majd desztillált vízzel kb. 65—70 ml-re hígítjuk. A lombikba 4—5 g alumíniumforgácsot szórunk és Contat—Göckel-feltéttel lezárjuk. A lombikot azbeszthálóra téve gázlánggal hevítjük, a forrás megindulása után a melegítést időnként megszüntetjük. A műveletet 5 percig folytatjuk. A redukciós idő eltelte után a feltétbe telített kálium- vagy nátriumhidrokarbonát oldatot öntünk és a vizsgált próbát vízfürdőben óvatosan szobahőmérsékletre hűtjük. Ezután az anyagunkat műanyagszűrőn keresztül olyan Erlenmeyer-lombikba szűrjük, melybe folyamatosan széndioxidot áramoltatunk. A titrálást hidegen 0,05 n $K_2Cr_2O^7$ oldattal, 3 csepp 0,5%-os Ba-difenilaminoszulfonát jelenlétében a lila szín megjelenéséig végezzük. A Fe^{3+} redukciós titrálására vonatkozó eredményeket az *1. táblázat* tartalmazza.

1. táblázat

Az Fe^{3+} redukálásával és bikromátos titrálással kapott néhány adat

Bemért Fe, mg	Red. idő, perc	Fogyott 0,05 n $K_2Cr_2O_7$, ml	Kapott Fe, mg	Eltérés, mg
10	5	3,60	10,05	+0,05
10	5	3,60	10,05	+0,05
10	5	3,56	9,94	—0,06
20	5	7,20	20,10	+0,10
20	5	7,15	19,96	—0,04
20	5	7,15	19,96	—0,04

1 ml 0,05 n $K_2Cr_2O_7$ mérőoldat 2,792 mg vasnak felel meg.

3. U^{6+} redukálása és meghatározása vasmentes oldatból

A redukciós módszereknek is több alakja ismeretes. Igen elterjedten használják *Jones*-módszerét [9]. Ebben az esetben redukcióra amalgámozott cinket vagy kadmiumot [10] használnak, melyet üvegcsőbe töltenek, a savas oldatot ezen folyatják keresztül. A fém és a sav egymásra hatása következtében hidrogén fejlődik, amely az U^{6+}-t redukálja. Ilyen körülmények között azonban könnyen túlredukálódás állhat be, ezért a titrálás megkezdése előtt szükséges az esetleg háromértékűvé redukálódott uránt levegőbuborékoltatás segítségével négyértékűvé alakítani. A túlredukálás elkerülése érdekében a redukcióra a fémek közül az alumíniumot választottuk [11]. A túlredukálódás veszélye ebben az esetben, már nem áll fenn. Erre vonatkozó vizsgálataink néhány adatát a *2. táblázatban* közöljük. A redukció és a titrálás végrehajtása a 2. pontban leírtak szerint folyt le.

2. táblázat

A Jones-módszerrel végzett U^{6+} redukálás és meghatározás néhány adata

Bemért U, mg	Red. idő, perc	Fogyott 0,5 n $K_2Cr_2O_7$, ml	Kapott U, mg	Eltérés, mg
10	5	1,69	10,05	+0,05
10	5	1,66	9,88	—0,12
20	5	3,35	19,94	—0,06
20	5	3,35	19,94	—0,06
20	5	3,35	19,94	—0,06
40	5	6,70	39,85	—0,15
40	5	6,70	39,85	—0,15

Az oxidáló reagenst minden esetben mikro-, vagy 0,05 ml-es beosztású bürettából adagoltuk a vizsgálati anyaghoz. 1 ml 0,05 n $K_2Cr_2O_7$-oldat 5,953 mg uránnak felel meg.

4. Fe^{3+} és U^{6+} együttes redukálása és titrálása

Vizsgálataink során az urán és vas mennyiségét különféle arányban változtattuk. Célunk annak megállapítása volt, hogy együttes redukció után a bemért vasra számított 0,05 n$K_2Cr_2O_7$ oldat térfogatát levonva milyen pontossággal kaphatjuk meg az általunk elemzett oldathoz adagolt urán mennyiségét. Próbáink jó eredményeket adtak, a *3. táblázat* adatai szerint is megfigyelhetjük a módszer megfelelő pontosságát.

3. táblázat

Az Fe^{3+} és U^{6+} együttes redukálásakor és titrálásakor kapott néhány adat

Bem. Fe, mg	Bem. U, mg	Redukció ideje, perc	Fogyott 0,05 n $K_2Cr_2O_7$, ml			Kapott U, mg	Eltérés, mg
			összesen	Fe-re U-ra számítva			
20	10	5	8,86	7,16	1,70	10,05	+0,05
20	10	5	8,82	7,16	1,66	9,88	—0,12
20	20	5	10,50	7,16	3,34	19,87	—0,13
20	20	5	10,50	7,16	3,34	19,87	—0,13
20	40	5	13,85	7,16	6,69	39,80	—0,20
20	40	5	13,80	7,16	6,64	39,50	—0,50
40	20	5	17,60	14,32	3,28	19,50	—0,50
40	20	5	18,00	14,32	3,38	20,10	+0,10
40	40	5	21,00	14,32	6,68	39,70	—0,30
40	40	5	21,10	14,32	6,78	40,35	+0,35

5. Urán meghatározása Fe^{3+}, Al^{3+}, Mn^{2+} Mg^{2+}, Ca^{2+}, $SO^2{}_4{}^-$, $PO^3{}_4{}^-$ ionok jelenlétében

Vizsgálataink eredménye szerint Cl^-, $SO^2{}_4{}^-$, $PO^3{}_4{}^-$ ionok az eljárást nem befolyásolják. Nitrát, nitrit nem lehet jelen. Ha ezek jelen vannak, a nitrátok elroncsolására előzőleg kénsavas bepárlást kell végezni.

Vizsgálatainkhoz kétféle oldatot készítettünk, amelyek 1000 ml-ben az alábbi alkotókat tartalmazták :

a) oldat :

2 g Fe^{3+}	1 g Ca^{2+}
1 g U^{6+}	1 g Mg^{2+}
0,5 g Al^{3+}	1 g Mn^{2+}

b) oldat :

2 g uránt és 1 g vasat, a többi alkotókat az *a)* alatti mennyiségben tartalmazta.

A fenti oldatokkal kísérletsorozatokat végeztünk, az eredményeket a *4. táblázat* tartalmazza.

4. táblázat

U^{6+} meghatározás adatai Fe^{3+}, Al^{3+}, Mn^{2+}, Mg^{2+}, Ca^{2+}, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}-ionok jelenlétében

Bem. Fe, mg 20 ml-ben	Bem. U, mg 20 ml-ben	Redukció ideje, perc	Fogyott 0,05 n $K_2Cr_2O_7$, ml			Kapott U, mg	Kapott Fe, mg
			összesen	Fe-re számítva	U-ra számítva		
40	20	5	17,7	14,40	3,30	19,63	40,2
40	20	5	17,8	14,40	3,40	20,22	40,2
20	40	5	13,9	7,13	6,77	40,30	19,9
20	40	5	13,8	7,17	6,63	39,50	20,0

6. Ismeretlen összetételű U tartalmú oldat vizsgálata

A vas meghatározását az 1. pontban leírtak alapján végeztük. A vasat és uránt együttesen redukáltuk alumíniumforgácsot tartalmazó oldatban, majd ezt széndioxid védő atmoszférában hűtöttük és titráltuk a 2. pontban leírtak szerint.

Ellenőrzésül összehasonlító vizsgálatot végeztünk már bevált módszerrel is. Eszerint az uránt savas közegben szulfittal redukáltuk, majd foszfátalakban leválasztottuk és az urántartalomtól függően a feloldott urán (IV) foszfátot ammonvanadáttal Ba-difenilaminoszulfonát és Fe^{3+} jelenlétében titráltuk.

A két eljárással kapott adatokat az *5. táblázatban* foglaltuk össze.

5. táblázat

Közvetett és közvetlen módszerrel végzett U^{6+} meghatározás adatai

Komplexonos Fe mg/l	Közvetett módszerrel kapott U, mg/l	Közvetlen módszerrel kapott U, mg/l
1860	880	879
1870	885	875
1870	885	884
1870	890	880

A kapott eredmények igazolják eljárásunk helyességét és használhatóságát a megfelelő körülmények között.

7. A módszer kivitelezése Cu^{2+}-ionok jelenlétében

Abban az esetben, ha a vizsgálandó oldatunk rezet is tartalmaz, az elemzés menetét meg kell változtatnunk. Ha ezt nem tesszük meg, a ténylegesnél mindig nagyobb uránértékhez jutunk. Ennek ellenőrzésére olyan oldatot használtunk fel, mely az *5. pontban* felsorolt alkotókon kívül 50 mg/l rezet is tartalmazott. Ebben az esetben is a kénsavas-foszforsavas redukciót használtuk. A hidrogén redukálja a $CuSO_4$ alakban levő rezet Cu_2O-vá, ami fekete, pelyhes csapadék alakjában kiválik. Gyorsszűrőn szűrjük, a csapadékot kevés vízzel mossuk, majd a szüredékben a redukálást két percre megismételjük. A továbbiakban a szüredéket elemezzük, úgy mint azt a 3. pontban közöltük.

Összefoglalás

Közvetett elemző eljárást dolgoztunk ki U-nak Fe jelenlétében végzett meghatározására.

Külön bemérésből az urán és más ionok jelenlétében meghatározzuk komplexometriásan a vastartalmat. Ez legfeljebb 5 percet vesz igénybe. Másik adagból savas közegben alumíniumforgács segítségével fejlesztett hidrogénnel a Fe^{3+}-t 2 értékűvé redukáljuk, a 6 értékű uránt pedig 4 értékűvé, majd az oldatot bikromát-mérőoldattal megtitráljuk.

Az összesen felhasznált mérőoldatból levonjuk a vasra eső részt, a különbség az urán tartalomnak felel meg. A módszernek nagy előnye a gyorsaság, mert a leírásban szereplő kísérőionok hosszadalmas elválasztása nélkül is gyorsabban juthatunk az uránra vonatkozó üzem ellenőrzési célokra jól használható adatokhoz, mint az eddigi módszerekkel.

Ilyen körülmények között egy meghatározás ideje 20—25 perc. Az eljárás pontossága $\pm$ 1,7%.

IRODALOM

[1] *Treadwell:* Quantitative Analyse, 92, (1946)
[2] *Treadwell:* Quantitative Analyse, 100, (1946)
[3] *Jangg, G.—Ochsenfeld, W.—Habashi, F.:* Zeitsch. anal. Chem. 171, 1, (1959)
[4] *Klement, R.:* Zeitsch. ala. Chem. 145, 9, (1955)
[5] *Karkisch, J.—Antal, P.—Hecht, F.:* Zeitsch. anal. Chem. 172, 6, 401. (1960)
[6] *Guest, R. J.—Zimmermann, J. B.:* Anal. Chem. 27, 6, 931—936 (1955)
[7] Analytica Chemica Acta, 21. 353 (1959)
[8] *dr. Sajó:* Komplexometria 105 Műszaki Könyvkiadó Budapest (1959)
[9] *Kolthoff, I. M.—Lingane:* J. Amer. Chem. Soc., 55, 1871, (1933)
[10] *Brücker, C. E.—Sweetser, B.:* Anal. Chemi. 24, 409, 1107 (1952)
[11] *Müller, G. O.:* Praktikum der quantitativen chemischen Analyse, 239, (1952)
[12] *Levine, H.—Grimaldi, F. S.:* Nukleonics, 8, 85, (1951)
[13] *Pandurange Rao, V.—Murty, B. V. S. R.—Gopala Rao, G.:* Zeitsch anal. Chem. 147, 99, (1959)
[14] *Cornet, C.—Coursier, J.—Hure, J.:* Anal. Chim. Acta (Amsterdam) 19, 259, (1958)
[15] *Miller, F. J.—Thomson, P. F.:* Anal. Chim. Acta (Amsterdam) 21, 112, (1959)
[16] *Hahn, R. B.—Kelley, M. T.:* Anal. Chim. Acta (Amsterdam) 16, 178, (1954)

A MTESZ V. Közgyűlése

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége december 9 és 10-én tartotta V. Közgyűlését. A Technika Háza nagy előadó termét színültig megtöltötték az egyesületek képviselői, amikor *Hevesi Gyula* akadémikus, a MTESZ elnöke megnyitotta a Közgyűlést.

Több mint 4 év telt el az 1956 szeptemberében megtartott legutóbbi, IV. közgyűlés óta — kezdte megnyitóját *Hevesi Gyula* — és ez a négy év hazánk történelmének rendkívül mozgalmas, nehéz és áldozatkész küzdelmekkel, de egyben igen jelentős eredményekben és sikerekben gazdag szakasza volt. A gazdasági vezetőszerveink — folytatta — pártunk politikájának megfelelően, messzemenően igyekeznek a MTESZ társadalmi segítségére támaszkodni és ugyanekkor anyagilag és erkölcsileg is segítik az egyesületek tevékenységét. A Technika Házának a létrejötte, az egyesületek jogi tagsága jelentősen növelte az egyesületek műszaki és propagandatevékenységének anyagi bázisát. Ugyanakkor pártunk művelődési és értelmiségi politikája országunk életében egyre megbecsültebb szerepet juttat a tudomány és a technika dolgozóinak és biztosítja számukra az alkotó és kutatómunka, a továbbképzés, a közvetlen nemzetközi tapasztalatcsere egyre nagyobb lehetőségeit. Mindezek a körülmények, de sok más is, amelyekről a főtitkári beszámoló szólni fog, hozzájárult az egyesületi munka fellendüléséhez. Külön is ki kell azonban emelnem e tekintetben a MTESZ-nek, mint az egyesületeket összefogó kollektív irányítószervnek a szerepét. A MTESZ egységes társadalmi erőként fogja össze és reprezentálja hazánk haladó, társadalmilag szervezett műszaki-tudományos értelmiségét és anélkül, hogy az egyes egyesületek szakmai öntevékenységét korlátozná, a szocialista építés legfontosabb feladatainak megfelelően biztosítja azok egységes, elvi és politikai irányítását.

Szükséges egy ilyen központi szerv működése azért is, mert a tudomány és a technika mai rohamos fejlődése, az egyre fokozottabb differenciálódás mellett a legkülönbözőbb, sokszor egészen távolesőnek látszó szakterületek bonyolult összefonódásával is jár. Emellett a szocialista építésnek számos olyan műszaki-tudományos és különösen szervezési problémája van, amelyek nem szoríthatók egy-egy szakma kereteibe, nem is forgácsolhatók szét valamennyi egyesület közt és vannak természetesen olyan adminisztratív feladatok is, amelyeket nemcsak gazdasági szempontból, de a felsőbb állami szervekkel való kapcsolat tekintetében is központosítottan célszerű, sőt másképp nem is lehet lebonyolítani. Téves azonban egyeseknek az a felfogása, hogy az MTESZ szerepe éppen csak ebben, vagy elsősorban csak ezeknek az adminisztratív teendőknek ellátásában lenne. Természetesen erre is szükség van, a lényegesek azonban azok a funkciók, amelyek a MTESZ-ben az értelmiségnek, mint szocializmust építő kollektív társadalmi erőnek a szerepét fejezik ki.

Hevesi Gyula ezután támutatott arra, hogy a Közgyűlés legfontosabb feladata, hogy helyes irányt mutasson műszaki tudományos értelmiségünk társadalmi tevékenységének még fokozottabb kibontakoztatására.

Az elnöki megnyitó után *dr. Valkó Endre* tartotta meg főtitkári beszámolóját. Előadása kezdetén utalt arra, hogy nem tér ki az elnökség jelentésének részleteire, mivel azt a küldöttek már előzőleg megkapták, hanem ahhoz inkább bizonyos kiegészítést fűz, illetve néhány olyan kérdésre kíván rámutatni, amely a határozat kialakítása szempontjából érdekes lehet. Először azt vizsgálta, hogy miként teljesítette a Szövetség az előző Közgyűlés határozatait, majd a jelentés kialakításával kapcsolatos néhány problémára mutatott rá. Az egyik ilyen probléma volt, hogy a MTESZ-ben még meglehetősen hiányzik az elemző munka. Az egyesületi vezetők jogosan vártak elmélyültebb elemzéseket, ezeket azonban az egész Szövetségre vonatkozóan csak akkor lehetett volna elkészíteni, ha ennek az elemző munkának a részeit az egyes szakterületeken, az egyes egyesületekben már előbb elvégezték volna.

A főtitkári beszámoló ezután a „fiatal" szakemberek egyesületi aktivitásának fokozásáról szólott. „Erről a témáról nehéz általános érvényű megállapításokat tenni, mert vannak ugyan általános jelenségek, de azért a helyzet szakmánként, egyesületenként nagyon különböző. Kétségtelen, hogy ezzel egy idő óta egyesületeink foglalkozgattak, elég felszínesen ugyan, de nem is minden eredmény nélkül. Az Optikai Tudományos Egyesületben sok fiatal dolgozik, az Építőanyagipari Tudományos Egyesületben is, a Gépipari Tudományos Egyesületben sem rossz a helyzet. Nem tudunk azonban róla, hogy legalábbis az utóbbi évben, bármelyik egyesületben elkészült volna erről a kérdésről egy beható értékelés, valami mélyrehatóbb elemzésféle azzal a céllal, hogy a tényleges helyzetet, a fiatalok nem kielégítő aktivitásának valóságos okait feltárja, hogy azután ezt az egyesület elnöksége megvitassa és levonja a konzekvenciákat. Ilyesmi nem volt. Pedig tudjuk, hogy az egyesületek vezetőszerveiben igen sok olyan elvtárs van, akik egyébként a hivatali életben vagy a pártéletben megszokták ezt a munkamódszert és ott nem is tudnák másképpen csinálni". Ezután ismertette a fiatalok bevonásának lehetőségeit, rámutatva arra, hogy ezzel a kérdéssel sokkal következetesebben kell foglalkozni, mint eddig.

„Másik lehetséges területe az egyesületi munka hatókörének növelésének : az üzem" — folytatta Valkó Endre — „legalábbis ipari egyesületeinknél. Amióta a MTESZ létezik, közgyűléseken, vezetőségi üléseken vissza-visszatérő jelszó : szorosabb kapcsolatot kell kiépíteni az üzemekben dolgozó műszakiakkal, szorosabb együttműködésben a szakszervezetekkel. Beszél erről a jelentés is. A kérdésnek valóban története van és azt se lehet mondani, hogy nincsenek eredmények. A vidéki városokban legkevesebb 150 olyan egyesületi csoport működik, amelyeknek a tagjai csupán egy vagy két helyi üzemből kerülnek ki és ahol ezt a problémát nem is ismerik olyan formában, mint itt Budapesten. Itt Budapesten az egyesületi munka zömmel az üzemek közötti tapasztalatcserét szolgálja : ezen a téren vannak a legnagyobb eredményeink és persze nem is kevés azoknak az üzemi embereknek a száma, akik az egyesületben aktívak. Magukban az üzemekben azonban nemcsak a MTESZ, de általában a műszaki-társadalmi tevékenység igen gyenge. Ha ezt meg tudnánk javítani, egy sereg olyan szakembert be lehetne vonni a munkába, akik eddig távol voltak az egyesülettől és egyben több konkrét segítséget tudnának adni az üzemeknek. Higyjék el, a feltételek erre ma kedvezőbbek, mint ezelőtt. A műszaki fejlesztés ma előtérben van ; az egyesületek e tárgyú munkája ismert, tekintélyt szerzett magának, a jogi tagság révén már új kapcsolat keletkezett az üzemekkel, ami anyagi eszközöket is jelent, de egyben azt az igényt is az üzem részéről, hogy adjunk is ezért valamit".

A beszámoló ezután a MTESZ koordináló szerepéről emlékezett meg és az ezzel kapcsolatos eredményekről és problémákról. Feltette a kérdést, hogy vajon a koordináló munka, s az, hogy a Szövetség képviseli az egyesületeket a különböző kormányzati és pártfórumok előtt jó-e az egyesületnek ? „Meggyőződésünk, hogy igen — mondotta a főtitkár — például azért, mert tudvalevően minden egyesület tartozik számot adni a terveiről és a tevékenységéről egyrészt saját közgyűlésének, másrészt azonban a népgazdasági feladatok és állami pénzek elosztásával foglalkozó szerveknek. Ilyen szempontból minden egyesület tartozik valahova.

A MTESZ-ban tömörült egyesületek abban az előnyös helyzetben vannak, hogy az önigazgatás elve alapján saját maguk választják meg azt a szervet, amelynek feladata vállalni a felelősséget, azért, hogy itt belül rend van ; rend a feladatok kitűzése, a hatékony munka, a megfelelő arányok, az állam pénzével való takarékoskodás szempontjából. Ha mi magunk megállapodunk egymással, hogy a MTESZ vezetőségének olyan lehetőséget biztosítunk, hogy ezért a belső rendért felelni tudjon (és ez persze már az alapszabályt

érinti), akkor kívülről is így fognak tekinteni a MTESZ vezetőségére. Röviden : ha a MTESZ-nek az a feladata, hogy továbbra is kiálljon, ahogy eddig, az egyesületek, nevében és érdekében, akkor ez felelősséggel jár ; ha ezt elismerjük, akkor el kell ismerni, azt is, hogy ehhez a felelőssséghez hatáskör is tartozik, azaz : meg kell adni a lehetőséget számára, hogy a mi belső rendünket, összhangunkat, arányainkat biztosítsa. Ez az elv, amely meghatározza a centralizmusnak pontosan azt a mértékét a MTESZ-en belül, amelyre az egyesületek munkája érdekében szükség van.

Úgy gondoljuk — folytatta — (persze nem teljességre törekedve), hogy a vezetőségnek a jövőben több segítséget kell majd nyújtania a következetes, átgondolt, egyesületi politika kialakításában. Elsősorban a gyenge pontjainkkal kell foglalkozni. Általában tudjuk, hol vannak a gyengeink, vagy egyes egyesületeknek a gyengéi. El kellene érni, hogy olyan behatóan, olyan „elemző módon" foglalkozzanak ezeknek a gyenge pontoknak a megvizsgálásával és megerősítésével, ahogyan tudományos egyesületekben tudományos kérdésekkel foglalkoznak. Ilyen gyenge pontjaink, ahogy erről már szó volt, néhány egyesületben a fiatalság kérdése, az ipari egyesületeknél közelebb kerülni az üzemek konkrét ügyeihez és így tovább. Ide tartozik az úgynevezett „hatékonysággal", meg az arányokkal való foglalkozás is. Erről sok szó esett az utóbbi időben. Talán szabad ebbe kicsit bővebben belemenni.

Sokat beszéltünk az egyesületi munka népgazdasági hasznosságáról és bíráltuk azt, hogy a tevékenység súlypontja az utóbbi években eltolódott a nagyrendezvények felé, a látványosabb és mondhatjuk úgy is, pénzigényesebb munkaformák felé. Nem lenne jó, hogyha valaki azt, hogy a hatékonyság kérdését felvetettük, olyképpen magyarázná, hogy megint vissza akarunk esni abba a hibába, ami már egyszer volt a MTESZ-ben, hogy az egyesületi munkának elsősorban a közvetlen gazdasági hasznát nézzük és elfelejtjük, hogy itt egy nagyon komplex társadalmi funkcióról van szó. Vagy az arányokkal kapcsolatban, mintha elvileg a nagyrendezvények ellen lépnénk fel, esetleg éppenséggel ki akarnók irtani a nagyrendezvényeket".

Több egyéb kérdés érintése után a főtitkár végül utalt arra, hogy meg van a lehetősége annak, hogy a munkát, a mozgalmat jóval az eddigi kereteken túl is kiterjesszük. A második ötéves terv célkitűzései új lehetőségeket nyújtanak a tudományos és szakmai társadalmi munka kifejlődésére. A szocialista fejlődés során egyre növekszik a társadalmi munka szerepe, s ez tükröződik a MTESZ munkájának növekvő eredményességében, az állami és társadalmi szervekkel való kapcsolat erősödésében. Évről évre jobban érzi mindenki, aki szervezetünkben dolgozik, hogy az országnak szüksége van arra a munkára, ami itt folyik, hogy a társadalomban hasznos tényező az az erő, amelyet a MTESZ és az egyesületek a szakemberek tudományos társadalmi szervezete jelentenek — foglalta végül össze *dr. Valkó Endre* főtitkár.

A főtitkári beszámoló után megkezdődött a vita. Elsőnek *Csomós Vilmos*, a Vasas Szakszervezet elnöksége és műszaki tanácsa nevében szólalt fel. Ismertette a szakszervezet és az egyes tudományos egyesületek közötti kapcsolatot és ennek során megemlítette, hogy a műszaki tanács és az egyes tudományos egyesületek sajnos még ma is sokszor párhuzamosan dolgoznak. Így például a műszaki tanács, valamint az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület programjaiban vannak közös feladatok, amelyekkel itt is, ott is egy-egy munkabizottság foglalkozik, vagy foglalkozott. *Korach Mór* felszólalásában helytelenítette, hogy a legtöbb egyesületben nagyon alacsony a technikusok száma. *Bánóczy György* a Magyar Elektrotechnikai Egyesület és a minisztériumok, valamint a társegyesületek közötti kapcsolatokkal foglalkozott, majd *Varga József*, a GTE elnöke a műszaki fejlesztéssel kapcsolatos problémákról szólt. *Hoffmann Tibor* az egyes alaptudományok és az ipar néhány problémájára mutatott rá. *Lugosi Jenő* a Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Tudományos Egyesület munkáját ismertette, majd *Szigeti György* az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat eredményeiről szólt. *Gál Ödön* a tudományos egyesületek és a minisztériumok közötti kapcsolattal foglalkozott, rámutatva arra, hogy noha az utóbbi időben sok eredményt értek el, még mindig előfordul, hogy az egyesületek javaslataira az illetékes szervek nem válaszolnak, vagy pedig nem foglalkoznak vele érdemben.

A déli szünet után elsőként *Vég László* miniszterhelyettes szólalt fel, aki a Textilipari Műszaki és Tudományos Egyesület munkáját és terveit ismertette, majd *Bözsöny Dénes* hangsúlyozta : mennyire helytelen, hogy az egyesületeket természet-, illetve alaptudományi, vagy ipari és mezőgazdasági csoportokra osztják, mert ezzel az elméleti egyesületeket mesterségesen távoltartják a népgazdaság közvetlen célkitűzéseinek megvalósításától.

Sebestyén János felszólalásában a műszaki fejlesztés magyar központi szervének problémáiról beszélt, s arról, hogy tulajdonképpen milyen kérdések megoldását lehet várni egy ilyen szervtől. Hangsúlyozta, hogy az ilyen szervnek társadalmi bázisra van szüksége, mert csak így lehet megfelelő szakmai tekintélye. Így van ez a többi baráti országban is és az a gyakorlat alátámasztja a MTESZ régi javaslatának helyességét, amely szerint alakítani kell egy olyan országos műszaki bizottságot — tekintéllyel rendelkező műszaki emberekből —, amely azután a kormány legfőbb műszaki tanácsadója volna. E bizottság irányítása és felügyelete alatt egy kislétszámú titkárság szervező munkájára támaszkodva a kiválasztott műszaki szakemberek százai és ezrei végeznék el a szükséges munkát. Ezt azután az Országos Műszaki Bizottság juttatná el a megfelelő helyre és persze ügyelne további sorsára is. *Izsák Miklós* a profilozás és az egyesületek közötti kooperáció néhány fontos problémájáról beszélt. *Szabó János* hangsúlyozta, hogy a különböző egyesületek közötti kooperáció különösen ott szerencsés, ahol csak népgazdasági szinten tárgyalható kérdések megoldására irányítják a figyelmet. *Varga Dénes* azt javasolta, hogy egyes népgazdasági feladatok megoldására irányuló kooperációs munka biztosítására a MTESZ vezetősége mellett hozzanak létre megfelelő bizottságot.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület elnöksége nevében *Gagyi Pálffy András* szólalt fel, aki a többi között a következőket mondotta : „Az elnökség jelentésében — ha nem is egészen konkrét formában — bírálat érte egyesületünket, azért, mert a többi egyesülettől eltérően még nem rendelkezik üzemgazdasági csoporttal vagy szakosztállyal. Hangsúlyozni szeretném, hogy ezzel a bírálattal alapjában véve egyetértünk, mert kétségtelenül eddigi munkánk kisebb hányada irányult ilyen kérdések megoldására. Ezért abból a célból, hogy egyesületünk sokrétűségéből következő szerteágazó ipargazdasági problémákinkal a jövőben megfelelően foglalkozhassunk, üzemgazdasági bizottság létrehozását határoztuk el. A másik kérdés, amellyel foglalkozni kívánok, a fiatalabb korosztályok bevonása az egyesületi munkába. Az elnökség jelentése is kitér erre a kérdésre és megállapítja, hogy az aránylag gyenge részvétel okait behatóbban kellene elemezni. Egyesületünk ezen a téren elég gazdag tapasztalatokra tett szert az utóbbi időben, mivel ezt a kérdést a folyó év januárjában megtartott közgyűlésünk egyik fő feladatként szabta meg és a vezetőség részére kötelezően előírta. A közgyűlés határozata alapján szerveztük meg munkánkat, amely eredményre vezetett. Egyes szakosztályaink ifjúsági pályázatokat írtak ki, más szakosztályokban, illetve helyi csoportokban előre kidolgozott ütemterv szerint fiatalabb tagtársaink a részükre megjelölt üzemi témákról, kísérletekről számoltak be, mint például a Dunai Vasműben, a középdunántúli csoportunkban stb., míg a bányászati szakosztály a bányászkongresszus szervezési munkáiba kapcsolt szép számmal fiatalokat, akik odaadóan és lelkesen dolgoztak. Tudatos tevékenységünk következtében ez évi létszámgyarapodásunk 80 százaléka a 30 évnél fiatalabb korosztályból került ki és ez a folyamat fokozatosan tükröződni kezd egyesületi szerveink összetételében is.

Természetesen nemkevésbé fontos az üzemekben dolgozó műszakiak bekapcsolása sem az egyesületi életbe. Tagságunk 77 százaléka ennek megfelelően

az üzemi, elsősorban vidéki műszakiakból kerül ki. A mi esetünkben azonban ez a tény fokozott felelősséget ró függetlenített apparátusunkra. Bár egyes szakosztályaink vezetőségi üléseikre a helyi csoportok titkárait rendszeresen meghívják, a megfelelő kapcsolatok mégis csak akkor alakulhatnak ki, ha azt a szükséges adminisztratív tevékenység is nyomon követi.

Befejezésül megjegyzem, hogy egyesületünk az elnökség jelentésével és az elhangzott beszámolóval egyetért és mint olyan egyesület, amely a mérnökök létszámát tekintve a második, a műszakiak számát tekintve pedig a harmadik helyen áll az egyesületek között és ugyanakkor a népgazdaság két igen fontos területén igyekszik egyéb tevékenységei mellett az ipar szolgálatára lenni, teljes mértékben átérzi annak a felelősségnek súlyát, amely rá hárul ebben a bizonyos fokig új stílusú és sajátos feladatokat jelentő munkában, amelyet egyesületi eszközökkel, a gazdasági vezetés elősegítésére a most következő időszakban népgazdaságunk mindannyiunktól elvár".

A következő felszólaló *Fock Jenő* volt, aki az MSZMP Központi Bizottsága nevében üdvözölte a közgyűlést hangsúlyozva, hogy Pártunk és a Központi Bizottság a köszönet és az elismerés hangján szólt a MTESZ, annak tagegyesületei az ott dolgozó társadalmi munkát végző mérnökök, technikusok eredményeiről. Rámutatott arra, hogy a párt megfelelő légkört teremtett ahhoz, hogy szabadon alkotó módon cselekedhessenek a mérnökök, technikusok és minden dolgozó ember ebben az országban. Hangsúlyozta azt is, van lehetőség szervezeti intézkedésekre, amelyek megakadályozzák, hogy az egyesületek javaslatait fiókba rakják. Végül arra kérte a közgyűlést, a MTESZ újonnan megválasztandó vezetőit, hogy még inkább segítsenek a pártnak és a kormányzatnak terveik valóraváltása érdekében.

Varga György, a Szakszervezetek Országos Tanácsának titkára felszólalásában azt hangsúlyozta, hogy a SZOT elnöksége milyen nagy jelentőséget tulajdonít a közgyűlésnek és az itt hozandó határozatnak. A felszólalók közül a vidéki egyesületek problémáiról beszélt *Ferenczy Gábor*, *Fodor György*, *Kelecsényi Tibor* és *Éry István*. Az oktatás és a továbbképzés egyes problémáit ismertette *dr. Kardos Árpád*, *dr. Dalocsa Gábor*, *dr. Davida Leóné*, *dr. Bartha István*, *Gerendás István*, *Molnár János* és *Heller Emil*. Az egyesületi kooperáció eredményeit és nehézségeit taglalták felszólalásaikban *Raum Frigyes*, *dr. Kéry Menyhért* és *Papp Ferenc*. *Németh Endre* a külföldi társegyesületekkel való szorosabb kapcsolatok jelentőségéről szólott, *Régner Ernő*, a textilipari fiatalok munkáját ismertette. *Ács Miklós* a TIT nevében üdvözölte a közgyűlést. *Takács Pál* szabványosításhoz kért fokozott segítséget az egyesületektől, *dr. Lázár Péter* és *Zentai Béla* a műszaki tájékoztatásról szólott, *Frank Tibor* az ipargazdasági munka eredményeit tárta a közgyűlés elé, *Balassa János* pedig a vegyiparban dolgozó műszakiak munkájával kapcsolatos felmérés néhány érdekes adatát ismertette. A felszólalásokra dr. *Valkó Endre*, a MTESZ főtitkára válaszolt, majd a közgyűlés az elnökség jelentését elfogadta.

A következő napirendi pont az MTESZ új alapszabályainak vitája volt, amelyet *Gosztonyi Sándor* jelentése után elfogadtak. Ezután osztották ki a MTESZ több aktivistájának a kormánykitüntetéseket. Egyesületünk tagjai közül *Vécsey Béla* kohómérnök Munkaérdemrendet kapott. Ezután megválasztották az MTESZ országos vezetőségét és elnökségét. Az egyesület tagjai közül a vezetőség tagja lett *Gagyi-Pálffy András* a NIM főosztályvezetője, *Lévárdi Ferenc*, a nehézipari miniszter első helyettese, *Martos Ferenc*, a Bányászati Kutató Intézet osztályvezetője, *Pilter Pál*, a Dunai Vasmű főmérnöke, *Sáfár László* Ganz-MÁVAG mérnöke és *Selmeci Béla*, a Minisztertanács titkárságának főosztályvezetője. Az utóbbi tagja lett a MTESZ elnökségének is.

Az országos vezetőség egyébként a MTESZ elnökévé *Hevesi Gyulát*, társelnökökké *Kiss Árpádot* és *Tangl Heraldot*, alelnökökké *Dégen Imrét*, *Lengyel Sándort*, *Varga Józsefet* és *Vég Lászlót*, főtitkárrá *dr. Valkó Endrét*, főtitkárhelyettessé pedit *Láng Gézát* és *Turi Istvánnét* választotta.

A Közgyűlés végül egy határozatot fogadott el, amely megszabja és az egyesületekben folytatandó munka további irányát. (A határozatot a Műszaki Élet 26. számának melléklete közli.)

A Közgyűlés Hevesi Gyula zárszavával ért véget. A Közgyűlésen elhangzott beszámolók és a vita azt bizonyítják, hogy a Szövetség és a tudományos egyesületek munkája jó úton haladt, s hogy a munka továbbfejlesztésére meg vannak a szükséges előfeltételek.

Dr. Aba Iván

Műszaki és gazdasági hírek

Kongóban, az Union Miniere du Haut-Katanga jelentése szerint a politikai események ellenére, a folyó évben 300 000 t *réztermelésével* új rekordot érnek el (1958 : 240 280 t, 1959 : 280 404 t volt a termelés). Az emelkedés a Luilu-i mű megindulásától származik, amelynek kezdő kapacitása 30 000 t réz és 1750 t kobalt volt. *K. A.*

Ch. Ztg. 1960. 21. sz.

*

Brazíliában a meglevő két *alumíniumkohó* kapacitását 18 000 t-ról 40 000 t-ra fokozzák és Minas Gerais államban egy új, évi 30 000 t kapacitású kohó építését tervezik. *K. A.*

Alumínium 1960. 10. sz.

*

Lengyelországban a Skawina-i *alumíniumkohó* 1965-ig 23 000 t-ról 46 000 t-ra emeli kapacitását. Ezenkívül 1961-ben megkezdik Konin-ban egy 100 000 t-ás gyár építését, befejezését 1969—70-re tervezik. A bauxitot egyelőre hazánkból importálják, később azonban hazai anyagot akarnak feldolgozni. *K. A.*

Alumínium 1960. 10. sz.

*

Jugoszláviában a *ferromangán* termelése 1958-ról 1959-re 31 860 t-ról 40 000 t-ra emelkedett. Új létesítményei közül kiemelkedik a Jugochrom Jegunovciban épített telepe, amelynek berendezése Európában a legmodernebbek egyike. Itt *ferroszilíciumot, szénszegény ferrokromot,* s *szilíciumcarbidot* is termelnek. További vasötvözetüzemek Sibenikben és Russeban, Maribor mellett. Jugoszlávia vasötvözet kivitele az utóbbi években erősen emelkedett :

	1953	1959
	t	
ferrokrom	3546	7953
ferromangán	4084	7663
ferroszilícium.....	611	9921
szilikomangán	810	700

K. A.

Chem. Ind. 1960. 7. sz.

*

Bulgáriában Plovdiban a szovjet segítséggel épülő *ólom-cinkgyár* Európában a legnagyobbak közé tartozik. Évenként 30 000 t cinket, 40 000 t ólmot és 60 000 t kénsavat fog termelni. Az ércdúsító berendezésben keletkező SO_2 gázokat kénsavvá fogják feldolgozni. *K. A.*

Ch. Ztg. 1960. 20. sz.

Alumíniumból előregyártott dongahéj védőtető

Gyakori feladat ipari csarnokaink födémjének teljes vagyrészleges kicserélése, hiszen az épületeknek ez a része, az amely az időjárás viszontagságainak és külső terheléseknek legjobban ki van téve.

A feladat megoldásának ismertetését az is indokolja, hogy a II. 5 éves tervünk irányelvei szerint, az elkövetkezendő években az ipari termelés növelését nagyrészt nem új ipari üzemek létesítésével, hanem meglevő üzemeink korszerűsítésével és bővítésével kell elérnünk.

A tárgyalt műszaki megoldás továbbá felhasználható a Gazdasági Bizottság legutóbbi határozatának végrehajtásához, mely szerint vegyipari-, kőolajipari- és alumíniumipari berendezések egy részét a jövőben nem épületben kell elhelyezni, hanem csupán szükségszerűen védőtetővel kell ellátni.

A Kőbányai Könnyűfémműben a hengermű csarnokának kőszivacspalló lefedése kb. 20 évvel ezelőtt készült és ez a felhasznált bauxitcement, valamint a fagyok következtében tönkrement.

A födémet úgy kellett kicserélni, hogy ezalatt a hengerműben a termelés zavartalanul folytatható, továbbá a csapadék elleni tökéletes védelem mellett a pormentes levegő is fenntartható legyen.

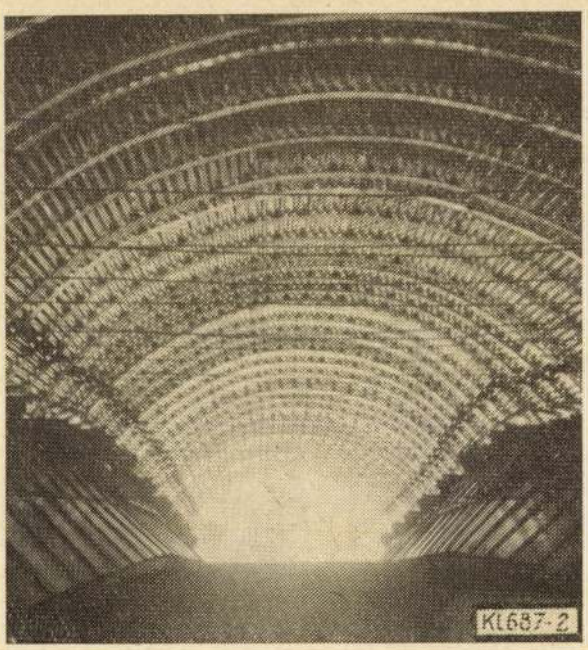
Általános megoldás

Most csak a csapadék elleni védelemre térünk ki, mivel a feladat többi részét az általánosságban ismert építészeti módszerekkel oldottuk meg.

A hengermű födémjén keresztirányban egymástól kb. 6,0 m-es tengelytávra húzódó üvegezett, vasszerkezetű felülvilágítók adtak lehetőséget arra, hogy a gerincükre a kis önsúlyú előregyártott alumínium szerkezetű dongahéj elemeket a födémcsere ideje alatt felerősíthessük.

Az alumínium használatát indokolta az, hogy a nagy tetőfelületet (2460 m²) öt szakaszra osztottuk és ezáltal az elemeket több ízben áthelyezhettük,

1. ábra

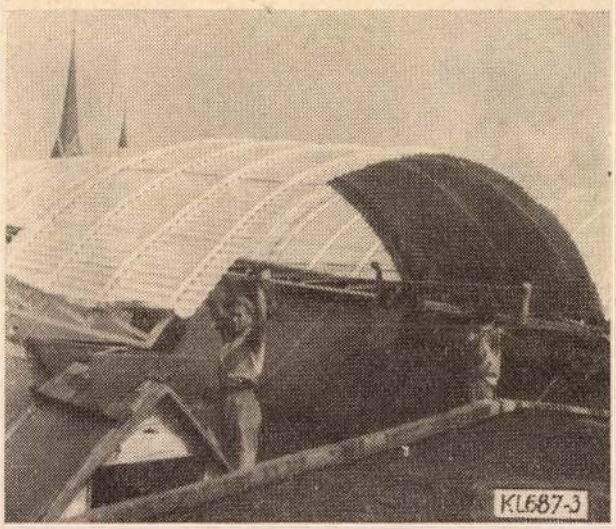


2. ábra

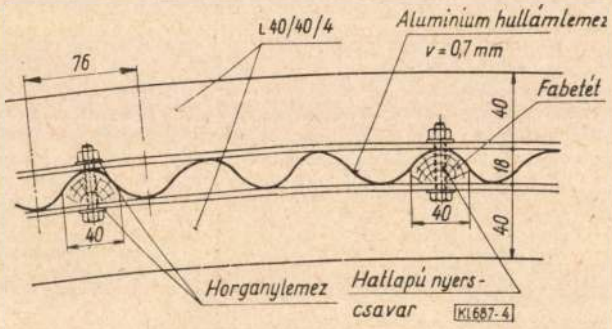
továbbá az a követelmény is, hogy minél kevesebb elemmel, minél nagyobb tetőfelületet fedhessünk le, természetesen a közúti szállítás biztosításával. Az elemek könnyű súlya tette lehetővé a helyszínre szállítást és a 9,0 m magas csarnok tetejére az egyszerű felemelést.

Szerkezeti megoldás

A követelményeknek megfelelő dongahéj elemek az *1.* és *2. ábrákon* láthatók. A nagyméretű elemek (5,4 × 2,6 = 14,0 m²) — egynek a súlya mindössze 100 kg — tették lehetővé, hogy a 490 m²-es tetőfelületet, amely az építés egy szakaszának felelt meg, 36 db héjjal lefedhettük. Az elemeket négy ember könnyen emeli *(3. ábra)*, az elhelyezés és az ötszöri átépítés gyorsan elvégezhető.



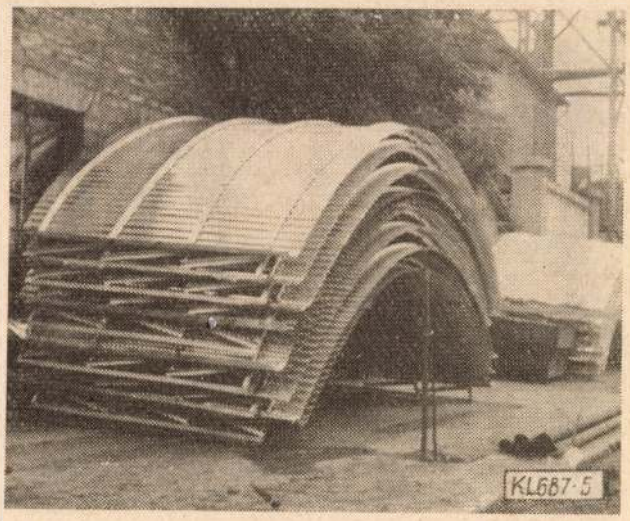
3. ábra



4. ábra

Az elemek szerkezeti felépítése a *4. ábrán* látható. A 0,7 mm vastag hullámlemezt a dongairányban futó, egymástól 70 cm távolságra elhelyezett alsó-felső borda fogja közre. Anyaga: Al-Mg-Si edzett ötvözet (σ_B = = 22 kg/mm²). Az elemek egymáshoz hullámirányban kapcsolódnak. Az alumínium felhasználás 6 kg/m². Az íveket a beemeléskor és a tetőn való szállításkor vonóvasak kötik össze. Egymásba helyezve gazdaságos helykihasználással szállíthatók *(5. ábra)*.

Az előregyártott héjelemeket a felülvilágítókon olyan saruk segítségével támasztottuk meg, melyek a két szomszédos dongahéj közé iktatott kis hullámelemek segítségével tették lehetővé, hogy az ugyanazon méretű héjelemeket különböző távolságon támaszthattuk alá. Azokon a részeken pedig, ahol a tetőn felülvilágítók nem voltak, különleges változtatható magasságú bakokat állítottunk fel.



5. ábra

Gazdaságosság

A védőtető mindössze 17%-kal növelte a födémcsere építési költségeit, ugyanakkor a gyártás zavartalan üzemmenete többmillió forintos termelést biztosított.

Seregi György okl. mérnök
Kelecsényi Zoltán okl. ép. mérnök
Alumíniumipari Tervező Intézet

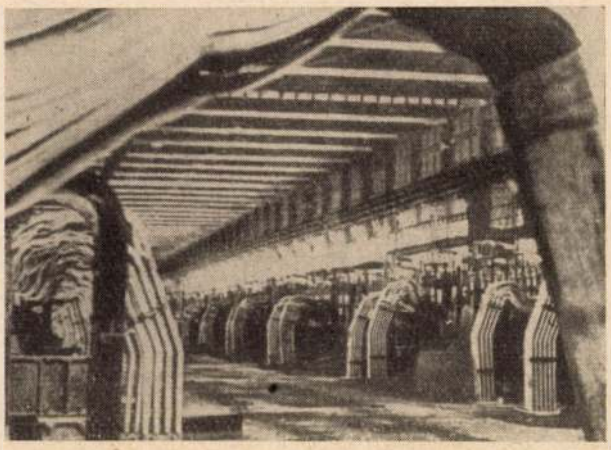
Alumíniumkohászati konferencia Sztálingrádban

Az alábbiakban *Grigorenko* [1], valamint *Beljaev* és *Firszanova* [2] beszámolója alapján ismertetjük az 1959. november 16—19-e között tartott konferencián elhangzottakat. A konferencián összesen mintegy kétszázan vettek részt a sztálingrádi, urali, bogoszlovszki, dnyeprovszki, volhovi, kanakeri, nadvojci, kandalaksai, szumgajti és a sztálingrádi alumíniumkohók, a kutató- és tervezőintézetek (VAMI, Giproaljuminij) és a kohászati főiskolák képviselői. 19 előadás és 29 hozzászólás hangzott el, előadást tartott többek között *Zamulo, A. A.* a sztálingrádi alumíniumkohó főmérnöke is. Az elhangzottak rövid összefoglalása a következő.

A Szovjetunió alumíniumkohászatának fejlődését 3 szakaszra lehet osztani, az elsőt nyitott, 24—36 kA-es blokkanódás, a másodikat 50—70 kA-es oldaltüskés, a harmadikat pedig nagy teljesítményű felsőtüskés kádak építése jellemzi. A felsőtüskés kádak előnye, hogy jobban megoldható az alumíniumkohászati munkák gépesítése és csökken a kádszerkezet súlya. A harmadik szakasz a sztálingrádi alumíniumkohó üzembehelyezésével kezdődött meg.

A sztálingrádi felsőtüskés kohót kísérleti felsőtüskés kádakkal szerzett üzemi tapasztalatok alapján tervezték. Az *1. ábrán* [3] egy sztálingrádi felsőtüskés kádat látunk. Kísérleti felsőtüskés kádak voltak a sztálinszki, urali (Kamenszk—Uralszk) és a kandalaksai kohóban. Ezekkel Sztálinszkban 62 g/kWó energiakihozatalt, Kandalaksában 60—61 g/kWó-t és 85—86% áramhatásfokot, az Uralban 60 g/kWó-t és 84—85% áramhatásfokot értek el. Megoldották a nagy áramerősségeken fellépő mágneses erőterek hatásának kiküszöbölését kompenzáló sínezés, kétoldalú anód áramhozzávezetéssel.

A sztálingrádi alumíniumkohó II. csarnokában 1959 januárjában kezdték meg az anódégetést, az I. csarnokot augusztusban helyezték üzembe. Az anódégetéshez — ennek meggyorsítására — az áramerősséget folyamatosan növelték, ezenkívül az anód alá kokszdara helyett csak alumíniumlemezt helyeztek. A gázmosó és fluorsóregeneráló berendezés építése folyamatban van. A katódszekrényen belül gipsztömítést, a sínezésben hegesztett réz-alumínium kontaktusokat használnak, az anódot nem fedik be, csak egy rácsot helyeznek az anódköpenyre. A tüskék tisztítását acélszemcsés fúvatással végzik, a kéregbetörést és a timföldadagolást gépesítették.



1. ábra. Sztálingrádi felsőtüskés kád

Berendezések készültek masszabrikett gyártására és adagolására. A Giproaljuminij (Aluterv) elkészítette egy automatikus folyamatos timföldadagoló berendezés terveit (a timföld adagolása a gázharangon keresztül történik) s kivitelezésre átadta a sztálingrádi és a kandalaksai alumíniumkohónak. Különböző megoldású elektromágneses, vagy pneumatikus vezérlésű automatikus és félautomatikus timföldadagoló berendezésekkel kísérleteznek a dnyeprovszki, kanakeri, urali és a bogoszlovszki kohóban is. Sztálingrádban félvezetős egyenirányító berendezést használnak. Kísérleteznek vöröstégla helyett vasbeton, mélyebb katódtér, alacsonyabb anódköpeny használatával, különböző mennyiségű kötőanyagot tartalmazó és különböző elkészítésű kötőanyaggal készített anódmasszával, 8 helyett 4 tüskeszinttel. Kísérleteket folytatnak az optimális fém- és elektrolitnívó, molarány, CaF_2-tartalom és a kezelések optimális gyakoriságának meghatározására, a felsőtüskés kádtipussal kapcsolatos kohászati műveletek tökéletesítése céljából. A tervezett fajlagosok elérését 1961 végére várják. Itt megemlíthető még a katódfelület csökkentésére (a katódos áramsűrűség növelésére) a bogoszlovszki alumíniumkohóban használatos módszer mesterséges oldalszigetelés (koszorúlépcső) létesítésével. (Részletesen lásd [5].) Az alumíniumkohászattal kapcsolatos *kutatómunka* a következő témakörökkel foglalkozott :

A mágneses erőterek kérdése (mérési módszer kidolgozása), a szellőzés problémája (modellkísérletek), tűzálló beton használata, automatizálás, az anód és az anódmassza minősége. Vizsgálatokat végeztek az áramhatásfokkal kapcsolatos egyes problémákkal kapcsolatban és foglalkoztak az elektrolit-hőmérséklet méréssel is.

Az alumíniumkohók automatizálására vonatkozó vizsgálatok során üzemi kísérleteket folytatnak teljes kádszériákon az UAZ-ban és Nedvojcban az optimális automatika kidolgozására. Egyik megoldás a konstans kádfeszültségre szabályozás, a másik konstans anód-talp-katódsín feszültségesés automatikus beállítása a pólustávolság automatikus szabályozásával.

Az üzemi Söderberg-anódokon lényegesnek tartják a megfelelő hígmasszanívó tartását s a hígmassza kellő viszkozitását, elsősorban az anód felső felületén távozó kátránygőzök mennyiségének csökkentése céljából. Legyen kicsi a kokszolódáskor fellépő zsugorodás és az anód minden komponense lehetőleg egyformán égjen ki (lásd [4]). A levegőszennyezés problémájának radikális megoldását a folyamatos timföldadagolás bevezetésétől várják.

További cél a kádak teljesítményének növelése, fokozott gépesítés, az automatizálás bevezetése, egészséges munkafeltételek biztosítása, a gázmosás, szellőzés és a felsőtüskés kádtípus anódproblémáinak megoldása.

Az utóbbi években az alumíniumkohászat fejlődésének főbb vonásai — oldaltüskés kádakon — a Szovjetunióban a következők voltak :

1. A molarány növelése 2,6—2,7-re az elektrolit vezetőképességének, a timföld oldhatóságának növelése, a fluorsó-fogyasztás csökkentése céljából.
2. Savanyú elektrolitokban MgF_2, illetve kausztikus magnezit adalék használata (UAZ, Dnyeprovszk, Sztálinszk, Bogoszlovszk).
3. A kádak áramerősségének növelése.
4. A kádkezelés gépesítése.
5. Üzemvitel salakolás nélkül.

IRODALOM

[1] *Grigorenko, G. A.:* Cvet. Metallü *33*, 1960. 2. 84—87. old.
[2] *Beljaev, A. I.—Firszanova, L. A.:* Izv. VUZ. Cvet. Metallurgija *3*, 1960. 2. 166—168. ld.
[3] *Koroljev, I.:* Szovjetunió 1959. 2. 8. old.o
[4] *Romwalter A.:* Elektródmasszák Techn ológiája Mérnöki Továbbk. Int. Bp. (3211). 1955.
[5] *Abdullin, N. A.:* Cvet. Metallü *33*, 1960. 4. 41—44. old.

Paczolay Gyula

Könyvismertetés

Visnyovszky László, a műszaki tudományok kandidátusa : **Nyersvasgyártás.** A Kohászati Zsebkönyvek sorozatban megjelent könyv szerkesztője *Vissi Géza*. A szöveget szakmailag ellenőrizte *Claus Alajos*. Műszaki Könyvkiadó kiadása, Budapest 1960. 420 oldal, 233 ábra, 132 táblázat. Megjelent 900 példányban.

Igen örvendetes, hogy a nyersvasgyártás tárgykörben egyaránt szegény külföldi és hazai szakirodalom, újabb értékes szakkönyvvel gazdagodott. A mű, célkitűzéseit illetően a termelésben közvetlenül résztvevő szakemberek részére készült, tartalmazva azokat a gyakorlatban fontos tudnivalókat, melyekre a nyersvasgyártással foglalkozóknak lépten-nyomon szükségük van. A sok és jól rendszerezett üzemi adatot tartalmazó táblázat, valamint a bőséges és könnyen kezelhető diagram, a könyvet a gyakorlat számára különösen értékessé teszi. Elméleti vonatkozásai, részletessége és értékes üzemi adatai alapján a könyv oktató, ill. tudományos kutatómunkát végzőknek is hasznos segédkönyv.

A mű 8 nagy fejezetre oszlik, melyen belül számos alfejezetben — egy-két kivételtől eltekintve — helyes logikai sorrendben tárgyalja a bőséges anyagot, ami a nyersvasgyártás fizikai-kémiai alapjaitól kezdve a nyersvasgyártás alapanyagait, azok előkészítését, a nagyolvasztómű szerkezetét, felépítését, metallurgiai folyamatait, üzemét s a nagyolvasztósalak hasznosítását foglalja magában. A könyv áttekinthető és az abban való tájékozódást a részletes tartalomjegyzék és a kissé szűkre szabott tárgymutató segíti. Kár, hogy a könyv irodalmi hivatkozásokat nem tartalmaz, így esetleges kétes adatok vagy megállapítások ellenőrzésére, illetőleg egyes fejezeteknek a forrásmunkákból való bővebb tanulmányozására nincs mód.

I. fejezet. A fizikai-kémiai alapfogalmak közül szűken csak azokat az elemeket tárgyalja, melyek a nyersvasgyártás metallurgiai folyamatainak megértésében nélkülözhetetlenek. Itt kaptak helyet a nyersvasgyártás szempontjából fontos homogén és heterogén rendszerek is.

A nagyolvasztó metallurgiai folyamatainak részletes termodinamikai vizsgálata köztudomásúan számos nehézségbe ütközik, s a gyakorlat számára írt könyvnek nem is lehet ez elsőrendű feladata. A termodinamika felhasználását a nyersvasgyártásban egy pár lényegesen leegyszerűsített példában mutatja be.

II. fejezet. „*A vasércek kohósítása*" címmel a kohósítás legáltalánosabb elveit, a vaskohászat, s a magyar vasgyártás történetét ismerteti, valamennyi ipari állam vaskohászatára jellemző történelmi adatokat magábafoglaló értékes táblázatokkal együtt.

III. fejezet. A nyersvasgyártás alapanyagairól és energiahordozóiról ad részletes tájékoztatást, sok hasznos táblázattal. Külön ismerteti a hazai alapanyag- és energiaforrásokat.

Nagyon helyes lett volna a hazánkban felhasználásra kerülő kohókokszok összetételét, valamint szilárdsági tulajdonságait feltüntető táblázatot „A koksz minősége és értékelése" c. alfejezettel együtt a IV. fejezet helyett itt közölni.

IV. fejezet. A vasércek előkészítését fontosságának megfelelő súllyal és terjedelemmel tárgyalja. Előljáróban az előkészítés lényegét, jelentőségét, az előkészített ércnek elérhető eredményeket ismerteti, igen világos szemléltető módon. Ezután a vasércdúsítás, a fizikai előkészítés, a hőtechnikai előkészítés és a vasércdarabosítás különböző módjai következnek. Az ezt követő alfejezet a vasércek értékeléséről ad nagyon

hasznos, példákkal illusztrált tudnivalókat. A fejezet a koksz minőségének és értékelésének problémáival zárul, mely téma azonban az előző fejezetben megfelelőbb helyet kapott volna.

V. fejezet. „A nagyolvasztó szerkezete és felépítése" c. fejezet az üzemi igényeinek megfelelően a könyv legterjedelmesebb — kb. egyharmadát betöltő része. Címétől eltérően nemcsak a nagyolvasztóval foglalkozik, hanem — az ércelőkészítő üzemeken kívül — a nagyolvasztó segédüzemeivel is. Talán a villamos gáztisztítás kívánt volna nagyobb részletességet.

A komplett nagyolvasztómű együttes ismertetése — bizonyos előnyei mellett — sajnos logikai csorbát ejt a könyv felépítésében. Az olvasó előbb találkozik a gáztisztítással s csak azután ismerkedik meg, a következő fejezetben, a nagyolvasztóban lejátszódó folyamatokkal, sőt a gáztisztító berendezések még a léghevítőket is megelőzik.

VI. fejezet. „A nagyolvasztó metallurgiai folyamatai" c. fejezet, az olvasztó aknájában, nyugvójában és medencéjében lejátszódó folyamatokat, a különféle elemek viselkedését tárgyalja, általában a reakciók oxigénpotenciáljának a hőmérséklet függvényében való változását feltüntető diagramok alapján, majd ismerteti a nagyolvasztó-salakok kémiai és fizikai tulajdonságait.

Ennek a fejezetnek teljesebbé tétele megkívánta volna, hogy a VII. fejezet „Fizikai viszonyok a fúvósíkban" c. szakasza, mely a fúvókák előtt lejátszódó fizikai és kémiai folyamatokat, s ezen keresztül a gázösszetétel kialakulását írja le, a nagyolvasztó metallurgiai folyamatainak tárgyalása elé kerüljön.

VII. fejezet. „A nagyolvasztó üzeme" címmel a nagyolvasztó teljesítményével, hőgazdaságával és az ezeket szabályozó tényezőkkel foglalkozik kellő alapossággal. Ismerteti az elegyszámítást, s a különböző nyersvasfajták, ill. ferroötvözetek gyártását, valamint a különleges kohósítási eljárásokat, ill. a termelés növelésére és a kokszfogyasztás csökkentésére szolgáló módozatokat, az üzemvezetés tudnivalóit, beleértve, az üzemzavarokat, azok megelőzését, ill. megszüntetését is.

Csak sajnálni lehet, hogy az adagolás automatikájáról, egyáltalán az üzem műszerezéséről és ennek segítségével az üzem ellenőrzéséről szinte semmit nem kap az olvasó, pedig ezek a mai nagyolvasztóműhöz, s annak működéséhez hozzátartoznak.

VIII. fejezet. A nagyolvasztó-salakok hasznosítási problémáival, ezen belül salakkő, hidraulikus kötőanyag, salaktégla, habsalak és salakgyapot előállításával, ill. a nagyolvasztó-salakoknak talajjavításra történő felhasználási lehetőségeivel foglalkozik.

A mű nyelvezete egyszerű, világos, könnyen érthető, s műszakilag helyes. A meghonosodott, de helytelen „nagyolvasztóprofil" helyett az itt látott sokkal találóbb „nagyolvasztó körvonalrajz" kifejezés remélhetőleg átmegy a közhasználatba. A „Cowper-léghevítő"-nek egyszerűen „cowper"-kénti elnevezése nem helyes.

A könyv könnyen kezelhető, ízléses és tartós kiállítása a Műszaki Könyvkiadót dicséri. Sajnálatos módon néhány nyomdai hiba zavarja a könyvben a tájékozódást. Pl. a 229—241 közötti oldalak élőfeje hibás, mert a „Torokgázok portalanítása" helyett „Torokgázvezeték" szerepel. Úgyszintén a „léghevítők" helyett a 263—265 oldalakon „öntőcsarnok, a 267. oldalon „Nyersvas és salak kezelése", a 269—273. oldalakon pedig a „Nagyolvasztóművek telepítése" a helyes élőfej. A 146., ill. a 160. ábra rossz helyre, a 117., ill. a 148. ábra mellé került.

Farkas Ottó

Egyesületi hírek

Vaskohászati Szakosztályunk sztálinvárosi csoportjában 1960. második félévében 8 előadás hangzott el.

Az első előadást *Juhász János* kohómérnök, a Sztálinvárosi PB első titkára tartotta: „Műszaki értelmiségünk a második ötéves terv kapcsán" címen.

További előadások az alábbiak voltak:

Nagy Zoltán: A Dunai Vasmű lemezternelésének jelentősége a magyar népgazdaságban.

Buza Antal: Folytatólagos szalagsorok hengerlési technológiája.

Slezsanovszkij, O. V.: Modern hengersorok villamos hajtásai.

Dr. Szeghegyi Árpád: Az előnyújtósor villamos hajtásával kapcsolatos technológiai kérdések.

Szabó Géza és *Szmicsek Sándor:* Tányéros fejpárlat-lefejtő kolonna töltelékes kombinációjának ismertetése.

Horváth József: Korszerű kenőanyagok és azok használata.

Geiling Béla: Kokszoló kemencék szárítása és felfűtése.

A sztálinvárosi csoport taglétszáma tagtoborzás folytán 135 főre növekedett.

H. E.

Egyetemi hírek

A Freibergi Bányászati Akadémia és a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem együttműködési és barátsági szerződést kötöttek. A két szakaszból álló szerződés első része a tudományos és módszertani együttműködést, a második része pedig a társadalmi szervek közötti baráti és kultúrális kapcsolatokat tartalmazza. A szerződést Prof. Dr. Ing. *Oelsner, O.* a Freibergi Bányászati Akadémia rektora, valamint *Dr. Sályi István* a Miskolci Nehézipari Műszaki, Egyetem rektora 1960. dec. 15-én, Miskolcon írta alá.

Nándori Gyula, a Vaskohászattani Tanszék adjunktusa, 1960 június 23-án, „Szilikátzárványok keletkezésének és jelenlétének vizsgálata öntöttvasban" c. kandidátusi értkezését a MTA-n megvédte, s ennek alapján a TMB a műszaki tudományok kandidátusává nyilvánította.

A Kohóipari Gazdasági Mérnöki Szakon első ízben 1960. szeptember 29-én volt diplomatervvédés, mely alkalommal *Német Lajos* okl. kohómérnök, kohóipari gazdasági mérnöki oklevelet szerzett.

Megjelent a NME Közleményei IV. kötete, mely a jubileumi ünnepség beszédeit és előadásait, valamint a NME első 10 évéből vett összefoglaló adatokat tartalmazza. A NME miskolci első 10 éve c. munka bekötve, a Központi Könyvtárban áll az érdeklődők rendelkezésére, amely az egyetem, a karok és a tanszékek történetét tartalmazza.

A Kohómérnöki Karon a következő új tantárgyak oktatását vezették be a közel múltban:

Porkohászat.
Fémek hőkezelése.
Acélok hőkezelése.
Radioaktiv izotópok használata a kohászatban,
Ferroötvözetek gyártása.
Hazai kohókoksz gyártása.
Kohászati automatika.
Uránkohászat.
Az atomenergia békés felhasználásának kohászati vonatkozásai.
A világ alumíniumiparának és a termelés rentabilitásának helyzete.
Fémfizika.

1961. január 1-én *Sipos László* fizikai-kémiai szakos tanárt a Kémiai Tanszékre tanársegéddé nevezték ki.

Farkas Ottó

СОДЕРЖАНИЕ

Эмед, Д.: ДЕФОРМИРУЕМОСТЬ МОНО- И ПОЛИКРИСТАЛЛОВ МАГНИЯ. ..... 49. p.

Автор занимается тем свойством магния, по которому магний можно деформировать только между узкими температурными пределами. С помощью ознакомления соответствующей литературы, показывает связь явления с кристаллической структурой. Дает обьяснение явления.

Фукс, Э.: ОСТАТОЧНЫЙ АУСТЕНИТ И ЕГО ИССЛЕДОВАНИЕ В СТАЛИ ..... 57. p.

Для определения содержания аустенита стали применяли почты все известные в металлографии методы. Автор сообщает дилатометрический, магнитный и рэнтгендиффракционно-фазовой методы. Указывает на усовершенствования этих методов, разработанных в Исследовательском институте черной металлургии. По мнению автора, только после тщательного рассуждения можно выбрать тот метод, из имеющихся, который будет применён в данном случае.

Палвелди, А.: ИССЛЕДОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ПОМОЩИ ПРОБ ДАВЛЕНИЕМ ..... 62. p.

Простым методом, для изучения явлений пластической деформации является испытание давлением. Прочность деформации можно определить графической экстраполяцией соответствующих процентных изменений формы проб, имеющие различную высоту. Увеличение прочности деформации — относительно к данной критической величине — соответствует логарифмическому увеличению скорости. При нагревании на диаграммах давления имеются местные максимумы, которые связаны, вероятно, изменением скорости рекристаллизации. Траектории, которые можно рисовать в диаграммы давления проб различной высотой, хорошо характеризуют изменения давления в зависимости от высоты и трения.

Др. Буйдошо, К.—Имре, А.—Тот, Л.: ИССЛЕДОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНЫХ, ВЫЩЕЛАЧИВАЮЩИХ АВТОКЛАВНЫХ ЛИНИЙ ГЛИНОЗЕМНОГО ЗАВОДА РАДИОАКТИВНЫМ ИЗОТОПОМ. 66. p.

Авторы исследовали работу непрерывной выщелачивающей системы радиоактивным изотопом. В начале провели лабораторные опыты. На основе лабораторных результатов сделали заводские исследования на глиноземных заводах в г. Мадяровар и Алмашфюзито. В статьи дано описание исследований и результатов и сравнение опытов на двух заводах. Установили, что материал переходит через автоклавы за более короткое время, чем это теоретически расчитано. Определили и их разность.

Репаши, Геллерт: ОПЫТЫ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СТАЛИ ИЗ ЧУГУНА, СОДЕРЖАЩИЙ 0,8—1,2% МАРГАНЦА НА ДУНАЙСКОМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ ..... 72. p.

Доклад оценивает качество чугуна, низким содержанием марганца, производенной на Дунайском металлургическом заводе, указывает на связь между производством чугуна низким содержанием марганца и расходом ферромарганца при раскисления стали. Кроме этого, докладчик занимается вопросами развития сталеплавильного цеха Д. М. З.

Элеш, Ласло: ВЛИЯНИЕ СОПУТСТВУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПРОИЗВОДСТВО ЧУГУНА И СТАЛИ ..... 75. p.

Докладчик занимается первичными и вторичными элементами чугуна и их происхождением. Указывает на трудность удаления сопутствующих элементов во время подготовки руд, на влияние этих элементов в литейном и сталеплавильном производстве и в дальнейшем переработке. В дальнейшем, автор занимается вопросами исследования и оценки сопутствующих элементов.

Шимон, Б.: ОПИСАНИЕ ДОМЕННОГО ЦЕХА В Г. УЙМАШША ..... 81. p.

Автор ознакомит 150 летней работой предка металлургического завода в г. Диошдёр.

Ловаши, Ё.: ПОСРЕДСТВЕННОЕ, ОБЪЕМНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРАНА В ПРИСУТСТВИИ ЖЕЛЕЗА. ..... 86. p.

Автор разработал посредственный аналитический метод для определения урана в присутствии железа. В кислотной среде при помощи алюминиевой стружки выделяет водород. Газом восстанавливает трёхвалентное железо до двух и шести валентный ура́н до четырёх валентного, после чего раствор титруется бихроматным — мерным раствором. Точность метода ±1,7%.

INHALT:

Emőd, Gy.: **Die Formbarkeit der Magnesium-Ein- und Mehrkristalle** ..... 49. p.

Der Verfasser untersucht die Eigenschaft des Magnesiums, nur innerhalb von engen Temperaturgrenzen formbar zu sein. Auf Grund von Literaturangaben wird der Zusammenhang mit der Kristallstruktur klargestellt. Die Erklärung der Erscheinung wird gegeben.

Fuchs, E.: **Der Rest-Austenit in gehärteten Stählen und seine Prüfung** ..... 57. p.

Zur Bestimmung des Austenit-Gehaltes der Stähle wurden die meisten üblichen metallographischen Methoden angewendet. Nähere Beschreibung der dilatometrischen, magnetischen und Röntgendiffraktions-Methoden, dabei Hinweise auf die in dem Eisenforschungs-Institut entwickelten Verbesserungen. Die jeweils anzuwendende Methode kann durch Prüfung und Erwägung der zur Verfügung stehenden Messapparate bestimmt werden.

Pálvölgyi, Á.: **Untersuchung der Erscheinungen der bildsamen Verformung mit Hilfe von Druckproben** 62. p.

Bestimmung der Verformungsfestigkeit durch graphische Extrapolation, der an verschieden hohen, aber prozentuell gleich verformten Druckproben gemessenen Spannungen. Die Zunahme der Verformungsfestigkeit ist proportional zu der Logarithme der Zunahme der Verformungsgeschwindigkeit. Bei der Warmformgebung zeigen die Druckkurven ein lokales Maximum, welches wahrscheinlich mit der Änderung der Rekristallisations-Geschwindigkeit zusammenhängt.

Bujdosó, E.—Imre, A.—Tóth, L.: **Die Untersuchung der kontinuierlichen Aufschliess-Autoklavenreihen in Tonerdefabriken mit radioaktiven Isotopen** .... 67. p.

Die Verfasser haben den Verfahrensablauf in einem kontinuierlichen Aufschluss-System mit radioaktiven Isotopen untersucht. Zuerst wurden Vorversuche im Laboratorium durchgeführt. Auf Grund der hier gesammelten Daten wurden in Magyaróvár und Almásfüzitő Grossbetriebsversuche unternommen. Die Versuche und ihre Resultate werden beschrieben und die beiden Betriebsversuche werden verglichen. Die Substanz passiert die Autoklaven in kürzerer Zeit, als theoretisch berechnet wurde. Die Grösse dieser Zeitabkürzung wurde ebenfalls berechnet.

Répási, G.: **Betriebserfahrungen im Stahlwerk des Donau-Eisenwerkes mit Roheisen von 0,8—1,2% Mangangehalt** ..... 72. p.

Wertung des Stahlroheisens mit einem Mn-Gehalt von 0,8—1,2%. Zusammenhang zwischen Mn-Gehalt des Roheisens und des zur Desoxidation benötigten

(Fortsetzung an 3-te Umhüllungs-Seite)

(Fortsetzung von 96-te Seite)

Ferromangan-Verbrauches. Entwicklungs-Aufgaben des Stalwerkes.

Éles, L.: **Einfluss der Begleitelementen des Roheisens auf die Stahl-Erzeugung** ..... 77. p.
Die primären und secundären Begleitelemente des Roheisens und deren Herkunft. Möglichkeiten der Abscheidung der Begleitelemente, während der Erzvorbereitung. Einfluss der Begleitelemente in der Giessereipraxis, Stahlerzeugung und Weiterverarbetung.

Simon, B.: **Beschreibung des alten Hochofens in Újmassa** ..... 81. p.
Ausführung und Betriebsweise des ehemaligen —150 Jahre alten — Hochofens.

Lovasi, I.: **Die indirekte volumetrische Bestimmung von Uran in Gegenwart von Eisen** .....86.p.
Ein indirektes Analyseverfahren wurde ausgearbeitet zur Bestimmung von Uran in Gegenwart von Eisen. In saurer Lösung wird mittels aus Aluminiumsspänen entwickeltem Wasserstoff Fe-III zu Fe-II und U-VI zu U-IV reduziert. Anschliessend wird die Lösung mit einer Bichromat-Messlösung titriert. Die Genauigkeit des Verfahrens beträgt ±1,7%.

CONTENS:

Emőd, Gy.: **Formability of magnesium single and polycrystals** ..... 49. p.
The author investigated the characteristic of magnesium of exhibiting formability only within a narrow temperature range. The correlation with crystal structure is demonstrated through a survey of literature data. The explanation of the phenomenon is given.

Fuchs, E.: **The examination of remanent austenite in quenched steel** ..... 57. p.
Almost every usual metallographic method has been employed for the determination of the austenite content in steels. The author discusses phase analysis by dilatometric, magnetic and X-ray diffraction methods and describes the improvements developed in the Iron and Steel Research Institute. In his view the method to be employed in a given case should be selected only after careful consideration of the available facilities.

Pálvölgyi, Á.: **Investigating plastic deformation phenomena by compression tests** ..... 62. p.
Compression testing is a simple means of investigating the phenomena associated with plastic deformation. Forming strength may be determined by graphic extrapolation of the stress values belonging to identical deformation percentages of test pieces of different heights. The increase in forming strength is proportional to the logarithm of the rate increase compared to a critical rate value. In hot forming the compression curves exhibit a local maximum which is probably connected with the variation of the recrystallization rate. The family of trajectories which can be drawn in the compression diagrams of test pieces of different heights could be used conveniently to characterize the variation of loading with height and friction.

Bujdosó, E.—Imre, A.—Tóth, L.: **Investigation of continuous digesting autoclave series in alumina plants by radioactive isotopes** ..... 66. p.
The operation of a continuous digesting system was investigated with radioactive isotopes. First some preliminary laboratory experiments were performed. The data collected here were used in conducting plant experiments at Magyaróvár and Almásfüzitő. After a description of the experiments and their results the two plant experiments were compared. It was concluded that the retention time of the substance in the autoclaves is shorter than the theoretically calculated value ; the amount of time gain is given.

Répási, G.: **Steelmaking experiences in the Duna Integrated Steel Works with 0,8—1,2 per cent manganese pig iron.** ..... 72. p.
The lecture gives an evaluation of the quality of the low manganese pig iron produced in the Duna Integrated Steel Works and of the correlation between the low-manganese pig iron and the consumption of FeMn used as desoxidant in steelmaking. The lecturer also discusses some problems concerning the development of the steel mill of the Duna Integrated Iron and Steel Works.

Éles, László : **Influence of some accompanying elements of iron on the production of pig iron and steel.** ..... 77. p.
The primary and secondary constituents of pig ron and their origin are discussed. The author describes the possibilities inherent in ore dressing methods for removing the accompanying elements, the influence of these elements on foundry work, steelmaking and further processing and the problems of their analysis and evaluation.

Simon, B.: **The operation of the Újmassa blast furnace** ..... 81. p.
The author describes the facilities and operation of the 150 years old plant which was the predecessor of the Diósgyőr Ironworks.

Lovasi, I.: **The indirect volumetric determination of uranium in the presence of iron** ..... 86. p.
An indirect analytical method has been developed for the determination of uranium in the presence of iron. Fe-III is reduced to Fe-II and U-VI to U-IV by hydrogen evolved in an acid medium from aluminium chips and subsequently the solution is titrated with a bichromate measuring solution. The method is exact to within ±1,7 per cent.

KOHÁSZATI LAPOK
Főszerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor
Műszaki Könyvkiadó. Budapest. V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Megjelenik: 1720 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em 306. — Telefon: 127-084
61-4525-689/2-Réval-nyomda, Budapest. V., Vadász utca 16.
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850.) vagy bármely postahivatalnál.
Előfizetési díj: egész évre 144.—Ft, egyesületi tagoknak 96.—Ft. Egyes szám ára: 12.—Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 08. sz. folyószámlájára)

Felhívjuk figyelmét az alábbi szakkönyvekre:

Pattantyús — **Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve** 2. kötet **Alaptudományok — Anyagismeret**	kötve 280,— Ft
Römpp: **Vegyészeti lexikon** 1. kötet	kötve 165,— Ft
Pachné—Frey: **Vektor és tenzoranalízis**	kötve 56,60 Ft
Lozinszkij: **Izzó fémek metallográfiai vizsgálata vákuumban**	kötve 75,50 Ft
Kismarty Lóránd: **Szerkezeti acélok és öntvények** 2. kiadás	kötve 36,50 Ft
Beckenbach: **Modern matematika mérnököknek**	kötve 87,— Ft
Visnyovszky László: **Nyersvasnyártás**	kötve 37,70 Ft
Rácz István: **Méret és nagyságrend**	kötve 20,40 Ft
Weltner Margit: **Szén-, koksz- és gázvizsgálatok**	kötve 35,— Ft
Zágon Pál: **Gazdaságos széntüzelés**	fűzve 12,50 Ft
Kerpely Kálmán: **Az elektroacélgyártás gyakorlata**	kötve 33,— Ft
Kálmán Lajos: **Gépi formázás**	fűzve 11,— Ft
Kerpely Kálmán: **Kohászati táblázatok**	kötve 57,50 Ft
Schön Gyula: **Felületi edzés**	kötve 30,— Ft

*

Kerpely Kálmán: **Az acélingot öntése**	kötve 31,50 Ft
Pintér András: **Kézi formázás**	fűzve 9,— Ft
Jánszky Lajos: **Műszaki bibliográfia 1900—1955.**	kötve 81,— Ft
Römpp: **Vegyészeti lexikon I. kötet**	kötve 165,— Ft
Comings: **Nagynyomású technológia**	kötve 97,— Ft
Pattantyús — **Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve** 2. kötet **Alaptudományok — Anyagismeret**	kötve 280,— Ft

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN

SZAKBOLT:

MŰSZAKI KÖNYVESBOLT

Budapest, VII., Lenin krt. 7.

KOHÁSZATI *lapok*

94. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

3. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 94. ÉVFOLYAM 3. SZÁM • 97—144. OLD. • BUDAPEST, 1961. MÁRCIUS

KOHÁSZATI LAPOK

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

Szerkesztőség: Budapest, V., Szabadság-tér 17. III. em. 306. Tel.: 127-084, 318-926
Венгерский Журнал Металлургии
Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen · Hungarian Journal of Metallurgy
Revue Hongroise de Metallurgie · Rivista Ungherese de Metallurgia

Főszerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BALÁZS FÜLÖP
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DOMONY ANDRÁS DR.
HAJTÓ NÁNDOR DR.
KÁLMÁN SÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
KÖRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
OVARI ANTAL
PILISSY LAJOS
SÁFÁR LÁSZLÓ
SÜVEGJÁRTÓ JÁNOS Dr.
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÉCSEY BÉLA Dr.

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

MEGJELENIK HAVONKÉNT

TARTALOM

Németh Károly—Mátyási József—Orbán Ferencné: Alkalikus és alkálimentes közegben előállított lisztoldatok hatása a vörösiszap ülepedésére 97
Dr. Ing. Lemm, H. P.: Nagyteljesítményű drót- és finomsorok tervezése 101
Kkönyvismertetés 108, 118
Altnéder János: Üzemi tapasztalatok a Dunai Vasmű SM-kemencéinek elgőzölögtető hűtésével 109
Műszaki és gazdasági hírek 113
Dr. Bujdosó Ernő—Imre Aladár—Tóth Lajos: Timföldgyári folyamatosan feltáró autóklávsorok vizsgálata radioaktív izotóppal 114
Dr. Káldor Mihály: Javaslat az acél szövetelemeinek elnevezésére .. 119
Üzemi hírek 119
Dr. Magyarosy István—Máriássy Mihály—Üveges József: Vizsgálatok hazai kéntartalmú bauxitokkal 120
Egyesületi hírek 128,134, 140, 144
Balogh Sándor: A nagyolvasztók jelenlegi automatikus vezérlő és szabályozó berendezései, azok jövőbeni fejlesztésének irányvonalai a Dunai Vasműben 129
Szőke László: Az acél vakuumban való öntésének csepeli tapasztalatai 139
Dr. Buray Zoltán: Alumínium szerkezetű fedett teniszcsarnok 141
Műszaki eseménynaptár 142
Acélipar alakulása a tőkés országokban 1960. év folyamán, különös tekintettel a második félévre 143

ÖNTÖDE:

Horváth Cs.—Tarján B.: Hiperuetektikus Al-Si dugattyúötvözet .. 49
Szakosztályi hírek 59
Varga F.—Füle E.: Gg. öv. féktuskó 60
Kelemen L.: Héjformázás a Szovjetunióban 63

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

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

СОДЕРЖАНИЕ:

Немет, К.—Матяши, Д—Эрбан, Ф.: **Влияние мучного раствора, произведённого в щелечной и безщелечной среде на осаждение красного шлама** **Р 97**

Опыты красным шламом показали, что безщелечная мука из рожи при комнатной температуре раньше потеряет способность к осаждению чем выдержанная в длительное время на 90° С. В осаждающем влиянии обратнощелечных т. е. безщелечных мучных растворов во первых 100 часах существенных отличий не нашли. В концентрированные щелечные растворы добавить муки нельзя непосредственно, так как она под воздействием щелечи комкуется.

Лемм, Х. П.: **Проектирование мелкосортного и проволочного стана** **Р 101**

В статье можем ознакомиться основными принципами проектирования современных мелкосортных и проволочных станов. При этом учитывается, что наряду высокой производительностью, допуски были бы по возможности в наиболее узких пределах соответсвенно современным требованиям. В следующей части статьи автор занимается современным расположением мелкосортных и проволочных станов.

Алтнедер, Я.: **Производственные опыты испарительного охлаждения мартеновских печей Дунайского металлургического завода** **Р 109**

На одном из мартеновских печей Д. М. З. вели в эксплуатацию опытную охлаждающую систему в которую включалась одна пятовая балка и рама одной двери. После получения хороших результатов, на всех печах установили испарительную охлаждающую систему. Автор отдельно указывает причины аварий и их исправление. По мнению автора, испарительное охлаждение мартеновских печей, является более надежным в эксплуатации, чем охлаждение с промышленной водой.

Др. Юуйдошо, К.—Имре, А.—Том, Л.: **Исследованиенепрерывных, выщелачивающих автоклавныхлиний глиноземного завода радиоактивным изотопом** **Р 114**

Авторы исследовали работу непрерыбной выщелачивающей системю радиоактивным изотопом. В начале провели лабораторные опыты. На основе лабораторных результатов сделали заводские исследования на глинозлёмных заводах в г. Мадяровар и Алмашфюзито. В статьи дано описание исследований и результатов и сраврение опытов на двух заводах. Установили, что материал переходит чёрез автоклавы за более короткое время, чем это теоретически расчитано. Определили и их разность.

Дп. Калдор, М.: **Предложение на наименование структурных элементов стали.** **Р 119**

По нашим знанием аустенит преобразуется тремя способами. Автор излагает их и на основе этого сделает вывод, что существующие наименования устарели и поэтому предлагает новых, более соответствующих.

Др. Мадяроши, И.—Мариашши, М.: **Исследования отечественными бокситами, содержащие серы** **Р 120**

Авторы исследовали возможность переработки серых бокситов методом Байера с точки зрения увеличения потребления каустической соды, осаждения и влиянии органических материалов, которые имеются из-за растворения серы. Установили, что увеличением содержания серы в боксите, увеличивается потребление каустической соды; при выщелачивании не обоженных руд, осаждение красного шлама не удовлетворительное; при выщелачивании и удалении балластных солей органические материалы могут помешать. Большую часть серы можно выгонять при обжиге на 600° С. Обжиг при флюидизации на 850° С требует большого количества калории, ухудшает способность к выщелачиванию, увеличивает скорость осаждения.

Балог, Щ.: **Настоящая автоматика управления и регулировки доменных печей и направление их развытия в будущем на Дунайском металлургическом заводе.** **Р 129**

Автор ознакомит настоящей регулировкой загрузочной системи доменной печи, давления, количества и содержания влаги дутья, температуры и переключения воздухонагревателей, методом отбора газа из шахты, а также планами дальнейшего развытия автоматической регулировки.

Секе, Д.: **Опыты, полученные при вакуумном литье стали на чепелском заводе** **Р 135**

Опыты проводились различными сортами стали на аппаратуре, строенной для вакуумной обработки жидкой стали. Производительность установки 6 т. В вакуумной камере отливали успокоенную и кипящую сталь снизу и сверху. Занимались дегазацией струи при переливке стали из одного ковша в другой. Отлитые слитки, весом 0,7—3,6 т в вакууме 20—40 торр, имели продольную и главным образом поперечную неоднородность.

Др. Бураи, Э.: **Покрытый теннисный зал с алюминиевой конструкцией** **Р 141**

Описывается изготовление и монтировка конструкции алюминиевой оболочки зала с кубатурой 10 000 м³.

INHALT;

Németh, K.—Mátyási, J.—Vitányi, P.: **Der Einfluss der in alkalischen und alkalifreien Medien hergestellten Mehllösungen auf die Setzung von Rotschlamm** **P 97**

Die mit Rotschlamm durchgeführten Versuche zeigten, dass das alkalifreie Roggenmehl seinen sedimentierenden Einfluss bei Zimmertemperatur eher verliert, als nach längerem Stehenlassen bei 90° C. Der sedimentierende Einfluss der Retourlauge enthaltenden, bzw. alkalifreien Mehllösungen zeigte während der ersten 100 Stunden keine wesentlichen Unterschiede. In konzentrierte Alkalilösungen kann Mehl nicht direkt eingegeben werden, weil es in der Lauge zur Klumpenbildung neigt.

Lemm, H. P.: **Entwurf von Hochleistung-Draht- und Feinstrassen** **P 101**

Die Entwurfsgrundlagen moderner Draht und Feinstrassen mit hoher Leistung und engsten Massabweichungen beim Fertigerzeugnis. Anordnung moderner Draht- und Feinstrassen.

Altnéder, J.: **Betriebserfahrungen mit Umlaufverdampfungskühlung an den SM-Öfen der Donau-Eisenwerke** **P 109**

Nach aussichtsreichen Vorversuchen wurden die Türrahmen und Gewölbestützen der Öfen mit Umlaufverdampfungskühlung versehen. Es werden die Fehlererscheinungen und ihre Bekämpfung besprochen. Die Umlaufverdampfungskühlung scheint betriebssicherer zu sein, als die Wasserkühlung.

Bujdosó, E.—Imre, A.—Tóth, L.: **Die Untersuchung der kninuierlichen Vufschliess Autoklavenreihen in Tonerdefabriken mit radioaktiven Isotopen** **P 114**

Die Verfasser haben den Verfahrensablauf in einem kontinuierlichen Aufschluss-System mit radioaktiven Isotopen untersucht. Zuerst wurden Vorversuche im Laboratorium durchgefürt. Auf Grund der hier gesalmmelten Daten wurden in Magyaróvár und Almásfüzitő Grossbetriebsversuche unternommen. Die Versuche und ihre Resultate werden beschrieben und die beiden Betriebsversuche werden verglichen. Die Snbstanz passiert eie Autoklaven in kürtzerer Zeit als theoretish berechnet wurde. Die Grösse dieser Zeitabkürzung wurde ebenfalls berechnet.

Káldor, M., Dr. Ing: **Vorschlag für neue Benennung der Stahlgefügebestandteile** **P 119**

Auf Grund der dreierlei Ausscheidungs-Möglichkeiten des Austenits scheinen die Benennungen der Gefügebestandteile überaltet. Es werden neue Benennungs-Vorschläge gemacht.

Dr. Magyarossy, I.—Máriássy, M.: **Versuche mit heimischen schwefelhaltigen Bauxiten** **P 120**

Die Verarbeitung der grauen Bauxite nach dem Bayer-Verfahren wurde untersucht in Hinsicht auf den erhöhten Natronverbrauch, die Setzung und den Einfluss der organischen Stoffe. Der Natronverbrauch steigt mit dem Schwefelgehalt der Erze. Bei dem Aufschluss von ungeröstetem Erz ist die Setzung des Rotschlammes nicht zufriedenstellend. Die organischen Verunreinigungen können bei der Hydrolyse und der Entfernung der Ballastsalze Störungen verursachen. Der Schwefelgehalt kann bei 600°C grösstenteils vertrieben werden. Das fluidisierende Rösten bei 850°C verbraucht viel Wärme, es verringert die Aufschliessbarkeit und erhöht die Setzgeschwindigkeit.

Balogh, S.: **Die automatischen Steuer- und Regeleinrichtungen der Hochöfen des Donau- Eisenwerkes und ihre Weiterentwicklung** **P 129**

Beschreibung der Beschickungsanlagen der Gasprobenentnahme aus dem Schacht, der Regelung des Winddruckes, der Windmenge, der Windfeuchtigkeit, der Umstellung der Winderhitzer und Regelung ihrer Temperatur. Vorschläge zur Weiterentwicklung der Regelung.

Szőke, L.: **Erfahrungen beim Vakuumgiessen von Stahl** **P 135**

Unberuhigte und beruhigte Stähle wurden fallend und steigend in der Vakuumkammer abgegossen. Beim Umgiessen von Pfanne in Pfanne wurde auch Giesstrahl-Entgasung vorgenommen. Die Rohblöcke im Gewichte von 0,7 bis 3,6 Tonnen zeigten nach der Behandlung im Vakuumbereich von 20—40 Torr, sowohl in der Längs- wie auch in der Querrichtung Inhomogenitäten.

Dr. Buray, Z.: **Eine gedeckte Tennishalle mit Aluminiumkonstruktion** **P 141**

Die Herstellung und Montage einer Halle mit einem Volumen von 10 000 m³ und Aluminiumschalenkonstruktion wird beschrieben.

CONTENTS:

Németh, K.—Mátyási, J.—Mrs. Orbán, F.: **The influence of flour solutions prepared in alkalic and alkali-free media on the sedimentation of red mud** P 97

The experiments performed with red mud showed the fact that alkali-free rye flour loses its sedimenting effect at room temperature faster than after protracted holding at 90°C. The sedimenting influence of alkali-free flour solutions and those containing returned alkali has not changed materially within the first 100 hours. Flour should not be introduced directly into concentrated alkali solutions since the alkali causes coagulation.

Dr. Lemm, H. P.: **Designing high-capacity wire and fine rod-drawing lines** P 101

The principles used in designing the most modern wire and fine rod-drawing lines are reviewed with special reference to the fact that according to modern requirements in high-capacity drawing the tolerances also should be held within close limits. The layout of modern wire and fine rod-drawing lines is described.

Altnéder, I.: **Plant experiences with evaporation cooling of the open hearth furnaces at the Duna Steelworks** P 109

On a shoulder beam and a door frame of an open hearth furnace at the Duna Steelworks an experimental evaporating cooler has been put into service. After satisfactory results had been attained evaporation cooling was introduced at every furnace. The author describes the breakdowns and their corrections. In his opinion the evaporating coolers provided at open hearth furnaces are more reliable than the method of cooling with process water.

Bujdosó, E.—Imre, A.—Tóth, L.: **Investigation of continuous digesting autoclave series in alumina plants by radioactive isotopes** P 114

The operation of a continuous digesting system was investigated with radioactive isotopes. First some preliminary laboratory experiments were performed. The data collected here were used in conducting plant experiments at Magyaróvár and Almásfüzitő. After a description of the expirements and their results the two plant experiments were compared. It was concluded that the retention time of the substance in the autoclaves is shorter than the theoretically calculated value ; the amount of time gain is given.

Dr. Káldor, M.: **Proposing new terms for the microstructural elements of steel** P 119

The three possible modes of austenite transformation according to our present knowledge are described. The author reaches the conclusion that the present terms are obsolete and proposes new and more appropriate terms.

Dr. Magyarossy, I.—Máriássy, M.: **Experiments with Hungarian sulphur-containing bauxites** P 120

The processing of grey bauxites by the Bayer method was investigated from the point of view of plus sodium oxide consumption caused by sulphur solution, sedimentation rate and the influence of organic matter. The consumption of sodium oxide increases with the sulphur content of the ore. In processing unroasted ore the sedimentation of the red mud does not proceed satisfactorily and the organic matter may cause trouble in the hydrolysis process and in the elimination of ballast salts. The sulphur content can be removed for the most part at 600 °C. A fluidizing roast at 850 °C consumes much heat, has an adverse effect on the digestibility and improves the sedimentation rate.

Balogh, S.: **Automatic regulation and control equipment in use at the blast furnaces of the Duna Steelworks and the future lines of development** P 129

The system of charging the blast furnace, the methods of sampling the gas in the shaft and of controlling the pressure quantity and moisture content of the blast and the change-over and temperature of the stoves are described. The plans for further development of automatic control are detailed.

Szőke, L.: **Experiences gained at the Csepel Steelworks with the vacuum pouring of steel** 135

The experiments were performed with different types of steel in a furnace of 8 tons capacity intended for the vacuum treatment of liquid steel. Rimming and killed steels were poured in the vacuum chamber by top and bottom pouring methods and during pouring from one ladle into another the pouring stream was degassed. The bars of 0,7—3,6 tons weight cast at a pressure of 20 to 40 torr exhibited chiefly radial, but also some axial inhomogeneities.

Dr. Buray, Z.: **A covered tennis court of aluminium construction** P 141

Describes the fabrication and assembly of a hall of 10 000 cubic m volume and aluminium shell construction.

ÖNTÖDE

Хорват, Ч. и Тарян, Б.: **Измельчение структуры заэвтектического поршневого сплава Al-Si** P 49

На основании лабораторных и заводских исследований наилучшей измельчающей способностью обладает красный фосфор. Измельчение структуры с применением красного фосфора является самым простым и удобным технологическим процессом. Эффективность действия красного фосфора можно увеличить с применением комплексного измельчающего металла. Например с применением P-Ti или P-Ti-B сплавов достигается более тонкая структура. Из них последний сплав является самым эффективным, но только в том случае можно применять, если имеется сплав Al-B.

Варга, Ф. и Фуле, Э.: **Исследоваине колодок тормоза нэ чугуна с шаровидным графитом** P 60

Для оценки заводского исследования колодок тормоза применяется относительный износ, который соответствует отношению действительного износа к износу колодок с твёрдостью 240 по Бринелю, а также обратное значение этого отношения называемого относительным сроком службы. Исследования провели на 8 паровозах типа 411, так, что на одной стороне паровоза применяли исследуемые колодки тормоза, а на другой, колодки тормоза из обычного серого чугуна. Результаты показали, что износ колодок тормоза из чугуна с шаровидным графитом 0,44 доля, то есть приблизительно на 50% меньше износа колодок тормоза применяемых в настоящее время.

Келемен, Л.: **Положение оболочковой формовки в СССР** P 63

Обзор литературы сырых материалов применяемых при оболочковой формовке, подготовки песка на основе искусственной смолы, формовочных машин, стержневых машин изготовляемых оболочковые стержни и переработки старого формовочного песка. Заводский пример.

INHALT:

Horváth, Cs.—Tarján B.: **Kornverfeinerung der hypereutektischen Al-Si Kolbenlegierung** P 49

Auf Grund erfolgter Laboratoriums- und Betriebsversuche zeigte sich der rote Phosphor als der beste Kornverfeiner. Mit ihm ist auch die Kornverfeinerung technisch am besten durchführbar. Die kornverfeinende Wirkung des Phosphors kann man mit komplexen Konverfeinern noch weiter erhöhen. — So ist z. B. mit der Verwendung von P—Ti und P—Ti—B eine noch feinere Körnung erzielbar. Von diesen ist der letzt genannte der Wirksamste, er ist aber unter Betriebsverhältnissen nur dann erfolgreich verwendbar wenn eine Al—B Hilfslegierung zur Verfügung steht.

Varga, F.—Füle, E.: **Prüfung von Bremsklötzen aus Gusseisen mit Kugelgraphit im Eisenbahnbetrieb** P 60

Zur Auswärtung der Betriebsprüfungen von Bremsklötzen wird der relative Verschleiss auf den Verschleisswert der Bremsklötze mit 240 Brinellhärte bezogen und dessen reziproker Wert, die relative Lebensdauer benützt. Die Untersuchungen wurden an acht Lokomotiven der Serie 411 derart durchgeführt, dass auf die eine Seite die zu prüfenden Bremsklötze während auf der anderen Seite Bremsklötze der üblichen Graugussqualität montiert wurden. Die Versuche zeigten dass der Verschleiss der Bremsklötze aus Gusseisen mit Kugelgraphit 0,44-mal so gross als der, der zur Zeit verwendeten Bremsklötzen, also um 50% geringer ist.

Kelemen L.: **Stand des Maskenformverfahrens in der Sowjet-Union** P 63

Zusammenfassung des Schrifttums, betreffend die im Maskenformverfahren verwendeten Grundstoffen die Herstellung des harzumhüllten Sandes, Maskenformmaschinen, Maskenkernmaschinen und die Regenerierung des Sandes. — Betriebs Beispiel.

CONTENTS:

Horváth Cs., Tarján B.: **Grain refinement of hypereutectic Al-Si alloys for pistons** P 49

In laboratory as well in plant experiments red phosphorus has proved to be the best grain refiner. With it the best grain-refinement can be attained and technically lightly accomplished. The grain refining effect of the red phosporus can be increased with the use of complex grain refiners. So for instance, by the use of P—Ti and P—Ti—B a more fine grain can be produced. The latter of them is the most efficacious, however, its successful use is under plant conditions only then possible, when an auxiliary Al—B alloy is available.

Varga, F.—Füle, E.: **Testing brake shoes produced of nodular cast iron in the railway operation** P 60

To evaluate the in the railway operation obtained relative wear-off of brake shoes one uses the wear value referred to the wear-off of brake shoes with 240 Brinell hardness and their inverse worth i. e. the relative duration of life. — The tests were carried out on eight locomotives of the class 411, where on their one side the experimental brake shoes of nodular cast iron and on the other side brake shoes of the usual quality of grey cast iron were mounted. The results obtained show that the wear-off of the nodular cast iron brake shoes is 0.44-fold of the today generally used brake shoes, i. e. 50 per cent lesser.

Kelemen L.: **The State of the shell-moulding process in the USSR** P 69

A summary of the literature concerning the in the schell-moulding process used basic materials, the production of resin-coated sands, the used shell-moulding and shell-core making machines and the regeneration of sands. A plant example.

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

94. évfolyam **3. szám** 1961. március

Alkalikus és alkálimentes közegben előállított lisztoldatok hatása a vörösiszap ülepedésére

NÉMETH KÁROLY — MÁTYÁSI JÓZSEF — ORBÁN FERENCNÉ

Dk.: 669.712.002.68

A bauxitok Bayer-eljárású feldolgozása során a vörösiszapot az aluminátlúgtól, szűréssel vagy ülepítéssel választják el. A tiszta aluminátlúg a Dorrok túlfolyóin keresztül a kikeverő tartályokba jut.

A vörösiszap ülepedő készsége meglehetősen különböző, függ a bauxit minőségétől, annak előkészítésétől és a feltárás körülményeitől. Ha az ülepítési időt megnyújtjuk, akkor az aluminátlúg instabilitása timföldveszteséget okoz.

Az ülepedési sebességet elsősorban a bauxit minősége befolyásolja. A bauxit minőségétől függően megkülönböztetünk jól, illetve rosszul ülepedő vörösiszapokat. A rosszul ülepedő iszapok ülepedésének javítására a bauxitot redukálva szokták pörkölni [1], ekkor a bauxit Fe_2O_3-tartalma részben Fe_3O_4-gyé alakul át. Az így kezelt bauxit iszapja jobban ülepedik, mint a semleges vagy az oxidáló atmoszférában pörkölteké. A vörösiszap ülepedésének meggyorsítására a vörösiszap-aluminátlúg zagyhoz általában keményítőoldatot, lisztoldatot, vagy egyéb keményítő tartalmú anyagok vizes oldatait adagolják. Az adalék elősegíti a vörösiszap részecskék tömörödését s így ülepedését is [2].

Ismeretes, hogy az aluminátlúg és a vörösiszap szétválasztására egyetlen ülepítő Dorr nem elegendő. Az iszaphoz tapadt marónátront az iszap mosásával nyerik vissza. Erre a célra mosó Dorrokat használnak, melyek működési elve az ülepítő Dorrokéhoz hasonló. Az iszapmosás rendszerint az ellenáram elvén alapszik. A nátronvisszanyerés hatásfoka arányos a mosó Dorrok számával. Gazdaságosságot figyelembe véve a vörösiszap mosására általában öt mosó Dorrt használnak. Az alumíniumveszteség akkor csökken és a Dorrok kapacitása akkor növekszik, amikor a vörösiszap a Dorrokban jó ülepedő készséget mutat. Az ülepedés a mosás előrehaladtával még tovább fokozódhat, mert a folyadék viszkozitása a mosás periódusa alatt fokozatosan csökken.

Az iszap ülepedési sebessége mégis gyakran a mosó Dorrokban nem nő, sőt egyes esetekben az ülepedőkészség bizonyosfokú csökkenése tapasztalható. Ezt a rendellenességet kétféle okkal igyekeznek magyarázni. Egyik elképzelés szerint az iszapszemcséket az iszap mozgatására használt centrifugálszivattyúk szétverik és a felaprózott iszapszemcsék a következő mosó Dorrban idő hiányában nem tudnak összetapadni és emiatt a vártnál rosszabb az ülepedés. A második magyarázat szerint a használt liszt- vagy keményítő adalék ülepedést javító hatása idővel romlik, s ennek következtében a mosó Dorrokban csökken a vörösiszap ülepedő készsége. *Bogárdi* kísérletei szerint [3] már a lisztoldat elkészítésekor vigyázni kell arra, hogy a liszt bekeveréséhez szükséges víz alkáli tartalma minimális (0,2 g/l) legyen, mert híglúgos közegben, erős forralás hatására a liszt keményítőtartalma gyors bomlást szenved és a lebontott keményítő lényegesen rosszabb ülepedési eredményeket ad. Gyengén lúgos közeg (1—2 g/l Na_2O) és forralás hatására a keményítőből ugyanis nagy molekulájú dextrinek képződnek, melyek ülepítő hatása az alkálimentes vízzel készített keményítő oldatoktól lényegesen elmarad. *Bogárdi* kísérletei szerint híglúgos közegben, tartós forralással előállított lisztoldat ülepítő hatása már 6—8 óra után annyira romlik, hogy ezután már friss oldatot kell készíteni. Az ülepedésjavító hatás kismérvű csökkenését állapította meg *Bogárdi* alkálimentes vízzel huzamosan forralt lisztadalék mellett is. A legkedvezőbb eredményeket alkálimentes vízzel bekevert és 40 C°-on tartott lisztoldatokkal kapta. Vizsgálatai szerint ezen a hőfokon a liszt csupán elcsirizesedik, de dextrinképződés még nem észlelhető. Legelőnyösebben a vörösiszap ülepedésére ez a folyamat hat.

Az Almásfüzitői Timföldgyárban tapasztalható ülepedési zavarok kiderítése érdekében szükségesnek tartottuk, hogy tisztázzuk a lisztoldat hatásosságának az idővel összefüggő változását, valamint a szivattyúhatást, mely szintén befolyásolhatja a vörösiszap ülepedőkészségét.

A szivattyúhatással kapcsolatos kísérletek során derült ki, hogy a szivattyúk működése következtében az iszap aprózódása miatt az iszap

ülepedőkészsége a mosósor irányában fokozatosan romlik. Megállapítottuk azt is, hogy a mosó Dorrokba adagolt lisztesvíz kedvező hatást gyakorol az ülepedésre.

A szivattyúhatás vizsgálatakor kapott eredményeket — mivel a kísérletek során az ülepítőbe adagolt és a mosósoron áthaladó lisztesvíz hatását kiküszöbölni nem tudtuk —, a liszt időben bekövetkezett esetleges aktivitáscsökkenése befolyásolhatta.

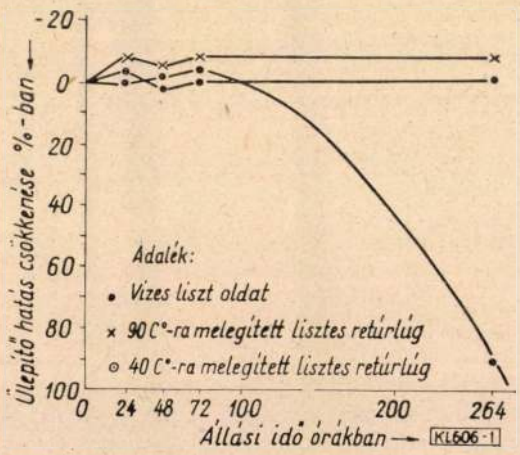
Ezzel a kérdéssel bővebben nem kívánunk foglalkozni, viszont részletezni akarjuk az alkálikus, valamint a semleges közegben előállított lisztoldat ülepítőhatását, s főképpen e hatás időben, illetve a hőfok függvényében való változását.

Előkísérlet

Főzőpoharakba 100 cm^3 desztillált vizet, ill. 100—100 cm^3 retúrlúg oldatot töltöttünk. Ezekhez az oldatokhoz 0,74 g rozslisztet adagolva a vizes lisztoldatot 90 C°-ra, míg a retúrlúgos lisztoldatok közül az egyiket 90, a másikat 40 C°-ra melegítettük fel. Az oldatokat három percig a megadott hőmérsékleten tartottuk. Ezután laboratóriumi ülepítőcsövekben (30 cm ülepítő magasság, 2,5 cm átm.) hígított, 29 Bé°-os üzemi zagyot téve és a fenti szuszpenziókból csövenként 1 cm^3-t adagolva, ülepítettük a zagyokat. A tisztaréteg vastagságát ötpercenként centiméterekben 60 perc tartamig mértük. 60 perc eltelte után az iszapokat 24 óráig állni hagytuk. Ekkor lemértük az iszaptömörödést cm-ben és meghatároztuk az iszapot g/l-ben.

A 24 óráig szobahőmérsékleten tartott és az elkészítés hőfokára felmelegített lisztoldatokkal ismét friss zagyokat ülepítettünk. Ekkor friss adalék oldatokat is készítettünk és összehasonlításul ezekkel is végeztünk ülepítéseket. 24 óra után ismét mértük a tömörödést és az iszap g/l-jét. A kapott eredmények mutatták az adalékok hatását közvetlen az elkészítés, továbbá a 24 órás állásidő után.

Mivel az iszapokat a párhuzamos kísérletsorozat alatt azonos viszonyok között dolgoztuk fel, eközben a kapott eredményeket legfeljebb az ülepítőcsövekben levő iszap g/l nagyságának esetleges változása befolyásolhatta. 48 óra után ugyanígy eljárva a frissen készített, valamint a szobahőmérsékleten 48 óráig tartott adalékokkal frissen behozott iszapmintákat ülepítettünk. Ezeket a műveleteket az állásidő további növelésével időközönként megismételtük és a kísérleteket addig folytattuk, míg az iszapok ülepedőkészségében jólérzékelhető változást nem tapasztaltunk.



1. ábra. A szobahőmérsékleten tartott lisztesvíz és lisztes retúrlúg-oldatok ülepítő hatásának %-os csökkenése az állásidő függvényében

A háromféle lisztoldat hatásának értékelésekor a 30 perces ülepítéseket alapulvéve, az ülepítőhatások százalékos változását az állásidő függvényében számítottuk ki, s azokat az *1. ábrán* tüntettük fel. Eredményeink szerint a szobahőmérsékleten tartott oldatok ülepítő hatása az ülepítési szakasz kezdeti 70—80. órájában lényegében nem változik. Látható, hogy a lisztoldat hatása ez után az időszak után rohamosan csökken és a 264. órában aktivitásának 90%-át elveszíti. Ezzel szemben a retúrlúgos oldatok hatása, amint az 1. ábra mutatja, még a 264. órában is a kezdeti időszak ülepedését adja.

A kapott eredmények azt bizonyítják, hogy a hosszú ideig szobahőmérsékleten tartott alkálimentes vízben a keményítő bomlása előbb bekövetkezik, mint tömény alkáli oldatokban. Feltételezhető, hogy a mikroorganizmusok 90 C°-ra felfűtött, majd szobahőmérsékleten tartott lisztesvízben a felmelegítés ellenére is elszaporodnak és idővel elbontják a liszt keményítőtartalmát. Tömény alkáli oldatok viszont valószínűleg stabilizátorként szerepelnek s emiatt a keményítő ülepítőkészsége huzamosabb ideig fennmarad.

Az a tény, hogy erősen lúgos oldatokban a keményítő ülepítő hatása szintén megfelelő, nagy jelentőségű lehet a timföldgyári vörösiszapok ülepítésében. Ezek a kísérletek az ülepítés szempontjából természetesen csak elvi jelentőségűek, mert —, miként a gyakorlatból ismeretes — a vörösiszapot az ülepítő Dorrokban 100 C° körüli hőmérsékleten ülepítik és a Dorr-soron való iszapáthaladás ideje kb. 70—80 óra.

A vörösiszapülepítés vizsgálatára az alkálikus és az alkálimentes lisztoldatok ülepítő hatását figyelembe véve a következő kísérletsorozatot végeztük el.

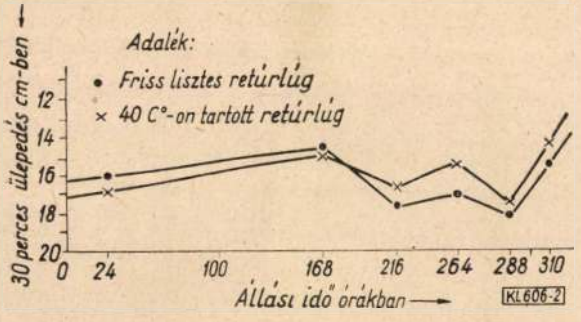
Laboratóriumi kísérletek

a) Főzőpoharakba 100 ml deszt. vizet, illetve 100—100 ml retúrlúg oldatot töltöttünk. A poharakba 0,74 g üzemi rozslisztet adagoltunk és az anyagokat alaposan elkevertük, majd a poharakat ultratermosztátba helyeztük. A lisztesvizet és az egyik retúrlúgos oldatot 90 C°-ra, míg a másik poharat 40 C°-ra melegítettük fel. A kísérletek további menete lényegében az előző kísérlethez hasonlóan folyt le.

Eredményeinket a *2—5. ábrákon* tüntettük fel. Az eredményekből látható, hogy nagyobb hőmérsékleten álló lisztadalék ülepítő hatása mind retúrlúgos, mind vizes oldatokban 70—80 óra alatt csupán gyenge csökkenést mutat. A 90 C°-on álló lisztesvíz és lisztes retúrlúgoldat

ülepítő hatásának ugrásszerű csökkenése tapasztalható a 280—300. órában. A 90 C°-os oldatok közül a lisztesvíz előbb elveszíti aktivitását, mint a lisztes retúrlúgoldat. Ez a jelenség összhangban van a szobahőmérsékleten tartott adalékok kísérleti eredményeivel. A 40 C°-on álló retúrlúgos lisztoldat még a 280. órában sem mutat lényeges aktivitás csökkenést, ami arra enged következtetni, hogy a liszt aktivitás kisebb hőmérsékleten huzamosabb ideig fennmarad.

Ha alkalikus és alkálimentes közegben hosszú ideig álló lisztadalék hatását összehasonlítjuk, látható, hogy a retúrlúgos lisztadalék ülepítő hatása jobb, mint a lisztesvíz oldaté és a 40 C°-os returlúgos lisztoldat hatása jobb, mint a 90 C°-osé.

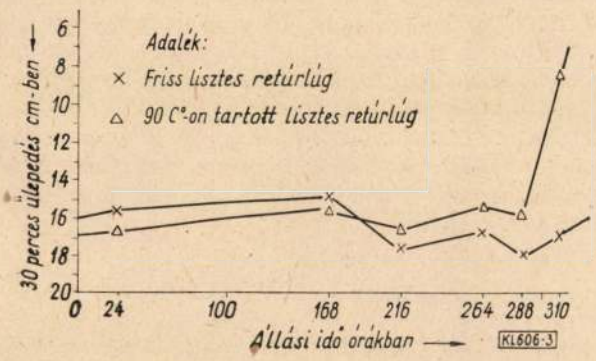


2. ábra. Frissen 40 C°-ra melegített és 40 C°-on tartott lisztes retúrlúg ülepítő hatása (30 perces adat) az állásidő függvényében

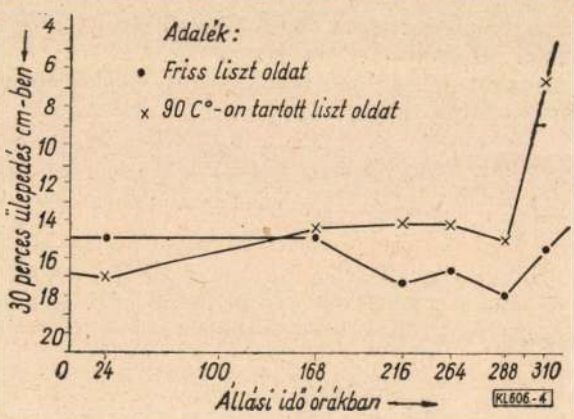
Utóbbiak igazolják *Bogárdi* korábbi kísérleteit, mely szerint kb. 40—50 C° az a hőmérsékletköz, ahol a lisztadalék ülepítő hatása a legeredményesebb.

Kísérleteinket összegezve megállapíthatjuk, hogy alkáli-aluminátos közegben a lisztadalék hatása sem 40, sem 90 C°-os hőmérsékleten a mosó Dorrokon való áthaladás időtartama alatt nem mutat lényeges aktivitás csökkenést.

Megállapítottuk, hogy a mosó Dorrok iszapjainak ülepedését a lisztadalék aktivitásának csökkenése nem befolyásolja, mert a lisztadalék ez alatt az időszak alatt ugyanolyan hatást fejt ki, mint az ülepedési időszak kezdetén. A mosó Dorrok iszapjainak a vártnál rosszabb ülepedését elsősorban a szivattyúk munkája, vagy esetleg az iszapmosás műveletével kapcsolatos egyéb tényezők idézik elő. Bevezetőben említettük, hogy a



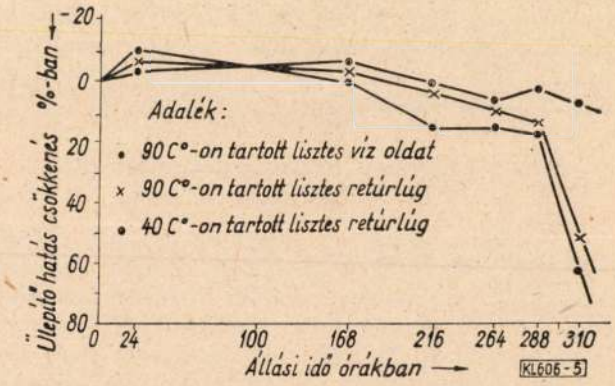
3. ábra. Frissen 90 C°-ra melegített és 90 C°-on tartott retúrlúg ülepítő hatása (30 perces adatok) az állásidő függvényében



4. ábra. Frissen 90 C°-ra melegített és 90 C°-on tartott lisztesvíz ülepítő hatása (30 perces adatok) az állásidő függvényében

mosó Dorrok iszapjaihoz adagolt lisztadalék jól észlelhető ülepedés javulást hozott. Ez arra mutat, hogy üzemi viszonyok között a szivattyúhatás vagy esetleg más hatások eredményeképpen a szemcsék struktúrája változik, ülepedőkészségük romlik és ezért az ismételt liszt adagolás az ülepedést elősegíti.

Kísérleteink során foglalkoztunk a lisztadalék túladagolásának problémájával is. Ezzel kapcsolatban a következő kísérletet végeztük el:



5. ábra. 90 C°-on tartott lisztesvíz, valamint 90 C° és 40 C°-on tartott lisztes retúrlúg-oldatok ülepítő hatásának %-os csökkenése az állásidő függvényében

1. táblázat

Szobahőmérsékleten 360 órán túl tartott lisztesvízből, 40 és 90 C°-os retúrlúgos lisztoldatból adalékfelhasználással végzet kísérlet ülepedési adatai cm-ben

Idő perc	lisztesvíz	90 C°-os lisztes r. lúg	40 C°-os lisztes r. lúg
5	0,0	2,0	2,0
10	0,0	6,5	7,0
15	0,0	13,5	13,2
20	0,0	15,2	15,3
25	0,0	15,9	16,2
30	0,0	16,1	16,5
35	0,0	16,3	16,7
40	0,0	16,5	16,9
45	0,0	16,7	17,0
50	0,0	16,9	17,2
60	0,0	17,3	17,5

b) Szobahőfokon 360 órán túl tartott lisztesvízből, 40 és 90 C°-on tartott retúrlúgos lisztoldatokból 1—1 ml-t adagoltunk ülepítőcsövenként és ülepítéseket végeztünk *(1. táblázat)*.

Ugyanezzel az iszappal ülepítési vizsgálatokat végeztünk még, éspedig azzal, hogy a fenti adalékon kívül még frissen készült ülepítő oldatokat is adagoltunk *(2. táblázat)*.

2. táblázat

360 órán túl tartott és frissen készített adalékok 1—1 ml-évei végzett kísérlet ülepedési adatai cm-ben

Idő perc	lisztesvíz	90 C°-os lisztes r. lúg	40 C°-os lisztes r. lúg
5	0,5	1,5	1,2
10	3,0	3,0	2,5
15	6,0	5,0	5,7
20	8,0	6,0	6,3
25	15,5	9,0	9,0
30	15,6	10,0	10,0
35	16,0	12,0	12,0
40	16,3	12,6	12,8
45	16,4	12,7	12,9
50	16,5	13,0	13,0
60	17,0	13,0	13,0

Az eredmények szerint a többletként adagolt friss lisztesvíz az iszap ülepedését elősegítette, míg a returlúgos mintákból, ahol a régebbi oldatok még elég hatásosak voltak, a friss lisztadalék nagyfokú ülepedésromlást okozott. Ez a kísérlet is — amit egyébként más ülepítési kísérletek során is gyakran észleltünk — azt bizonyítja, hogy a liszt bizonyos túladagolása az iszapülepedés romlását okozhatja.

Üzemi kísérletek tömény alkálioldatokban a lisztadalék bekeverésére

Annak a ténynek, hogy az ülepítés céljait szolgáló lisztadalékot közvetlen tömény lúgokba adagoljuk, az üzemben komoly gazdasági jelentősége van. Egyrészt az a vízmennyiség, mely a lisztszuszpenzió elkészítéséhez szükséges nem kerül be az ülepítőbe, továbbá a nagyobb mennyiségű lisztesvíz felfűtési költsége is megtakarítható, mert a timföldgyári lúgok hőfoka (retúrlúg, aluminátlúg) eleve kielégíti a lisztbekeveréshez szükséges hőfok igényt. Tömény alkálioldatok hatására azonban a lisztadalék összecsomósodik és ez lehetetlenné teszi azt, hogy tömény alkáli tartalmú lisztoldatot ülepítés céljaira közvetlen használjunk fel. Ez azzal magyarázható, hogy lúgos oldatban a liszt nem nedvesedik, illetve nehezen oszlik el.

Laboratóriumban ez nem okoz hibát, erőteljes keverés hatására az eloszlatás minden nehézség nélkül elvégezhető.

Más a helyzet üzemi viszonyok között. Itt nincs lehetőség olyan intenzív keverésre, tehát a bekeveréssel kapcsolatban más módszerekhez kell folyamodni.

Üzemi kísérletek alkalmával ezért célszerűen a következők szerint jártunk el:

10 m^3-es tartályt megtöltöttünk 60 C°-os üzemi vízzel és hozzá adagoltuk a 24 órára szükséges lisztmennyiséget. Alapos keverés után a tartály túlfolyóján folyamatosan távozó tömény lisztoldat egy szomszédos tartályba került, melyet egyszer retúrlúggal, egyszer pedig aluminátlúggal töltöttünk meg. Az átfolyt lisztesvíz ilyen viszonyok mellett a tömény lúgban minden nehézség nélkül eloszlott és a lisztet tartalmazó lúg szivattyú segítségével az ülepítő elosztó szekrénybe került. A túlfolyón eltávozó vizet és a megfelelő lisztmennyiséget folyamatosan pótoltuk. Helyes beállítással lehetővé vált a berendezést folyamatosan üzemben tartani. Ezzel a módszerrel naponként 150—200 m^3 víz helyett csupán 10—15 m^3-t használtunk fel. Üzemi kísérleteinkkel kapcsolatban megjegyezzük, hogy az Almásfüzítői Timföldgyár 1959 óta a leírt lisztbekeveréssel dolgozik.

Összefoglalás

A vörösiszap ülepítése során tömény alkálikus (120 g/l Na_2O), illetve vizes oldatokban a lisztadalék viselkedésére vonatkozóan a következőket állapítottuk meg:

a) A rozsliszt keményítőtartalma alkálimentes oldatban (desztillált víz) szobahőmérsékleten előbb bomlik, s ülepítő hatását előbb veszti el, mint a 90 C°-on huzamosabb ideig álló alkálimentes lisztoldat. Az alkálimentes lisztoldat ülepítő hatása szobahőmérsékleten 260 óra után eredeti aktivitásának mintegy 10%-ára csökken, míg a 90 C°-on álló adalék ez alatt az idő alatt hatásának mindössze 20%-át veszti el.

A szobahőmérsékleten álló lisztesvízben 90 C°-os felmelegítés ellenére mikroorganizmusok maradnak, s ezek hatására a keményítő bomlása gyorsabb, mint a huzamosabb ideig 90 C°-on álló oldaté.

b) A szobahőmérsékleten álló retúrlúgos lisztoldatok bomlása annyira minimális, hogy még a 260. óra után sem mutatkozik lényeges aktivitáscsökkenés. 90 C° körüli hőmérsékleten álló, alkálimentes, illetve tömény alkálikus lisztoldatok ülepítő hatása 260—300. óráig minimális aktivitáscsökkenést szenved.

A retúrlúgos, illetve az alkálimentes lisztoldatok ülepítő hatásában az ülepítési időszak első 100 órájában lényeges különbséget nem találtunk. Tehát a mosó Dorrok iszapjainak ülepedését a lisztadalék ülepítő hatásának csökkenése nem befolyásolhatja, mert a Dorr-soron való iszapáthaladás (70—80 óra) ideje alatt a lisztadalék hatása nem változik. Az adalék bekeverésére megállapítható, hogy tömény alkálioldatokba (retúrlúg, aluminátlúg) a liszt közvetlen adagolása nem lehetséges, mert a lúg hatására az adalék csomósodik. Ezért előzetesen tömény lisztesvíz szuszpenziót készítettünk, melyet az alkálikus oldathoz adagoltunk.

IRODALOM

[1] 592—324. Francia szabadalom.
[2] *Dr. Geleji Sándor:* Alumínium Kézikönyv. Kohászat 12. sz. Mérnöki Továbbképző Intézet Kiadványai. Egyetemi Nyomda, Budapest, 1949. 56—57.
[3] *Bogárdi Endre:* Adatok a timföldgyári lisztes vörösiszap-ülepítés-javítás technológiájához. Kohászati Lapok 87. évf. 4. szám 172—177. o.

Nagyteljesítményű drót- és finomsorok tervezése[1]

Dr. Ing. LEMM, HANS PÉTER

Dk.: 621.777.778

Bevezetés

A szóban levő hengersorok tervezésekor nemcsak a nagy teljesítmény áll a homloktérben, hanem a szűk mérettűrés kívánalma is.

Ezért a dolgozat első részében a szűk tűrésű drót és finomrúd hengerlésének követelményeiről lesz szó. A második részben a drótsorokat, a harmadikban pedig a finomrúdsorokat tárgyaljuk.

A) A szűktűrésű gyártmány hengerlése

A drót és finom rúdacélok szűktűrésű hengerlése sok tényezőtől függ, ezek közül a legfontosabbak a következők :

1. Bugaméretek.
2. Egyenletes hevítés.
3. Az állványok szerkezete.
4. Több eres hengerlés.
5. Gyengénhúzó hengerlés.
6. Üregezés.

A felsorolt tényezők a mérettűrést különböző mértékben befolyásolják, a hengersorok létesítésekor azonban irányadó a szerepük.

A/1. Bugaméretek

Alapvető feltétel az, hogy a hengersor szűktűrésű, hevített bugát kapjon. Nem a bugák keresztmetszetének névleges mérete, hanem egy bugán belül az egyenletes méret a fontos. Ha a hengersoron magán egyenletes az alakítás, akkor az egyenletes méretű buga egyenletes végterméket is ad. Nagyteljesítményű rúd-, ill. drótsorok részére a bugákat folytatólagos bugasoron hengerlik, miáltal az egyes bugák hosszán belül a gyakorlatban a keresztmetszet egyenlő.

Ezzel szemben triósorokon előre-hátra hengerelt buga keresztmetszete egy bugán belül 2%-os eltérést is mutathat. Ez a különbség a kész soron még aránylag egyszerűen kiegyenlíthető, úgyhogy a buga méreteltérése a szűktűrésre csekély befolyású.

Mégis tény az, hogy a folytatólagos sorokon gyártott bugák a kész sorok előnyújtóiban a gyengén húzóhengerlésre való törekvést megkönnyítik.

A/2. Hevítés

Hosszukban egyenlőtlenül hevített bugák egyenlőtlen hengerlési viszonyokat okoznak (pl. eltérő hengernyomást, amely változó hengerbehajlást és így keresztmetszet változást okoz).

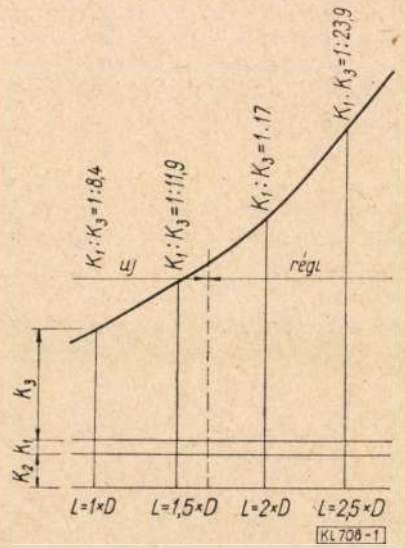
A korszerű, többterű tolókemencék egyenletesen hevítik a bugát. A bugák a kemencétől a hengersorig rövidebb-hosszabb utat tesznek meg. Ezalatt a buga hátsó vége 50—100 C°-nyit is hűlhet. A korszerű kemencékben a homlokégők beállításával ennek a hőmérsékletkülönbségnek egy részét — ha a buga hátsó vége felől kb. 30—60 C°-kal nagyobb hőmérsékletet tartunk — kiegyenlíthetjük, s ezzel az ebből származó tűréskülönbség nagy része kiküszöbölhető. Arra törekednek, hogy a különbség az első hengerpárban is 30 C° alatt legyen ezért a hengersor első állványát a kemencéhez közel telepítik. Nagy távolság lassú bugahaladás mellett a hátsó bugavég erős lehűlését okozza. Finomsorokon nagy bugahaladási sebességgel dolgoznak, és a kész rúd nagyobb keresztmetszete miatt a hőmérsékletkülönbség kisebb jelentőségű.

Emellett figyelembe vehető, hogy hidegebb anyagnak nagyobb az alakítási munkája, és mivel ennek egy része meleggé alakul át, ez is némi hőkiegyenlítést ad. Drótsorokon a középnyújtó csoportban nemcsak a hőmérséklet növekedése figyelhető meg, hanem a hőmérséklet kiegyenlítődése is.

Mindenesetre egy könnyen szabályozható, egyenletesen hevítő kemence a folytatólagos drót- és finomsorok kiszolgálásához elengedhetetlen.

A/3. Az állványok szerkezete

Általános törekvés az, hogy a hengereket, a csapágyakat és az állványt lehetőleg merev szerkezetté egyesítsék úgy, hogy ez az egyenlőtlenül előnyújtott rúd méreteltéréseit mintegy kivasalja, azaz kiegyenlítse. A következőkre kell figyelem-



1. ábra. Egy 380-as hengerállvány deformációja

K_1 = Hengerállványoszlop megnyúlása,
K_2 = hengerállvány deformációja az oszlop megnyúlása és a hengerek áthajlása nélkül,
K_3 = a hengerek áthajlása a nyíró és hajlító erők hatására,
D = hengerátmérő,
L = hengertest hossz, a hengerállvány anyaga acélöntvény, a hengertest anyaga kéregöntés

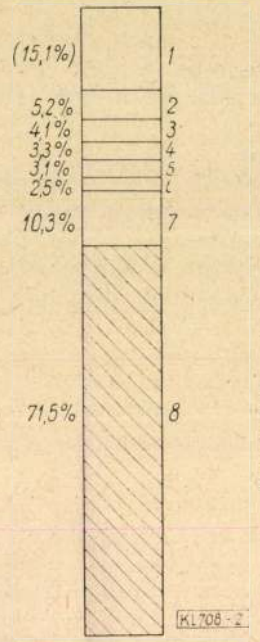
[1] A vaskohászati szakosztály rendezésében október 5- és 6-án tartott előadások anyagai. Az eredeti németnyelvű anyag könyvtárunkban az érdeklődők rendelkezésére áll.

mel lenni. A hengerugrás az alábbi alkatrészek rugózásából tevődik össze :

a) Hengerek.
b) Hengerállvány oszlopok és süveggerendák.
c) Állványrészek (nyomóorsók, anyák, törőbak, támasztó felületek, alsóhenger alátámasztás, hézagok és rések).
d) Hengercsapágyak.

A/3 a) *Hengerek*

Az *1.* és a *2. ábrán* bemutatjuk egy 380 mm ∅-jű hengerállványon, hogy a rugózás nagyobb részét a hengerek behajlása képezi. Ebből a szempontból nemcsak az átmérőnek a testhoszszhoz való viszonya irányadó, hanem a csapátmérő és a henger anyaga is. A testhosszat az elhelyezendő üregek száma határozza meg. Többeres hengerlés több hengervezeték elhelyezését kívánja s még emellett számításba kell venni néhány tartalék üreget is.



2. ábra. A hengerugrás eloszlása egy 380-as hengersoron, a terhelés a henger közepén van. Támaszköz 1220 mm, testhossz 900 mm, csapátmérő 250 mm

1 = hézagok és rések,
2 = alsó henger alátámasztás,
3 = csapágy,
4 = tőrőbak,
5 = állító orsó és anya,
6 = állvány,
7 = süveg-gerenda,
8 = hengerek

A csaphossz és átmérő méretét a csapágyazás határozza meg. Az *1. táblázat* néhány újabban épített hengersor hengereinek méreteit mutatja. Különösen figyelemre méltó a készsor rövid hengertesthossza. Ha többeres a hengerlés, akkor éppen a készhengerek testhosszát kell növelni. Míg az egyeres hengerléskor az áthajlást 0,07 mm-nek, addig négyeres hengerléskor ugyanezt 0,4—0,6 mm-nek mérték.

Rövid testhossz, nagy hengerátmérő mellett rövid, erős csapok az elsődleges követelménye annak, hogy a hengerbehajlás kicsi maradjon.

1. táblázat

Elkészült, korszerű drót- és finomsorok hengereinek átmérője és hengertesthossza

(Méretek mm-ben)

	Henger ∅	Hengertesthossz		
		1-ér	2-ér	3 és 4-ér
Előnyújtósor . . .	450 380	900 700	900—1000 800	900—1100 900
Középnyújtósor	380 300	600 500	700 600	800 600—700
Készsor	280 250	400	400—500	500

A/3 b) *Hengerállványok*

Az állványoszlopok befolyása a hengerugrásra csekély. A szokásos zárt állványok előfeszítése nem nyújt előnyt (ez csak nyitott állványon jöhet szóba). Az állványok süveggerendáinak áthajlását túlméretezéssel kell megelőzni. Újabb hengerállványszerkezetekről még később lesz szó.

A/3 c) *Állványrészek, hézagok, rések*

Az ugrásnak a hézagokra és résekre (csapágyalkatrészek, törőbak, állítóberendezés) eső része, bár a terheléssel a felfekvő felületeket növelni kell, mégis lényegében a terheléstől függ. Egész nagy terheléseken a terhelés növekedéséhez képest aránylag csökken. Nagy felfekvő felületek, finommegmunkálás (csiszolás) előnyösek. Hengerlés alatt ez a rugózás gyakorlatilag elmarad.

Az állványrészek számát, amennyire lehetséges csökkenteni kell. Az állítóorsót és -anyát masokkal erősebbre méretezik, mint régebben, éspedig a hengerátmérő kb. 0,33∼0,36-od részére.

A/3 d) *Csapágyak*

A csapágyak is rugóznak az áthajlás, a hézagjáték és a kenőfilm révén.

Az előnyújtósorokban műanyagcsapágyak megfelelnek, azonban a vízfilm és a műanyag összenyomódása révén a rugózás fennáll.

Az olajfilmcsapágyakban a hézagjáték az olajfilm képződést szolgálja. A csapágyhézag a hengerátmérő 1/1000-e, tehát a 380 ∅-jű soron 0,38 mm.

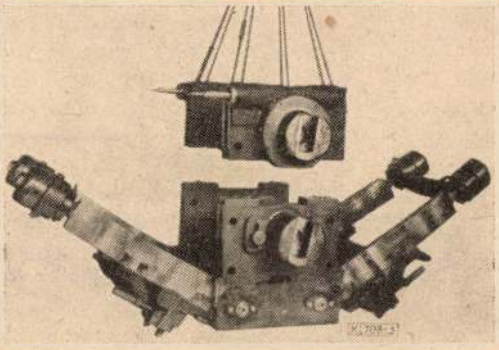
A görgőscsapágynak hézagjátéka csak mintegy fele az olajfilmescsapágynak. Görgőscsapágyak hátránya mégis, hogy azonos élettartam mellett a teherbírása a fordulatszám emelkedésével csökken. A görgőscsapágyak beszerelése egyszerű, nem kívánnak központos olajozóberendezést, főként nem az előnyújtó- és a közbenső nyújtósorra. A rúdacélsorokba a drótsor elő- és középnyújtójába, de növekvő mértékben a készsorába is beépítik őket.

A lényegesek a következők: Az egyeres hengerléshez a hengerállvány szerkezeti megoldása kevésbé lényeges. Egy korszerű drótsoron a szál függőleges átmérőjében 0,07 mm eltérést mértek, ugyanakkor a vízszintes átmérőben az eltérés 0,3—0,58 mm volt. Ez mutatja, hogy az állvány függőleges rugózása nem döntő jelentőségű.

Az előhengerelt rúd különbségei a szúrás folyamán szélességbe szaladnak, a drót ovalissá válik. Ezért fontos, hogy a készállványba egyenletes méretű rúd jusson. Ha a rúd mérete nem egyenletes, akkor a készsor a hibát csökkentheti, de kiküszöbölni már nem tudja.

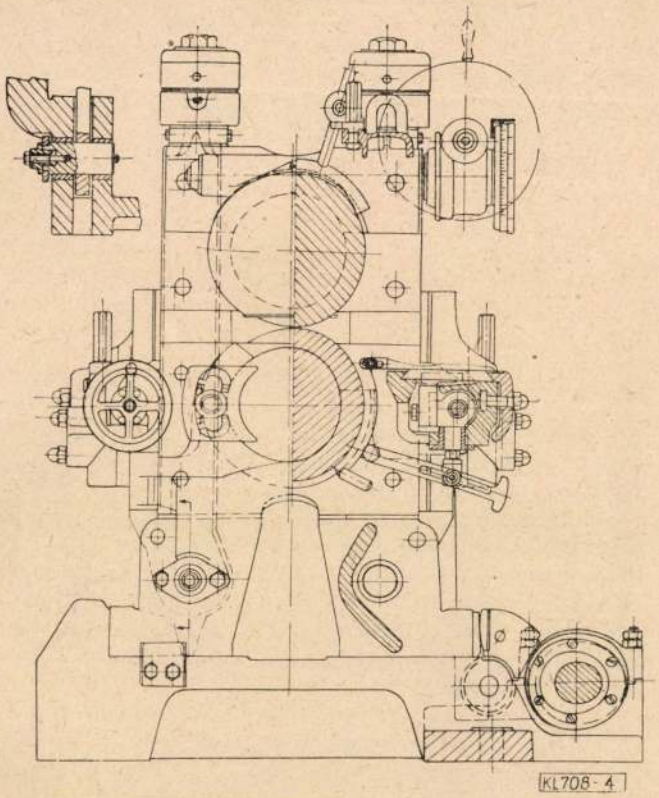
A/3 d/1 *Hengerállványok egyeres hengerléshez*

Az állvány kiképzésére a hengerlőnyomás irányadó. Ezért egyeres hengerlés során, bár nagy a hengerlés sebessége, azaz a csapfordulatszáma, kétsoros lengőcsapágy használható. A hengerek behajlását a lengőcsapágy maga felfogja. Egy henger két csapágyháza egymással mereven köthető. Így az állványok szerkezete leegyszerűsít-

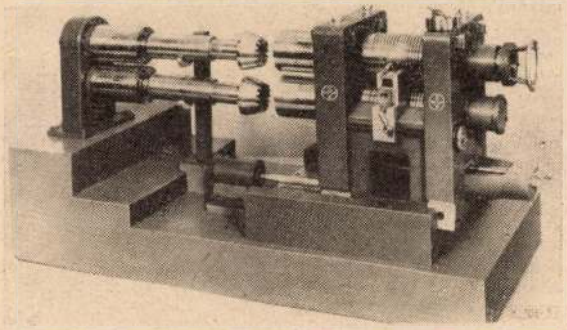


3. ábra. Hengercseréhez szétszedett előfeszített SKF hengerállvány

hető azáltal, hogy a két hengert a csapágybetéttel egyszerűen egymásra szoríthatjuk. Itt az előfeszítés előnyös. Közismert az SKF megoldása *(3. és 4. ábra)*. Maguk a csapágybetétek egy excenter segélyével állíthatók. Ilyen excenteres állítás az állítási lehetőséget korlátozza, amellett, hogy a beszerelt excenter a csapágy méretét kedvezőtlenül megnöveli.



4. ábra. Előfeszített SKF hengerállvány. Balolda a feszített, jobboldalt a lazított állapotú hengeroldal látható



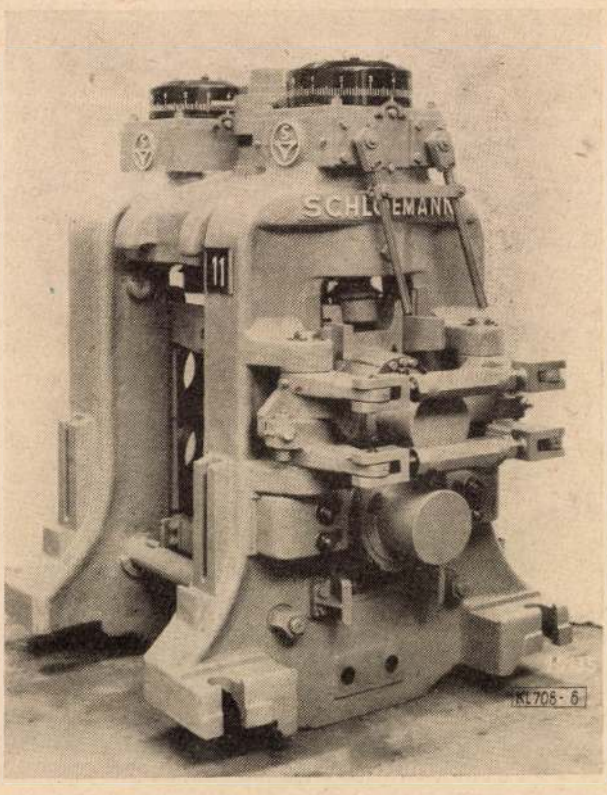
5. ábra. Drótsori készállvány. Felső állványfél süveggerendaként kiképezve és az alsó állványféllel hidraulikusan összekötve

Tehát célszerűbb az egyik hengert csapágyrészeivel együtt a másik henger csapágyházába beágyazni. Ezt a csapágyházat azután hengerállványszerűen, nagyobb állítási lehetőséggel kell kiképezni *(5. ábra)*. Itt az előfeszítés a kétrész összekapcsolására előnyösen használható.

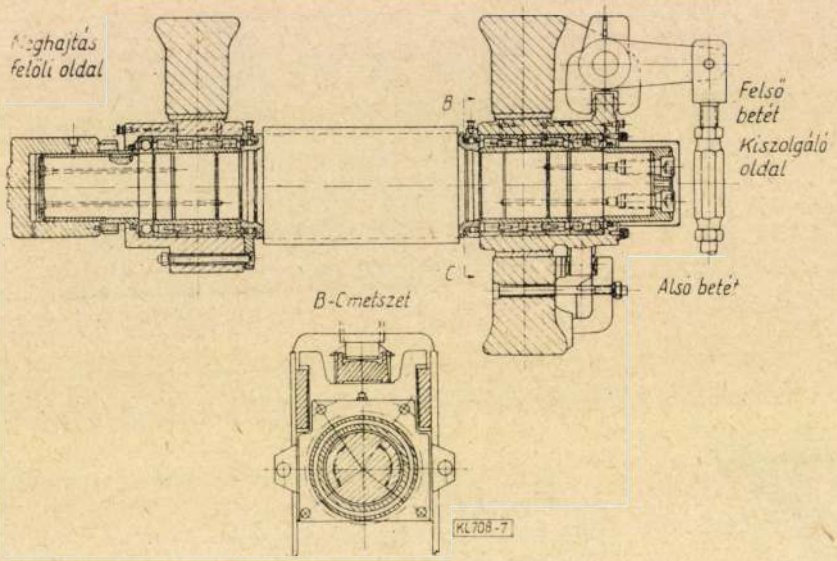
A/3 d/2. *Hengerállvány nagy nyomásokhoz*

A görgőscsapágyak használatakor többgörgősoros csapágyat terveznek akár lengő, akár hengeres vagy kúpgörgős csapágyról van szó *(6. és 7. ábra)*.

Az ilyen csapágyak a hengerek behajlását nem tudják követni, a csapágyháznak kell a behajlás vonalát követnie. Ugyanez vonatkozik egyéb csapágyazásra (olajfilmcsapágyra, műgyantacsapágyra) is. (Pauels és Rohde, St. u. E. 1960.



6. ábra. Finomrúdhengersor duókészállványa. Henger ∅ = = 300 mm, testhossz = 500 mm. Görgőscsapágyazás a felsőhenger közepén felfüggesztve



7. ábra. Finomrúdsor duókészállványának hengercsapágyazása SKF csapággyal

7. sz.) Az ilyen hengerállványok közismertek mégis egy-két részletére kitérünk. A felső henger függesztőléccel vagy rugóval, vagy hidraulikusan van kiegyensúlyozva. Az állító csavar néhány lazító fordulata után a törőbak eltávolítható, majd a hengert kiegyensúlyozó feszítésnek változtatása nélkül a felső henger kiemelhető. Ez szerelőhorgokkal egyszerűen elvégezhető. Ugyanez a szerelése az alsó hengernek is, ahol a bevezető sínek a hengereknek a csapágyházzal együtt való bejuttatását ugyancsak megkönnyítik.

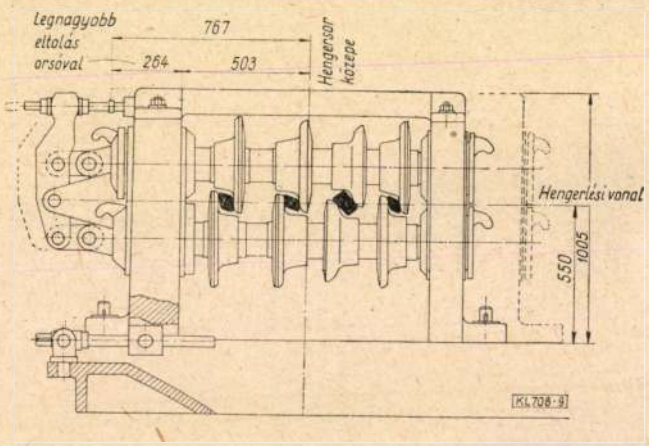
A drót- és finomsorokon azonban legmegszokottabb az egész hengerállvány kicserélése. A hengerállványokat úgyszólván ma már csak hidraulikusan rögzítik, ennek a rögzítésnek megoldása után a daruval egyszerűen felemelhetők.

A hengerállványt azonban a tengely irányában el is kell tolni, hogy a hengerlés beállított vonala megtartható legyen. A legjobb megoldás az, hogy nemcsak a hengerállványt toljuk el, de a pörgőállványt is, az orsóival együtt és a kiegyenlítést a pörgő és a meghajtómű, vagy motor közé helyezzük. Bár ez drága megoldás, mégis sokszor használják. Olcsóbb megoldás a meghajtóorsókra a kiegyenlítést átvinni. Ez a teleszkópos megoldás a legelterjedtebb.

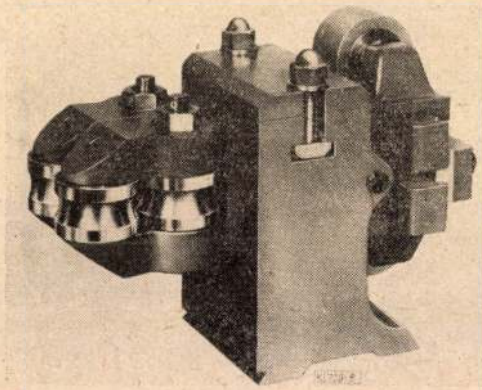
Ilyen megoldással lehetővé válik az eltolást meghosszabbítani és a hengerállványt teljesen a sorozatból kihúzni, s ekkor már az állvány a daruval elvihető.

Ezzel már megnyílt annak a lehetősége, hogy a hengersor előtt egy tolópadot létesítsenek, amelyre a cserére váró állványokat felszerelik, majd a régi, kicserélendő állványt kitolják, a tolópadot oldalt elhúzzák, és a cserehengerállványt betolják. Ezt a cseremódot a nehézblokksorokon már régóta használják.

Ilyen cseréhez a kapcsolóorsókat gyorsan kell meglazítani. Erre a célra az utóbbi években gyorszárókapcsolókat fejlesztettek ki. A henger állványt a hengerekkel együtt betolják és a kapcsolókhoz szorítják. Ez utóbbinak rugós kapcsolótagja van, amely nyomás alatt visszafelé kitér és a hengersor megindulásakor önmagától bekapcsolódik. Ehhez egy fogaskapcsoló szükséges (5. ábra).



9. ábra. Drót- és finomsor részére görgősfordítóállvány



8. ábra. Drót- és finomrúdsor részére görgős bevezető állítható görgőkkel

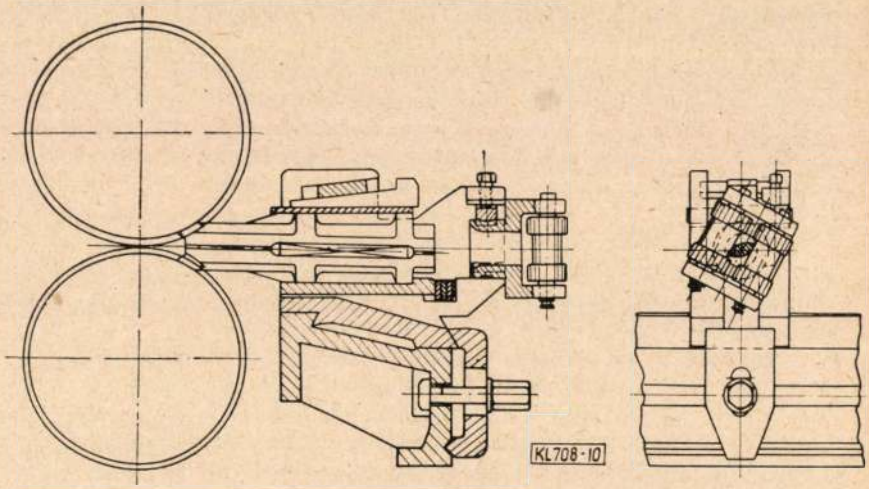
A hengerszerelvényekről még megjegyezzük, hogy a drótkészsoron ezek üregről-üregre egy nóniusz segélyével állíthatók.

Az oválok biztos állóhelyzetét újabban mind elterjedtebben görgősbevezetők biztosítják. A fordítást nemcsak fordító vezeték végzi, de forgatógörgők is könnyítik. Az újdonság ezeknél talán az, hogy ilyen forgatógörgőket újabban még a legkisebb dróthengerléshez is használnak. Ilyeneket mutatnak a *8., 9. és 10. ábrák.*

A/4. Többeres hengerlés

A termelés növelését szolgálja a többérben való hengerlés. A teljesítmény nem nő egyenesen az erek számával. Számítási alap az alábbi összeállítás lehet (T = teljesítmény t-ban):

Első ér teljesítménye T/óra, azaz egyeres soré 1,0 T.
Második ér teljesítménye $1{,}0 \times T$; tehát kéteres soré 2,0 T.
Harmadik ér teljesítménye $0{,}9 \times T$; tehát háromeres soré 2,9 T.
Negyedik ér teljesítménye $0{,}8 \times T$; tehát négyeres soré 3,7 T.



10. ábra. Drót- és finomsori görgősfordítóbevezető

A többeres hengerlés a tűréstartásban az egymástól eltérő idejű szúrások miatt igen hátrányos. Ha egy ér éppen érkezik, vagy egy éppen elhagyja az állványt, akkor az állvány rugózása, de főként a henger behajlása változik. Ez a hengerelt szál hosszában keresztmetszet változást okoz. Mennél több az együtt futó szál, annál kisebb az eltérés, ha egy ér kimarad. Ezzel ellentétes hatású az, hogy a hengertesthossz az erek számával nő, tehát a tűréstartás nehezebbé válik. Ez különösen érzékeny a készálványon, ahol a bevezetők szélessége többeres hengerlés alkalmával még nagyobb testhosszt kíván.

Ehhez jön még a tartalék üregek hengertest hosszabbító kívánalma.

Megkísérelték az üregeket a háromeres hengerléshez úgy elrendezni, hogy a hengerbehajlást ellensúlyozzák. De a hengerugrás növekedését, illetve csökkenését valamelyik ér belépésekor, illetve kilépésekor ezzel elkerülni nem lehet.

Az az elgondolás, hogy több ért együttesen, vagy közel egyidejűleg kell a hengerekbe beszúrni, még eddig nem nyert megoldást.

Tehát egyeres hengerlés a legkedvezőbb. Kéteres hengerléskor a változó mértékű ugrás nem kerülhető el, de azzal csökkenthető kedvezőtlen hatása, hogy a dolgozó üregeket távol helyezzük el egymástól s ezzel az emelőkar hatás csökken, emellett az üreg egyenlőtlensége utánállítható a másik érnek erősebb bolygatása nélkül. Három- vagy négyeres hengerlés egy hengeren ilyen értelmű szabályozást nem enged meg.

A szűktűrésű mérettartásra kedvező, ha a többeres hengersort kellő időben kevesebb érre, azaz több párhuzamos középnyújtó-, illetve kész sorra osztjuk el.

Robusztus hengerállványok, de elsősorban rövid hengerek csökkentik a többeres hengerlés hátrányát, a rugózást.

A/5. Gyengénhúzó hengerlés

Ha a hengersorba egy a hosszában méretartó és egyenletesen meleg bugát szúrunk be — amint az a korszerű többterűkemencékkel lehetséges —, akkor változatlan hengerlési feltételek mellett szűktűrésű gyártmányt nyerünk. A többeres hengerlés okozta hibákra a fentiekben rámutattunk.

A tűréstartásra további hibalehetőséget jelent a hengerlés húzással. Ha a húzás az egész szálhosszon mindig azonos nagyságú, akkor a keresztmetszet tűrését nem befolyásolja. De a folytatólagos soron a szál elejét és végét húzás nélkül, míg a többi részét húzással hengerlik, hacsak az egyes hengerek között nem létesítenek hurkot. A húzásmentesen hengerelt darabot ezért másként kell alakítani, mint a húzottat, ami keresztmetszet változást okozhat. Az ez okokból hibástűrésű darab hossza a hengerállványok távolságának felel meg. Ha a következő hengerekben a hibásméretet nem egyenlítjük ki — ez azonban alig lehetséges, mert a méréthiba a következő szúrásban a szélességbe helyeződik át —, akkor a készáru hibáshossza kiszámolható. A gyakorlatban az előnyújtósor hibáit a középnyújtósor erősen enyhíti, de a középnyújtósoron keletkező hibát a készsor alig szünteti meg, ami főként akkor áll fenn, ha a készsor csoportos meghajtású s emiatt abban is húzással hengerelnek.

Tehát az összes hengercsoportban a húzást oly gyengére kell — még az előnyújtósoron is — tartani, amennyire csak lehet. Ezt a célt szolgálja az egyes hengercsoportok meghajtásának lehető legkisebb részekre bontása és az egyes állványok vagy állványcsoportok között hurkok képzése. Ekkor azonban az egyes meghajtások sebességét pontosan meg kell állapítani és be kell szabályozni. Ez olyan követelmény, amit a mai eszközökkel már el lehet érni. A megkívánt sebességek beállítása már nehézkesebb, mivel a fellépő húzás nem mérhető. Az előnyújtósoron a motor terhelése a húzás mértékéről némi képet ad.

Ezért a középnyújtósoron előnyben részesítik a hurok képzését, mivel ez húzásmentes hengerlést biztosít. A középnyújtósor ilyen munkája teljesíti azt a követelményt, hogy a készsorba megfelelő méretű szálat juttasson.

Tehát egyeres, húzásmentes hengerlés, azaz hurokképzés az összes állvány között, szűk tűrést biztosít. A hurok legyen igen rövid, nehogy egyenlőtlen lehűlést okozzon. Ez magával hozza azt, hogy ott is a megkívánt hengerlési sebesség pontosan legyen beállítható, tehát hurokkal való hengerléskor is a motorok fordulatszámát szabályozni és pontosan tartani kell. Nagy hengerlési

sebességgel, azaz a készsoron hurokkal hengerelni nehezebb, mert a hurok letapogatása a hengerfordulatszám szabályozás céljából bonyolult feladat. (Egy függőleges hurokemelő letapogatása, egy vízszintes hurok hosszának mérése a hurokteknőben érintkezők által, vagy érintkező nélkül indukciós, kapacitív vagy fényelektromos relé útján.)

Drótkészsorok csoportos meghajtását általában előnyben részesítik, bár legtöbbször húzással hengerelnek, de ilyenkor a húzás előfeltételeit megteremtik azzal, hogy a henger fordulatszámát, az üreg méretét és a hengerátmérők összefüggését előre lerögzítik. Gondoskodni kell arról, hogy a kopás a különféle hengerpárokban ezeket a feltételeket betartsa. Természetesen, ha a kopás a szűktűrésű hengerlést kétségessé teszi, akkor a hengereket ki kell cserélni.

Köracél hengerlésekor a készsorokban legtöbbnyire a HV (H = horizontális, V = vertikalis, tehát a vízszintes és függőleges hengerpárok váltakozása) elrendezést használják, ilyen elrendezés szerint korszerű drótsorokat ismételten építenek.

Gyenge húzású hengerlés kedvező a tűrésre.

B) Drótsorok

B/1. Nagyteljesítményű drótsorok elrendezése

A továbbiakban kifejezetten csak drótsorokról lesz szó Edenborn-csévélőkkel (fekvőkaros csévélők). Ezzel a legnagyobb hengerelhető méret kb. 11,78 mm ∅-vel (Nr. 6/0 SWG) rögzítést nyert. Az alsó határ 5,385 mm ∅-jű (Nr. 5 SWG) lehet. Ez az európai gyakorlattal nem egyezik, mert ott az alsó követelmény 5,0 mm. Egyes vélemények szerint a gazdaságos alsó határ 6 mm (Nr. SWG = 5,893 mm) az ezáltal elérhető nagyobb termelés és kevesebb hengersori zavar révén, habár ezzel a dróthúzógépre jut többlet terhelés.

A következőkben nem a hengersorok teljesítményét helyezzük a tárgyalásunk előterébe, a gazdaságosan dolgozó hengersorról fogunk beszélni. Különleges kívánságokat, így például csavargyártáshoz való pontos körszelvényt és az ötvözött acélok hengerlését is figyelmen kívül hagyjuk.

A következőkben néhány példát ismertetünk a különböző elrendezésekre és végül egy összefoglaló értékelést adunk.

a) A gazdaságos hengerlés a hengerelt szál hosszától, illetve a karika súlyától függ. Ma még kielégítőnek tartják a 300 kg-os karikát, de újabban már 450 kg-osra térnek át, sőt már 600 kg-osra is, ha az felhasználható, illetve eladható. Az utóbbi egy 80×80 mm-es és 12 m hosszú bugának felel meg.

b) A dróthengersor teljesítménye a szálnak az utolsó üregből való kifutó sebességétől függ. Ma már 31—32 m/s kifutó sebességet kívánnak meg. (A berendezés fordulatszámát természetesen kb. 10%-al nagyobbra kell venni a hengerátmérő lehúzásának kiegyenlítésére és a szabályozás biztosítására.)

c) A teljesítmény továbbá az erek számától függ. Ma általában folytatólagos sorokon négy érig hengerelnek. A legnagyobb érszámot akkor választják, ha az előírt teljesítmény ezzel érhető el. Mindenesetre megállapítható, hogy nagy teljesítmény elérése céljából többeresen hengerelnek.

d) A húzóművek részéről tulajdonképpen a tűrésre és a pontos körkörösségre vonatkozólag nem kellene szigorított követelményt támasztani, mégis a különböző berendezéseken különbségek adódnak, amelyeket tekintetbe kell venni. Tűréseket, amelyek az USA-ban még elfogadhatók, Európában már nem engednek meg. Szokásosnak veszik a ±0,3 mm-t, de ±0,2—0,25 mm-es tűrés is elérhető megfelelő hengersori elrendezéssel és gyakorlott személyzettel. Különleges intézkedésekkel még ezek a tűrések is csökkenthetők.

e) Az állványok és ezzel a meghajtások számát az egyes üregekben a fogyások határozzák meg. Feltételezve, hogy kénesacél, nagy C-tartalmú vagy éppen ötvözött acél nem kerül hengerlésre, akkor a hengerállványok száma 1, esetleg 2 állvánnyal csökken. Az 5,385 mm ∅-jű szokványos acéldrót hengerléséhez 80 mm-es bugából kiindulva 24 szúrás szükséges.

Azonos a helyzet az ollócsoporttal. Rendesen elegendő egy végvágóollócsoport. Különleges minőségű drótok hengerléséhez, a második végnyíráshoz egy második ollócsoport is szükséges.

Hengersor elrendezések

1. Tiszta folytatólagos dróthengersor (11. ábra)

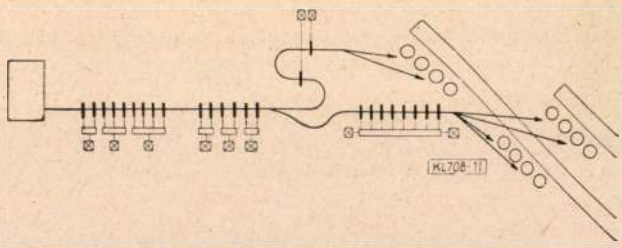
Ez az elrendezés a legrégibb folytatólagos soroknak felel meg. Az újabb hengersorok meghajtását azonban, még további részekre bontják.

Az ilyen sorokon tartható tűrés ma már nem felel meg. Megkísérelték a meghajtás további bontásával, elsősorban a középnyújtósorban — tehát nagyobb szabályzó lehetőséggel — megoldást találni, azonban ez a rendszabály nem elegendő.

Ilyen hengersorok nagy sebessége és négyeres hengerlése nagy teljesítményt nyújt, de a teljes folytonoshengerlés és a négy ér miatt zavarérzékeny. A tűrés sem megfelelő.

2. Folytatólagos dróthengersor, hurok képzéssel

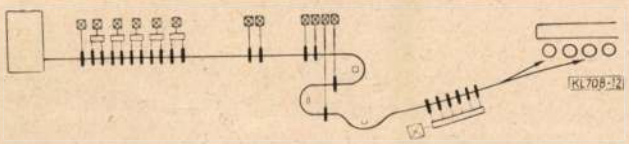
A tapasztalat azt mutatta, hogy a készsor előtt, legalább három kiegyenlítést kell hurokképzéssel a hengersorba beiktatni, hogy a húzást kiküszöböljék és a drót pontosabb legyen. Ismert elrendezés, amikor a folytatólagos előnyújtót



11. ábra. Tiszta folytatólagos drótsor

3 vagy 4 állványos középnyújtó követi, melyhez a nyitott állványok úgy csatlakoznak, hogy a készsor előtt még három hurok képződhessék *(12. ábra)*.

Ha a nyitott sorban egyesállványok dolgoznak, akkor itt hurokvető oválátvezetőket is kell használni, ami nagy sebességek mellett zavarokra ad okot. Szorgos gondozással a vezetékek pontos beállítása szükséges. Ezek a sorok kétérrel megfelelő tűrést adnak, gyakran — nagyobb teljesítmény elérésére, — három érrel járatják őket, de már bővebb tűréssel, amely azonban a mai követelményeknek még megfelel. A hengerlés végsebességét nem veszik nagyra, hogy az ovál átvezetését megkönnyítsék.

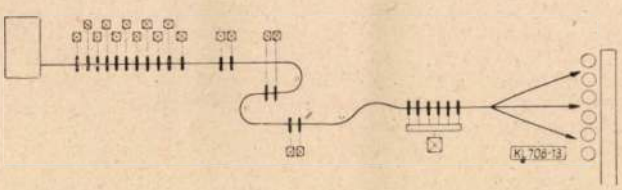


12. ábra. Folytatólagosdrótsor hurokképzéssel

Sok ilyen hengersor dolgozik ma az üzemekben.

3. Folytatólagos dróthengersor hurokképzéssel és tandemcsoportokkal

A teljesítménynövelés követelménye nagyobb végsebesség mellett az oválátvezetők elhagyását kívánja a nagyobb zavaróérzékenység kiküszöbölése céljából. Az elrendezés ilyenkor hasonló a 12. ábráéhoz, de a nyitott sorozatszakaszban két-két állvány kerül egymás mögé, miáltal elmarad az oválátvezetés. Helyébe lép a négyzetátvezetés, amely zavarmentesebb hengerlést biztosít *(13. ábra)*.



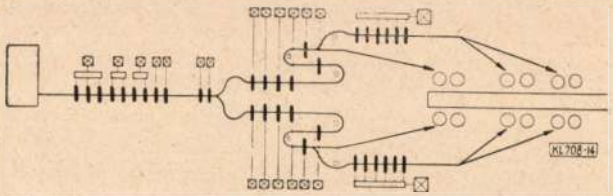
13. ábra. Folytatólagosdrótsor hurokképzéssel és tandemcsoportokkal

Ezt a hengersort könnyű háromérre berendezni. Az átvezetők biztos munkája nagyobb kilépő végsebességet enged meg. A tűrések elég kedvezők. A keresztmetszet szabályozás a tandem elrendezés miatt a 12. ábrán levő sorhoz képest nehezebb, ezért ezen a részen jól szabályozható egyesmeghajtás kívánatos.

4. Folytatólagos dróthengersor két készállvány csoporttal.

A 12. és 13. ábra szerinti sorokon általában két- vagy háromérben hengerelnek. Négyeres hengerlés átvezetőkkel nem tanácsolható. Kéteres hengerlés a kedvező tűréstartáshoz és a biztonságos hengerléshez a legkedvezőbb.

Sokfelé olyan hengersorokat építenek, amelyek az előnyújtó- és a közbensősoron négyérben, a készsoron pedig kétérben hengerelnek *(14. ábra)*. Ehhez két készsorra van szükség. Az ereket a készsor előtt kétfelé osztják el. Minél előbb kezdődik az elosztás, annál kedvezőbb a tűrés. Mivel az előnyújtó- és a középnyújtósorban vastagszelvényt hengerelnek, de az átvezetés csak kéteres, azért a zavarmentes hengerlés önként adódik.



14. ábra. Folytatólagosdrótsor két készcsoporttal

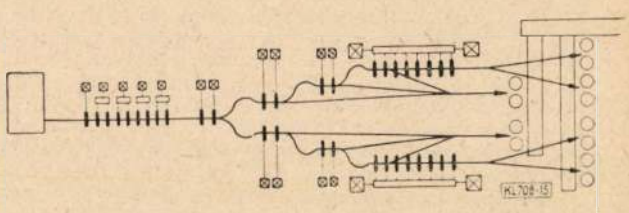
Ha a kilépő végsebesség nem túl nagy, akkor a kéteres oválátvezetők jól dolgoznak.

5. Folytatólagos dróthengersorok S-hurokkal

A 12—14. ábrákban vázolt hengersorok 180°-os hurkokkal dolgoznak. Megfelelő hosszúságú hurokkal elegendő hosszú szálat tudnak tárolni, hogy ezzel megfelelő kiegyenlítést biztosítsanak. Ez különösen a hengersor megindulásakor a felfutási idő alatt — de legfeljebb néhány hónapig — előnyös. Ha azonban a hengersor már egy éve üzemben van, akkor hosszúhurokra csak kivételesen van szükség. Ez a hengersori elrendezés tulajdonképpen már egyenletes méretű és egyenletesen hevített bugát, tehát kitűnő kemencét és jó hengersorszabályozást tételez fel.

A 180°-os hurok útja aránylag hosszú, ami a befogást megnehezíti. Biztosabban lehet dolgozni, ha az állványok közötti út rövid. Ma ezért egymás mögé helyezik az állványokat (a 11. ábrához hasonlóan), de ugyanakkor a S-hurokkal lehetővé teszik a szálnak a kitérését a hengerlés vonalából *(15. ábra)*. Az állványoknak egymás mögé helyezése a berendezés felett jó áttekintést biztosít. Az S-hurokkal azonban legfeljebb kéteresen szabad hengerelni. Ez az elrendezés lehetővé teszi az erek számának 3-ról 4-re (2×2) való növelését és emellett esetleg az egészen gyengehúzással való hengerlést. A S-hurok kedvezőbb, tehát szűkebb (±0,2—0,25 mm) tűrést biztosít.

A S-hurkos hengerlésnek alapfeltétele a sor felbontása kétvonalú készsorrá. Az állványok száma egyúttal természetesen megnő.

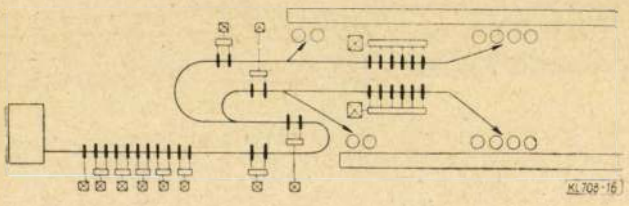


15. ábra. Folytatólagosdrótsor S-hurokkal

A bemutatott sor az alapvető elgondolás megtartása mellett egyéb elrendezésben is telepíthető. Példa erre a *16. ábra.*

B/2. A folytatólagos drótsorok készsor szakasza

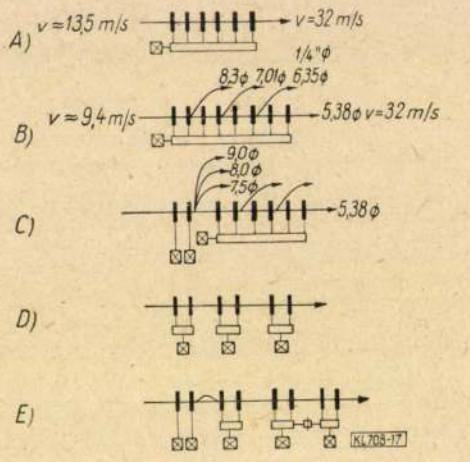
A fenntebb leírt elrendezések készsorainak vízszintes hengerei vannak, amelyeket egy motor hajt meg. Ezekben a csoportokban húzással hengerelnek. A hengerlés kilépő sebessége 32 m/s.



16. ábra. Folytatólagos drótsor S-hurokkal

Ha hat állványt telepítenek *(17/A ábra)* a készsorba, akkor az előnyújtóból érkező szál sebessége a csoport előtti átvezetőben meglehetősen nagy (32 m-es végkilépő sebesség mellett 13,5 m/s), amiért a hurokvezetés kissé bizonytalan. Ezért újabban a készsort 8 állványosra építik (17/B ábra) és ezeket közösen hajtjuk meg.

Mivel a hengereket egymáshoz való viszonyukban a fogyás szempontjából összhangba kell hozni, mennél több a henger az összhang beállítása annál nehezebb és ezzel a tűrés is romlik. Ezért célszerű a készsor első két állványát külön közös motorral meghajtani. Ha erről a két állványról nagyméretű és különféle keresztszelvényű darabot kell kivenni, akkor a két állvány egyenkénti meghajtása a helyesebb (17/C ábra).



17. ábra. Drótsorok készsorának különféle elrendezése

A hengerátmérők összehangolása a készsoron elkerülhető, ha a meghajtást felbontjuk, pl. két-két állványonként van egy-egy motor (17/D ábra). Ez az elrendezés igazolhatóan 26—27 m/s sebességig jól dolgozik. Feltételezhető, hogy ez az elrendezés 30 m/s sebesség felett is kifogástalanul dolgozik, bár a gyakorlatban ez még nincs igazolva. De lehetséges az is, hogy a kifutás felőli csoportot, vagy csoportokat nagysebességű hengerléshez egy közös meghajtássá összekapcsolják (17/E ábra). *(Folytatjuk.)*

Könyvismertetés

Lozinszkij, M. G.: **Izzó fémek metallográfiai vizsgálata vákuumban.** Fordította: *Temesi Sándor.* Műszaki Könyvkiadó 322 oldal, 104 melléklet. 75,5 Ft.

A könyv a fémek vizsgálatának újabb területével foglalkozik. Éppen ez a terület különösen érdekes a fémek tulajdonságainak alakulása szempontjából, hiszen a fémeknek a mikroszerkezete a legtöbb esetben éppen izzómeleg állapotban alakul ki, pedig régebbi metallográfiai módszerekkel csak a már kialakult, s szobahőmérsékleten rögzített állapot volt eddig hozzáférhető a vizsgálat számára.

A fémek izzó állapotban való metallográfiai vizsgálatára elsősorban megfelelő berendezések szükségesek. A könyv ennek megfelelően az első részében, jól összefogóan inkább a vákuumban hevített fémek különféle tulajdonságainak izzó állapotban való vizsgálatára használt különféle berendezéseket ismerteti, az evakuáló berendezések működési elvét, az ilyen berendezések részleteit, a fémek vákuumos hevítésének különféle gyakorlati módját. Ezenkívül az izzófémek különböző tulajdonságainak pl. rugalmassági modulusának, keménységének, párolgásának, hő- és villamosvezetőképességének, továbbá a diffúziós jelenségek vizsgálatára alkalmas berendezéseket ismerteti.

A könyv második része már inkább az előzőleg ismertetett berendezések metallográfiai felhasználását és az erre vonatkozó vizsgálati módszereket foglalja össze néhány példán át, de ezekkel kapcsolatban további berendezéseket is ismertet.

Főleg a vákuumban hevített fémek mikroszerkezetének nagy hőmérsékleten való különféle vizsgálati módszereivel foglalkozik ez a második rész: így a hevítéskor keletkező, valamint a lehűlt fémben látható szemcsehatárok közti összefüggésekkel, az austenit-szemcsék felépítésével, a szemcséken belül a csúszási vonalak megjelenésével stb. A vizsgálati módszerekkel kapcsolatban ismerteti a fémekben a hevítés és a lehűtés alkalmával végbemenő átalakulások közvetlen megfigyelési módját, vagy pedig eme átalakulásoknak fényképezéssel való rögzítési eljárását.

Foglalkozik ezenkívül a második rész a fémek rugalmassági modulusának, valamint meleg állapotban, a különféle acélötvözetek keménységének vizsgálatával, továbbá a fémek párolgási viszonyainak, valamint az ötvözők diffuziójának a tanulmányozásával stb. is.

Természetesen nem törekedhet egy egészen újnak mondható területre vonatkozó könyv a teljességre, de igen jó tájékoztatást nyújt minden érdemleges kísérletezésről és annak berendezéseiről.

Az érdekes könyv *Temesi Sándor* fordításában és *dr. Verő József* lektorálása után hagyta el a nyomdát, s egyúttal annak a példaszerű bemutatására is nagyon alkalmas, hogyan kell egy műszaki könyv szakszerű fordításának és méltó kiadásának helyesen történnie. Az olvasó érzi, hogy a fordító nem akadt meg egyes szavak vagy kifejezések szolgai lefordításakor, hanem könnyen érthetően, szakszerűen és lehetőleg jó magyar nyelven tolmácsolta a szovjetorosz szerző mondanivalóit. Kár, hogy egy-két értelemzavaró sajtóhiba (pl. a 222 vagy 281. oldalon) zavarja a nagyszerű kivitelű mikroképeket is tartalmazó, mintaszerűnek tekinthető értékes magyar kiadványt.

Mester István

Üzemi tapasztalatok a Dunai Vasmű SM-kemencéinek elgőzölögtető hűtésével

ALTNÉDER JÁNOS okl. kohómérnök, Dunai Vasmű

Dk.: 621—71 : 669.182.21.4

A Dunai Vasműben 52 m² fürdőfelületű 125 tonnás, kamragáz-olaj tüzelésű SM-kemencéink vannak. A kemencékbe a különböző falazatrészek megvédése céljából az alábbi vízhűtésű hűtőelemeket építettük be: 5 db orros ajtótok, 5 db vállgerenda, 5 db ajtó, 8 db 1½"-os pillérhűtőcső, 2 db gázégő, 8 db 1½"-os felszálló hűtőcső, 2 db 1¼"-os homokzár hűtő, 4 db felszálló válaszfalhűtő és a kemence alsó részén 19 db 1½"-os csatlakozás a különböző tolattyúk és tolattyúházak hűtésére. A hűtővízveszteség igen tekintélyes és mintegy 3,8—5·10⁶ kcal/ó-ra tehető. A nagy hűtővízveszteség a kemencék fajlagos hőfogyasztását igen megnöveli. Ennek csökkentése céljából egyenként megvizsgáltuk a hűtőelemeket és intézkedéseket foganatosítottunk sugárzásnak kitett hűtőelem felületek csökkentésére, amitől a hő-, illetve a tüzelőanyagfogyasztás csökken.

A hűtővízveszteség csökkentésén kívül kívánatos a hűtővíz által felvett melegmennyiséget is hasznosítani. A hűtőelemekből távozó víz csak 30—40 C° hőmérsékletű és ezért semilyen célra nem tudjuk felhasználni. Ha a hűtőelemekbe bemenő ipari hűtővíz mennyiségét csökkentenénk és úgy próbálnánk melegebb vizet termelni, akkor a vízben levő, változó keménységet okozó sók a hűtőelem falára vízkő alakjában rárakódnának, ami a hűtőelem túlhevülését és végül kilyukadását okozná. Ezenfelül ilyen nagy mennyiségű melegvízre fogyasztót sem tudunk találni.

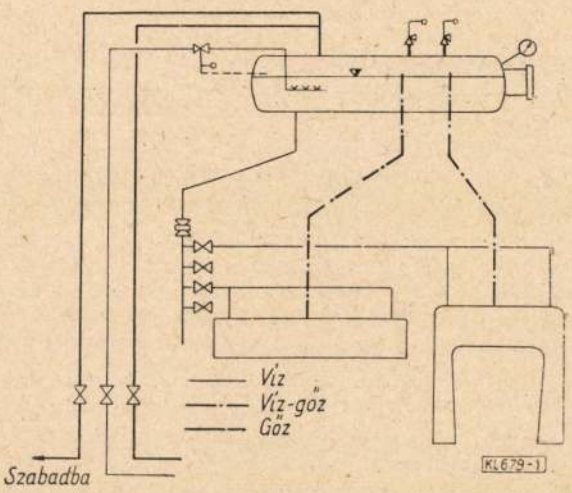
A hűtőelemekben átadott hőmennyiség egy részének hasznosítása céljából már több mint egy évtizede mind a Szovjetunióban, mind a nyugati ipari országokban, az elgőzölögtető hűtést kezdték használni, mely eljárás mindjobban terjed. Az elgőzölögtető hűtésbe az ajtókereteket és vállgerendákat, esetleg egyéb hűtőelemeket (pl. gázégő) szokták bekapcsolni. A bekapcsolt hűtőelemekben általában alacsony nyomású telített gőzt termelnek, amelynek hőtartalma kb. azonos az átfolyó hűtővíz hűtésekor veszendőbe ment melegmennyiséggel. Az építendő berendezés költsége kb. ½—¾ év alatt a termelt gőz értékéből megtérül. A fejlődés az elgőzölögtető berendezésben minél nagyobb nyomású gőz termelésére irányul, melyet ipari célra egész évben hasznosíthatnak, sőt a legmagasabb fejlődési fokon először egy ellennyomású turbinában áramtermelésre hasznosítják és csak utána használják fel ipari célra. Ezáltal a berendezés költsége még rövidebb idő alatt megtérül. Ez azonban csak ott és akkor valósítható meg, ahol és amikor az alacsonyabb nyomású berendezésekhez a szükséges építési és üzemi ismereteket már megszerezték.

A Dunai Vasműben a SM-kemencék elgőzölögtető hűtésének gondolatával már 1954 óta foglalkozunk. Az ehhez szükséges terveket azonban külföldről nem tudtuk megszerezni, viszont hazai tervezőintézetek ilyen tervezéssel még nem foglalkoztak. Előrehaladás ezen a téren csak akkor következett be, amikor a Vaskohászati Kemenceépítő Vállalat a Vasművel szorosan együttműködve elkészítette egy SM-kemence elgőzölögtető hűtéséhez a kísérleti berendezések terveit, majd az üzemi kipróbálás után a végleges terveket. Ez a kísérleti berendezés az akkor ismert külföldi berendezésekhez képest több, fontos, új megoldással épült és gőznyomása már 8 ata volt, ami a termelt gőz állandó hasznosítását biztosította.

Mind a kísérleti, mind a végleges berendezésen különböző tapasztalatokat szereztünk, amelynek ismertetése úgy hiszem összes hazai szakembereinket érdekelni fogja. A SM-kemencék elgőzölögtető hűtése éppen azért tudott eddig nehezen elterjedni, mert féltek az esetleges üzemzavaroktól és hűtőelem kiégésektől, ami esetleg egy egész kemence leállását okozhatná.

Elsősorban az előfordult üzemzavarokra, illetve nehézségekre kívánok rámutatni, a gőzölegtető hűtést összehasonlítva az iparivíz hűtéssel. Iparivíz hűtés mellett gyakran előfordul az ajtókeretek és vállgerendák kilyukadása. Átfolyó hűtés mellett az ajtókeretek cseréjét termeléskiesés nélkül tudjuk elvégezni, míg a vállgerendák javítása (hegesztése) kb. 6—8 órás termeléskieséssel jár. A hűtőelemek általában azért szoktak kilyukadni, mert a hűtővízben levő szennyeződések és a vízben levő, változó keménységet adó sók a hűtőelemben lerakódtak, ami az acéllemezfal túlhevülését, majd kilyukadását vonja maga után.

Az első kísérleti elgőzölögtető, majd az azt követő üzemi berendezés üzembehelyezése óta eltelt időben természetesen volták kisebb nehézségek és üzemzavarok, az így előállt kiesés azonban kevesebb volt, mint a régi átfolyóvíz hűtés



1. ábra. A kísérleti elgőzölögtető berendezés elvi rajza

mellett. A közben szerzett tapasztalatok alapján minden remény meg van arra, hogy a berendezés az eddiginél még nagyobb biztonsággal és minimális meghibásodási lehetőséggel lesz üzemben.

A kísérleti berendezést 1958 elején helyeztük a IV. sz. kemencén üzembe. A berendezés elvi rajzát az *1. ábrából* láthatjuk.

A kísérleti berendezésbe először csak egy ajtókeretet és egy vállgerendát kapcsoltunk be és csak egy dobot építettünk be. A berendezés két kemencejárat alatt volt üzemben, mely idő alatt semmi meghibásodás nem fordult elő. A berendezés gőzoldalon a gyár ipari gőzhálózatával (5—7 ata nyomás) volt közvetlenül összekötve. Gőztermelése 400—800 kg/ó, átlag 500—600 kg/ó volt. A kísérleti üzem alatt is csak egy-kétszer kellett ipari vízre átállni a tápvízellátásban beállott kiesés miatt. A tápvizet a füstgázkazánházból elektromotorral hajtott tápszivattyú nyomja Hanemann-tápvízszabályozón keresztül a dobba. A berendezés kezeléséhez műszakonként egy fő volt beosztva, 4 kemence elgőzölögtető hűtése során is csak 2 kezelőt állítottunk be (műszakonként).

A IV. sz. kemence teljes elgőzölögtető berendezéséhez két dobot szereltünk fel (ezek egymással csővezetékekkel össze vannak kötve és közös vízszintszabályozójuk van). Az egyikhez 4 db, a másikhoz 6 db hűtőelem tartozik. A további berendezésekhez már csak egy dobot építettünk és ebből látjuk el az összes hűtőelemet. A II. sz. kemencének az összes vállgerendája be van kapcsolva az elgőzölögtető berendezésbe. Ennek az első kemencejárata alatt 401-es adagig a legkisebb zavar sem fordult elő. Az ajtókereteket azok késői elkészülése miatt csak a következő kemencejárat során kapcsoltuk be.

Az I. sz. újonnan megépített kemencén a teljes elgőzölögtető berendezés üzembe került és eddig a legkisebb zavart sem tapasztaltuk.

Az elgőzölögtető hűtéshez szükséges lágyított és gáztalanított vizet a füstgázkazánházban elhelyezett táptartályból kapjuk, amelyhez 2 db villamos hajtású tápszivattyú és 2 db gőzinjektor áll rendelkezésre. Az elektromos szivattyú bármily leállásakor azonnal át lehet állni gőzinjektorral való táplálásra. Arra az esetre, ha a táptartályokból a víz kifogyna és az Erőmű vízszolgáltatása is leállna, kb. ½—¾ órai víztartalék van az egyes dobokban. Ez idő alatt át kell állni átfolyó hűtésre.

A kísérleti berendezés kb. 4½ hónapos üzeme után az elgőzölögtető hűtőberendezésbe 1958. XII. 8-án a IV. sz. kemencének az összes ajtókeretét és vállgerendáját bekapcsoltuk. A berendezést 10 att gőznyomásra engedélyezték. Gőztermelése 2—3, átlag 2,5 t/ó volt. Eddig még a tápszivattyú helyett az injektort járatni nem kellett. Az üzembehelyezés óta eltelt kb. 16 hónap alatt a következő kisebb meghibásodások fordultak elő, melyek miatt — egy-egy alkalommal — csak kb. 2—3 óra termeléskiesés következett be.

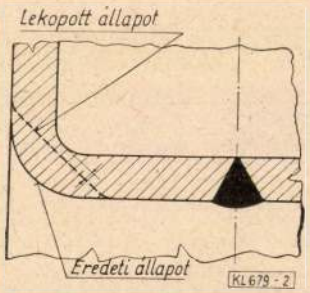
1. Az első kemencejárat alatt az 50—100-as adag között az adagológéppel az 5. sz. ajtókeretet megnyomták. Ennek következtében az ajtókeret és ejtőcső között megrepedt a hegesztés és kismértékű kifuvás állt be. A hibát úgy hárítottuk el, hogy a repedés helyére klingerittel ellátott csőbilincseket tettünk, úgyhogy nem is kellett átfolyó hűtésre átállni. A hiba abból származott, hogy az ajtókereteket a kemence vasszerkezetéhez hegesztették, amely a hőtágulás miatt levált és a hűtőelemek gyakorlatilag a levegőben lógtak. Ezért fontos a hűtőelemek megfelelő rögzítése, hogy azokat a berakógép ne tudja elnyomni.

2. A hűtőelemeket az első két kemencejárat után jónak találtuk, ezért nem tartottuk szükségesnek azokat kicserélni. A harmadik kemencejárat előtt nyomáspróbát tartottunk. Ennek során az egyik hegesztésnél, alul szivárgást tapasztaltunk. Ezt meghegesztettük és a megismételt nyomáspróba alkalmával szivárgást nem vettünk észre.

A harmadik kemencejárat elején az az ajtókeret, amelyet a nyomáspróba után meghegesztettünk, szivárgott. Ezt üzemközben többször hegeszteni kellett. Ehhez a termelt gőzt a szabadba engedtük, ezáltal a nyomást lecsökkentettük, aminek hatására a szivárgás megszűnt, majd az ajtót kissé felhúztuk és villanyhegesztéssel rá-hegesztettünk. Ezt többször meg kellett ismételni, mert tökéletesen nem tudtuk megjavítani anélkül, hogy termeléskiesés ne állt volna be.

Hasonló hibák kiküszöbölése céljából azóta az ismételten üzembekerülő hűtőelemek beépítése előtt a vizsgálatot megszigorítjuk és azokon a hűtőelemeken, amelyeken a nyomáspróba alkalmával szivárgást tapasztaltunk, a hegesztést alaposan kifaragjuk és újra feltöltjük.

3. A harmadik kemencejárat alatt egy ajtókeret az 50—100-as adag között, a felső részen elkezdett folyni. Szabadba menő gőztermelésre való átállás (nyomáscsökkentés) után is folyt és ezért hegeszteni nem lehetett. A későbbi vizsgálat kimutatta, hogy a meghibásodást az okozta, hogy az ajtókeret belső nyílásának felső részét az adagolókanál a kb. 2½ kemencekampány alatt a *2. ábra* szerint elkoptatta. Ez a kopás elég egyenletes volt, így kívülről a kampányok közötti kiépítéskor és vizsgálatkor senkinek sem tűnt fel. A vizsgálat megállapította, hogy a kritikus helyen kb. 2 mm vastagságra kopott le az eredetileg 14 mm vastag acéllemez. Fenti meghibásodásból levonható tanulság az, hogy a több kampányon keresztül üzemben tartott hűtőelemek vizsgálatát igen gondosan kell elvégezni.



2. ábra. Az adagolókanál által lekoptatott ajtókeret rajza

A javítás elvégzésére három megoldás kínálkozott.

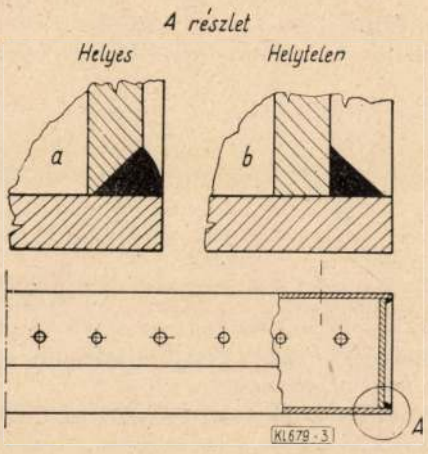
a) Elfalazzuk az ajtót, az egész berendezést ipari vízre állítjuk át, a hibás hűtőelemből a vizet lezárjuk, a hibás részt kivágjuk és meghegesztjük, majd visszaállunk elgőzölögtető hűtésre. Becsült kiesés 3—4 óra.

b) Az ajtó elfalazása után új hűtőelemet építünk be, itt is becslés szerint 3—4 óra esett volna ki.

c) A harmadik megoldást választottuk. Ipari vízre álltunk át, a kérdéses hűtőelemről a vizet lezártuk és egy átfolyó hűtésű elemet építettünk be, amelyet az ipari vízhálózatba kapcsoltunk be. Sajnos az ipari víz hűtésű, régi keret az első fal felé szélesebb, ezért az első fal miatt nem tudtuk behelyezni, emiatt az első fal külső részéből le kellett vésni, amely sok időt vett igénybe. A hűtőelem csere így kb. 2½ óra kiesést okozott.

4. A 3. kemencejárat végén a 3. sz. vállgerendánál a fenékrész hegesztésekor elég erősen folyt a víz a kemence belseje, ill. az ajtópillér felé. Szabadbamenő gőztermelésre tértünk rá, hogy kisebb legyen a kifuvás. A vállgerendát kijavítani már nem akartuk, minthogy a kemence boltozata már igen rossz állapotban volt és legfeljebb még két heti üzemre lehetett számítani. Azért hogy a hegesztés miatt előálló üzemkiesést elkerüljük, azt gondoltuk, hogy a víz-, illetve gőzfuvás nem fog komolyabb bajt okozni. Amikor a kemencét 12 órás salakzsáktisztítás céljából leállítottuk, megállapítottuk, hogy a víz a pillér talpát és a feneket a pillér mellett teljesen szétporlasztotta, amiből más természetű üzemzavar állhatott volna elő. Az állási idő alatt a pillér felfalazása után kis nyíláson keresztül elölről meghegesztettük. Tökéletesen nem tudtuk kijavítani, ezért szabadbamenő gőztermelésre tértünk rá. A kemencét két nap múlva a salakzsák teljes eltömődése miatt le kellett állítani.

Leírt tapasztalataink alapján valamely hűtőelem megfolyósodásakor célszerű az ajtónyílást elfalazni és a vállgerendát meghegeszteni. Nem szabad olyan hűtőelemet üzemben tartani, amely folyik, mert ez a kemence üzemét veszélyezteti (elfolyás, robbanás).



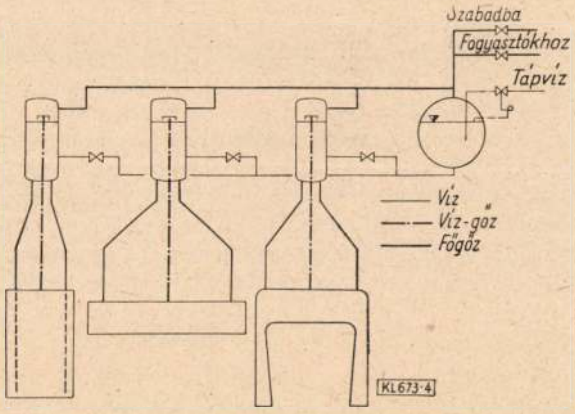
3. ábra. A helyesen és helytelenül hegesztett vállgerenda rajza

A vállgerenda végének vázlatos rajzát a *3. ábra* tünteti fel. A vállgerendán ugyanis a hegesztési varrat vastagságától és elhelyezésétől függ, hogy egyrészt milyen nyomást bír el a hűtőelem, másrészt, hogy maga a varrat milyen erős hűtést kap. A helyes és helytelen sarok varrat kiképzést az ábra szemlélteti.

A 2., 3. és 4. pontban leírt hibák, illetve üzemzavarok megelőzése céljából fontos a hűtőelemeket a kemence leállása után — újra beépítés előtt — alaposan átvizsgálni, és ha szükséges, kicserélni.

Az eddigi tapasztalatok szerint a hűtőelemeket kb. 500—600 adag után kívánatos kicserélni. A kicserélt hűtőelem alapos vizsgálat és esetleges javítás után újból visszaépíthető. Megjegyzem, hogy egy vállgerendát 500 adag után szétvágtunk, a lemez még azon a részen sem volt vékonyabb, mint új állapotban, ahol az az adagolás közben megrongálódásnak van kitéve.

Tapasztalataink alapján a III. sz. kemencén egy új elrendezésű kísérleti berendezést építettünk, azért, hogy Csepel és Diósgyőr részére kipróbáljuk az új berendezést. Ott ugyanis kevés hely áll rendelkezésre a dob és csővezetékek számára. A víz a kemence oldalán elhelyezett kazándobból egy kisebb gőz-víz elválasztó edénybe áramlik, amely közvetlenül a hűtőelemek felett nyert elhelyezést. A cirkuláció a gőz-víz elválasztó edények és hűtőelem között jön létre. A berendezés vázlatát a *4. ábra* tünteti fel.

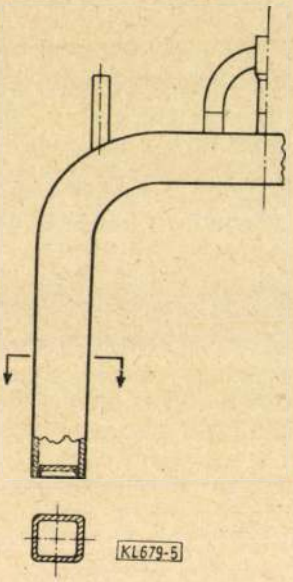


4. ábra. Új elrendezésű kísérleti elgőzölögtető berendezés elvi rajza

Ebbe a rendszerbe három db hűtőelem : egy db vállgerenda, egy db ajtókeret és egy db pillérhűtő elem volt bekapcsolva. A kísérleti berendezésben a következő hibák fordultak elő :

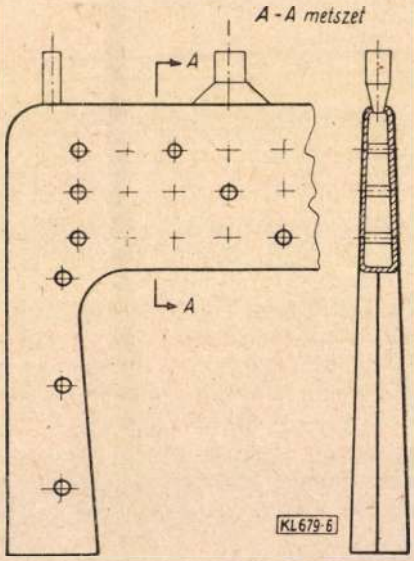
A) Egy ajtókeret kb. 70 adag után kilyukadt. Szabadba való gőztermelésre való átállás után a 3. pont alatti üzemzavarhoz hasonlóan, a hibás ajtókeretet átfolyó hűtéses ajtókeretre kicseréltük, ami termeléskiesést nem okozott. A beépített kamrás ajtókeret négyszögletes keresztmetszetű volt *(5. ábra)*, amelyet ezen a kemencén próbáltunk ki először. Mint utólag megállapítást nyert ehhez a kerethez a csövet gyártó vállalat műbizonylatot nem adott ki, a csőkamra valószínűleg selejtes volt. Ilyen típusú ajtókeretre térünk

rá mindenütt, mert ezen a kamrán hegesztés csak a talpakon van és ha csak anyaghiba nincsen (ami a többi ajtókeretben szintén előfordulhat), úgy meghibásodásra igen kicsi a valószínűség. 15 db ilyen típusú ajtókeretben egyébként meghibásodás eddig még nem fordult elő. A négyszögkamrás ajtókeret vázlatát az *5. ábra* mutatja, míg az eredetileg beépített és még a IV. sz. kemencéhez használt ajtókeretek vázlatát a *6. ábra* mutatja.



5. ábra. Négyszögletes, kamrás ajtókeret vázlata

B) Egyízben a kemencét boltozatjavításra kb. 12 órára leállították, és a tüzelést lezárták. Bár vízszintszabályozó van minden dobba beépítve, ez kis mértékben átengedte a vizet. Hogy a dob és gőzvezetékek ne teljenek meg vízzel, a kezelő a szeleppel lezárta a vizet. A következő műszakon, a kemence üzembehelyezésekor a kezelő figyelmeztetés után sem nyitotta ki a tápvízszelepet, ezért a berendezés víz nélkül maradt.



6. ábra. Az eredeti típusú ajtókeret vázlata

Ennek során mind a vállgerenda, mind a pillérhűtőelem leégett. Az üzemzavar elhárítása céljából az egész vállgerendát ki kellett cserélni, amely közel 24 órás termeléskiesést okozott, holott ezt gondos kezelés mellett teljesen el lehetett volna kerülni. Szerencsére ebbe a kemencébe Roburtéglából készült a boltozat és a kemencét ezért nem kellett leállítani.

A következőkben nagyobb gondot fogunk fordítani a kezelők kiválasztására és oktatására. Ezenfelül olyan utasítást adtunk ki, hogy tápvízszabályozót állandóan üzemben kell tartani és kemencejavításkor a dobürítőn kis mértékben kell kiengedni a vizet, úgyhogy a vízszintszabályozó üzemben legyen.

C) A III. sz. kemence *B)* pontban leírt üzemzavara után a következő kemencejárat alatt semmi rendellenesség nem állt elő. Az utána következő kemencejárat közben a vállgerenda a végén a hegesztés közelében kilyukadt. Az ajtónyílás elfalazása után a vállgerendát meghegesztettük, ez kb. 6—8 órai termeléskiesést jelentett. A meghegesztett vállgerenda ezután — egészen a kemence leállásáig — kb. 200 adagon keresztül kifogástalanul működött. A 3/a ábra szerint hegesztett vállgerendákon ez a hiba nem állt volna elő.

Az I. és II. sz. kemencéknél az eddigiek során semmiféle hiba vagy üzemzavar nem állt elő.

A jövőben az üzemzavarokat a következő intézkedéssel fogjuk a minimumra csökkenteni :

1. Az ajtókereteket megfelelően fogjuk a vasszerkezethez úgy erősíteni, hogy azokat a berakógép el ne mozdíthassa és a felerősítéskor a hegesztések meg ne repedjenek. Az ajtókereteket a kemence fegyverzetéhez nem szabad hozzáhegeszteni, hanem úgy kell hozzá erősíteni, hogy hőtágulásra a lehetősége meglegyen.

2. Csőbilincseket készenlétben kell tartani, hogy a csöveken esetleg előforduló repedéseket bilincsekkel tömíteni tudjuk. A kihegesztés a következő javítás alatt is elvégezhető.

3. A kemencejárat után nyomáspróbát kell tartani. A hűtőelem szivárgó részén a hegesztést megfelelően ki kell faragni és újra ki kell hegeszteni.

4. A hűtőelemeket két kemencejárat után újjal cseréljük ki, a kivett hűtőelemeket alaposan átvizsgáljuk, s ha lehet kijavítjuk és később újra beépítjük.

5. A vállgerendák és ajtókeretek végeit a 3/a ábra szerint, ékvarrattal kell hegeszteni.

6. Négyszögletes kamrás csövekből készült ajtókra és vállgerendákra fogunk rátérni, amelyeken kevés a hegesztés és ezzel minimális a hibalehetőség.

7. A hűtőelemek anyagát és a hegesztéseket legyártásuk után Röntgen-, illetve ultrahangvizsgálattal ellenőrizni kell. Csakis jó minőségű anyagot szabad beépíteni.

Fentieken kívül nagyon fontos az, hogy csak megfelelően képzett, megbízható kezelőket szabad beosztani, őket jól ki kell oktatni és megfelelő kezelési utasítást kell kiadni.

Rendkívül vigyázni kell arra, hogy a hűtőberendezés egyes szelepeit szükségtelenül ne zárhassák le (hűtőelem kiégés). Minden hűtőelem ugyanis külön lezárható. Ezt úgy akadályozzuk meg, hogy a szelepeket lánccal lezárjuk, hogy illetéktelen személyek ne nyúlhassanak hozzá. Ezenfelül figyelmeztető táblákat helyeztünk el, hogy a berendezéshez csak a beosztott kezelő nyúlhat.

A berakáskor gondosan kell eljárni, nehogy a hűtőelemek megsérüljenek.

Az elgőzölögtető hűtőberendezés hátránya az, hogy a sok cső miatt a boltozat nehezebben hozzáférhető és a javítást megnehezíti. Ez azonban lényeges nehézséget véleményünk szerint eddig nem okozott.

Az elmondott hibák, illetve üzemzavarok ellenére az elgőzölögtető berendezéssel kevesebb üzemzavar fordult elő, mint az átfolyó hűtésűvel.

Az elgőzölögtető hűtéssel nyert kedvező tapasztalatok alapján újabb hűtőelemeket kívánunk beépíteni az elgőzölögtető rendszerbe és ezzel kívánjuk a gazdaságosságot növelni (gázégők, felszálló fal és felszálló válaszfal hűtés).

Az elgőzölögtető rendszer gazdaságosságának fokozása céljából kísérletképpen előbb 20, majd később 40 att gőz nyomásra kívánunk rátérni és a termelt gőzt áramtermelésre való felhasználás után vezetnénk 6 att nyomáson az ipari gőzhálózatba.

Műszaki és gazdasági hírek

A **Montánunió** *acéltermelése* 1960-ban 73 millió tonnával új rekordot ért el és 15,3%-kal haladta meg az 1959. évi 63 millió tonnás termelést. A legnagyobb arányban az olasz acélipar termelése növekedett. Az egyes tagállamok termelése és a termelés növekedése az alábbiak szerint alakult:

	termelés mt	emelkedés %
Olaszország	8,2	21,5
Hollandia	1,7	16,1
NSZK	34,1	15,8
Franciaország	17,6	15,8
Belgium	7,2	11,2
Luxemburg	4,0	11,5

Ó. Á.

Romániában, Galacban épülő új *vasgyárat* előreláthatólag 1964-ben fejezik be. Termelése ekkor folyékony acélból évi 4—5 millió t lesz. Ennek egy része az LD eljárással fog készülni.

St. u. E. 1960. 26. sz.

Olaszországban Palermóban a newyorki Rheem Manufacturing Co. vállalat az olasz Acciaierie Bonelli palermoi gyárral közösen hegesztett acélcsövek gyártására üzemet épít. Az évi termelés valószínűleg 100 000 tonna lesz.

Stahl u. Eisen 1. sz.

Nyugatnémetországban négy fontos lelőhelye van a *földgáznak*. 1960-ban 387 millió Nm^3/év, 1961-ben a termelés 2 milliárd Nm^3/évre fog növekedni. 1965-re 3—5 milliárd Nm^3/es termeléssel számolnak.

St. u. E. 1961. 1. sz.

Japánban, Chibában, Tokió közelében egy új *vasgyár* épül, mely 1970-ben fejeződik be. A gyár teljes kiépülése után 12 millió t folyékonyacélt fog termelni.

St. u. E. 1961. 1. sz.

Ausztriában Ternitzben a Schöller Bleckmann gyár 1961. év elején helyezi üzembe az új csőgyártó üzemét. Kétműszakos üzemben évi 30 000 t varratnélküli csövet fognak termelni. Főként vegyészeti üzemek részére gyárt csövet.

Metal Bulletin 1960. XII. 30.

A **londoni fémtőzsde** igazgatósága közölte, hogy a szabvány *ólomminőségek* hivatalos listájára felvették a „*Yukcuk Brand*" minőségű ólomfélterményt. Előállítója az Uszk-Kamenogorszk horgany- és ólomkombinát a Szovjetunióban.

Gazdasági Hírek, 1961. január 3.

Ausztriában Donawitzban az Alpine új *finomhengerműve* ez év tavaszán lép üzembe.

Montais 1960. XII. 22.

Hengereltáru árösszehasonlítás $-ban 1956—1960. évekre

	1956.	1957.	1958.	1959.	1960.
Betonacél	118	84	75	106	90
Keresk. acél kism.	124	102	82	110	100
Keresk. acél nagym.	130	102	82	110	99
Hengerhuzal	120	105	85	135	104
Profil	132	106	80	102	93
Durvalemez	165	125	82	112	97
Mel. heng. finomlemez	147	153	124	160	133
Hid. heng. finomlemez	150	170	135	210	142

Az árak per 1000 kg f. o. b. értendők, minden év december végén.

CLAES XII. 24.

A **szovjet—osztrák** kereskedelmi egyezmény kontingensei az 1961/65 évekre

Szovjet szállítások

	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.
	1000 t				
Vasérc	425	475	500	500	500
Mangánérc	16	20	22	22	22
Krómérc	10	20	20	20	20
Vasötvözetek	10	10	12	12	12
Wolfram (tonna)	1000	1000	1200	1200	1200

Egyéb szovjet szállítások 1961-ben:

	t
Ónozott lemez	1000
Ón	500
Ólom	1000

Osztrák szállítások:

	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.
Hengereltáru, 1000 t	110	130	145	155	165
Rézfélgyártmány, t	500	1000	1000	1000	1000
Kábelek (1000 $)	5250	6250	6250	6250	6250

Egyéb osztrák szállítások 1961-re:

Ötvözött acél	50 t
Vékonyfalú karbonacél varratnélküli csövek millió méter	1
Hegesztő elektródák	500 t
Acél- és alumíniumkábelek	500 t
Színes alumíniumfólia	20 t

Gazdasági Hírek XII. 21.

Timföldgyári folyamatosan feltáró autoklávsorok vizsgálata radioaktív izotóppal*

Dr. BUJDOSÓ ERNŐ, IMRE ALADÁR és TÓTH LAJOS Fémipari Kutató Intézet

Dk. : 546.79 : 669.712.1

Ez a megállapítás egy módszert ad kezünkbe, amellyel a keveredés fokát és a különböző keverőtípusokat meg tudjuk vizsgálni. Tökéletes lesz a keveredés a rendszerben, ha el tudjuk érni azt, hogy a λ értékét, azaz az időegységenként átáramlott anyagmennyiségnek és az autokláv térfogatának hányadosát állandó értéken tartva az anyag az elméletileg számolt értékig tartózkodjon az autoklávban. Esetünkben tehát 8,4 perccel hosszabb ideig.

B) *Az egyes mérőhelyen áthaladt nyomjelzőmennyiség vizsgálata*

Az integrált eloszlási görbéből kiszámítottuk az egyes mérőhelyeken áthaladt nyomjelzőmennyiséget. Ezeket az adatokat összehasonlítottuk az elméletileg számított értékekkel. A *3. táblázatban* 0-t időpontig adjuk meg az áthaladt indikátor, illetve anyagmennyiségeket. A táblázat világosan mutatja, hogy a számított eloszláshoz képest az anyag a valóságban előresiet.

Az autoklávsor megtervezésekor az üzem a következőképpen járt el. Meghatározták, hogy adott össztérfogatú autoklávsorban milyen teljesítménnyel kell működtetni a zagyszivattyút, hogy üres rendszert elképzelve a zagy a feltárási idő alatt töltse azt meg. Ha a betáplálás sebességét 31,2 m^3/h-nak választották, akkor kiadódott a feltáráshoz szükséges idő, a 180 perc. Ezalatt az idő alatt azonban, amint az a 3. táblázatból látható a $t = 0$ időpillanatban betáplált anyag nagyrésze már áthaladt a *VI.* mérőhelyen és az expanziós vezetékbe jutott.

A szivattyúk teljesítménye tehát nem használható fel minden további nélkül a feltárási idő beállítására, és az autoklávsorok megtervezésére. Amint azt az előbbiekben láttuk, az anyagnak egy autoklávra elméletileg számított áthaladási időtartama $1/\lambda = 28{,}8$ perc. A szivattyú teljesítményéből számítva pedig 30 perc adódik, azaz annyi idő alatt tölt meg a szivattyú egy üresnek elképzelt autoklávot. Folyamatos üzemben azonban — amint azt a kísérletek bebizonyították — a jelzett anyag nem a szivattyú teljesítményéből számított idő alatt ér az autoklávsor meghatározott pontjaihoz, hanem jóval hamarabb. Ezt a megállapítást fel tudjuk használni az autoklávsorok tervezéséhez, ha figyelembe vesszük, hogy a szivattyú teljesítménye alapján számított idő megegyezik a valószínűség sűrűségfüggvény maximumával, ami az anyag legvalószínűbb áthaladását jelképezi.

A 3. táblázatban az aláhúzott adatok megadják, hogy a szivattyú teljesítményéből számított időpontig az indikátornak hány százaléka haladt át az egyes mérőhelyeken.

C) *Az indikátor százalékos eloszlása az autoklávokban*

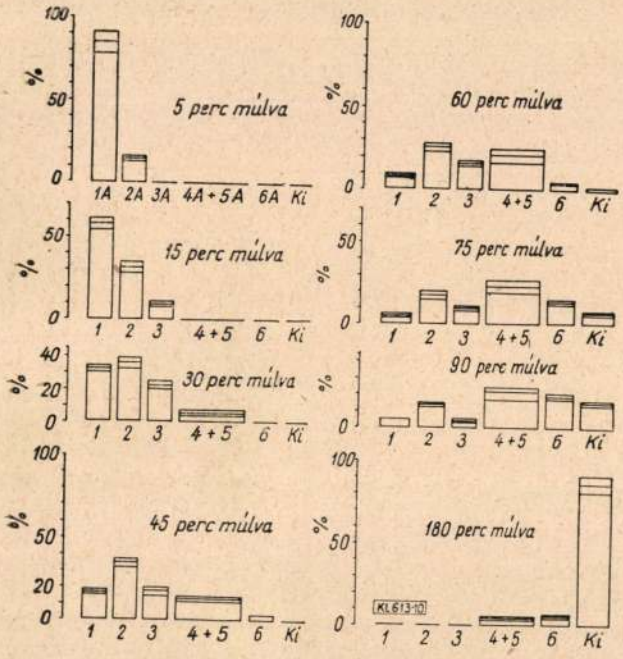
Az elméleti összefüggések alapján [9] megállapítottuk, hogy bizonyos időpontokban az indikátor hány százaléka tartózkodik az egyes autoklávokban. A *10. ábrán* szemléletesen láthatjuk az indikátor tovahaladását az autoklávsorban. Ezeknek az adatoknak hibái 6—10% között mozognak. A hibák a mért impulzus-számnak, a

* A f. évi 2. számban megjelent dolgozat folytatása.

3. táblázat

Az egyes autoklávokon áthaladt össz nyomjelző mennyisége t = 0-tól t-ig %-ban kifejezve

Mérőhely	I.		II.		III.		IV.		V.		VI.	
Idő percben	Mért	Szám.	Mért	Szám.	Mért	Szám.	Mért	Szám.	Mért	Szám.	Mért	Szám.
0— 30	100,0		68,0	63,0	33,0	25,0	9,3	8,0	0,0	1,0	0,0	0,2
0— 60			90,7	87,0	68,6	59,0	48,5	35,0	6,2	7,0	1,0	1,5
0— 90			96,9	95,0	86,0	79,0	77,0	60,5	35,4	20,5	13,5	8,5
0—120			100,0	97,0	92,0	89,0	90,0	79,0	64,5	39,0	38,0	23,0
0—150				98,0	95,5	94,0	95,0	90,0	83,0	63,0	69,7	42,0
0—180				99,0	98,8	96,0	98,5	94,0	91,5	76,5	86,0	59,0
0—210				100,0	100,0	98,0	100,0	96,0	96,5	86,5	94,0	74,0
0—240						99,5		98,0	99,5	92,0	98,0	85,0
0—270						100,0		99,0	100,0	99,5	100,0	91,0
0—300								100,0		98,0		96,0
0—330										99,0		98,0
0—360										100,0		99,0
0—390												100,0



10. ábra. A nyomjelző eloszlása a magyaróvári feltárósorban, a betáplálástól számított különböző időpontokban
A = autokláv

scalerek hitelesítési tényezőjének hibáiból, valamint a mért össz-impulzusszámban mutatkozó eltérésekből adódnak.

Az Almásfüzitői Timföldgyárban végzett mérések

Az almásfüzitői timföldüzem autoklávsora 8 db, egyenként 33 m³ térfogatú autoklávból áll, össztérfogatuk 260 m³. Az autoklávok közül az első ötöt mechanikus keveréssel látták el. A zagyot gőzzel hajtott dugattyús szivattyúk szállítják a feltárórendszerbe. A kísérlet időtartama alatt a hőmérséklet és nyomás viszonyok a *4. táblázatból* láthatók.

4. táblázat

A feltárósor hőmérséklet- és nyomásadatai

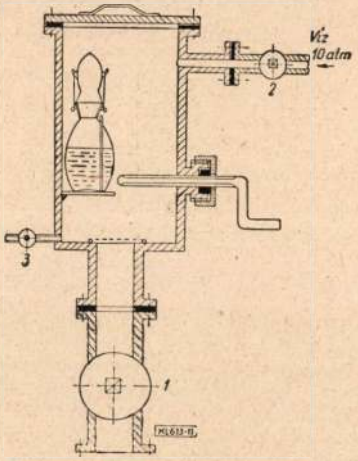
Hely	Hőfok, C°	Nyomás, kg/cm²
Központi zagytartály	98	—
4 előmelegítő után	136	—
1 autokláv	155	19,6
3 autokláv	176	19,6
5 autokláv	—	19,6
7 autokláv	—	19,0
9 autokláv	—	1,90
11 autokláv	—	1,90
13 autokláv	—	18,6
15 autokláv	206	18,4
1 expandáló tartály	—	6,6
2 expandáló tartály	—	2,2

A fenti adatok a mérés időtartama alatt leolvasott értékek átlagai. (Az autoklávok számozását az üzemi számozás szerint adtuk meg.)

Az óránként szállított zagy mennyisége 67,0 m³/óra. A felhasznált bauxit 2 : 1 arányú iszkaszentgyörgyi-nyirádi keverék.

A magyaróvári kísérletünkhöz hasonlóan a fő kísérlet előtt kis aktivitású előkísérletet végeztünk 2,6 mc aktivitású Fe^{59} Cl_3 oldattal. Az ezt követő főkísérletünkben 26,5 mc aktivitású nyomjelzőt használtunk.

Jelen kísérletünkben a 3. ábrán látható izotóp betápláló berendezést nem használhattuk a szivattyú eltérő típusa és a második munkaszint hiánya miatt. Az Almásfüzitőn használt berendezést *(11. ábra)* is a zagyszivattyú szívóoldalára szereltük fel. A tartályba helyezett radioaktív oldatot tartalmazó üveget az *1.* szelep zárt állásában a csavarmenettel ellátott kar behajtásával összetörtük. A null időpillanatot jelző csengőjelre az *1.* és *2.* szelepeket egyszerre nyitottuk ki. A *2.* szelepen beáramló 10 atmoszféra nyomású víz az aktív oldatot a szivattyú szívó csővezetékébe nyomta. Az áramló víz egyben a berendezés alapos átmosását is elvégezte. Az indikátor eltávozását a betápláló berendezésen elhelyezett rateméterrel ellenőriztük. A két szelep zárásával az izotópnak a rendszerbe juttatása befejezést nyert.



11. ábra. Az Almásfüzitői Timföldgyárban használt nyomjelző betápláló berendezés

A) *Az indikátor áthaladási idejének mérése*

A scalerek elhelyezését a *12. ábrán* levő elvi rajzon mutatjuk be. Magyaróvári méréseink során kísérletileg bebizonyítottuk, hogy az eloszlási görbék alatti területek csak a scalerek eltérő érzékenysége folytán különböznek egymástól. Ezért az összehitelesítést itt nem végeztük el, hanem planiméterrel kimértük az egyes görbék alatti területeket és a korrekciós tényezőket ezeknek a területeknek a hányadosaiból számítottuk ki. Méréseink eredményét a *VI.* mérőberendezésre vonatkoztattuk. A korrigált mérési eredményeket a 12. ábrán láthatjuk.

Méréseink kiértékelését teljesen a magyaróvári kísérletünkhöz hasonlóan végeztük, ezért az egyes lépéseket itt nem ismertetjük.

Külön kirajzoltuk az elméleti és kísérleti úton meghatározott *VII.* eloszlási görbét *(13. ábra)*. Az anyag áthaladási sebessége $v = 67$ m³/óra, egy autokláv térfogata $V = 33$ m³, így

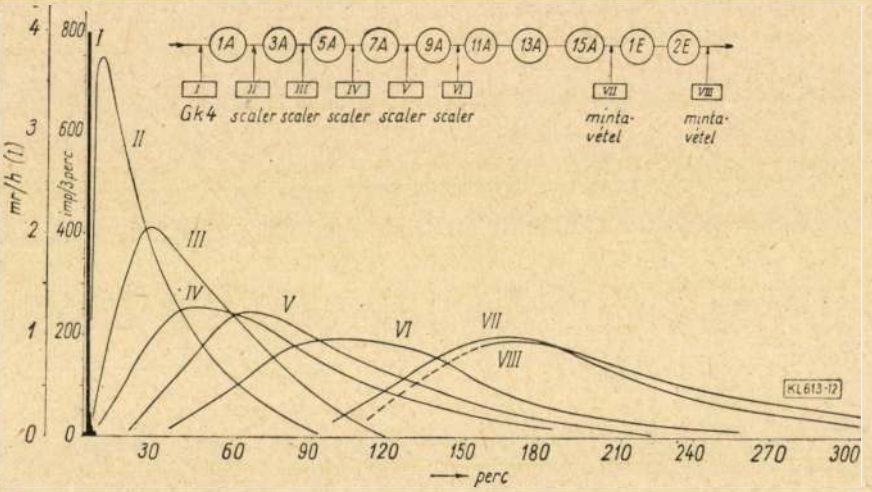
$$\lambda = 2{,}03\ h^{-1}$$

Az egyes autoklávok közötti átlagos áthaladás időtartama pedig $1/\lambda = 29{,}5$ perc.

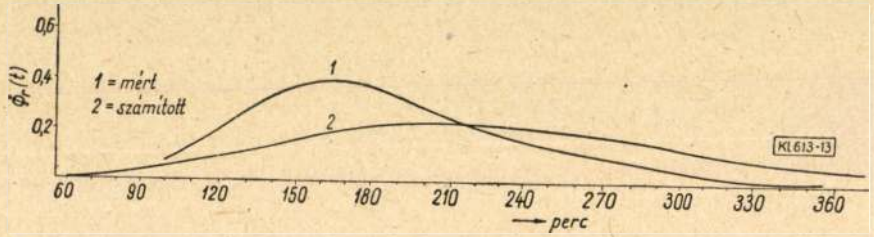
Meghatároztuk a mért és számított eloszlási görbék alapján a nyomjelző első 50%-ának áthaladási időpontját *(5. táblázat)*. A számított görbékből kapott áthaladási idők átlaga 28,1 perc, a mérteké pedig 22,2 perc. Tehát a valóságban a nyomjelező áthaladási ideje egy autoklávra vonatkoztatva 5,9 perccel, az egész autoklávsorra pedig 47,2 perccel rövidebb mint az elméleti érték.

B) *Az egyes mérőhelyeken áthaladt nyomjelző mennyiség vizsgálata*

Az integrált eloszlási görbékből kiszámítottuk az egyes mérőhelyeken 0-t időtartam alatt áthaladt nyomjelző mennyiséget *(6. táblázat)*. Ebbe a



12. ábra. A nyomjelző áthaladása az Almásfüzitői Timföldgyár feltárósorában



13. ábra. A VII. füzitői elméleti és kísérleti eloszlási görbe összehasonlítása

5. táblázat

Az indikátor 50%-ának áthaladási időpontjai az egyes autoklávokban

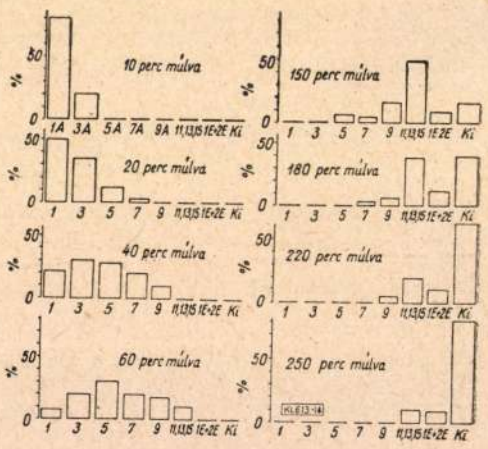
Mérőhelyek	Mért értékek		Számított értékek	
	50% áthaladásának időpontjai	Az egyes mérőhelyek között eltöltött idő	50% áthaladásának időpontjai	Az egyes mérőhelyek között eltöltött idő
	perc			
I	2	18		
II	20	20		
III	40	26	51	27
IV	66	19	78	27
V	85	30	105	30
VI	115	65*	135	85***
VII	180	20**	220	
VIII	200			
	Átlag :	22,25	Átlag :	28,1

* Egy autoklávra 22 perc.
** Egy expanziós tartályra 10 perc.
*** Egy autoklávra 28 perc.

táblázatba berajzoltuk a szivattyú teljesítményéből számított anyagmegjelenés időpontját, amely autoklávonként 30 perc.

C) *A nyomjelző százalékos eloszlása az autoklávokban*

A *14. ábrán* a nyomjelző százalékos eloszlását tüntetjük fel a feltárósor egyes egységeiben a betáplálástól számított különböző időpontokban. Ebből meghatározhatjuk, hogy egy kiválasztott autoklávban mely időpontban van a legtöbb nyomjelző.



14. ábra. A nyomjelző eloszlása az almásfüzitői feltárósorban, a betáplálástól számított különböző időpontokban
A = autokláv, *E* = expandáló tartály

6. táblázat

Az egyes autoklávokon áthaladt nyomjelző mennyisége t = 0-tól t-ig

Mérőhely	I.		II.		III.		IV.		V.		VI.		VII.		VIII.	
Idő percben	Mért	Szám.	Mért	Szám.	Mért	Szám.	Mért	Szám.	Mért	Szám.	Mért	Szám.	Mért	Szám.	Mért	Szám.
0— 30	100		66		32	19,0	12	8,0	2	0,5						
0— 60			93		74	62,0	44	33,0	24	14,5	5	2,5				
0— 90			100		96	86,0	70	60,0	55	39,0	28	20,5				
0—120					100	92,0	85	82,0	78	61,0	52	40,0	6	5,0		
0—150						95,0	94	90,0	90	78,0	73	60,0	25	14,0	15	
0—180						97,0	100	93,0	95	88,0	89	76,0	50	26,0	37	
0—210						98,5		95,0	100	93,0	94	86,0	70	41,0	57	
0—240						100,0		96,5		95,0	98	91,0	87	55,0	72	
0—270								98,0		96,5	100	93,0	94	68,0	82	
0—300								99,0		97,5		94,5	97	79,0	89	
0—330								100,0		98,5		96,0	99	85,0	94	
0—360										99,0		97,0	100	89,5	98	
0—390										99,5		98,0		93,5	100	
0—420										100,0		99,0		97,0		
0—450												99,5		99,5		
0—480												100,0		100,0		

Megállapíthatjuk, hogy az expanziós tartályokban aránylag kevés anyag van, ugyanis az átfutási idő itt 10 percre csökken, valamint a nyomjelző százalékos mennyisége sohasem emelkedik 12% fölé.

A magyaróvári és almásfüzítői timföldgyárakban végzett vizsgálatok összehasonlítása

Az előbbiekben ismertetett méréseket különböző típusú autoklávsoron végeztük. Így abban a szerencsés helyzetben vagyunk, hogy módunkban áll a két rendszert összehasonlítani az anyag áthaladási ideje és keveredése szempontjából.

Az anyagáthaladás fajlagos sebessége $\lambda = v/V$, azaz az időegységenként betáplált anyagmennyiségnek egy autokláv térfogatához való viszonya mindkét rendszerben közel azonos; Magyaróvárott 2,08 h^{-1}; Füzitőn 2,03 h^{-1}. Ez módot nyújt arra, hogy párhuzamot vonjunk a mechanikus keverővel ellátott és mechanikus keverő nélküli autoklávok keveredési fokai között.

A magyaróvári és az almásfüzitői elméleti és mért eloszlási görbék összehasonlításából látható (9. és 13. ábrák), hogy az elméletileg számított görbéhez képest a mért görbe mindkét rendszerben elmarad. Ez azt jelenti, hogy az anyag rövidebb idő alatt halad át a rendszeren, mint az az elméleti megfontolásból várható lenne. Az előresietésre jellemző adatokat a 3. és a 6. táblázatokban adtuk meg.

Az előresietés értéke a magyaróvári autoklávsorban 8,4 perc autoklávonként, Almásfüzitőn pedig 5,9 perc. Említettük, ha az elméleti és kísérleti értékek közelednek egymáshoz, akkor a keveredés javul, azaz egyre jobban megközelíti az ideális keveredést. A füzitői mért eloszlás kevésbé tér el a számított görbétől (13. ábra), mint a magyaróvári (9. ábra). Ez a jobb keveredés következménye, amelyet az első öt autoklávba szerelt mechanikus keverők okoznak.

Rényi Alfréd [1] a rendszer hatásfokának azt az értéket veszi, amely megmutatja, hogy az anyag mekkora hányada tölt az autoklávsorban az előírt t_0 feltárási időtartamnál hosszabb időt. Ez méréseink alapján Magyaróvárott 14%-nak, Füzitőn 13%-nak adódott, azonban ez az adat esetleg csak a feltárás hatásfokára adhat felvilágosítást, magának a rendszernek a gazdaságos kihasználására nem. Elképzelhető ugyanis, hogy autoklávok hozzákapcsolásával, vagy a betáplálás sebességének csökkentésével megközelíthető lenne az így számított 100%-os hatásfok, azaz hogy majdnem minden egyes szemcse a feltárási idő letelte után hagyná el az autoklávsort. Ez azonban nem egyeztethető össze a gazdaságossági szempontokkal.

Az előbbi hatásfok helyett a feltáró rendszerre jellemző tényező bevezetését javasoljuk, amelyet *autoklávtérfogat kihasználási százaléknak* nevezünk.

A tartózkodási idő és a keveredés egymással szorosan összefüggő mennyiségek, ugyanis kevésbé tökéletes keveredés kisebb átfutási időt ad, mert az anyag nem keveredik el az autokláv teljes térfogatában. Célunk ennek az effektív térfogatnak a meghatározása.

Amint ismeretes

$$V = \frac{v}{\lambda}$$

V_{elm} jelentse az autokláv térfogatát, V_{eff} pedig azt a térfogatot, amelyben a keveredés végbemegy. Ebben a térfogatban a keveredést ideálisnak tekintjük.

$$\frac{V_{eff}}{V_{elm}} = \frac{\lambda_{elm}}{\lambda_{eff}}$$

Mivel az $1/\lambda = \tau$ az átlagos átfutási idő, és ki-

fejezve a V_{eff} értékét

$$V_{eff} = \frac{\tau_{eff}}{\tau_{elm}} V_{elm}$$

$$\eta = \frac{\tau_{eff}}{\tau_{elm}}$$

az η mennyiséget az autoklávtérfogat kihasználási százalékának tekinthetjük.

Ez alapján számolva Magyaróvárott

$$\eta = 70\% ; \qquad V_{eff} = 10{,}5\ m^3$$

Almásfüzitőn

$$\eta = 79\% ; \qquad V_{eff} = 26{,}0\ m^3$$

Ezek az adatok az előző következtetéseinket igazolják.

IRODALOM

[1] *Rényi Alfréd:* MTA Matematikai Kutató Intézetének Közleményei IV. 1959. 155. o.
[2] *Voice, E. W.:* Journ. Iron and Steel Ind. 163. 1949. 312. o.
[3] *Kohn, A.:* Radioisotopes in Sci. Res. Proc. Int. Conf. Paris Vol. 1. 1957. 302. o.
[4] *Gubinszkij, Sz. A.—Kresztovszkij, V. A.—Rozsavszkij, G. S.—Hajdanov, A. A.:* Metodika raboti sz radioaktivnimi izotopami v cvetnoj metallurgii. Moszkva 1958.
[5] *Been, U.—Saeland, E.:* L'utilisation de l'energie atomique a des fins pacifiques. Genf. 1955. Vol. XV. 882. o.
[6] Előzetes jelentés a Magyaróvári Timföld és Műkorundgyár folyamatos feltárásában végzett izotópos mérésről. Fémipari Kutató Intézet 1959
[7] Almásfüzitői Timföldgyár folyamatos feltárásában az anyag áthaladásával kapcsolatos radioizotópos mérés. Előzetes jelentés. Fémipari Kutató Intézet 1959.
[8] Előkísérletek izotópos vizsgálatok ipari bevezetésére. Anyagáthaladás idejének mérése radioaktív izotóp segítségével a bauxit folyamatos feltárásakor a Magyaróvári és Almásfüzitői Timföldgyárban. Zárójelentés. Fémipari Kutató Intézet 1959.
[9] *Bujdosó Ernő—Imre Aladár—Tóth Lajos:* Fémipari Kutató Intézet Közleményei IV. (megjelenés alatt)

Könyvismertetés

Nádasi Endre: **A fémszórás.** Gépipari Zsebkönyvek sorozat. Műszaki Könyvkiadó. 363 oldal, 22,6 Ft.

A könyv célja, hogy elméleti és gyakorlati ismeretek részletes összefoglalásával hazai szakembereinket megismertesse a fémszórás előnyeivel és hátrányaival, felhasználási területével, a berendezések leírásával és azok javítási módozataival. A folyamatok és szerkezetek leírásán túlmenően a szerző a szükséghez képest ismerteti a fémszórás megértéséhez szükséges elméletet is.

A célkitűzésnek megfelelően a könyv 15 fejezetben, világos tárgyalási móddal foglalkozik a fémszórással, a fémszórást befolyásoló tényezőkkel, a fémszórásnak a szilárdsági tulajdonságokra, különösen a kifáradási határra gyakorolt hatásával, a fémszórás eszközeivel, a szórtfémek tulajdonságaival, a szórtfémek utókezelésével és megmunkálásával, valamint a fémszórás felhasználásának területeivel. Szerző külön fejezeteket szentel a fémszóróműhelyek tervezésére, a fémszórás gazdaságossági számításaira, valamint a fémszóró pisztolyok kezelési és karbantartási munkáinak vázolására.

Az egyes fejezetek mondanivalóit jól megválogatott táblázatok és a gyakorlatban is igen használható ábrák egészítik ki, amelyek a könyv értékét nagymértékben emelik. A zsebkönyvnek igen nagy előnye, hogy a fémszórás területeinek ismertetésekor kellő kritikával közli a mondanivalókat. Felhívja a figyelmet azokra a területekre, ahol a fémszórás bevezetésével jelentős javulás, illetve önköltségcsökkentés érhető el.

A szerző könyvével elérte célját, mert gépiparunkban dolgozó szakemberek kezébe olyan alapvető művet adott, amely a fémszórás összes tudnivalóit, bár röviden és tömören, de mégis kimerítő módon ismerteti.

A könyv kivitelezéséért, a szép ábrákért, az áttekinthető szedésért a Műszaki Könyvkiadót dicséret illeti.

Dr. Domony András

Dobátkin, V. I.: **Ötvözött alumínium tuskók öntése.** Megjelent Moszkvában 1960.

A Szovjetunióban néhány hónappal ezelőtt megjelent szakkönyv részleteiben ismerteti a korszerű könnyűfém tuskóöntés összes tudományos és gyakorlati problémáit. A munka rendkívül időszerű és hézagpótló, figyelembevéve, hogy a korszerű alumínium félgyártmánygyártás egyre fokozottabb igényeket támaszt a kiindulási anyag, az öntött tuskó, minőségével szemben. A célkitűzésnek megfelelően *Dobátkin*, részleteiben ismerteti a tudományos kutatásban és az üzemi gyakorlatban elért legújabb eredményeket.

A szakkönyv 11 fejezetből áll. Az egyes fejezetek az alábbiakkal foglalkoznak:

I. fejezet az ötvözött alumínium tuskók folyamatos öntésének helyzetét, az üzemi gyakorlatban használt öntőkemencéket és öntőgépek típusait ismerteti.

II. fejezet foglalkozik az olvadt fémréteg és a fémnivó optimális kiképzésével és az öntött tuskók kristályosodásával.

III. fejezet közli a kokillában levő olvadt fém hőmérsékletére vonatkozó mérési adatokat.

IV. fejezet: Az AK4-1 típusú ötvözetek törési problémáival kapcsolatos tapasztalatait, a primér kristályok és a fémes vegyületekben fellépő kiválásokat, a tuskókban levő primér fémes vegyületek keletkezésének feltételeit, a hipereutektikus szilumínium tuskó kristályosodását ismerteti.

V. fejezet foglalkozik a tuskó szabad felületeinek kristályosodásával.

VI. fejezet a külső, az oszlopos szerkezetű réteg keletkezését és tulajdonságait, valamint az oszlopos szerkezetből az egyenlő tengelyű magszerkezetbe való átmenet feltételeit tárgyalja. Részletesen ismerteti a szemcséknek az öntési feltételektől és az ötvözött összetételétől függő méreteinek alakulását, a dendritek nagyságát, a tuskókban levő csillogó kristályok szerepét, az izolált dendriteknek és a tuskó egyenlőtlen mikroszerkezetének az anyag tulajdonságaira gyakorolt hatását.

VII. fejezet a legkedvezőbb szerkezetű tuskók előállítását írja le.

VIII. fejezet foglalkozik a folyamatosan öntött tuskókban fellépő réteges és helyi kiválások keletkezésének mechanizmusával és okaival.

IX. fejezet ismerteti a kohóalumíniumból öntött tuskókban keletkező repedéseket és egyes alumínium ötvözetek melegtörésre való hajlamosságát.

X. fejezet az oxidzárványok keletkezését és a fém tulajdonságára gyakorolt hatását tárgyalta.

XI. fejezet az öntési szerkezet befolyását ismerteti az alakított termékre.

A könyvben megtalálható az alumínium tuskók öntésével foglalkozó bibliográfiai jegyzék igen jó feldolgozásban.

Az alumínium és ötvözött alumínium tuskóöntéssel dolgozó műszaki gárda és a témával foglalkozó kutatók munkájukban a fent ismertetett kiváló szakkönyvet egyaránt igen jól használhatják.

Zachár László

Javaslat az acél szövetelemeinek elnevezésére

Dr. KÁLDOR MIHÁLY docens, Miskolc

Dk.: 669,112

Az acélok egyes szövetelemeinek megjelölésére a metallográfia fejlődése során olyan elnevezések gyökeresedtek meg, amelyek mai ismereteinkkel már nincsenek összhangban.

Az acélok szövetében az eutektoidos átalakulás ferritből és cementitből álló, lemezes szerkezetű termékének — annak finomságától függően — lemezes perlit, lemezes sorbit, illetve lemezes troostit a ma megszokott neve. Mégpedig perlit az olyan lemezes eutektoid, amelynek szerkezete már 250-szeres nagyításban, sorbit, amelynek szerkezete 250-szeres nagyításban még nem, de legfeljebb 1200-szoros nagyításban látszik, végül troostit az olyan eutektoid, amelynek lemezes szerkezete még 1200-szoros nagyításban sem ismerhető fel, vagy martensittel együtt található az acél szövetében. Megkülönböztetésükre az is lehetőséget ad, hogy kis, mintegy 200-szoros nagyításban nézve a sorbit barnás, a troostit pedig fekete színűnek látszik. Előfordul ezenkívül még néha a sorbito-perlit, troosto-sorbit megjelölés is.

A vasötvözetek egyensúlyának, átalakulásának mai ismerete szerint azonban az austenit átalakulásának háromféle módja lehetséges.

a) Az A_{r_1} hőmérséklet alatt, s mintegy 550 C° felett lemezes szerkezetű eutektoid, a perlit jön létre. Itt ui. a $\gamma \rightarrow \alpha$ átalakulást irányító túlhűlés mértéke még aránylag kicsiny, az átalakulás következtében kialakuló két, C-tartalmában nagymértékben eltérő fázis, a ferrit és a cementit kialakulásához szükséges diffúzió pedig még elég gyors. A csíra szerepét cementit lemezke tölti be.

b) Körülbelül 550 C° alatt a diffúzió meglassul, a $\gamma \rightarrow \alpha$ átalakulást irányító kényszer, a túlhűlés már jelentősebb, a csíra szerepét ferrit tű veszi át, ennek növekedése mintegy maga előtt hajtja a C-atomokat, míg azok egyesülve cementitet képeznek. Az így kialakult tűs jellegű heterogén szövet a bainit. (A szövet elnevezése németül Zwischenstufengefüge, angolul bainite, a bainites átalakulás megjelölése németül Zwischenstufe, angolul intermediate transformation range.)

c) Végül az austenit bomlásának harmadik lehetséges módja a martensit képződése. Ilyenkor a $\gamma \rightarrow \alpha$ átalakulás során a gyors hűtés miatt diffúzió nem mehetett végbe, az acél edződött.

Ezek alapján a perlit, sorbit és troostit megkülönböztetésének nincsen fizikai tartalma; ha az eutektoid lemezes szerkezetű, finomságától függetlenül az austenitből azonos mechanizmussal jön létre. Másrészt a nagyítás alapján a megkülönböztetés nem is egyértelmű, mert a lemezes szerkezet felismerése attól is függ, hogy a csiszolat síkja az eutektoid-csomót milyen szög alatt metszi.

Végül az austenit bomlási termékeit folyamatos lehűlés alatt a növekvő lehűlési sebesség, vagy izotermásan a csökkenő hőmérsékleti értékek függvényében nézve, a perlit, sorbit, troostit, bainit, martensit sorrendjében egymással nem egyenrangú szövetelemek fordulnak elő, ez pedig azt a látszatot kelti mintha az austenit bomlásának esetleg ötféle módja lenne.

Hasonlóan értelmetlen a martensit megeresztése során kialakuló, lényegében ferritből, mint alapanyagból s ebbe ágyazott cementit-rögökből (cementit-szferoiditekből) álló szövetet a megeresztés hőmérsékletének függvényében szemcsés perlitnek, szemcsés sorbitnak, illetve szemcsés troostitnak nevezni. Ezek a megjelölések lényegében azonos, csupán a cementit-szferoiditek eloszlásának finomságában különböző szövetet jelentenek.

Ezek alapján az acélok egyes szövetelemeinek megnevezését célszerű lenne megváltoztatni:

Régi név	Új név
Lemezes perlit	perlit
Lemezes sorbit	perlit
Lemezes troostit	perlit
Bainit	bainit
Martensit	martensit
Szemcsés perlit	szferoidit
Szemcsés sorbit	szferoidit
Szemcsés troostit	szferoidit

Üzemi hírek

Az *Ajkai Timföldgyárban* november hó folyamán üzembehelyeztek egy 8 egységből álló folyamatos kikeverősort. Az egyenletes tartályszinteket szintszabályozók biztosítják. A kezdeti eredmények biztatóak. *N. P.*

Az *Ózdi Kohászati Üzemek* acélmű rekonstrukciója jelentős állomáshoz érkezett. Ezt a régi üzemeinkben végzett eddigi legnagyobbszabású átépítést, az acéltermelés leállítása nélkül több lépcsőben hajtják végre.

A tervek szerint január 3-án már lecsapolták az első adagot az egyik új, 80 tonnás Maerz kemencéből, amely a teljesen átépített csarnokrészben épült fel.

Ó. A.

Vizsgálatok hazai kéntartalmú bauxitokkal

Dr. MAGYAROSY ISTVÁN kém. tud. kandidátusa, MÁRIÁSSY MIHÁLY vegyészmérnök,
ÜVEGES JÓZSEF vegyészmérnök

Dk.: 549.321.4

A hazai bauxittelepeken kisebb mennyiségben kéntartalmú ércek is találhatók. Ezek képződésével és keletkezési körülményeivel több hazai és külföldi szakember foglalkozott részletesen, tapasztalataikat és véleményeiket a szakirodalomban közölték [1], [4]—[6]. Munkánk során a kénes bauxitok feldolgozásával kapcsolatos — főképpen inkább tudományos jelentőségű — kérdésekkel foglalkoztunk.

A hazai pirites bauxitok települése

Bárdossy György [4] szerint a hazai bauxittestek általában 3 jellemző rétegre oszthatók, ezek kőzettanilag és ásványtanilag egymástól eltérőek.

A felső réteg általában 1—3 m vastag. Ennek egy részében találhatók a világos szürke, helyenként sötétebb foltú pirites bauxitok, világosabb, krémszínű és lilás bauxitfajták mellett. Ezt a felső réteget a másik két rétegtől általában 1—5 cm vastag, sötétbarna, vasas réteg választja el.

A pirit a bauxitban rendszerint igen finom eloszlású, a szemek 0,1 mm-nél kisebbek, 2 mm-t meghaladó nagyságú szemek ritkák, de találtak már több cm-es kristályokat is. A szürke érc (FeS_2) pirittartalma elérheti a 30%-ot is, általában azonban 20%-nál kevesebb.

A szürke bauxit nem alkot összefüggő takarót a felső rétegben, hanem többnyire csak néhány m^2-es rétegeket, mégpedig leginkább ott, ahol a közvetlen fedőrétegek színes agyagból állanak.

A pirites bauxitok Al_2O_3-tartalma elég kicsi, 33—45%, az ércek hányadosa 10 alatti, FeO-tartalmuk a pirit-tartalommal arányos. A nagy kéntartalom mellett általában lényegesen több foszfort és lényegesen kevesebb vanádiumot, illetve krómot tartalmaznak, mint az alattuk fekvő bauxittest. A pirites bauxit alsó részén a vasas kéreg felett egyes helyeken melanteritet ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) is találtak.

A pirites bauxitok várható viselkedése a pörkölés során

A pirit pörkölésével számos szerző foglalkozott, a problémát azonban általában a kénsavgyártás szemszögéből vizsgálták, ezért aránylag kevés olyan irodalmi adat található, mely a piritben szegény kőzeteknek a pörköléskor tanúsított viselkedésével foglalkozik. A pirites bauxitok pörkölése talán a legjobban egyes salakok kénmentesítési problémájával hasonlítható össze. A várható bonyolult vegyfolyamatok leírásában elsősorban *Fischer W.* és *Wolf S.* [7] munkájára támaszkodunk.

Az FeS_2 akár pirit, akár markazit alakjában van jelen, 690 C° körül elbomlik. *Allen* és *Lombard* [8], továbbá *Jura* és *Biltz* [9] szerint az S parciális nyomása 685 és 690 C° között éri el az 1 atmoszférát. *Allen* és *Lombard* [8] szerint 575 C°-on 0,75, 625°-on 36,3, 655°-on 168, 672°-on 343, 689°-on 760 mm higanyoszlop a megfelelő parciális nyomás. Hasonló eredményekre jutott *De Rudder* és *D'Or* [10] is. Utóbbiak szerint a

$$2FeS_2 = 2FeS + S_2$$

reakció megfordítható. Közepes relatív nedvességtartalmú levegőn a pirit oxidációja lassabban, a melnyikovit-pirité és a markazité lényegesen gyorsabban indul meg. A szemnagyság hatása itt igen jelentős. Az oxidációs egyenlet

$$FeS_2 + 3O_2 = FeSO_4 + SO_2,$$

illetőleg nagyobb relatív nedvességtartalom mellett:

$$FeS_2 + 3{,}5\ O_2 + H_2O = FeSO_4 + H_2SO_4$$

Ezt a reakciót a ferrovas oxidációja követi. Vízgőz jelenlétében az oxidáció *De Rudder* szerint már 80 C°-on megkezdődik SO_2 és vasoxidok képződése közben. *Grünert* [11] szerint, ha a hevítést kellő ideig végezzük, a kén 500 és 600 C° között teljesen eltávozik, *Thomson* és *Tilling* [12] szerint azonban 1 óra erre nem elegendő.

Ha piritet vízben tartósan hevítünk, akkor *Tolman* és *Clark* [13] szerint már 41 C°-on, *Burghardt* [14] szerint 120 C°-on H_2S is képződik, az oldatban pedig ferro- és ferriszulfát mellett kénsav is kimutatható. Hasonló kísérleteket végzett *Foreman* 300 C°-ig [15].

Ha a pirit egyéb szulfidokkal, pl. galenittel vagy szfalerittel szennyezett, akkor elektrokémiai okokból csökken a pirit oxidálása, amire *Gottschalk* és *Bühler* [16], továbbá *Wells* [17] mutattak rá.

A vasszulfidok elbomlását hevítés hatására különböző ásványok jelenlétében is vizsgálták. *Tammann* és *Himmelstjerna* [18] equivalens mennyiségű oxidokat pirittel hevítettek és megállapították a cserebomlások kezdeti hőmérsékletét és hőszínezetét. Szerintük az

$$FeS + 2FeO = 3Fe + SO_2 - 83 \text{ kcal},$$

illetve

$$3FeS + 2Fe_2O_3 = 7Fe + 3SO_2 - 3 \cdot 16{,}2 \text{ kcal}$$

átalakulások csak nagy hőfokon játszódnak le, a mi esetünkben tehát nem bírnak jelentőséggel. A *Diepschlag* és *Horn* [19] által vizsgált

$$FeS + 10Fe_2O_3 = 7Fe_3O_4 + SO_2$$

reakció azonban már 550 C°-on megindul és 850 C°-ig teljesen lejátszódik.

$$FeS + 3Fe_3O_4 = 10FeO + SO_2$$

jellegű reakciókat, ezzel szemben csak 1100 C° felett észleltek. *Woehler* [20] szerint a

$$3FeS + 2SO_2 = Fe_3O_4 + 5S - 17 \text{ kcal}$$

vegyfolyamat teljes lejátszódása is bekövetkezik 800 C°-ig. MgO, illetve Fe_3O_4 a reakciót katalizálja.

Az FeS-t a CO_2 is oxidálhatja SO_2 és Fe_2O_3 keletkezése közben, ez a vegyfolyamat 600 C°-on még nagyon lassú. *Costeanu* [21] szerint csak 1000 C° felett nagy a reakció intenzitása.

A szilikátok csak redukáló anyagok jelenlétében és nagyon nagy hőfokon fejtenek ki a piritre bontó hatást. Így 1460 C° szükséges az SiS_2 képződéséhez, mely ekkor sűrű füst alakjában távozik *(Oelson* és *Maetz)* [22].

A $CaCO_3$ 770 C°-on kezd a pirittel cserebomlásba lépni, a $CaSO_4$ pedig *Martin* és *Fuchs* [23] szerint 900 C°-on, miközben CaS mellett $Ca_2Fe_4O_8$ és SO_2 keletkezik.

Látható, hogy a pirit, markazit, illetve a belőlük aránylag kis hőmérsékleten keletkezett FeS és a bauxit egyéb ásványos alkotói között a pörkölés során számos bonyolult vegyfolyamat játszódhat le aszerint, hogy milyen a hőmérséklet, az oxigénfelesleg és milyen a relatív nedvességtartalom a gázokban. Ezért a pirites bauxitok pörkölési kísérletei alkalmával célszerűnek látszott DTG módszerrel az összes mintát megvizsgálni. A görbék értelmezése a számos reakciólehetőség miatt várhatóan nem egyszerű, esetleg nem is kivihető.

A pirites bauxitok feltárásakor szerzett bel- és külföldi tapasztalatok

Kuznyecov és *Vazsenyin* [6] foglalkozott a kén kioldódásával a feltáró lúgban. 50—55% Al_2O_3, 0,25—1,9% kéntartalmú diaszporos érceket vizsgáltak és felvették a kéntartalom oldódási görbéit a feltárási idő függvényében. Azt tapasztalták, hogy a kén oldódása nagyobb pirittartalmú bauxitokból aránylag kisebb. Ismételt feltárások alkalmával a lúgok kéntartalma ciklusról ciklusra nem nőtt arányosan a várható oldódás mértékével, hanem annál lassabban. Az urali alumíniumgyár vizsgálatai szerint 0,5 g/l összes kéntartalmú lúgokban a kéntartalom dúsulása ciklusonként általában 3% volt. Ugyanezt tükrözi üzemi kénmérlegük is, mely szerint a bauxittal bevitt kénből 26% kioldódik, 74% pedig a vörösiszappal eltávozik. A kéntartalom egyensúlya akkor áll be, amikor az aluminátlúgokban már további dúsulás nem következik be.

Érdekes összefüggést találtak a bauxitok SiO_2-tartalma és a kénnek a lúgban való feldúsulása között. A nagyobb kovasavtartalmú bauxitokból aránylag kevesebb szulfidkén, de a kovasavtartalomtól független mennyiségű szulfátkén oldódását észlelték. Az összes kén oldódása tehát a bauxithányados romlásával csökken. Feltételezték, hogy a szulfidkén a feltáráskor a kovasavval Al_2O_3 mentes, nehezen oldható vegyületeket képez. Ennek az volna az eredménye, hogy nagyobb Na_2S-tartalmú aluminátlúgban jobb timföldkihozatal volna elérhető, vagyis a kovasavnak csak egy része venne részt a nátrolitképződésben, míg a másik része a szulfidkénnel $l NaSH \cdot nSiO_2$ típusú vegyületek alakjában kötődik meg, ahol *Kuznyecov* és *Vazsenyin* szerint $l > n$.

A pirites bauxitok vörösiszapjainak ülepítési lehetősége

Irodalmi adatok erre vonatkozólag nem álltak rendelkezésünkre, kellő pörkölés után az ülepedés kielégítő, sőt pörkölt pirites bauxitnak rosszul ülepedő ércekhez való keverésével számottevően javul az ülepedés.

Kísérletek változatlan Bayer-eljárással

Hazai viszonyaink között a pirites bauxitok timföldipari felhasználásának problémája a Bayer-eljárással dolgozó üzemeinkben nem újkeletű. 1953-ban *Máriássy* [24] vizsgálta a kénes bauxitok timföldgyártás céljaira való felhasználásának lehetőségeit.

A Fémipari Kutató Intézetben *Hadi* [25] végzett vizsgálatokat a pirites szürke bauxitok timföldipari értékesítésére.

1955-ben a Veszprémi Nehézvegyipari Kutató Intézet foglalkozott a kénes bauxitok problémájával.

Hadi és *Máriássy* a kísérletekhez az iszkaszentgyörgyi bánya jellemző munkahelyéről vett bauxitot használta, melynek átlagos összetétele a következő volt:

Izz. v.	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2
25,10	53,84	6,16	12,30	2,60
ö. S	CaO	C-org.	Hányados	
6,30	—	2,19	8,75	

A mikroszkópos vizsgálat szerint a bányából frissen kikerült és a hányón tárolt ércekben egyaránt nagy mennyiségű, de igen finom eloszlású pirit volt található.

A vizsgálatok kiterjedtek ama tényezők befolyásának mérésére, melyek a szürke bauxitok timföldipari felhasználásának gazdaságosságát meghatározzák.

A kísérletek eredményei a következők:

A pirites ércek a Bayer-eljárás szerint feldolgozva kéntartalmuk jelentős részét szulfát alakjában az aluminátlúgba juttatják, ugyancsak jelentős rész a vörösiszapban kötődik meg. A piritkénnek mintegy 70%-a jut oldatba. Minél nagyobb volt a pörkölés hőmérséklete, annál nagyobb százalékban alakult át a szulfidkén szulfáttá és annál nagyobb mennyiségű Na_2SO_4 halmozódott fel az aluminát-oldatban.

A pörkölés hőmérsékletének növelésével az érc összes kéntartalma fokozatosan csökkent és a szulfid—szulfát arány a szulfát növekedésének irányában tolódott el.

Ahhoz, hogy az érc kéntartalma kielégítő mértékben eltávozzék, legalább 700 C°-os pörkölés volt szükséges. Ezen a hőmérsékleten a kénes érc feltárodó készsége azonban már jelentősen romlott, úgyhogy a feldolgozásra az alábbi eljárást javasolták.

1. Az érc pörkölése 700 C°-on.
2. Feltárás Bayer-eljárás szerint.
3. A vörösiszap feldolgozása soros-kombinált eljárással.

A kibányászott ércet feltétlenül gyorsan kell értékesíteni vagy feldolgozni, mert a hányón való tárolás közben a pirit oxidálódik és az érc kéntartalma szulfáttá alakul, tehát minősége romlik.

A vizsgált ércek közül a friss anyagok összes kéntartalmának legalább 95%-a a pirithez kötött állapotú volt. A hányóról vett mintákban az összes kéntartalomnak mintegy 30%-a szulfát alakjában volt jelen.

A Veszprémi Nehézvegyipari Kutató Intézet a következőket állapította meg: Az iszkai mező vizsgált kénes bauxitjainak összes kéntartalma 10%, ebből 8,5% pirit, vagy markazit alakban van jelen, a többi vízoldható ferro- és alumíniumszulfát. Hidrociklonos dúsító eljárással 1 kg szürke bauxitból egyszeri ciklonozással 24% kéntartalmú pirit-markazitkoncentrátum nyerhető, több ciklonból álló sorozattal pedig ez 24,6%-ra növekedett. A kitermelés hatásfoka 66 és 70% között volt. Ezeknek a bauxitoknak az átlagos összetétele 30—50% Al_2O_3, 10—25% SiO_2. Egyes minőségekben az Al_2O_3-tartalom 45—50%, az SiO_2-tartalom 8—15%, az SO_4-tartalom 2,5—25% között volt.

A Fémipari Kutató Intézetben végzett kísérletek [27]

A kéntartalmú bauxitok timföldipari felhasználására a következő vizsgálatokat végeztük:

Az iszkaszentgyörgyi előfordulás, Kincses I., József I., József II. altáró művelési helyekről kapott mintákat 22 alkotóra vizsgáltuk meg. A mintákat a szabványelőírás szerint olajfürdős készülékben, bombákban feltártuk, éspedig 160—180 és 205 C°-on pörköletlen állapotban és ugyanezen a hőfokon, de 250 és 420 C°-on végzett pörkölés után. Ezek a körülmények megfelelnek az üzemi előírásoknak.

A vizsgált kénes ércek SO_4-tartalma 7—30% közötti értéket mutatott, az Al_2O_3-tartalom 32—50%, a Fe_2O_3-tartalom 6—31%, az SiO_2-tartalom 2—12% között ingadozott. A bauxit modulusa 3—19 között változott. A vörösiszapban levő ki nem mosható Na_2O-mennyisége is a fenti ingadozásoknak megfelelően változott.

A nyers bauxitok feltárásakor 45—114 kg/t, a pörkölt bauxitok feltárásakor 14—86 kg/t timföld a nátronveszteség.

A minimális nátrolit képlet ($Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$) alapján számított kihozatoltól mind a nyers bauxitok, mind a pörkölt bauxitok feltárásának százalékos eltérése erős ingadozást mutat (3—12% között).

A kénes bauxitok fizikai vizsgálatai

A kénes bauxitokkal a következő fizikai vizsgálatokat végeztük:

A bauxitokról és a feltárás után képződött vörösiszapokról röntgenfelvételek készültek, ezenkívül DTG- és DTA-görbéket vettünk fel mind nyers, mind pedig pörkölt állapotban. Minthogy valamennyi kénes bauxit iszkaszentgyörgyi eredetű volt, a 420 C°-os üzemi pörkölés hőmérsékletét választottuk. Az egyik ércmintán a pörkölés hatását ezenkívül 600 és 800 C°-on is figyelemmel kísértük (403. sz. minta).

Mértük a bauxitok fajlagos felületét és fajsúlyát.

A fajsúly- és fajlagos felületmérések alkalmával az volt a feltűnő, hogy a pirites bauxitokra mindig igen kis fajsúlyt kaptunk: 2,2—2,5 között. Az ércek fajlagos felülete is igen kicsi: 1800—3400 cm^2/g közöttit kaptunk ugyanazzal a módszerrel, mely a szokványos bauxitokra 5000—25 000 cm^2/g-ot ad. Ezek az ércek tehát sokkal durvább szövetűek, mint a közvetlenül alattuk települt sárga vagy vörös ércek. Az ércek pörkölése 600, illetve 800 C°-on a fajlagos felület jelentős növekedésével jár.

A DTG-, DTA- és röntgenfelvételeket összevontan értékeltük ki, minthogy a számos ásványos alkotó együttes bomlása és a részben súlynövekedéssel vagy exoterm effektusokkal járó átalakulások a minőségi értékelést is sokszor igen nehézzé, a mennyiségi értékelést pedig a legtöbb esetben lehetetlenné tették. Az egymást kiegészítő háromféle vizsgálati módszer alapján azonban ennek ellenére sikerült a lejátszódó folyamatokat nagyrészt tisztázni, ha nem is mennyiségileg, de legalább minőségileg. Ez nagyban hozzájárult ahhoz, hogy a vegyvizsgálat adatainak birtokában a technikai vizsgálatok során lejátszódó folyamatokat ma már nagyrészt ismertnek tekinthetjük.

A vizsgálatokból az alábbiakat állapítottuk meg:

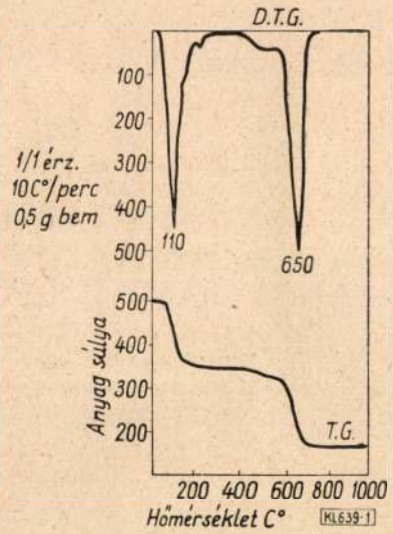
A pirites bauxitok vörösiszapjainak DTG-görbéin a pirit oxidáció 400 C° körüli, súlynövekedéssel járó csúcsa a nyers bauxitból eredő iszapok pörkölésekor igen erősen jelentkezik a pirittartalom jelentős dúsulása jeléül. Ugyanez a csúcs a pörkölt bauxitok vörösiszapjainak pörkölésekor (pörkölési hőmrséklet 420 C°), lényegesen alacsonyabb, illetve teljesen eltűnt, annak jeléül, hogy a pirit a pörköléskor részben vagy egészben oxidálódott.

A DTG-görbéken megfigyelhető az is, hogy a nyers ércek feltárásával kapott vörösiszapok oxidálásakor 970 C° körül súlyveszteséggel járó kis csúcs jelentkezik, kivétel nélkül minden mintán. Ez valamely bázikus szulfát, SO_2-távozással járó bomlásának felel meg. A pörkölt ércek iszapjainak DTG görbéin a 970 C°-os csúcs egyetlen egyszer sem jelentkezik már, amiből arra lehetne következtetni, hogy a pörkölés a bázikus szulfátokat megbontja és a keletkező egyszerű szulfátok a feltáró lúggal reagálnak.

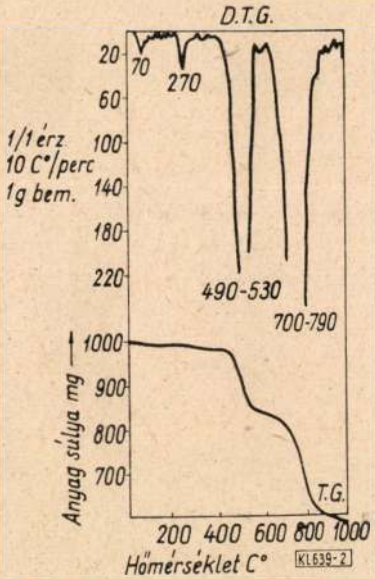
A különböző szulfátok bomlás-mechanizmusának ismertetése céljából az 1—3. ábrákon bemutatjuk a melanterit, alumíniumszulfát és alunit DTG-görbéit. A melanterit *(1. ábra)* 650 C°-on mutatja a legjellemzőbb bomlási csúcsot, itt veszti el a vegyület szulfáttartalmát a hozzá erősen kapcsolódó 2 molekula vízzel együtt. A vizsgált bauxitok DTG-görbéin 650—660 C°-on láthatunk ilyen csúcsokat, pörkölés előtt és után egyaránt. A pirit bomlásából keletkező kénsav

jelenléte tehát legalább részben $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ képződéséhez vezetett.

Az alunit görbéjén *(2. ábra)* 710—790 C° között látszik jellemző, súlyveszteséggel járó bomlási csúcs. Ha a minta kevesebb alunitot tartalmaz, akkor tapasztalatunk szerint a bomlás 50—60 C°-kal alacsonyabban kezdődik. A vizsgált



1. ábra. Az $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ vegyület DTG-készülékkel kapott hőbomlási görbéje



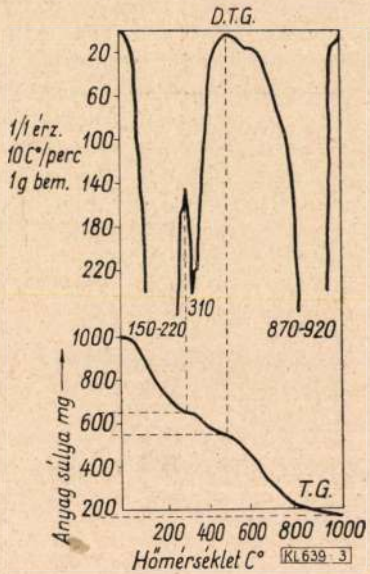
2. ábra. Nyirádi bauxitelőfordulásból származó alunit, DTG-készülékkel kapott hőbomlási görbéje

kénes ércekre általában 680 C° körül találunk olyan csúcsot, amelyet az alunit bomlásának tulajdonítunk. Ez a csúcs a pörkölés hatására erősödött a bauxitokban, ami alunitféleség képződésére utal, a megfelelő vörösiszapokban azonban egyetlen egyszer sem jelent meg, vagyis az alunit a feltárás alatt elbomlott, szulfáttartalma nagyrészt a lúgba került.

Az $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ DTG-görbéjén *(3. ábra)* háromlépcsős lebomlás látszik: 180, 310 és 920 C°-on mutatkozó csúcsokkal. A nyersen feltárt ércek vörösiszapjainak DTG-görbéin mindenütt találunk 940—970 C° között bomlási csúcsokat, melyek az alumíniumszulfáthoz tartozhatnak. A pörkölt iszapokról készült felvételeken a csúcsok minden ízben eltűntek.

Igen érdekes következtetéseket lehet levonni a DTA-felvételek értékeléséből is. Minden vizsgált pörköletlen kénes bauxit DTA-görbéjén megfigyelhető, hogy a bőhmitnek megfelelő bomlási csúcsa nem éles, hanem elhúzódó, illetőleg a csúcs kettéválását látjuk: 540 és 570 C° maximummal. Ez a jelenség arra utal, hogy az ércek alunittartalmának első bomlási lépcsője itt a bőhmit bomlásával együtt jelentkezik, ami sajnos a bőhmittartalom értékelését bizonytalanná teszi.

A nyersen feltárt ércek iszapjainak DTG-görbéit vizsgálva, a pirit oxidációját csak az egyik mintán figyeltük meg: a 400—600 C° között elhúzódó exoterm csúcsot ennek tulajdonítjuk.



3. ábra. Az $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ DTG-készülékkel kapott hőbomlási görbéje, a jellemző, 3 lépcsős lebomlási csúcsokkal

Valamennyi pörköletlen bauxitból eredő vörösiszap bomlásakor 120 és 150 C° között endoterm csúcs látszik, mely a nátrolittartalommal lehet kapcsolatos, ugyancsak minden mintán megfigyelhető 80 C° körül egy kis exoterm csúcs is.

Valamennyi nyersen feltárt érc iszapjának DTA-görbéin 580 C° körül erős endoterm csúcs mutatkozik. A legtöbb görbén ez a csúcs ellaposodik, a reakció már 400 C°-on megindul. Ez valószínűleg a pirit levegőtől nagyrészt elzárt bomlásának tulajdonítható.

Egyes minták 900 C°-on mutatkozó erős endoterm csúcsa az alunit bomlására utal.

A pörkölés után feltárt bauxitok vörösiszapjának DTA-görbéin a 800 C° körül jelentkező gyenge exoterm csúcs megmarad, ugyancsak látható 120 C° körül a vízleadásra jellemző endoterm csúcs. Egyes minták 480—570 C° között a pirit oxidációjából származó exoterm csúcsot mutatnak, más minták pörkölése után 600 C°-on, 700 C°-on és 800 C°-on egészen kis endoterm csúcs

észlelhető. Ezekből a csúcsokból azonban nem sikerült egyértelműen a különböző vegyületek egyes bomlási lépcsőire következtetni.

A DTG- és a DTA-vizsgálatok értékelése során csak akkor állapítottuk meg határozottan valamely ásványos alkotó vagy vegyület jelenlétét, ha ezt ugyanakkor a Debye—Scherrer-felvételek is alátámasztották. Sajnos a pirites-alunites bauxitok felvételei sokszor annyira elmosódottak, hogy egyes alkotók jelenléte, így az alunité, melanterité, teljes bizonyossággal nem állapítható meg. Ugyanakkor a Debye-ogramok klorit-típusú vegyületek, esetleg szericit, augit jelenlétét valószínűsítik.

Ezek után vessük össze ezeknek a vizsgálatoknak az eredményeit a technikai- és a vegyi vizsgálat eredményeivel és kíséreljük meg ennek alapján értékelni a vizsgált kénes bauxitokat.

A feltárás kihozatalának alakulása: Egyes kénes bauxitok jól feltárhatók, mások feltárása erősen elmaradt az elméletitől. A jó feltárás magyarázata az lehet, hogy ezek az ércek aránylag kevés hematitot és gőtitet tartalmaznak. Ismeretes, hogy ezeknek a vasásványoknak térrácsába beépülhet Al_2O_3, ami csökkenti a feltárás kihozatalát. Az Al_2O_3-nak a pirit rácsába való beépülése azonban elképzelhetetlen. A kénes bauxitokban a vas- és alumíniumhordozó ásványok összenövése kisebbfokú lehet. Így a feltáró oldat könnyebben behatolhat az egyes szemek közé.

A nyers és pörkölt kénes ércek ülepedésének alakulása

A kénes bauxitok vörösiszapja a nyersen való feltárás után rosszul ülepedett, az oldatok kezdetben zavarosak voltak. A pörkölés az ülepedő készséget a legtöbb esetben jelentősen javítja *(1. táblázat)*.

1. táblázat

A pörköletlen és pörkölt kénes bauxit iszap ülepedés sebességének alakulása különböző feltáró hőmérsékleteken

Minta szám	Összes kén %	Ülepedési % 30 perc alatt			
		180/ny	180/250	205/ny	205/420*
		C°			
404	28,2	14,4	71,7	9,5	61,1
406	25,7	29,2	31,9	12,7	85,5
407	17,2	27,9	36,8	17,6	72,2
412	15,5	34,0	59,8	53,5	53,5
414	17,6	27,3	31,5	42,7	42,7
415	17,3	32,2	45,9	38,4	38,4
Átlag		27,5	46,4	29,2	59,0

* A fejlécben levő első szám a feltárás hőmérséklete, második a pörkölés hőfoka.

A kéntartalom oldódása a lúgban

A technikai és fizikai vizsgálatokból levonható következtetések:

A vizsgált 7 mintában az alábbi oldódási százalékokat találtuk a vörösiszapok kéntartalmának vizsgálata alapján: (nyers bauxitok) *(2. táblázat)*.

2. táblázat

Különböző bauxitok kéntartalmának oldódása alumínátlúgban a feltárás folyamán

Mintaszám	Oldódás %-ban	
	összes kénből	oldható kénből
403	19,8	55,5
404	20,2	35,5
406	19,4	38,8
407	—	47,1
412	81,0	96,6
414	20,0	62,9
415	16,7	62,2

A felsorolt minták közül különleges helyet foglal el a 412. sz. minta, melynek FeS_2-tartalma nagyobbrészt oxidálódott. A többi 6 mintából az összes kéntartalomnak átlagban 16%-a ment oldatba, a „szódában oldható" kéntartalomnak pedig 50,3%-a. A 412. sz. mintából ugyanez 81,0%-ot, illetve 96,6%-ot tesz ki. A 414. és 415. sz. mintákból a feltárás után kapott lúgot is vizsgáltuk kéntartalomra. Az összes kénre kapott mérleget, szulfátban kifejezve a *3. táblázatban* tüntettük fel.

3. táblázat

Az összes kéntartalomra vonatkozó kénmérleg szulfátban kifejezve

	Bevitel	Kiadás
414. sz.		
Bemért 29,3 g/100 ml bauxittal	4,80 g	—
29,3 $\frac{11,7}{19,3}$ g vörösiszappal	—	3,86 g
200 ml hígított lúggal à 4,53 g/l	—	0,96 g
	4,80 g	4,82 g
415. sz.		
Bemért 26,7 g bauxittal	4,62 g	—
26,7 $\frac{11,5}{21,0}$ g vörösiszappal	—	3,84 g
200 ml híg lúggal à 2,8 g/l	—	0,76 g
	4,62 g	4,60 g

Ezekből a mérlegekből az összes szulfát oldódását visszaszámolva, a 414. sz. mintából 20%, a 415. sz. mintából pedig 15,6% adódik, tehát a vörösiszapból számolt adatoktól csak jelentéktelenül tér el.

Érdekes jelenség, hogy a „szódaoldható" szulfáttartalomnak csak mintegy 50%-a oldódott a feltáró lúgban. Megvizsgáltuk a pirit (porított kristályos) oldódását 10%-os szódás oldatban forralva és azt találtuk, hogy az nem oldódott. A szódaoldható rész tehát csak szulfátokat, bázikus szulfátokat, illetve alunitot tartalmazhat. (Utóbbiban részleges oldást észleltünk 1 órás szódaoldatos forralás után.)

A bauxitban $FeSO_4$ alakjában levő kén a feltáráskor Na_2SO_4 képzése közben oldatba megy, miközben $Fe(OH)_2$ és részben $Fe(OH)_3$ keletkezik, utóbbi a lúgos közegben gyorsan gőtitté öregszik. Ezt a jelenséget a DTG-görbék alapján jól meg

lehetett figyelni a 404/a, 406, 407, 408. sz. 420 C°-on pörkölt mintákban. A pörkölt ércek teljesen gőtitmentesek voltak, míg a feltárásukkal nyert vörösiszapokban a gőtit a vázolt folyamat következtében megjelent. Ezeket a gőtit mennyiségeket mindenkor ki is tudtuk értékelni, a röntgenvizsgálat szintén kimutatta őket.

Az a tény, hogy a „szódaoldható" kéntartalomnak kb. 50%-a a vörösiszapba kerül, arra mutat, hogy a feltáráskor valószínűleg bázisos ferro- vagy ferriszulfátok is keletkeznek. Nem tudjuk, hogy ezek később, a vörösiszap kimosásakor nem bomlanak-e meg, amikor is a hozzájuk kötött szulfáttartalom szintén, mint lúgfogyasztó lép fel. Az iszapban természetesen bázikus alumíniumszulfátok is lehetnek jelen, azért gondolunk mégis főleg vasszulfátok jelenlétére, mert a feltárás kihozatala, mint említettük, sok ízben jó. A 403. sz. mintán, ahol a DTG-görbe 3 lépcsős bomlást mutat, 780—860 és 960 C°-os csúcsokkal a bázikus alumíniumszulfát jelenléte is nagyon valószínű. A bázikus vasszulfátok megjelenésének valószínűségét növeli az a tény is, hogy az alumíniumszulfátok, sőt maga az alunit is, megfigyeléseink szerint már 100 C°-on 1 óra alatt 10%-os marónátron oldattal teljesen elbonthatók. Ezt a vegyfolyamatot iparilag is értékesíti a Kameckij-eljárás alunites érceknek timföldre való feldolgozásakor.

Több vizsgálatot végeztünk arra vonatkozólag is, hogy a kénes bauxitot 5, 10, 15% mennyiségben jó minőségű bauxithoz keverve, hogyan alakul a keverékek fajlagos anyagfelhasználása, a feltárás kihozatala és a vörösiszap ülepedése.

A kísérletekből az alábbi következtetések vonhatók le :

A kénes ércek adagolása az ülepedés készségét nem javította, mert az ülepedés százalékai 45—52, 9—45,9 között voltak.

A marónátron többlet-fogyasztás a kénes ércek mennyiségével együtt növekszik 11,3—29 kg/t-ig.

Az Al_2O_3 kitermelés nagysága a számított kihozatali százalékoktól 5—7%-os eltérést mutat. Miután a fajlagos számok tanúsága szerint egyszer sem mutatkozik lényeges javulás, a kénes bauxitok felhasználásával készített keverékeket nem javasolhatjuk.

Megvizsgáltuk a pirites bauxitok fluidizáló pörkölésének lehetőségét is, 0,4 m belső ∅-ű, 2 m magas reaktorban.

Az aránylag kis kéntartalom (7% S) miatt a pörkölés nem önfenntartó, az égés biztosítására póttüzelésről kellett gondoskodni, amit gáztüzelés segítségével oldottunk meg.

Az ércet kb. 1 mm szemnagyságúra daráltuk. A pörkölés hőfoka 850 C° volt, az anyag folyamatosan haladt át a reaktoron oly módon, hogy a pörkölő térben kb. 1 óra hosszat időzött. A vizsgálatok eredményei a következők :

A felhasznált iszkaszentgyörgyi érc összetétele %-ban :

Izz. v.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	TiO_2	Összes kén SO_4-ként	Na_2O
24,10	11,51	49,40	10,30	1,10	2,50	20,73	

Ugyanennek a bauxitércnek összetétele 850 C°-os fluidizálás után :

3,0	15,99	57,48	14,6	—	4,1	2,84	—

Az érc feltárása után a vörösiszap összetétele:

4,27	15,27	33,90	29,8	—	3,8	2,18	11,4

Számított feltárás kihozatala : 76,4%.
Kapott feltárás kihozatala : 71,1%.
Száraz bauxitszükséglet 1 t timföldre : 2445 kg.
Vörösiszap mennyiség 1 t timföldre : 1200 kg.
Ki nem mosható Na_2O mennyiség 1 t timföldre : 136,6 kg.
Ülepedési sebesség : 30′ : 78%.
1 t bauxit pörkölésének hőszükséglete : 629 500 Kcal.

3000 kalóriás szénben kifejezve a fenti hőmennyiség 210 kg szénnek felel meg 1 t bauxit fluidizációs pörkölésekor.

Az intézeti fluidizációs kísérleteket összehasonlítottuk az almásfüzitői eljárás szerint 350 C°-on végzett pörkölés hőszükségletével, amely 443 000 Kcal/t-nak adódott.

3000 kalóriás szénben kifejezve a fenti mennyiség 150 kg szenet jelent 1 t bauxit pörköléséhez.

A vizsgálatok azt mutatják, hogy amikor a fluidizációs kísérletek alkalmával 850 C°-ra hevítjük az ércet, 210 kg/t a szénszükséglet. Ugyanez az anyag 350 C°-os pörkölés során 150 kg/t szenet kíván. A 60 kg/t érc széntöbblet még természetesen növekszik, ha a hidrargillit, bőhmit bontásához szükséges többlet-kalóriát számításba vesszük (ez kb. 20%). A továbbiakban a kísérletek azt mutatták, hogy az ülepedési sebesség a 850 C°-os fluidizációs kezelés mellett nem javul lényegesen (50%). Végeredményben a vizsgálatok nem mutattak olyan lényeges javító hatást, melynek alapján a kénes ércek fluidizációs pörkölését javasolhatnánk.

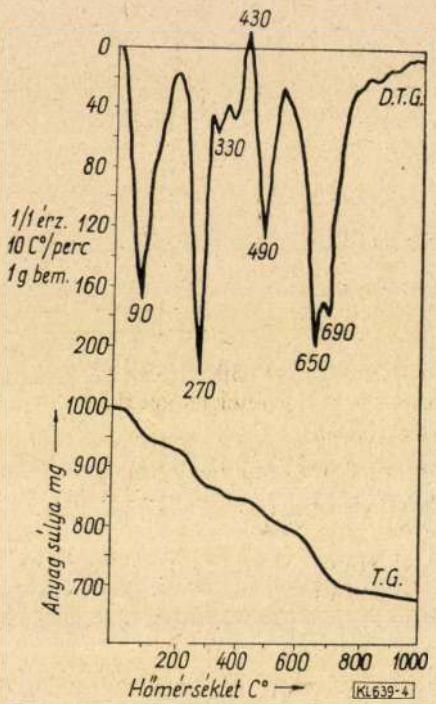
Vizsgáltuk a pörkölés hatását a kén eltávolítására 420, 600 és 800 C°-on. Az iszkaszentgyörgyről származó bauxitok és iszapok jellemző adatait a *4. táblázatban* tüntettük fel A vonatkozó DTG- és DTA-görbék a *4—12. ábrákon* szemlélhetők.

Az alacsony hőfokú pörkölés hatására képződő szulfátok az oldódást nagymértékben növelték, magasabb hőfokon az SO_2 jelentősebb részének eltávozása után a visszamaradó kénvegyületek oldódási készsége ismét csökken. Az elpörkölt kéntartalmat és az oldódottat egyidejűleg figye-

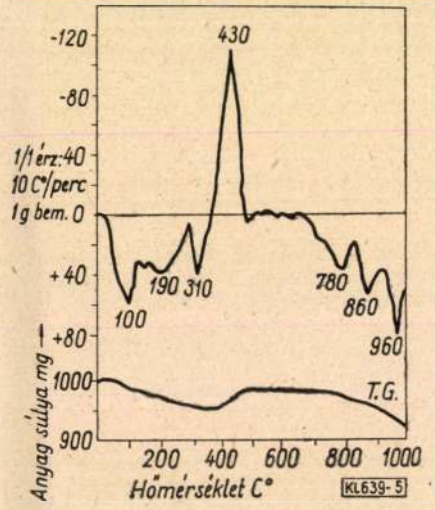
4. táblázat

Pörkölt és pörköletlen bauxitok összes kén- és oldható kéntartalmának oldódása különböző hőmérsékleten való feltáráskor

Pörkölés C°	Össz. S-ből oldódott	Oldható S-ből oldódott
	%	
Pörköletlen	19,8	55,5
420	80,4	36,0
600	15,0	—
800	13,3	70,9



4. ábra. Iszkaszentgyörgyi pörköletlen bauxit DTG-készülékkel kapott hőbomlási görbéje



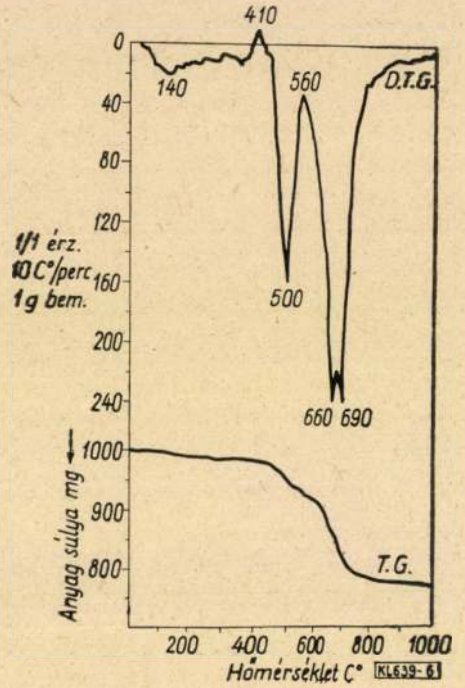
5. ábra. Iszkaszentgyörgyi pörköletlen bauxit 200 C° feltárás után visszamaradt vörösiszapjának DTG-készülékkel kapott vizsgálati eredményei

lembe véve, a kénoldódás miatt a lúgveszteség az *5. táblázat* szerint alakul.

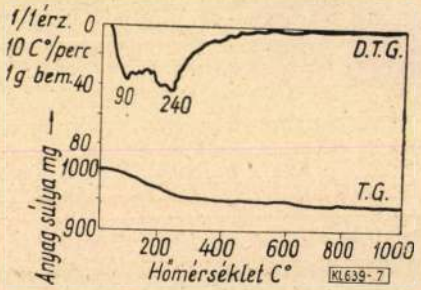
5. táblázat

A pörkölt bauxitok feltárásakor oldódó kéntartalom-okozta lúgveszteség alakulása

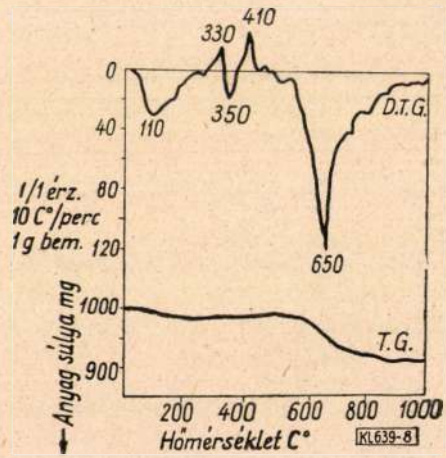
Pörkölés C°	kg Na_2O/t timföld	Fajlagos bauxit felhasználása
Pörköletlen	158,2	4,16
420	358,0	4,27
600	56,0	4,66
800	20,0	13,10



6. ábra. Iszkaszentgyörgyi 420 C°-on pörkölt bauxitnak 3 órás feltárás után kapott DTG-eredményei

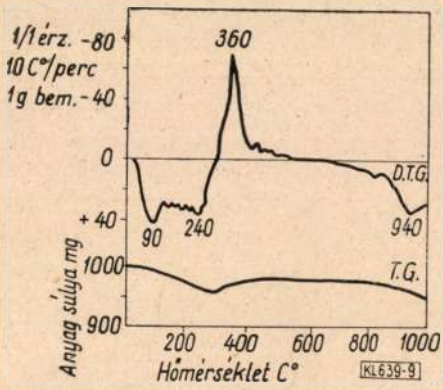


7. ábra. Iszkaszentgyörgyi 420 C°-on pörkölt bauxit 3 órás feltárás után visszamaradt vörösiszapjának DTG-eredményei

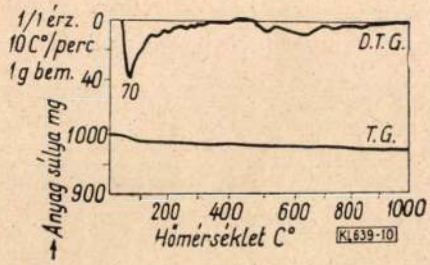


8. ábra. Iszkaszentgyörgyi bauxit 600 C°-on 30 percig pörkölt bauxit DTG-eredményei

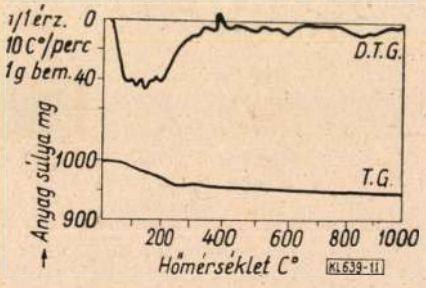
Az *5. táblázatban* egyidejűleg feltüntettük a fajlagos bauxitfelhasználást is. Látható, hogy a kéntartalom pörköléses csökkentése csak akkor hatásos, ha a fajlagos felhasználás nagymértékű



9. ábra. Iszkaszentgyörgyi bauxit 600 C°-on 30 percig pörkölt bauxit feltárás után visszamaradt vörösiszapjának DTG-eredményei



10. ábra. Iszkaszentgyörgyi 800 C°-on 30 percig pörkölt bauxit DTG-eredményei



11. ábra. Iszkaszentgyörgyi, 800 C°-on 30 percig pörkölt bauxit feltárása után visszamaradt vörösiszap DTG-eredményei

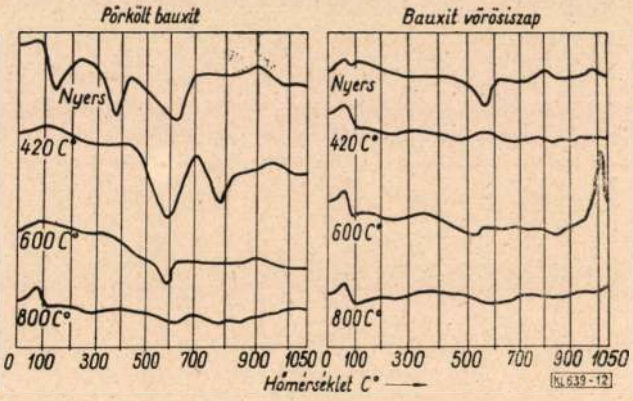
növekedését megengedjük. A vizsgált nyers ércek feltárásakor a kénoldódás miatt fellépő többlet lúgveszteséget, amely tehát a vörösiszapban kötött veszteséghez hozzájárul, a *6. táblázatba* foglaltuk.

6. táblázat

A vizsgált iszkaszentgyörgyi pörköletlen bauxitok feltárásakor előálló lúgveszteségek

Mintaszám	Veszteség Na_2O-ban	NaOH-ban
	kg/t termelt timföld	
403	158,2	204
404/a	180,0	232
406	131,5	170
407	nem értékelhető	
412	195,0	252
414	58,5	76
415	47,0	61

A táblázatból látható, hogy a nyers ércek Bayer-feltárása a nagy nátronveszteség miatt semmiképpen sem lehet gazdaságos.



12. ábra. Iszkaszentgyörgyi pörköletlen és 420—600—800 C°-on pörkölt bauxit, valamint a megfelelő vörösiszap DTA-eredményei

Összefoglalás

Megvizsgáltuk a szürke bauxitok Bayer-eljárás szerint való feldolgozásának lehetőségeit a kénbeoldódás miatt bekövetkező többlet nátronfogyasztás, az ülepedési viszonyok és a szervesanyag okozta káros hatások szempontjából.

Kísérleteink eredményei alapján megállapítható, hogy

a) a többlet nátronfogyasztás az ércek kéntartalmával növekszik, de 5—10—15%-nyi kénes érc hozzákeverésével végzett kísérletekből kitűnik, hogy a kis kéntartalmú érckeverékekből a kénbeoldódás 70%-os, viszont a nagy kéntartalmú ércekből csak 16% beoldódás mutatkozik.

b) Pörköletlen ércek feltárásakor (pl. nedves őrlés után) a vörösiszap ülepedése nem kielégítő.

c) A szerves anyag, melynek mennyisége ércmezők szerint váltakozik, a feltáró lúgban oldódik és növekedése zavart okozhat a kikeverésekor és a ballasztsók eltávolításakor.

Javító hatást mutat az ércek 420 C°-on való pörkölése, mert az ülepedő készséget javítja.

Előnyösebbnek látszik a 600 C°-on való pörkölés, ezen a hőfokon a kéntartalom nagyrészt elűzhető, a kihozatal 50—60% között marad.

A fluidizációs pörkölés kb. 850 C°-on az érc kis kéntartalma miatt hőenergia befektetést kíván, amely 1 t bauxitra vonatkoztatva kb. 150 kg 3000 kalóriás szénnek felel meg. A feltárás készségét ez a kezelés lerontja, az ülepedés sebessége azonban jelentősen javul és 75—80%-ot mutat.

IRODALOM

[1] *Vadász E.:* Bauxitföldtan. Akad. Kiadó 1951.
[2] *Szádeczky—Kardoss E.:* Geokémia. 1955.
[3] *Barnabás K.:* A halimbai és nyirádi terület földtani kutatása. Földtan Intézet évk., XLVI. 3. (1957).
[4] *Bárdossy Gy.:* A Szőc és Nyirád környéki bauxit. Földtani Int. évk. XLVI. 3. 433. (1957).
[5] *Beneszlavszki, Sz. I.:* Piritnüje boksziti. Bull. M. OVa. Otd. Geol. T. XXVIII. (1) (1953).
[6] *Kuznyecov, Sz. I.—Vazsenyin, Sz. F.:* A kén kioldódása a feltárólúgban. Cvet. Met. 4. 49 (1957).
[7] *Fischer, W.—Wolf, S.:* Schwefel in Schlacke und Schlackenwolle. Stuttgart, 1951.

[8] *Allen—Lombard:* Am. J. Sci. 43. 175 (1917).
[9] *Jura—Bliz:* Z. anorg. Chem. 205. 275 (1932).
[10] *De Rudder:* Bull. Soc. Chim. Fr. 47. 1225 (1932).
[11] *Grünert:* J. prakt. Chem. 122. (1) 91. (1929).
[12] *Thomson—Tilling:* J. Soc. Chem. Ind. 43. T. 37 (1924).
[13] *Tollman—Clark:* Econ. Geol. 9. 570. (1914).
[14] *Burghardt:* Chem. News 37. 49 (1878).
[15] *Foreman:* Econ. Geol. 24. 811 (1929).
[16] *Gottschalk—Bühler:* Econ. Geol. 7. 15. (1912).
[17] *Wells:* Econ. Geol. 8. 751. (1913).
[18] *Tamman—Himmelstjerna:* Z. anorg. Chem. 202. 329. (1931).
[19] *Diepschlag—Horn.:* Arch. f. Eisenhüttenw. 4. 375. (1930).
[20] *Woehler:* Z. anorg. Chem. 127. 273. (1923).
[21] *Costeanu:* Ann. Chim. Phys. 9. (2) 189. (1914).
[22] *Olsen—Maetz:* Arch. f. Eisenhüttenw. 13. 465. (1939).
[23] *Martin—Fuchs:* Z. anorg. Chem. 125. 312. (1922).
[24] *Máriássy M.:* Kísérletek iszkaszentgyörgyi kénes bauxitok timföldgyártás céljára való felhasználásának lehetősége tekintetében. (Jelentés, 1953).
[25] *Hadi J.:* Kénes bauxitok feldolgozása. Fémkut. Int. zárójelentés. 1953.
[26] Kénes bauxitok vizsgálata. NEVIKI jelentés.
[27] 1957. évi kataszteri bauxitok vizsgálata. Fémipari Kut. Int. zárójelentése.
[28] *Mazelj:* Timföldgyártás. Nehézipari Kiadó, 1953.

Egyesületi hírek

Vaskohászati Szakosztályunk dec. 22-én vezetőségi ülést tartott, amelyen megtárgyalta a szakosztály 1961. évi munkatervét és költségvetését. A vezetőség ezenkívül több munkabizottság alakítására hozott határozatot, megállapította az első félévi rendezvények és előadások programját és meghatározta a pályázatok kiírásának rendjét.

A vezetőség az év folyamán a szakosztály, a helyi csoportok, tagozatok, munkabizottságok munkáiban, rendezvényein és a pályázatokban tevékenyen résztvevő azon tagjai részére, akik külföldön még egyáltalán nem, vagy csak ritkán jártak egy külföldi tanulmányút szervezését is tervbe vette, korszerű kohászati üzemek megtekintésére.

Szakosztályi munka megjavítása érdekében a fontosabb feladatok intézésével a vezetőség egy-egy tagját bízták meg mégpedig; *Horváth Aurélt* szakoktatási-, *Visnyovszky Lászlót* pályázati, *Benedek Attilát* MTESz-közgazdasági, *Szücs Endrét* MTESz-külügyi és *Szeless Lászlót* MTESz-könyvkiadási ügyek intézésével.

A titkári teendőkben kisegítésre felkérték *Lerch Józsefet* és *Óvári Antal* tagtársakat, akiket a rendezvények szervezésével, ill. a vidéki csoportok, tagozatok és munkabizottságok ügyeinek összefogásával bíztak meg. *Ó. A.*

Vaskohászati szakosztályunk ezéveben kohászati tárgyú *filmbemutatók* rendezését is tervbe vette. Az első filmbemutatót január hó folyamán korszerű hengersorokat ismertető külföldi műszaki rövidfilmekkel Diósgyőrben és Sztálinvárosban már megtartották. A diósgyőri bemutatón Ózdról is számosan jelentek meg. A haspei finomsort, a hohenlinburgi szélesabroncssort és az angol Shell vállalat üzemeit ismerhették meg az első előadás során az érdeklődők. *Ó. A.*

Öntödei, Fémkohászati és Vaskohászati szakosztályaink közös rendezésben jan. 12-én az oktatás kérdéseiről nagy érdeklődéssel kísért előadói ülést rendeztek, amelynek keretében *dr. Horváth Zoltán* műegyetemi tanár, a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Fémkohászattani Tanszékének vezetője „Oktatási rendszerünk továbbfejlesztése" címmel tartott előadást.

A nagyszámú hallgató a rendkívül érdekes előadást igen nagy érdeklődéssel kísérte.

Az előadáshoz elsőnek *Selmeci Béla* főtitkár szólt hozzá, majd *Sári Vince* a KGM Iparpolitikai Főosztály részéről részletesen elemezte a KGM területén dolgozó kohómérnökök és technikusok helyzetét.

Rajtuk kívül még többen szóltak hozzá, majd az elnöklő *Sáfár László* bejelentette, hogy az oktatás kérdését az egyesület továbbra is napirenden tartja és ezzel az oktatási bizottság keretén belül rendszeresen foglalkozni kíván. *Ó. A.*

Beszámoló a betonfejlesztési ankétról

Egyesületünk az Építőipari Tudományos Egyesülettel és a Közlekedéstudományi Egyesülettel karöltve dec. 13-án a Technika Házában betonfejlesztési ankétot rendezett, amelyen az építészet és vaskohászat üzemi képviselői, az Országos Tervhivatal, az Építésügyi és Kohó Gépipari és Közlekedésügyi Minisztériumok, valamint az érdekelt kutató intézetek szakemberei nagy számban vettek részt.

Az értekezleten *dr. Haviár Győző* látta el az elnöki tisztet. A vitaindító előadást *Nagyenyedi József* (Vasipari Kutató Int.) tartotta. „**Melegen hengerelt és hidegen alakított betonacélgyártás kérdései**" címmel. Ezt követően *dr. Menyhard István* (Iparterv) „**Betonacél minőségek az építőipar szempontjából**", majd *dr. Haviár Győző* „**Betonhuzal fejlesztés korszerű hídépítés szempontjából**" címmel tartottak előadást.

Az előadások mind a vaskohászat, mind a felhasználók szempontjából döntő kérdéseket behatóan tárgyalták és vázolták mindkét fél műszaki fejlesztési terveit.

A gondosan felépített, szakemberek részére is sok új szempontot nyújtó előadásokat több hozzászólás és élénk vita követte.

Az építészet részéről *Egresi Mátyás* (Építéstudományi Intézet), *Litvai Tamás* (ÉTI), *Baranyai Horváth Miklós* (ÉTI), *dr. Gyengő Tibor* (Épületelemgyárak), *Bodó László* (2. Ép. egy.), *Fenyves Hedvig* (2. Ép. egy.) *Gallik István* (Útügyi Kutató Intézet), a vaskohászati üzemek részéről *Nagybodor Zoltán* (OKÜ), *György István* (OKÜ), *Szentesi János* (Csepel) és *Mankher Lajos* (Salgótarján) szóltak hozzá.

Az ankét eredményeként leszűrhető megállapításokat, javaslatokat egyesületünk eljuttatja az Országos Tervhivatalhoz, az érdekelt minisztériumokhoz és kutató intézetekhez. A jól sikerült ankét elérte célját, mert egyesületünk és a társegyesületek szakemberei behatóan megismerkedhettek az időszerű betonacélfejlesztési kérdésekkel, az üzemi adottságokkal és javaslataikkal elősegítették az 5 éves terv célkitűzéseinek megvalósítását. *Óvári Antal*

A nagyolvasztók jelenlegi automatikus vezérlő és szabályozó berendezései, azok jövőbeni fejlesztésének irányvonalai a Dunai Vasműben[1]

BALOGH SÁNDOR, Dunai Vasmű

Dk.: 621.52/55 : 669.162.2

Előadásomban röviden ismertetni kívánom a Dunai Vasmű nagyolvasztóinak automatikus vezérlő és szabályozó berendezéseit, külön a nagyolvasztókét és külön a léghevítőkét. Valamivel részletesebben kívánom ismertetni azokat a vezérlő és szabályozó berendezéseket, amelyek megvalósítását az elkövetkező időkre tervezzük.

A) A nagyolvasztó automatikus vezérlő berendezései

(Az adagolás automatikája)

Ez lényegében 11 vezérlőberendezés csoportra osztható, amelyek természetesen egymással szorosan kapcsolódnak.

1. Központi irányító berendezés

A központi irányító berendezés az adagolást önműködően, beállított program szerint irányítja. Ezt a tevékenységet programbeállító kézikapcsolók segítségével, egy motor hajtású kontroller, a vezérlőjelek és reteszelések létrehozásához szükséges relékkel és más segédberendezésekkel végzi.

A kontroller, 12 állásával, 12 programból álló adagoló ciklus vezérlésére alkalmas.

A programot beállító kézi kapcsolók 3 állásúak: érc, koksz és áthaladás.

E szerint és a kisegítő kapcsolások segítségével lehetőség van 12 program tételből álló adagoló ciklus egy-egy tételének kihagyására, de lehetséges üres szkipjárat, vagy pótszkip (érc, vagy koksz) esetenkénti indítása is.

A központi irányító berendezés lehetőséget ad arra, hogy egy üresszkip indítása után, a program kontroller nem áll át a következő program tételre, hanem (egyszeri áthajtáskor) a két szkip szerepet cserél. Az egyoldali áthajtáskor állandóan csak az egyik szkip dolgozik.

A központi irányító berendezés végül még program szerint irányíthatja a nagykúp nyitásokat is.

A kijelölt és végrehajtott program a világítóséma táblán látható.

2. Az elegyelosztó vezérlése

Az elegyelosztó jelenleg az előírt program szerint felszállított érc és koksztartalmú szkipek rakományát megközelítően egyenletesen osztja el a nagyolvasztó aknájában. Ezt úgy végzi, hogy a szkipek tartalmát a nagykúp más más helyére, mégpedig a 0°, 60°, 120°, 240° és 300°-os szögben levő helyére szórja. Az elegyelosztó tartány ennek megfelelően program szerint körbe forog, mégpedig a 60°, 120°, 180°-os lebocsátási helyekhez jobbra, a 240° és 300°-os lebocsátási helyekhez balra forog, 0°-os lebocsátáshoz helyben marad.

Az elegyelosztó minden egyes helyzetében a kiskúp az anyagot a nagykúpra szórja.

Jelenleg az elegyelosztó az anyagok elosztására két helyről kaphat vezérlő jelet:

Ha a jelet a központi irányító berendezés adja, akkor egy programciklus anyagát szállítja azonos leszóró helyre.

Ha a vezérlő jelet a kiskúp működését számláló berendezés adja, ez esetben előre (1—25) beállított számú szkip menet rakománya kerül azonos szóró helyre.

Az elegyelosztó vezérlő áramköreiben található 6 db kapcsoló, amelyek segítségével (zárásával) az előbb említett 6 állású szóróhelyet kijelölő kontroller egyes állásai kihagyhatók. Számunkra az elegyelosztó automatikus vezérlésének továbbfejlesztése szempontjából éppen ez a lehetőség nagyon fontos. Ugyanis végső esetben a 6 kapcsoló közül 5 zárásával elérhető, hogy az adagolás állandóan egy előre kijelölt, nyitott kapcsoló állásnak megfelelő helyre történjék.

A nagyolvasztóban levonuló anyagoszlop sebessége a nagyolvasztó teljes keresztmetszetében nem egyenletes. Ennek megfelelően az elegyelosztást már eddig is igyekeztek módosítani.

A levonuló elegyoszlop sebességére a legjellemzőbb közvetlenül az adagoló szint alatt kivett gáz hőmérséklete és összetétele.

A Dunai Vasmű nagyolvasztóiban az elegyelosztást az alantiakban ismertetett elv alapján kívánjuk tovább fejleszteni *(1. ábra)*.

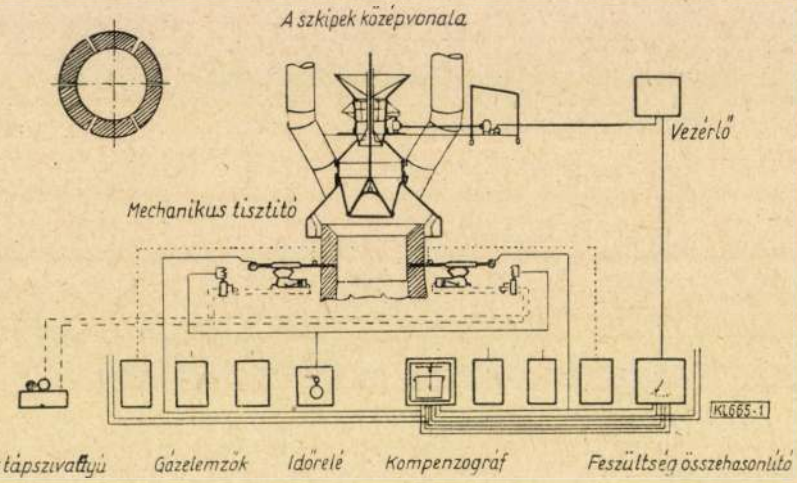
A szabályozó berendezés elvi működése elképzelésünk szerint a következő:

A nagyolvasztó kerületén az elegyelosztó 6 leszóróhelyének megfelelően 6 db mintavételi helyet építünk ki. A mintavételező egyesített hőmérsékletmérő és gázmintavevő lesz, amelyet ellátunk egy automatikus, mechanikus tisztító berendezéssel.

Az elegyelosztó vezérlésére a kerületi hőmérsékletmérést kívánjuk felhasználni. A hőelemek termofeszültségét arányosan felerősítjük, a felerősített feszültséget egy kiválasztó berendezés kapja meg, amely a 6 mérőhely közül mindig kiválasztja a legnagyobb hőmérsékletűt. Az elegyelosztónak a már ismertetett helyzet kihagyó kapcsolói, alapállásban mind zárva vannak. A kiválasztó berendezés ezután annak az elegyelosztó leszóróhelynek a kapcsolóját nyitja, amelyik alatt a kerületi hőmérséklet a legnagyobb.

Ilyen szabályozás megvalósításának feltétele, hogy a központi gázvevő és gázelemző berendezés beépüljön.

[1] A Dunai Vasműben 1960. július 11—16-a között tartott nyersvasgyártó konferencián elhangzott előadás.



1. ábra. Az elegyelosztó vezérlése a kerületi gázhőfok függvényében

A mérési rendszer a következő lesz :

A nagyolvasztóaknába behelyezünk egy szinten 4 db konzolt, a kerületben egyenletesen elosztva. Minden konzolba egymás fölé 3 emelet magasságban beépítünk 3—3 gázelvételező csövet és 3—3 hőelemet. Ezek különböző mértékben nyúlnak be a nagyolvasztó aknájába. Az egyik konzolon még egy negyedik gáz- és hőmérséklet mintavételező is van, ez az akna közepéig nyúlik be. A gázmintavevő csövek vízzel hűtöttek. A hűtőcső eltömődését vagy kilyukadását vészjelző berendezés jelzi. Ezáltal a nagyolvasztó egyik keresztmetszetének 13 pontján mérjük a gáz összetételét és hőmérsékletét.

A gáz CO_2 tartalmát infravörös gázelemzők, a hőmérsékletet övenként egy-egy többmérőhelyes elektronikus kompenzográf méri.

3. A ferde felvonó vezérlése

A vezérlő impulzust a csörlő a központi irányító berendezéstől az előírt programnak megfelelően kapja. A koksszal megrakott szkip a koksztáskák nyitása és zárása után automatikusan indul, az érccel megrakott szkipet az ércmérlegkocsi vagy a B-állomás kezelője indítja.

A ferde felvonó vezérlőberendezése lényegében a 140 kW-os motor gyorsítását, fékezését végzi, továbbá reteszelések segítségével biztosítja a megfelelő sorrendet és az üzem biztonságát.

A ferde felvonó működése világító-sémán követhető.

4. Torokzár kúpcsörlők vezérlése

A torokzár egy felső kis és egy alsó nagyobb kúpból áll. Minden billenőveder ürítése után a vezérlőberendezés nyitja a kiskúpot, amely a rakományt a nagykúpra szórja. Meghatározott rakományszám után a nagykúp nyílik és az anyag a nagyolvasztóba esik. A két kúp egyszerre nem lehet nyitva.

A vezérlés itt is a motor fokozatos indításából és fékezéséből áll, amelyet sorrend és biztonsági reteszelések biztosítanak.

Az automatikus üzem átállítható kézi üzemre.

5. Az elegyszint magasságát tapintó szondacsörlők vezérlése

A nagyolvasztóban két szonda méri az elegyszint magasságát és ezek gátolják meg a nagykúp nyitásának reteszelésével a túltöltést.

A szondákat egyenáramú shunt-motor ereszti le és húzza fel.

A leengedés mélységét jelzőlámpák és regisztráló műszer mutatja.

A vezérlés biztosítja, hogy a nagykúp nyítása előtt a szonda ki legyen húzva, nehogy az elegy betemesse.

6. Koksz mérlegzárak és kokszrosták vezérlése

A kokszadagoló két azonos rendszerből áll és a ferdefelvonó jobb, illetve baloldali billenővedrébe adagolja a kokszot. A kokszbunkerből aláhulló kokszot a kokszrosta osztályozza és a nagydarabos kokszot a mérlegtáskába tereli.

A vezérlés önműködően indítja a kokszrostát, ha a táska előzőleg kiürült és a szkip elindult, a rostát leállítja, ha a mérleg megtelt, nyitja a koksztáskazárat, ha a szkip megállt és ha kokszadagolás következik, a táska nyitott helyzetében meggátolja a rosta működését.

A működés különböző fázisai jelzőlámpákkal a világítósémán láthatók.

A következőkben annak érdekében, hogy B-állomás kezelő személyzetét feleslegessé tegyük, a következőket kívánjuk megvalósítani :

a) A kokszmérlegek regisztráló és összegező berendezéseit, az üzembiztonság növelésére áttervezzük. Egyúttal a mérlegelési adatokat a műszerházban kívánjuk regisztrálni.

b) Olyan műszereket készítünk, amelyek a kúpnyitásokat regisztrálják.

c) A bunker alagútba fényjelzős telefont szerelünk, hogy az ércmérlegkocsi kezelőjével összeköttetést biztosítsunk.

7. A koksztörmelék felvonó vezérlése

A koksztörmelék egy bunkerben gyűlik össze. A koksztörmelékfelvonó ezt az anyagot hivatott egy másik osztályozó rostára felszállítani, amely a port eltávolítva az aprókokszot egy bunkerbe tereli, ahonnan az aprókoksz beadagolható a kokszmérlegtáskába.

A koksztörmelékfelvonó egyszerűsített alakban hasonlít a ferdefelvonóhoz, vezérlése is azonos.

A felvonó működése a világító-sémákon figyelemmel kísérhető.

8. A szkip locsolóberendezés vezérlése

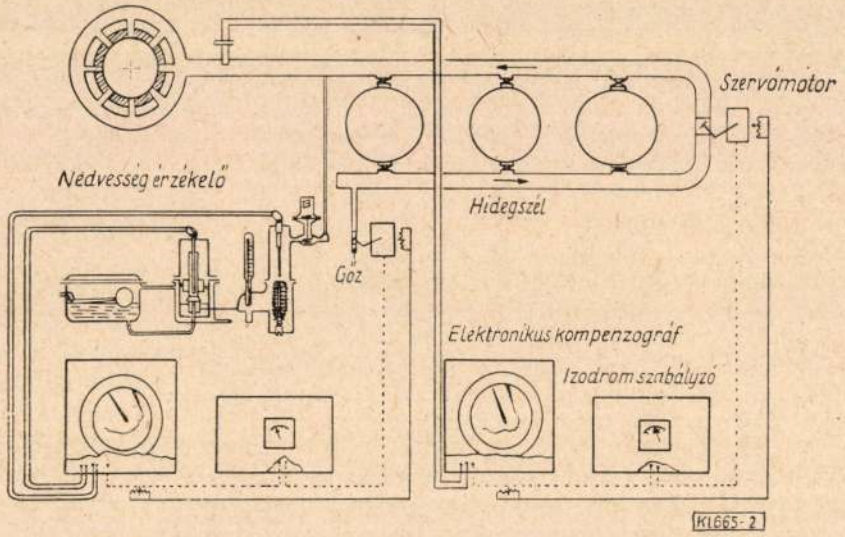
A szkip locsolóberendezés automatikusan a programbeállítás szerint, az anyagnak a szkipbe való beadagolásával egyidejűleg végzi a feladandó érc locsolását. A víz a tartályokból sűrítettlevegő nyomására kerül a szkipbe.

Az adagolótartály vízmennyiségét a vezérlőszelepek megfelelő késleltetésével lehet biztosítani.

A vízlocsoló rendszer reteszeli a ferdefelvonót is a locsolás idejére.

9. Az ércmérlegkocsi reteszelése

Az ércmérlegkocsi mérlegtáskája csak akkor üríthető ki, ha a kocsi a sorrend szerint megfelelő szkip előtt áll, és ha a program ércadagolást ír elő. A mérlegkocsi tartályzár kézzel, pneumatikus energia felhasználásával nyílik.



2. ábra. Forrószélhőmérséklet és nedvességszabályozás elvi vázlata

10. A hulladékfelvonó vezérlése

A hulladékfelvonó a rakodás alatt kihullott ércet és kokszot szállítja fel és üríti a koksztáskákba. Kézzel indítják, a visszaindítása és leállítása automatikus.

11. A visszatérő aprókoksz adagolásának vezérlése

A koksztörmelékből kiválasztott aprókoksz a gyűjtő bunkerből csatornán keresztül a koksz mérlegtáskába juthat. A csatornazár elektromosan nyitható kézi vezérlés útján. Nyitott helyzetben azonban reteszeli a kokszmérlegtáskazár nyitását és a kaliberrosta működését.

B) A nagyolvasztó automatikus szabályozó berendezései

1. *A forrószél hőmérsékletének automatikus szabályozása*

A forrószél hőmérsékletének állandósítására a hidegszelet a forrólevegőhöz keverik.

A nagyolvasztóba befúvott forrószél hőmérsékletét hőelem érzékeli. A hőelem termofeszültségét automatikus, elektronikus kompenzográf méri. Ennek alapjelbeállítója van, amely lényegében egy feszültségosztó (potenciométer) és amelynek segítségével lehet kiadni az utasítást a szabályozó berendezés számára, hogy milyen hőmérsékleten tartsa állandóan a forrószelet.

A szabályozó berendezés villamos izodrom (PID) szabályozóból, villamos állítómotorból és a levegőcsappantyúból áll. A szabályozás elvét a *2. ábra* tünteti fel.

2. *A forrószél nedvességtartalmának automatikus szabályozása*

A forrószélből a mintát a körvezeték előtt vesszük. A mintát egy szigetelt csővezetéken keresztül bevezetjük a műszerházba, és ott egy szelepen keresztül a szabadba engedjük. Ezzel a szeleppel lehet a levegő hőmérsékletét durván, 70 C° körüli hőmérsékletre beállítani. A vételezés helyén a csövet vízzel hűtik.

Ebből a csővezetékből szűrőn keresztül egy elágazás vezet a tulajdonképpeni nedvességérzékelőbe. Ebben először a forrólevegőt egy szabályozó 50 C°-ra lehűti, egy nyomásszabályozó pedig a nyomást 300 mm vízoszlopra redukálja.

Ilyenképpen az állandó állapot jelzőkkel rendelkező szárazszél hőmérsékletet pontosan érzékeljük az első ellenálláshőmérővel. A szél ezután a jelenlevő és állandó szinten tartott desztillált vízből porlasztás útján páratelté válik. A nedvességvétel csak hőmennyiség árán lehetséges, így a szél hőmérséklete lehűl, amit egy másik ellenálláshőmérő érzékel. Ha a szél nedvesebb, kevesebb víz felvételével válik telítetté, így kevésbé hűl le. A hőmérsékletkülönbség tehát fordítva arányos a nedvességtartalommal. A hőmérsékletkülönbséget a két ellenállás hőmérő segítségével egy kettős híddal ellátott automatikus, elektronikus kompenzográf méri. Ennek skálája természetesen már g/Nm^3-t, azaz a nedvességtartalmat mutatja.

A szabályozandó nedvességtartalmat ugyancsak ezen a műszeren kell beállítani. Amikor a beállított és a tényleges között különbség áll fenn, a különbséget egy hídrendszer segítségével feszültségkülönbséggé alakítja át. A feszültségkülönbséget az izodrom szabályozó elektronikus úton felerősíti és egy egyfázisú motort elindít. Ez a motor szükség szerint nyitja, vagy zárja a szélbe befúvott gőz szelepét. A szelep mozgása potenciométer segítségével vissza van vezetve a hibajeladó műszerhez. Ez képezi az említett hídrendszer másik ágát.

3. *Fúvóformánkénti levegőmennyiség szabályozása*

A levegő eloszlása, mint ismeretes, a nagyolvasztó belsejében egyenlőtlen, minek folytán a fúvóformákon átáramló levegőmennyiség sem egyenlő.

Egyik amerikai cég egy automatikus szabályozó rendszert dolgozott ki fúvókánként átáramló forrólevegő mennyiség automatikus szabályozására. Hasonló szabályozást kívánunk mi is megvalósítani a Dunai Vasmű nagyolvasztóin. A sza-

bályozás a fúvókák számának megfelelő szabályozókörből áll.

A szabályozó körök érzékelő szerve a fúvóformákba beépített kerámikus, hőálló anyagból készült mérőfúvóka, a rajta létrejövő nyomásesés arányos az átáramló levegőmennyiséggel. A nyomásesést egy mennyiségtávadó pneumatikus jellé (nyomássá) alakítja át.

Az összes fúvókákon befúvandó forrólevegő mennyiségét egy közös távolsági alapjeladó határozza meg. Ez az alapjel ugyancsak pneumatikus jel, vagyis nyomás. Az alapjelnek és a tényleges mennyiséggel arányos jelnek, azaz az ellenőrző jelnek a különbségét méri a pneumatikus szabályzó, melynek száma a fúvóformák számával azonos.

A szabályozó e különbségi (hiba) jellel arányosan állítja el a pneumatikus szervomotor dugattyúját, amely az ugyancsak a fúvóformába beépített hőálló pillangószelepet működteti.

Ha a forrólevegő kisebb ellenállásba ütközik a nagyolvasztón belül, akkor a pillangószelepek fojtanak. Ha valamelyik fúvóka eldugul, a hozzá tartozó pillangószelep nyit, tehát a fúvókára adja a lehető legnagyobb nyomást.

A pillangószelepek pillanatnyi állásai mindenkor tájékoztatnak a nagyolvasztón belül kialakult ellenállásviszonyokról. Ahol nagyobb az ellenállás, ott a pillangószelep nyitottabb.

A szabályozás ellenőrzésére felhasználhatók az egyes fúvókákon ténylegesen átáramló levegő mennyiségét és a szelepek állását regisztráló műszerek.

4. *A nagyolvasztóban létrejövő nyomáskülönbség automatikus szabályozása, nagytoroknyomásra való áttérés után*

A nagyolvasztó egyenletes járatának biztosítása érdekében, nagytoroknyomású nagyolvasztókban, — külföldön, különösen a Szovjetunióban — már több helyen a létrejövő nyomáskülönbséget automatikusan szabályozzák. A tapasztalatok szerint ez a rendszer az egyenletes kohójáratot nagyjában biztosítja. A Dunai Vasműben a nagytoroknyomásra való áttérés kapcsán mi is ezt az automatikus szabályozási rendszert szándékozunk bevezetni.

A szabályozási rendszer működése a következő:

Normális üzem:

Egy hidraulikus izodrom (PID) szabályzó membránja érzékeli a torokgáz vezetékben és a forrólevegő körvezetékben uralkodó nyomáskülönbséget. Az állandó értéken tartandó nyomáskülönbséget, az alapjelet a szabályzó rugójával állítjuk be. Ha az alapjel és a tényleges nyomáskülönbség között eltérés mutatkozik, úgy a szabályzó egy hidraulikus munkahenger dugattyúját úgy vezérli, hogy az a gáztisztító utáni tisztagázvezetékbe épített pillangószelepet fojtja vagy nyitja addig, amíg a beállított nyomáskülönbség helyre nem áll.

Zavar a kohójáratban:

Ha az elegyoszlopban torlódás lép fel, a nyomáskülönbség a nagyolvasztóban megnő, az előbbi hidraulikus szabályzó a tisztagázvezeték pillangószelepét teljesen zárja és ezt egy jelzőlámpa jelzi. Ekkor a kohómester átkapcsol a kombinált szabályozási rendszerre, amelynek 4 fokozata lehetséges:

I. fokozat:

A tisztagáz csappantyú zárt állásban marad, a munkahenger a szabályozóról lekapcsolódik.

A nagyolvasztóban levő nyomáskülönbséget a szabályzóval egyidejűleg egy higanyúszós regisztráló műszer érzékeli. Ebbe van beépítve egy alapjel adó potenciométer, amelynek a csúszókontaktusa a műszer mutatójával együtt mozog. Ez esetben ez a potenciométer hídkapcsolásba kerül a nedvességszabályzó gőzszelep állító motorjának visszavezető potenciométerével. Természetesen a nedvességszabályzó mérőműszer előzőleg lekapcsolódik. A nyomásesés a beállítottól eltérő lévén a két potenciométer csúszóérintkezői között hibafeszültség van, annak a megszüntetése érdekében egy villamos izodrom szabályzó a gőzszeleppel a nedvességet úgy szabályozza, hogy a nyomásesés helyreálljon.

A nyomásesés változásának nagy holtideje és időállandója miatt a gőzszelep tovább állítását nedvességfokozatonként egy időrelé segítségével 5—10 percre fel kell függeszteni. Ha a nedvesség elér egy megengedett határértéket és a nyomáskülönbség még nem állt helyre, át kell kapcsolni a

II. fokozatra:

Ilyenkor a tisztagáz pillangószelep és a gőzszelep működése fel van függesztve, az előbbi nyomáskülönbség regisztráló alapjel beállítója egy izodromszabályzón keresztül a hőmérsékletszabályozó keverő csappantyúját működteti, amíg a nyomásesés helyre nem áll. Természetesen a forrószél hőmérséklet váltakozásának időszakonkénti felfüggesztése a túlszabályozás érdekében itt is szükséges.

Ha ezzel a fokozattal is elértük a forrószél hőmérséklet határértékét és a nyomásesés nem állt helyre, következik a

III. fokozat:

Ez esetben a szerepet ismét a hidraulikus szabályzó veszi át, csak a tisztagáz csappantyú helyett egy 100 mm-es ∅-jű vezetéken egy csappantyú segítségével, a turbófúvó felől érkező hidegszelet a szabadba kiereszti.

IV. fokozat:

Ha az előző szabályozási módok már nem elégségesek a nyomáskülönbség helyreállítására, úgy egy 200 mm-es ∅-jű vezetékbe beépített csappantyú szolgál a hidegszélnek a szabadba való kieresztésére.

Ekkor a nyomásesés már helyreáll, a torlódás megszűnése után a fokozatokon visszafelé haladva érjük el a rendes üzemi állapotot.

Hirtelen torlódáskor lehetséges az I. és II. fokozat kihagyásával a III. és IV. fokozat automatikus kapcsolódása.

Könnyű járatkor a tisztagáz csappantyú teljesen kinyit, ilyenkor szintén az I. és II. fokozatban, a nedvesség és a hőmérséklet változtatásával lehet a nyomáskülönbséget helyreállítani.

Ha az üzem a normálistól eltér, akkor a fúvókánkénti levegőmennyiség szabályozást fel kell függeszteni.

C) A léghevítők automatikus vezérlőberendezései

1. *A léghevítők átváltásának automatikus vezérlése (3. ábra)*

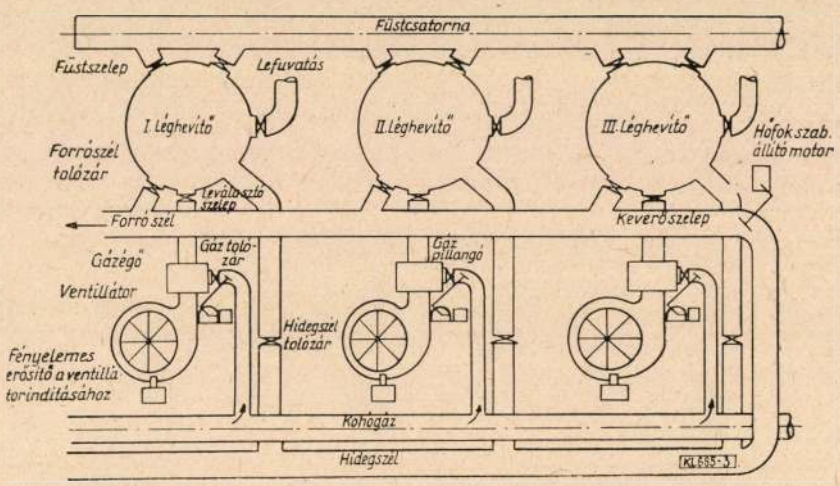
A léghevítők üzemközben 4 féle állapotba kerülhetnek:

a) Hevítés: Kohógázzal felfűtik a léghevítőt.

b) Fuvatás: A léghevítő a turbófúvó felől érkező hideglevegőt az előzőleg tárolt hőmennyiséggel felmelegíti.

c) Változás: Az előbbi két állapot között egy közbenső állapot, amikor is a léghevítők pihentetés, elkülönítés alatt állnak.

d) Huzat: Ez csak rendkívüli esetben, üzemzavarkor fordul elő. Ekkor a nagyolvasztó és a hidegszélvezeték a léghevítőn keresztül összeköttetésben van a füstgázcsatornával.



3. ábra. Léghevítők automatikus váltásának elvi rajza

Aszerint, hogy melyik állapotra kívánjuk a léghevítőt váltani 6, illetve a huzatra való áttörést is figyelembe véve 8 féle kombináció állhat fenn.

Az átváltást lényegében a különböző szelepeknek, vagy tolózáraknak a megfelelő sorrendű nyitásával vagy zárásával végzik.

Vegyük például a két legfontosabb átváltási kombinációt, amely lényegében másik négyet is tartalmaz (a közbenső állapoton mindenképpen át kell menni):

1. Átváltás hevítésről fuvatásra, akkor

le kell zárni:
a gázvezeték fojtószelepét,
a gázvezeték főszelepét, majd
le kell állítani:
az égés levegő ventillátorát,
a tüzelő anyag-levegő arányszabályzót,
a hidraulikus szabályzót, ezután
le kell zárni:
a leválasztó szelepet,
a két darab füstgáz szelepet
(ez eddig a váltás állapota).

Ezután a hidegszélszelepet kismértékben ki kell nyitni és ha a nyomás kiegyenlítődött, akkor nyitni kell:

a forrószél szelepet,
majd teljesen a hidegszél szelepet.

2. Átváltás fuvatásról hevítésre, akkor

zárni kell:
a hidegszélszelepet és a
forrószélszelepet, majd
nyitni kell:
az áteresztő szelepet
(levegőt kiengedni a füstgázcsatornába).

A nyomás kiegyenlítődése után nyitni kell a két füstgázszelepet, az áteresztő szelepet pedig zárni kell, majd

nyitni kell:
a leválasztó szelepet,
kis mértékben a gázszelepet,
fokozatosan a gázfojtószelepet a gáz meggyulladásáig, ezután
meg kell indítani:
az égés levegő ventillátorát,
teljesen nyitni kell a gázszelepet, végül
meg kell indítani a tüzelésszabályozót.

A Dunai Vasműben a szelepek zárását egy kivételével gépi úton, villanymotorok segítségével lehet elvégezni.

A szelepeknek a villanymotorokkal való távműködtetése szerint a léghevítő átváltása lehet

1. egyszerű távvezérlésű,
2. ciklikus vezérlésű,
3. automatikus vezérlésű.

1. Az egyszerű távvezérléskor a szelepek nyitását vagy zárását egyenként egy-egy nyomógomb vagy kapcsoló segítségével lehet vezérelni. A nyitás, illetve zárás sorrendjének helyes betartását reteszelések biztosítják. Jelenleg a léghevítőket e szerint a módszer szerint váltják át.

2. A ciklikus vezérléskor egy átváltási folyamatban léghevítőnként csak egy kapcsolót kell működtetni és a szelepek a megfelelő sorrendben és időben azután önműködően mozognak. A Dunai Vasmű I. nagyolvasztóján már ezt a rendszert ki is építettük, a működéséhez azonban néhány kiegészítő szerelést kell még elvégezni. Jelenleg folyamatban van a kontaktadó differenciálmanométerek felszerelése, amelyek a már említett léghevítő — füstgázcsatorna, illetve léghevítő — forrószélvezeték közti nyomáskiegyenlítődés után adnak további vezérlő impulzust a megfelelő szelepek működtetésére.

3. A teljes automatikus vezérlésű léghevítő átváltást ezután kívánjuk megvalósítani.

A teljes automatikus átváltáshoz a továbbiakban a következő feladatokat kell végrehajtanunk:

a) A hevítésre való áttéréshez gépesíteni kell a gázfojtószelep fokozatos nyitását a tűz meggyulladásáig (eddig kézzel végezték).

b) A tűz meggyulladását fényelemmel kell érzékelnünk és az égéslevegő ventillátor indításához a fényelemmel kell adatnunk az impulzust egy elektronikus erősítő közbeiktatásával (ezt is eddig ember végezte).

c) A váltási művelet elindítását szintén automatizálni kell. Az indításhoz szükséges impulzust adhatja :

1. A keverőszelep végálláskapcsolója,
2. a kupolák hőmérséklete,
3. időrelé.

d) Szükséges egy olyan kapcsoló, amely minden váltás után automatikusan a ciklikus sorrendnek megfelelően előkészíti az új váltás sorrendjét.

e) Végül az automatikus berendezések könnyebb áttekintése, ellenőrzése, karbantartása céljából az összes vezérlő elemeket célszerű egy közös műszerházba szerelni.

Az átváltás folyamata egyébként világító sémán követhető.

D) A léghevítők automatikus szabályozóberendezései

1. *A kohógáz nyomásszabályozás a léghevítők előtt*

A kohógáz nyomását egy Askánia rendszerű hidraulikus szabályzó tartja állandó szinten.

2. *A léghevítők tüzelésszabályozása*

Askánia rendszerű sugárcsöves szabályzó membránja érzékeli a mérőperem közvetítésével a léghevítőben időegység alatt eltüzelt kohógáz mennyiségét. A sugárcső olajnyomás közvetítésével úgy vezérel egy hidraulikus állító motort, hogy az egy csappantyúval a gáz tökéletes égéséhez szükséges levegőmennyiséget adagolja. A sugárcsövet a csappantyú megfelelő elmozdulása állítja vissza középállásba.

3. *A léghevítők kupolahőmérsékletének automatikus szabályozása*

Ez a szabályzó lényegében az előbbi kiegészítő része. A kupola hőmérsékletmérő műszerét (automatikus kompenzográf) elláttuk egy kontaktussal, amely egy előre beállított hőmérsékleten (pl. 1100 C°) zárja egy elektromágnes áramkörét. Az elektromágnes úgy módosítja az előbb ismertetett szabályzó gáz—levegő arányát, hogy több levegő menjen a léghevítőbe. Ha a hőmérséklet csökken a kontaktus nyit. Az arány visszaáll. (Két helyzetű szabályzó).

Az elmondottakkal a Dunai Vasmű nagyolvasztói meglevő és tervezett automatikus vezérlő és szabályzó berendezését kívántam ismertetni.

Szeretném kihangsúlyozni, hogy a meglevő berendezések egytől egyig a megengedhető meghibásodástól eltekintve megbízhatóan működnek. Ha a tervezett automatikákat még megvalósítjuk, nagyolvasztóinknak ez a berendezése is korszerű lesz.

Egyesületi hírek

A Fémkohászati Szakosztály „néhány alumínium készáru gazdaságossági kérdésének vizsgálatára" alakított Munkabizottságának jelentése

1960. évben a Színesfémipari Főosztály megbízásából az Egyesület keretében létesített Munkabizottságnak az alumínium készárugyártás komplex és sokoldalú gazdasági problémáival kellett foglalkoznia annak eldöntése érdekében, hogy egyes feldolgozási területeken miként alakul az alumínium megmunkálás gazdaságossága, mind hazai felhasználás, mind export lehetőség és valutahozam fokozása érdekében.

A Munkabizottságnak az alumínium feldolgozás legfontosabb területeiről (villamosipar, építészet, járműgyártás) vett példákon népgazdasági síkon végzett gazdasági számítások alapján az alábbi kérdésekre kellett választ adnia :

a) a gyártás gazdaságos-e,

b) a gyártás fokozásának csak a belföldi fogyasztásra számolva milyen gazdasági kihatása van,

c) fokozottabb exportra való gyártásnak milyen a gazdasági kihatása.

A kérdések megválaszolására a Munkabizottságban 12 műszaki és 6 közgazdász tagtársunk dolgozott együtt. A Munkabizottságot *dr. Domony András* vezette.

Az elkészült jelentés több mint 120 oldal terjedelemben, 12 alumínium-készáru népgazdasági gazdaságosságát mérte fel, mind export, mind a hazai fogyasztás vonatkozásaiban.

A Munkabizottság legfontosabb végkövetkeztetései az alábbiakban foglalhatók össze :

1. Az alumínium készáruk népgazdasági szinten kiszámított gazdaságossági mutatói a tömbalumíniuménál jobbak, bár az alumínium megmunkálási módszerek a legtöbb üzemben ma még korszerűnek nem tekinthetők. A technikai fejlesztéssel még jelentős népgazdasági tartalékok tárhatók fel.

2. Igen kedvező a sínjármű, valamint vízijármű építéshez felhasznált alumínium gazdaságossági mutatója. Különösen előnyös a könnyűfém nyílászáró szerkezetek exportja a feldolgozó üzem munkamenetének megfelelő korszerűsítése után.

3. A kábeliparunkban a réznek és ólomnak helyettesítése alumíniummal gazdaságos. Nyitott kérdés viszont az alumínium- és műanyagburkolatú kábelköpenyek gazdaságosságának jövőbeli alakulása.

4. Az acél-alumínium távvezetéksodronyok exportja gazdasági szempontból csak akkor indokolt, ha megfelelő árakat biztosító hosszúlejáratú szerződésekkel a több ezer tonnás alumíniumot igénylő sodrony termelésünket a világpiaci árak hullámzásától függetleníteni lehet.

A munkabizottsági jelentésről a NIM Színesfémipari Főosztálya elismerően nyilatkozott és egyúttal felkérte Egyesületünket a munka folytatására.

D. A.

Az acél vákuumban való öntésének csepeli tapasztalatai

SZŐKE LÁSZLÓ

Dk.: 669.189:621.52

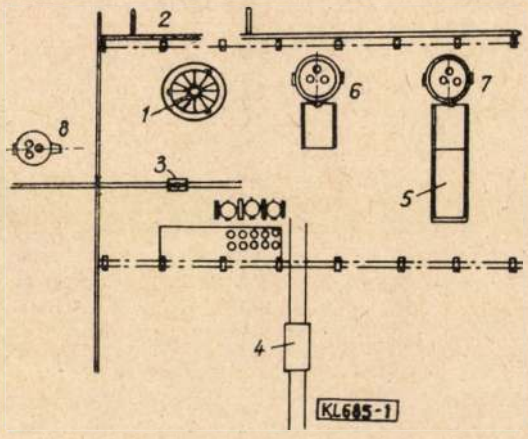
Bevezetés

A szokásos eljárásokkal gyártott elektroacél vákuumban való kezelésének gondolata Csepelen először 1957. év tavaszán vetődött fel. A gondolatra főleg az adott tápot, hogy az eljárás bevezetése a híradástechnikai alapanyaggyártás néhány nehéz feladatának korszerű megoldását teszi majd lehetővé. Az akkoriban ismeretessé vált irodalmi adatok [1], [2] meggyőzően bizonyították, hogy a folyékonyacél vákuumos kezelése sok előnyt jelent. Csökkenti az acél gáztartalmát, fokozza a salaktisztaságot, javítja az ezzel összefüggő szilárdsági és technológiai jellemzőket. Bár az említett irodalmi adatok főleg 8 t, vagy ennél lényegesen nagyobb tuskók öntéséről számoltak be, mégis kézenfekvőnek látszott az, hogy az ismert vákuumos kezelések egyike-másika, vagy esetleg mindegyike a Csepelen öntött, aránylag kisméretű tuskók gyártására is sikerrel használható. Az időközben külföldön megjelent dolgozatok az üstből-üstbe végbemenő vákuumozásra, valamint a vákuumban felülről öntött tuskókra vonatkozóan ezt az elképzelést messzemenően alátámasztották. Az öntőlapon végzett tuskóöntéskor azonban a külföldi kísérletek az üzemünkben használatosnál lényegesen nagyobb tuskósúllyal folytak le [4], tehát bizonyos mértékig úttörő jellegű munkát kellett végeznünk.

A berendezés ismertetése

A csepeli vákuumberendezést az elektroacélműben állítottuk fel oly módon, hogy az a két 8 t-s villamosív kemencéből közvetlenül, az egyik 4 t-s villamosív kemencéből pedig közvetve legyen folyékony acéllal ellátható *(1. ábra)*.

A 4 t-s kemencétől a (3) kocsin kerül átszállításra az üstbe lecsapolt acél. A vákuumozott acél a nagy öntvények leöntésére alkalmas üzemrészbe is átszállítható.



1. ábra. A vákuum berendezés telepítése
1 = vákuumkamra, 2 = szivattyútelep, 3 és 4 = üstszállítókocsik, 5 = öntőgödör, 6, 7 és 8 = Heroult-kemencék

A vákuumkamra térfogata 25 m³.

A következő műveletek végezhetők el benne:

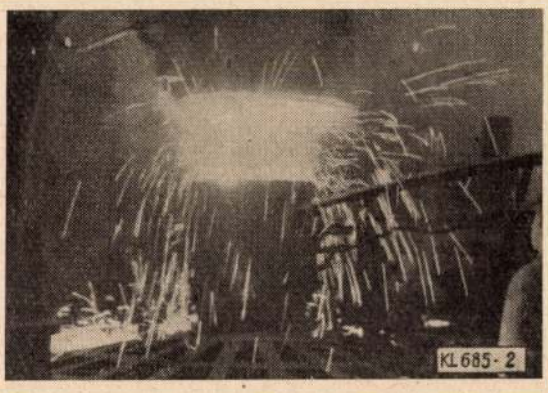
1. Folyékony acélsugár vákuumozása üstbe való öntés során.

2. Folyékony acélsugár vákuumozása közvetlen kokillába való öntés alatt.

3. Folyékony acélsugár vákuumozása öntőlapon álló kokillákban, tehát alsóöntés során.

4. Folyékony acélt tartalmazó üst vákuumozása.

A vákuumkamra fenekét teljesen, az oldalfalát mintegy egynegyed magasságig tűzállótéglával béleltük ki abból a célból, hogy esetleges elfolyás alatt a kamra anyagát a kilyukadástól védjük. Az oldalfal bélését kissé kúposra alakítottuk ki. A vákuumkamrát fedél zárja le. A megfelelő tömítést vízzel hűtött felületre helyezett kettős gumigyűrű biztosítja. A fedél közepén levő nyílást — ugyancsak gumitömítéssel — egy 1 t-s közbülső (csikó-) üst zárja el. A közbülső üst dugórúdja központos. Szovjet példa alapján [5] a vákuumkamra záróberendezését a kagylóhoz bedörzsölt dugó képezi. A kamra fedelén két



2. ábra. Az acél öntése vákuumkamrában

megfigyelő ablak van, egyik a sugár megfigyelésére, másik pedig az egyik öntőlapon álló kokillában levő acélnivó szemmeltartására. A fedelet kifalaztuk ugyan, de néhány öntés után lemezárnyékolással cseréltük fel. Ez a megoldás azonban nem látszik teljesen megnyugtatónak a fedél erős hőigénybevétele miatt.

A vákuumkamrából 200 mm belső ∅-jű, duplafalúcső vezeti el a levegőt, illetve a gázokat. A duplafalúcső vízhűtést tesz lehetővé.

Ezután egy diffúzorba, majd egy 39 m² hűtőfelületű és 60 000 kcal/ó hőelvonóképességű keresztáramú hűtőbe kerülnek a gázok. A porleválasztást ciklon és Raschig-gyűrűs henger biztosítja. A porleválasztó berendezés után következik 5 darab „BSNL 175" típusú, 175 Nm³/ó szívósebességet biztosító, Gaede-rendszerű rotációs szivattyú.

A vákuumkamrát öntés közben a *2. ábrán*

láthatjuk. A 8 t-ás elektrokemencéből lecsapolt adagot az állványon álló üstkezelő a közbülső üstbe folyatja, egy másik üstös végzi a közbülső üst kezelését. A közbülső üst kezelője közvetlenül meg tudja figyelni a sugarat a kokillában, illetve a beöntőtölcsérbe való belépéséig, továbbá alsóöntés alatt a legközelebb álló kokilla sapkájába jutott acélszint emelkedését. Alsóöntés alatt a kamrafedél másik oldalán levő figyelőablakon keresztül végzett megfigyelés alapján mozgatják a közbülső üst dugót. Az üstöst és a megfigyelőt megfelelő szikrafogó lemez védi.

A vákuumberendezéssel elérhető minimális nyomás egyik nagy gyakorlattal rendelkező cég által ajánlott összefüggés alapján a következőképpen számolható :

$$p = G \cdot M \cdot \frac{760}{S} \cdot \frac{60}{t}$$

ahol p = a berendezésben elérhető minimális nyomás, torrban,
G = az acél kezelés közben felszabaduló gáztartalma Nm^3/t-ban,
M = a kezelésre kerülő acél mennyisége, t-ban,
S = a szivattyúk szívási sebessége, Nm^3/óban,
t = a gáztalanítás ideje perc-ben.

A felszabaduló gáz mennyiségét 0,3 Nm^3/t-értékben szokás felvenni.

Berendezésünk 8 t maximális acélmennyiségre épült. A kezelés idejét 5 percre vettük fel, amely egy öntőlap öntésének időszükséglete. Így a fenti összefüggés szerint :

$$P = 0{,}3 \cdot 8 \cdot \frac{760}{875} \cdot \frac{60}{5} = 25 \text{ torr}$$

Az előzetes számítás tehát azt mutatta, hogy a rendelkezésünkre álló szivattyúkkal csupán 25 torr nyomást lehet elérni, ami az irodalomban legtöbbször megadott minimális 1—2 torr-nál lényegesen rosszabb. Bár végső célkitűzésünk az, hogy 1—2 torr nyomáson kezeljük a folyékony acélt, az ehhez szükséges szivattyúk beszerzéséig a rendelkezésre álló szivattyúkkal is célszerűnek látszott a kísérletek lefolytatása egyrészt azért, hogy a berendezés esetleges hiányosságait megismerjük, a tapasztalatok alapján megfelelő módosításokat végezzünk el, másrészt, hogy a kisebb teljesítményű szivattyúk révén elérhető nyomásintervallumban is szerezzünk metallurgiai tapasztalatokat, végül pedig — de nem utolsó sorban — azért, hogy a fizikai és műszaki dolgozók a jelenlegi kevésbé értékes szivattyú-berendezéssel szerezzék meg azt az üzemi és karbantartási gyakorlatot, amely elengedhetetlenül szükséges az új eljárás bevezetéséhez.

A lefolytatott 79 vákuumozó kísérlet során egyébként a különbözőképpen végzett öntések alatt a következő átlagos nyomás uralkodott a kamrában :

Üstből üstbe való öntéskor	43 torr,
Öntőlapon való öntéskor	37 torr,
3,75 t súlyú tuskó felülről öntésekor	26 torr.

A kísérletek lefolytatásának főbb szempontjai

A vákuumos kísérleteket a berendezés funkcionális próbái vezették be. A vákuumkamra, valamint a tető tűzálló bélésének nedvességtartalmát meleg tuskók behelyezésével gondosan kiszárítottuk. Ezt követően szívási próbákat végeztünk közbülső üsttel lezárt rendszer mellett. A próba során a hűtő és porleválasztó berendezésen 4 helyen felszerelt manométeren, valamint a kamrából kilépő csőre helyezett házi gyártmányú higanyos vákuum-mérőn leolvasottak alapján a szívási idő függvényében feljegyeztük a nyomásokat. A legkisebb nyomást a szivattyúk megindításától kezdve kb. 12—15 perc alatt értük el és ez a nyomás a berendezés minden vizsgált pontján azonos volt.

A funkcionális próbák után tértünk rá a tulajdonképpeni kísérletsorozatra, mely a következő volt :

A) Csillapított acél tulajdonságainak összehasonlítása atmoszferikus nyomáson és vákuumban öntött tuskók, valamint a belőlük készült gyártmányok vizsgálata alapján.

a) A vákuum kamrában álló kokillába felsőöntés megfigyelése.

b) A vákuum kamrában levő öntőlapon álló kokillákba alsóöntés kikísérletezése.

B) Csillapítatlan acél megmerevedési jelenségeinek összehasonlítása atmoszferikus nyomáson, palacknyakú kokillába és vákuumkamrában álló, sapkás kokillába való öntés során.

a) A vákuumkamrában elhelyezett kokillába felsőöntés eredményének vizsgálata.

b) Az alsóöntés módjának kialakítása.

C) Az üstből üstbe végzett sugárvákuumozás üzemi nehézségeinek felmérése.

A) *Atmoszferikus nyomáson és vákuumban öntött, csillapított acélok tulajdonságainak összehasonlítása*

A Si-mal csillapított acél öntését vákuumban azért tűztük ki vizsgálataink egyik céljául, mivel bár a külföldi ötvözött acélok vákuumozását is csillapított acélokon végezték, a mi tuskó nagyságunknak megfelelő méretű, főleg alsóöntéssel előállított gyártmányokra kevés utalás található az irodalomban, másrészt pedig meg akartuk viszonyaink között vizsgálni azt, hogy a csillapított folyékony acélon az adott nyomásintervallumban bekövetkező gáztalanodás — lényegében H_2- és N_2-tartalom csökkenés — milyen hatással van a szilárdsági és technológiai tulajdonságokra. Elképzelhető ugyanis, hogy a külföldi kísérletek alapján nyilvánvaló primérstruktúra-finomodás, illetve az oszlopos kristályok hosszának csökkenése nemcsak 4 t-t meghaladó tuskókra vonatkozik [8], [9], hanem a nálunk használatos kisebb tuskókra is. Ez a kedvező primérstruktúra nemcsak a melegalakítási tulajdonságokra, hanem a kisebb primér szemnagyságból adódóan vékonyabb szennyezőkben dús, kristályhatár-film következtében a szilárdságra, főleg pedig a keresztirányú szilárdságra fejthet ki előnyös hatást, nem beszélve a H_2- és N_2-tartalom csökkenés ismert egyéb előnyeiről.

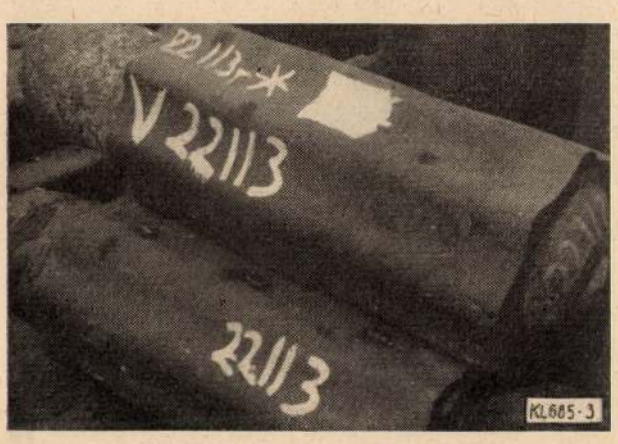
A kísérletsorozat fontosabb irányvonalának részletes ismertetése előtt, szükségesnek látszik röviden leírni a csepeli elektroacélgyártás menetét. Az eljárás bázikus, általában háromsalakos eljárás; a beolvadás C-tartalma kb. 0,25%-kal nagyobb a kívánt vég C-tartalomnál. A fövetést 2—3 m^3/t oxigénnel, a lágy acélokra 0,10% C-ig érccel, majd oxigénnel végezzük. A redukáló salak kialakítására FeSi-, vagy CaSi-port és Al-forgácsot használunk. A csillapítatlan adagok készítéséhez a salak javítására erélyes redukáló anyagot nem használunk, csak akkor, ha sok a kén.

a) A csillapított acélt vákuumkamrában felülről először K 2 típusú, 2,6 t súlyú tuskót adó, hullámos oldalú, kátrányozatlan felületű kokillába öntöttük. Az acél Si-mal és Al-mal már a kemencében megnyugtatott, lágy kazáncsőacél volt. 35 mm ∅-jű kagylóval ellátott üstből, 25 mm ∅-jű kagylós közbülső üstön keresztül öntöttünk. A 38 torr nyomás a sugarat csak kismértékben, mintegy 35—40 mm ∅-re húzta szét. Amint a kokillában, illetve a sapkában emelkedő acélszint megfigyelhetővé vált, a közepes intenzitású, tiszta fövéshez hasonló erősségű gázfejlődés volt tapasztalható. Az öntés befejezése után még mintegy öt percig hatott a 38 torr nyomás és ezalatt a sapkában levő acél állandóan mozgásban volt, jeléül annak, hogy még jelentős volt a gázkilépés.

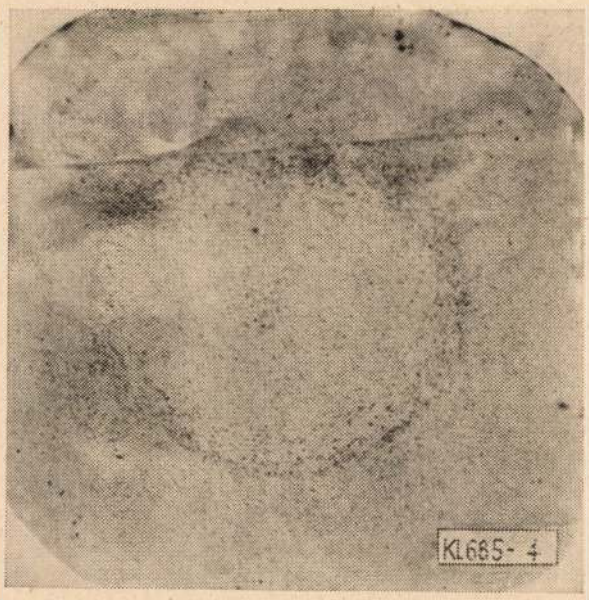
Amint a levegőt a beeresztő szelepeken keresztül beengedtük a rendszerbe, az acélszint mozgása azonnal megállt és a felső acélréteg megmerevedett.

Az adag vákuumban és atmoszferikus nyomáson öntött tuskóit a *3. ábra* mutatja.

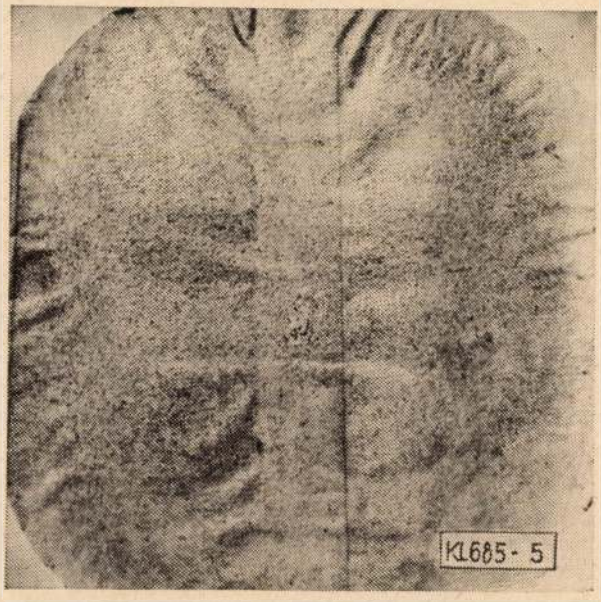
Látható a vákuumban öntött tuskó alsó harmadában az atmoszferikus nyomáson, alsóöntéssel öntött tuskóéhoz képest rosszabb, szivacsos felülete, továbbá a felső részen az öntés sebességváltozásából eredő kismértékű „ráma". A Csepelen szokásos felületminőség-ellenőrző befaragást elvégezve az eredmény az volt, hogy a vákuumos tuskó felületén kb. 2 mm vastagságú szivacsos réteg alatt gázhólyagmentes, tömör acél volt, míg a szabad levegőn, kátrányozott felületű kokillákba öntött tuskókon 5—13 mm mély felületi hólyagokat lehetett megfigyelni.



3. ábra. A 22113. sz. adagból származó, vákuumban (V) és szabad levegőn (L) öntött 2,6 t súlyú tuskó. Minőség: A 35·47 MA



4. ábra. A 22113. sz. adag vákuumban öntött tuskójából származó 360 mm ∅-jű buga kéneloszlása



5. ábra. A 22113. sz. adag atmoszferikus nyomáson (L) öntött tuskójából származó, 360 mm ∅-jű buga kéneloszlása

A tuskókat a kovácsolás során kivett próbákkal vizsgáltuk. Mind szabad levegőn, mind a vákuumkamrában leöntött tuskó 360 mm ∅-re kovácsolt bugáiból, a tuskó félhosszának megfelelő helyről tárcsákat vágtunk ki. A tárcsák Baumann-lenyomatai a *4.* és *5. ábrákon* láthatók.

Igen jellegzetes a vákuumban öntött tuskó kéneloszlása, mely mintegy a félsugárban mutat jól érzékelhető dúsulást, szemben a levegőn öntött tuskó gyakorlatilag teljesen egyenletes kéneloszlásával. Ez a kéneloszlás azzal magyarázható, hogy a vákuumot a leöntés befejezése után is fenntartva a fejlődött gázok a kialakult külső,

kristályosodó gyűrűből S-ben dús folyékony fázist kényszerítettek a tuskó tengelye felé.

Ennek a folyamatnak azután a vákuum megszüntetése vetett véget. A kialakult heterogénitás nem kedvező, főleg a keresztirányú tulajdonságokra és ezért a csillapított acél vákuumkezelésekor egyesek azt a módszert tartják helyesnek, ha a tuskó leöntése után a vákuumot azonnal megszüntetik [6], [7].

A fenti vizsgálat kiértékelése után továbbiakban a változók számának csökkentése érdekében kísérleteinket oly módon végeztük el, hogy mind a csillapított, mind a csillapítatlan acélok öntése után a vákuumot azonnal megszüntettük. Az így kezelt előzetesen csillapított közepes C-tartalmú adagok Baumann-vizsgálata a kéneloszlás tekintetében kielégítően egyenletes képet adtak. Ellenben hólyagkoszorú nyomokat lehetett felfedezni golyóscsapágyacél és kis C-tartalmú, 42% Ni-es, austenites acél bugáin.

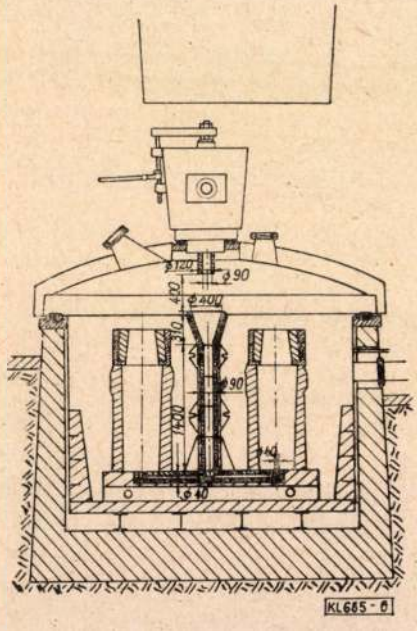
b) A csillapított acélt vákuumkamrában, alsóöntéssel a *6. ábrán* látható módon kezdtük önteni.

A sugár széthúzódására számítva alakítottuk ki a beöntőtölcsér felső-belső átmérőjét. Ily módon aránylag nagy térfogat állt rendelkezésünkre a beöntőtölcsérbe jutó acélcseppek és a belőlük még felszabaduló gázok részére. A használt öntőlap „körülfolyó" típusú volt. Először 2, majd 3, 5 és legvégül 6 kokilla állt az öntőlapon. A kokilla szelvények a 310 mm □-tól kezdve 320 mm ∅-, 400 mm □- és 530 mm ∅-jűek, illetve a tuskók 930, 680, 1300 és 2400 kg súlyúak voltak. Az elvégzett kísérletek általában akkor sikerültek, amikor a csapolás hőmérsékletét megfelelően állítottuk be, azaz az acélt a szokásos öntési hőmérséklethez képest körülbelül 20—40 C°-kal hevítettük túl. Nagy gondot okozott kezdetben az, hogy a közbenső üst kagylónyílását úgy szabályozzuk, hogy a sugár annyira legyen csak erős, amennyire a gázfejlődés miatt szinte állandóan csordultig telt tölcsér az acélt a csatornákon elvezeti. Az öntés során a kokillákban emelkedő acél állandó, hullámzásszerű mozgását lehetett megfigyelni, ami azt jelenti, hogy a gáztalanítás végbemenéséhez nem elegendő az az idő, amely a sugárnak a tölcsérbe, illetve csatornákon keresztül a kokillákba való jutásáig eltelik.

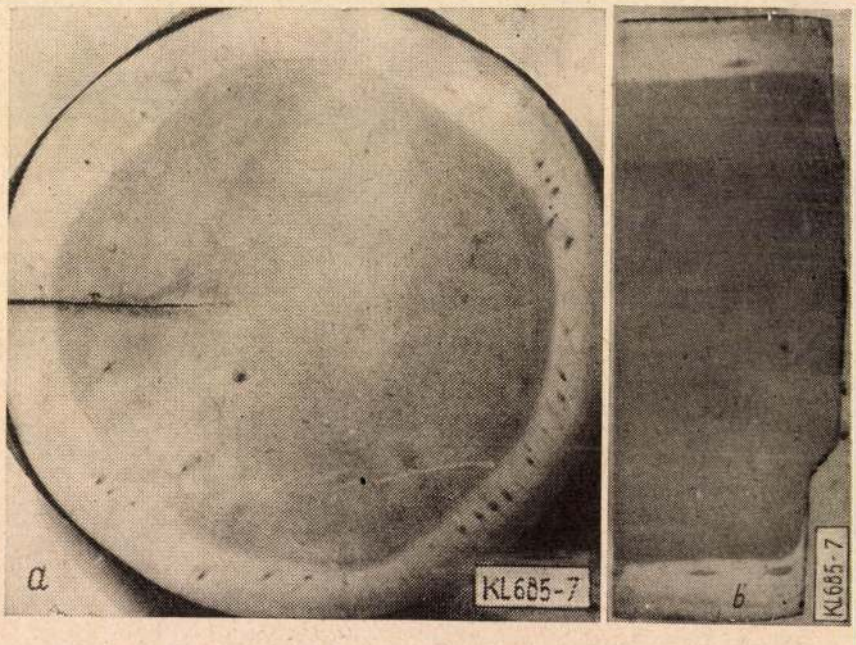
Az acélöntés sebességének hirtelen változtatása nem engedhető meg még vákuumkamrában való öntés alatt sem. Ilyentől a felületen hidegfolyásos jellegű repedések jelennek meg, amelyek mentén ugyan nincsenek oxidosságból adódó hólyagok, mint az atmoszferikus nyomáson öntött tuskókon, hanem egyszerűen össze nem hegedt repedéssel van dolgunk. Ezt a repedést természetszerűleg a melegalakítás előtt véséssel el kell távolítani. Az ilyen repedések mélysége 20—40 mm is lehet.

Kísérleteinket kiterjesztettük olyan eljárással gyártott adagok öntésére is, amelyek redukáló periódusában Si-os diffúziós dezoxidációt nem, hanem a salak oxidtartalmának csökkentésére csupán kokszport és némi karbidot használtunk. Ily módon lehetővé vált a vákuum dezoxidációs hatásának optimális kihasználása, mivel a stabilis SiO_2 nem zavarta a C—O reakció lefolyását és az adott vákuum által megszabott oxigén mennyiségét zárványkeletkezés veszélye nélkül elvileg meg lehetett közelíteni. Ni—Cr—Mo-ötvözésű csőgyári tüskealapanyagot, valamint szénszerszámacélt öntöttünk ilyen kikészítés után vákuumban, alsóöntéssel és Cr—Ni—Mo-ötvözésű, valamint Cr-ötvözésű süllyeszték-alapanyagot felsőöntéssel.

A tüskealapanyagot általában 2,0% körüli FeO-tartalmú salak alól öntöttük, az acél Si-tartalma a 0,1%-ot ritkán haladta meg. Az adagok



6. ábra. Öntőlap elhelyezése a vákuumkamrában



7. ábra. Süllyesztékacél tuskóból kovácsolt 270 mm ∅ tárcsa mélymaratás után
a = keresztszelvény, *b* = hosszszelvény

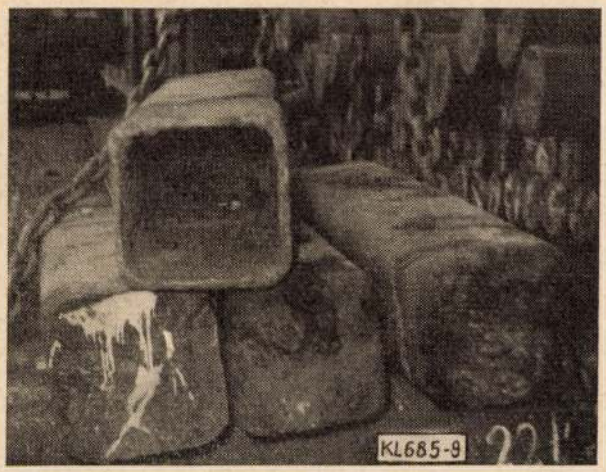
8. ábra. Oxidos WCP-tuskóból kovácsolt tömb felülete

vákuumban való öntése jól sikerült. A tuskók felülete az 1—2 mm vastag szivacsos réteg alatt teljesen hólyagmentes volt, a vákuum azonban — a külső oszlopos primérstruktúra vastagságának csökkentésére — nem fejtett ki látható hatást.

Hasonlóan jól volt önthető az S101. minőségű acél is. A tuskók felülete alatt azonban babnagyságú gázhólyagok is akadtak.

A Cr—Ni—Mo-ötvözésű süllyesztéke acélból 3750 kg-os tuskókat is öntöttünk felülről. Az egyik ilyen tuskóból a kovácsolás során kivett 270 mm ∅-jű × 150 mm vastag próbák azonban erős tuskó heterogénitásra utalnak, amint azt a *7. ábra* is mutatja (mélymaratott metszet).

Érdekes módon a 6 és 7 percig öntött Cr-ötvözésű süllyesztékacél-tuskókból az kovácsolódott csak kifogástalanul, amelyiket 0,4% FeO-tartalmú salak alól csapoltunk le, míg a 4,0% FeO-t tartalmazó salak alatt gyártott adagból készült tuskó kovácsoláskor a *8. ábrán* látható, oxidos acélra jellemző szakadásokat kapta. A nyomás tehát — mindkét ízben 27 torr — nem volt elegendő ahhoz, hogy az egyik adag feltehetően nagy oxigéntartalmát a kezelés során a kellő mértékre csökkentse.

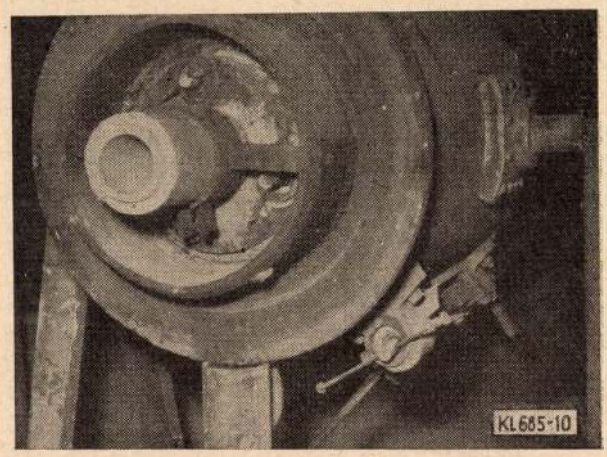


9. ábra. Első felülről öntött, csillapítatlan tuskó

B) *A csillapítatlan acél megmerevedési jelenségeinek összehasonlítása atmoszferikus nyomáson és vákuumban öntött tuskókon*

Az irodalom számos tanulmányban foglalkozik a csillapítatlan acél vákuumban lefolytatott dezoxidálásával [3], [4], [10], [11]. Kézenfekvő volt tehát, hogy ilyenirányú kísérleteket Csepelen is végezzünk, annál is inkább, mivel a kis C-tartalmú gyártmányok fizikai tulajdonságainak megjavítása elméleti alapokból kiindulva és külföldi közlések szerint ezen az úton lehetséges.

a) A csillapítatlan acéllal kapcsolatos vizsgálatokat a kamrában álló egyetlen kokillába való öntéssel kezdtük meg. Egy 0,06% C- és 0,23% Mn-tartalmú acélt vittünk a közbenső üstbe, amelynek kagylóját az acél a vákuumkamrában erősen szétszóródva, cseppekre bomolva hagyta el. A kamra tengelyében álló kokillába csak az acél egy része jutott, amint ezt a *9. ábrán* is

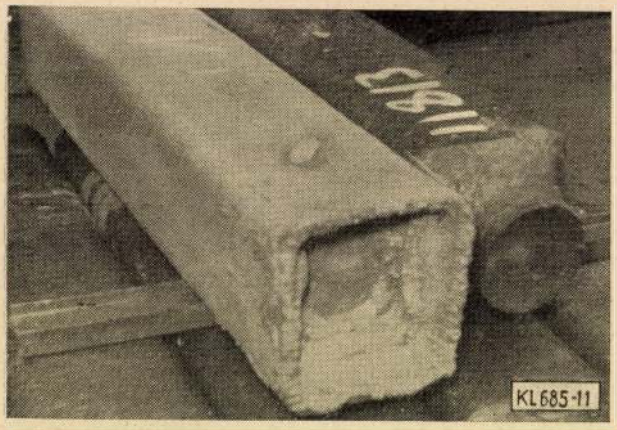


10. ábra. Közbülső üstre szerelt sugárterelő

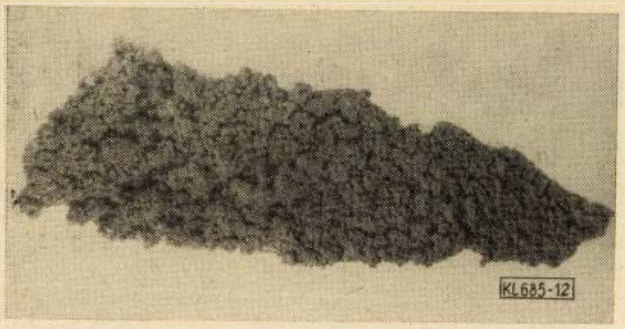
láthatjuk. A kokilla falára teljes hosszában ráfagytak a szétporlasztott acélcseppek és csak a kokilla alsó harmada telt meg teljesen acéllal. A kísérlet alapján nyilvánvalóvá lett, hogy a közbenső üst kagylója alatt terelő hengert kell beiktatni, amely lehetetlenné teszi azt, hogy a sugár nagy része a kamrában, a kokillán kívül szóródjon szét. Az ideiglenesen beállított terelő henger 90 mm belső ∅-jű beöntőtölcsér-tégla volt.

A terelőt a *10. ábrán* látható módon szereltük fel a közbülső üstre. Ezzel a módosítással már sikerült egy 0,035% C-, 0,04% Si- és 0,05% Mn-tartalmú adagot leönteni. Az adagot 0,1% V-mal ötvöztük. Az atmoszferikus nyomáson palacknyakú kokillába, alsó öntéssel, 5 tuskó került leöntésre, míg a vákuumkamrában egy nyitott kokilla állt. A leöntés után a vákuumot még néhány percig fenntartottuk.

A palacknyakú kokillába öntött egyik tuskót és a vákuumban öntött tuskót a *11. ábra* szemlélteti. A vákuumban öntött tuskó fejszerkezete a mélyen visszaesett csillapítatlan tuskóéra hasonlít. Mindkét tuskó alsó részén, a talptól 150 mm-nyire, valamint a fejrészen metszeteket készítettünk.



11. ábra. Lágyvas adagból szabad levegőn öntött, palacknyakú és vákuumban öntött tuskó



12. ábra. Kamratapadék

A vákuumban öntött tuskó gázhólyagoktól mentes volt, tehát az irodalomból jól ismert C—O egyensúly eltolódás a 21,7% FeO-tartalmú, salak alól csapolt acél kristályosodása során elég kifejező módon mutatkozott, míg a levegőn öntött palacknyakú tuskó szelvénye az ismert — és ez esetben a felülethez igen közelálló — külső, valamint belső hólyagokat mutatta.

b) A következő lépésben csillapítatlan acél viselkedését hasonlítottuk össze alsóöntésű tuskókon, atmoszferikus és csökkentett nyomáson. Az utóbbi során jelentkeztek a legnagyobb nehézségek. A H_2- és N_2-gáz felszabadulása mellett a C—O reakció terméke az acélnak a tölcsérbe jutásakor olyan nagymértékű buborékképződéssel jár, hogy a leöntés csak erős túlhevítés mellett lehetséges. 0,03% C-tartalmú 8 t-ás adagot a szokásoshoz képest 40—70 C°-kal kell túlhevíteni, tehát 1670—1700 C° a megfelelő csapoló hőmérséklet.

A túlhevítés szükségességét érdemes közelebbről megvizsgálni. Erre véletlenül jó alkalmat adott egy csillapítatlan adag öntése, ugyanis az öntés alatt leszakadt a közbülső üst kagylója alatt levő terelőhenger és a folyékony acélcseppek a kamrában szétszóródva még a kamra falán is lerakódtak. A tapadékot a *12. ábra* mutatja. A tapadék apró, gömbölyű szemcsék halmazából áll. A szemcsék átmérőjének megoszlása mm-ben az alábbi:

1,00—0,63	57 %,
0,63—0,32	31 %,
0,32—0,20	7,1%,
0,20>	4,9%,
	100 %

(Folytatjuk)

Egyesületi hírek

Felsőtüskés ankét a Tatabányai Alumíniumkohóban

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület helyi csoportja a Tatabányai Alumíniumkohóban 1960. X. 19-én ankétot tartott a hazai felsőtüskés anódokkal szerzett tapasztalatokról. Résztvettek rajta a tatabányai, az inotai és az ajkai alumíniumkohó, a Fémipari Kutató Intézet, az Aluterv képviselői és *Szakál Pál* (Vegyterv), aki az első felsőtüskés üzemrész, a tatabányai III. csarnok indításakor a kohó igazgatója, később pedig az Inotai Alumíniumkohó főmérnöke volt.

Szabó László kohómérnök (Tatabánya) megnyitó szavai után *Pálovits Pál* kohómérnök (NIM Színesfémipari Főosztály) tartott vetített képekkel gazdagon illusztrált beszámolót *„A hazai felsőtüskés alumínium elektrolizáló kádakkal szerzett tapasztalatok"* címmel. Előadásában ismertette a felsőtüskés kádtípus kialakulásának történetét, s kiemelte a felsőtüskés kohók egyre növekvő túlsúlyát az oldaltüskés típussal szemben, majd beszámolt a tatabányai III. kohócsarnokban és az Inotai Alumíniumkohóban szerzett tapasztalatokról, az oldaltüskés kádaktól való alapvető eltérésekről, az üzemtartás problémáiról, a repedések, a salakképződés, az anód-hőegyensúly, az optimális anódos áramsűrűség, az anódmasszaminőség, a megfelelő granuláció és a nemkívánatos kötőanyagfeleslegről.

A beszámolóhoz többen szóltak hozzá. Elsőnek *Szakál Pál* kiemelte azokat a megállapításokat, hogy az anód hőegyensúlya az áramsűrűség és a tüskemagasság függvénye, hogy kötőanyagszegregálódás nélküli, helyes plaszticitású anódmasszára van szükség s hogy a repedések az anódon csak akkor szélesednek ki, ha lyukban végződnek. A továbbiakban lényegesnek tartja, hogy a kohók megbízható és reprodukálható minőségű anódmasszát kapjanak, majd rámutatott a nemzetközi együttműködés és a szerződések gondos megfogalmazásának fontosságára, amivel esetleg rendkívül költséges kísérletek elkerülhetők. *Kolosy Ernő* (Aluterv) szükségesnek tartja még a felsőtüskés kádtípus jelenlegi helyzetének, a konstrukció és a műveletek egyes részletkérdéseinek tisztázását. Véleménye szerint fokozottabb figyelmet kellene fordítani a kötőanyagminőséggel kapcsolatos kutatásoknak, melyek célja — többek között — a kokszmaradék növelése lenne.

Romwalter Alfréd (Fémipari Kutató) véleménye szerint a kötőanyagminőség vizsgálatához a kötőanyagmennyiség (felesleg) és a repedékenység, valamint az őrölt koksz szemnagyságának összetétele közti összefüggés tisztázása után lehet hozzálátni. A kötőanyagfelesleg plaszticitásméréssel indikálható, 1% kötőanyagfelesleg (vagy hiány) — ez a granulációtól is függ — 10—15% plaszticitásváltozást okoz.

(Folytatás a 144. oldalon)

Alumínium szerkezetű fedett teniszcsarnok

Dr. BURAY ZOLTÁN
a műszaki tudományok kandidátusa

Dk.: 693.8 : 669.717 : 725.826 : 796.342

Lapunkban korábban (Kohászati Lapok 1957. 11—12. szám 486. o.) hírt adtunk már arról, hogy a Vasas Sport Club Pasaréti-úti telepén alumínium-héjszerkezetű fedett teniszcsarnok épül. A csarnokot ez év márciusában avatták fel és adták át rendeltetésének. E nemzetközi viszonylatban is jelentős létesítményről lapunk olvasóit feltétlenül szükségesnek tartjuk röviden tájékoztatni.

A csarnok 45 × 23 m alapterületű és egy teniszpályán kívül kb. 500—600 néző befogadására alkalmas. Tér kialakítása gazdaságosan alkalmazkodik a teniszjátékhoz: a középen 12 m, hosszabb oldalán 9 m, a rövid oldal 6 m, a sarkokon pedig 3 m magas. A szakértők szerint űrszelvénye ideálisan követi a labda lehetséges pályáit és a játékosban a szabad tér érzését kelti.

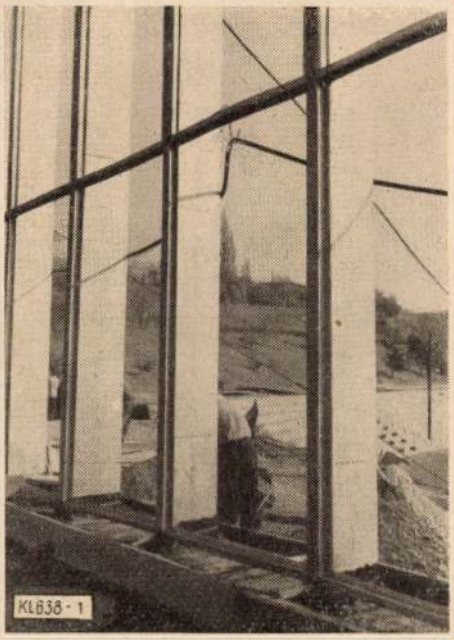
A csarnok tetőszerkezete és 2 hosszú üvegezett oldalfalának oszlopai a jól korrózióálló, hegeszthető, Nautal (Al-Mg_4) ötvözetből készültek. A tető teljesen szegecselt, az oszlopok teljesen hegesztett kivitelűek.

A lefedőszerkezet: gyűrűfelület alakú ortotrop, oldalnyomás mentes, könnyű fémhéj, 2 mm vastag Nautal-lemezből készült, melynek keresztirányú merevségét a 110—130 mm magasságú, kb. 330 mm hullámhosszú hullámosítás, hosszirányú merevségét pedig a hullámokra alul-felül 1 m-es osztással szerelt H-profilok biztosítják. A H-profil 53 mm magas, hullámokkal érintkező öve 73 mm széles.

A Székesfehérvári Könnyűfémmű által szállított 1300 × 3500 mm-es méretű lemezekből a Dunai Hajógyárban hidraulikus préssel kb. 900 × 3500 mm-es ívelt hullámlemezeket állítottak elő. A gyűrűfelület következtében a lemezeknek a hullámhossza kismértékben folyamatosan változik. Ezt a változást az egyszerű hajlított acélcsövekből előállított présszerszám csöveinek beállításával könnyen elő lehetett állítani. Ily módon a gyűrű szimmetriájának megfelelő négyféle, kevéssé változott hullámhosszúságú elem előállítása volt szükséges. A kisajtolt lemezekből a gyárban 6—6 db-ot egy szerelési egységgé szegecseltek össze. E szerelési egység mérete kb. 2700 × 7000 mm volt. Négy ilyen szerelési egység képezte a rövidebb ívet. Hasonlóképpen elkészítették szállítható méretekben, összerakható kivitelben a szegélytartókat is.

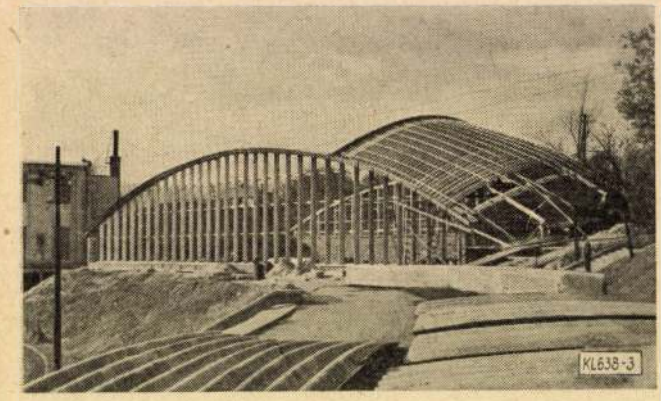
Az épület két hosszirányú üvegfalának tartóoszlopai hegesztett kivitelben olymódon készültek, hogy a 2—3 mm-es lemezt szerszámban az adott alakra hajlították, majd egy kalapprofillal lezárták és részben AFI, részben AWI hegesztéssel hegesztették *(1. ábra)*. Az oszlopokba merevítésre 2 m-enként tálca-alakú diafragma-lemezeket szegecseltek be. Az oszlopokat úgy alakították ki, hogy egy egyszerű 20 × 30 mm-es U-profilú szorítólécbecsavarozásával a fix üvegezésű ablakok beerősíthetők legyenek. A nyílószárnyhoz egy 53 mm magas Z-profilt használtak. Az ablakok vízszintes osztására a tető hosszirányú merevítéséhez is használt H-profil került behegesztésre. Az alumínium ablakok alkatrészeit a Fémmunkás Vállalat készítette.

A 10 000 légköbméteres alumínium-héjszerkezetű csarnokot állványozás, valamint különösebb gépesítés nélkül építették fel. A téglafalak elkészülte után az alumínium oszlopokat a hosszanti koszorúkkal együtt a földön szegecsel-

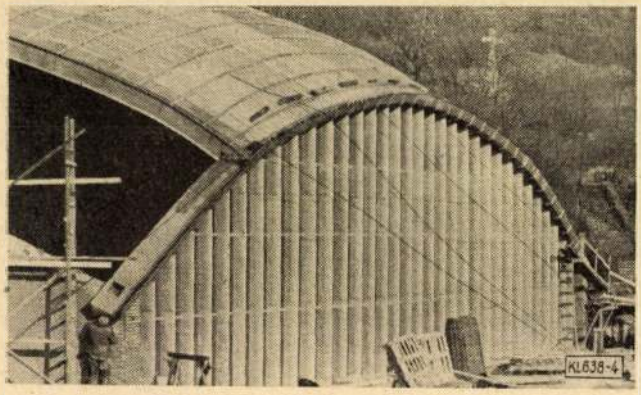


1. ábra. Oszlopok bebetonozása

2. ábra. Az első oldalfal beemelésre készen



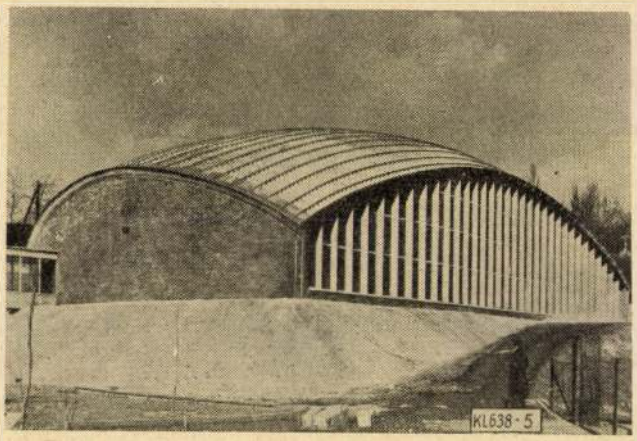
3. ábra. Tetőszerelés, előtérben a szerelési egységek



4. ábra. A tető behúzásának egy szakasza

ték, illetve hegesztették össze. Az elkészült alumínium-falat a csarnok közepén elhelyezett egyetlen 5 tonnás csörlő és 2 gömbfából összeállított *A* oszlop segítségével állították fel. Ugyanebből a csörlőállásból emelték fel a második oldalfalat is *(2. ábra)*.

A mintegy 1100 m²-es gyűrűalakú héjszerkezetet az egyik íves végfalra szerelt ívhelyes állványzat segítségével, szakaszosan készítették el olymódon, hogy 4 db szerelési egységet az állványzaton egyetlen ívvé szegecseltek össze *(3. ábra)*. A hullámlemezekre felszegecselték a hosszmerevítő H-profilokat és egyúttal felerősítették az alsó profilokra a világító fénycsöveket és kábeleket is. A teljesen kész tetszőszakaszt az oldalfal vezető ívein végigfektetett drótkötelekkel az oldalfal síkjában elhelyezett 2 db 5 tonnás kézicsörlő segítségével húzták előre *(4. ábra)*. A teljes behúzás után a tető széleit a megfelelően előkészített koszorúkhoz szegecselték. A teljesen kész csarnok képét az *5. ábra* mutatja.



5. ábra. A kész csarnok képe

Érdemes megjegyezni, hogy a kb. 1000 m² alapterületű és 10 000 légköbméter térfogatú szerkezet komplett tetőzetéhez kb. 10 t (10kg/m²), oldalfalaihoz 6 t alumínium ötvözetű lemezt és profilt használtak fel. Az infravörös gázfűtés —15 C°-on +10 C°-ra temperál anélkül, hogy a héjon bármilyen hőszigetelés lenne. A fénycsővilágítás 300 lux/m² fényhatású. A sok nehézséggel járó prototípus építési költsége fűtéssel, világítással, de tereprendezés nélkül 2 700 000 Ft, ami 270 Ft-os, igen alacsony légköbméter árnak felel meg. A költségek egy részét — az újszerű és igen jelentős prototípus támogatására — az Országos Tervhivatal fedezte. A csarnok építészeti kiképzését az Iparterv Mesteriskolája tervezte *dr. Szendrői Jenő* vezetésével, sztatikus-tervező *dr. Menyhárd István*, az építésztechnológus *Semsey Lajos* és az alumínium-technológus *dr. Buray Zoltán* volt.

Műszaki eseménynaptár

Március 6. 95 éve (1866) született *Lebegyev, Petr Nikolajevics* orosz fizikus (megh. 1912.), az elektromosság és fénytan jeles kutatója.

9. 110 éve (1851) halt meg *Oersted, Hans Christian* dán fizikus (szül 1777), a mágnesség és elektromosság kutatásának úttörője.

11. 90 éve (1871) kapott a budapesti technikai főiskola (Polytechnicum) egyetemi rangot.

23. 85 éve (1876) kapott szabadalmat *Jablocskov, Pavel* orosz feltaláló (1847—1894), villamosív lámpájára.

31. 365 éve (1596) született *Descartes, René* francia matematikus és természettudós (megh. 1650), a filozófia tudományának egyik kiemelkedő személyisége, akinek matematikai munkássága is jelentős.

31. 150 éve (1811) született *Bunsen, Robert Wilhelm* német kémikus (megh. 1899), a Magyar Tudományos Akadémia külső tagja, a színképelemzés egyik felfedezője (Kirchhoffal együtt), a róla elnevezett Bunsen égő és Bunsen galvánelem felfedezője. (Nála tanult *Eötvös Lóránd* és *Than Károly* is).

A közölt eseménynaptár nem teljes.
Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtárban (Bp. VIII. Múzeum u. 17.)
Az eseményekkel kapcsolatos érdeklődésekre felvilágosítást ad *Pap János* tudományos főmunkatárs, tel.: 336-309/23. mellék.

Acélpiac alakulása a tőkés országokban 1960. év folyamán, különös tekintettel a második félévre

Az elmúlt évben az acélpiac második féléves alakulását nem lehet külön választani az egész év eseményeitől, ezért a tanulmány sok vonatkozásban csak kiemeli a második félévet, de a jelenségeket az egész év távlatából vizsgálja.

Az 1960-as év a világ acélpiacán az *ellentétek* éve volt, és ez fokozott mértékben jellemezte a második félévet. Az ellentétek egyrészt az európai és amerikai acélpiac egymásrahatásában, másrészt a vaskohászati termékek cikkenkénti áralakulásában jelentkeztek.

Az elmúlt évek folyamán azt tapasztaltuk, hogy az amerikai acélpiac hatása némi időbeli fáziseltolódással az európai piacon is érezhető, így pl. az 1958. év folyamán az USA-ban bekövetkezett recesszió az európai piacon két-három hónapos késéssel ugyan, de jelentkezett. Továbbá megfigyelhettük, hogy az amerikai acélsztrájk az 1959. év végén és 1960. év elején az európai piacon konjunkturális fellendülést okozott. Ezzel szemben az 1960. év további folyamán az európai piac teljesen ellentétes képet mutatott az amerikai piaccal.

Az Egyesült Államokban az év elején tapasztalható fellendülésnek tulajdonképpen az 1959. évi sztrájk következtében elmaradt tételek soronkívüli legyártása volt az oka. Ezt a fellendülést — minden optimista várakozás ellenére —, márciusban már hanyatlás követte, amely ezután egész éven át tartotta magát. A második félévben az amerikai acélipar kapacitás kihasználása nem haladta meg az 56%-ot és az év utolsó hetében 39,4% volt, amely húsz évre visszamenően — a sztrájkidőtől eltekintve — a legalacsonyabb. Az amerikai acélipari hanyatlás azonban az elmúlt év folyamán még fáziseltolódással sem jelentkezett az európai piacon.

1. táblázat

A nyugat-európai országok termelése az 1960. év tizenegy hónapjában

	1960. jan.—nov. 1000 t	1959. jan.—nov. 1000 t	Változás %-a
Nyugatnémetorsz.	31 422	26 919	+16,7
Belgium	6 738	5 829	+15,6
Franciaország ...	15 758	13 798	+14,2
Olaszország	7 505	6 121	+22,6
Luxemburg	3 746	3 337	+12,3
Hollandia	1 762	1 522	+15,8
Montanunió össz.	66 931	57 526	+16,3
USA	93 437	81 457	+14,7

Montan, 1960. XII. (Sztrájk éve)

Európában a termelés, illetve a foglalkoztatottság szintje az európai tőkés országokban állandóan magas volt. A kereslet és kínálat, a megnövekedett kapacitások ellenére a második félév folyamán — kivéve az utolsó hat hetet — egyensúlyban volt. A nyugat-európai acéltermelés az év első 11 hónapjában az 1. táblázat szerint alakult.

Mind az amerikai, mind pedig az európai helyzetnek meg van a logikus magyarázata. Az Egyesült Államokban a kínálat a kapacitás emelkedése következtében az elmúlt év folyamán növekedett (kapacitás 1947—49-ben 83 837 000, 1959-ben 147 634 000, 1960-ban 148 571 000 sh. tons.), ugyanakkor a felhasználó iparok részéről a kereslet csökkent, tehát a hatás kétszeres volt. Az amerikai piac export-tevékenysége viszont nem tekinthető piacalakító tényezőnek az Egyesült Államok szempontjából, mivel csupán az éves termelés kb. 5%-át exportálják.

2. táblázat

Hengereltáru rendelésállomány a Montanunió államaiban millió t-ban

	Belföldi	Montanunion	Harmadik ország	Összesen
1960. jan.—nov.	31 766	7547	8 696	48 009
1959. jan.—nov.	28 331	6580	10 985	45 896
Változás %-ban	+12,1	+14,6	—20,9	+4,6

Ugyanakkor Európában az acélfelhasználó iparágak a második félév folyamán is folytatták az első félévben megkezdett, magas szintű termelésüket. Példaképpen említjük meg, hogy az NSZK-ban 1960-ban 2,05 millió gépjárművet gyártottak az 1959. évi 1,72 és az 1958. évi 1,50 millió gépjárművel szemben, Anglia 1960. október havi gépipari termelése 13%-kal, az építkezés 20%-kal növekedett az előző évekhez képest.

Az európai tőkés országokban az acélkereslet emelkedését a 2. táblázat szemlélteti.

Fenti számok az egyes országok belföldi acélfelhasználó iparának foglalkoztatottságát támasztják alá. Bár az összrendelésállomány 4,6%-kal növekedett, az exportrendelések, melyek a világpiaci árak alakulását

3. táblázat

A export árak alakulása az 1960. évben

	$/t, fob nyugateurópai kikötő		
	1960. I. 1.	1960. VI. 30.	1960. XII. 31.
Betonacél kisméret .	108—110	100—102	92— 93
Betonacél nagyméret	105—106	103—104	92— 93
Idomacél	101—102	96— 98	93— 94
Rúdacél	110—114	104—105	99—101
Durvalemez	110—112	105	99
Mel. heng. abroncsacél	110,0	111—112	109—111
Hengerhuzal	140,0	116—118	105—107
Mel. heng. finomlemez	160—105	152—153	136—140
Híd. heng. finomlemez	225,0	171—175	147—149
Hajólemez	120—122	115—118	112,0

is befolyásolják, az év folyamán csökkentek. Ez az irányzat a világpiaci árak alakulásában is tükröződött. Mielőtt azonban az árak alakulását vizsgálnánk, rámutatunk arra, hogy a belföldi megnövekedett acélfelhasználó ipari foglalkoztatottság a bizonyos mértékben indirekt acélexportot is takar. Közismert ugyanis, hogy a Szovjetunió és a baráti országok a nagyberuházások következtében jelentős géprendeléseket helyeztek el Angliában, Nyugatnémetországban és Olaszországban. Ezzel egyidejűleg a gazdaságilag elmaradott országok ipari fejlődése is a fokozódó beruházások révén hozzájárult a fejlett országok gépipari foglalkoztatottságához.

A direkt acélexport ugyanakkor — mint már említettük, az év folyamán csökkent — aminek következtében az exportárak a 3. táblázat szerint alakultak.

Fenti megállapítás azonban elsősorban a kereskedelmi minőségű hengereltárukra vonatkozik.

A bevezetőben említett *ellentétek* a kohászati termékek áralakulásában is megnyilvánultak. Egyes

cikkekben, mint pl. a kereskedelmi minőségű hengereltáruk árai estek, ugyanakkor a húzott rúdáru, automata acél, egyes huzalfajták, hidegenhengerelt szalagacél, a különféle nemesacélok és a hidegenvont- és rozsdamentes csövek árai az elmúlt év első félévében kb. 10%-kal emelkedtek és a második félévben magas szinten stabilizálódtak. A felsorolt cikkek általában a gépipar foglalkoztatottságától függenek, és ezért a megnövekedett kereslet nemcsak az árak emelkedésében, hanem ugyanakkor a szállítási határidők növekedésében is jelentkezett. A nyugateurópai üzemek a felsorolt cikkek termelési kapacitását általában nem bővítették az év folyamán olyan mértékben, mint pl. a hideg és meleg finomlemezek termelési kapacitását, ezért a kínálat nem emelkedett, a gyártó üzemek teljes kapacitásukat leterhelték és sok esetben rendelést már egyáltalában nem, vagy csak 10—12 hónapos határidőre fogadtak el.

Az előbb említett cikkcsoporttól teljesen eltérő irányzatot mutatott a hidegen és melegen hengerelt lemezek piaci helyzete. Ezeknek a cikkeknek az év elején mutatkozó rendkívül élénk konjunktúrája az év folyamán állandósult, sőt december hónapban olyan mértékű áresés következett be, ami már az exportár ($ 131/t) mértékét majdnem az 1958. évi legalacsonyabb bessz árhoz vitte közel. Az év folyamán ennek a cikknek áresése tonnánként a 30 $-t is elérte. Az áresés a nyugateurópai eladók körében egy bizonyos mértékű szervezkedést váltott ki, amit azért emelünk ki, mert a finomlemezeknek áresése a legfeltűnőbb. A Montanunió országai nyugatnémet kezdeményezésre — mely Franciaországra és Belgiumra is átterjedt — irányárakat állapítanak meg az év végével, aminek áthágását rendkívül szigorú intézkedésekkel gátolják meg. Ennek következtében a nyugateurópai acélpiac az év végével egyes cikkekben meglehetősen szétzilált képet mutatott. A kereslet és kínálat alakulásának természetes velejárója a további áresés lett volna, amit azonban úgy látszik szervezett intézkedéssel sikerült megakadályozni, helyes kifejezéssel fékezni. Ehhez járult még a belga sztrájk, ami hirtelen bizonytalanságot teremtett a piacon és nem volt lemérhető, hogy hatása milyen mértékben jelentkezik. Mindenesetre a belga acélgyárak foglalkoztatottságát nagy mértékben befolyásolta az, hogy (Belgium termelésének jelentős részét 70—80%-át exportálja) a harmadik országokból jövő rendeléseket a vevők a Montanuinó többi országában helyezték el.

A szélsőséges irányzatú cikkcsoportok közül általában normálisnak mondható áralakulás volt jellemző a betonacélra, rúd-, idomacélra és a durvalemezre. A durvalemezre érdemes megjegyezni, hogy az európai üzemek a kapacitásukat nem emelték számottevően, mivel exportár alakulás szempontjából ez a cikk a legkevésbé jövedelmező, és még a nagy acéltermelő országok is, mint pl. NSZK és Ausztria is a jelentkező exportigényeket inkább reexport útján fedezik, semhogy saját kapacitásukat emeljék.

A nyugateurópai acélpiac alakulására nézve még határozott véleményt mondani nem lehet, mert előre nem látható, hogy a különböző tényezők hatása egyrészt a kereslet és kínálat alakulása következtében, másrészt az eladók szervezkedése — amelynek eredménye viszont bizonyos ármerevedés kell, hogy legyen — a piac alakulásában milyen mértékben fog érvényesülni. Általában azonban valószínű, hogy a kereskedelmi minőségű hengereltáruk piaca előbb említettek figyelembevételével továbbra is hanyatló irányzatú lesz, azonban sokkal kisebb mértékben, mint 1960. év folyamán, a jelenleg hosszirányzatot mutató cikkek szilárd irányzatukból valamit engedni fognak, azonban az üzemek jelenlegi foglalkoztatottsága miatt a normalizálódás még nem lesz számottevő.

Kajtár Istvánné

(Folytatás a 140. oldalról)

A jelenleg szállított „azonos" minőségű masszák plaszticitása ±20% eltérést is mutathat. A szemnagyság összetételének a legtömörebb térkitöltést kell biztosítani. A jelenlegi masszákban általában finomanyag-felesleg van, ez csökkenthető a max. szemméret egyidejű 10—15 mm-re való növelésével, úgy a max. szemméret egyidejű 10—15 mm-re növelésével elérhető 1430 g/l térfogatsúly. Így várhatóan tovább csökken a repedékenység. Jelenleg a megfelelő stabilitású gyártás biztosítása a legnagyobb probléma, ez azonban több kokszszem-frakciót, beruházási igényt, költségesebb gyártást is jelent.

Imrefi József (Tatabánya) véleménye szerint a durvább szemösszetételű massza használatakor a tüskelyukba kerülő anyag kokszolódási körülményei is kedvezőbbek lesznek. *Paczolay Gyula* (Fémipari Kutató) hozzászólásában az anódköpenykonstrukció változtatás szerepét és a különböző körülmények között kialakuló anód hőfok-izotermák meghatározásának fontosságát említette. *Bucs Ferenc* (Inota) szükségesnek tartja a mérési módszerek egységesítését : Kiemeli, hogy az inotai és a tatabányai tüskehúzási rendszer között az emelési magasságban 9 cm különbség van és hogy a naponkénti anódmassza-adagolás előnye, hogy a tüskelyukba sűrűbb massza kerül. *Balogh Lajos* (Tatabánya) az egyes résztvevők közötti szorosabb együttműködést, valamint a kutatócsoportok létszámának és feladatkörének tisztázását tartja szükségesnek. *Miller János* (Tatabánya) megfelelő mérési módszerek kidolgozását sürgeti, elsősorban az elektrolit-hőmérséklet és az anódfeszültségesés mérésére.

Pálovits Pál (NIM) összefoglalójában kiemelte, hogy a folyamatban levő és a tervezett további kísérletek célja az optimális konstrukció és olyan üzemi viszonyok megteremtése, melyekkel a meglevő felsőtüskés szériák kapacitásának egyidejű növelése mellett optimális gazdasági mutatók érhetők el, így pl. a jelenlegi 16500 kWó/t fajlagos egyenáramú energiafogyasztás 15500 kWó/t-ra csökkenthető.

Az ankét *Szabó László* (Tatabánya) zárszavával ért véget. *Paczolay Gyula*

KOHÁSZATI LAPOK

Főszerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor

Műszaki Könyvkiadó. Budapest. V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450

Megjelenik: 1790 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em 306. — Telefon: 127-084

61-4881-689/2-Révai-nyomda, Budapest. V., Vadász utca 16.

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850.) vagy bármely postahivatalnál.

Előfizetési díj: egész évre 144.—Ft, egyesületi tagoknak 96.—Ft. Egyes szám ára: 12.—Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61.066 (vagy átutalás a MNB 08. sz. folyószámlájára)

Pályázati felhívás

„A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya pályázatot hirdet olyan szabadon választható tudományos témák kidolgozására, amelyek az akadémiai kutatószervek hivatalos tématervében nem szerepelnek, de összefüggésben vannak a távlati kutatási terv tudományos célkitűzéseivel.

A pályázaton aspiránsok, tudományos fokozattal rendelkező személyek nem vehetnek részt. Hivatásos kutatók vezetőik előzetes engedélyével pályázhatnak. Ezeket az engedélyeket a Műszaki Tudományok Osztályának (V., Nádor u. 7. sz. I. em. 111. Telefon: 381-506) be kell mutatni.

Díjazásra érdemes dolgozatok 1000—3000 forintig terjedő jutalomban részesülnek.

A pályázatok benyújtásának határideje: 1961. szeptember hó 1. A jutalmakat 1961. decemberében osztják ki."

Cikkíróinkhoz

Felesleges többletmunka elkerülése céljából az alábbiakban adunk tájékoztatást cikkíróink részére a kéziratok kiállításáról.

1. A dolgozat címét az első lapon a papír *felső szélétől 10—12 cm-re kezdjük* A cím alá írjuk a szerző nevét (neveit) és ha megjelölni kívánja a képzettségét, munkahelyét, tudományos fokozatát.
2. Csak géppel írt, tisztán olvasható kéziratot fogadunk el. A gépelt anyag első *példányát* kérjük. Másolati példányt kénytelenek vagyunk a szerzői díj terhére átgépeltetni!
3. A papirosnak csak egyik oldalára szabad írni, 3—4 cm-es margóval és *1½—2 sorköz távolsággal* (oldalanként 25 sor á 60 betűhely). (Kiselejtezett, régi iratok tiszta oldala is felhasználható, csupán a régi szöveget kell puha irónnal átlósan áthúzni).
4. A gépelésben oldalanként legfeljebb három szövegközti javítás végezhető el, de a javított szöveg ekkor is teljesen világos, jól olvasható legyen.
5. A géppel írt szöveg között levő *képletekre* különös figyelmet kell fordítani. Bonyolult képleteket célszerű jól olvasható kézírással beírni. (Szabályos betűkkel berajzolni). A dolgozatban használt képletek *betűjeleinek értelmezését* külön lapon soroljuk fel s ezzel elkerüljük a szövegben való ismétlést.

   A képletek, egyenletek közül *csak azokat számozzuk meg* (jobboldalon sorszámmal), amelyekre a szövegben a sorszám megjelölésével később hivatkozunk.
6. A szöveghez tartozó táblázatokat nyomdai, szedéstechnikai okból kérjük *nem a szöveg között*, hanem abból *kiemelten*, külön lapra gépeltetni.

   A táblázatokat meg kell számozni és a szövegnél a margón megjelölni azt a helyet, ahová a nyomtatott szövegben majd a táblázatot el kell helyezni. Szöveg közti táblázatokat kénytelenek vagyunk onnan kivágni, a kéziratot átrendezni, ami felesleges többletmunkát okoz. Minden táblázat *fölé címszöveget* írjunk!
7. A rajzokat lehetőleg a közlésre szánt méret 2 vagy 3-szorosára készítsük.

   A rajzok készíthetők bármilyen fehér papirosra vagy pauszra. Tussal való kidolgozás nem szükséges, tisztán kivehető ceruzarajzot is átveszünk. Fénymásolat is megfelel, de csak akkor, ha élesen látható, jól olvasható, világos példányok.

   Az egységes, szép kivitel érdekében *rajzolónkkal minden rajzot átrajzoltatunk.* Az átrajzolás költsége *a szerzőket nem terheli.*

   A fényképfelvételekből jól exponált, *tiszta másolatokat* kérünk. Ha a szöveg magyarázatához a fényképen szám vagy betűjelzések, vagy egyéb jelölések szükségesek, akkor *két példányban* kérjük azokat beküldeni: egy teljesen érintetlen, jelölések nélküli fényképet és egyet, amelyre a szükséges jelölések rá vannak vezetve.

   A tiszta példányra ugyanis a nyomda részére szükséges módon és méretekben mi rajzoltatjuk be a jelzéseket.

   A fényképeket ne ragasszuk kartonpapírra!

   Minden ábra alá *címszöveget nyomtatunk.* Kérjük a *címszöveget* az ábraszám feltüntetésével *külön lapra* írni.
8. Az irodalom felsorolásában könyvet, folyóiratot úgy közöljük, hogy annak alapján az *olvasó azokat megtalálja! Könyvhöz meg kell adni:* a szerző nevét, a könyv címét, a kiadó nevét, megjelenés évfolyamát és okvetlenül a felhasznált forrás oldalszámát.

   Folyóirathoz: a szerző nevét, a cikk címét, a folyóirat nevét, az évfolyamszámot, a füzetszámot, oldalszámot. Az irodalmi hivatkozást lássuk el *sorszámmal* s a számot a megfelelő helyen a *szöveg között szögletes zárójelben* ismételjük meg. A nem magyar szerzők neveit a következőképpen írjuk: Vezetéknév utána vessző, keresztnév, vagy annak kezdőbetűi.
9. Nem közismert rövidítéseket egyszer a lábjegyzet rovatban teljesen írjuk ki.

Kérjük igen tisztelt Cikkíróinkat, hogy a kéziratok szövegének, rajzainak és fényképeinek elkészítésekor a fent megadott szempontokat vegyék figyelembe.

Szerkesztő

Felhívjuk figyelmét az alábbi szakkönyvekre:

Pattantyús — **Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve** 2. kötet **Alaptudományok — Anyagismeret**	kötve	280,— Ft
Römpp: **Vegyészeti lexikon** 1. kötet	kötve	165,— Ft
Pachné—Frey: **Vektor és tenzoranalízis**	kötve	56,60 Ft
Lozinszkij: **Izzó fémek metallográfiai vizsgálata vákuumban**	kötve	75,50 Ft
Kismarty Lóránd: **Szerkezeti acélok és öntvények** 2. kiadás	kötve	36,50 Ft
Beckenbach: **Modern matematika mérnököknek**	kötve	87,— Ft
Visnyovszky László: **Nyersvasnyártás**	kötve	37,70 Ft
Rácz István: **Méret és nagyságrend**	kötve	20,40 Ft
Weltner Margit: **Szén-, koksz- és gázvizsgálatok**	kötve	35,— Ft
Zágon Pál: **Gazdaságos széntüzelés**	fűzve	12,50 Ft
Kerpely Kálmán: **Az elektroacélgyártás gyakorlata**	kötve	33,— Ft
Kálmán Lajos: **Gépi formázás**	fűzve	11,— Ft
Kerpely Kálmán: **Kohászati táblázatok**	kötve	57,50 Ft
Schön Gyula: **Felületi edzés**	kötve	30,— Ft

*

Kerpely Kálmán: **Az acélingot öntése**	kötve	31,50 Ft
Pintér András: **Kézi formázás**	fűzve	9,— Ft
Jánszky Lajos: **Műszaki bibliográfia 1900—1955.**	kötve	81,— Ft
Römpp: **Vegyészeti lexikon I. kötet**	kötve	165,— Ft
Comings: **Nagynyomású technológia**	kötve	97,— Ft
Pattantyús — **Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve** 2. kötet **Alaptudományok — Anyagismeret**	kötve	280,— Ft

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN

SZAKBOLT:

MŰSZAKI KÖNYVESBOLT
Budapest, VII., Lenin krt. 7.

KOHÁSZATI lapok

94. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

4. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 94. ÉVFOLYAM 4. SZÁM • 145—192. OLD. • BUDAPEST, 1961. ÁPRILIS

KOHÁSZATI LAPOK

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

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

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

Főszerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BALÁZS FÜLÖP
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DOMONY ANDRÁS DR.
HAJTÓ NÁNDOR DR.
KÁLMÁN SÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
KÖRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
ÓVÁRI ANTAL
PILISSY LAJOS
SÁFÁR LÁSZLÓ
SÖVEGJÁRTÓ JÁNOS Dr.
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÉCSEY BÉLA Dr.

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

MEGJELENIK HAVONKÉNT

TARTALOM

Szombatfalvy Árpád: Acélok C-görbéinek meghatározása 145
Szőke László: Az acélok vákuumban való öntésének csepeli tapasztalatai 151
Sövegjártó János kitüntetése 156
Lemm, H. P.: Nagyteljesítményű drót- és finomsorok tervezése 157
Balázs Endre: Az alumínium veszteségeinek tanulmányozása kriolit-timföld olvadékokban, új módszerrel 165
Egyesületi hírek 168, 176
Strömpl Aladár: Mannesmann-lyukasztóhengerek kalibrálása és a Csepeli Csőgyár 6„—12"-os lyukasztóállványán végzett kísérletek eredményei 169
Üzemi hírek 176
Molnár Imre: Vizsgálatok egy alumíniumelektrolizáló kádtípus leggazdaságosabb terhelésének meghatározására 177
Gazdasági hírek 185
Fekete László dr.: Grafikus kéneskőszámítás a rézkohászatban 185
Műszaki és gazdasági hírek 191
Műszaki eseménynaptár 192

ÖNTÖDE:

Coliaud, Albert: Az öntöttvas értékelésének kérdése az alapanyag szövetének szerepe 73
Dr. Hajtó Nándor: Az öntöt rúd átmérője és a vele azonos sebességgel hűlő falvastagság közti összefüggés 82
Horváth Csaba és Tarján Béla: Hipereutektikus alumínium-szilicium dugattyúötvözet szemcsefinomítása 85
Buzánszky Albin: Folyékony alumíniumötvözet formában való áramlásának vizsgálata röntgen-készülékkel 89
Tóth János: Öntvények előállítása gömbgrafitos nyersvasból 90
Öntödei folyóiratfigyelő szolgálat 81, 84, 88, 95, 96
Lapszemle 91

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

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

CONTENTS:

Collaud, A.: **The problem of evaluating of cast iron and the role of secondary grain structure .. P** 73

General considerations on the notion "quality of cast iron" — Comparison of the degree of normality of cast irons produced under different metallurgical Conditions — Degree of normality, relative hardness and inoculation — Brinell hardness and secondary strurcture of cast iron — Degree of normality, mechanical behaviour and ferritisation of cast iron — New ways of producing highquality cast iron.

Dr. Hajtó Nándor: **Structural relationship between the cast bar diameter and the plate thickness by the same cooling rate ..... P** 82

According to literary data a cylindrical test bar with a diameter of $2r$ and a plate with a thickness of r shall only then have the same structure and properties when they are together of the same material. Experiments carried out, have shown that this relation is only right by plate thicknesses about to 15 mm and more, but the cooling ratio of thinner walls changes essentially in comparison with the numerically just the same bar diameter. Comparing the in the plants used wedge — and plate test pieces we realised that there was always more cementite in the structure of the plate than in the equivalent cross-section of the wedges.

Horváth Cs., Tarján B. : **Grain refinement of hypereutectic Al-Si alloys for pistons ..... P** 85

In laboratory as well in plant experiments red phosphorus has proved to be the best grain refiner. With it the best grain-refinement can be attained and technically lightly accomplished. The grain refining effect of the red phosporus can be increased with the use of complex grain refiners. So for instance, by the use of P-Ti and P-Ti-B a more fine grain can be produced. The latter of them is the most efficacious, howewer, its successful use is under plant conditions only then possible, when an auxiliary Al-B alloy is available.

Buzánszky A.: **X-ray examination of flowing of molten aluminium alloys in the mould-cavity P** 89

Examining the flow of molten aluminium alloys were carried out in three different gating systems with the "Seifer" X-ray apparatus. By using bottom gating the surface of the metal was according to the tests, throughout quiet. By using two gates the metal surface is restless until the metal does reach the superior gate. By top pouring with schower gate the metal splashes vehemently.

ÖNTÖDE

СОДЕРЖАНИЕ:

Цоллауд, А.: **Вопрос оценки литейного чугуна и роль структуры основного металла** ..... **P** 73

Определение понятия качества литейного чугуна. Сравнение числов прочностных отношений литейного чугуна, произведенного при различных металлургических и заводских условиях. Относительная твёрдость, качественный фактор и модифицирование. Твёрдость по Бринелью и вторичная структура литейного чугуна. Число прочностных отношений, механические свойства и ферритизация литейного чугуна. Новые пути производства высокопрочного чугуна.

Др. Хайто, Н.: **Зависимость между диаметром литой цилиндрической пробы и тольщиной стенки литья охлаждающихся с одинаковой скоростью** ..... **P** 82

По литературным данным при одинаковом химическом содержании, структура цилиндрической пробы с диаметром $2r$ соответствует структуре плиты с тольщиной r. Проведенные исследования показали, что такая закономерность только в том случае справедлива, если r приблизительно равен или больше 15 мм. Между охлаждением плит и пробы имеется совершенно другая зависимость если r меньше 15 мм. Сравнение клинообразных проб и плит, применяемых на заводах как пробницы, показали, что структура плиты содержит больше цементита, чем стрктура клинообразной пробы в поперечном сечении равном тольщине плиты.

Хорзат, Ч. и. Тарян, Б.: **Измельчение структуры заэвтектического поршневого сплава Al-Si** .. **P** 85

На основании лабораторных и заводских исследованиях наилучшей ичмельчающей способностью обладает красный фосфор. Измельчение структуры с применением красного фосфора является самым простым и удобным технологическим процессом. Эффективность действия красного фосфора можно увеличить с применением комплексного измельчающего металла. Например с применением P-Ti или P-Ti-B сплавов достигается более тонкая структура. Из них последний сплав является самым эффективным, но только в том случае можно применять, если имеется сплав Al-B.

Бузански, А.: **Исследования течения щидкого сплава алюминия в форме с помощью рентгеновских лучей** ..... **P** 89

В трёх различных литейных системах исследовали течение алюминиевого сплава с помощью рентгеновского прибора типа Сейфера. В результате исследованний установили, что при нижней нарезке поверхность металла находится в покое. При двух нарезках порерхность металла беспокойна до тех пор пока уровень металла не достигла верхней нарезки в литейной системе. При литье сверху металл сильно разбрызгивает.

INHALT:

Collaud, A.: **Das Problem der Bewertung des Gusseisens und die Rolle des Gefüges der Grundmasse** ..... **P** 73

Allgemeines über den Qualitätsbegriff des Gusseisens — Vergleich des Reifegrades von unter verschiedenen metallurgischen Bedingungen betriebsmässig erzeugten Gusseisen — Reifegrad, relative Härte und Impfung — Die Brinellhärte und das Sekundärgefüge des Gusseisens Reifegrad, mechanisches Verhalten und Ferritisierung des Gusseisens Neue Wege zur Erzeugung von hochwertigen Gusseisen.

Dr. Hajtó Nándor: **Die Aenderung des Gefügeaufbaues im Zusammenhang mit dem Durchmesser des gegossenen Stabes und der Wandstärke bei gleicher Abkühlgeschwindigkeit** ..... **P** 82

Laut literarischen Angaben werden das Gefüge und die Eigenschaften des zylindrischen Probestabes mit einem Dmr. von $2\ r$ nur dann die Gleichen einer Platte von der Dicke r sein, wenn ihr Material identisch ist. Die erfolgten Versuche zeigten, dass dieses Verhältniss bei etwa 15 mm und grösseren Wandstärken richtig ist, das Abkühlungsverhältniss der dünneren Wandstärken weicht aber von den Zahlenmässig entsprechenden Stangendurchmesser bedeutend ab. — Der Vergleich der in den Giessereien verwendeten Keilproben und Platten zeigte, dass der Zementitanteil im Gefüge der Platten immer grösser is, als in dem der Wandstärke entsprechendem Keilquerschnitt.

Horváth Ös., Tarján B.: **Kornverfeinerung der hypereutektischen Al-Si Kolbenlegierung** .... **P** 85

Auf Grund erfolgter Laboratoriums- und Betriebsversuche zeigte sich der rote Phosphor als der beste Kornverfeiner. Mit ihm ist auch die Kornverfeinerung technisch am besten durchführbar. Die Kornverfeinende Wirkung des Phosphors kann man mit komplexen Konverfeinern noch weiter erhöhen. — So ist z. B. mit der Verwendung von P-Ti und P-Ti-B eine noch feinere Körnung erzielbar. Von diesen ist der letzt genannte der Wirksamste, er ist aber unter Betriebsverhältnissen nur dann erfolgreich verwendbar wenn eine Al-B Hilfslegierung zur Verfügung steht.

Buzánszky, A.: **Untersuchung der Strömungsverhältnisse einer flüssigen Aluminium-Legierung in der From, mittels Röntgenapparat** .... **P** 89

Die Strömmung der Al-Legierung wurde in drei verschiedenen Eingussystemen, mit dem „Seifer"-schen Röntgenapparat untersucht. Laut den Versuchen verhielt sich die Metalloberfläche bei der Verwendung eines unteren Anschnittes ständig ruhig. Bei der Verwendung von zwei Anschnitten war die Badoberfläche solange unruhig bis dass Metall den oberen Anschnitt erreichte. Beim fallendem Guss, spritzte das Metall heftig.

CONTENTS:

Szombatfalvy, Á.: **Determining the C-curves of steels** ..... P 145

A high-precision instrument was constructed in the Iron and Steel Research Institute for determining the C-curves of steels. The application of the instrument is shown in the investigation of some Hungarian steels.

Szőke, L.: **Experiences gained at the Csepel Steelworks with the vacuum pouring of steel** ... P 151

The experiments were performed with different types of steel in a furnace of 8 tons capacity intended for the vacuum treatment of liquid steel. Rimming and killed steels were poured in the vacuum chamber by top and bottom pouring methods and during pouring from one ladle into another the pouring stream was degassed. The bars of 0.7—3.6 tons weight cast at a pressure of 20 to 40 torr exhibited chiefly radial, but also some axial inhomogeneities.

Lemm, H. P.: **Designing high-capacity wire and fine rod-drawing lines** ..... P 157

The principles used in designing the most modern wire and fine rod-drawing lines are reviewed with special reference to the fact that according to modern requirements in high-capacity drawing the tolerances also should be held within close limits. The layout of modern wire and fine rod drawing lines is described.

Balázs, E.—Beljajev, A. I.: **A new method for investigating aluminium losses in cryolite-alumina melts** ..... P 165

The new method consists in fixing the moment of clearing up which accompanies the complete solution of the aluminium fed into the melt. With a mole ratio of 2,7 NaF/AlF_3 aluminium losses are highest at an alumina content of 5 to 7 per cent. Aluminium losses are lowest in the presence of magnesium fluoride.

Strömpl, A.: **Calibration of Mannesmann piecirng rolls and results of experiments performed on the 6″—12″ piercing stand of the Csepel Tube Plant** ..... P 169

After a short historical review the experiences gained from the examination of the roll shape at the piercing stands of several tube plants are described. The piercing methods of several tube plants are evaluated. The method of designing the piercing roll at Csepel and the results obtained with the new rolls are detailed.

Molnár, I.: **Determining the economically optimal loading for a certain type of aluminium elec trolysing bath** ..... P 177

The adjustment of the optimum loading is described for an earlier type of bath. The technical variations caused by the variation of current intensity can be studied graphically on a nomogram. The development of electrolysis affords a possibility for raising production economically by reconstruction of earlier bath-types.

Dr. Fekete, L.: **Graphical calculation of matte in the metallurgy of cooper** ..... P 185

Explains the construction and use of the new nomograms destined to abreviate the calculation of matte.

KOHÁSZATI LAPOK

СОДЕРЖАНИЕ:

Сомбатфалви, А.: **Определение С образных кривых сталей** ..... Р 145

В Исследовательском Институте Черной Металлургии (Будапешт) конструировали прибор высокой точности для определения С образных кривых сталей. Через исследования некоторых отечественных сталей, ознакомимся применением прибора.

Секе, Д.: **Опыты, полученные нри вакуумном литье стали на чепелском заводе** ..... Р 151

Опыты проводились различными сортами стали на аппаратуре, строенной для вакуумной обработкн жидкой стали. Производительность установки 6 т. В вакуумной камере отливали успокоенную и кипящую сталь снизу и сверху. Занимались дегазацией струи при переливке стали из одного ковшна в друугой. Отлитые слитки, весом 0,7—3,6 т вакууме 20—40 торр имели продульную и главным образом поперечную неоднородность.

Лемм, Х. П.: **Проектирование мелкосортного и проволочного стана** ..... Р 157

В статье можем ознакомиться основными принципами проектирования современных мелкосортных и проволочных станов. При этом учитывается, что наряду высокой производительностью, допуски были бы по возможности в наиболее узких пределах соответственно современным требованиям. В следующей части статьи автор занимается современным расположением мелкосортных и проволочных станов.

Балаж, Э.—Беляев, А. И.: **Изучение потери алюминия в расплавах криолитглинозём новым методом** ..... Р 165

Сущность метода : после полного расплавления алюминия, добавленного в расплав, зафиксируется момент времени, когда очистился расплав. Установлен, что скорость потери алюминия, на молпропорции $NaF/AlF_3 = 2{,}7$ при содержании 5—7% Al_2O_3 в расплаве, самая большая. В присутствии фтористого магния потеря алюминия минимальная.

Штремпл, А.: **Калибровка пробывочных валцов типа Маннесманн и результаты опытов, проведенных на пробывочном стане 6″—12″ Чепелского трубного завода** ..... Р 169

После краткого исторического обзора, в статье описываются итоженные опыты, полученные из проверки форм валцов пробывочных станов нескольких заводов. Оцениваются пробывочные методы несколько трубних заводов, потом автор ознакомит методом конструирования Чепелского пробывочного стана и результатами, достигнутые новыми валцами.

Молнар, И.: **Исследования для определения оптимального нагружения, с точки зрения экономии, одного типа электролизной ванны алюминия** ..... Р 177

В статье описывается установление оптимального нагружения одного старого типа ванны. Технические изменения, создающиеся из-за изменения сили тока, можно изучать на номограмме. Развытие техники электролиза даёт возможность экономически увеличивать производства посредством изменения конструкции.

Фекете, Л.: **Графический метод расчёта штейнов в металлургии меди** ..... Р 185

В статье излогается метод построения и пользования новых номограммов для ускорения расчётов штейнов.

INHALT:

Szombatfalvy, Á.: **Bestimmung von C-Kurven der Stähle** ..... P 145

Beschreibung des im Eisenforschungsinstitut entwickelten Messinstrumentes von hoher Genauigkeit zur Bestimmung von C-Kurven der Stähle.

Szőke, L.: **Erfahrungen beim Vakuumgiessen von Staul** ..... P 151

Unberuhigte und beruhigte Stähle wurden fallend und steigend in der Vakuumkammer abgegossen. Beim Umgiessen von Pfanne in Pfanne wurde auch Giesstrahl-Entgasung vorgenommen. Die Rohblöcke im Gewichte von 0,7 bis 3,6 Tonnen zeigten nach der Behandlung im Vakuumbereich von 20—40 Torr, sowohl in der Längs- wie auch in der Querrichtung Inhomogenitäten

Lemm, H. P.: **Entwurf von Hochleistung-Draht- und Feinstrassen** ..... P 157

Die Entwurfs-Grundlagen moderner Draht- und Feinstrassen mit hoher Leistung und engsten Massabweichungen beim Fertigerzeugnis. Anordnung moderner Draht- und Feinstrassen.

Balázs, E.—Beljajev, A. I.: **Untersuchung der Aluminiumverluste in einer Kroylith-Tonerde-Schmelze mit einer neuen Methode** ..... P 165

Die neue Methode besteht in der Beobachtung des Zeitpunktes der Aufklärung, die bei der vollkommenen Lösung des zur Schmelze zugegebenen Aluminiums eintritt. Bei einem Molverhältnis von 2,7 NaF/AlF_3 sind die Aluminiumverluste bei 5—7% Aluminiumgehalt am höchsten. Die niedrigsten Aluminiumverluste treten in der Gegenwart von MgF_2 auf.

Strömpl, A.: **Betriebsergebnisse mit einer neuen Kalibrierung der Walzen eines 6″—12″ Mannesmann Lochwalzgerüstes** ..... P 169

Beschreibung und Kritik verschiedener Kalibrierungs-Methoden. Ergebnisse der neuentwickelten Kalibrierung.

Molnár, I.: **Untersuchungen an einem Aluminium-elektrolyse-Badtyp zur Bestimmung der dem wirtschaftlichen Optimum entsprechenden Belastung** P 177

Das Einstellen der optimalen Belastung eines älteren Badtyps wird beschrieben. Die den Stromstärke-Änderungen entsprechenden technischen Veränderungen können in einem Nomogramm sehr anschaulich untersucht werden. Die Entwicklung der Elektrolyse bietet die Möglichkeit, durch Konstruktionsänderungen an den älteren Bädern die Produktion auf wirtschaftliche Weise zu erhöhen.

Dr. Fekete, L.: **Die graphische Berechnung des Steins in der Kupfermetallurgie** ..... P 185

Die Konstruktion und Anwendung der zur Beschleunigung der Berechnung des Steins dienenden neuen Momogramme wird beschrieben

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

94. évfolyam **4. szám** 1961. április

Acélok C-görbéinek meghatározása

SZOMBATFALVY ÁRPÁD
Vasipari Kutató Intézet

Dk. : 539.54.669.14

Davenport és *Bain* az austenit izotermás átalakulásával foglalkozó alapvető tanulmánya [1] kb. 30 évvel ezelőtt új alapokra fektette a korszerű hőkezelés elméletét. Ráterelődött a figyelem az austenit átalakulás folyamatának vizsgálatára és világszerte megindultak a kísérletek, hogy a különféle acélok austenitjének átalakulását ábrázoló S-, ill. C-görbéket meghatározzák.

Az austenit átalakulását különböző módszerekkel (metallográfiai, dilatációs, mágneses, keménységmérési eljárásokkal) vizsgálják. Mindegyiknek van előnye és hátránya is, de egymást jól kiegészítik, ezért rendszerint együttesen használják őket.

Kezdetben — főleg a „Transaction of American Institute of Mining and Metallurgical Engineers" közleményeinek hatására — kizárólag az izotermás átalakulásokat tanulmányozták. Később — a német kutatások alapján — a folyamatos hűtéskor végbemenő és a gyakorlatban sokkal fontosabb átalakulások vizsgálatára irányult a figyelem.

A második világháború alatt a kísérletek eredményeiből alig közöltek valamit. Az elmúlt évtizedben azonban több külföldi gyűjteményt adtak ki, amelyek a nagyobb ipari államokban szabványosított acélok izotermás és folyamatos átalakulási görbéit ismertetik [2]—[5].

Hazánkban meglehetősen későn kezdődtek az austenit átalakulásával foglalkozó vizsgálatok. Bár az izotermás edzés szűkebb hőkezelő körökben ismert volt, a gyakorlatban alig használták. Legtöbbször megelégedtek azzal, hogy próbálgatással állapították meg azt a hőmérsékletet és időt, amelyen az előírt keménységű szövet kialakult.

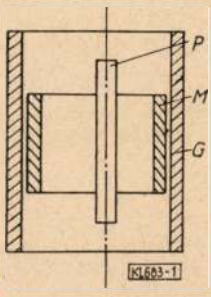
A Vasipari Kutató Intézetben 1955-ben kezdtünk foglalkozni a C-görbék meghatározásával. A rendelkezésre álló szűk lehetőségeket figyelembe véve, a metallográfiai vizsgálatokkal kiegészített mágneses vizsgálati módszert választottuk.

Az Intézetben felállított Lange-típusú mágneses mérleget e célnak megfelelően átalakítottuk, illetve kiegészítettük és megkezdtük a hazai szabványos acélok izotermás átalakulási görbéinek felvételét. Az eredmények egy részét, valamint a berendezés leírását a Kohászati Lapokban [7] ismertettük.

Az átalakított mágneses mérlegen végzett kísérletek eredményei teljesen megbízhatók és átalában jól reprodukálhatók, a berendezés kezelése azonban nehézkes. A próbatest kis méretei miatt (⌀ 3×5 mm) gyorsan hűl és kisebb hőmérsékleteken előfordul, hogy az átalakulás megindul, mert a próbatest az izotermás átalakulás hőmérséklete alá hűlt. Ezért alkalmasabb külön e célra szolgáló berendezést készítettünk. Tervezéskor döntő szempont volt, hogy külső segítség nélkül, házilag előállítható és könnyen kezelhető legyen és megfelelő automatizálással a szubjekiv hibalehetőségeket a minimumra csökkentsük.

Az izotermás átalakulás vizsgálatának fizikai alapjai

Ha váltakozó árammal táplált tekercs belsejében olyan ferromágneses anyagból készült próbatestet helyezünk el, melyet egy második tekercs vesz körül, ebben feszültség indukálódik. Az első tekercset *(1. ábra)* G gerjesztő, a másodikat M mérőtekercsnek nevezzük. A mérőtekercsben indukált feszültség nagysága:



1. ábra. A nyitott vasmagú transzformátor elvén működő mérőrendszer vázlata
G — gerjesztő tekercs, M — mérőtekercs, P — próbatest

$$U = \mu \cdot H \cdot q \cdot n_2 \cdot f,$$

μ = próbatest permeabilitása,
H = mágneses térerősség,
q = a próbatest keresztmetszete,
n_2 = a mérőtekercs menetszáma,
f = a frekvencia.

A kísérlet alatt a q, n_2 és f értéke változatlan.

A H térerősség a gerjesztő tekercs n_1 menetszámával, l hosszúságával és a benne folyó i áramerősséggel arányos:

$$H = \frac{4\pi}{10} \cdot \frac{n_1 \cdot i}{l}$$

A tekercs méretei változatlanok, az áramerősség stabilizálásával a H is állandóvá tehető, tehát az U feszültség kizárólag a permeabilitástól függ.

A μ permeabilitás viszont a

$$4\pi I = H(\mu - 1)$$

összefüggés alapján az I mágneses intenzitással arányos. Feltevésünk szerint a H = állandó, tehát a permeabilitás a mágneses intenzitás függvénye.

Ez vonatkozik a kísérlet alatt az M tekercsben indukált feszültségre is. A feszültség mérésével tehát figyelemmel kísérhetjük a mágneses intenzitás változását. A mágneses intenzitás a ferromágneses anyagok jellemző tulajdonsága. Az ötvözetek szövetelemei és mágneses intenzitása között jól definiált összefüggés van. Egyetlen fázisból való homogén ötvözet (és a színfém) mágneses intenzitása a fázis egyedi tulajdonsága és független a komponensek mágneses intenzitásától. Heterogén ötvözetek közül mindazok mágnesezhetők, melyekben ferromágneses fázis van. Mágneses intenzitásuk a komponensek mágneses intenzitásával és mennyiségével (térfogatszázalékával) arányos. A mágneses intenzitás a keverékszabály segítségével számítható. Az a-ból és b-ből álló kétfázisú rendszeré:

$$I = I_a \frac{p_a v_a}{p_a v_a + p_b v_b} + I_b \frac{p_b v_b}{p_a v_a + p_b v_b}$$

ahol I = a kétfázisú rendszer mágneses intenzitása,
I_a, I_b = az alkotók mágneses intenzitása,
p_a, p_b = az alkotók súlyszázaléka,
v_a, v_b = az alkotók fajtérfogata.

Austenitből és valamelyik bomlástermékéből álló heterogén rendszerben ez az összefüggés lényegesen egyszerűbb. Az austenit mágneses intenzitása $I_a = 0$, a fajtérfogatok pedig gyakorlatilag egyenlőek.

Így írható:

$$I = I_b \frac{p_b}{p_a + p_b}$$

Ha a szövet csupán austenit, a mágneses intenzitása nulla, ha az austenit maradéktalanul átalakult: $I = I_b$, közben pedig a próbatest mágneses intenzitása az austenit bomlástermékeinek a mennyiségével (p_b) lineárisan változik.

A fenti összefüggések csak akkor érvényesek, ha a próbatest telítésig mágnesezett. A gyengébb térben mért mágneses intenzitás más tényezőktől (a térerősség nagyságától, a krisztallitok méretétől, a belső feszültségektől) is függ. Ezek a tényezők azonban egy méréssorozatban nem, vagy csak alig változnak, ezért a hatásuk az I jelentékeny változásához képest elhanyagolható. Az I mágneses intenzitás, valamint a próbatestet körülvevő tekercsben indukált feszültség tehát csupán az austenit bomlástermékeinek mennyiségével arányos.

Az austenitátalakulás vizsgálatának ez a lényege, hogy a próbatestet Ar_3-nál nagyobb hőmérsékletre való melegítés után, austenites állapotban valamilyen t_1 hőmérsékletű sófürdőbe helyezzük. Az austenit mágneses intenzitása $I = 0$ lévén, az M-tekercsben feszültség nem indukálódik. A lappangási idő elteltével azonban megkezdődik az austenit bomlása. A bomlástermékek már ferromágnesesek, tehát a próbatest mágneses intenzitása növekszik és az M-tekercsben a mágneses intenzitással arányos feszültség indukálódik.

Ha a próbatest által indukált feszültséget az idő függvényében ábrázoljuk, a *2. ábrán* látható görbét kapjuk. Erről leolvasható az átalakulás kezdetének (t_0), ill. befejeződésének (t_{100}) időpontja, ami $p_0 = 0\%$ és $p_{100} = 100\%$ bomlásterméknek felel meg. Bármely közbenső t időpontban az austenit bomlástermékeinek százalékos mennyisége:

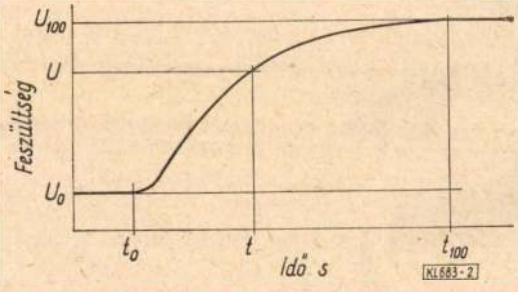
$$p_b = \frac{U - U_0}{U_{100} - U_0} \cdot 100$$

A berendezés leírása

A berendezés három főrésze: *a)* kemenceszerkezet, *b)* központi kapcsolószekrény és *c)* regisztrálóműszer.

a) *Kemenceszerkezet és mérőrendszer*

Kísérlet közben a próbatest elvileg két koncentrikus tekercs belsejében nyer elhelyezést (1. ábra), melyek közül a G jelűt 50 periódusú

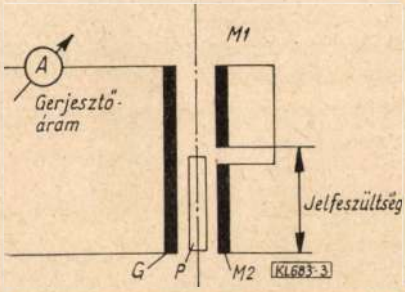


2. ábra. A mérőtekercsben indukált feszültség változása az idő függvényében
t_0 — átalakulás kezdete, t_{100} — átalakulás vége

váltóárammal tápláljuk; ez gerjeszti a mágneses erőteret. A másik, az M tekercsben a próbatest mágneses intenzitásával arányos feszültség indukálódik. A két tekercs és a próbatest tulajdonképpen egy nyitott vasmagú transzformátor, melynek G a primér, M a szekundér tekercse.

Ezt a tekercsrendszert azonban a gyakorlatban némileg módosítani kell. A szekundér M tekercsben ugyanis a levegő indukciója miatt akkor is indukálódik feszültség, ha a próbatest

austenites. Emiatt romlik a mérőrendszer érzékenysége, másrészt a regisztráló műszer alapállásban legfeljebb külön áramforrás segítségével állítható nullára. Ezért két azonos mérőtekercset kapcsoltunk egymással szemben. Az így készített differenciál-transzformátor kapcsolási vázlatát a *3. ábra* szemlélteti. Az M 1 és M 2 jelű szekundér tekercsekben azonos nagyságú U_0 feszültség indukálódik. Minthogy a tekercsek egymással szembe vannak kapcsolva, a bennük indukált feszültségek eredője 0.

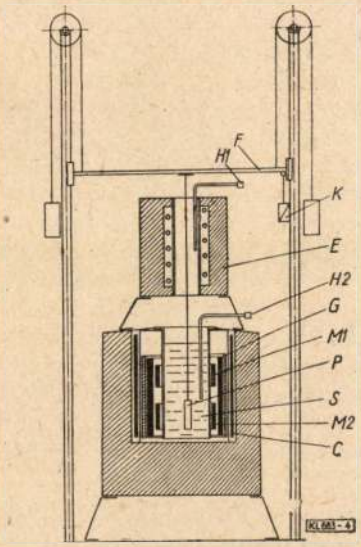


3. ábra. Az austenit átalakulását mérőrendszer kapcsolási vázlata

P — próbatest, G — gerjesztő tekercs, M_1 és M_2 — mérőtekercsek

Ha azonban az egyik tekercsben ferromágneses anyag van (pl. a vizsgálandó próbatest), ebben az anyag permeabilitásával és a térerősséggel arányos U_1-feszültség indukálódik, amely a másik tekercsben indukált (levegőindukció) U_0 feszültséggel csökken. Így a mérőtekercsből kivezetett feszültség közvetlen függvénye a próbatest permeabilitásának, illetve mágneses intenzitásának.

A tekercsrendszerből és próbatestből álló nyitott vasmagú transzformátornak meglehetősen szórt erőtere van. Ennek csökkentése és egyben a tekercs belsejében levő térerősség növelése érdekében a tekercseket vasköpennyel vesszük körül. Ezáltal a tekercsben a térerősség kb. 3,5-szeresére növekszik. A vasköpeny további előnye, hogy a



4. ábra. A kemenceszerkezet és mérőrendszer elrendezésének vázlata

F — a próbtestet tartó és mozgató keret, H_1 és H_2 — hőelemek, K — kapcsoló, E — előmelegítő kemence, G — gerjesztő tekercs, P — próbatest, S — sófürdő, M_1 és M_2 — mérőtekercs, C — fűtőszál

mérőtekercset árnyékolja és így kiküszöböli a kemence fűtőárama miatt létrejött erőterek zavaró hatását. A köpenyt korrózionak ellenálló és jó mágnesesvezető permalloyból készítettük.

A mérőrendszer vázlatos metszetét a teljes kemenceszerkezettel együtt a *4. ábrán* mutatom be. Működése a következő : A p próbatest vékony, antimágneses anyagból készült fémszálra függesztve az E csőkemencében, austenites állapotra melegszik. Hőmérsékletét a H_1 hőelem segítségével mérjük. A kívánt hőntartási idő eltelte után az F keretet lefelé mozgatva, a P próbatest az S sófürdőbe merül, melynek hőmérséklete H_2 hőelemmel mérhető. A sókemencét a bifilárisan tekercselt C fűtőszál melegíti. A próbatest sóba merülésének pillanatában az F keret a K kapcsolót átbillenti, amely a regisztráló műszer áramkörét zárja.

A sófürdőt gerjesztő- és mérőtekercsek veszik körül.

Az inkubációs idő eltelte után a próbatestben ferromágneses fázisok keletkeznek. Az M-mérőtekercsben ezeknek a mennyiségével arányos nagyságú feszültség indukálódik. Ezt a feszültséget a kapcsolószekrénybe vezetjük.

b) *Kapcsolószekrény*

Ebben van elhelyezve a kétfokozatú elektronikus erősítő, amely a mérőtekercsben indukált feszültséget erősíti és egyenirányítja, hogy a regisztráló műszer vezérlésére alkalmas legyen. A kapcsolószekrényben vannak a kemencék fűtőáramkörének kapcsolói és továbbá a fűtésüket szabályozó gyűrűs transzformátorok is. Ezekkel a kemencék hőmérséklete tág határok között, folyamatosan szabályozható. A hőmérséklet szabályozásának ez a módja azért előnyös, mert a hőmérséklet teljesen egyenletes, elmarad az ejtőkengyeles műszerekkel szokásos, ki-bekapcsolás okozta hőmérséklet-ingadozás. Hátránya, hogy a kemencék felfűtésére több idő szükséges.

A felmelegítő- és a sókemencébe helyezett Pt—PtRh-hőelemek termofeszültsége egyetlen műszeren olvasható le. Ez, valamint az átkapcsolója szintén a kapcsolószekrénybe van építve. Az egyes áramkörök ki-, bekapcsolását jelzőlámpák mutatják. A mágneses teret gerjesztő áram erőssége ampermérőn olvasható le. Ez a kemenceszerkezet működéséről is tájékoztat.

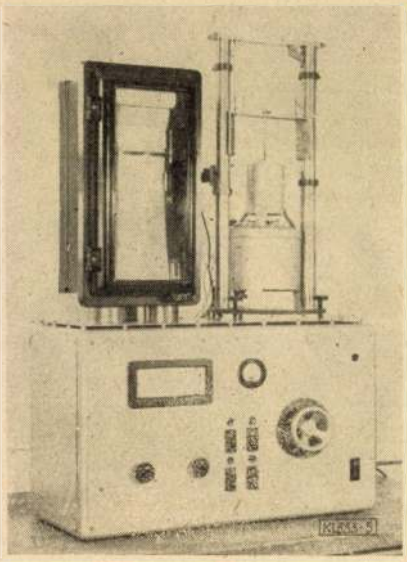
c) *Regisztrálás*

Regisztrálásra folyamatosan működő, *HB*-gyártmányú vonalírót használunk. A papírhaladás sebessége 127 mm/perc, a maximális kitérés 120 mm. Ez kényelmes kezelést biztosít és a diagram jól kiértékelhető. A papírt továbbító szinkronmotor áramkörét a kemenceszerkezetbe épített K-kapcsoló *(4. ábra)* úgy zárja, hogy a próbatest sóba merülésének pillanatában, a lehűlés kezdetén kezdődik a diagram rajzolása (8. ábra t_4 pont). A műszer időállandója kb. 0,8 s.

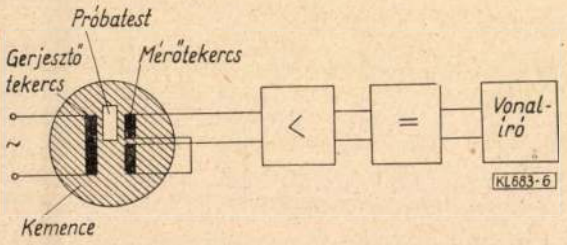
A berendezés fényképét az *5. ábra*, elvi villamos kapcsolási vázlatát a *6. ábra* mutatja. A hálózati feszültségingadozások zavaró hatásának

kiküszöbölésére a berendezést feszültségstabilizátorról tápláljuk.

A berendezés hitelesítésére 12 db, 0,5 mm ⌀-jű, 40 mm hosszú lágyacél huzaldarabot használtunk. Ezeket egyenként helyeztük a sókemencébe, a tekercs erőterébe. Minden egyes darab behelyezése után leolvastuk a regisztráló műszer mutatójának állását és közben regisztráltuk a műszer kitérését.



5. ábra. A teljes berendezés fényképe



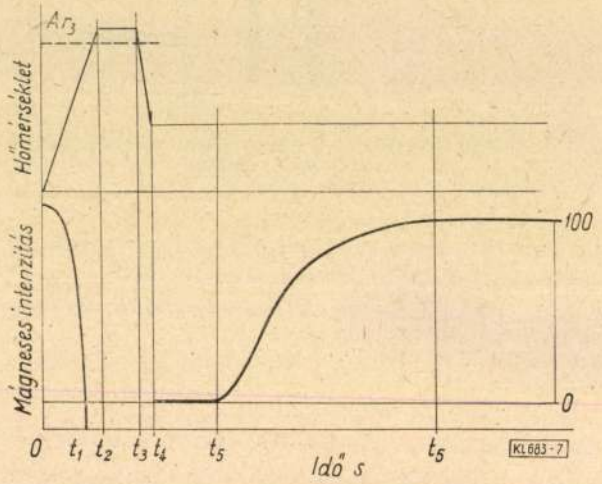
6. ábra. A berendezés elvi kapcsolási vázlata

Az így felvett diagramról megállapítható, hogy a huzaldarabok gyakorlatilag egyező kitérést okoztak, tehát a tekercsrendszerbe helyezett ferromágneses anyag mennyisége és a regisztráló műszer kitérése között az összefüggés lineáris, a műszer kitérése az austenit bomlástermékeinek mennyiségével arányos.

Az átalakulási diagram felvétele és kiértékelése

A kísérlet alatt lejátszódó hőmérsékletváltozást és az acél állandó hőmérsékleten végbemenő izotermás átalakulását a *7. ábra* szemlélteti. A kísérletekhez 4 mm ⌀-jű, 40 mm hosszú próbatestet használunk. A felmelegítési idő 4 perc (0-t_2 szakasz), a tökéletes oldódás biztosítása érdekében a próbatestet még további 3 percig az elért hőmérsékleten tartjuk (t_2—t_3 szakasz). Melegítés közben a próbatest elveszti ferromágnességét (Curie-pont) és paramágneses lesz (t_1 pont), ezt az átalakulást a berendezés nem regisztrálja. Ezután a próbatestet tartó keretet gyors mozdulattal lefelé mozdítjuk. A próbatest sóba merül és egyúttal megindul a regisztráló papír is (t_4 pont).

Az inkubációs idő alatt az austenit nem bomlik, a t_5 időpontban azonban megkezdődik az átalakulás, ami a t_6 időpontban fejeződik be. Ezután már nincs átalakulás, a diagram egyenes. A mágneses intenzitás ekkor 100%-os bomlásnak, a görbe t_4 — t_5 közötti szakaszának megfelelő ordináta a 0%-nak felel meg. Az előbbiek szerint a műszer kitérése és az austenittartalom közötti összefüggés lineáris lévén, a közbeeső görbeszakasz osztásával megkapjuk a különböző mértékű átalakulásnak megfelelő időket. A CrV 135 jelű acél 400 C°-on felvett átalakulási görbéjét a *8. ábrán* mutatom be.



7. ábra. A próbatest hőmérsékletének és a mágneses intenzitásnak a változása az idő függvényében

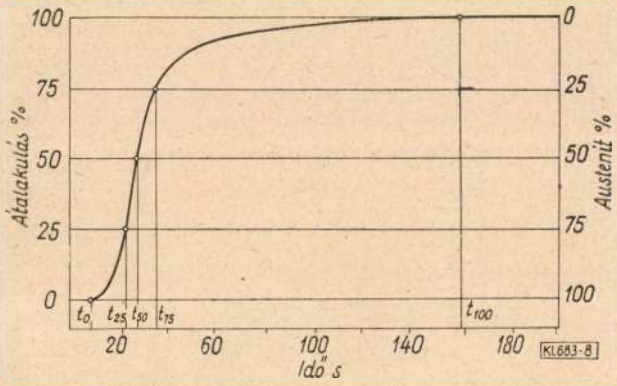
Az átalakulási görbe kiértékelését megnehezíti, hogy a görbe kezdete és vége érintőlegesen, némelykor igen kis görbülettel közelíti meg a vízszintest. Emiatt az átalakulás kezdeti és befejezési pontja bizonytalan. Ezért szokás az 1%-os és 99%-os átalakulási pontot az átalakulás kezdetének, ill. befejeződésének tekinteni [2]. Görbéink kiértékeléséhez mi is ezt a módszert fogadtuk el.

Az izotermás átalakulás C-görbéje acélminőségenként 12—18, különböző hőmérsékleten felvett átalakulási görbével általában már elég pontosan felrajzolható. Csak bonyolultabb alakú (pl. középen nyitott) C-görbékhez szükséges nagyobb számú mérés. Az átalakulás sebessége az idővel exponenciálisan csökken, ezért a C-görbéket logaritmikus léptékben szoktuk ábrázolni.

A próbatesteket az izotermás átalakulás után szobahőmérsékletig levegőn hűtöttük, majd megmértük keménységüket. Ez szintén fontos tulajdonsága az acéloknak, ezért a C-görbék mellé ezt is feljegyeztük.

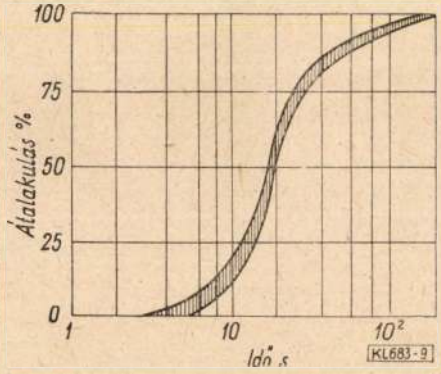
Az M_s-pontot az összetétel alapján először számítással határoztuk meg [6].

$$M_s = 550 - 350 \cdot \% - 40 \cdot \mathrm{Mn}\% - 35 \cdot \mathrm{V}\% - 20 \cdot \mathrm{Cr}\% - 17 \cdot \mathrm{Ni}\% - 10 \cdot \mathrm{Cu}\% - 10 \cdot \mathrm{Mo}\% - 5 \cdot \mathrm{W}\% + 15 \cdot \mathrm{Co}\% + 30 \cdot \mathrm{Al}\%.$$



8. ábra. CrV 135 jelű acél izotermás átalakulása 400 C°-on

A próbatestet először erre a hőmérsékletre hűtöttük. Ha az átalakulás a lehűlés után inkubációs idő nélkül, azonnal megkezdődik, az átalakulási hőmérséklet az acél M_s-pontjánál kisebb ; ilyenkor a kísérletet valamivel nagyobb hőmérsékleten megismételtük. Ha a só hőmérsékletére való hűtés után inkubációs idő jelentkezett, a kisebb hőmérsékleten próbálkoztunk. Ez a közelítő módszer elég gyors, mert a kísérletet csak addig kell folytatni, amíg az átalakulás azonnal megkezdődik. Néhány kísérlettel az M_s-pont elég pontosan megközelíthető.



9. ábra. Cr 135 jelű acél izotermás átalakulási görbéinek szórási sávja 360 C°-on

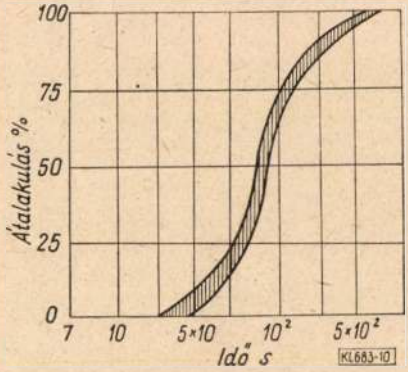
A mérési pontatlanság

A berendezés pontatlanságát kísérlettel igyekeztünk meghatározni. Azt vizsgáltuk, hogy az adott hőmérsékleten felvett átalakulási görbék mennyire fedik egymást. E kísérletekhez a Cr 135 jelű acélt választottuk és egy darabból kimunkált próbatestekkel 360 C°-on egymás után hatszor vettük fel az austenit átalakulási görbét. Az austenitesítés hőmérsékletét és a hőntartási időt, valamint az átalakulás hőmérsékletét igyekeztünk mindvégig állandó értéken tartani.

A mérési eredmények szórt sávját, tehát a felrajzolt görbék burkolóit a *9. ábrán* mutatjuk be (logaritmikus léptékben rajzolva). A kísérleteket 450 C°-on és 700 C°-on is megismételtük, az utóbbi eredményeit a *10. ábra* szemlélteti (ugyancsak logaritmikus léptékben).

A diagramból a következők állapíthatók meg: A szórás az átalakulás kezdetén és végén jóval nagyobb, mint a közepén. Ez részben azzal magyarázható, hogy az átalakulás kezdetének és befejeződésének időpontját a görbe aszimptotikus jellege miatt nehéz pontosan megállapítani. Az átalakulás kezdetének, az inkubációs időnek pontos meghatározását az is megnehezíti, hogy az átalakulás megindulásának regisztrálását a próbatest sóba merülésének sebessége is befolyásolja, ez pedig a kísérletező személy adottságától is függ.

Az átalakulást siettető, vagy késleltető körülmények, mint pl. az austenitesítés és az átalakulás hőmérséklete, hőntartási idő, az acél szemcsemérete stb. eléggé pontosan mérhető és szűk határok között tartható, így ezek hatását figyelmen kívül lehet hagyni.

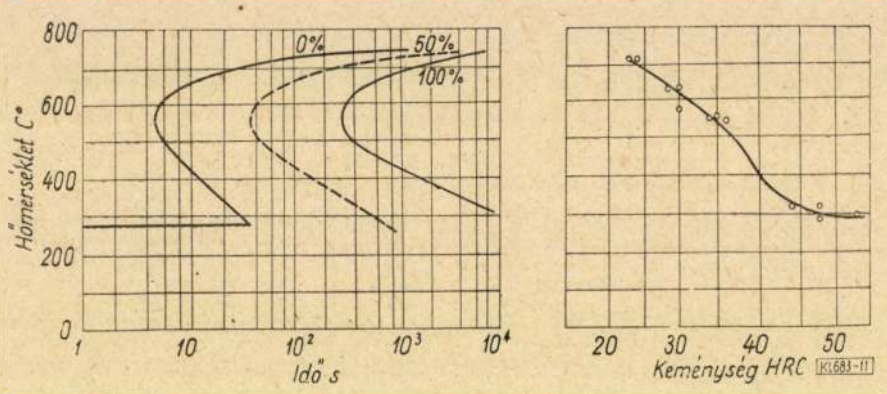


10. ábra. Cr 135 jelű acél izotermás átalakulási görbéinek szórási sávja 700 C°-on

A 9. ábrából megállapítható, hogy a kísérletsorozatban az inkubációs idő 3—5 s-nek adódott. Ez $\pm 25\%$ pontatlanságot jelent, ami meglehetősen soknak látszik.

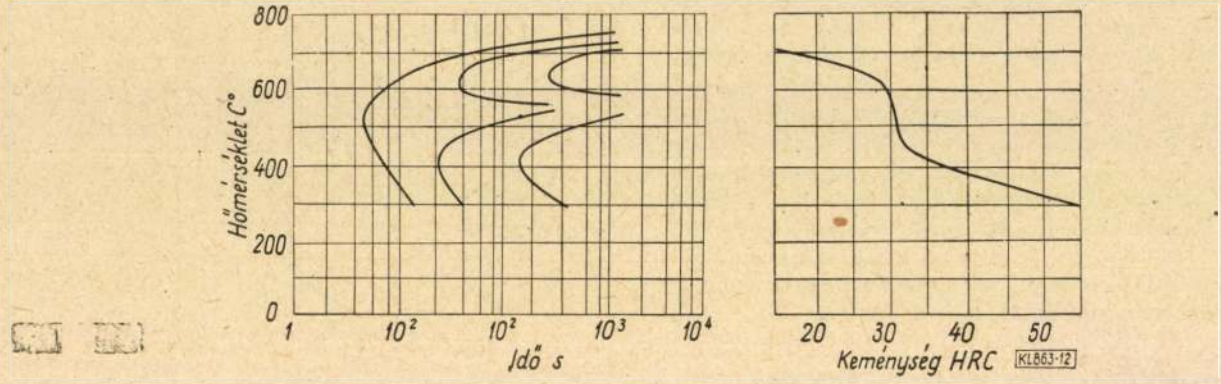
Ötvözetlen, vagy gyengén ötvözött acélokat — amelyeknek inkubációs ideje néhány másodperc—, csak ritkán, egész kis szelvényekben lehet izotermásan nemesíteni. (Az ilyen acélok C-görbéinek orr-részét a külföldi gyűjtemények is csak pontozva rajzolják, a görbe helyének bizonytalansága miatt). Közepesen vagy erősen ötvözött acélok átalakulása már csak 12—20 s után kezdődik, itt a ± 1 s mérési pontatlanság elhanyagolható. Még kevésbé zavar az átalakulás befejeződésének mérésekor elkövetett pontatlanság. Az észlelt néhány másodperces eltérés a 10^2—10^3 s nagyságrendű időtartamokhoz képest elhanyagolható, mert az átalakulás itt olyan lassú, hogy a szórási sáv szélességének megfelelő időtartam alatt legfeljebb 1—2%-nyi átalakulás megy végbe. A hőntartási időt a biztonság kedvéért ettől függetlenül a diagramból leolvasott időknél rendszerint valamivel hosszabbra szokás választani.

A kapott eredmények szerint a berendezés pontossága a gyakorlati igényeket kielégíti. A C-görbék túl pontos meghatározására már csak azért sem érdemes törekedni, mert az austenit átalakulásának folyamatát; tehát a C-görbék alakját az acél összetételének a megengedett határok közötti változása is lényegesen módosítja.



11. ábra. 60 SM 5 jelű acélok izotermás átalakulási és keménységi görbéi

Az acél elemzése : C 0,55 %, Mn 1,19 %, Si 1,04 %, Cr 0,12 %, V 0 %, S 0,013 %, P 0,027 %. Az austenitesítés hőmérséklete 850 C°



12. ábra. CrV 135 jelű acélok izotermás átalakulási és keménységi görbéi

Az acél elemzése : C 0,37 %, Si 0,28 %, Mn 0,49 %, Cr 0,87 %, V 0,13 %, S 0,018 %, P 0,017 %. Az austenitesítés hőmérséklete 850 C°

Hazai szabványos acélok C-görbéi

A leírt berendezéssel néhány gyakrabban használatos, szabványos acél izotermás átalakulás görbéjét is meghatároztuk. Két acél C-görbéjét a 11. és 12. ábrákon mutatjuk be. Egyben feltüntetjük a különböző hőmérsékleten izotermás átalakulással létrejött szövetelemek keménységét is.

Összefoglalás

Az acélok izotermás átalakulásának vizsgálatára, a C-görbék meghatározására új berendezést készítettünk. Lényege, hogy a 4 mm ∅-jű 40 mm hosszú austenites állapotba hevített próbatest állandó hőmérsékletű sófürdőbe merül, amely váltakozó irányú mágneses térben fekszik. A próbatestet körülvevő tekercsben a mágneses intenzitással tehát a ferromágneses fázis mennyiségével egyenesen arányos feszültség indukálódik. Az austenit paramágneses, bomlástermékei pedig ferromágnesesek, tehát a mérőterkercsben indukált feszültség az austenit bomlásának mértékével arányosan nő. Ezt a feszültséget felerősítés és egyenirányítás után regisztráló műszerbe vezetjük, amely az átalakulási görbét az idő függvényében önműködően rajzolja le. 12—18 átalakulási görbéből az acél C-görbéje megszerkeszthető.

IRODALOM

[1] *Davenport, E. S.—Bain, E. C.:* Transformation of Austenite at Constant Subcritical Temperatures, Trans. Am. Inst. Min. Met. Eng. 90. 1930. 117—154. o.

[2] *Wever—Rose—Peter :* Atlas zur Wärmebehandlung der Stähle. Stahleisen, 1956.

[3] Atlas of Isothermal Transformation Diagrams of B. S. En Steels. Sec. Ed. The Iron and Steel Institute. Spec. Rep. No. 56. London.

[4] Atlas of isothermal Transformation Diagrams. United States Steel. 1951. Pittsburg.

[5] *Delbart, G.—Constant, A.:* Courbes de transformation des aciers de fabrication francaise. IRSID. 1956. Páris.

[6] *Hollomon, J. H.—Jaffe, L. D.:* Hardenability and Quench Cracking. Trans. Am. Inst. Min. Met. Eng. 167. (1946). 617—626. o.

[7] Kohászati Lapok 91. 1948. ápr.

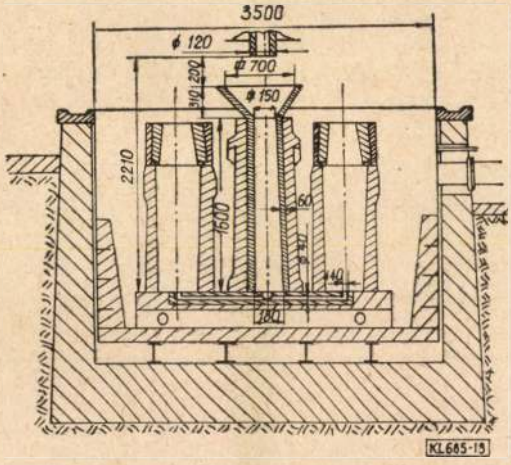
Az acél vákuumban való öntésének csepeli tapasztalatai[1]

SZŐKE LÁSZLÓ

(Folytatás)

Dk.: 669.189:621.52

A szemcsék egymástól könnyen elválaszthatók, tehát — bár a vákuumban lejátszódó hőáramlás törvényszerűségeit nem ismerjük — feltehetően olyan erős a szemcsék lehűlése a kagylótól a kamrafalig megtett mintegy 2 m hosszú úton, hogy a gömböcskék külső rétege megmerevedett. Természetesen valószínű, hogy megszilárdult kérgű cseppek jutnak az öntés kezdetén is a beöntőtölcsér aljára. Ha az adag nincsen eléggé túlhevítve, akkor nincs lehetőség arra, hogy a gömbök belsejében levő folyékony fázis hőfölöslege felolvassza a külső kérget. A tölcsér ennek következtében befagy. Abból a célból, hogy a viszonyokat kedvezőbbé tegyük a beöntőtölcsér méreteit a *13. ábra* szerint változtattuk meg.



13. ábra. Megnagyobbított beöntőtölcsér

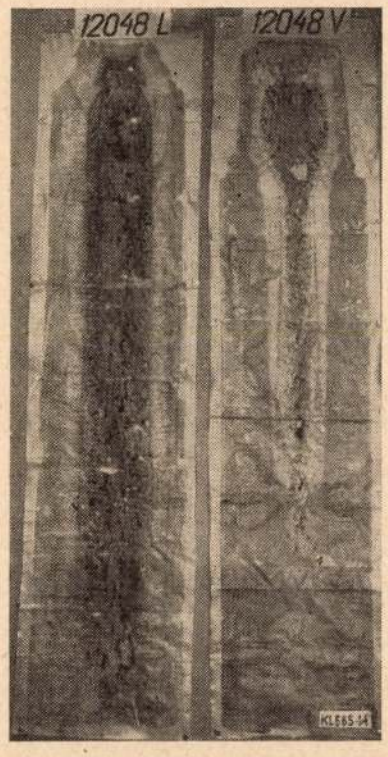
A beöntőnek a tölcsér alatti része ily módon mintegy ötszörös térfogatnövelést kapott, tehát csak hulladéknövekedés árán sikerült a csillapítatlan acél vákuumos alsóöntését megvalósítani.

A csillapítatlan acélnak alsóöntéssel, vákuumban előállított és az atmoszferikus nyomáson, palacknyakú kokillába öntött egy-egy tuskónak megmerevedési körülményeit szemlélteti a *14. ábrán* látható Baumann-lenyomat.

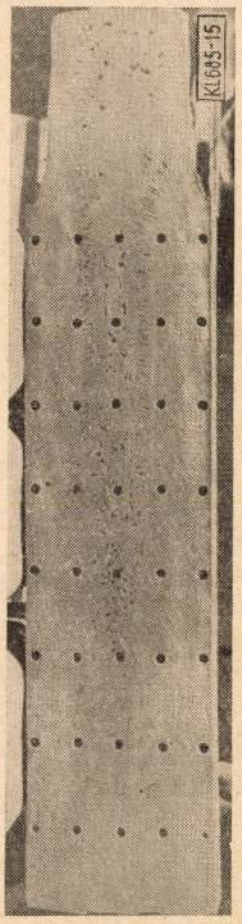
A vákuumban öntött tuskó metszetét a *15. ábra* mutatja.

Az adagot 0,05% C-, 0,04% Si- és 0,18% Mn-tartalommal csapoltuk le. A vákuumkamrában a nyomás 15 torr volt. A vákuumot a tuskók leöntése után azonnal megszüntettük. Jellegzetes a vákuumkamra hatása a C—O reakció révén a hólyagkoszorú elhelyezkedésére, amely a vákuumos tuskón teljesen a tengely felé és felfelé húzódik és V-alakot vett fel.

A tuskók több furatából részletes elemzést vettünk. Az átlagos C-tartalom a palacknyakú tuskóban 0,033%-ra, a vákuumosban pedig 0,031%-ra adódott. A legnagyobb C-dúsulás a vákuumban öntött tuskó sapkája alatt közvetlenül, a tengelyvonalban jelentkezett, 0,15%-kal. A S-tartalom aránylag egyenletes volt a vákuumos tuskóban a sapka alatt levő szelvényrészt kivéve, ahol 0,037%-ra emelkedett, ezzel szemben a palacknyakú tuskó kéndúsulása az ismert módon alakult és nyak alatt 0,075%-kal kulminált *(16. ábra)*.



14. ábra. Egy mélyhúzó acél-adag (12048. a. sz.) atmoszferikus nyomáson (L), palacknyakú kokillába és vákuumban (V), sapkás kokillába öntött tuskók kénlenyomatai



15. ábra. A 12048. sz. adag vákuumban öntött tuskójának metszete

A gázhólyagok már teljesen a fejbe jutottak a 0,02% C-, 0,04% Si- és 0,15 Mn-tartalmú adagban (12383. sz. a. adag) *(17. ábra)* és gyakorlatilag eltűntek a félig csillapított jelleggel csapolt, 0,05% C-, 0,16% Si- és 0,43% Mn-tartalmú adagban *(18. ábra)*.

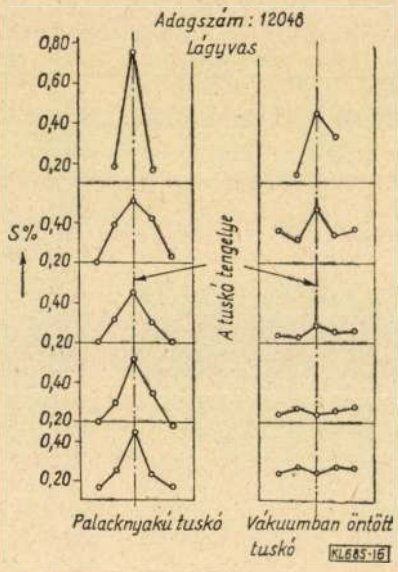
C) *A vákuumban üstből-üstbe való öntés üzemi nehézségeinek felmérése*

A csapolt acélnak közbenső üstön keresztül a vákuumkamrában álló üstbe való beöntését feltétlenül vizsgálat tárgyává kellett tennünk, mivel egyes acélfajták — mint például a transzformátor alapanyag, vagy 0,03%-nál kisebb C-

[1] A dolgozat a Kohászati Lapok 1961. 3. számában megjelent cikk folytatása.

tartalmú austenites saválló acél, valamint a nagyobb öntvények — minőségének komoly javítási lehetőségét látjuk benne.

A Si-ot úgy ötvöztük, hogy a kamrában álló üst fenekére, vagy — a transzformátoracél öntésekor — egy, az üst fenekétől kb. 300 mm-re levő, alátámasztott lemezre helyeztük el a kiizzított FeSi-t.

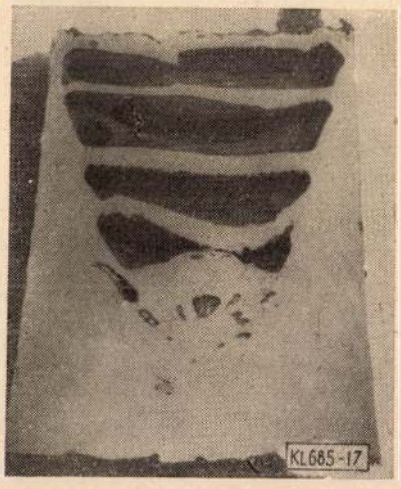


16. ábra. A 12048. sz. adag atmoszferikus nyomáson öntött palacknyakú és vákuumban öntött sapkás tuskójának kéneloszlása

Megfelelő szervezéssel elértük, hogy az adag a csapolást követő 16—19. perctől kezdve már önthető volt.

A kezelések során általában 50 mm ∅-jű kagylót használtunk a csapoló üsthöz, és 45 mm ∅-jű kagylót a közbülső- és kamra-üsthöz. Az acél a kamraüstben jól megfigyelhető buborékképződést mutatott.

Egy ízben az adaggal telt üst vákuumozását is elvégeztük, de a berendezés kis szívó sebessége miatt ez a kezelési mód nem látszott biztonságosnak.



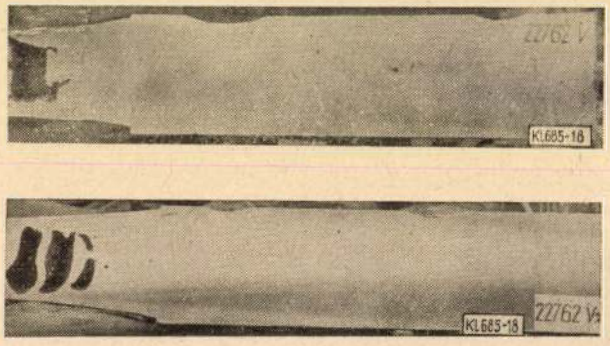
17. ábra. A 12383. sz. adagból származó lágyvas-tuskó fejszerkezete

A vákuumban kezelt acél tulajdonságainak vizsgálata

Kísérletsorozatunkat sajnos nem tudtuk kiegészíteni megbízható gázmeghatározásokkal. Így az eddig már ismertetett tuskószerkezet vizsgálatokon kívül a nyomásintervallum hatásának kiértékelésére a szilárdságot, továbbá a felhasználás lehetőségeit vizsgáltuk.

A csillapított acél vákuumban, felülről öntött 2,6 t súlyú tuskóját a levegőn öntöttel összehasonlítva kb. kétszeres átkovácsolás után (3. ábra) a szelvény félsugár-helyzetéből és a felület közeléből kivett hossz- és keresztirányú próbák szilárdsági adatait az *1. táblázat* tartalmazza. A szilárdsági adatok mellett zárójelben levő számok a levegőn öntött tuskó hosszirányú próbájának értékeihez, mint 100-hoz viszonyított számok.

Az 1. táblázat alapján megállapítható, hogy a 38 torr nyomáson öntött tuskó kétszeres alakítás után a félsugár síkjában szívósságra jobb, hossz- és keresztirányú adatokat mutat, mint a levegőn öntött tuskó, de a fajlagos ütőmunka lényegesen kisebb. A jelenség valószínűleg összefüggésben van a félsugárban elhelyezkedő S-gyűrűvel.



18. ábra. A 22762. sz. adag lágyvas tuskóinak metszetei felső Al-nélkül, az alsó Al-mal dezoxidált

A felület közeléből vett keresztirányú próbák lényegesen kedvezőbbek, mint a félsugár síkjából kimunkáltaké.

Mind a fenti ötvözetlen, mind pedig egy 10CrMo9,10 minőségű, vákuumban és normális nyomáson öntött adag tuskóiból gyártott csövek normalizálás után kivett gyűrűpróbáinak szívóssága nem utalt határozottan a vákuumkezelés kedvező hatására.

Részletesen vizsgáltuk a 11976. adagszámú CrV 135-minőségű, kemencében Si-mal dezoxidált adagot. A tuskók körszelvényűek (310 mm közepes ∅) és 680 kg súlyúak, az átmunkálás mértéke pedig 83-szoros. A tuskók felső, középső és alsó részéből származó próbák 850 C°-on normalizált, 850 C°-ról olajban edzett és 550, 600 és 650 C°-on megeresztett állapotban kerültek hosszirányban vizsgálatra. Az eredményeket a *2. táblázat* tartalmazza.

A σ_B a vákuumban kezelt tuskók próbáin rendre kisebb, mint a levegőn öntötteké, a szi-

1. táblázat

Csillapított kazáncső-acél normális nyomáson és vákuumban öntött tuskóiból kovácsolt bugák szilárdsági tulajdonságai a tuskóhossz felének megfelelő szelvényben

Adagszám: 22113. Minőség: A 35—47 MA. Dezoxidáció: Mn+Al Alakítás mértéke = 2-szeres

	Próbák	σ_B, kg/mm²	δ_{10}, %	ψ, %	A_k, mkg cm²
Félsugár	V hossz.	42,1 (101)	29,4 (106)	64,2 (104,7)	14,3 (80,5)
	V kereszt	41,8 (100)	25,9 (93,2)	64,8 (105,5)	10,4 (58,5)
	L hossz.	41,8 (100)	27,8 (100)	61,5 (100)	17,8 (100)
	L kereszt.	42,4 (101,5)	23,2 (83,5)	41,8 (68)	12,0 (67,5)
Felület-közelében	V hossz.	40,5 (97)	26,0 (93,5)	65,5 (106,6)	17,3 (97)
	V kereszt.	40,7 (97,2)	27,3 (98,5)	73,0 (119)	14,6 (82)

V = vákuumban öntött acél
L = atmoszferikus nyomáson öntött acél

2. táblázat

CrV 135 minőségű adag atmoszferikus nyomáson és vákuumban öntött tuskóiból kovácsolt próbák szilárdsági tulajdonságai a tuskók felső, középső és alsó részének megfelelő helyen, különböző hőkezelés után

Minőség: CrV 135. Adagszám: 11976. Dezoxidálás kemencében Si-mal. Hosszirányú próbák

Hőkezelési állapot	Próba helye a tuskón	σ_B, kg/mm²		δ_{10}, %		ψ, %		A_k, mkg/cm²	
		L	V	L	V	L	V	L	V
850 C°-on normalizálva .	F	82,0	76,6	16,3	17,8	69,8	69,8	8,28	8,28
	K	77,8	76,3	16,2	17,5	67,9	69,8	8,00	10,40
	A	78,5	77,8	19,5	16,7	67,9	69,8	9,00	8,28
850/550 nemesítve	F	104,9	96,4	11,7	13,3	55,6	55,6	5,28	5,72
	K	96,8	97,9	12,2	25,8	59,9	62,0	5,28	6,28
	A	100,3	98,2	11,7	13,3	55,6	59,9	6,28	7,29
850/600 nemesítve	F	103,2	96,0	10,7	12,2	61,3	64,0	6,57	8,00
	K	96,0	95,4	13,3	11,7	64,0	55,6	7,28	8,00
	A	99,6	96,8	13,3	12,2	65,5	62,0	7,58	8,28
850/650 nemesítve	F	91,9	88,4	13,3	14,3	67,9	69,8	13,10	15,00
	K	88,4	87,7	14,5	16,0	64,0	69,8	14,30	15,80
	A	89,7	88,4	16,0	16,7	69,8	67,9	12,90	15,00

F = felső
K = középső
A = alsó

L = levegőn öntött acél
V = vákuumban öntött acél

3. táblázat

CrV 335 minőségű adag $\psi \cdot \delta$, $\psi \cdot A_k$ és $\psi \cdot A_k \cdot \delta$ szorzatainak összehasonlítása különböző hőkezelés után

Adagszám: 11976. Minőség: CrV 135. Hosszirányú próbák

	Próba helye a tuskón	850 C°-on normalizálva		850/550 C°-on megeresztve		850/600 C°-on megeresztve		850/650 C°-on megeresztve	
		L	V	L	V	L	V	L	V
$\psi \cdot \delta$	F	1 140 →	1 240	650 →	740	655 →	780	900 →	1 000
	K	1 100 →	1 220	730 →	1 600	850 ←	650	930 →	1 120
	A	1 320 ←	1 160	650 →	796	870 ←	756	1 120 →	1 130
$\psi \cdot A_k$	F	576 =	576	294 →	318	403 →	810	890 →	1 050
	K	542 →	727	316 →	388	466 ←	445	920 →	1 100
	A	610 ←	575	350 →	436	497 →	513	902 →	1 020
$\psi \cdot A_k \cdot \delta$	F	9 400 →	10 300	3430 →	4 230	4310 →	6200	11 850 →	15 000
	K	8 760 →	12 700	3860 →	10 000	6180 ←	5200	13 250 →	17 650
	A	11 800 ←	9 650	4090 →	5 800	6600 ←	6260	14 500 →	17 000

F = felső
K = középső
A = alsó

L = levegőn öntött acél
V = vákuumban öntött acél

lárdság többi jellemzője, főleg pedig az ütőmunka azonban általában jobb. Az összehasonlítás megkönnyítése érdekében kiszámítva a $\psi \cdot \delta$, $\psi \cdot A_k$ és $\psi \cdot A_k \cdot \delta$ szorzatokat — amelyek jellemzőek egy-egy nemesíthető acélfajtára — a *3. táblázatot* nyerjük.

A nyilak a szorzatok növekedésének irányát jelzik.

A 850/550 és a 850/650 C°-os nemesítés határozottan a vákuum előnyét húzza alá, a normalizált és a 850/600 C°-os nemesítésnek a tuskó középső és alsó részéről származó vákuumos próbái viszont általában rosszabb adatokat adnak.

A fenti adag jelzett alakítási mértékű, 850/650 C°-on nemesített próbáin 0,02-es határt mértünk a *4. táblázatból* látható eredménnyel (az adatok két-két mérés középértékei).

4. táblázat

CrV 135 minőségű adag 0,02-es határának, valamint folyáshatárának és σ_F/σ_B aránya

Adagszám: 11976. Minőség: CrV 135, Dezoxidáció Si-vel. Alakítás mértéke: 83-szoros, Hosszirányú próbák, 850/650 C°-on nemesítve

Próba		$\sigma_{0,02}$, kg/mm²	σ_F, kg/mm²	σ_B, kg/mm²	σ_F/σ_B
V	felső	72,6	73,9	85,3	0,87
	középső	72,5	75,0	85,8	0,875
	alsó	74,4	75,7	87,8	0,86
L	felső	74,1	74,1	85,3	0,78
	középső	72,6	74,5	87,3	0,855
	alsó	75,1	76,2	88,6	0,86

V = vákuumban öntött acél
L = levegőn öntött acél

A $\sigma_{0,02}/\sigma_B$ arány lényeges eltérést e két próbacsoport között nem mutat.

A csillapítatlan acél szilárdsági tulajdonságára vonatkozóan álljon itt egy összehasonlítás egy vákuumban dezoxidált, valamint egy kemencében Al-al dezoxidált, 345 mm ⊠-jű tuskóból 0,14 mm szalagra hengerelt lágyvasra vonatkozóan. Az adatokat az *5. táblázatba* foglaltuk.

5. táblázat

Vákuumban és normális nyomáson öntött lágyvas adagból készült szalag szilárdsági tulajdonságainak összehasonlítása

elemzés %-ban

32058 sz. adag V		22581 sz. adag L	
C	0,02	C	0,04
Si	0,04	Si	0,08
Mn	0,22	Mn	0,47
S	0,027	S	0,015
P	0,011	P	0,015

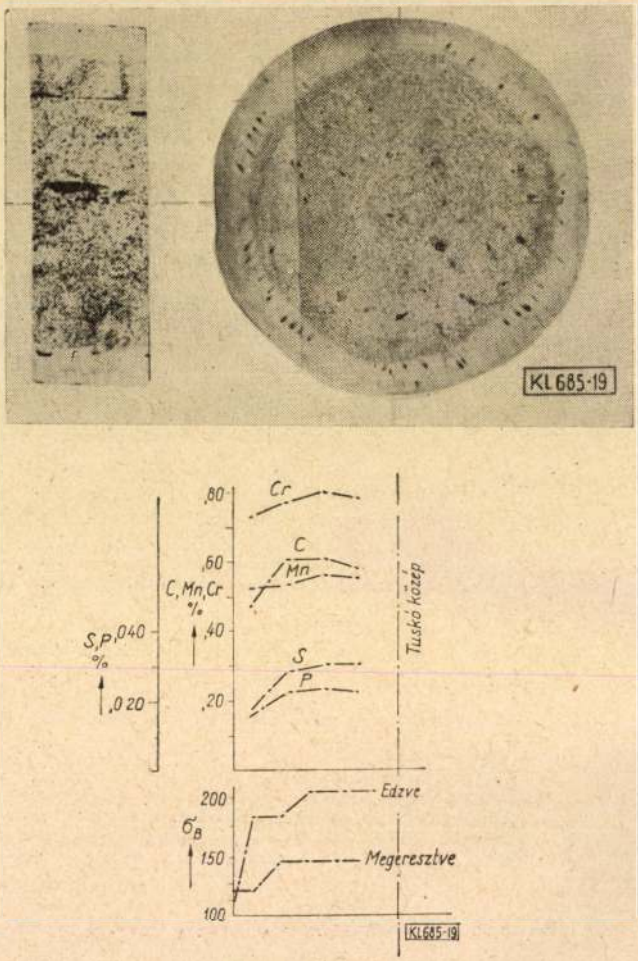
A próbák állapota: 680 C°-on 8^h-ig lágyítva

Hely a tuskón	Próba	σ_B, kg/mm²		δ_{10}, %	
		V	L	V	L
Felső rész	Hossz	35,1	30,4	32,1	25,1
	Kereszt	41,3	30,4	42,7	23,8
Középső rész	Hossz	33,5	32,4	31,2	26,1
	Kereszt	38,1	34,1	44,0	23,5
Alsó rész	Hossz	33,7	30,2	30,5	25,9
	Kereszt	34,5	30,2	39,4	23,2

V = vákuumban öntött acél
L = levegőn öntött acél

Az 5. táblázatból az a következtetés vonható le, hogy a vákuumban kezelt tuskóból gyártott szalag nagyobb szilárdság mellett nagyobb hossz- és főleg nagyobb keresztirányú nyúlást mutat.

A Si-mentes karbidsalak alatt kikészített Cr—Ni—Mo süllyesztékadag 270 mm Ø-jű vastag, tuskó közepéről kivett tárcsáját a kovácsolás után hideg levegőáramban hűtöttük le pehelypróba céljából. Pelyhet a mélymaratott próbán nem lehetett ugyan felfedezni, de a szelvény sugárirányú heterogénitása a *19. ábrán* jellegzetesen mutatkozik.

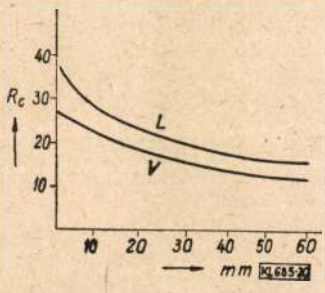


19. ábra. A 22455. sz. NiCr S1 adag 270 mm ø-jű bugájának összetételeloszlása, valamint szilárdság-alakulása az edzés és megeresztés után. Alakítás mértéke 4-szeres.
Adagelemzés C = 0,54 %, Si = 0,04 %, Mn = 0,50 %, S = 0,027 %, P = 0,029 %, Cr = 0,74 %, Ni = 1,52 %, Mo = 0,35 %

A tárcsát elvágva 850 C°-ról olajba edzettük, majd megeresztettük. A jelentős mértékű keménység-gradienst a kémiai összetétel indokolja: a C-tartalom a külső rétegben 0,07%-kal kisebb, a szelvény belsejében pedig 0,06%-kal nagyobb, mint az adagelemzés C-tartalma. Jelentősen dúsult a S, kevésbé a Mn, Cr és a P, míg a Ni és a Mo gyakorlatilag egyenletes eloszlást mutat. Ilyen jelentős sugárirányú tuskó heterogénitás természetesen nem kedvező a felhasználás szempontjából.

Az edződésre egy 10 CrMo 9,10 minőségű adag (kemencében Si-vel dezoxidálva) vákuumban és normális nyomáson öntött tuskójából kimunkált próba mutatta a legnagyobb eltérést: *20. ábra.*

Irodalmi adatok alátámasztják azt a feltevést hogy a H_2-tartalom csökkenése az edzhetőség csökkenésével is jár. Egy CrV 135 adagból a tuskók felső, középső és alsó részéből készített edző próbák már nem mutatnak lényeges eltérést a tuskó alsó részén, nagyobb az eltérés a középső és még nagyobb a felső részen, főleg ha a legnagyobb tömegű CrV 135-minőségű gyártmánynak a 90 mm ∅-jű forgattyústengelynek olaj hűtésére jellemző 40 mm-es Jominy-távolságot vesszük alapul az összehasonlításhoz.



20. ábra. 10 CrMo9 10 minőségű acél normális nyomása és vákuumban leöntött tuskóiból származó próbákon felvett edzhetőségi görbék

V = vákuumozott, L = levegőn öntött, adagszám 31 670, minőség = 10 Cr Mo9, 10, edzési hőfoka 920 C°, összetétele: C 0,11 %, Mn 0,41 %, Si 0,32 %, S 0,019 %, P 0,020 %, Cr 2,21 %, Mo 0,98 %

Az edzhetőség-csökkentő hatást próbáltuk kihasználni a kiváló minőségű, felületen csak vékony rétegben edződő szénszerszámacél előállításakor. A Si-mentes karbidsalak alól csapolt és egyensúlyi oxigéntartalomtól elég távol álló adagot az alábbi összetétellel öntöttük le a vákuumkamrában öntőlapon álló kokillákba :

S = 0,017 %
P = 0,027 %
C = 1,02 %
Si = 0,04 %
Mn = 0,32 %

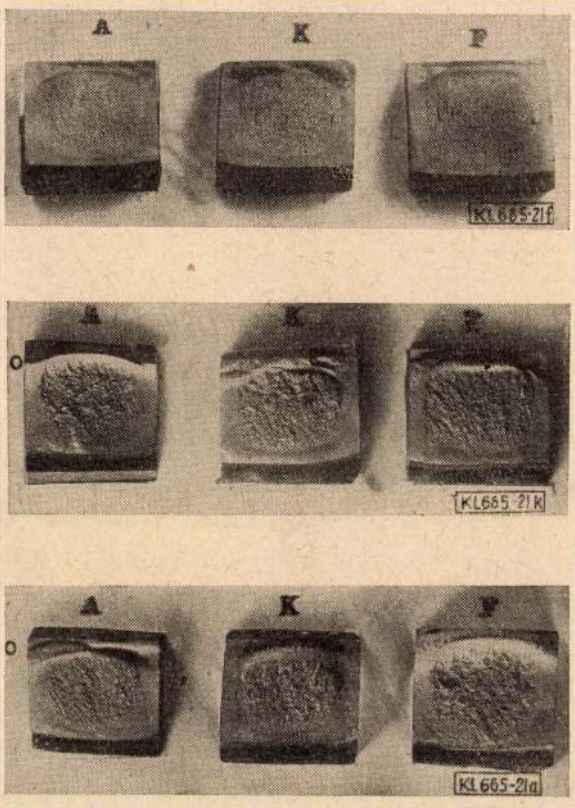
A tuskók egyikéből kikovácsolt Kubasta-sorozatot a *21. ábra* szemlélteti.

A töretek egyenletesek, durvulási hajlam nem fedezhető fel és az edzett réteg vastagsága is aránylag vékony.

Korrózióállóság vizsgálatsorozat keretében rendesen gyártott, Ti-nal stabilizált 18—8 típusú saválló acélt hasonlítottunk össze üstből-üstbe vákuumozott, Ti-nal nem kezelt acéllal.

Megállapíthattuk, hogy a Ti stabilizáló hatását nem tudta pótolni a rendelkezésre álló nem elég kis nyomáson végbemenő dekarbonizáció.

A különböző minőségű acélok salaktisztaság szempontjából nem mutattak általánosan jobb eredményt az adott mértékű vákuumban való kezelés után, mint anélkül.



21. ábra. A 12267. adagsz. (S 101 minőségű) Kubasta-próbái

A szivattyútelep leszerelése

Az eredeti tervnek megfelelően a vákuumos kísérletsorozat első szakasza után leszereltük, illetve átépítettük a berendezést. A porleválasztó berendezés egyes részeiben felgyülemlett porból elemzéseket végeztettünk és azokat a *6. táblázatban* foglaltuk össze.

6. táblázat

A porleválasztó berendezésben összegyűlt por vizsgálatának eredményei

	A próbavétel helye		Huckingeni berendezés
	Porleválasztó	Porleválasztó utáni cső	
	%		
Fe_2O_3	21,0	45,6	4,10
FeO	14,3	9,2	11,95
MnO	6,0	2,9	0,05
SiO_2	n. h. m.	n. h. m.	0,25
Al_2O_3	5	n. h. m.	0,25
MgO	n. h. m.	0,5	—
S	n. h. m.	n. h. m.	0,80
CuO	0,5	0,5	0,36(Cu)
ZnO	12,5	7,3	1,31(Zn)
PbO	15,8	11,1	0,76(Pb)
Na_2O	—	—	4,40
K_2O	—	—.	41,10
Cr_2O_3	1,0		n.h.m.
SnO_2	3,6	2,7	n.h.m.

n. h. m. = nem határozták meg.

A vizsgálat eredménye főbb vonásokban egyezik a Huckingenben működő szivattyútelep vizsgált porával, csupán alkálioxidokat nem találtunk a porban. Az alkálioxidok az üstben való vákuumozás alatt, főleg 200 torr körül, nagy füstképződés közben az üsttéglából kerülnek a gáztisztítóba. Ezért a ciklon szűrőt Raschig-gyűrűs szűrővel kellett felváltani, mert különben a Roots-

szivattyúkon a lerakódást és melegfutást nem tudták volna kiküszöbölni. Egyébként az üstben való vákuumozással kiváló eredményt kaptak [12].

Összefoglalás

A csepeli kísérleti vákuumberendezéssel zömmel 20—40 torr nyomáson 79 alkalommal hajtottunk végre acélkezelést.

A kísérletek során a személyzet gyakorlatra tett szert az új eljárás különböző fajtáival kapcsolatban.

Megállapítottuk, hogy a vákuum alatt öntött és az öntés befejeztével a vákuumot megszakítva gyártott tuskók általában heterogénitást mutatnak, főleg radiális irányban. Ha ez a heterogénitás a kisebb nyomáson és esetlegesen a leöntés után is tovább folytatott vákuumozás mellett sem küszöbölhető ki az üstből-üstbe történő, vagy magának az adagot tartalmazó üstnek kamrába való helyezésével, lefolyó kezelését és utána normális nyomáson végrehajtott öntést kell előnyben részesíteni. Ez az utóbbi eljárás illeszthető be a legkisebb nehézséggel a hagyományos gyártási láncba.

A minimálisan 680 kg súlyú tuskók alsóöntésére — főleg lágy acélra — elfogadható eljárást alakítottunk ki.

A kiszolgálás időinek csökkentésére a kamrafedőt megfelelően át kell szerkeszteni, figyelembe véve az ötvözőadagolásra szolgáló berendezés kialakítását is.

A vákuumban való acélöntés csepeli tapasztalatainak ismertetése nem lenne teljes anélkül, hogy köszönetet ne mondanék a Csepel Vas- és Fémművek Vezérigazgatóságának és az Acélmű Igazgatóságának azért a támogatásukért, amely nélkül a kísérleti berendezés felállítására és erre a beszámolóra sem került volna sor. Köszönettel tartozom ezenkívül mindazoknak a munkatársaimnak, akik a vákuumos acélkezelés problémáját magukénak érezve támogatták és előbbre vitték a kísérleteket.

A kísérletek ezzel a beszámolóval nem zárultak le Csepelen, mint ahogy nem tekinthetők befejezettnek még a nagy ipari államok egyetlen gyári kutató intézetében sem. Munkánknak akkor volt és lesz értelme, ha ehhez szerte a világon folyó munkához a magunk erejéhez, lehetőségéhez mérten műszaki igényességgel kimunkált újszerű adalékokat szolgáltatunk.

IRODALOM

[1] *Tix, A.:* Betriebliche Anwendung der Stahlentgasung im Vakuum, besonders bei grossen Schmiedeblöcken. Stahl und Eisen, 1956.

[2] *Harders, F.—Knüppel, H.—Brotzmann, K.:* Die grosstechnische Behandlung von Stahlschmelzen unter vermindertem Druck. Stahl und Eisen, 1956. dec. 27.

[3] *Samarin, A. M.—Novik, L. M.—Cukanov, G. E.:* Vakuumnaja obrabotka bessemerovskoj sztali. Sztal, 1959. márc.

[4] *Henke, G.—Hess, W.:* Auskochen von unberuhigt vergossenem weichem Stahl unter Vakuum. Stahl und Eisen, 1959. ápr. 2.

[5] *Szipka, K.—Zborovján, L.:* Tanulmányúti jelentés. 1958. dec.

[6] *Eminger, Z.—Kinsky, F.—Kletecka, Z.:* Bedeutung des Giessens von Stahl unter Vakuum für die hüttenmännische Praxis. Neue Hütte, 1957. okt.

[7] *Tix, A.—Bandel, G.—Coupette, W.—Sickbert, A.:* Erfahrungen bei der Entgasung von Stahl nach dem Vakuumgiessstrahl-Verfahren. Stahl und Eisen, 1959. ápr. 16.

[8] *Eminger, Z.—Kinsky, F.:* Az acél vákuumban való öntési kísérleteinek eredményei. I. r. öntött állapot. Hutnické Listy, 1956. 6. sz.

[9] *Eminger, Z.:* Muschelbrüche in Nickel-Vanadin Stählen. Neue Hütte, 1959. okt.

[10] *Hoff, H.—Kopineck, H. I. — Opfer, G.:* Giessstrahlentgasung von unberuhigtem weichem Stahl. Stahl und Eisen, 1959. ápr. 2.

[11] *Dr. Verő J.:* Acél gáztalanítása vákuumban. Kohászati Lapok, 1959. dec.

[12] *Speith, K. G.—Ende, H.—Pfeiffer, A.:* Die Vakuumbehandlung von Stählen in der Giesspfanne: Stahl und Eisen, 1960. május 26.

KITÜNTETÉS

Kormányunk *dr. Sövegjártó Jánost*, a műszaki tudományok kandidátusát, a Magnezit Tűzálló-anyaggyár kutató mérnökét, a krómmagnezit-tégla minőségének tökéletesítéséért, a magnezitércek, valamint a dolomitok zsugorítására vonatkozó találmányaiért a Kossuth díj III. fokozatával tüntette ki.

Sövegjártó Jánost a Vaskohászati Szakosztály vezetőségének, a Kohászati Lapok Szerkesztő Bizottságának tagját a szép kitüntetés alkalmából Egyesületünk valamennyi tagja nevében szeretettel üdvözöljük.

Nagyteljesítményű drót- és finomsorok tervezése[1]

LEMM, HANS PÉTER

(Folytatás)

Dk.: 621.777.778

B 3. Vastagszelvények hengerlése nagyteljesítményű dróthengersorokon

A dróthengersorokon a megkívánt szelvényt abból az állványból igyekeznek kivenni, amelyen azt az üregezés rendje még lehetővé teszi (15. és 17 B, illetve 17 C ábrák). Hengerléstechnikailag ennek egy sor előnye van, mivel a munkamenet a szelvény kivételét megelőző állványokban változatlan marad. Ilyenkor az egyszer lerögzített anyagfolyást a feleslegessé vált hengerállványok kiszedésével — amint az a rúdhengersorokon szokásos — nem kell megszakítani.

Így leszedhetők a készsorozatból az állványok számától függően körszelvények 5—10 mm között, esetleg még 12 mm-es is. A készsor előtt fekvő középnyújtósor is felhasználható nagyobb szelvények gyártásához. Ha az utóbbin hurokkal hengerlünk, úgy ezekről enyhébb türésű követelményekkel bíró termék (betonacél) hozható ki. Pusztán két hurok azonban nem elegendő csavaracél hengerléséhez. (Tűréskövetelmények a *2. táblázatban* vannak feltüntetve.)

Ilyen soron 20 mm ∅-jű acéllal, mint felső határral meg kellene elégedni. A csévéléshez Garret-csévélők szükségesek, ezeken még 25—28 mm-es ∅-t is csévélünk. További követelmények megfelelő karika átmérővel biztosíthatók, de ilyen felcsévélt vastag szelvényekből alig jelentkezik igény.

Olyan elrendezésből, melyben a hurok 180°-os (11. ábra) nagyobb szelvény hengerlésekor néhány állványt ki kell emelni. Az utolsó hengerekben az összes hengerlendő méretre üreget kell bevágni. Egymás mögötti elrendezésből S-hurokkal (15. ábra) a kívánt szelvény ott vehető ki, ahol az az üregezésnek megfelel.

Ha a nagyobb szelvény türése is szűk, akkor több hurokkal kell hengerelni. Ez egy külön elhelyezett köracél készsorral biztosítható. Utóbbival az az előny is jár, hogy a drótsori készhengersor állványait a köracélhengerlés alatt ki lehet cserélni, s ezzel hengercsere idő is megtakarítható *(18. ábra)*. Hacsak mód van rá a szűktürésű köracélokat finomsoron kell hengerelni, ahol hűtőpad és Garret-csévélő is rendelkezésre áll.

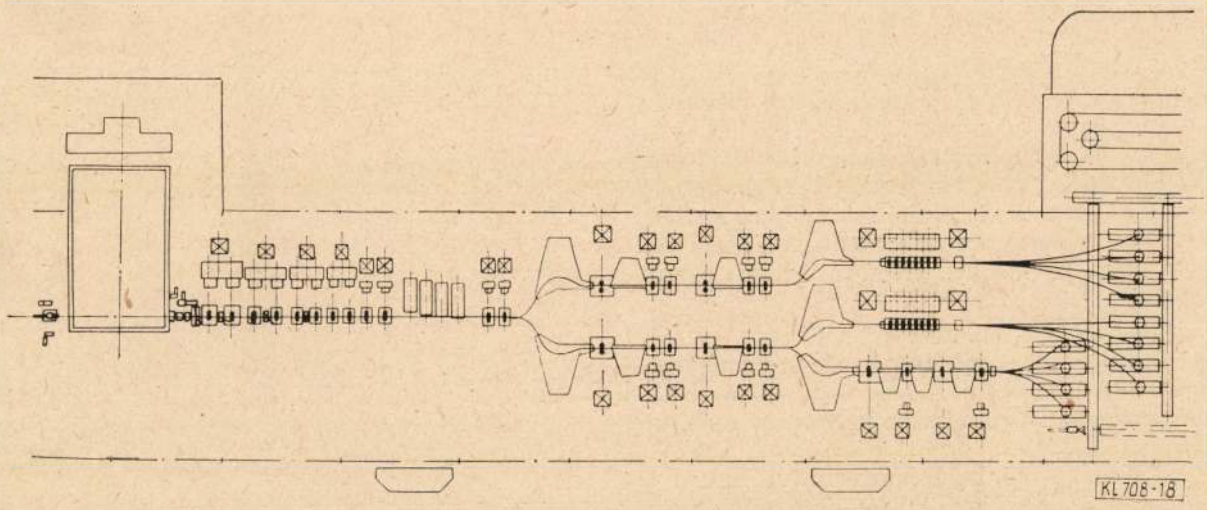
Kézenfekvő lenne a dróthengersorok mellé hűtőpadot is elhelyezni — ilyen berendezések is épültek már — s ezzel lehetővé válna a hengerelt-acélt egyenes szálakban is szállítani. (Vannak legombolyító és aprító gépek is, amelyek a csévélt köracélt kiegyenesítik és szálakká felvágják, de ezek elroncsolják a kék revét, amely a rozsdásodást nehezíti.) Elvileg dróthengersor mögé nem tanácsos hűtőpadot telepíteni. Egy megfelelően hosszú hűtőpad a szükséges kikészítő berendezésekkel együtt költséges beruházás. Ez rendszerint arra vezet, hogy a hengersorra a köracélon kívül

2. táblázat

Különféle acélok tűréskövetelménye

	∅ mm	Tűrés mm
A) Drótkötélhez acélhuzal .	5—7	±0,2
B) Láncacél	5—12 12—15	±0,2
C) Csavaracél, szegecsacél ..	7,75—15,5	±0,2
D) Különleges acél	5—11 12—15	±0,2 ±0,25
E) Automata acél	5—11 12—15	±0,2 ±0,25
(Ne legyen túl vastag, hogy a húzáskor a kívánt szilárdság elérhető legyen)		

[1] A Kohászati Lapok 1961. évi 3. számban megjelent dolgozat folytatása.



18. ábra. Folytatólagosdrótsor, finomhengersori csoporttal

négyzet, lapos, sőt alakosacélok hengerlését is rákényszerítik. Ezzel a sor elveszíti kizárólagos dróthengersor jellegét. Járhatóbb út egy finomsorhoz dróthengersori lépcsőt hozzácsatolni — ha erre igen nyomós ok van —, de nem helyes a dróthengersorhoz finomsort hozzákapcsolni.

B 4. Általános megjegyzések

Előnyös a dróthengersorok meghajtását meszszemenően felbontani, hogy a fordulatszabályozás révén a húzás csökkenthető legyen. Ez a szabályozás a hengerészek hosszabb begyakorlását és a szabályozás fegyelmezett betartását kívánja meg. Mivel erősebb húzás a hengerlés biztonságát növeli, nem használják ki a szabályozás adta lehetőségeket és a türést addig növelik, amíg a gyártmány még értékesíthető.

Folytatólagos drótsor teljesítménye

Egy dróthengersor havi teljesítményének megállapításakor figyelembe kell venni az átlagos hengerelt átmérőt.

Ez a teljesítmény az átlagos átmérő alapján havi átlagban a következő :

17 A ábra szerinti soron :
7,3 mm-es ∅ = 41,9 mm² = 100,
17 B ábra szerinti soron :
8,4 mm-es ∅ = 55,4 mm² = 132,
17 C ábra szerinti soron :
8,2 mm-es ∅ = 52,8 mm² = 126.

A nyilvánosságra hozott havi átlag teljesítményeket már sokszor helytelenül ítélték meg. A fenti példa mutatja, hogy a 17 B változat a 17 A-nál már csak a nagyobb átlagos hengerátmérő miatt is 32%-os többlet termelést ér el, bár a 17 A berendezés hátrányosabb helyzetben van, mivel a vékonyabb méretekben hengerelt drót zavarlehetősége nagyobb.

A hengersori elrendezés kiválasztása

Annak megítéléséhez, hogy melyik elrendezés tekinthető gazdaságosnak, ahhoz nemcsak a teljesítményt kell a beruházás költségeivel szembeállítani, de a biztos munkamódot, a jó árukihozatalt, a hengerelt huzal megkívánt türését is figyelembe kell venni (amint azt a mostani fogyasztás és piac megkívánja). Nem egyszerű a különféle elrendezések adatait egybevetni, hiszen azonos berendezés más-más helyen különféle viszonyok között dolgozhat. A hengerelt drót minősége nem egyedül az elrendezéstől függ, de nagymértékben függ a kiszolgáló személyzet munkájától is. Ismeretesek azonos elrendezésű hengersorozatok, melyeknek a hengerlési programja egymástól erősen eltér.

Tájékoztatás céljából alantiakban óránkénti teljesítményeket sorolunk fel. A műszakteljesítmény megállapításához még egy 0,75—0,85-ös szorzótényezőt is számításba kell venni a műszakóraszáma mellett.

1. Kisteljesítményű hengerművi berendezés, amelyen ma mindig ± 0,25—0,3 mm-es türést kellene megkövetelni a 12. ábrán látható. A berendezés legfeljebb csak két érben hengerel. A hengerlés kilépő sebessége 32 m/s. A készállványok száma 8.

Óránkénti teljesítmény 30—32 t 5 SWG drótból (5,385 mm-es).

2. Ha durvább türés is megfelel, éspedig kb. ± 0,3 mm és efelett, akkor az előbbi berendezés használható, azonban már három érrel is lehet hengerelni. A hengerlés kilépősebessége ekkor 26—28 m/s. (Három ér kisebb sebességet enged meg.)

Óránkénti teljesítmény 36—38 t 5 SWG drótból (5,385 mm-es). Azzal természetesen tisztában kell lennünk, hogy az újabb sorozatelrendezésekkel szűkebb türések biztosíthatók.

Az említett sebesség tandemcsoportos telepítés mellett (13. ábra) mintegy 10—15%-kal nagyobb lehet, ennek megfelelően a teljesítmény is növekszik. Az ilyen sor — kis beruházási költség/órateljesítmény mellett — valószínűleg a leggazdaságosabb.

3. Ha a *2.* alattinál nagyobb teljesítmény szükséges, de szűk türések tartásával, akkor a 14. ábra szerinti, 2 × 2 = 4 érrel dolgozó sor felel meg. A hengerlés kilépősebessége 32 m/s-ig terjedhet, az óra teljesítmény kb. 55—60 t 5 SWG (5,385 mm) acéldrótból.

A középnyújtósortól kezdődő kéteres hengerlés olyan türést biztosít, amely a mai követelményeknek megfelel. Erre a célra olyan elrendezés is választható, ahol S-hurok is van, ha nagy méreteket is kell hengerelni.

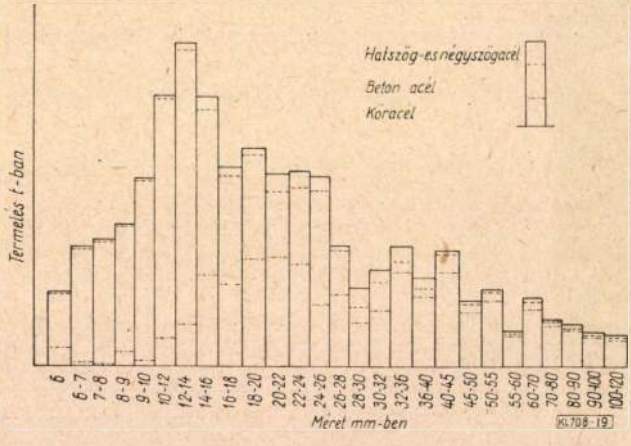
C) Finomsorok

C 1. Általános rész és hengerlési program

A fentebb elmondott általános irányelvek legnagyobb részben a folytatólagos elrendezésű finomsorokra is érvényesek.

Az az általános szabály, hogy nagy teljesítményre egycélú sorokat kell építeni, a hengerlési program szűkítését jelenti.

A hagyományos beosztást (Puppe könyvéből véve) a *3. táblázat* mutatja be. A 8—35 mm-es köracél tartományra három hengerátmérőt ad meg, sőt laposacélra 20—100 mm-es tartományra



19. ábra. Nyugat-Németország rudacéláru termelése kör-, négyzet- és hatszögacélban

3. táblázat

Finomhengersorok hengerlési programja

A hengerek ⌀-je	Szelvények					
	⌀	▱	⊢*	I	[	L
500	50—90	40—80	75—135 6— 25	12—16	10—14	50—90
450	35—70	35—60	50—100 6— 25	8—12	2,5—10	40—70
400	25—50	25—40	40— 80 6— 20	8—10	5—8	35—50
350	15—35	15—30	25— 60 6— 15	—	4—6,5	30—50
325	10—30	10—30	20— 50 6— 15	—	3—5	25—40
300	8—25	8—20	20— 40 6—13	—	3—4	20—30

* A felső szám a szélességet, az alsó szám a vastagságot jelenti.

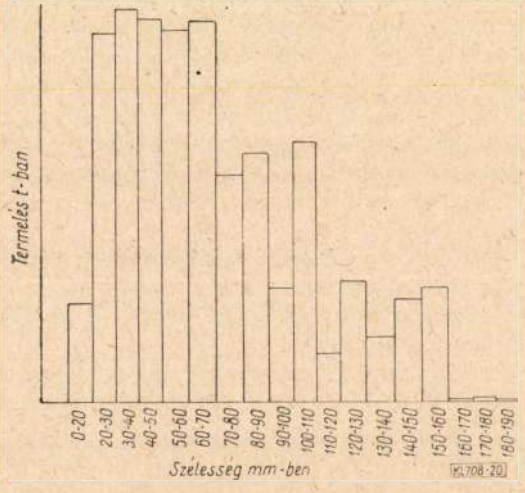
5 hengersort. Régebben a hengersorok számát, illetve a hengerátmérőket ezek szerint választották meg.

A folytatólagos hengersorok teljesítménye nagy, beruházási költsége magas, ezért kézenfekvő a hengerlési programot szélesre tervezni, anélkül, hogy a sor többcélú sor lenne. A 8 mm-es köracél a finomsorok alsóhatára, mert a 8 mm-es köracélt sokszor szálban rendelik, ezért hűtőpadra kell futtatni. Mivel ilyen kis keresztmetszet a hengersor teljesítményét tetemesen csökkenti, azért az alsóhatárnak a 10 mm-es köracélt célszerűbb tekinteni, tehát egy kb. 50%-kal nagyobb keresztmetszetűt, amely azonos sebességgel hengerelhető. Nem lesz a jövőben könnyű a 8 mm-es átmérőt a drótsorokra áttenni (pl. a szűk türésű csavaracélt). Azonban a 8 mm-es méretre is jól kihasználható a finomsor, ha az ilyen méreteket gyorsabb hengerlés mellett felcsévélik. Így a teljesítmény 40—60%-kal növelhető.

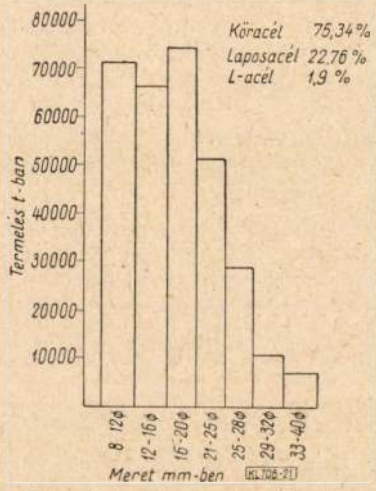
A felső határt lényegében a szükséglet határozza meg. A zöme a szükségletnek 8 és 28 mm között van, de a határ 40 mm-re is kitolható *(19. ábra)*. A laposacélból a rendelések zöme 20—110 mm között jelentkezik *(20. ábra)*. A megadott mérethatárokon belül a szükséglet egy folytatólagos finomsoron kihengerelhető. Egy finomsor két évi termelésének fajtamegoszlását a *21. ábra* szemlélteti. A készsori hengerátmérőktől — és az általános elrendezéstől — függ a hengerelhető L-acélok mérete, amely rendesen 60 × 60 vagy 70 × 70 szokott lenni.

Röviden a mai helyzet a következő: a finomsorok hengerlési programját kibővítik, hogy a legkedvezőbb foglalkoztatást biztosítsák. Ha nagyüzemekben olyan teljesítmény követelmények állanak fenn, amelyek több hengersor létesítését megengedik, akkor természetesen a hengerlési programot ennek megfelelően kell elosztani. Már itt megemlítjük, hogy egy folytatólagos finomsor teljesítménye évi 250 000—350 000 t-ra tehető.

A *4. táblázat* két üzemben levő hengersor programját mutatja be. A vastagabb méretek nagyobb hengernyomása nagyobb hengerátmérőt



20. ábra. Nyugat-Németország laposacél termelése



21. ábra. Egy finomhengersor teljesítményének méreteloszlása 2 év alatt

4. táblázat

Két elkészült hengersor programja

Készsor	A	B
	henger ∅	
	320	360
∅-acél	8—35	12,5—63,5
⊢-acél	20—100	24—127
L-acél	20—60	25—75
U-acél	30—50	76—100

és vastagabb csapot kíván. Tehát nem elegendő a különféle átmérőjű hengerekhez — azonos csapméret mellett — egyetlen hengerállvány. Ha a hengerlési programot ki kell szélesíteni, akkor a készállványt, vagy a készsori állványok egy részét kell nagyobb hengerátmérővel ellátni. Ilyen esetben megfelelő méretű tartalékállványokról kell gondoskodni.

Ennek a követelménynek a teljesítése a következőkre gyakorol befolyást:

1. A készsor motorteljesítményére.
2. Az induló szelvényre, mert nagyobb szelvényekhez nagyobb induló méret szükséges.

Például, ha 80 ⧄-ból 50-es ∅-jű köracélt hengerelünk, akkor a keresztmetszetek viszonya 64 : 19,6. A szál hosszabbodása 3,26-szoros. Tehát 12 méteres bugából 39 méteres készhossz lesz. Az átmunkálás kevés, a hossz a hűtőpadhoz képest rövid. 100-as induló buga még kb. 60 m hosszal elfogadható.

A 16 mm-ig a köracélokat két érben hengerlik, ha a motorteljesítmény ezt megengedi. A motor nagyságát legtöbbnyire a laposacél és az alakosszelvény szabja meg.

Folytatólagos finomsorok köracél, laposacél, L-acél és U-acél hengerlésére alkalmasak. A bonyolult szelvények, így egyenlőtlenszárú L-acél, T-acél stb. is hengerelhetők folytatólagos hengersorokon. Azonban ezek hengerlése már több nehézséggel jár, így az üregek kipróbálásához több szál szükséges. Ha pedig a hengert utánesztergálásra ki kell cserélni, a hosszabb várakozási idő alatt is, más szelvényből is nagyobb mennyiséget kellene hengerelni. Közismerten ezekből a szelvényekből az igény általában igen kicsi. Tudomásom szerint Nyugat-Németországban ezeket a bonyolult szelvényeket folytatólagos soron még nem hengerelték.

Célszerűbb ezeket a szelvényeket a meglevő, egyszerű, nyitott sorokon gyártani és a folytatólagos sorokat velük nem terhelni.

Az alakos szelvények részesedése a folytatólagos finomsorokon nagyon eltérő, 2—20% között ingadozik.

C 2. Abroncshengerlés folytatólagos finomsoron

Több irányból fel-felbukkan az a törekvés, hogy folytatólagos finomsorokon abroncsacélt hengereljenek.

A folytatólagos finomsoron abroncsacélok hengerlése különleges rendszabályokat kíván. Az előnyújtósorba torlóhengereket kell beépíteni, hogy az abroncsélek tiszták legyenek és különféle szélességű abroncs legyen hengerelhető. A kemence különféle szélességű laposbugák befogadására legyen alkalmas. A középnyújtósoron, valamint a készsoron több torlószúrásra van szükség, mint lapos és L-acél hengerlésekor. Az abroncsacélok szűktürésének követelményei miatt célszerű még egy csoport különleges állványt, elsősorban quartót a sorhoz csatolni. Az összes motort a lapos szúrások nagyobb erőszükséglete miatt a finomsorok szokásos motorjainál erősebbre kell választani. Ezenkívül abroncs-motollát és abroncskikészítőt is kell létesíteni.

Míg a köracélokra berendezett hengersoron, idomacélt és laposacélt különösebb nehézség nélkül lehet hengerelni, addig az abroncshengerléshez nagyobb beruházásra és a hengerészek tetemes átképzésére van szükség. Ha ma a piacon eladható keskenyabroncsot akarunk gyártani, az csak első osztályú áru lehet. Ez csak gondosan tervezett és összehangolt hengersorral lehetséges, rövid testhosszú hengerekkel, quarto állványokkal. Végül pedig a hengerészeket igen jól be kell gyakorolni.

Egy finomsort átállítani keskeny abroncsacélra nehéz. Ha csak nem áll fenn igen nyomós ok, finomsoron az abroncshengerlést kerülni kell. (Természetesen kisebb teljesítményű hengerművekben előfordulhat, hogy hengersorok különféle kombinációja válik szükségessé.)

C 3. A bugák mérete

A buga keresztmetszete és hossza megszabja a tekercs súlyát, illetve a hengereltszál hosszát. Finomsorokon 60-as, 80-as, vagy 100-as ⧄-ű buga a szokásos induló méret. Mennél nagyobb a bugasúly, annál kevesebb a hengereltszál és ezáltal kevesebb a véghulladék, és annál jobb a sor kihasználása, .

A buga hossza legyen a lehető legnagyobb (Európában 10—12 m, az USA-ban 14 m). Nehogy a szúrásszámot feleslegesen növeljük, a buga 100 mm ⧄-nél ne legyen vastagabb. Ilyen méretű buga az ismert tolókemencékben alsótüzelés nélkül még egyenletesen áthevíthető. Csak 110 mm-től felfelé szükséges alsó tüzelés. A hengersoron hengerlendő legnagyobb idom-, illetve köracél mérete az induló-buga méretétől is függ. Ha a kiinduló buga 60-as ⧄, akkor abból 50-es L-acél vagy 80 × 20 ⊢-acél, a 80-as ⧄-ből 65-ös L-acél, 100 × 25 ⊢-acél, a 100-as ⧄-ből 80-as L-acél vagy 112 × 30 ⊢-acél hengerelhető.

A buga mérete és súlya közötti összefüggés az *5. táblázatból* vehető ki. A véghulladék egy 450 kg súlyú bugából a 120 m hosszú hűtőpadon 1—2 %-a a termelésnek. Ha a bugasúlyt a kétszeresére növeljük, például ha 100 ⧄-ből 12 m hosszal indulunk, a hulladék a felére csökken.

Általában az a törekvés, hogy csak egy bugaméret legyen az indulószelvény. A hengerlési program ezt legtöbbször nem engedi meg. Bizo-

5. táblázat

Összefüggés a buga mérete és súlya között

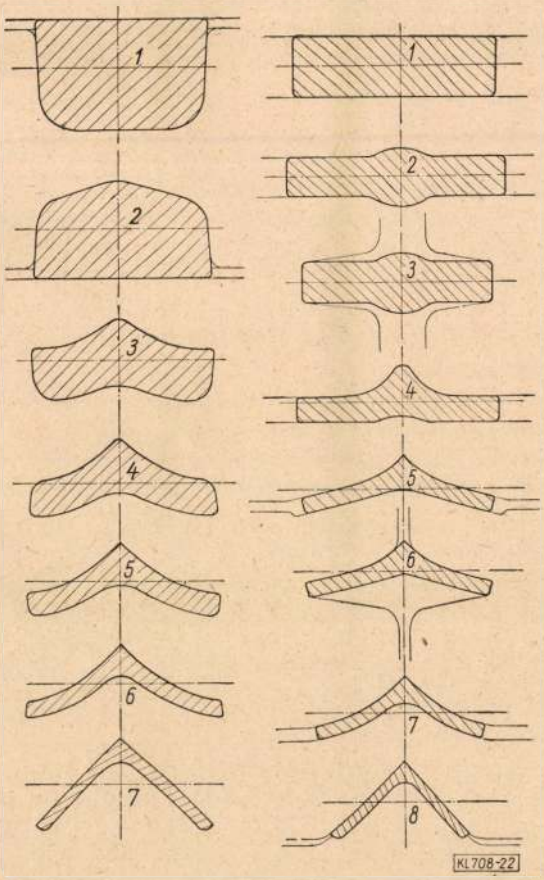
A buga mérete			Hossza
60 ⌀	80 ⌀	100 ⌀	
249 kg	443 kg	700 kg	9 m
277 kg	492 kg	785 kg	10 m
330 kg	590 kg	940 kg	12 m
389 kg	690 kg	1100 kg	14 m

nyos korlátozások között 80-as induló bugaméret elegendő. A fentebb említett programokhoz mégis egy második bugaméretre is szükség van. Ez a második méret lehet például 110 × 70-es vagy 100-as ⌀-buga. Ez utóbbiból például 20 mm-től kezdődő köracélok, lapos és idomacélok hengerelhetők.

Ezek a szelvények elvileg az üregezés módjától függően a laposacélokhoz hasonlóan hengerelhetők. Ebből érthető, hogy a nagyobb L-acélok hengerlését az előnyújtóban laposbugából kell kezdeni.

C 4. Üregezés és hengerlősebesség

Ezt a terjedelmes tárgyat csak röviden érinthetjük. Az egyes üregek keresztszelvénye az egyes hengerállványokban a kifutó-, a belépő sebességtől, a szúrás számtól stb.-től függ. A választott üregezés főként a lapos és idomszelvényekhez szolgáló torlóüregeket meghatározza *(22. ábra)*.



22. ábra. Folytatólagos finomsor L-acél üregezés. Baloldalon 60 × 60 × 6-os zárt üregezésben, jobboldalon pillangós üregezés 50 × 50 × 6 mm-es L-acélra

A szúrásszám az induló és készszelvény méretétől függ. Finomsoron középértékben még 24%-os fogyás is megengedhető. Egy ilyen hengersoron 10 mm-es köracélt 100-as bugából 23,6%-os átlagfogyással 18 üregből hengerelnek.

A készméreten kívül a hengerlő sebesség szabja meg a hengersor teljesítményét. A legnagyobb sebesség a következő lehet :

a) Hűtőpadra hengerléskor a legnagyobb sebesség 14 m/s. a hengersoron, az ennek megfelelő hűtőpadot 16 m/s sebességre kell méretezni.

b) Garret-motollára hengerléskor a legnagyobb sebesség kb. 20 m/s (nagyobb karika ⌀-re még ennél is nagyobb lehet a sebesség),

A legnagyobb végsebesség mégis csökken :

a) Ha a középnyújtón állványkihagyás miatt a készsor sebességét az előnyújtóéval össze kell hangolni.

b) Ha a motorteljesítmény a nagy sebességhez nem elegendő. Egy-egy nagyszelvény miatt helytelen lenne a motorteljesítményt nagyra felvenni. Mindenesetre a nagyszelvény, s főként a laposszelvény nagyobb motort kíván, mint a kis köracél. A nagyobb motorteljesítmény köracél hengerlésekor is kihasználható többberes hengerlés által, ami egyúttal teljesítmény növekedést is jelent. Több érben hengerelni 16-os, sőt 18-as ⌀-ig lehet.

A szűktürés mégis egyeres készhengerlést kíván. Ha mégis kéteresen, de szűktüréssel akarunk hengerelni, akkor két készsorra van szükség.

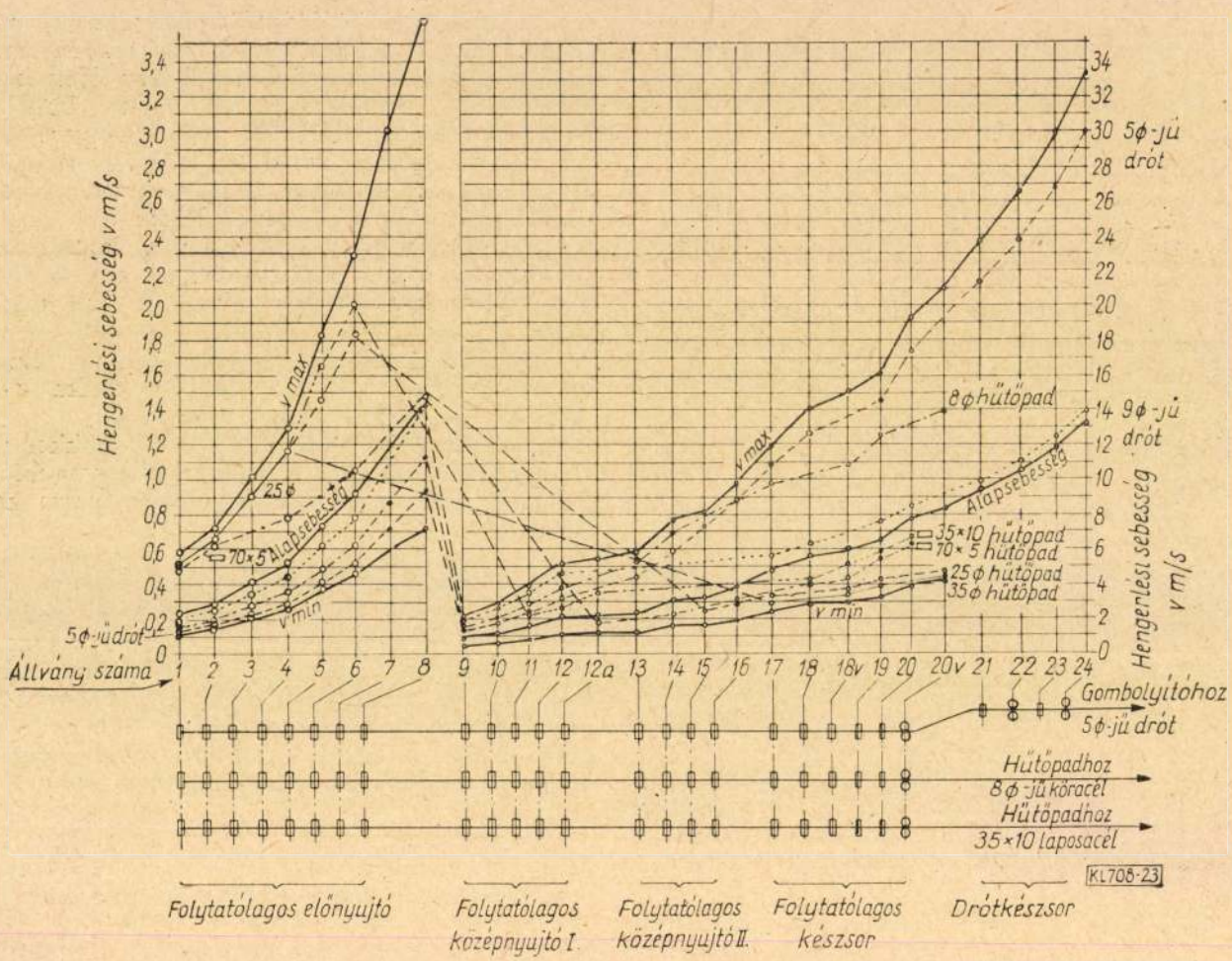
Erősebb motort követel az is, ha nagy karbontartalmú vagy ötvözött acélt hengerelünk, mivel ezeket hidegebben kell hengerelni. Erre a célra a motorteljesítményben 20—30%-os tartalék engedhető meg. Ha a motor erőssége adott, akkor lassúbb, vagy egy eres hengerléssel lehet ehhez alkalmazkodni.

A hengermű teljesítményét még a kemence is megszabja. A kemence teljesítményét úgy kell megválasztani, hogy a legkisebb méretet (10 mm-es ⌀) gazdaságosan melegítse, de a legnagyobb keresztmetszetűeket is megfelelőre hevítse fel. A legtöbbször kompromisszummal kell megelégedni. Legtöbbnyire 80 t/ó teljesítményű kemencét építenek, ha azonban a program zöme a felső határhoz áll közel 100 t/órás a kedvezőbb.

Ha a kisebb keresztmetszet (8—10-es köracél) a gyakori, akkor megfontolandó, hogy nem helyesebb-e 2 db 50 t/órás kemencét építeni. Ez különösen akkor jön szóba, ha csak egy készsor van és ezen a vékonyabb szelvényeket a szűk türés miatt — természetesen kisebb teljesítménnyel — egyérben hengerlik.

A havi teljesítmény a hengerlési program súlypontja szerint rendkívül eltérő. Olyan sorokon, melyek 10—40 mm-es köracélt hengerelnek elméletileg 28—35 000 t/hóra tehető. A hengersor kihasználási tényezője ekkor 0,8. Ez a tényező lényegében a hengermű elrendezésétől függ. Továbbá feltételeztük, hogy a tulajdonképpeni üzemidő kihasználása is csak 80%-os.

Az üregek elosztásának az egyes állványokra és ezáltal a motorerősség, valamint a hengerlő



23. ábra. Egy finomrúd- és drótsor egyszerűsített sebesség diagramja

sebesség meghatározásában még más tényezőknek is van szerepe. Ezeknek részletezésére itt nincs hely.

A finomhengermű helyszükségletét a hűtőpad hossza is erősen befolyásolja. Az igen nagy hengerlősebesség megfelelő kifutást kíván (távolság a repülőollótól a hűtőpad kezdetéig), de egy megfelelő hosszú hűtőpadot is, hogy a darab részére megfelelő fékutat biztosítson.

A hengersor teljesítménye és a motorok erőssége egy sor körülménytől függ, ezeknek a tényezőknek az összefüggése eléggé bonyolult. Ezek mellett a motorok szabályozási tartománya is különleges szerepet tölt be. A *23. ábra* egy példát mutat be egy finomsor szabályozási tartományára.

C 5. A finomhengersorok elrendezése

Az állványok számát a szúrások száma határozza meg. A helyes állványszám tehát, csak a teljes hengerlési terv alapján határozható meg, azaz egyes szúrásoknak a különböző állványcsoportokra való elosztása után.

Itt is szerepe van annak, hogy szűktüréssel óhajtunk-e hengerelni. Ebben az esetben a közbenső- és készsoron nem dolgoznak nagy fogyással.

A sima köracélok hengerléséhez, ha a darabelcsavarodást a szokásos módon megengedjük, elegendők a vízszintes hengerek. Ezzel a vékonyabb méretek kéteres hengerlése is adott.

Laposacélok hengerléséhez néhány torlószúrás számára okvetlenül függőleges hengereket is be kell iktatni.

Alakosacél hengerléséhez azonban néhány vaskosépítésű függőlegeshengerre is szükség van, főként a készsoron.

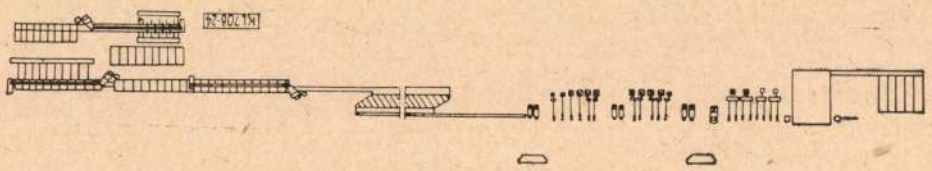
A köracélok szűktürésű hengerlésének feltétele az egyérben való hengerlés, az utolsó állványokban lehetőleg hurokkal. Ez a hengerlési mód vízszintes és függőleges állványokat tételez fel.

Ezt a kívánalmat az állványok ügyes elrendezésével lehet kielégíteni *(24. ábra)*.

A kis szelvények egyeres hengerlése azonban csökkenti a teljesítményt. Ezért arra törekszenek, hogy ezeket a köracélokat is szűktüréssel kéteresen hengereljék. Ekkor pedig két készcsoportra van szükség. A kétcsoportos hengerlés még egyéb előnyt is hoz *(25. ábra)*.

Nemcsak köracél hengerelhető kétérben, hanem kisebb laposacél is (például 40×6 ⊢-acélt kétérben hengerlik). Előny az is, hogy az egyik sort más szelvényre lehet azalatt átépíteni, míg a másik még hengerel *(26. ábra)*.

A 26. ábrából látható, hogy nemcsak a készállványokat, de a középnyújtókat is cserélni kell.

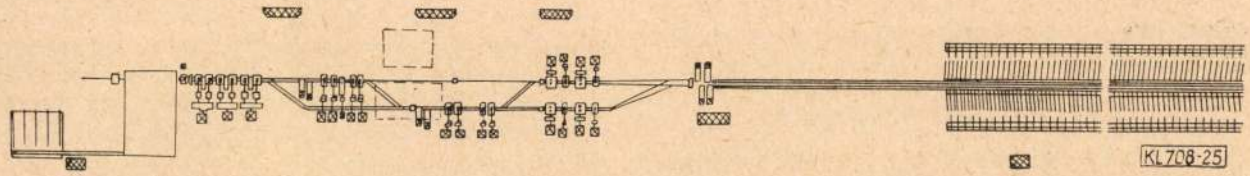


24. ábra. Egyeres folytatólagosfinomsor

A középnyújtó megfelelő elrendezésével a különféle idomok hengerlése során még további hengercserével egybekötött megkerülési lehetőség adódik. Ha a középnyújtót még tovább feldaraboljuk s az egyik részt oldalt állítjuk, akkor még egy sor szelvény hengerlése alatt lehetséges más szelvényre cserélni.

Az állványok gyors cseréje azonban nem elegendő. Elég hosszú idő szükséges ahhoz, hogy a hengersort a következő szelvényre bejárassák. Ezt a bejáratást azalatt lehet elvégezni, míg a sornak a másik része még folyamatosan dolgozik.

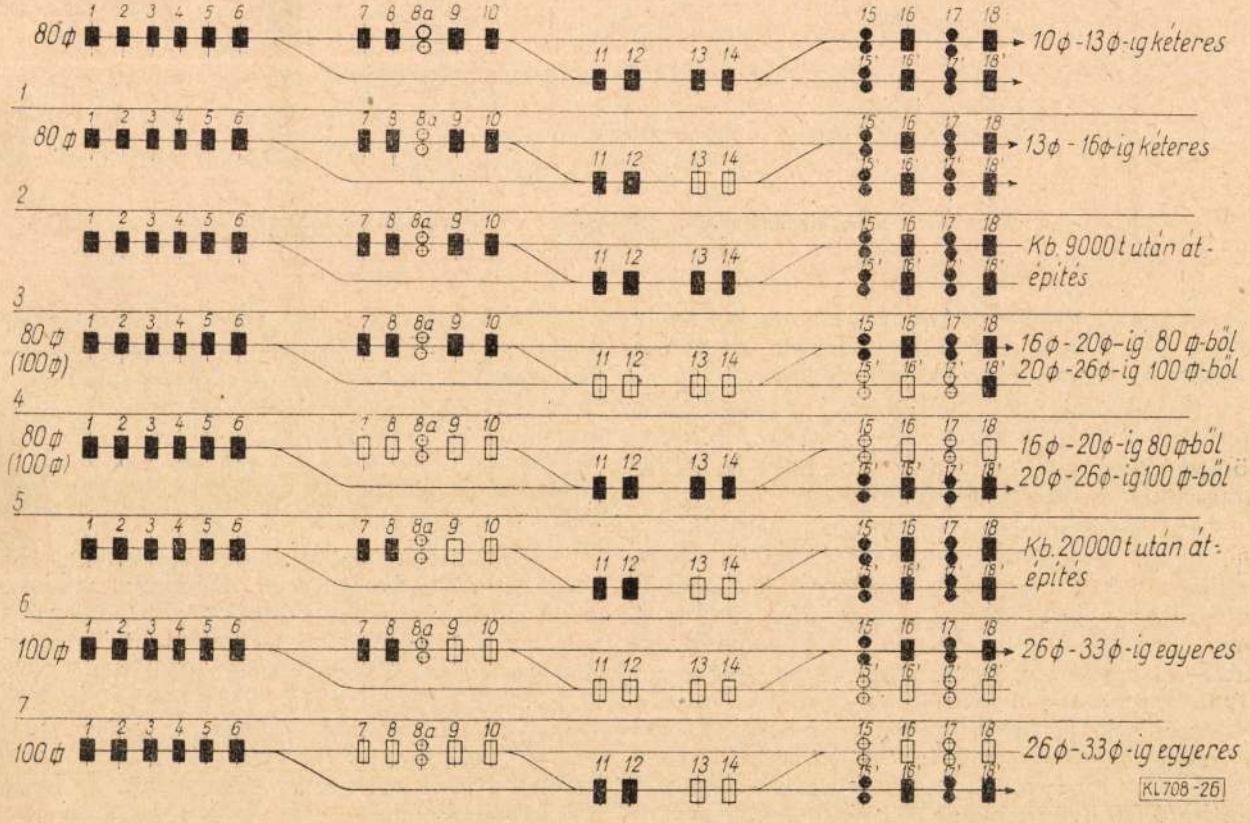
A hengercserék számának egy még megengedhető alsó határon való tartása céljából ter-



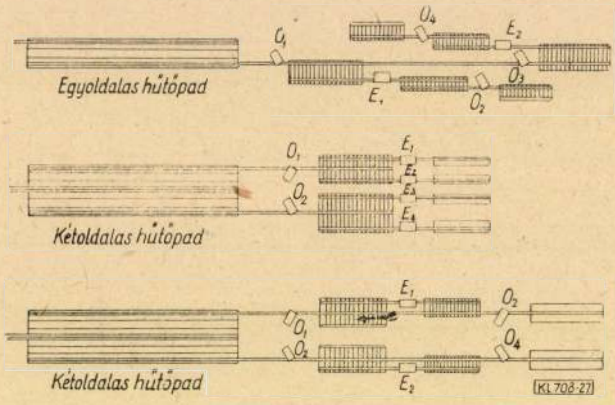
25. ábra. Több eres folytatólagosfinomsor

Természetesen a középnyújtó- és a készsor állványait gyors csereállványokká kell kiképezni. Az alaplemezen ezeket el lehet tolni, hogy az üregbeállításra készen álljanak. Ugyanazzal a berendezéssel a kapcsolóorsók is gyorsan oldhatók. Ehhez különleges orsókat használnak.

mészetesen a különféle szelvények üregeit a hengerekre úgy kell elosztani, hogy a szelvények egy bizonyos csoportját megfelelő sorrendben a hengerek cseréje nélkül hengerelhessük. A program helyes összeállításához ismerni kell az egyes szelvényekből rendszeresen várható igényeket.



26. ábra. Finomsori állványcsere elvi rajza (sötét a dolgozó, világos a nem dolgozó, vagy cserélés alatt álló henger)



27. ábra. Finomrúdkikészítő. A rudak egyengetése darabolás után
O = olló, E = egyengető

A finomsorok programja többnyire olyan széles, hogy a rugalmas sorozatelrendezés és a gyors állványcsere igen előnyös.

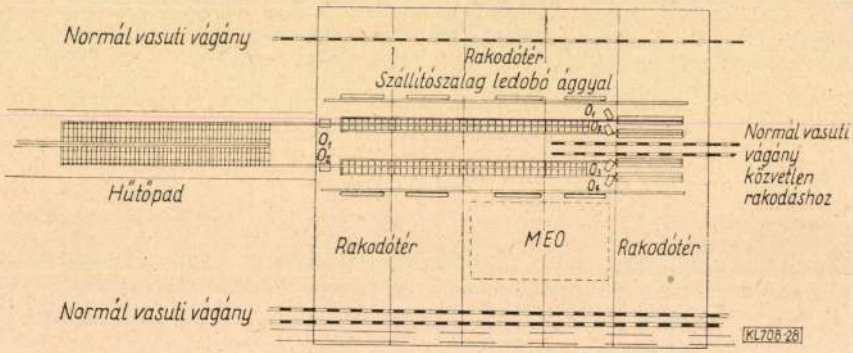
C 6. Hűtőpadok és kikészítők

A *27.* és *28. ábrák* egy és két hűtőpados telepítését, továbbá a különféle kikészítőgépek elrendezését mutatják (egyengetés teljes- és feldarabolt hosszban).

Finomhengerművekben többnyire az ollók s az őket követő műveletek képezik a termelés szűk keresztmetszetét. Ezért a kikészítőben a berendezést bőre kell tervezni. Legkedvezőbb egy kettős-hűtőpad, az ezzel adott kétszeres kifutóval. Minden kifutóhoz egy hidegolló kerül. Egy közepes körprogramhoz 500 t-s és 1000 mm késhosszúságú olló kerül. A kis köracélok termelése ezen könnyen áthalad. A 16-os köracéltól felfelé a végek sérülésének elkerülése céljából alakoskéseket kell használni.

Két olló a 120 m hosszú hűtőpadról jövő sori teljes termelést — 6 m-re és hosszabbra vágva —, biztonsággal felvágja. Ha a rudakat rövidebbre kell vágni, akkor termelés csökkenéssel kell számolni.

Idomok, például L- és U-acélok vágásakor, mivel azokat az alakoskésekbe be kell vezetni, két vágás között több meddő-idővel kell számolni. Mivel az idomacélokat legtöbbnyire egyengetni kell, hogy az egyengetéskor ne kelljen őket többször az egyengetőbe befűzni, kedvezőbb, ha felvágás előtt kerülnek 6 ms/-os sebességgel egyengetésre. Az egyengetés az ollóba való bevezetést is megkönnyíti. Mindenesetre ez a megoldás helyigényesebb (az egyengetőgép kifutója egyenlő hosszú a hűtőpaddal).



28. ábra. Finomrúdkikészítő. A rudak egyengetése hűtőpadhosszban
O = olló, E = egyengető

A program meghatározása és a különféle szelvények részesedése a termelésben meghatározza a kikészítőt és segédberendezéseit.

A termelés lebonyolítására rendesen két hűtőpad elegendő. Ennek az az előnye, ha nem többszöröshosszban egyengetünk, hogy az ollók kapacitása a feldarabolást győzi.

Ha kéteres sorokhoz két hűtőpadot állítunk be, akkor a gereblyés hűtőpad elegendő. Ilyen rendszerű hűtőpad a görgőrácsos hűtőpadnál jobban egyenget. Kéteres hengersorhoz építettek már egy hűtőpadot is, ekkor azonban a gereblyéshűtőpad mellé még görgősrácsot is szerelnek. Ilyen görgősrács a gereblyéshűtőpad befogadóképességének a többszörését is felveszi. Ezzel a megfelelő hűtés időtartama biztosítható. Egy egyoldalashűtőpad hátránya, hogy csak egy olló állítható fel, ilyenkor meg kell vizsgálni, hogy egy olló a hengersor termelésével meg tud-e bírkózni.

Ha a csarnok hossza ilyen elrendezést nem enged meg, akkor négy egyengető-gépre van szükség, amelyek a 30 m hosszú szálakat (többszörös hosszban) egyengetik. Ebben az esetben a hűtőpadról jövő darabokat fel kell vágni, majd az egyengetés után tovább aprítani. Ennek az elrendezésnek legnagyobb hátránya, hogy a hulladék tetemesen megnő.

A raktárterületet a havi teljesítmény 50%-ának befogadására tervezik. Célszerű a kikészítőt a hengerműcsarnokra derékszögben telepíteni, mivel akkor több daru egyszerre tud dolgozni. A raktárterület 60%-áig használható, míg a 40%-a a daru-közelítésre, utakra stb. részére szabadon hagyandó. Különleges berendezés, mint betoncsavaró, ultrahang és egyéb vizsgálóberendezés, alakos-hajlító stb. gépek részére külön helyről kell gondoskodni.

Az alumínium veszteségeinek tanulmányozása kriolittimföld olvadékokban, új módszerrel*

BALÁZS ENDRE aspiráns és BELJAJEV, A. I. egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora
Színesfém Főiskola, Moszkva

Dk. : 669.713.7

Az utóbbi időben az alumíniumelektrolízisben a timföld folyamatos adagolása iránt megnőtt az érdeklődés [1]. Ezzel kapcsolatban a kutatók előtt ismét felmerült a feladat, hogy az elektrolizáló kemencék kriolit-timföld olvadék elektrolitjainak azt a timföldkoncentrációját meghatározzák, melynek állandó fenntartása biztosítja a termelőegységek legjobb hatásfokú munkáját. E szempontból az alumíniumveszteségek tanulmányozása az említett olvadékokban érdeklődésre tarthat számot, elsősorban azért, mert az alumíniumveszteségek alakulása közvetlenül befolyásolja az elektolízis áramhatásfokát.

Kriolit-timföld olvadékokban előálló alumíniumveszteségeknek — a timföldtartalom függvényében való — alakulását a múltban már több ízben tanulmányozták [2]—[5]. A kutatók egyező módszerének lényege az, hogy ismert súlyú olvadt alumíniumgömböcskét meghatározott ideig grafittégelyben kb. 1000 C° hőmérsékleten kriolittimföld olvadékréteg alatt tartottak. Ezután a tégely tartalmát lehűtötték, a megszilárdult alumínium maradékot a dermedt olvadéktömegtől elválasztották, az olvadékmaradványoktól gondosan megtisztították, majd lemérték. A különféle összetételű olvadékokban mért súlycsökkenés egybevetése alapján alakítottak ki véleményt az alumíniumveszteségek alakulásának törvényszerűségeiről.

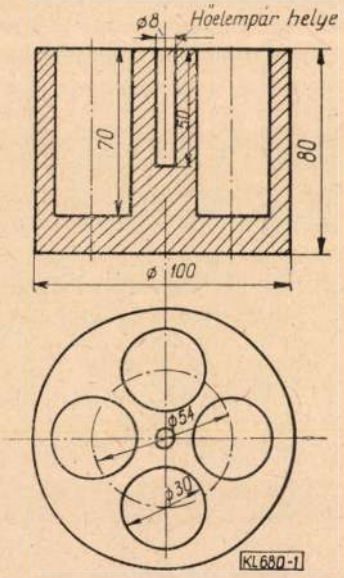
Bár a kutatók egyező kísérleti módszerrel dolgoztak, az elektrolit timföldtartalmának függvényében eltérő jellegű alumíniumveszteség változást állapítottak meg.

Lozskin szerint [2] állandó NaF/AlF_3 molarányú kriolit-timföld olvadékban az alumínium veszteségei a timföldkoncentráció növekedésével csökkennek. *Szekér* [3], *Vaclavik* [4], valamint *Beljajev* és *Firszanova* [5] szerint 2,6—3,0 NaF/AlF_3 molarányú elektrolitokban az alumíniumveszteségek egy bizonyos timföldkoncentráción maximálisak. E maximum az egyes kutatók szerint 5—10% timföldkoncentráció között változik.

Az a körülmény, hogy azonos kísérleti módszerrel kapott eredmények ily mértékben eltérnek, arra ösztönzött bennünket, hogy más elvekből kiinduló módszert dolgozzunk ki.

Az általunk kidolgozott új módszer jellemzői a következők :

1. Tégelyként olyan grafittömböt használtunk, amelybe több — itt leírt kísérletünk során négy — megegyező méretű tégelyüreget mélyítettünk. E tégelyüregek mindegyike önálló kísérlet, tehát minden kísérlet alatt egyidejűleg különféle összetételű olvadékokkal négy párhuzamos adatot nyertünk *(1. ábra)*. Ezzel kiküszöböltük a régebbi kutatások azon hibalehetőségeit, amelyek eltérő minőségű grafittégely anyagok használatában és az egyes kísérletek során nem teljesen megegyező hőfokviszonyokban rejlenek. Kívánatos ugyanabban a grafittömbben minél több tégelyüreggel dolgozni, így tovább növelhető az eredmények pontossága.

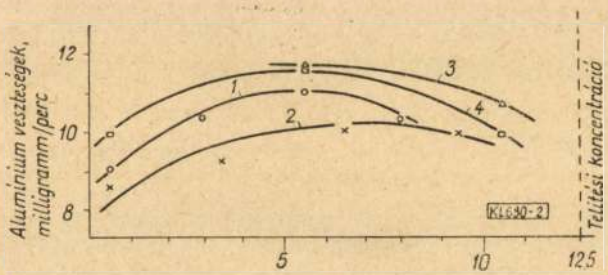


1. ábra. Négy tégelyüreges grafittömb az alumínium veszteségeinek kriolit-olvadékokban való vizsgálatához

2. Az alumíniumveszteségek sebességének viszonyát a tégelyüregekben levő olvadékokba egyszerre adagolt, megegyező súlyú alumíniumdarabkák *teljes* elfogyásához szükséges időtartamok alapján állapítottuk meg. Ezeket az időtartamokat meghatározni azért lehet, mert a kriolit-timföld olvadék alumínium jelenlétében „beköd ösödik", az alumíniumdarabka teljes felhasználódásakor (100%-os veszteség) pedig kitisztul (ismét átlátszóvá válik). Az alumínium teljes elfogyása tehát, az olvadékelektrolit vizuális megfigyelése útján a teljes kitisztulás időpontjával rögzíthető. Nyilvánvaló, hogy az alumíniumveszteségek sebessége annál nagyobb, minél korábban, minél rövidebb idő elteltével válik az olvadék ismét teljesen átlátszóvá. A régi módszerhez hasonlítva elmaradnak a tégely tartalmának lehűtésével, a visszamaradt alumínium különválasztásával, mechanikus tisztításával kapcsolatos műveletek, melyek a súlymérést megelőzték. Így elesnek az ezekből eredő kísérleti hibalehetőségek is.

A kísérleteket villamos, ellenállásfűtésű, 3,5 kW teljesítményű tégelykemencében végeztük, a hőfokot MRSCS Pr-54 típusú automatikus hőfokszabályozó és chromel-alumel-hőelempár segítségével szabályoztuk. Az olvadék hőfokát

* Érkezett 1960. szept.



2. ábra. Az alúmínium veszteségeinek alakulása kriolit-timföld olvadékokban a timföldtartalom függvényében. Hőmérséklet 1010—1020 C°, NaF/AlF_3 mol-arány 2,7

Pt-PtRh hőelempárral és 1. osztálypontosságú milivoltméterrel ellenőriztük, a hőmérőt pro anal. tisztaságú NaCl, Na_2SO_4 és NaF kristályosodási pontjához hitelesítettük. A felhasznált grafit RV (egyenirányító-anód) minőségű, a nátriumfluorid és alumíniumfluorid pro anal. minőségű, a timföld üzemi tisztaságú termék volt. Ez utóbbit felhasználás előtt kalcináltuk. Egy-egy tégelyüregben elhelyezett sóelegy súlya 60 g volt. A kísérletek során mindig 2,7 NaF/AlF_3 molarányú olvadékot használtunk, amely az alumínium elektrolitikus gyártásában jelenleg a legelterjedtebbek közé tartozik. Az alumíniumdarabkák súlya $\pm 0{,}2\%$ eltéréssel egyezett. Az olvadékok hőfoka a kísérletek során 1010—1020 C° volt.

Minden kísérlet során egyidejűleg 4—4 adatot kaptunk, melyekből egy-egy görbét rajzoltunk. A négy adat kétségtelenül jól egybevethető. Az egyes kísérletek görbéinek összehasonlításakor azzal kellett számolnunk, hogy ez a régi módszerrel kapott egyes pontokhoz hasonló kevésbé megbízható, ezért az egyes kísérletek adatcsoportjaiból nem szerkesztettünk egy összegező görbét. Az a tény, hogy minden egyes adatcsoport görbéjén egyező jellegű a veszteségek alakulása, jó bizonyítéka annak, hogy az ismertetett módszerrel a vizsgált olvadékokban jól reprodukálhatók az alumíniumveszteségek változásának törvényszerűségei *(2. ábra* és *1. táblázat)*.

Megjegyezzük, hogy az elektrolit kitisztulásának időpontja — melynek beálltát az olvadékba merített vékony wolframpálca kirajzolódása, valamint a tégelyüreg fenéklapjának megjelenése útján rögzítettük — teljesen egyértelműen megállapítható és az olvadékoszlopok egyidejű megfigyelése során a kitisztulás sorrendje kétségtelen. A vizuális rögzítés pontossága kb. 30 mp, azaz a felhasznált alumíniumdarabkák feloldódási időtartamának kb. 1—1,5%-a.

Az alumíniumdarabka teljes feloldódása és a fémnek a levegő oxigénjével való egyesülése következtében az olvadék timföldtartalma a kísérlet során megnő. Ezt a változást a 2. ábrán látható görbék megszerkesztésekor figyelembe vettük. Az olvadék timföldtartalmának ez a változása a kísérlet időtartamára átlagolva kb. 0,5%.

Látható, hogy adataink megerősítik *Szekér, Vaclavik, Beljajev,* és *Firszanova* kutatásai során nyert törvényszerűség helyességét. Adataink legjobban az utóbbiak eredményeivel egyeznek, 2,7 NaF/AlF_3 molarányú olvadékokban az alumíniumveszteségek maximális sebessége ugyancsak az 5—7% alumíniumoxidot tartalmazó olvadékokban mutatkozik.

A felsorolt régebbi kutatásokkal való egyezés azonban csak arra a timföldkoncentráció-tartományra korlátozódik, amely 0%-tól a telítődéshez közeleső olvadék összetételekig terjed. Az új módszer sajátosságainak eredményeképpen a telítettséget megközelítő és a telítettségen túli elegyösszetételekből nyert olvadékok vizsgálata során olyan, a régebbi kutatások alkalmával észrevétlenül maradt jelenségre bukkantunk, amely a kriolit-timföld olvadékokban az alumíniumveszteségek mechanizmusának megítélésekor bizonyos új elgondolások alapjául is szolgálhat. Ez a jelenség a következő: a régebbi kutatásokkal szemben, amelyek a telítettségi határon túl levő tartományba eső összetételeknél kisebb, de meghatározott, mérhető alumíniumveszteségeket észleltek, megállapítottuk, hogy a kriolit olvadék timfölddel való

1. táblázat

Kriolit-timföld olvadékokban a timföldtartalom változásának hatása az alumíniumveszteségekre

	A sorozatkísérlet száma														
	1.				2.				3.				4.		
A kiinduló elegy timföldtartalma, súly%	0,0	2,5	5,0	7,5	0,0	3,0	6,0	9,0	5,0	10,0	15,0	20,0	0,0	5,0	10,0
A beadagolt alumínium súlya, milligramm	352,4 ± 0,2				351,6 ± 0,6				352,4 ± 0,3				348,5 ± 0,3		
Az alumínium súlya a kísérlet után, milligramm	—				—				—	—	337,3	336,5			
Az olvadék kitisztulásának időtart.	39,0	34,0	32,0	34,0	41,0	38,0	35,0	35,0	30,0	31,0	—	—	35,0	30,0	35,0
Az alumíniumveszteségek, milligramm/perc	9,0	10,4	11,0	10,4	8,6	9,3	10,1	10,0	11,7	10,7	—	—	10,0	11,6	10,0

elítődésekor az alumíniumveszteségek (az elektrolitba oldódás bármilyen módján) megszűnnek.

Ezt ténylegesen úgy észleltük, hogy például egy-egy 2,7 NaF/AlF_3 molarányú és 15% és 20% timföldtartalmú kiinduló elegyből alakult olvadékba 1010—1020 C°-on egy-egy alumíniumdarabkát bocsájtva először csak vékony elszíneződött fonal vált el a tégelyfenéken elhelyezkedő olvadt fémgömböcskéktől, majd 1—2 perc elteltével ez a jelenség is megszűnt. Az 5% és 10% alumíniumoxidot tartalmazó olvadékokban (ugyanazon grafittömb másik két tégelyüregében), az alumíniumdarabkák egyidejű behelyezése után, a veszteségekkel kapcsolatos folyamatok szokásos erőteljes megindulását észleltük. (Az olvadék gyorsan elvesztette átlátszóságát, felszínén jellegzetes pattogó hanggal kísért intenziv oxidáció indult meg.) A kiinduló elegyben 15% és 20% timföldet tartalmazó olvadékok 1—2 perc elteltével ismét teljesen átlátszókká váltak, az alumíniumveszteségek folytatódásának semmiféle további jele nem volt megfigyelhető. Negyven perces várakozási idő elteltével az olvadékokat lehűtöttük és a visszamaradt fémet különválasztottuk, majd lemértük. Kitűnt, hogy a kb. 350 mg kiinduló súlyú alumíniumgömböcskék az egész idő alatt mindössze kb. 15 mg súlyt vesztettek. Ez idő alatt a másik két tégelyüregben levő 5% és 10% alumíniumoxid tartalmú olvadékok ugyancsak ismét átlátszókká váltak, de a fémalumínium fázis *teljesen* elfogyott.

Ennek a többszörösen ellenőrzött megfigyelésnek megfelelően az alumíniumveszteségek görbéinek a vizsgált összetételű kriolit-timföld olvadékokból, a vizsgált hőfoktartományban, a telítési koncentráción az abszcisszába kell torkollniok, azaz a timfölddel telített (vagy túltelített) olvadékokban alumíniumveszteség gyakorlatilag nincsen.

Az elmondottakból következik, hogy a régebbi kutatásoknak nagy timföldtartalmú kriolit olvadékokra vonatkozó adatai lényegében csak azokat az alumíniumveszteségeket mutatják, amelyek alumíniumoxid alakjában az olvadék teljes telítődésének beálltáig mutatkoztak. E fémveszteség-mennyiség, amely nyilvánvalóan mindig a kísérleti időtartam elején ment át az olvadékba, az olvadéknak az alumínium beadagolása pillanatában alumíniumoxiddal való telítettségi fokától függött. A telítési folyamat ismeretes hosszúságára valamint az olvadék esetleges különböző mérvű előzetes túlhevítésére, kitartására, keverésére tekintettel, e kezdeti telítettség foka különféle lehetett.

Módszerünkkel megvizsgáltuk az elektrolit molarányának, valamint a kriolit-timföld olvadékokban egyes adalékok jelenlétének az alumíniumveszteségekre gyakorolt hatását. A 2. és 3. táblázatban láthatók e kísérletek eredményei. Az elektrolit kiinduló elegysúlya 60 g, a kísérleti hőfok 1010—1020 C° volt.

A *2. táblázatból* látható, hogy a molarány változása 2,4—3,0 határok között a kriolit-timföld olvadékokban gyakorlatilag nem változtatja az alumínium veszteségeit. Az egyes olvadékok átlátszóvá-válásának időtartama között a különbség 30 mp-nél rövidebb, ugyanakkor a timföldtartalom hatásának vizsgálatakor a veszteségek sebességének különbsége — a 7 percet is elérő időtartamkülönbségeknek megfelelően — percenként 1,6 mg-ot, azaz kb. 15%-ot is elér. Ez a körülmény jól mutatja, milyen nagy jelentősége van annak, hogy milyen nagyságúra választjuk meg azt a timföldtartalmat, melyet az elektrolizáló kemencék folyamatos timföldadagolására való áttérés után állandóan tartani kívánunk.

2. táblázat

Kriolit-timföld olvadékokban a NaF/AlF_3 molarány változásának hatása az alumíniumveszteségekre

NaF/AlF_3 molarány	2,4	2,6	2,8	3,0
A beadagolt alumínium súlya, milligramm	349,8 ± 0,2			
Az olvadék kitisztulásának időtartama, perc	33,0	33,0	33,0	33,0
Alumíniumveszteségek, milligramm/perc	10,6	10,6	10,6	10,6

Megjegyzés: A timföldtartalom mindegyik esetben 5 súly%.

3. táblázat

Kriolit-timföld olvadékokban egyes sóadalékok jelenlétének hatása az alumíniumveszteségekre

Adalék	NaCl	$BaCl_2$	CaF_2	MgF_2
mol%	10,0	10,0	10,0	10,0
súly%	3,2	10,2	4,2	3,3
A beadagolt alumínium súlya, milligramm	352,4 ± 0,3			
Az olvadék kitisztulásának időtartama, perc	32,0	34,0	36,0	37,0
Alumíniumveszteségek, milligramm/perc	11,0	10,4	9,8	9,5

Megjegyzés: A timföldtartalom és a NaF/AlF_3 molarány mindegyik esetben 5, illetve 2,7 súly%.

A kutatásaink során vizsgált adalékok — miként azt a *3. táblázat* mutatja — az alumíniumveszteségek mértékére különféleképpen hatnak. Azonos moláris adalékkoncentrációkat vizsgálva, a minimális veszteséget magnéziumfluorid jelenlétében, a maximális veszteséget nátriumklorid jelenlétében észleltük. Ha ezt az utóbbi veszteséget a megegyező összetételű, de adalékoktól mentes olvadékban mért alumíniumveszteségekkel *(2. ábra)* összehasonlítjuk, látjuk, hogy a nátriumklorid adalék nem csökkenti, sőt talán növeli az alumíniumveszteségeket. A kalciumfluorid és báriumklorid közbeeső helyzetet foglalnak el.

Ezek az adatok mégegyszer megerősítik, hogy célszerű magnéziumfluoridot használni az alumíniumelektrolizáló kemencék elektrolitjaiban.

Összefoglalás

1. Kriolit olvadékban mutatkozó alumíniumveszteségek kutatására alkalmas új módszert ismertettünk. A módszer alapja az olvadékba adagolt alumínium teljes feloldódásakor bekövetkező olvadék-kitisztulás időpontjának rögzítése.

2. Ezzel a módszerrel vizsgáltuk az alumíniumveszteségeknek alakulását kriolit-timföld

olvadékokban, a timföldtartalom, NaF/AlF_3 molarány és egyes sódalékok jelenlétének függvényében, 1010—1020 C° hőmérsékleten.

3. Megállapítottuk, hogy 2,7 NaF/AlF_3 molarányon az alumíniumveszteségek 5—7% alumíniumoxid tartalom mellett a legnagyobb sebességűek ; az 5% alumíniumoxidot tartalmazó olvadék molarányának 2,4—3,0 határok közti változása alig hat az alumíniumveszteségek nagyságára, a vizsgált sóadalékok közül (10% moláris koncentráció) az aluminiumveszteségek magnéziumfluorid jelenlétében a legkisebbek, nátriumklorid jelenlétében a legnagyobbak. A kalciumfluorid és báriumklorid közbeeső helyzetet foglal el.

4. A timfölddel telített kriolit-timföld olvadékokban az alumíniumból gyakorlatilag semmi sem vész el, az olvadék átlátszó marad, bár benne olvadt alumínium fázis van jelen.

IRODALOM

[1] Izvesztyija Viszsih Ucsebnih Zavegyenyij. Cvetnaja Metallurgija, 1960. Ordzsonikidze. 2. 166—168. o.
[2] *Abramov, S. A.*, stb.: Tyeoreticseszkije osznovi elektrometallurgiji aljuminija. 1953. Moszkva, 202 o.
[3] *Szekér Gy.:* Aluminium elektrolízis kutatások. Kandidátusi disszertáció, 1953. Moszkva.
[4] *Vaclavik, E.:* Az alumínium elektrolízis kemecék olvadékelektrolitjainak kutatása. Kandidátusi disszertáció, 1956. Moszkva.
[5] *Beljajev, A. I.—Firszanova, L. A.:* Izvesztyija Akagyemiji Nauk SZSZSZR. Metallurgija i toplivo, 1959. Moszkva, 5. 27—34. o.

Egyesületi hírek

Az Egyesület elnöksége február 10-én ülést tartott.

Jelen voltak : *Lévárdi Ferenc* elnök ; *dr. Ember Kálmán, dr. Gyulai Zoltán, Szele Mihály, dr. Tarján Gusztáv, dr. Verő József* alelnökök, *Selmeczi Béla* főtitkár ; *Heinrich József* a Bányászati Lapok, *Árkos Frigyes* a Kohászati Lapok főszerkesztője, *Varga Ferenc* az Öntöde szerkesztője, *Bencze László* az olajbányászati, *dr. Gagyi Pálfi András* a bányászati szakosztály, *Köves Elemér* fémkohászati, *Pilter Pál* a vaskohászati, *Sáfár László* az öntödei szakosztály vezetője ; *Gál Zoltán, Hegedüs Ferenc* szakosztályi titkárok ; *Bodai Gábor* könyvtáros, *Serfőző Iván, Vecsenyi Miklós* titkár.

Az elnökség *Selmeczi Béla* főtitkár beszámolója alapján részletesen megvitatta az 1961. évi munkatervet, mely felölelte az egyes szakosztályok, vidéki csoportok munkáját, az előadások tervét.

A második napirendi pontban *dr. Ember Kálmán* ismertette az 1961. évi költségvetést, melyben a bevételeket, továbbá az Egyesület, majd a szakosztályok kiadásainak tervezetét. Az elnökség részletesen tételenként megvizsgálta a kiadási előirányzatot s néhány változtatás után azt jóváhagyta. Megtárgyalásra került az öntödei szakosztály által rendezendő Öntödei Napok, valamint a vaskohászat szakosztály rendezésében megtartandó széplaki konferencia.

Bodai Gábor könyvtáros kért és kapott arra felhatalmázást, hogy magánkönyvtárakból olyan bányászati és kohászati tárgyú könyveket hivatalos becsáron megvásárolhasson, melyek a könyvtárunkban nem lelhetők fel.

dr. Gyulai Zoltán alelnök kérte az elnökséget, hogy a történeti kutatás munkáját a korábbi évekhez képest ez évben is támogassa. Az elnökség a támogatást helyeselte.

Vecsenyei titkár bejelentette, hogy népi ellenőrök vizsgálták az Egyesületben a ráfordításokat s mindent rendben találtak.

Egyéb kisebb jelentőségű kérdés megvitatása után az elnökség ülését *Lévárdi Ferenc* elnök bezárta.

Á. F.

Vaskohászati Szakosztályunk Pilter Pál elnök vezetésével jan. 30-án vezetőségi ülést tartott.

Dr. Visnyovszki László beszámolt az 1960. évben kiírt pályázatok eredményéről, bejelentette, hogy a bírálat és értékelés megtörtént. Sajnos, kevés pályamű érkezett és egyes pályázatok színvonala is kifogásolható. A díjazás tekintetében a pályázatokat a legközelebbi vezetőségi ülésen fogja végső döntésre előterjeszteni.

Javasolja, hogy 1961. évre általánosabb és üzemgazdasági témákról írjon ki a Szakosztály pályázatokat.

Lerch József beszámolt szeptember közepén Balatonszéplakon tervezett Szabadegyetem programjáról. A vezetőség a programot részletesen megvitatta, majd az elnök úgy határozott, hogy a tématikát át kell dolgozni és elsősorban a melegalakításról, hidegalakításról és üzemgazdasági kérdésekről szóló előadások képezzék a Szabadegyetem ezévi programját.

Vincze Gyula (Diósgyőr) és *dr. Sövegjártó János* ismertették a május hó folyamán Diósgyőrben tervezett országos tűzállóankét programját. A végleges, koordinált tématikát a legközelebbi vezetőségi ülés fogja jóváhagyni.

Mácsay József (Ózd) ismertette a vaskohászatban dolgozó gépészmérnöki és gépésztechnikusi végzettségű szakembereknek az egyesületi életbe való bevonását célzó kohó-gépész tagozat szervezésére vonatkozó tervezetet. Az igen nagy számú, huzamos ideje a vaskohászatban, a kohászokkal vállvetve működő gépész szakembert összefogó tagozat felállítását a vezetőségi ülés részvevői egyöntetüen időszerünek és indokoltnak találták. Az elnök a vidéki csoportokban már itt-ott meglevő szakcsoportok összefogásával Mácsay kartársat megbizta és felkérte a vidéki csoportok titkárait, hogy a tagozat szervezését messzemenően támogassák.

Óvári Antal

Fémkohászati szakosztályunk székesfehérvári csoportjának rendezésében 1960. XII. 30-án *Koder Frigyes* beszámolót tartott Ranshofen-i tapasztalatairól.

Tolmácsolásában számos értékes műszaki tapasztalatot szerzett a hallgatóság.

L. D.

Fémkohászati szakosztályunk Székesfehérvári csoportja 1960. II. 4-én Ismerkedési estet rendezett, melyen az inotai, iszkaszentgyörgyi csoport tagságát, Pusztavám és Balkina műszaki dolgozóit is vendégül látta.

A rendezvényen a bányász-kohász összefogó szellem tovább mélyült és a főiskolai élet emlékeinek hangulatos felelevenítésével zárult az összejövetel.

L. D.

Az Egyesület **Ajkai Csoportjának** február 6-i klubnapján *Vörös István* főmérnök beszámolt olaszországi tanulmányútjáról. A beszámolóját élénk vita követte.

Nagy Péter

Mannesmann-lyukasztóhengerek kalibrálása és a Csepeli Csőgyár 6″—12″-os lyukasztóállványán végzett kísérletek eredményei[1]

STRÖMPL ALADÁR
Csepel Vas- és Fémművek Csőgyára

Dk.: 621.774.385—52

Történelmi visszapillantás

A varratnélküli, melegenhengerelt acélcsövek gyártása *Mannesmann* testvérek által felfedezett és kidolgozott lyukasztási eljárással kb. 75 évvel ezelőtt indult meg. Ennek az eljárásnak tudományos alapon való kimunkálása körül kezdetben sok nehézség támadt, ugyanis magát a varratnélküli csögyártást számos szabadalom védte és a gyártás közben szerzett tapasztalatokat, illetve ismereteket szigorú gyártási titokként őrizték. *Siebel* volt az első, aki kísérletei és helyes megfigyelései alapján 1927-ben elsőnek fektette le a ferdehengersori lyukasztás elméletét.

Siebel az üreg keletkezését a hengerek külső nyomása által előidézett csúcszófeszültségek hatásával magyarázta.

Ezt követően még számos további tudományos munka jelent meg, amely magával a lyukasztás elméletével foglalkozott, azt tovább magyarázta, illetve bővítette. Olyan értekezések is láttak napvilágot, de ezek inkább csak az utóbbi években, amelyek most már a lyukasztás helyes elméletének ismeretében a lyukasztóállvány szerszámainak kalibrálásával foglalkoztak. Úttörő munkát ezen a téren a Szovjetunióban *Fomicsev*, *Dubrovszkij*, *Matlachov*, USA-ban pedig *Holmquist* végeztek [6], [7].

Az utóbbi időben a Mannesmann-lyukasztást fokozatosan egyéb csőgyártó eljárások szorítják ki, mint pl. az Erhardt-féle lyukasztás, kombinálva az elongálással. A még üzemben levő Mannesmann-rendszerű csőgyártó berendezések nagy száma azonban feltétlenül megkívánja, hogy az e lyukasztási eljárás finomításával és tökéletesítésével továbbra is foglalkozzunk és ezáltal a berendezések munkáját gazdaságosabbá tegyük.

A Csepeli Csőgyár fejlődésének mérföldkövei

Magyarországon az I. világháború után első ízben a csepeli gyárban, 1920-ban állítottak fel csőhengersort, amelyen kezdetben csak 68 mm átmérőjű csöveket tudtak hengerelni. Az üzembehelyezés évében kb. 100 t varratnélküli csövet gyártottak. A berendezés egy Mannesmann-rendszerű lyukasztóból és egy pilger-állványból állt.

1922-ben megépült a második pilger-állvány is, amelynek hatásaként 1925-ben a csőhengersor termelése már 3400 tonnára emelkedett.

Az ipar fejlődése mindinkább több és több csövet kívánt és ennek következtében a cső a piacokon keresett cikké vált. Ez volt a magyarázata annak, hogy a csőgyártás hazánkban is rohamos fejlődésnek indult.

1925-ben új, tágasabb csarnokba helyezték át a csőgyártó berendezéseket és a pilger-állványok méréthatárát 108 mm átmérőre növelték, aminek következtében a csőtermelés ismét ugrásszerűen növekedett.

1928-ban a csepeli csőgyár egy újabb 4″—8″-os méretű csőhengerlő berendezéssel bővült. A berendezés egy Mannesmann-lyukasztóállványból és egy pilger-állványból állt.

1936-ban a tolópadon befejezték a kísérleteket és üzembehelyeztek egy 50—85 mm átmérőig dolgozó csőtolópadot. Ugyancsak tervbe vették egy nagyméretű, 6″—12″-os pilgerhengersor megépítését.

Ez az utóbbi csőgyártó berendezés már csak a II. világháború után került üzembe.

1950-ben üzembehelyezték a 6″—12″-os nagyhengersort, amely egy pilger-állványból és egy Mannesmann-lyukasztóállványból áll. 1952-ben a 2½″—4″-os kishengersort, 1953-ban pedig a 60—138 mm átmérőig dolgozó csőtolópadot állították termelésbe.

Ezenkívül 1945-ben befejezték a csőhegesztő berendezéssel kapcsolatos kísérleteket, és üzembeállítottak egy ½″—1″-ig dolgozó elektromos ellenállásos csőhegesztő berendezést is.

A 6″—12″-os Mannesmann-lyukasztóállványunk hengeralakjának felülvizsgálata

Csőgyártásunk gyors fejlődése és a technika akkori fejlettsége nem tették lehetővé, hogy az egyes csőhengerlősorok szerszámait megfelelő tudományos alapozottsággal képezzük ki. Ez a munka csupán a csőgyártó szakemberek gyakorlati megfigyeléseire támaszkodott. Tudomásunk szerint sok olyan hengeralakrajz forgott még közkézen, amelyeknek eredete azokra az időkre nyúlt vissza, amikor a Mannesmann-lyukasztást még helytelen elméletekkel magyarázták. A 6″—12″-os Mannesmann-lyukasztóállványunk munkahengerének alakját is a 3″—8″-os lyukasztóállvány hengereiről másolták le, egy olyan munkahengerről, amely a maga helyén jól dolgozott, azonban a 6″—12″-os lyukasztóállványban nem bizonyult megfelelőnek. Ha még azt is figyelembe vesszük, hogy alapanyagunk minősége nagyon sokszor kifogásolható volt, érthetővé válik a nagy selejtszázalék és a gyenge kihozatal, amely csőgyártásunkat akkor jellemezte.

Ezek a körülmények arra kényszerítettek bennünket, hogy vizsgáljuk felül a 6″—12″-os lyukasztóállvány hengeralakjának kiképzését és a csőgyártásra vonatkozó szakirodalom felhasz-

[1] Az 1959. okt. 6—7-én Katowice-ben tartott Tudományos Műszaki Konferencián elhangzott előadás

nálásával olyan lyukasztóeljárást dolgozzunk ki, amellyel az előbb említett hiányosságok kiküszöbölhetők.

Munkánk során meglátogattuk Csehszlovákia és Lengyelország csőgyárait, ahol tanulmányoztuk a Mannesmann-csőhengersorokon végzett lyukasztást. Sok hengerrajzot gyűjtöttünk össze és az egyes csőhengersorok munkájára vonatkozóan kikértük a külföldi szakemberek véleményét is. Áttanulmányoztuk a csőgyártással foglalkozó gazdag szovjet szakirodalmat is.

A külföldi Mannesmann-lyukasztó eljárások kiértékelése

A feldolgozott adatok alapján [1] a csőgyártásban használt Mannesmann-lyukasztóhengereket két nagy csoportba soroltuk:

a) Az 1. csoportba soroltuk azokat a hengereket, amelyeken az övrész a hengertestet két egyenlő részre osztja. Ezek a hengerek alakra nézve rendszerint rövidek és tömzsik. Hosszú lukasztó-, rövid kereszthengerlő- és rövid alakítókúppal, végül egészen rövid simítószakasszal bírnak. A hengerek, ha az egyes szakaszok kúpszögeit helyesen választják meg általában jól dolgoznak, azonban a hüvely nem egyenes különösen akkor, ha az acéltuskó hevítése nem egyenletes. Ilyenkor, hogy a hüvelynek a pilgertüskére való ráhúzása könnyű legyen, belső méretét a pilgertüske méretéhez képest aránylag nagyra kell választani, a kettő között pedig nagy hézagot kell hagyni.

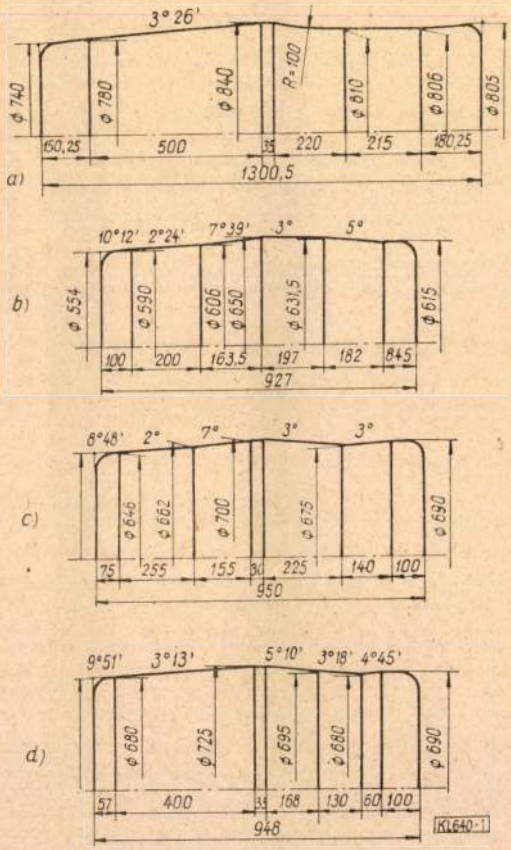
Az aránylag hosszú lyukasztókúp lehetővé teszi a kúpszögnek olyan megválasztását, hogy a keresztmetszetcsökkenés ebben a szakaszban mérsékelt legyen.

Szovjet csőgyárakban olyan lyukasztó munkahengerekkel is találkoztunk [5], amelyeken a lyukasztószakasz két részből áll, egy aránylag enyhe, 2° félkúpszögű és ezt követően egy meredek, kb. 7° félkúpszögű szakaszból. Ezzel a kialakítással azt a célt kívánták elérni, hogy erőteljes alakítás, illetve az üreg csak egy rövid szakaszon, közvetlenül a fúró hegye előtt képződjék. Ezt a módszert azonban nem lehet igazoltnak elfogadni. A hirtelen keresztmetszetcsökkenés a belső üregnek időelőtti keletkezésével jár, ami belső pikkelyeződésre vezet.

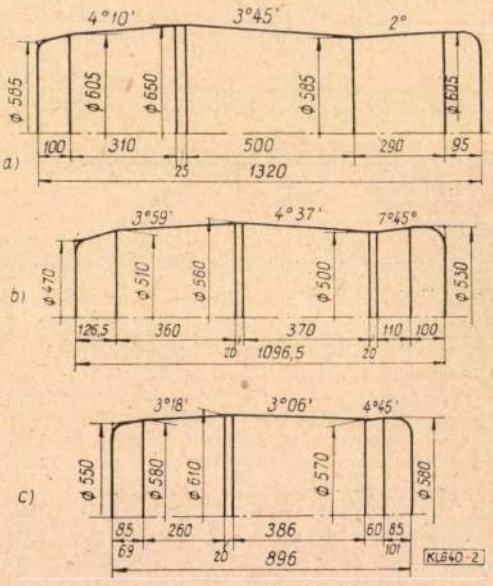
Előnye az e csoporthoz tartozó hengereknek, hogy a lyukasztáskor fellépő erő a hengercsapokra fele-fele arányban hat. Ezeket a hengertípusokat az *1. ábrán* láthatjuk, amelyen a Huta Batory és még három szovjet csőgyárban használt lyukasztóhengereket tüntettük fel.

b) A 2. csoportba soroltuk azokat a hengereket, amelyeken az övrész a henger felezővonalán kívül esik. Ezeknek a hengertípusoknak a lyukasztószakasza rövidebb, a kereszthengerlőszakasza pedig hosszabb. Nálunk, a Csepeli Csőgyárban ezek a hengertípusok aránylag hosszú simítószakasszal is bírnak. Az e csoportba besorolt hengerek hosszabbak és azáltal, hogy a simítószakasz is hosszabb, a kilyukasztott hüvely egyenes. Ez azzal az előnnyel jár, hogy a hüvelynek a tüskére való ráhúzása — aránylag kisebb hézag mellett is — könnyen elvégezhető. A kis hézag egyébként a nyitóhengerlés elkezdésekor is előny. Az ilyen típusú hengereket a *2. ábra* tünteti fel.

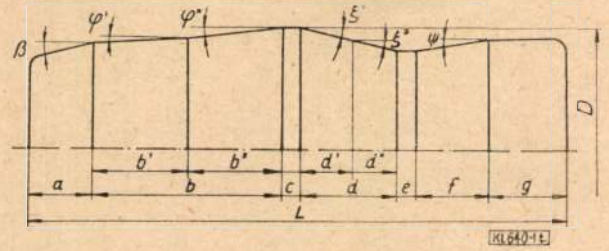
Az ábrán a Csepel I. lyukasztóállvány régi kialakítású hengerrajza látható. Alatta a Chomutov



1. ábra. Az 1. csoportba sorolt 6—12"-os lyukasztóhengerek (övszakasz a henger felező vonalában helyezkedik el)
a = Batory, *b* = Karl Libknecht, *c* = Andrejev, *d* = Celjabinszk



2. ábra. A 2. csoportba sorolt 6—12"-os lyukasztóhengerek (övszakasz a henger felező vonalán kívül helyezkedik el)
a = Csepel I. *b* = Chomutov I, *c* = Vitkovice I



1. táblázat

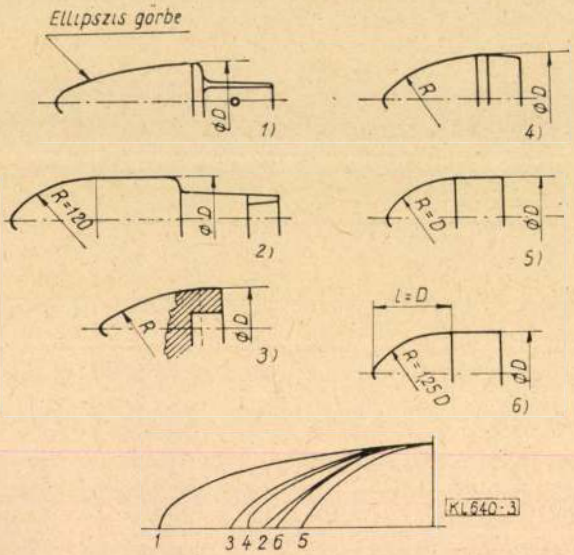
A megvizsgált Mannesmann-lyukasztóhengerek szakaszainak és félkúpszögeinek összehasonlítása

	D mm	L mm	$\frac{L}{D}$	$\frac{a}{L}$	$\frac{b}{L}$ b'/L	b''/L	$\frac{c}{L}$	$\frac{d}{L}$ d'/L	d''/L	$\frac{e}{L}$	$\frac{f}{L}$	$\frac{g}{L}$	β	φ φ'	φ''	ξ ξ'	ξ''	ψ
Gorol				0,15	0,34		0,02	0,12		—	0,22	0,15	8°—10°	4°—6°		6°—8°		1°—2°
Jemeljanyenko				0,10	0,3—0,4		0,03 0,04	0,3—0,4			0,08 0,1	0,1—0,15	10°—20°	3°20′—6°30′		4°—8°		5°—7°
Geleji	$2d_3$	1,3 1,6 D		0,1	0,25 0,4		0,03 0,04	0,3—0,4			0,08 0,1	0,1—0,15	10°—20°	3°20′—6°30′		4°—8°		5°—7°
Csepel I.	650	1320	2,03	0,075	0,235		0,02	0,38		—	0,22	0,07	—	4°10′		3°45′		2°
Batory I.	840	1300	1,53	0,115	0,395		0,027	0,335		—	—	0,14	7°30′	3°26′			30′	—
Chomutov I.	560	1096	1,95	0,11	0,33		0,02	0,34		0,02	0,1	0,09	9°10′	3°59′		4°37′		7°45′
Vitkovice I.	610	896	1,47	0,095	0,29		0,022	0,43		—	0,07	0,095	10°	3°18′		3°6′		4°45′
Karl Libknecht	650	927	1,43	0,11	0,21	0,18	—	0,21	0,20	—	—	0,09	10°12′	2°24′	7°39′	3°	5°	—
Andrejev	700	950	1,35	0,08	0,27	0,16	0,033	0,25		—	0,15	0,105	8°48′	2°	7°	3°		3°
Cseljabinszk	725	948	1,31	0,06	0,42		0,037	0,18	0,14	—	0,063	0,105	9°51′	3°13′		5°10′	3°18′	4°45′
Jednosc I.	500	648	1,30	—	0,47		0,04	0,41		—	0,092	0,092	—	3°49′		≈3°10′		2°55′
Chomutov III.	465	700	1,50	0,07	0,36		0,02	0,21		—	0,19	0,15	12°	3°		4°48′		4°25′
Csepel II.	460	880	1,90	—	0,26		0,023	0,27		—	—	0,33	—	1°52′		1°13′		—
Csepel I*a*	660	1354	2,07	—	0,495		0,02	0,16		—	0,11	0,1	—	3°46′		3°15′		2°52′
Csepel I*b*	700	1335	1,93	—	0,34		0,02	0,37		—	0,26	—	—	2°12′		1°9′		24′

I. és Vitkovice I. lyukasztóállvány hengerei. E hengereken a lyukasztószakasz hossza rövidebb és ennek következtében a kereszthengerlőszakasz hosszabb. A Csepel I. lyukasztóhenger azonkívül még egy hosszabb simítószakasszal is bír.

A megvizsgált hengerek egyes szakaszainak hosszát és félkúpszögeit az *1. táblázatban* foglaltam össze. A hengerszakaszok hosszát a hengerhossz, L függvényében adtuk meg.

A meglátogatott csőgyárakban majdnem mindenütt a körívekkel határolt alakú fúrókat használják. Ezek a fúrók rövidek és ezért a kereszthengerlő szakaszban az alakítás aránylag rövid hosszon megy végbe, meglehetősen nagy alakító sebesség mellett. A fúrók alakjának összehasonlítását a *3. ábrán* láthatjuk.



3. ábra. A lyukasztófúrók (burkológörbék) összehasonlítása
1 = Csepel I, *2* = Bátory I, *3* = Chomutov I, *4* = Vitkovice I, *5* = Jemeljanyenko I, *6* = Jemeljanyenko II, D 0 = 240 mm

Több csőgyárban az utóbbi időben elterjedt a csőrösfúró használata [4]. Ezeknek a fúróknak használatakor a belső pikkelyeződés veszélye kisebb és a lyukasztásra felhasznált energia is kevesebb. Előnye még e fúróknak az is, hogy élettartamuk hosszabb, ui. a fúrót a csőrnek teljes elkopásáig lehet használni.

A szovjet és keletnémet kísérletek eredményei alapján a vízzel hűtött fúrók használatára a Csepeli Csőgyárban is folytattunk kísérleteket. A kísérletek meglepő eredményt adtak. Az ilyen fúró élettartama megállapításunk szerint kb. nyolcszoros.

A megvizsgált lyukasztó eljárások mindegyikére megállapítottuk, hogy a fúró az övrészhez képest 20—50 mm-rel előbbre áll.

A lyukasztást mindenütt a tengelyvonal felett végzik. Ez annyit jelent, hogy a lyukasztóművelet elvégzésében a két munkahenger és a felső támasztóhenger vesz részt. Alsó támaszként rendszerint vezetőlécet használnak. Vannak helyek, a szovjet Karl Libknecht csőgyárban és Huta Batory nagy lyukasztóállványában, ahol alsó támaszként a felső hengerhez hasonló hengert használnak. A vitkovicei nagyhengerállványban és a jednosci régi kis lyukasztóállványban például alsótámasz nélkül lyukasztanak. Természetesen ezekben az állványokban a tengelyvonal felett nagyobb mértékben lyukasztanak.

A lyukasztás folyamatának vizsgálatakor elsősorban a keresztmetszetcsökkenés görbéjét vizsgáltuk tüzetesen s ezért hét különböző üzem lyukasztóállványára szerkesztettük meg ezeket a görbéket.

A diagramokról leolvasható, hogy pl. milyen mértékben csökken az acéltuskó keresztmetszete, míg eléri a fúró hegyét és milyen jellegű a görbe a kereszthengerlő szakaszban.

A lyukasztószakaszban a keresztmetszetváltozást gyakorlatilag lineárisnak lehet venni. A kereszthengerlőszakaszban azonban a lineáris változás mellett a keresztmetszet egy másodfokú függvény szerint is változhat: pl. egy parabola vagy hiperbola függvénye szerint. Számos kísérlet és tudományos munka eredménye beigazolta, hogy legkedvezőbb a lyukasztás folyamata akkor, ha a kereszthengerlőszakaszban a keresztmetszetcsökkenés hiperbola görbe szerint megy végbe [7].

Vizsgálat tárgyává tettük az egyes lyukasztóállványokra vonatkozó keresztmetszetcsökkenés görbéket és megállapítottuk, hogy e görbék lényegesen eltérnek egymástól.

Párhuzamos hengerállás mellett, ha a lyukasztás folyamatát úgy állítjuk be, hogy a kilyukasztott hüvely külső átmérője megegyezzék az acéltuskó átmérőjével, a fúró előreállítása pedig 30 mm, akkor a fúró előtti síkban a keresztmetszetekre a következő méreteket olvashatjuk le:

340/240 mm átmérőjű hüvely lyukasztásakor a következő hengersorokon az eredeti keresztmetszet

Csepel I-en	78,3%-ra
Chomutov I-en	85,3%-ra
Vitkovice I-en	83,0%-ra
Huta Batory I-en	84,5%-ra
és a Karl Libknecht csőgyár hengersorán pedig	75,8%-ra

csökkent.

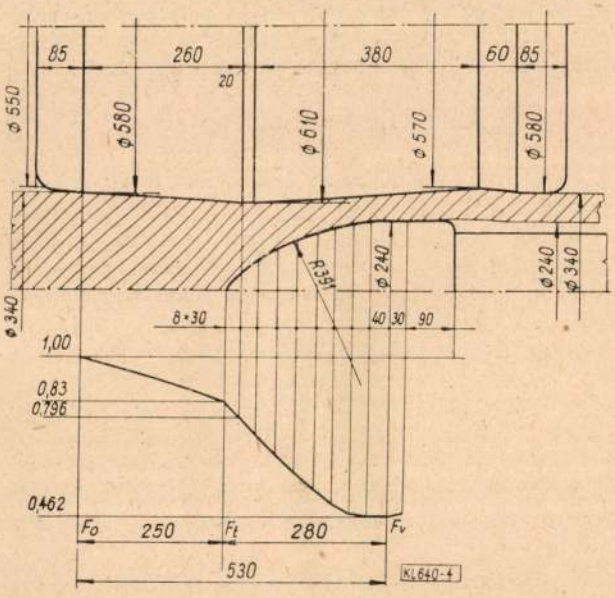
A vizsgálat, illetve az összehasonlítás megkönnyítése céljából a lyukasztás folyamata alatt a hengerek által okozott alaktorzulásokat figyelmen kívül hagytuk.

A kereszthengerlőszakaszban — Chomotov I., Vitkovice I. és a Karl Libknecht csőgyár lyukasztóállványain a redukciós görbe lineárisnak mondható, a többi megvizsgált soron pedig ebben a szakaszban a görbe homorú, ami annyit jelent, hogy közvetlen a fúró belépésekor a keresztmetszetcsökkenés hirtelen erősödik, majd folyamatosan mérséklődik. A görbe alakja tehát hiperbolához hasonlít.

Az alakítás sebessége sem megegyező. Pl.: a lyukasztás folyamata

Csepel I. soron	570 mm
Chomutov I. soron	430 mm és
Vitkovice I. soron	530 mm

hosszon megy végbe.



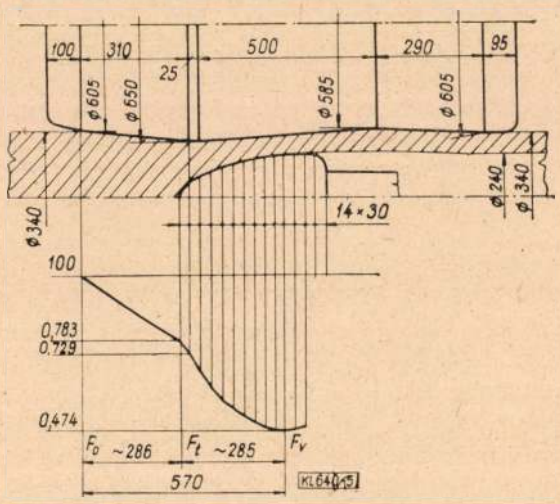
4. ábra. Vitkovice I lyukasztóhenger alakítási diagramja

Minthogy ezeknek a hengereknek az átmérője, fordulatszáma és ferdítése közel azonos, a fellépő sebességek tengelyirányú összetevője, amely az anyag előrehaladásának sebessége is, ugyancsak közel azonosnak vehető. Ha most a keresztmetszetcsökkenést a lyukasztó folyamat hosszának, illetve az anyag előrehaladási sebességének függvényében vizsgáljuk, különböző alakító sebességeket kapunk.

Mielőtt rátérnénk az egyes Mannesmann-lyukasztó eljárás jellemző keresztmetszetcsökkenést bemutató diagramok ismertetésére, felsoroljuk, hogy melyek voltak azok a szempontok, amelyek szerint az összehasonlításokat elvégeztük:

a) Milyen mértékben csökkent a lyukasztandó acéltuskó keresztmetszete a fúró előtti síkban és a lyukasztás folyamata milyen hosszon ment végbe?

b) Milyen mértékű a végső keresztmetszetcsökkenés?



5. ábra. Csepel I lyukasztóhenger alakítási diagramja

c) Milyen hosszú az alakítószakasz?

d) Milyen jellegű a görbe a kereszthengerlő szakaszban?

Az összehasonlítás tárgyát képező mutatókat — áttekintés céljából —, táblázatba foglaltuk *(2. táblázat)*.

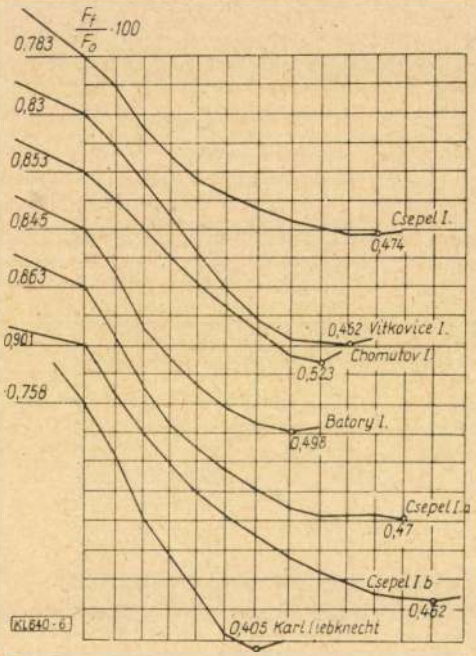
A Csepel I. hengeralakításának diagramjából leolvasható, hogy a fúró előtt az acéltuskó keresztmetszete 78,3%-ra csökken. Ez a csökkenés tapasztalatunk szerint igen nagymértékű volt és ennek hatása a kilyukasztott hüvelyben nagymértékű belső pikkelyeződésben jelentkezett.

A lyukasztóeljárások megvizsgálása során megszerkesztett alakítási diagramok közül kettőt mutatok be. A *4. ábra* a Vitkovice-i 6″—12″-os lyukasztóállvány hengereinek alakítási diagramját ábrázolja, amelyeken a keresztmetszetváltozás mind a lyukasztás, mind a kereszthengerlés szakaszaiban lineárisnak mondható. Az *5. ábra* a Csepeli Csőgyár 6″—12″-os lyukasztóállványa régi „Csepel I.” hengerének alakítási diagramját ábrázolja, melyen a kereszthengerlés szakaszában a keresztmetszetváltozás egy hiperbola görbéjéhez hasonlít.

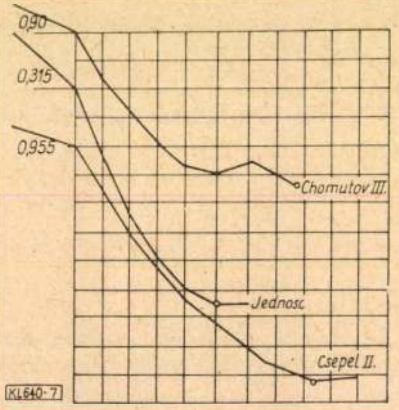
2. táblázat

A megvizsgált lyukasztó eljárosok keresztmetszetváltozást mutató görbéinek jellemző adatai

Az állvány megnevezése	Keresztmetszet-csökkenés a fúró előtti síkban $\frac{F_f}{F_0} \cdot 100$ %	Végleges keresztmetszet-csökkenés $\frac{F_v}{F_0} \cdot 100$ %	Az alakítás hossza, mm	A görbe jellege
1. Csepel I.	78,3	47,4	570	Hiperbola
2. Batory I.	84,5	49,8	440	Hiperbola
3. Chomutov I.	85,3	52,3	430	Egyenes
4. Vitkovice I.	83,0	46,2	530	Egyenes
5. Karl Libknecht	75,8	40,5	364	Egyenes
6. Jednosc I.	88,2—81,5	47,4—43,6	255—325	Hiperbola
7. Chomutov III.	90	64,4	360	Hiperbola
8. Csepel II.	93,5	52,8	425	Hiperbola
9. Csepel I*a*	86,3	47,0	440	Hiperbola
10. Csepel I*b*	90,1	46,2	625	Hiperbola



6. ábra. 6″—12″-os lyukasztóhengerek alakítási görbéinek összehasonlítása



7. ábra. 3″—8″-os lyukasztóhengerek alakítási görbéinek összehasonlítása

A további megvizsgált lyukasztóhengerek keresztmetszetcsökkenésének görbéit külön összehasonlító ábrákon mutatom be *(6., 7. ábrák)*.

A 6″—12″-os lyukasztóhenger új alakjának megszerkesztése

A feldolgozott adatok birtokában két új hengertípust terveztünk meg. Az elsőt a szovjet szakirodalomban talált elmélet és tervezés módja [4] míg a másikat saját üzemi tapasztalataink alapján, azaz a 3″—8″-os középhengersorunkon kifogástalanul dolgozó henger alakját a nagyhengersor viszonyaihoz alakítottuk át. Ezzel az utóbbi hengerrel értük el a jobb eredményt. Az elsőt Csepel Ia (8. ábra), a másikat pedig Csepel Ib (9. ábra) jelzéssel láttuk el.

Az új henger kialakítása során a következő alapvető követelményeket tartottuk szem előtt:

a) A hengeralak szögeit úgy választottuk meg, hogy a lyukasztás párhuzamos hengerállás mellett legyen elvégezhető, azaz a lyukasztó művelet alatt a munkahengerek tengelyvonalának vízszintes vetületei párhuzamosak legyenek.

b) Igyekeztünk követni azt az új elvet, mely szerint a lyukasztóhenger alakja legyen egyszerű[5] tehát csak olyan szakaszokból álljon, amelyek az alakítási munkában elsőrendű fontossággal bírnak.

c) A lyukasztókúp szögét olyanra választottuk meg, hogy az övrészben a lyukasztás szempontjából szükséges keresztmetszetcsökkenés a lehető legkisebb legyen. Ez azt jelenti, hogy az anyagban az üreg nem csupán a hengerek nyomására, hanem a hengerek és a fúró együttes munkájának hatására keletkezik.

d) A henger egyes szakaszainak átmérőit úgy választottuk meg, hogy a legkisebb kerületi sebességkülönbségeket kapjuk, és ezáltal a relatív csúszás sebessége és a súrlódás energiaszükséglete kicsi legyen.

e) Arra törekedtünk, hogy a fúróalak helyes megválasztásával a kereszthengerlő szakaszban folyamatos anyagfolyást biztosítsunk.

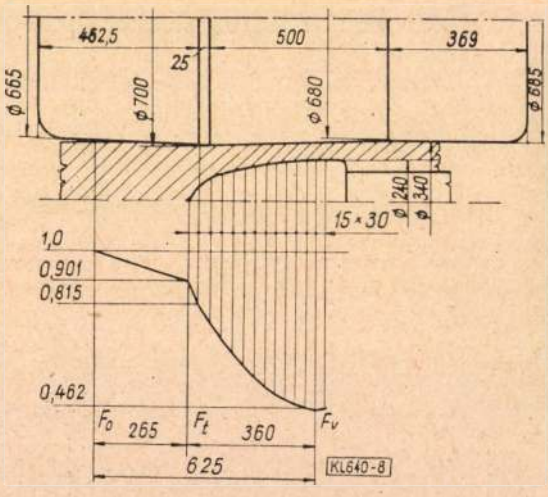
A hengereken az övrészt a henger középvonalában helyeztük el *(8. ábra)*. Ennek következtében meghosszabbodott a lyukasztószakasz. A lyukasztószakasz félkúpszögét 3°10′-ben választottuk meg. A hengert rövidebb, 220 mm-es kereszthengerlő, 150 mm-es alakító és 150 mm-es simítószakasszal képeztük ki. A fúró alakját a megválasztott alakítógörbe szerint terveztük meg. A hengerszakaszok átmérőit úgy állapítottuk meg, hogy a lyukasztás folyamata alatt, a fúró előtt a keresztmetszetcsökkenés kb. 15%-os legyen.

Mivel a henger alakítószakasszal is bírt, amelynek kúpossága a kereszthengerlőszakaszéval ellentétes, a relatív csúszósebességek úgy alakultak, hogy a hüvely elcsavarodása csökkent.

A hengerrel elértük azt, hogy

a) csökkent a belül pikkelyes csövek mennyisége,

b) a lyukasztáskor fellépő erő a hengercsapokon egyenletesebben oszlott meg, ennek követ-

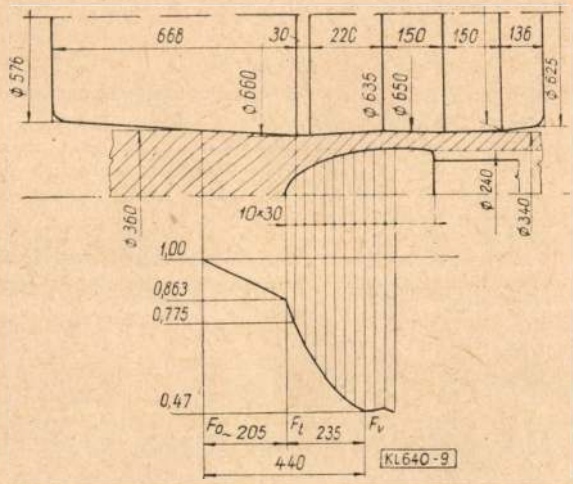


8. ábra. Csepel Ia lyukasztóhenger alakítási diagramja

keztében a csapágyak kopása is egyenletesebbé vált.

Fentiekkel szemben megnőtt a külső pikkelyeződés és a kilyukasztott hüvely nem volt eléggé egyenes.

A hengerrel közel fél évig dolgoztunk.



9. ábra. Csepel Ib lyukasztóhenger alakítási diagramja

A *9. ábrán* látható Csepel I. hengersorának jelenleg is dolgozó új hengere. A henger aránylag hosszú, 462,5 mm-es lukasztószakasszal, ugyancsak hosszú, 500 mm-es kereszthengerlőszakasszal és 368 mm-es simítószakasszal bír. A lyukasztószakasz félkúpszöge 2°12′, a kereszthengerlőszakasz félkúpszöge pedig 1°9′.

A simítószakasz ugyancsak kupos kiképzésű, amelynek kúpszögét a henger ferdítése szabta meg, ugyanis a simítószakaszban a hengerfelületek távolsága a szakasz teljes hosszában egyenlő.

A lyukasztószakasz hosszának megnövelése, mint tudjuk, gyakorlatilag nincsen hatással a lyukasztás energiaszükségletére, azonban a hosszabb érintkező felület és ezáltal ébredő nagyobb súrlódóerő következtében lehetővé teszi, hogy az övrészben a lyukasztás folyamata alatt, az acéltuskó kisebb keresztmetszetcsökkenést szenvedjen. Ez utóbbi azonban már kedvezően hat a lyukasztás energiaszükségletére.

Annak érdekében, hogy a kereszthengerlőszakaszban az anyagfolyás folyamatos legyen, a hengerekhez olyan fúrót terveztünk, amelynek burkológörbéje egy, $a = 3{,}5\ b$ tengelyarányú elipszisnek felel meg. Az aránylag hosszú fúró folyamatos anyagfolyást, egyenletes falvastagságot biztosít, és nem utolsósorban kedvezően hat a lyukasztás energiaszükségletére. A hosszú simítószakasz pedig a kilyukasztott hüvely egyenességének biztosítéka.

A lyukasztás eljárásának megtervezésekor arra törekedtünk, hogy a fúró hegye előtt levő síkban csak olyan keresztmetsztcsökkenés legyen, amely még nem okoz időelőtti üreg keletkezést. Eljárásunk folyamán a fúróra nagyobb feladat hárul, azonban ezt bőségesen kárpótolták az eddig elért eredmények.

A 6″—12″-os Mannesmann-lyukasztóállványba 1360 mm hosszú munkafelületű hengerek építhetők be. Ez adta a lehetőséget, hogy az egyes szakaszokat megfelelő hosszúságúra alakítsuk ki és a kúpszögeket ennek megfelelően kicsire választhattuk meg. Mivel a hengerszakaszok átmérőinek különbsége kicsi, a relatív csúszósebesség — amely a súrlódás erőszükségletét meghatározza — is kicsi. Ez kedvező hatással van a felület minőségére és a lyukasztás energiaszükségletének alakulására.

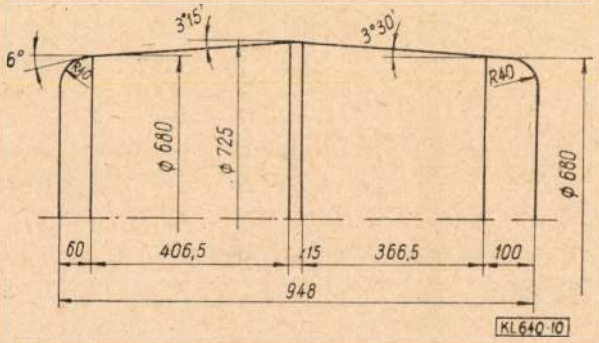
A megtervezett „Csepel Ib" lyukasztóhenger üzemével elért eredmények

Az új hengerekkel kilyukasztott hüvely mérete pontos. Külső átmérőben ±2%, falvastagságban pedig ±15% tűrés is tartható. A hüvely egyenessége sem esik kifogás alá.

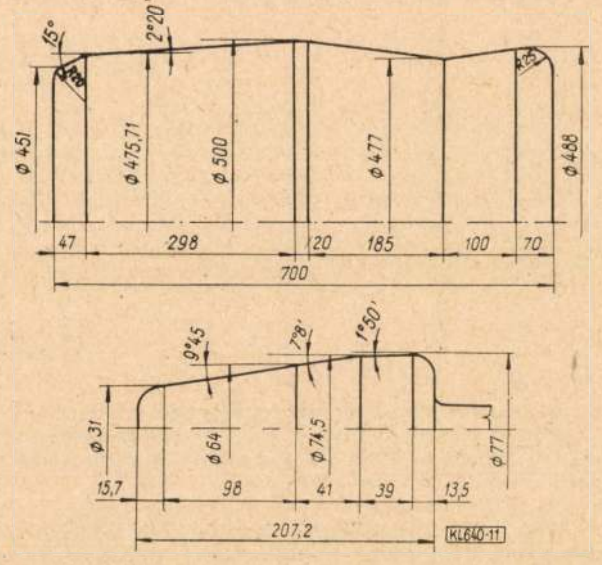
9 hónapi üzem után, amikor kiértékeltük a hengerek munkáját, a következő eredményeket kaptuk:

a) A 67,9%-os anyagkihozatal 74,3%-ra javult.

b) Az Ia minőségű csövek mennyisége 91,5%-ról 98%-ra növekedett.



10. ábra. Urali Politechnikai Intézet által megtervezett lyukasztóhenger



11. ábra. Vitkovice-i csőgyárban a 2½″—5″-os csőhengersorra megtervezett kísérleti lyukasztóhenger

c) A kihengerelt csövek első átvételekor a belső pikkelyes csövek mennyisége 26,6%-ról 10,12%-ra csökkent.

d) Ugyanakkor a külsőpikkelyes csövek mennyisége 9,75%-ról 3,45%-ra csökkent.

Külföldi csőgyárakban folytatott kutatómunkák

Hasonló irányban folyt kutatómunka a cseljabinszki csőgyárban, ahol az Urali Politechnikai Intézet egy leegyszerűsített hengertípust próbált ki [5]. A hengernek 406,5 mm hosszú lyukasztószakasza, 15 mm-es övrésze, 366,5 mm-es keresztlhengerlőszakasza és 100 mm hosszú hengeres simítószakasza volt. A lyukasztás félkúpszögét 3°15'-re, a kereszthengerlés félkúpszögét pedig 3°30'-re választották meg. A kísérletek eredményei beigazolták, hogy a leegyszerűsített henger *(10. ábra)* munkája kedvezőbb. Az elért eredmények :

a) 1,5%-kal növekedett az Ia osztályú csövek aránya,

b) kb. 15%-kal csökkent a fúrás ideje,

c) ugyancsak csökkent a lyukasztás energiaszükséglete és

d) kisebb hengerkopás miatt kb. 15%-kal megnövekedett a hengerek élettartama.

Kísérletek folynak Csehszlovákiában a vitkovicei csőgyárban is. Olyan kissori lyukasztóhengert terveztek, amelyben a lyukasztó szakasz félkúpszöge 2°27' [6]. Természetesen a hengerhez egy különleges alakú fúrót is szerkesztettek. A lefolytatott kísérletek ebben a csőgyárban is eredményesek voltak. A henger és a fúró alakját a *11. ábra* mutatja.

IRODALOM

[1] *Köves—Strömpl :* Jelentés Lengyelországban és Csehszlovákiában lefolytatott tanulmányútról.
[2] Üzemi kísérletek kiértékelése.
[3] *Hantos—Köves :* Egy Mannesmann rendszerű lyukasztóhengerműben különböző profilú hengerekkel végzett kísérletek.
[4] *Jemeljanyenko :* Teorija koszoj i piligrimovoj prokatki. Goszudárszvennoe Náucsno-Technicseszkoje Izdateljsztvo Literáturü po csernoj i cvetnoj Metálurgii 1949. évi kiadás.
[5] *Svejkin, V. V.—Karpenko, L. N. :* Ulucssenie technologiji prokatki trub iz szlitkov. Stálj 1957. ápr. szám 340—342. old.
[6] *Počta, B. :* Historický vývoj a současný stav teorie děrovacího pochodu při výrobě bezesvých trub válcováním. Hutnické Listy, Brno 1959. 10. szám 844—849. o.
[7] *Holmquist :* Investigation of the Piercing Process by means of Model Wax Billets. Iron and Steel Engineering 1952. december 25—40. o.
[8] *Geleji S. :* Kohógéptan 1953. évi kiadás 497. o.

Egyesületi hírek

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület és az Almásfüzitői Timföldgyár közös rendezésben 1960 december 6-án automatizálási konferenciát tartottak Almásfüzitőn. *Szász Károly* igazgató bevezetője után, *Tímár Vilmos* méltatta az automatizálás jelentőségét. Rámutatott arra, hogy míg a timföldgyárak gépi fejlesztése és műszaki mutatói nem maradnak el a világszínvonaltól, termelékenységi mutatóink még nagyságrenddel különböznek a legfejlettebb országokétól.

Ezután *Szalai Tibor* az ajkai, *Láng György* a magyaróvári, *Pintér Géza* az almásfüzitői automatizáló csoportok tevékenységét ismertette. *Pintér Géza* előadását lapunkban később közölni fogjuk.

Mohilla Rezső a szervezés alatt álló kutató csoport problémáit tárgyalta, *Vétek Lajos* és *Daróczi István* az automatizálás távlati terveivel foglalkoztak.

Az előadások után élénk vita alakult ki. *Iszlai* felhívta a figyelmet a gazdaságossági szempontok figyelembe vételére, *György Zoltán* MMG fm. a szabályozó gyártás helyzetét és fejlődését ismertette.

Tímár Vilmos zárószavában megállapította, hogy az elmúlt években jelentős fejlődés van az automatizálás terén, amit a jelenlegi konferencia magas műszaki színvonala is bizonyít. Bejelentette egy műszaki szakemberekből és vállalati főmérnökökből álló automatizálási bizottság megalakulását.

Dr. 'Sigmond György

A Fémkohászati Szakosztálynak a Magyaróvári Timföld és Műkorundgyárban működő helyi csoportja jan. 31-én új vezetőséget választott. Az új vezetőség tagjai : *Tóth Sándor* igazgató, *Nagy Albert* főmérnök, *Zsemberi László* üzemvezető, *Gyóvai János* kutatómérnök.

A vezetőségválasztó taggyűlés elhatározta a korábbi években jól bevált heti klubnapok rendszeresítését.

Harrach Walter

Üzemi hírek

Január hóban az **Ajkai Timföldgyárban** kísérleteket kezdtek *olajtüzelésű kalcinálásra*. A kísérleti eredmények megfelelőek és február hó folyamán általános bevezetést tervezett az üzem.

Az **Ajkai Alumíniumkohóban** február hó folyamán kísérleteket kezdtek tömbsínezésre alkalmas *áramvezető-sínek* előállítására vízszintes vízbeöntéssel.

Nagy Péter

Az *Ózdi Kohászati Üzemekben* február végén lebontották az utolsó korszerűtlen nagyolvasztót. Helyén új, automatizált, lényegesen nagyobb nagyolvasztót építenek, amelyből előreláthatóan az év második felében már csapolni fognak. Az ózdi nagyolvasztók rekonstrukciója ezzel befejezést nyert. Ezt követi majd a koksz- és érckezelés korszerűsítése.

Ó. Á.

Vizsgálatok egy alumíniumelektrolizáló kádtípus leggazdaságosabb terhelésének meghatározására

MOLNÁR IMRE okl. fémkohómérnök Tatabányai Alumíniumkohó

Dk.: 669.713.7.003.1

Az alumíniumelektrolizáló kádak működésének gazdaságossága nagy mértékben függ a kádak terhelésétől. Az áramerősség változtatásával nemcsak a kádak termelése, hanem a fajlagos villamosenergiafogyasztás is változik. Nyilvánvaló, hogy a kádaknak olyan áramerősséggel kell dolgozniok, melyen a maximális gazdaságosság biztosítható. Új szériák, új kádtípusaink tervezésekor a legfejlettebb, legkorszerűbb elektrolízises eljárást és technikai megoldásokat veszik alapul. Ha gondos az előkészítés, az újonnan tervezett kádtípust néhány kísérleti egységen ki is próbálják és a szerzett tapasztalatokat a végleges tervezéshez figyelembe veszik. Új széria helyes tervezés és gondos előkészítés mellett az üzembehelyezés után rövidesen arra az áramerősségre állítható be, mely a gazdaságosság maximumát biztosítja. Az optimális terhelés meghatározásának szükségessége a korábban tervezett működő kádsorokon is felmerül. Ezeket a kádakat ugyanis olyan alumíniumkohászati ismeretek birtokában tervezték és építették, hogy az azokból adódó, számítható terhelés az esetek többségében eltér a jelenlegi korszerű eljárás által megszabott optimumtól. Ezenkívül a kád legfontosabb szerkezeti elemeinek méretaránya (anód-katód méret), valamint a katód- és anódáramvezeték terhelése szintén eltérhet a jelenlegi ismereteink szerint legkedvezőbbnek mondhatótól.

A kohászat általános fejlődése és a helyes szerkezeti arányok kialakítása olyan helyzetet teremtett a működő szériákra, hogy a gazdasági optimumot biztosító terhelés elérése majdnem minden esetben az *áramerősség növelésével* lehetséges. Az áramerősségnövelés azonban nem öncél, hanem csak eszköze a megvalósítandó gazdasági cél elérésének, az optimális gazdaságosság biztosításának. Ha egy kádtípuson az üzemi viszonyok az optimális gazdaságosságot biztosítják, és gazdaságos szerkezeti módosítás sem lehetséges, áramerősségnövelésről mindaddig nem beszélhetünk, amíg a fejlődés vagy a gazdaságosság alaptényezőinek megváltozása nagyobb terhelést nem mutat gazdaságosnak.

Előfordulhat, hogy egy kádsoron az optimum beszabályozása valamely korábban végrehajtott helytelen intézkedés (pl. helytelen tervezés), vagy pl. a kádak szükséges hőszigetelésének mértékéről vallott elvek indokolt megváltozása miatti hőveszteségcsökkentés következtében csak az *áramerősség csökkentésével* lehetséges.

Röviden érinthetjük, hogy melyek azok az okok, amelyek a korábban épített kádjaink optimális terhelésének az *áramerősség növelésével* való beállítását teszik lehetővé:

a) az optimálisnak tartott pólustávolság nagyságának változása. A tervezők kisméretű anódokra korábban 5—5,5 cm, nagyméretűekre 5,5—6 cm pólustávolság biztosítását tartották szükségesnek. Ma ez a távolság 3,8—4 cm, illetve 4,5 cm lehet.

b) Az oldalfalazás konstrukciója és az oldalszén-anódtávolság nagysága. Kádjaink legnagyobb részén 800—1000 mm volt a katódszekrénylemez—anód oldal távolság. Ma a legkedvezőbbnek tartott távolság a kád méretétől függően 700—770 mm (ebből kb. 400 mm a medenceszélesség). Ez a távolság az anódok méretének növelésével állítható be.

c) Az elektrolízis fejlődése (nagyobb fémrétegvastagság és kisebb elektrolit rétegvastagság), valamint az elektródáramvezetők méretének növelése csökkentették az elektródák (az anód- és katód) ellenállását, ami részben pólustávolságnövelést adott és áramerősségnövelést tett lehetővé.

E tényezők közül legnagyobb jelentősége a *b)* pont alatt jelzett anódméretnövelésnek, tehát szerkezeti módosítás jellegű változásnak van. Hogy az egyes tényezők milyen mérvű és hatású áramerősségnövelést tesznek lehetővé, arra vonatkozólag egy korábbi dolgozatra utalok [1].

Minthogy a magyar alumíniumelektrolizáló kádak terhelése a bevezetőben ismertetett okok miatt általában kisebb az elérhető optimális értéknél, talán érdeklődésre tarthat számot a következőkben részletesen ismertetett vizsgálat, melyet az egyik hazai kádtípus optimális terhelésének meghatározása érdekében végeztünk. Az áramerősség növelése és a meglevő kádak szerkezeti átalakítása beruházásokat is kíván, ezért vizsgálatom mind műszaki, mind gazdaságossági számításokra is kiterjedt.

I. Az optimális terhelés beállításához szükséges áramerősségnövelés lehetőségének vizsgálata

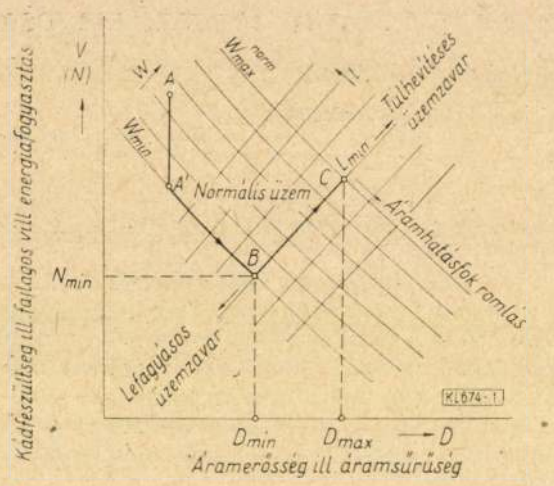
Valószínű, hogy a kád terhelése kisebb az optimálisnál, az előkészítésnek mindenekelőtt fel kell tárnia a vizsgált kádtípuson az áramerősség növelésének lehetőségeit [1], elsősorban abból a szempontból, hogy:

1. hogyan változik a termelt fém mennyisége (az áramhatásfok),

2. hogyan alakul a fajlagos villamosenergiafogyasztás.

1. Az áramhatásfok alakulása

Bármely kádon egy kiválasztott pólustávolság mellett a hőveszteségek mennyiségének változtatási lehetősége miatt a hidegjáratásos hőegyensúly nem túl szűk áramsűrűségtartományon belül biztosítható [2]. Ennek az áramsűrűségtartománynak az alsó határán az adott kádszerkezeten és adott áramerősségen megvalósítható leg-



1. ábra. Alumíniumelektrolizáló kád jelleggörbéi

kisebb hőveszteségszintet adó kádkezelési eljáráshoz minimálisan szükséges áramsűrűség ; felső határán pedig az elektrolit túlhevítése nélkül, pusztán technikai fogásokkal elért maximális hőveszteséghez tartozó áramsűrűség található *(1. ábra)*. Az előzőnél kisebb áramsűrűség csak nagyobb pólustávolsággal, az utóbbinál nagyobb áramsűrűség pedig csak kisebb pólustávolsággal képzelhető el. Természetes, hogy az említett két határ között a kád fűtőfeszültsége az áramsűrűség növekedésével arányosan nő. Ilyenformán az adott pólustávolságértékhez tartozó legkisebb áramsűrűség egyúttal ezen a pólustávolságon a minimális fajlagos energiafogyasztást is adja, míg a maximális áramsűrűség a lehetséges legnagyobb áramerősség jellemzésére alkalmas, természetesen nagyobb fajlagos energiafogyasztás mellett. Az így meghatározott maximális áramsűrűségnél nagyobb áramsűrűséggel dolgozva — a hőegyensúlyt az elektrolit jelentős túlhevítése vagy a pólustávolság csökkentése révén biztosítva — az adott kádszerkezetre kísérleti úton meghatározható nagyságú pólustávolságon alul rohamos áramhatásfokromlást tapasztalhatunk, ami a termelőképesség csökkentését, sőt állandósult, labilis üzemmenetet és gyakori üzemzavarokat okoz.

Fentiekben a kádak termelőképességével kapcsolatban hallgatólagosan az áramhatásfok alakulásáról is képet alkottunk magunknak. Az irodalomban található [3] képletek felhasználásával kapott adatokkal szemben, a gyakorlatban a pólustávolság jelentős csökkenése mellett is, az áramerősség növelésével arányos termelésnövekedést és egyéb tényezők — elektrolithőmérséklet, elektrolitösszetétel, fémszint stb. — által meghatározott nagyságú állandó áramhatásfokot fogunk tapasztalni mindaddig, amíg a pólustávolság egy meghatározott kis értéket el nem ér [2].

Nyilvánvalónak látszik ugyan, hogy adott áramsűrűségen a pólustávolság csökkentése (a hőveszteségek csökkentése révén) némi áramhatásfokromlást adhat. Ugyanezt elmondhatjuk állandó pólustávolság mellett az áramsűrűség kismérvű csökkenéséről is. A valóságban azonban a pólustávolság csökkentése rendszerint az áramsűrűség növelésével párhuzamos, s a hatások a gyakorlati megfigyelések szerint, legalábbis a méréspontosság határáig kompenzálják egymást. *Abramov* ismert képlete [3] az áramhatásfok számítására csak a pólustávolság és az áramsűrűség kis változására látszik megfelelőnek. A gyakorlatban inkább azt a módszert használjuk, hogy megfigyelések alapján felveszünk egy minimális átlagos pólustávolságot, melyen várhatólag az adott kádszerkezet mellett a széria egyetlen kádján sem jelentkezik nagymérvű áramhatásfokromlás. A széria egyes kádjai ugyanis különböző pólustávolságon dolgozhatnak, az anód és a katód állapota és az elektrolit összetétele függvényeként. A szélső távolságnak az átlagostól való eltérése a kádtípustól függően 5—8 mm is lehet.

A pólustávolság átlagának szélső mértékéül kádtípusaink jelenlegi állapotában nagyobb anódájú kádjainkra kb. 4—5 cm-t, kisebb anódájúakra kb. 3,8—4 cm-t vehetünk fel. Ismerünk olyan irodalmi közléseket [4], melyek szerint az optimális állapotok ennél kisebb pólustávolságon érhetők el, már csökkenő áramhatásfok (84—85%) mellett, de kis kádfeszültségen. A kis pólustávolság mellett könnyen keletkező üzemzavarok miatt azonban e módszer — főleg nagyobb méretű anódájú kádjainkon — nem vihető át a gyakorlatba.

2. A fajlagos villamosenergiafogyasztás alakulása

A) *Elektrolizáló kád jelleggörbéinek felvétele*

A fajlagos villamosenergiafogyasztás tekintetében az áramerősségváltozás során kialakuló állapotokat legszemléletesebben az 1. ábrán bemutatott *I—N* (áramerősség-fajlagos villamosenergiafogyasztás) nomogramon tanulmányozhatjuk. Az ilyen elemzéshez mindenekelőtt a jelenlegi üzemállapot felmérése szükséges.

A teendők a következők :

a) Fel kell venni a feszültségmérleget, ezen belül meg kell határozni a külső, polarizációs és fűtőfeszültségesés nagyságát.

b) Meg kell határozni az egyes elektródákban (anódban és katódban) mérhető feszültségesés állandóságára a kohászati módszer változtatásával, a kádszerkezet meghagyásával elérhető minimális hőveszteséget.

c) Meg kell határozni az átlagos pólustávolságot és az 1 cm pólustávolságváltozásra eső feszültségesés nagyságát.

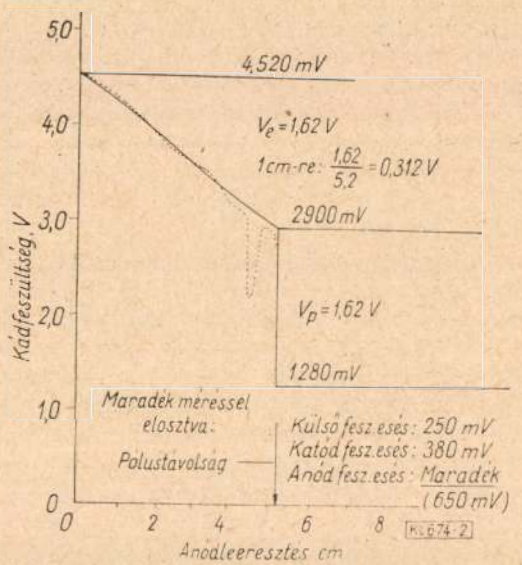
Az *a)* és *c)* pontban jelzett adatokat a kád ideiglenes rövidzárlatba hozása (az anódnak a fémbe eresztése) közben végzett méréssel állapíthatjuk meg. A mérést legalább 6—8 kádon kell végezni, azért hogy megnyugtató eredményeket kaphassunk. Az ilyen mérésről készült diagram a *2. ábrához* hasonló. Az anód leeresztése során a pólustávolság csökkenésével arányos feszültségcsökkenést észlelünk mindaddig, amíg az anód valamelyik pontja a fémbe nem ér. Ha az anódtalp síkfelület, jól lemérhetjük a polarizációs feszültséget, s egy-két perc várakozás után az elektroliton kívüli feszültségesések összegét. Az

utóbbi feszültségesés a külső áramvezetőkben és az elektródákban lép fel. Minthogy a külső feszültségesések és a katódfeszültségesés egyszerűen mérhető, maradékként megkapjuk az anód feszültségesését is. (Ezt a mérési módot először *Romwalter, A.* javasolta.) Az így kapott anódfeszültségesés ugyan nem egyezik pontosan az üzemi körülmények között mérhetővel, minthogy az anód igen kis villamosellenállású réteggel érintkezik, szemben a normális üzemállapottal, amikor az anódnál nagyobb ellenállású elektrolit is szabályozza az anód belső árameloszlását. A hiba azonban kicsi, így a kapott adat jól felhasználható későbbi számításainkhoz, legalábbis nem túl nagy áramerősségtartományon belül.

Ha az anód süllyedését mérjük, egyúttal a pólustávolság és az 1 cm pólustávolságra jutó elektrolitfeszültségesés nagyságát is megkapjuk. Utóbbit kompenzátor segítségével nagyszámú kádon végzett méréssel is ellenőrizhetjük.

Az így kapott adatokat felhasználhatjuk a kád munkáját jellemző görbesereg készítéséhez. A *3. ábrán* bemutatom az egyik hazai kádtípusról készült nomogramot. Az egyes pólustávolságértékekhez tartozó vonalak az előbb említett módon szerzett adatok felhasználásán kívül azon feltételezéssel készültek, hogy a polarizációs feszültség elhanyagolható mértékben változik, csupán a vizsgált áramerősségtartományban az ellenállásokon (sinezés, elektródák és elektrolit) fellépő feszültségesés változása pedig, arányos az áramerősség változásával. (Utóbbi feltétel az elektródákra vonatkozóan csak kisebb áramerősséghatáron belül igaz.)

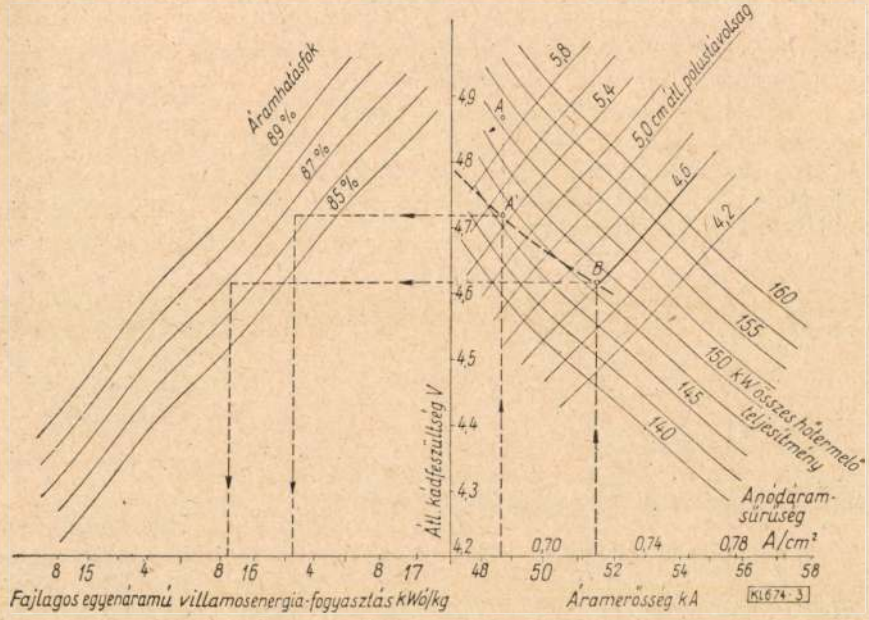
Az egyes hőtermelő teljesítmény-hiperbolák pontjait számítással kapjuk. Átlagosan 13% Al-visszaégést vettünk fel, s ennek hőteljesítményét levonva [1], az áramerősséggel való osztással kapjuk az adott áramerősségen az adott hőveszteségszinthez tartozó fűtőfeszültséget. Ehhez hozzáadva a külső feszültségesést és a polarizációs feszültséget, kapjuk az össz kádfeszültséget. Néhány hónapig folytatott kísérletsorozat alapján meghatároztuk a kádak minimális hőveszteségszintjét a jelenlegi áramerősségen. (Ezt 146 kW hőtermelő teljesítménynek találtuk.) Ezt a jelenlegi áramerősséggel 4,72 V átlagos kádfeszültség mellett lehet biztosítani. Az ábra szerint az átlagos pólustávolság 5,5 cm. Méréseink szerint ettől ± irányban 4—8 mm-es eltérések is vannak. A fajlagos egyenáramú villamosenergiafogyasztás a nomogramon jelzett vonal szerint 16 300 kWó/t körül van.



2. ábra. Feszültségmérleg felvétele rövidrezárással

B) *Az optimális terhelés beállítása a meglevő szerkezetű kádakon*

Az áramsűrűség fajlagos energia-fogyasztás *I—N* nomogramján világosan látható, hogy a kádak áramerősségét az optimális terhelés elérése érdekében növelni kell. Az áramerősség növelésekor kívánatos a 146 kW hőteljesítménynek megfelelő vonalon — tehát a hőveszteségek nagyságának változtatása nélkül — csökkenteni a pólustávolságot az elfogadott minimális értékig. Minthogy a hőveszteségek csökkentése már nem lehetséges, e vonalon mozogva biztosíthatjuk a legkisebb fajlagos villamosenergiafogyasztást. A valóságban az elektródákban jelentkező hőtermelőteljesítmény növekedése miatt a kádak hőveszteségé azonban növekedni fog.



3. ábra. A fajlagos villamosenergiafogyasztás I-N jelleggörbéi a vizsgált kádtípuson jelenlegi kádszerkezettel

A hőveszteség növekedésének mértékére vonatkozóan csak igen hosszadalmas számítások adhatnak biztos adatot. Előzetes számításokhoz, azonban elegendő egy kevésbé pontos, megközelítő adat is, melynek meghatározására egyszerűsített módszerrel számoltunk. A levezetésnek csupán alapvető részleteit mutatom be. (Az alább közölt számításmenet *Tóth Mihály* okl. kohómérnökkel együtt dolgoztuk ki.)

A kád áramvezető elektródjának olyan részét választjuk ki, ahol az áram és a hő haladási iránya megegyezik vagy egymással ellentétes (pl. az anód közepének az elektrolithoz közel eső része, a katódnak az acélsinek és az alumíniumolvadék közé eső része). A vizsgált elektródarészen a hőátadás Fourier-képlet szerint :

$$Q(x) = -\frac{dt}{dx} F\lambda \qquad (1)$$

ahol Q = a vizsgált dx elemi elektródaszakaszon fellépő dt, hőmérsékletkülönbség hatására F, felületen áthaladó hőmennyiség. λ az elektróda anyagának hővezetőképessége az elektróda hőmérsékletén.

Az elemi rétegen áthaladó áram :

$$dQ = Fi^2 \varrho \, dx \qquad (2)$$

hőmennyiségváltozást idéz elő.

Itt i = az áramsűrűség, ϱ = az elektróda anyagának fajlagos villamos ellenállása.

Utóbbi egyenletünket rendezve :

$$\frac{dQ}{dx} = Fi^2 \varrho \qquad (2a$$

Hogy a (2a) egyenlet baloldalán szereplővel azonos alakot kapjunk az [1] egyenletre is, képezzük az (1) függvény differenciálhányadosát

$$\frac{dQ}{dx} = -\frac{d^2t}{dx^2} F\lambda \qquad (1a)$$

Feltételeztük, hogy λ nem függvénye x-nek, ami csak megközelítőleg igaz, de feltételezésünk komoly hibát nem okozhat, minthogy λ változása a hőmérséklettel csak kismértékű.

Minthogy esetünkben az elvezetett hő változása (1a) csak az áram által létrehozott hőmennyiségváltozás (2a) lehet (időben állandó hőátadás), a két egyenlet baloldala azonos, a jobboldalakat egyenlővé tehetjük :

$$-\frac{d^2t}{dx^2} F\lambda = Fi^2\varrho,$$

azaz

$$\frac{d^2t}{dx^2} = \frac{-i^2\varrho}{\lambda}$$

További feltételezések után (sem i, sem ϱ nem függvénye az x-nek), e differenciálegyenletet t-re a következő alakban oldhatjuk meg :

$$t = -\frac{i^2\varrho}{2\lambda} x^2 + C_1 x + C_2$$

Ha x határértékeiül $x = O$-nál t_1-et, $x = h$-nál (az elektróda áramvezetővel érintkező részén) t_2-t veszünk fel, megkapjuk C_1 és C_2 állandók értékét, és egyenletünk így alakul :

$$t = -\frac{i^2\varrho}{2\lambda} x^2 + \left(\frac{i^2\varrho h}{2\lambda} - \frac{t_1 - t_2}{h}\right) x + t_1 \qquad (3)$$

Ha a kapott egyenletet az (1) egyenletbe visszahelyettesítjük :

$$Q(x) = -\frac{dt}{dx} F\lambda =$$

$$= -F\lambda \frac{d}{dx}\left[-\frac{i^2\varrho}{2\lambda}x^2 + \left(\frac{i^2\varrho h}{2\lambda} - \frac{t_1 - t_2}{h} x\right) + t_1\right]$$

a műveletek elvégzése után az $x = h$ elektródarészen távozó hőmennyiséget kaphatjuk :

$$Q = F\left[\frac{\lambda}{h}(t_1 - t_2) + \frac{i^2\varrho h}{2}\right] \qquad (1b)$$

Természetes, hogy t_2 értéke is nagyobb az árammentes állapothoz képest abban az esetben, ha áramvezetés van az elektródákban. A kád pontos szerkezetének ismeretében ezen alaplevezetésből kiindulva a kád többi részeire a szokásos hőtechnikai számításokat elvégezve megkaphatjuk t_2 értékét. Azt találjuk, hogy

$$t_2 = t_2^0 + B\frac{i^2\varrho h}{2} \qquad (4)$$

ahol t_2 az $x = h$-nak megfelelő elektródarészen az áramvezetés hatására kialakult hőmérséklet,

t_2° az a hőmérséklet, mely ugyanazon a helyen áramvezetés nélkül, pusztán hővezetés hatására alakult volna ki,

B arányossági tényező, mely függ attól, hogy az $x = h$ által jellemzett elektródarészt milyen hőszigetelés veszi körül.

Az elvezetett hő tehát lesz :

$$Q = F\left[\frac{\lambda}{h}\left(t_1 - t_2^\circ - B\frac{i^2\varrho h}{2}\right) + \frac{i^2\varrho h}{2}\right],$$

vagy rendezve :

$$Q = F\left[\frac{\lambda}{h}(t_1 - t_2^\circ) + \frac{i^2\varrho h}{2}\left(1 - B\frac{\lambda}{h}\right)\right] \qquad (1c$$

Az egyenlet első tagja az a hőveszteség, mely az adott elektródarészen áramvezetés nélkül haladna át, a második tagja azt mutatja, hogy az elektródában fellépő villamos teljesítménynek ($i^2\varrho h$) milyen nagy része növeli a hőveszteséget. Az elektródateljesítmény többi része a kád fűtőteljesítményének részeként szerepel és a pólustávolság arányos csökkentését kívánja.

Erre vonatkozó és a hazai kádszerkezetekre végzett számításaink szerint a várható hőveszteség felvételekor általában az elektródateljesítmény növekedésének 30%-át vehetjük hőveszteségnövekedésnek.

$$\left[\frac{1}{2} - B\frac{\lambda}{2h} \approx 0{,}3\right]$$

Ilyenképpen esetünkben az áramerősség növelése során a pólustávolság és a kádfeszültség változása kb. olyan görbe vonalon olvasható le, amely 48,7 kA-en a 146 kW, 51,5 kA-en pedig a 148 kW hőteljesítménynek megfelelő vonalat metszi (3. ábra szaggatott vonala). E görbén haladva 51,5

kA körül 4,6 cm átlagos pólustávolság mérethez jutunk, amelyet tovább csökkenteni nem kívánatos, minthogy ekkor a szériában 4 cm-nél kisebb pólustávolsággal dolgozó kádak is lesznek. (Főleg öregebb katódú, vagy szennyezettebb elektrolitú kádak), ez nagyobb anódájú kádakban az anódtalpon levő egyenetlenségek miatt az áramhatásfok gyors romlását okozná.

Az áramerősség további növelése a hőveszteségek növelése révén állandó pólustávolságon lehetséges — természetesen a kádfeszültség növelésével. Az áramerősség zavarmentes üzemet biztosító felső határát csak kísérleti úton állapíthatjuk meg. (Zavarmentes felsőhatár alatt az 1. ábra *C* pontja szerinti terhelést értjük, tehát szokott elektrolithőmérsékletű elektrolízist.)

Ami a hőveszteségek növelésének lehetőségét illeti, minthogy a kádak a lehető legkisebb hőveszteségekkel dolgoznak, pusztán technikai fogásokkal (fémszintnövelés, timföldtakaró vékonyítás, elektrolit savanyítás) nagymérvű hőveszteségnövelést biztosíthatnánk. A vizsgált kádtípus maximális terhelési lehetőségét azonban nem a leadható legnagyobb hőveszteség, hanem elsősorban az anód- és katódállapot szabja meg. Az áramerősség növelésével az elektródák belsejében kiváló hőmennyiség négyzetesen növekszik, és kísérletileg meghatározható értéken túl az elektródák túlzott — s főleg helyenként észlelhető — túlhevülése üzemzavarhoz vezet. (Függőleges tüskés kádban ugyanis az anód túlhevülése az anódállapot leromlására vezet.)

C) *Az anódszerkezet átalakítása az optimális terhelés növelése és az optimum javítása érdekében*

A rendelkezésre álló katódok méretének jobb kihasználása és a katódmedence—anód méretarány javítása az anód méretének növelése útján is lehetséges.

A jelenlegi és a tervezett munkatérméreteket az *1. táblázatból* olvashatjuk le. Láthatjuk, hogy a kádak munkatérszélessége (oldalszén-anódoldal átlagos távolság) mai ismereteink szerint túlzott. A kádak kérgének megmunkálásához nem szükséges a nagyon széles munkatér. A kád oldalbedolgozása pedig csak lényegesen kisebb távolságokon képzelhető el szokott üzem mellett.

Végeredményben az adott kádtípus anódjának szélességét ilyen meggondolások alapján 200 mm-el, a hosszát pedig 400 mm-rel növelhetjük. A jelenlegi 7,14 m^2 alapterületű anódot tehát 8,74 m^2-esre növelhetjük (1900 × 3830 mm-ről 2100 × 4230 mm-re).

Ha az anódáramvezetők (tüskék) számát közel azonos mértékben növeljük (32 db-ról 40 db-ra), az anód- és adott pólustávolságon az elektrolit-ellenállása

1. táblázat

A kád munkatérméretei jelenleg és rekonstrukció után

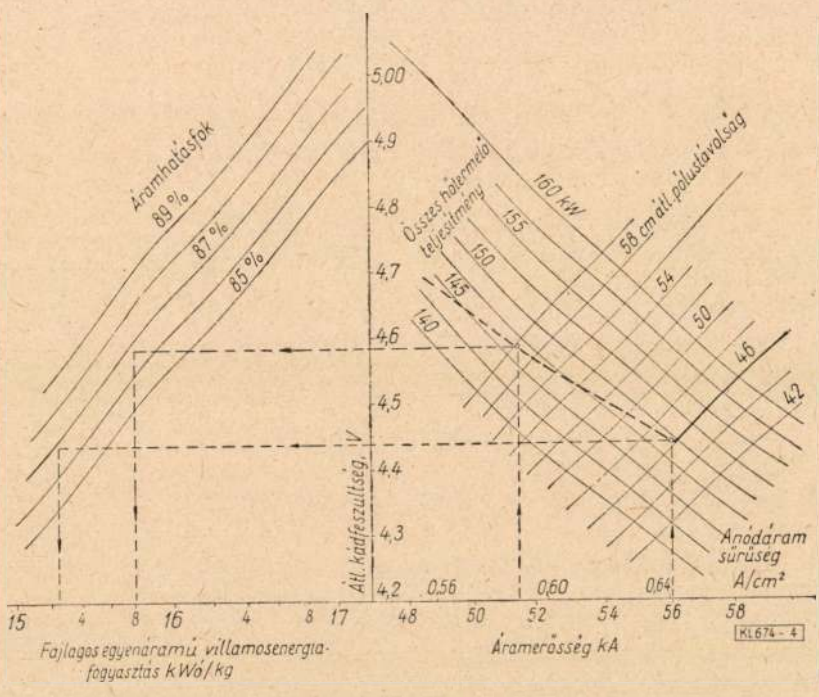
	Jelenleg	Tervezett	Változás (anódméret-növeléssel)
	mm		
1. A kád hosszú oldalfalain Katódszekrényfal—anódoldal távolság ..	870	770	—100
Ebből : oldalfalazás-vastagság	370	370	—
munkatérszélesség .	500	400	—100
2. A kád rövid oldalain Katódszekrényfal—anódoldal távolság ..	935	735	—200
Ebből : oldalfalazás vastagság	370	370	—
munkatérszélesség .	565	365	—200

a jelenleginek 81%-ára csökken. Azonos katód- és sinezésellenállást felvéve, számítással kaphatjuk a *4. ábrán* látható görbesereget.

Induljunk ki az anódméret növelés vizsgálatakor a jelenlegi kádméretre az előbbiekben megállapított optimális áramerősségből.

A vizsgálathoz legelőször meg kell határoznunk a hőveszteség várható nagyságát. A katód hővesztesége változatlan marad, illetve az elektrolit oldalfagyásának igen kis mértékű vékonyodása miatt jelentéktelenül növekszik.

A katódmedence hőszigetelése azonos marad, csupán az oldalfal-anódtávolság csökken 100 mm-rel, az oldalfagyás vastagsága hasonló esetekből szerzett tapasztalatok szerint mintegy



4. ábra. A fajlagos villamosenergiafogyasztás I-N jelleggörbéi a vizsgált kádtípuson rekonstruált anódszerkezettel

40 mm-rel csökken csupán. Minthogy az oldallefagyás hőszigetelőképessége az oldalfal egyéb részeihez (tégla, döngölt oldalbélés) képest kicsi, nem várhatunk számottevő hőveszteségnövekedést. Egyébiránt az anód-oldalfaltávolság az átalakítás után lesz azonos az eddigi gyakorlat szerint kialakult legkedvezőbb mérettel (400 mm). Nagyobbmérvű anódméretnövelést csak az oldalfalazás vékonyításával együtt végezhetnénk, ami természetesen jelentős hőveszteségnöveléssel járna. Az elektrolitkéreg, illetve a timföldtakaró és az anódtető felületének hőmérséklete kb. azonos lévén (140—170 C°), a fajlagos felületi hőveszteségük kb. azonos; összfelületük változatlan marad, várható, hogy a hőveszteségük összege sem változik lényegesen. Az anód oldalfalának és a gázgyűjtőharangnak, valamint a tüskéknek a felülete kismértékben növekszik, viszont az anódban az áramsűrűség csökkenése miatt lényegesen kevesebb hő képződik (azonos áramerősségen 130 mV-tal kisebb lesz az anódfeszültségesés, azaz 6,7 kW-tal kisebb hőképződés lesz az anódban), nyilvánvaló, hogy az anódban az egyes izotermák az elektrolithoz közelebb fognak elhelyezkedni, s a hőveszteség csökkenni fog. A kád várható hőteljesítményigénye 51,5 kA-on kb. 146,5 kW lesz, tehát kb. a jelenlegi anódú kád 48,7 kA-on szükséges hőteljesítményével azonos. A nomogram szerint (4. ábra) ilyenformán a jelzett áramerősségen az átalakítás révén 4,6 cm-ről 5,9 cm-re nő a pólustávolság.

A pólustávolság csökkentése érdekében végrehajtott áramerősségnövelés során az elektródák feszültségesésének növekedése miatt az előbbi esethez hasonlóan, kismérvű hőveszteségnövekedés jelentkezik, számításaink szerint 56 kA-on kb. 149,5 kW-ra növekszik a szükséges hőteljesítmény. Az így berajzolt vonalon haladva az áramerősség pólustávolság csökkentéssel kb. 56 kA-ig növelhető. Itt 4,6 cm átlagos pólustávolságon közel azonos üzemi viszonyok keletkeznek, mint az eredeti méreteken 51,5 kA-on azzal a különbséggel, hogy az átalakított anódú kád anódterhelési viszonyai kedvezőbbek, katódterhelési viszonyai viszont kedvezőtlenebbek lesznek.

Nyilvánvaló, hogy a rekonstruált kád fajlagos villamosenergiafogyasztása lényegesen kisebb lesz:
Jelenlegi kád:

51,5 kA 4,62 V/kád (150 kW = 2,07 W/cm²) ~ ~ 15 850 kWó/t
Rekonstruált anódú kád:

56,0 kA 4,44 V/kád (149,5kW/ = 1,71 W/cm²) ~ 15 250 kWó/t
A közölt adatok a 4. ábra nomogramjáról leolvashatók.

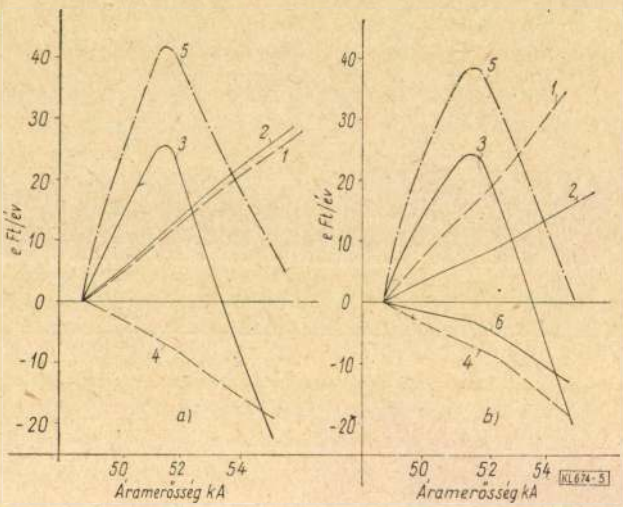
56 kA-nál nagyobb áramerősség a rekonstruált anódú kádban is csak hőveszteségnöveléssel érhető el. Könnyen elképzelhető, hogy ez esetben még inkább fennáll az, hogy a maximális áramerősséget nem a leadható maximális hőveszteség, hanem elsősorban a katód- és anódállapot szabja meg.

II. A gazdaságosság alakulása a terhelésváltozás során

A) *A gazdasági eredmény számítása*

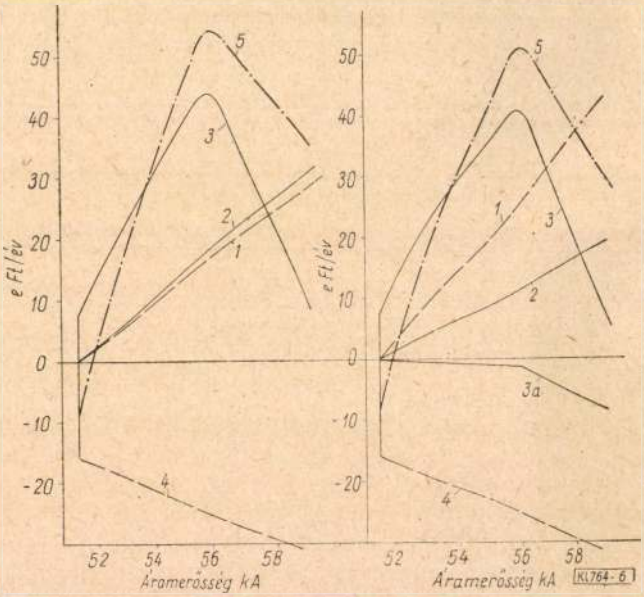
Az így bemutatott műszaki lehetőségek gazdasági értékelésére egyszerűsített számítást készítettünk, mely az egyes áramerősségeken az üzemben, illetve az iparágban jelentkező megtakarításokat adja meg. Általában csak arra törekedtünk, hogy a gazdaságosság alakulásának jellegét ismerjük meg.

Az *5.* és *6. ábrák* a jelenlegi kádakon, illetve a rekonstrukció után végrehajtott áramerősség-



5. ábra. A jelenlegi anódszerkezetű kádakon végrehajtott áramerősségnövelés gazdasági eredménye (egy kádon évenként)

a = üzemi szinten, *b* = iparági szinten. A vonalak értelmezése: 1. megtérülés a meglevő amortizáción, 2. megtérülés a rezsi költségeken, 3. megtérülés a villamosenergiából, 4. a szükséges beruházás amortizációja, 5. összesített gazdasági eredmény, 6. túlfogyasztás új kohóhoz képest



6. ábra. Átalakított kádakon végrehajtott áramerősségnövelés gazdasági eredménye (egy kádon évenként)

a = üzemi szinten, *b* = iparági szinten. A vonalak értelmezése: 1. megtérülés a meglevő amortizáción, 2. megtérülés a rezsi költségeken, 3. megtérülés a villamosenergiából, 4. a szükséges beruházás amortizációja, 5. összesített gazdasági eredmény, 6. túlfogyasztás új kohóhoz képest

növelés során üzemi és iparági szinten jelentkező megtakarításokat mutatják be. Az összegek egy említett típusú kádra egy évben jelentkező megtakarításokat jelentik. A bázis a jelenlegi kádakon a mostani 48,7 kA-en elért eredmény, a rekonstruált kádakra pedig a jelenlegi kádakon 51,5 kA-en elért legjobb eredmény. Az utóbbi ábrán tehát a jelenlegi szinthez képest az ordinátán 42, illetve 38 eFt/év-vel nagyobb megtakarítás mutatkoznék.

A megtakarításokat a következő meggondolások alapján határoztuk meg:

1. Üzemi szinten:

a) Az áramerősségnövelés során az üzemi és vállalati általános (rezsi) költségek összege nem növekszik, következőleg a többlet Al-termelés önköltségében a tétel nem jelentkezik. Ennek nagysága jelenleg kb. 1600 Ft/t.

b) A meglevő beruházott vagyon amortizációja (kb. 1500 Ft/t) szintén nem jelentkezik önköltségi tételként, ellenben a szükséges új beruházás amortizációját fel kell vennünk. Utóbbit átlagos 8,5%-os leírással számítottuk.

c) A villamosenergiafogyasztás költségének változása a műszaki levezetés során kapott adatokkal $\pm$ irányban számítandó. Ezek alapján a következő képlethez jutunk:

$$M_{\ddot{u}} = \frac{A}{P}\Delta P + \frac{B}{P}\Delta P \pm N(P + \Delta P)\, e - C,$$

ahol $M_{\ddot{u}}$ az egy kádra eső évi megtakarítás,
A egy kád évi termelését terhelő évi amortizáció jelenleg,
B egy kád évi termelését terhelő rezsi költségek,
P egy kád évi termelése,
ΔP egy kád évi termelésnövekedése az áramerősségnövelés eredményeként,
ΔN a fajlagos villamosenergiafogyasztás változása,
e az energia egységára,
C az áramerősségnövelés érdekében végrehajtott egy kádra eső beruházás amortizációja.

2. Iparági szinten:

Iparági szinten a megtakarításokat egy létesítendő új kohó színvonalához képest kell meghatároznunk. Egy korszerű nagy üzemben várhatólag jó fajlagos villamosenergiafogyasztással (15 000 kWó/t egyenáram, 97%-os hatásfokú egyenirányító) (kis igazgatási és fenntartási költséggel kb. 1000 Ft/t), de a jelenleginél nagyobb amortizációval (28 eFt/t beruházási költséggel, 8,5% = 2250 Ft/t) dolgoznánk.

Iparági szinten tehát a következőket számíthatjuk:

a) Megtakarítást a rezsi költségeken, melyek új üzemben 1000 Ft/t-t tennének ki, itt viszont nem jelentkeznek.

b) Megtakarítást az amortizáción: új üzemben 2250 Ft/t, itt ellentételként a szükséges beruházás amortizációja C szerepel.

c) Megtakarítást vagy többletkiadást a fajlagos villamosenergiafogyasztás változása alapján egy kád mostani termelésére számítva (új üzem létesítésekor ez a fogyasztáscsökkenés nem jelentkeznék).

d) Többletkiadást az áramerősségnövelés során jelentkező és az új üzemben várható fajlagos villamosenergiafogyasztás különbsége alapján a többlettermelésre számítva (új üzemben kisebb villamosenergiafogyasztás jelentkeznék).

A következő képlethez jutunk:

$M_i = 2250\,\Delta P + 1000\,\Delta P \pm \Delta N P e - \Delta N_1\,\Delta P e - C$

ahol ΔN_1, az áramerősségnövelés után és egy új üzemben várható fajlagos villamosenergiafogyasztás különbsége.

Az egyes tételeket egyenként felrajzoltuk a bemutatott ábrákon.

Az optimális terhelés beállításához szükséges beruházási igényt gyakorlati adatok alapján vettük fel. A valóságban egyes beruházási tételek ugrásszerűen jelentkeznek, mint pl. az öntődekapacitás növelése, raktárak bővítése. Ezekkel a tételekkel egyszerűség kedvéért úgy számoltunk, mintha a termelésnövekedéssel arányos beruházásként jelentkeznének. Ha az áramerősséget előre meghatározott mértékig növeljük, akkor e módszer hibát nem okoz, minthogy a beruházásnak ezek a részei is meghatározott kapacitásra készülnek. Az anódrekonstrukció költségeit természetesen ugrásszerűen jelentkező tételként szerepeltettük.

B) *A gazdasági eredmény alakulása*

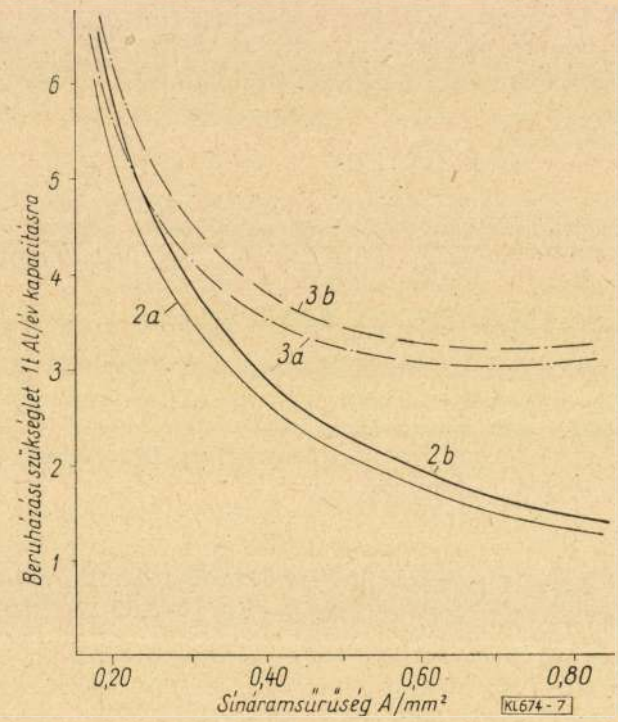
Az ábrákat szemlélve a következőket állapíthatjuk meg:

1. A gazdasági eredmény az áramerősségváltozás függvényében maximumos görbe szerint változik. *A megtakarítás maximuma egybeesik a fajlagos villamosenergiafogyasztás minimumával. Hazai viszonyok között az ehhez tartozó áramerősség adja az optimális terhelést.*

2. A gazdasági eredmény az optimálistól eltérő áramerősség mellett igen gyorsan csökken. E csökkenés mértéke a fajlagos villamosenergiafogyasztás alakulásától függ: minél meredekebben haladnak az *I—N* nomogram pólustávolság-görbéi, annál gyorsabb ez a változás. Utóbbi viszont függ:

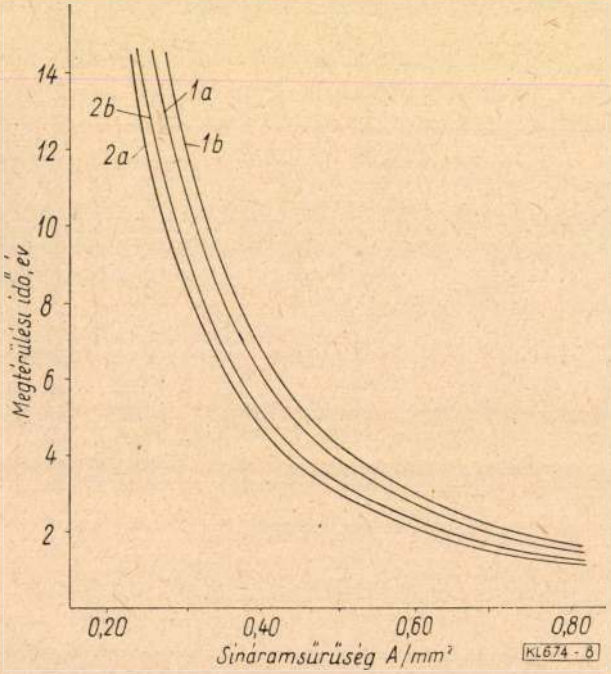
a) a sinezés méretétől,
b) az elektródák ellenállásától,
c) az elektrolit ellenállásától.

Jól szemlélhető, hogy a rekonstruált anódú kád gazdasági eredménye az optimálisnál nagyobb áramerősségen nem csökken olyan rohamosan, mint a jelenlegi kádaké. Ez elsősorban a kisebb elektrolitellenállással magyarázható (a kérdéses áramerősségeken lényegesen kisebb az áramsűrűség: 51,5 kA, jelenlegi kád: 0,72 A/cm², viszont 56 kA, rekonstruált kád: 0,64 A/cm²). Az ismertetett kádtípusra tehát a minél kedvezőbb helyzet megteremtése érdekében olyan méretű anódot kell építenünk a meglevő katódba, amilyet a technikai követelmények lehetővé tesznek (megfelelő oldalhőszigetelés és oldalfagyás, timföldadagolás lehetősége). Ez egyúttal a gazdaságosság



7. ábra. Elektrolizáló kádak áramvezető sínezésének fajlagos beruházási igénye

1. sínezés villamosenergia veszteségből adódó erőműberuházás, 2. sínezés kohóműcsarnoki beruházása, 3. összes beruházás (1 + 2), *a* = öntött Al-sínek (45 Ft/kg), *b* = sajtolt Al-sínek (50 Ft/kg)



8. ábra. Elemi kis sínezésbővítés megtérülési ideje

1. energiaár 0,54 Ft/kWó, 2. energiaár 0,70 Ft/kWó, *a* = Al-sín ár 45 Ft/kg, *b* = Al-sín ár 50 Ft/kg

mértékének növekedésével is jár. (Jelenlegi kád 51,5 kA : 38 eFt/év : rekonstruált kád 56 kA : 90 eFt/év, iparági szinten.)

Az elektródák ellenállásának csökkentése — a hőveszteségek növelése nélkül — a gazdaságosság csúcspontjának nagyobb áramerősséghez való eltolódását okozza, s a megtakarítás összege egyenes vonalban tovább növekszik. Ha az elektródák ellenállásának csökkentése olyan, vagy kisebb hőveszteségnövekedéssel jár együtt, melynek aránya a lehetséges áramerősségnöveléshez azonos a kiinduló hőveszteségnek a kiinduló áramerősséghez való arányával, a gazdaságosság maximuma azonos vagy kissé nagyobb lesz egy nagyobb áramerősségen.

Ha az elektródák hőveszteségeit ennél nagyobb mértékben növeljük, az a fajlagos villamosenergiafogyasztás növekedését hozza — kisebb-nagyobb mértékben — a gazdaságosság maximuma kisebb lesz egy nagyobb áramerősségen. Az elektródák tekintetében főleg a kisebb anódellenállást adó anódkezelés és anódszerkezet és jobb minőségű katódblokkok használata hozhat kedvező eredményt.

3. A minimális fajlagos villamosenergiafogyasztást adónál nagyobb áramerősség használata — azonos rezsi költségszint és amortizációs idő feltételezésével — csak a jelenleginél lényegesen kisebb energiaönköltség mellett lenne gazdaságos. A jelenlegi kádakon 18 fillér/kWó-nál, a rekonstruált kádakra 24 fillér/kWó nál kisebb energia-ár mellett a gazdasági eredmény már erősen laposodó görbe szerint alakulna.

4. A gazdaságosság iparági szinten néhány százalékkal kisebb ugyan, de jellege teljesen azonos az üzemi szinten számítottal, azaz az üzemi szinten gazdaságos beruházás hasonló esetekben új kohó létesítésével szemben is gazdaságos.

C) *Elektrolizáló kádak áramvezető sinezésének gazdaságos terhelése*

Végezetül szólnunk kell egy olyan kérdésről, mely az optimális áramerősség beállítása során felmerül, de gazdaságossága külön is vizsgálható: a kohósinezés méretéről.

A vizsgálat tárgyává tettük először a sinezés népgazdasági beruházási igényét, figyelembevéve a kohóban és az erőműben — a sinezésben fellépő energiaveszteség miatt — szükséges beruházásokat.

A kohóban szükséges beruházási összeg: (1 t Al-termelő kapacitásra)

$$B_s = \frac{l \cdot \gamma_s}{D \cdot \eta\, 8760 \cdot 0{,}3354}\, eFt\,(t\ Al)\ \text{év} \qquad (5)$$

fordítva arányos a sinezés áramsűrűségével (s, sínköltség Ft/kg beépített sín, l, sínhossz m/kád, D, áramsűrűség a sínben A/mm², γ, a sínanyag fajsúlya kg/dm³). Az erőműben szükséges beruházás viszont:

$$B_e = \frac{\varrho \cdot l_1 \cdot D \cdot 10}{\eta \cdot 8760 \cdot 0{,}3354}\, eFt\,(t\ Al)\ \text{év} \qquad 6)$$

egyenesen arányos a sináramsűrűséggel (ahol $l_1 = a \cdot l$ = a hasznos sínhossz [$a \approx 0{,}80$]; ϱ = sínanyag fajlagos ellenállása ohm mm²/km, 10 eFt/kW erőműi összberuházási igény).

A *7. ábra* 45 Ft/kg és 50 Ft/kg beépített sínköltséggel számítva mutatja a beruházási igényeket különböző sináramsűrűségekre. Az összesített beruházásnak 0,64 A/mm²-en minimuma van, bár 0,55—0,70 A/mm² között gyakorlatilag nem vzáltoik, 0,30—0,50 A/mm² között kis-

mértékű, azon alul igen gyors emelkedés jelentkezik.

A *8. ábrán* azt az időt olvashatjuk le, amely alatt az adott áramsűrűségen végrehajtott elemi kismértékű sínezésbővítés az energiamegtakarításból megtérül (amortizálódik).

A kohócsarnoki sínezés beruházási igényének (5) képletébe a szokásos értékeket helyettesítve (kb. 55—80 kA-s kádakhoz)

$$B_s = 2{,}32\,\frac{s}{D}$$

A sínezésbővítéshez szükséges beruházás: (1 t Al-ra)

$$B_s = 2{,}32 \cdot s\left(\frac{1}{D_2} - \frac{1}{D_1}\right)$$

A jelentkező energiamegtakarítás évenként: (1 t Al-ra)

$$\Delta E = \frac{\varrho \cdot l_1 \cdot e\,(D_2 - D_1)}{0{,}3354 \cdot \eta},$$

ahol e az energiaár

$$\Delta E = 1{,}98\,e\,(D_2 - D_1).$$

A megtérülés ideje:

$$\eta = \frac{B_s}{\Delta E} = \frac{2{,}32 \cdot s\left(\frac{1}{D_2} - \frac{1}{D_1}\right)}{1{,}98 \cdot e\,(D_2 - D_1)} =$$

$$= 1{,}17\,\frac{s}{e}\,\frac{1}{D_2 D} \qquad (7)$$

Elemi kismértékű sínezésbővítéshez $D_1 \approx D_2$ vagyis

$$\eta = 1{,}17\,\frac{s}{e \cdot D^2} \qquad (8)$$

A számítás szerint az Al-kohók által fizetett 0,54 Ft/kWó energiaár 45 Ft/kg sínköltség mellett (öntött sínek) 0,31 A/mm², 50 Ft/kg sínköltség mellett (sajtolt sínek) pedig 0,33 A/mm² sínáramsűrűségen az utolsó kis bővítési rész is megtérül a kalkulációkban szokásos 10 éven belül. A további sínezésbővítés hosszabb idő alatt amortizálódik.

Ismeretes, hogy kohóink sínezésének áramsűrűsége lényegesen felette van ennek. Módot kell találnunk arra, hogy ezen a helyzeten a gazdaságosság javítása érdekében változtassunk.

A termelés növelése érdekében végrehajtott anódszerkezet-átalakítással egyidőben célszerű a sínezés áramsűrűségét a megfelelő bővítéssel gazdaságosra beállítani. A síncsatornák méretei az egyes szériákon általában lehetővé teszik a sínhálózat bővítését.

Megjegyzendő még, hogy a sínezés áramsűrűségének a gazdaságosra való beállításával az előbbiekben vizsgált kádtípus fajlagos villamosenergia-fogyasztása a nomogramon közölt 15 250 kWó/t-val szemben 15 000 kWó/t-ra csökkenthető. Ez az utóbbi talán túlzottnak tűnik, de az alumíniumelektrolízis hazai gazdaságossági viszonyai ezt szükségessé teszik.

Összefoglalás

A tanulmány bemutatja egy korábbi időszakban tervezett hazai kádtípus optimális terhelésének beállítását és a szerkezeti arányok legkedvezőbb kialakítása érdekében végrehajtott műszaki és gazdasági vizsgálatot. Az áramerősségváltozás során előálló műszaki körülmények tanulmányozása legszemléletesebben a kádtípusra adott szerkezetre érvényes I—N (áramerősség-fajlagos villamosenergiafogyasztás) nomogramon lehetséges. A gazdaságosság számítása üzemi és iparági szinten új kohó létesítésével ad összehasonlítást. A magyar energiaárak mellett a gazdaságosság maximuma a legkisebb fajlagos villamosenergiafogyasztást biztosító áramerősségen van.

A tanulmány továbbá rámutat arra, hogy az elektrolízis fejlődése lehetőséget nyújt a régebbi, működő szériák termelésének növelésére, ha a meglevő kádak szerkezeti átalakítása gazdaságosan megoldható. A hőveszteségeket nem, vagy csak kismértékben növelő átalakítások a kádtípus termelését és a gazdaságosság mértékét növelik.

IRODALOM

[1] *Molnár I.:* Alumíniumelektrolizáló kádak áramerősségének növelése. Koh. Lapok. 1960. (2. sz.) 49. o.

[2] *Pálovits P.:* Alumíniumelektrolizáló kádak gazdaságos terhelése hazai viszonyok között. Koh. Lapok 1960. 4. sz. 181. o.

[3] *Abramov, G. A.* stb.: Az alumínium kohászatának elméleti alapjai. Metallurgizdat. Moszkva, 1953. 420. o.

[4] *Gupaló, I. P.—Kosztjukov, A. A.:* Meglevő alumíniumelektrolizáló kádak áramerősségének növelése. Cvetnüje Metallü 1958. 11. sz. 52. o.

Gazdasági hírek

Az **Észak-Vietnami** Iparügyi Minisztérium közleménye szerint a Vörös folyó mentén gazdag *apatit* és *bauxit* előfordulásokra találtak. Ezzel Észak-Vietnam a világ legjelentősebb apatit és bauxit készlettel rendelkező országai sorába lépett. *H. W.*

Sprechsaal 1960. 20. sz.

A Vereinigte Alumíniumwerke **Norf-ban (Düsseldorf** mellett) 46 000 tonna kapacitású *alukohó* építését kezdte meg. Az indulást 1963-ra tervezi. A kohó és hozzátartozó erőmű bővítés beruházási munkái 200 millió DM-ot tesznek ki. *H. W.*

Metall 1961. I.

A Price-Pearson Refractories Ltd Albion Works elnevezéssel **Brierly Hillben** új *tűzállóanyaggyár* létesítését tervezi 350 000 $ költséggel. *H. W.*

Sprechsaal 1960. dec.

A Norton Company, **Worcester** kutató laboratóriumában újfajta *korund csiszolóanyagot* dolgoztak ki. Az új szemcséből gyártott korongok különösen rozsdamentes acél megmunkálásához váltak be és a csiszoláskor a lemunkált anyagra számítva 40% önköltségcsökkenést érnek el. *H. W.*

Sprechsaal 1960. 23. sz.

Grafikus kéneskőszámítás a rézkohászatban

Dr. FEKETE LÁSZLÓ, a műszaki tudományok kandidátusa

Dk.: 669.332.3

A szulfidos rézércek kéneskőre való olvasztásakor az elegyszámítás két részre tagozódik: a kéneskőszámításra és a salakszámításra.

A kéneskőszámítás során meg kell határozni az olvasztáshoz szükséges kén és a várható kéneskő mennyiségét. A kéneskő összetétele és mennyisége alapján számítható ki az ércből a salakba kerülő alkatrészek mennyisége.

A salakszámítás célja az ércből a salakba jutó alkotórészek elsalakításához szükséges pótlékok mennyiségének meghatározása.

A salakszámításra kidolgozott új módszereimről egy korábbi cikkben számoltam be [3]. Ebben a dolgozatban csak a kéneskőszámítással foglalkozom.

A rezes kéneskövek túlnyomórészt Cu_2S-ből és FeS-ből állnak, de előfordulnak bennük egyéb szulfidok és oldott színfémek is.

A réznek és a vasnak a kénhez, illetőleg az oxigénhez való vegyrokonságára a

$$Cu_2O + FeS = Cu_2S + FeO \qquad (1)$$

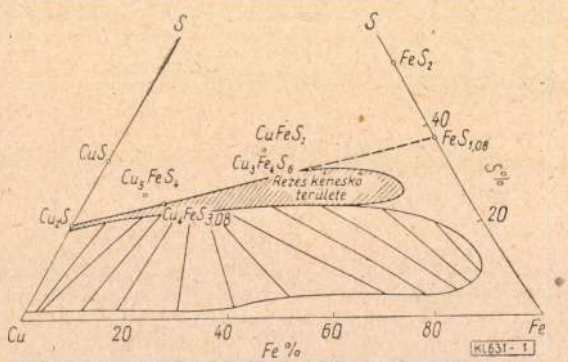
reakció termodinamikai potenciáljának értékéből vonhatunk le következtetéseket.

$$\Delta G = -RT \cdot \ln \frac{a_{Cu_2S} \cdot a_{FeO}}{a_{Cu_2O} \cdot a_{FeS}} + RT \cdot \ln \frac{A_{Cu_2S} \cdot A_{FeO}}{A_{Cu_2O} \cdot A_{FeS}} \qquad (2)$$

Az oxidalakban maradó réz az olvasztás alatt könnyen elsalakul, míg a szulfidalakba kerülő réz a kéneskőbe jut. A réznek a kéneskőbe való gyűjtése annál jobban sikerül, minél negatívabb lesz a fenti reakció termodinamikai potenciálja. Ez a feltétel annál jobban teljesül, minél nagyobb lesz az FeS aktivitása és minél kisebb lesz a Cu_2S és FeO aktivitása. Az FeO aktivitásának kicsi voltát az elegyben levő SiO_2 biztosítja, amely a keletkező FeO-t elsalakítja a

$$2\,FeO + SiO_2 = 2\,FeO \cdot SiO_2$$

reakció szerint. Az elsalakuló réz mennyisége tehát annál kisebb lesz, minél nagyobb lesz a kéneskőben az FeS mennyisége, illetőleg minél kisebb lesz a kéneskő %-os réztartalma. Minthogy azonban a rezet a kéneskőbe dúsítási céllal gyűjtik, a két ellentétes követelmény figyelembevételével a jó kéneskő réztartalmának 20 és 40% között kell maradnia.



1. ábra. A ipari rezeskéneskövek összetétele. Die Bergakademie, 1951. Heft 6., 44. oldal, 17. ábra

A kéneskő kénszükségletét régebben úgy számították, mintha a kéneskő tisztán Cu_2S-ből és FeS-ből állna. Az újabb kutatások szerint azonban a technikai kéneskövek ettől az ideális összetételtől eltérnek. Az *1. ábra* a Cu — Fe — S diagram egyik részét tünteti fel. A diagram mezejében látható egy a Cu — S binér-rendszerből kiinduló oldhatatlan terület. A ipari rezes kéneskövek összetétele abba a vonalkázott mezőbe esik, amely a Cu_2S — FeS vonal és az oldhatatlanság területének felső határa között helyezkedik el.

A tapasztalat szerint a számítás akkor szolgáltatja a legreálisabb eredményeket, ha a kéneskő kéntartalmát 25%-nak vesszük fel. A kéneskő vastartalmát úgy számítjuk ki, hogy a fennmaradó 75%-ból levonjuk a kéneskőbe vitt réz mennyiségét.

100 kg ércben levő réz kéneskőbe való beviteléhez elméletileg szükséges kén mennyisége

$$S_{elm} = (Cu\%)_{érc} \frac{25}{(Cu\%)_{kéneskő}} \qquad (3)$$

Számolnunk kell azzal, hogy az olvasztás során a kén egy része a kemencegázokkal eltávozik. Gyakorlati tapasztalatok szerint az így eltávozó kén a beadott összes kén 15—30%-a. Beadandó tehát az elméleti kénszükséglet $n = 1{,}18 \sim 1{,}44$-szeres mennyisége. Az n a kénfeleslegtényező.

$$S_{gyak} = n\,(Cu\%)_{érc} \frac{25}{(Cu\%)_{kéneskő}} \qquad (4)$$

A gyakorlatilag szükséges kénmennyiség kiszámítására szolgáló nomogramot logaritmikus skálákkal szerkesztettem, hogy nagyobb legyen a rézben szegényebb ércek leolvasásának pontossága *(2. ábra)*.

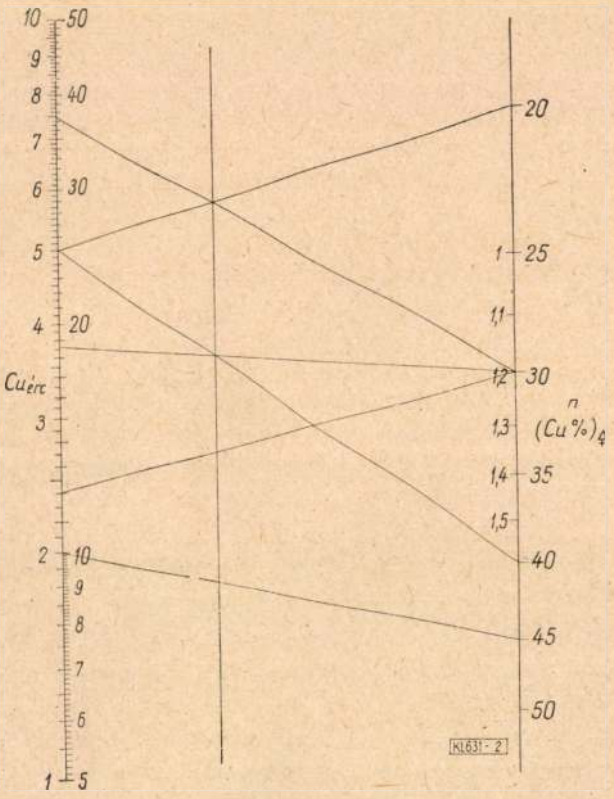
Minthogy a megoldandó egyenletben három független változó van, azt egy λ segédváltozó bevezetésével két függvényre kell felbontanunk.

$$\frac{1}{n} S_{gyak} = \lambda \qquad (5)$$

$$(Cu\%)_{érc} \frac{25}{(Cu\%)_{kéneskő}} = \lambda \qquad (6)$$

A (6) egyenletnek a (3) egyenlettel való összehasonlításából következik, hogy $\lambda = S_{elm}$.

Ha ezt a két egyenletet úgy írjuk nomogramba, hogy a $Cu_{érc}$-skála és az S_{gyak}-skála léptéke és iránya azonos legyen, akkor a két külön megszerkesztett nomogram egyesítése után ezt a két mennyiséget ugyanazon a skálán tüntethetjük fel. Ezt a skálát a baloldali tartóra vittem fel úgy, hogy a tartó egyik oldalán 1-től 10-ig, a másik oldalán pedig 5-től 50-ig terjedő beosztás



2. ábra. Nomogram a kéneskőre való olvasztás kénszükségletének meghatározására

található. Ez az eltolás azt a célt szolgálja, hogy a nomogram a pontos leolvasás biztosítása mellett tág határok között legyen használható. Teljesen mindegy, hogy a baloldali tartó melyik skáláján keressük fel a $Cu_{érc}$-et, csak azt kell megjegyeznünk, hogy az eredmény (S_{gyak}) ugyanazon a skálán jelentkezik, amelyiken az érc réztartalmát felvettük. A baloldali tartó skáláinak számszerű adatát 10 bármely hatványával szorozhatjuk, vagy oszthatjuk, ha a művelet elvégzését nem csak a független változó felkeresésekor, hanem az ugyanazon a skálán jelentkező eredmény leolvasásakor is figyelembe vesszük.

A jobboldali tartó külső oldalára került a kéneskő réztartalmát feltüntető skála, a belső oldalon pedig a kénfeleslegtényező, n skálája látható.

Ha akkora nomogramot készítünk, hogy a baloldali skála hossza 250 mm legyen, akkor annak a beosztását a 25 cm-es logarléc beosztása alapján könnyen elkészíthetjük. A jobboldali tartó két skáláját ilyenkor úgy szerkesztjük meg, hogy a tartó tetszés szerint felvett pontját 0-nak választva felmérjük a tartóra mm-ben az

$$y_n = 500 \log \frac{1}{n} \qquad (7)$$

és az

$$y_{Cu} = 500 \log \frac{25}{Cu\%} \qquad (8)$$

egyenletekből a kiszámolt adatoknak megfelelő távolságokat. A nullpont helyét célszerű úgy megválasztani, hogy a $(Cu\%)_{kéneskő} = 30$-nak megfelelő pont körülbelül a skála közepére essék, A felmért pontok mellé azután odaírjuk az n és $(Cu\%)_{kéneskő}$ megfelelő értékeit.

Minthogy a jobboldali tartó skáláinak léptéke kétszer akkora, mint a baloldali skálák léptéke, a középső, skála nélküli tartónak kétszer akkora távolságra kell lennie a jobboldali tartótól, mint a baloldalitól. (Logaritmikus skálák léptékén az 1 és 10 pontok között levő távolság mm-ben kifejezett nagyságát értjük.)

A nomogramot úgy kell használni, hogy először az érc réztartalmát feltüntető pontot kell összekötnünk az előállítani kívánt kéneskő %-os réztartalmát feltüntető ponttal és meg kell jelölnünk a középső tartónak ezzel az egyenessel alkotott metszéspontját. Ezen a metszésponton és az n-skála megfelelő pontján átfektetett egyenes a baloldali tartón kimetszi a szükséges kén mennyiségét feltüntető pontot.

A nomogram a fordított feladat megoldására is alkalmas, csak arra kell ügyelni, hogy a $Cu_{érc}$-skála kiválasztott pontját mindig csak a $(Cu\%)_{kéneskő}$-skála megfelelő pontjával szabad összekötni és ugyanígy az S- és n-nek is mindig azonos indexvonalon kell feküdniök.

Ha ismerjük a feladott elegy réz- és kéntartalmát, továbbá a keletkezett kéneskő %-os réztartalmát, akkor a nomogram segítségével meghatározhatjuk a kénfeleslegtényező nagyságát.

Minthogy a nomogram használata független attól, hogy a kéneskőbe kerülő réz kg-ban kifejezett mennyisége az ércnek mekkora mennyiségéből származik, az általánosítás érdekében a $(Cu\%)_{érc}$ jelölésről a $Cu_{érc}$ jelölésre tértem át. Ha a számítást 100 kg ércre vonatkoztatjuk, akkor $Cu_{érc}$ továbbra is az érc százalékos réztartalmát jelenti.

A nomogram használatát számpéldán is bemutatom. Ha az érc 5% Cu-t tartalmaz és tudjuk, hogy a kénfeleslegtényező $n = 1{,}2$ (vagyis 20% kénfelesleget kell használnunk), akkor 20% rezet tartalmazó kéneskő előállításához 7,5 kg ként kell biztosítanunk az érc 100 kg-jára vonatkoztatva.

Ha az érc 0,5% Cu-t tartalmaz, akkor a 20% rezet tartalmazó kéneskő előállításához $n = 1{,}2$ mellett 0,75 kg kén biztosítása szükséges.

Ha most a baloldali tartó belső skáláját veszszük figyelembe, akkor az előbbi feladat megoldásához berajzolt két egyenes a következő feladatok megoldását jelentheti. Ha az érc réztartalma rendre 25%, 2,5%, 0,25%, akkor $n = 1{,}2$ mellett 20% rezet tartalmazó kéneskő előállításához 100 kg ércnek 37,5 kg, illetve 3,75 kg, ill. 0,375 kg ként kell tartalmaznia.

Ha az olvasztáshoz kerülő érc egész mennyiségét pörkölésnek vetjük alá, akkor a pörkölést úgy kell vezetnünk, hogy a fenti nomogram segítségével meghatározott kénmennyiség visszamaradjon a pörkben.

Ha az olvasztáshoz kerülő elegy kéntartalmát pörkölt és pörköletlen érc keverésével akarjuk beállítani, akkor a két ércféleség keverési

arányát abból a feltételből határozhatjuk meg, hogy az egyikkel bevitt fölös kén mennyiségének fedeznie kell a másikban jelentkező hiányt.

A 100 — x kg pörkből hiányzó kén mennyiségét megkapjuk, ha a réztartalom alapján számított elméleti kénszükségletet megszorozzuk a kénfeleslegtényezővel és a szorzatból levonjuk a pörkben levő kén mennyiségét.

Az x kg nyersércben (színporban) levő rezet szintén a kéneskőbe kell vinni. Ennek a kénszükségletét ugyancsak megszorozzuk a kénfeleslegtényezővel. Ha az így megnövelt kénmennyiséget levonjuk a nyersérc kéntartalmából, kiadódik a fölösleges kén mennyisége.

A keverési arány meghatározására szolgáló egyenlet tehát a következő

$$(100-x)\left[n(\mathrm{Cu\%})_{\text{pörk}}\frac{25}{(\mathrm{Cu\%})_{\text{kéneskő}}}-(\mathrm{S\%})_{\text{pörk}}\right]=$$

$$=x\left[(\mathrm{S\%})_{\text{szinpor}}-n\,(\mathrm{Cu\%})_{\text{szinpor}}\frac{25}{(\mathrm{Cu\%})_{\text{kéneskő}}}\right] \qquad (9)$$

Ennek az egyenletnek a grafikus megoldására két módszert dolgoztam ki.

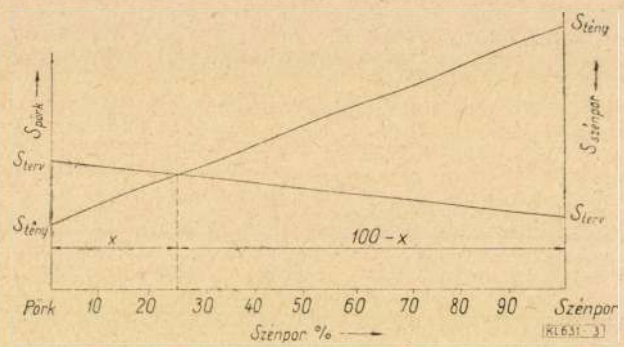
Az egyik változatban a (9) egyenletet

$$(S_{\text{terv}})_{\text{érc}}=n\cdot \mathrm{Cu}_{\text{érc}}\frac{25}{(\mathrm{Cu\%})_{\text{kéneskő}}} \qquad (10)$$

helyettesítést követő rendezéssel a következő alakra hozzuk:

$$\frac{x}{100-x}=\frac{[S_{\text{terv}}-S_{\text{tény}}]_{\text{pörk}}}{[S_{\text{tény}}-S_{\text{terv}}]_{\text{szinpor}}} \qquad (11)$$

Az x-et a *3. ábrán* látható diagramon szerkesztéssel határozzuk meg, miután az S_{terv} = S_{gyak}-ot a 2. ábrán bemutatott nomogramról leolvastuk.

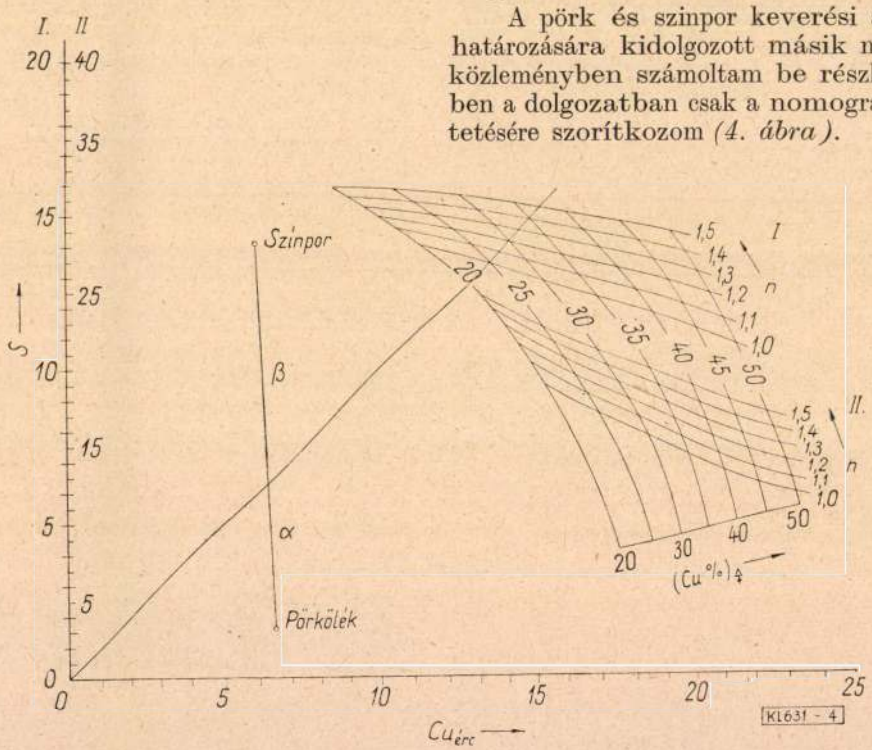


3. ábra. Pörkölt és pörköletlen érc keverési arányának meghatározása

A 3. diagramon a pörkből és színporból álló keverékekben a két komponens százalékos részesedését feltüntető skála két végpontjában állított merőlegesekre a kéntartalmak feltüntetésére alkalmas lineáris skálákat kell felrakni. (A 3. ábra csak elvi vázlat. A skálák beosztása nincs feltüntetve rajta.)

Keressük fel ezeken a skálákon a pörk és a szinpor százalékos kéntartalmát ($S_{tény}$) és kössük össze a két pontot egy egyenessel. A 2. nomogram segítségével meghatározott S_{terv}-et ugyancsak jelöljük be a megfelelő skálákra és az így nyert pontokon át szintén fektessünk egyenest. A két egyenes metszéspontját az S skálák tartóival párhuzamosan vetítsük az alapskálára. A vetítősugár az alapskálát olyan két részre osztja, amelynek az aránya azonos a pörk és szinpor elegyítendő mennyiségeinek az arányával.

A pörk és szinpor keverési arányának meghatározására kidolgozott másik módszerről külön közleményben számoltam be részletesen [10]. Ebben a dolgozatban csak a nomogram rövid ismertetésére szorítkozom *(4. ábra)*.



4. ábra. Pörkölt és pörköletlen érc keverési arányának meghatározása

A szerkesztés alapját képező egyenlethez úgy juthatunk el, hogy a

$$v = \frac{25\,n}{(\mathrm{Cu}\%)_{\text{kéneskő}}} \qquad (12)$$

jelölés bevezetése után kifejezzük a (9) egyenletből v értékét

$$\frac{x\,(\mathrm{S}\%)_{\text{szinpor}} + (100 - x)\,(\mathrm{S}\%)_{\text{pörk}}}{x\,(\mathrm{Cu}\%)_{\text{szinpor}} + (100 - x)\,(\mathrm{Cu}\%)_{\text{pörk}}} = v = \frac{\Sigma \mathrm{S}}{\Sigma \mathrm{Cu}} \qquad (13)$$

Ha derékszögű koordináta-rendszerben az S-t az ordinátán, Cu-t pedig az abszcisszán ábrázoljuk, akkor az egyes ércféleségeket kén- és réztartalmuk alapján egy-egy ponttal jellemezhetjük. Minthogy a skálák lineárisak, két ércféleség (pl. pörk és nyers szinpor) különböző arányú keverékeinek jellemző pontjai a két érc jellemző pontját összekötő egyenesen helyezkednek el.

A $v = f\,[n, (\mathrm{Cu}\%)_{\text{kéneskő}}]$ függvény egy, a koordináta-rendszer kezdőpontján áthaladó sugárnyalábot határoz meg. A v bizonyos értékének megfelelő sugár minden pontja olyan összetartozó kén- és rézmennyiségeket határoz meg, amelyeknek aránya megfelel az előállítandó kéneskő összetétele és az olvasztáskor fellépő kénveszteség figyelembevételével felállított követelményeknek.

A v bizonyos nagyságának megfelelő sugár metszi a két ércféleség jellemző pontját összekötő egyenest. A metszéspont úgy osztja fel a két érc pontja között levő távolságot, hogy a részek aránya fordítottja lesz az elegyítendő ércmennyiségek viszonyának. (Mérlegszabály.)

A diagram mezejében látható hálózat lehetővé teszi a kénfeleslegtényező (n) és az előállítani kívánt kéneskő százalékos réztartalma alapján a megfelelő sugár közvetlen megrajzolását.

A koordináta-rendszer kezdőpontjából a hálózat bármely pontjához húzott egyenes iránytangense azzal a v értékkel egyenlő, amely az illető ponthoz tartozó n és $(\mathrm{Cu}\%)_{\text{kéneskő}}$-nek megfelel.

A hálózat két részre oszlik.

A hálózat I. részét akkor kell használni, amikor az ordinátatengelyen levő S-skálák közül az I. jelzésűt vesszük figyelembe, míg a II. jelzésű S-skálához a II. jelzésű hálózatrész tartozik.

A nomogram használatát a következő példán mutatom be:

A szinpor összetétele:

$CuFeS_2$	11,5%	Cu	6,0%
Cu_2S	2,5%	Fe	11,9%
FeS_2	18,0%	S	14,1%
SiO_2	50,0%		
CaO	10,0%		
Al_2O_3	8,0%		

A szinporból származó pörk összetétele:

Cu_2S	8,10%	Cu	6,48%
Fe_2O_3	15,15%	Fe	12,9 %
Fe_3O_4	3,14%	S	1,6 %
SiO_2	54,15%		
CaO	10,81%		
Al_2O_3	8,45%		

Megállapítandó, hogy milyen arányban kell a pörköt a nyers szinporral keverni 100 kg érckeverék előállításához, ha 30% rezet tartalmazó kéneskőre akarunk olvasztani és a lángkemence deszulfurizáló hatása 16,6%.

A kénfeleslegtényező

$$n = \frac{1}{1 - 0{,}166} = 1{,}2$$

A 4. ábrán a két ércféleség jellemző pontja között levő távolságot a kiválasztott sugár

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{47}{78}$$

arányban osztja fel. (A két szám az α és β távolságoknak mm-ben kifejezett hosszúsága abban az esetben, ha mindkét skála léptéke : 1% = 10 mm.)

100 kg érckeverék előállításához x kg szinpor és 100 — x kg pörk szükséges.

$$x = \frac{\alpha}{\alpha + \beta}\,100 = \frac{47}{125}\,100 = 37{,}6 \text{ kg szinpor}$$

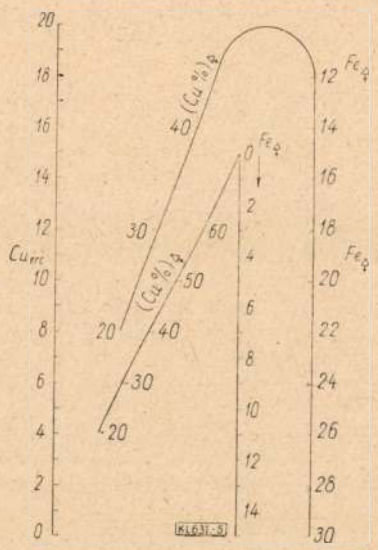
$$100 - x = 100 - 37{,}6 = 62{,}4 \text{ kg pörk}$$

Az olvasztáshoz kerülő érc vagy érckeverék kéntartalmának a beállítása után meg kell határoznunk a keletkező kéneskőnek, valamint az ércből a salakba kerülő alkotórészeknek a mennyiségét.

A kéneskő mennyisége a veszteségek figyelembevétele nélkül számított elméleti kénszükséglet négyszeresével egyenlő. A kéneskő elméleti kénszükségletét az érc réztartalmának és a kéneskő százalékos réztartalmának az alapján a 2. vagy pedig a 4. ábrán közölt nomogram segítségével úgy határozhatjuk meg, hogy a kénfeleslegtényezőt, n-et 1-nek vesszük.

A kéneskő mennyiségét a (3) egyenlet figyelembevételével nyert összefüggésből közvetlenül is kiszámíthatjuk.

$$\text{Kéneskő súlya} = \frac{\mathrm{Cu}_{\text{érc}}}{(\mathrm{Cu}\%)_{\text{kéneskő}}}\,100 \qquad (14)$$



5. ábra. Nomogram a kéneskő vastartalmának meghatározására

A 100 kg érc vagy érckeverék olvasztásakor salakba kerülő salakalkotók mennyisége az FeO kivételével közvetlenül adódik az érc százalékos összetételéből.

Az ércben levő vas megoszlik a kéneskő és a salak között és ezért az elsalakuló vas mennyiségének meghatározására ismernünk kell a kéneskőbe kerülő vas mennyiségét.

$$Fe_{salak} = Fe_{érc} - Fe_{kéneskő}$$

A kéneskőbe kerülő vas mennyiségét a következő egyenletből számíthatjuk ki:

$$Fe_{kéneskő} = Cu_{érc}\left[\frac{75}{(Cu\%)_{kéneskő}} - 1\right] \quad (15)$$

Ennek az egyenletnek a megoldására szerkesztettem az *5. ábrán* látható nomogramot.

A baloldali tartóra felvitt lineáris skála az érc réztartalmának feltüntetésére szolgál 0 és 20 határok között. A jobboldalon látható két párhuzamos tartóra a kéneskőbe kerülő vas súlyát feltüntető lineáris skálák kerültek 0 és 15, illetőleg 12 és 30 határok között. Ezeknek a tartóknak mindegyikéhez egy-egy ferde tartó csatlakozik, amelyek a kéneskő százalékos réztartalmára vonatkozó skálákat hordják. Ezek az utóbbi skálák is lineárisak, csak a léptékük különböző.

A ferde skálák beosztását a következő megfontolás alapján határozhatjuk meg. A ferde skála tartója a $Cu_{érc}$ és $Fe_{kéneskő}$ skálák nullapontjait összekötő egyenes. A két utóbbi skála ellentétes irányú és a léptékeik azonossága folytán bármely, a tartókra merőleges egyenes a két skálán olyan értékeket metsz ki, amelyeknek összege állandó. Ha a $Cu_{érc}$ skálán kimetszett-et x-szel, a belső $Fe_{kéneskő}$ skálán kimetszett-et y-nal és a külső $Fe_{kéneskő}$ skálán kimetszett-et z-vel jelöljük, akkor

$$x + y = 15 \quad (16)$$

$$x + z = 30 \quad (17)$$

A párhuzamos tartókra merőleges indexvonalak a ferde tartókat is metszik egy-egy pontban. Ezeknek a metszéspontoknak olyan skálanagysággal kell rendelkezniök, amely kielégíti az eredeti (15) egyenletet is.

$$x\left[\frac{75}{(Cu\%)_{kéneskő}} - 1\right] = y, \quad (18)$$

$$x\left[\frac{75}{(Cu\%)_{kéneskő}} - 1\right] = z \quad (19)$$

Helyettesítsük be y-t és z-t a (16), illetve a (17) egyenletbe, majd fejezzük ki mindkettőből x-et! Az alsó ferde skálára vonatkozó egyenlet

$$x = 0{,}2\ (Cu\%)_{kéneskő} \quad (20)$$

a felsőre vonatkozó pedig

$$x = 0{,}4\ (Cu\%)_{kéneskő} \quad (21)$$

lesz.

Ezek az egyenletek azt jelentik, hogy pl. a $(Cu\%)_{kéneskő} = 20$-nak megfelelő pontot az alsó ferde tartón olyan egyenessel metszhetjük ki, amely az $x = Cu_{érc} = 4$ skálapontot az $y = Fe_{kéneskő} = 11$ skálaponttal köti össze. A másik ferdetartó ugyanilyen értékű pontja az $x = Cu_{érc} = 8$ és $y = Fe_{kéneskő} = 22$ skálapontokat összekötő egyenessel metszhető ki.

Az $Fe_{kéneskő}$ skála két részre való osztása azért célszerű, mert így a leolvasáshoz szükséges indexvonalaknak a skálák tartóival bezárt szöge nagyobb lesz és a Fe-skála léptékét sem kell csökkenteni. Mindkét körülmény növeli a leolvasás pontosságát.

A nomogramot úgy kell használni, hogy a $Cu_{érc}$-nek megfelelő skálapontot összekötjük az előállítandó kéneskő százalékos réztartalmát feltüntető ponttal. Az így nyert egyenes azon a Fe-skálán metszi ki az eredményt, amelyikkel az általunk kiválasztott ferde skála összeköttetésben áll. A választást azon az alapon végezzük, hogy az indexvonalnak az eredményskálát a nomogram határain belül kell metszenie.

Kisebb $Cu_{érc}$-tartalomra általában az alsó ferdeskála és a belső eredményskála, nagyobb réztartalmakon pedig, a felső ferde skála és a külső eredményskála használatával érünk célhoz.

Ezek előrebocsátása után nézzük meg, hogy az előbbi példa keretében megadott feltételek mellett 100 kg érckeverékből mennyi kéneskő keletkezik és mekkora lesz a salakba kerülő alkotórészek mennyisége.

A 4. ábrán a pörk és a szinpor jellemző pontjait összekötő egyenesnek a berajzolt sugárral alkotott metszéspontja meghatározza az érckeverék százalékos réz- és kéntartalmát, Cu = 6,29%, S = 6,29%.

Az érckeverék összetételére vonatkozó többi adatot könnyen ki lehet számítani, éspedig:

	Fe	SiO_2	CaO	Al_2O_3
37,6 kg szinporból	4,47	18,80	3,76	3,01
62,4 kg pörkből	8,04	33,75	6,74	5,39
100 kg érckeverékben összesen.....	12,51	52,55	10,50	8,40

A keletkező kéneskő mennyisége a (14) egyenlet alapján ~ 21 kg/100 kg érckeverék.

A kéneskőbe kerülő vas mennyiségét az 5. nomogram segítségével határozhatjuk meg. $Fe_{kéneskő} = 9{,}44$ kg. Ezek szerint a salakba kerülő vas mennyisége $Fe_{salak} = 12{,}51 - 9{,}44 = 3{,}07$ kg lesz.

Az elsalakuló vas mennyiségét a salakszámítás előtt át kell számítani FeO-ra. 3,07 kg Fe-ből

$$3{,}07\frac{72}{56} = 3{,}95 \text{ kg}$$

FeO lesz.

Az SiO_2, CaO, Al_2O_3 teljes mennyisége a salakba jut.

Összefoglalás

A cikk a kéneskőszámítás meggyorsítását szolgáló új nomogramok szerkesztését és használatát ismerteti.

IRODALOM

[1] *Széki J.* és *Horváth Z.:* Általános kohászattan, Bp. 1953.
[2] *Loszkutov, F. M.—Ceidler, A. A.:* Raszcsetü po metallurgii tjazselnüch cvetnüch metallov. Moszkva 1948.
[3] *Fekete László:* A salakszámítás új módszerei a fémkohászatban. A Nehézipari Műszaki Egyetem évkönyve, Miskolc, 1959.
[4] *Richards, J. W.:* Metallurgische Berechnungen, Berlin, 1913.
[5] *Butts, A.:* Metallurgical problems. New York 1943.
[6] *Körwein, H.:* Graphisches Rechnen. Wittenberg 1949.
[7] *Pentkovsky, M. W.:* Nomographie. Berlin 1953.
[8] *Müller, A.:* Nomographie für die technische Praxis Leipzig 1952.
[9] *Luckey, P.:* Nomographie. Leipzig 1953.
[10] *Fekete László:* Új nomogram a kéneskőszámításhoz. A Fémipari Kutató Intézet évkönyve. 1960. (nyomás alatt).

Műszaki és gazdasági hírek

A réz világpiaci helyzete

1960-ban a réz londoni tőzsdei jegyzés-árának évi átlaga kereken 246 £ volt. Ez az ár 3,4%-kal magasabb, mint a 237,17 £-os 1959. évi és 24%-kal magasabb, mint az 1958. évi 197,17 £-os átlagár. Ebből arra lehetne következtetni, hogy az 1960. év inkább a réztermelők, mint a vásárlók részére kedvező. Az év folyamán azonban sokszor merült fel nehéz és veszélyes helyzet nemcsak a felhasználókra, hanem a termelőkre nézve is. Így rézvásárlókra, a felhasználókra kiélezett helyzet következett be az év első felében a promt-réz hiány és az LME[1] raktári készletek leapadása miatt. A termelők jelentős részénél sztrájkok, a belga-kongói és egyéb afrikai zavarok, végül pedig a fogyasztás nagymérvű csökkenése következtében felgyűlt aránylag nagy túltermelési feleslegek keletkeztek, melyek nehéz problémákat okoztak.

Az 1960. év eseményeinek összefoglalása

Az év elején még tartott az USA-ban a nagyméretű rézsztrájk, amely kiterjedt nemcsak a bányákra, hanem a rézfeldolgozó üzemekre is. Ennek hatására — természetesen — a készletek erősen lecsökkentek először az USA-ban, majd fokozatosan Európában is, miután az USA-ba az ott előállott hiány pótlására, a réz egyre nagyobb mértékben kezdett átáramlani. Ennek volt a következménye az is, hogy az LME raktári készletei rendkívüli módon — az átlagos készlet töredékére, 1700 t-ra — lecsökkentek. Azonnali rézhez nehezen lehetett hozzáférni, nagy prémiumot fizettek a promt szállítású rézre (backwardation). Az elektrolitikus rézféleségekben különösen jelentős hiány mutatkozott, miértis ezekre a szokottnál lényegesen nagyobb felárakat kellett fizetni. A sztrájk után az USA fogyasztása az általában várt mértékben ugyan nem élénkült meg, de a londoni tőzsde kicsi készletei, a réztermelők különböző eredményes mesterkedései (pl. árfenntartó termelő vásárlások a londoni tőzsdén, termeléskorlátozásról szóló híresztelések), majd pedig a bizonytalan Belga-Kongó-i helyzet az év közepén hónapokon keresztül magas szinten tartotta az árakat.

A harmadik negyedév vége felé azonban egyik oldalról a világ réztermelő kapacitásának jelentős emelkedése (a termelés eddig legmagasabb szintje), a másik oldalról ugyanakkor a fogyasztás jelentős csökkenése az USA-ban és a kereslet hanyatlásának jelei Európában azt okozták, hogy rendkívül nagy eladatlan készletek halmozódtak fel mind az USA-ban, mind Európában. Ezt mutatja az *1. táblázat.*

A tőkés országok réztermelésének és fogyasztásának adatai *1. táblázat*

	Termelés	Fogyasztás	Készlet az időszak végén	Termelés a fogyasztás %-ában
1960. I. n.	831 069	860 268	300 790	96,6
1960. II. n.	979 088	946 784	338 202	103,4
1960. III. n.	952 367	916 188	378 845	104,0
1960. IV. n.	934 835	833 526	427 782	105,8
1960. össz.	3 697 359	3 606 766	XII. 31. 427 782	102,5
1959. össz.	2 926 657	2 973 026	293 006	98,4
1960. havi átl.	308 113	300 563	+11 231	—
1959. évi átl.	243 888	247 753	+2 538	—
1960. év 1959. év %-ában	126,3	121,4	—	—

American Metal Market 1960. nov. 16. és Metal Bulletin 1961. I. 20. adatok sh.-t-ban.

A réz világpiac 1960. évi döntő jellegzetessége, hogy az USA és a tőkésvilág többi részének fogyasztása között az arány közel 50%-osan eltolódott az USA hátrányára. 1960-ban a rézfogyasztás az USA-n kívüli országokban 40%-kal emelkedett, míg az USA-ban 2—3%-kal csökkent 1959-hez képest.

1960 utolsó hónapjai. A termeléskorlátozások

Az eladatlan készletek az év utolsó hónapjaiban csaknem olyan magas szintre emelkedtek, mint az 1958. évi nagy réz-bessz idején. Az árak zuhanásszerű esésétől félve, a nagy réztermelő konszernek többsége egymás után termeléskorlátozást jelentett be (*2. táblázat*, átlagban 10%-ot).

2. táblázat

A réztermelők által hivatalosan közölt termeléskorlátozás adatai

	long t
Anaconda (U. S. and Chile)	49 500
Kennecott (USA)	49 500
Southern Peru	22 500
Phelps Dodge	30 000
R. S. T.	21 500
Anglo-American	35 000
U. M. H. K.	30 000
Noranda	11 000
Inspiration	4 500
Copper Range	1 000
	254 500

[1] LME = London Metal Exchange = londoni fémtőzsde.

Az évi szinten kieső 254 500 tonna a kapitalista világtermelés kb. 7½%-a. A termelés és fogyasztás jelenlegi szintje mellett azonban a termelés (főleg, ha hozzászámítjuk azt a mennyiséget, amivel a világ termelési kapacitása a világszerte folyó kapacitásfejlesztési tervek megvalósításával az évben emelkedik) így is legalább 200 000 tonnával haladná meg ez évben is a fogyasztást. Ez a készletek 650—700 000 tonnára való emelkedését hozná. Ez a mennyiség messze meghaladná azt az 550 000 tonnás készletet, amelynek időszakában a réz ára közel 160 £-ra zuhant (1958 febr.).

Ilyen körülmények között valószínűnek látszik, hogy újabb termeléskorlátozásokra kerül sor elsősorban azoknak a termelőknek a részéről, akik még teljes kapacitással termelnek (de elképzelhető az is, hogy a fenti kimutatásban említett konszernek egy része az eddiginél nagyobb mértékű korlátozást fog bevezetni) és a termeléskorlátozások el fogják érni a világtermelés 10%-át. Az is valószínűsíthető — hosszú évek tapasztalatai alapján —, hogy azokon a területeken, ahol az év folyamán a bérszerződések lejárnak, a tőkések a bértárgyalásokon sztrájk-kiprovokáló magatartást fognak tanúsítani. A sztrájk révén kieső termelés gazdaságilag ugyanis előnyösebb lehet számukra, mint a termeléskorlátozás, amire előbb-utóbb úgyis rákényszerülnének. Így az USA 44 rézbánya vállalata közül 21-ben, azaz az USA bányák kereken 50%-ában 1961 június 30-ával lejárnak a bérszerződések. Ha a fogyasztás addig nem javul meg jelentősen, valószínű hogy sokhelyütt sztrájkra fog sor kerülni.

Nem lehet végül biztosan megítélni, hogy Afrikában nem következik-e termeléskiesés. Ebből a szempontból továbbra is Belga-Kongó jelenti a főveszélyt, de sor kerülhet Rhodesiára is, ahol a helyzet állandóan éleződik. Rhodesiában ez évben döntő szakaszba lépnek a Közép-Afrika-i Szövetség (É-Rhod., Dél-Rhod., Nyasszaföld) további sorsára vonatkozóan a brit kormány, a fehér telepesek és a benszülött vezetők közti tárgyalások. Kétségtelen, hogy egyelőre még Belga-Kongóban is sikerül az UMHK rézkonszern urainak a réztermelés csaknem teljes zavartalanságát biztosítani, sőt némi növelését is. A termelés fennakadását azonban Rhodesiában semmiesetre sem lehet kizártnak tekinteni. Erre mutat egyébként az a körülmény is, hogy az AAT[2] 200 000 tonnás rhodesiai termelését tulajdonképpen nem is korlátozta, illetve nem a termelés csökkentését vezette be, hanem a kitermelt réz 10%-át a forgalombahozatal elől vonta el. Ez a mennyiség tehát biztonsági tartalékkészletnek szolgál arra az esetre, ha a termelésben politikai zavarok miatt fennakadás állna be.

Az 1961. évi kilátások

A rézpiac év eleji helyzetének fő jellemvonása tehát az, hogy alacsony fogyasztási szint és magas készletek mutatkoznak, amin a termelők sorozatos termeléskorlátozásokkal igyekeznek segíteni. Az elmúlt év tapasztalatai azonban azt mutatják, hogy a termeléskorlátozások csak arra alkalmasak, hogy a rézár zuhanásszerű esését megakadályozzák és a réz árát egy bizonyos — de a termelők által minimálisnak tartott 240 £-os — szintnél alig alacsonyabban tartsák. Ilyen árat sikerült a termelőknek lényegében 215—235 £ között — de legalább ennek a számnak alsó határa körül — 3 hónapja biztosítaniuk. Ennél magasabb árat csak a fogyasztás jóval magasabb szintje hozhatna létre. Erre pedig 1961 elején nincs kilátás. Boom (jó konjunktúra) jelenleg csak Japánban van, amely rézfogyasztás szempontjából nem tartozik a legjelentősebb országok közé. Az USA-ban változatlanul tart a recesszió és teljesen valószínűtlen, hogy az új kormányzat bármilyen erőfeszítése is képes lenne jelentős javulást hozni az év közepénél hamarabb. Európában is mutatkoznak már a visszaesés jelei (elsősorban az egyik legfontosabb rézfelhasználó iparban, az autóiparban, szinte válságosra fordult a helyzet), így a fogyasztás növekedése kizártnak tekinthető. A legjobb esetben a jelenlegi magas fogyasztási szint maradhat meg, de a csökkenés ennél sokkal valószínűbb.

Ilyen körülmények között nem látszik valószínűnek, hogy a jelenlegi 220 £/longt körüli rézár az év első felében jelentősen emelkedjék. Ugyanakkor azonban valószínűnek látszik az, hogy a további áresést a réztermelők valamilyen úton-módon meg tudják akadályozni. Így az év első felében a 210—230 £ körüli rézár látszik a legvalószínűbbnek, míg a második felében a konjunktúra javulása és esetleges újabb termeléskiesések együttes hatására némi ármelkedése képzelhető el. *Nagy György*

[2] Anglo-American Trust.

Műszaki eseménynaptár

Április 8. 115 éve (1846) halt meg *Vásárhelyi Pál* vízimérnök (szül. 1795), korának egyik legkiválóbb mérnöke, a Tisza szabályozója, külföldön is elismert térképész.

10. 310 éve (1651) szül. *Von Tschirhaus, Ehrenfried, Walter* német matematikus (megh. 1708), az európai porcelángyártás egyik feltalálója, a meisseni porcelángyár megalapítója.

13. 190 éve (1771) született *Trewithich, Róbert* angol mérnök (megh. 1833), a gőzvasút egyik feltalálója, aki először használta a gőzgépet vasúti vágányon.

16. 60 éve (1901) halt meg *Rowland, Henry August* amerikai fizikus (szül. 1848. XI. 22.), aki fontos méréseket végzett az elektromosság és mágnesség területén. A színképelemzésben a nevét viselő Rowland-féle optikai rácsok tették ismertté.

19. 55 éve (1906) halt meg *Curie, Pierre* Nobel-díjas francia fizikus (szül. 1859), aki az anyagok mágneses tulajdonságainak vizsgálata során kimagasló eredményeket ért el. A radioaktivitással kapcsolatos kutatásaiért feleségével és *Becquerrel, Henry*-vel kaptak 1903-ban Nobel-díjat.

27. 170 éve (1791) született *Morse, Sámuel* amerikai festő (megh. 1872.), az elektromos távíró egyik feltalálója.

30. 85 éve (1876) adták át a forgalomnak a budapesti Margit hidat.

Az összeállított eseménynaptár nem teljes.

Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtár szakanyagában. (Bp. VIII. Múzeum u. 17.)

Tájékoztatást ad Pap János, Reviczky u. 6. Tel.: 336—309.

KOHÁSZATI LAPOK

Főszerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor

Műszaki Könyvkiadó. Budapest. V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450

Megjelenik: 1730 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em 306. — Telefon: 127-084

61-5291-689/2-Révai-nyomda, Budapest. V., Vadász utca 16.

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850.) vagy bármely postahivatalnál.

Előfizetési díj: egész évre 144.—Ft, egyesületi tagoknak 96.—Ft. Egyes szám ára: 12.—Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 08. sz. folyószámlájára)

Felhívás

Kérjük tagtársainkat, hogy az egyesület központi adminisztrációjának csökkentésére, továbbá a Kohászati Lapok zavartalan, folyamatos kézhezvétele érdekében, tagsági díjaikat lehetőleg ne havonként, hanem legalább negyedéves tételekben egyenlítsék ki.

A lapot csak annak küldhetjük meg, akiknek tagsági díja kiegyenlítést nyert. Elkésett befizetés után a lap pótlólagos megküldését nem szavatolhatjuk, mivel a nagymérvű igények következtében a rendelkezésre álló példányszámok hamar elfogynak.

Kérjük tagtársainkat, hogy címváltozásukat azonnal közöljék az Egyesület titkárságával (Budapest, V., Szabadság tér 17. III. em. 306.), mert a Kohászati Lapok folyamatos megküldését másképpen biztosítani nem tudjuk.

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Nemzeti Bank 61.770

EGYESÜLET TITKÁRSÁGA

Pályázati felhívás

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Vaskohászati Szakosztálya pályázatot hirdet **vasiparunk továbbfejlesztésének irányelveit** meghatározó tanulmányok kidolgozására.

A tanulmány keretében elméleti, gyakorlati és gazdasági meggondolások alapján indokolni kell, hogy *hazai viszonyaink között milyen eljárásokat célszerű és szükséges fejleszteni, és érdemes-e újabbakat megvalósítani.* Szem előtt tartandó, hogy vasiparunk, illetve gyártmányaink mind minőség, mind ár szempontjából a világpiacon is versenyképesek legyenek.

Kiinduló adat az, hogy az *1960. évi acéltermelést kb. két és félszeresére* kell fokozni, az ehhez szükséges nyersvas mennyiség biztosításával és az egész acéltermelést hengerelt, öntött, kovácsolt féltermékre kell feldolgozni.

Előtérbe kell helyezni, a *hazai nyersanyagoknak és energiának* (érc, szén, olaj, földgáz, áram) *messzemenő hasznosítását.* A külföldről behozandó nyersanyagokra vonatkozólag mérlegelendő és számításba veendő a földrajzilag legelőnyösebb beszerzés, szállítás, továbbá az importálandó anyagminőség kiválasztásához a feldolgozás gazdaságossága. Gazdasági megítéléskor elsősorban az energiaszükségleteket (tüzelőanyag) kell összehasonlítani, ezeket vissza kell vezetni az alapanyagokig. Pl. nyersvasgyártáshoz nem elegendő csupán a nagyolvasztó koksz-ségletét alapul venni, hanem be kell számítani az ércelőkészítés, pl. a zsugorítás, vagy a Krupp-Renn-eljárás zükségletét is. A konverter eljáráshoz azt is figyelembe kell venni, hogy a konverter nagyobb nyersvasbetét-bb nyersvas és ennek előállításához esetleg nagyobb vagy több nagyolvasztó, valamint több koksz kell.

pályázati téma három részre oszlik:

a) **nyersvasgyártás**
b) **acélgyártás és**
c) **hengereltáru termelés (melegalakítás).**

Mindhárom rész-téma külön-külön önálló pályázatnak számít, tehát pl. csupán a nyersvasgyártásra, vagy gerelésre vonatkozó munkával is lehet pályázni. A pályázat együttes díja

30 000.— Ft,

mely összeg legfeljebb hat pályamunka között osztható meg. A díjnak a témacsoportok közötti felosztását és egy-egy pályázat jutalmának összegét a pályamunkák értékelése alapján a bíráló bizottság fogja eldönteni. Ha a pályázatok nem ütik meg a kívánt mértéket, a pályadíj kifizetésre nem kerül.

A pályázat általános feltételei:

1. A pályázat címe:

Vasiparunk fejlesztésének irányelvei

A pályamunkán *fel kell tüntetni,* hogy *nyersvasgyártásra, acélgyártásra,* vagy *mindhárom témára vonatkozik.*

2. *Pályázhat minden egyesületi tag,* egyénileg vagy munkacsoportok keretében, a munkacsoportokban nem egyesületi tagok is közreműködhetnek.
3. A *pályázatok jeligések,* tehát a beküldött pályaművek borítólapján a választott jeligét olvashatóan fel kell tüntetni. A pályázat mellé zárt borítékban meg kell adni a pályázó vagy pályázók teljes nevét, lakcímét, és munkahelyét (tehát a munkacsoport minden tagjának adatait). A *borítók külsejére a választott jeligén kívül mást írni nem szabad.*
4. A pályaműveknek eddig még *le nem közölt vagy előadáson el nem hangzott önálló munkáknak* kell lenniök. A választott témával olyan részletességgel kell foglalkozniok, hogy a javasolt módszert vagy közölt adatgyűjteményt a pályamű leírása alapján használni lehessen.
5. A pályázatot kiíró szervnek jogában áll mind a díjazott, mind a nem díjazott *munkákat felhasználni.* Nyomtatásban közléskor a szerzői tiszteletdíj a szerzőt megilleti. Ha a pályázatra beküldött anyag *találmánynak vagy újításnak minősül,* úgy az ezzel járó *jogok csorbíthatatlanok* maradnak, sőt az Egyesület az újítás kidolgozását, díjazását és bevezetését támogatja.
6. A pályamunkákat felülvizsgáló bizottság az OMBKE Vaskohászati Szakosztálya, a Vasipari Kutató Intézet, az OT, a KGM és néhány üzem képviselőjéből tevődik össze.
7. A beadás *határideje: 1961. dec. 31.* Cím: Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, Budapest, V., Szabadság tér 17. III. emelet.

Vaskohászati Szakosztály Vezetősége

Felhívjuk figyelmét az alábbi szakkönyvekre:

Pattantyús — **Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve** 2. kötet **Alaptudományok — Anyagismeret**	kötve 280,— Ft
Römpp: **Vegyészeti lexikon** I. kötet A—Gy-ig	kötve 165,— Ft
Römpp: **Vegyészeti lexikon** II. kötet H—Ő-ig	kötve 165,— Ft
Erdey-Grúz Tibor: **Az anyagszerkezet alapjai**	kötve 36,— Ft
Dr. Györgyi Géza: **Elméleti magfizika**	kötve 39,— Ft
Bálint Lajos: **A forgácsoló megmunkálás tervezése** 2. kiadás	kötve 124,— Ft
Becske Ödön: **Öntőmintakészítés** 2. átdolgozott kiadás	fűzve 17,— Ft
Nyárády—Szilágyi—Vásárhelyi: **A világ műszaki múzeumai**	fűzve 18,50 Ft
Pachné—Frey: **Vektor és tenzoranalízis**	kötve 56,60 Ft
Lozinszkij: **Izzó fémek metallográfiai vizsgálata vákuumban**	kötve 75,50 Ft
Kismarty Lóránd: **Szerkezeti acélok és öntvények** 2. kiadás	kötve 36,50 Ft
Beckenbach: **Modern matematika mérnököknek**	kötve 87,— Ft
Visnyovszky László: **Nyersvasnyártás**	kötve 37,70 Ft
Rácz István: **Méret és nagyságrend**	kötve 20,40 Ft
Weltner Margit: **Szén-, koksz- és gázvizsgálatok**	kötve 35,— Ft
Kerpely Kálmán: **Az elektroacélgyártás gyakorlata**	kötve 33,— Ft
Kerpely Kálmán: **Kohászati táblázatok**	kötve 57,50 Ft
Schön Gyula: **Felületi edzés**	kötve 30,— Ft
Kerpely Kálmán: **Az acélingot öntése**	kötve 31,50 Ft
Jánszky Lajos: **Műszaki bibliográfia 1900—1955.**	kötve 81,— Ft
Comings: **Nagynyomású technológia**	kötve 97,— Ft

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN

SZAKBOLT:

MŰSZAKI KÖNYVESBOLT

Budapest, VII., Lenin krt. 7.

KOHÁSZATI lapok

94. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

5. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 94. ÉVFOLYAM 5. SZÁM • 193—232. OLD. • BUDAPEST, 1961. MÁJUS

KOHÁSZATI LAPOK

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

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

Венгерский Журнал Металлургии

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

Főszerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BALÁZS FÜLÖP
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DOMONY ANDRÁS DR.
HAJTÓ NÁNDOR DR.
KÁLMÁN SÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
KÖRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
OVÁRI ANTAL
PILISSY LAJOS
SÁFÁR LÁSZLÓ
SÖVEGJÁRTÓ JÁNOS Dr.
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÉCSEY BÉLA Dr.

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

MEGJELENIK HAVONKÉNT

TARTALOM

Balázs Fülöp—Ágotai Béla: A hidegen hengerelt transzformátorszalagok előállítási kísérletei során szerzett néhány tapasztalat 193
Péntek István: Az olajlángkutatás ismertetése az ijmuideni kísérletek alapján 197
Egyesületi hírek 204, 229
Tuboly János: A vegyestüzelés hatása az ércdarabosításra 205
Lapszemle 210
Mester István: Hőerőgépek anyagának kúszási tulajdonságai 211
Gombás László: Acélművi kokillák tartósságnövelése javításokkal 219
Műszaki eseménynaptár 223
Horváth László: A komlói feketeszénben levő kohókokszszén optimális kihozatalára irányuló vizsgálatok 224
Energiagazdálkodási tudományos egyesület hírei 229
Könyvismertetés 230
Üzemi hírek 232

ÖNTÖDE:

Collaud, Albert, Klus: Az öntött vas értékelésének kérdése és az alapanyag szövetének szerepe 97
Lamm Róbert: A feketetöretű temperöntvények gyártásának helyzete 105
Vassel K. Róbert, Laár Tibor, Csák József: Kísérletek a nagyszilárdságú alumínium-cink-magnézium-réz ötvözetek öntési repedékenységének meggátlására 111
Legutóbbi évek folyamán megadott magyar öntészeti szabadalmak .. 118
Gépi formázás fokozott elterjesztése 119
Öntészet és szabványosítás 119

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

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

CONTENTS:

valuating of cast iron grain structure . . P 97

the notion "quality son of the degree of roduced under diffe- itions — Degree of ss and inoculation — ondary strurcture of ormality, mechanical ion of cast iron — high-quality cast iron.

of producing malleable . . . . . P 105

nts in two parts about the eable castings.
lks concisily about the develop- cing malleable castings and gives ıtal informations.
part describes the introducton of leable castings at home, and the pres- ion ; it gives from the got experiences nclusions for the future tasks to be put fact, that abroad in solving many con- ıonal problems, the use of malleable castings stands in the foreground and are always very much used, proves that their use is yet in home relation exceedingly economical, so that their popularization and wide spread use is a great interest of the people's economy.

Vassel K.—Laár T.—Csák J.: **Experiments to prevent pouring-cracks on high-strenth Al-Zn-Mg-Cu alloys . . . . . P** 111

Laboratory and works experiments were carried out by pouring high-strength bars of crack-sensitive, Al-Zn-Mg-Cu alloys. It was ascertained that the as-cast alloy is very brittle; at greater temperatures there happen sudden changes of lenght, which promote the development of cracks when superplaced on great internal tensil stresses. These stresses increase proportionally with the diameter of the bar: it succeeded with diameters ranging from 150 to 200 mm to produce uniform, finegrained bars without cracks by concording the pouring parameters. To achieve this, a low pouring temperature, a metal distributor, uniform heat removal, a constant level of metal and a pouring velocity adequate to the local situation is needed.

ÖNTÖDE

СОДЕРЖАНИЕ:

Цоллауд, А.: **Вопрос оценки литейного чугуна и роль структуры основного металла .... Л** 97

Определение понятия качества литейного чугуна. Сравнение числов прочностных отношений литейного чугуна, произведенного при различных металлургических и заводских условиях. Относительная твёрдость, качественный фактор и модифицирование. Твёрдость по Бринелью и вторичная структура литейного чугуна. Число прочностных отношений, механические свойства и ферритизация литейного чугуна. Новые пути производства высокопрочного чугуна.

Ламм, Р.: **Положение производства ферритного ковкого чугуна ..... Л** 105

Положение производства ферритного ковкого чугуна излогается по следующему образу.: В первой части изложены вопросы развития производства ферритного ковкого чугуна вообще и дальнейшие задачи. Во второй части изложены настоящее положение производства и внедрения в производство способов получения ферритного ковкого чугуна в нашей стране и дальнейшие задачи в этой области. Принимая во внимание то, что заграницу широко распространён этот ковкий чугун и различные конструкции из такого чугуна сделают, далее то, что в нашей стране производство ферритного ковкого чугуна имеет экономическое преимущество, расспростр
применение такого чугуна
хозяйственная задача.

Вассел, К. Лар, Т. и Чак, Й
**проведенные для предупр
вания трещин при литье спл
Cu .....**

Исследования литья слитков из
ного сплава Al-Zu-Mg-Cu имеющег
шую склонность к образованию тре
вели в лабораторных и заводских ис
ниях. Установили, что литый сплав яв
очень хрупким; с повышением темпер
линейные размеры такого слитка изменя
скачкообразно и если изменение линей
размеров вызывает большие внутренние н
пряжения, повышение температуры увели
чивает склонность к образованию трещин.
Эрти напяжения увеличиваются пропорционально изменением размеров слитка и при диаметре слитка до 150—200 мм путём соглашения параметров удалось отлить слитки с тонкой структурой без трещин. Для этого необходимо обеспечить низкую температуру литья, равномерное охлаждение, правильное распределение металла при литье, постоянную уровень металла в литейной системе, скорость литья, соответствующую местным условиям.

INHALT:

Collaud, A.: **Das Problem der Bewertung des Gusseisens und die Rolle des Gefüges der Grundmasse ..... P** 97

Allgemeines über den Qualitätsbegriff des Gusseisens — Vergleich des Reifegrades von unter verschiedenen metallurgischen Bedingungen betriebsmässig erzeugten Gusseisen — Reifegrad, relative Härte und Impfung — Die Brinellhärte und das Sekundärgefüge des Gusseisens Reifegrad, mechanisches Verhalten und Ferritisierung des Gusseisens Neue Wege zur Erzeugung von hochwertigen Gusseisen.

Lamm, R.: **Stand der Herstellung von schwarzem Temperguss ..... P** 105

Diese Arbeit befasst sich in zwei Teilen mit der Lage des Schwarzen Tempergusses.

Im ersten Teil wurden kurz die Entwicklung der Herstellung und die nötigsten Kenntnisse über Temperguss behandelt.

Der zweite Teil beschäftigt sich mit der einheinischen Einführung und mit dem momentanen Stand der Tempergussfabrikation und bezeichnet auf Grund der abgeleiteten Folgerungen die die diesberüglich nötigen Anordnungen.

Die Tatsache dass im Ausland die konstruktionele Verwendung von schwarzem Temperguss im Vordergrund steht und ständig zunimmt, ist ein Beweis dafür dass seine Verwendung auch hierzulande sehr wirtschaftlich ist, und seine verbreitete Verwendung im Interesse der Volkswirtschaft steht.

Vassel K.—Laár T.—Csák J.: **Versuche zur Verhinderung der Gussrissigkeit der Al-Zn-Mg-Cu Legierungen mit hoher Festigkeit ..... P** 111

Es wurden Laboratoriums — und Betriebsversuche mit auf Gussrisse empfindlichen hochfesten Al-Zn-Mg-Cu Legierungen beim Barrenguss durchgeführt. Es wurde festgestellt, dass die Legierung im Gusszustand sehr spröde ist: bei höheren Temperaturen treten in dem Barren sprungweise Längenänderungen auf, die die Rissbildung begünstigen falls sie sich mit den grossen inneren Spannungen überlagern. Diese Spannungen wachsen mit den Massen der Barre proportional: durch Zusammenstimmung der Giessparameter ist es gelungen bis 150—200 mm Durchmesser gleichmässige, feinkörnige und rissfreie Barren herzustellen. Um dies zu erreichen ist eine möglichst niedrige Giesstemperatur, ein Metallverteiler, gleichmässige Wärmeabführung, konstantes Metallniveau und eine der örtlichen Verthältnissen entsprechende Giessgeschwindigkeit notwendig.

CONTENTS:

Balázs, F.—Ágotai, B.: **Some experiences gained in experiments concerning the preparation of cold rolled transformer strip** ..... P 193

After a short theoretical discussion of the factors influencing the Goss texture of cold-rolled transformer steel some practical examples are used to illustrate some of the more important fabricating variables which could have an effect on the quality and rollability of the material.

Péntek I.: **Description of oil-flame research based on the Ijmuiden experiments** ..... P 197

The experimental apparatus, the instruments and methods employed are described from literature data. The experiments are evaluated from the point of view of the influence of oil quality, the burners and the atomizing medium, excess air etc.

Tuboly, J.: **Influence of mixed firing on the sintering of ore** ..... P 205

On the basis of literature data and his own experiments the author describes the influence of top gas firing — which is used in the sintering process together with a decreased addition of coke — on the quality of sinter and on the profitable working of the plant.

Mester, I.: **Creep properties of heat engine constructional materials** ..... P 211

The results of the experiments published so far are shown. The published data are by no means sufficiently complete to permit a planned evaluation of the different metallurgical influences. If these are not cleared up systematically there will be a continuing uncertainty about the creep properties of steels.

Gombás, L.: **Increasing the durability of steel moulds by repair work** ..... P 219

The method of repairing ingot moulds and base plates by electrode and thermite welding is described on the basis of extensive plant experience. The costs and economy of repairs and the causes of the different defects of ingot moulds are discussed.

Horváth, L.: **Investigation of the optimum recovery of metallurgical coking coal from the Komló black coal** ..... P 224

Concentration recovery calculations were performed for two coking coal samples taken from Komló black coal. If in the place of tabling three different concentration methods are introduced for three fractions the recovery values can be raised from 28 per cent to 38—45 per cent.

KOHÁSZATI LAPOK

СОДЕРЖАНИЕ:

Балаж, Ф.—Аготаш, Б.: **Некоторые опыты, полученные при экспериментальном производстве холодно прокатанных лент трансформаторной стали** ..... Л 193

Коротко, теоретически трактуются те факторы, которые влияют на образование Госс-текстуры холодно прокатанной трансформаторной стали. После этого при помощи практических примеров, авторы указывают на важнейшие производственные факторы, от которых зависит качество и возможность прокатки материала.

Пентек И.: **Ознакомление исследованием пламени мазутных горелок на основе опытов, проведенных в г. Иймунден** ..... Л 197

На основе литературных данных, ознакомление опытной установкой, применяемыми приборами и методами. Оценка опытов на основе влияния разных факторов, а именно: мазута, горелок, распылительного средства, избытка воздуха, и т. д.

Тубой, Я.: **Влияние смешенного отопления на производство агломерата** ..... Л 205

На основе литературных данных и своих опытов, автор ознакомит влиянием отопления доменным газом при уменьшенном количестве коксика в шихте на качество агломерата и экономичность производства.

Мештер, И.: **Свойства текучести материала теплосилоых машин** ..... Л 211

Даются результаты описанных опытов. Установлено, что известные результаты ещё не дают возможность методически анализировать различные металлургические процессы. Без выяснения влияния металлургических процессов и в дальнейшем будем неуверенны в отношении текучести стали.

Гомбаш, Л.: **Увеличение стойкости изложниц сталеплавильных цехов исправлением** ..... Л 219

На основе длительных заводских опытов, автор описывает метод исправления изложниц и поддонов сварочным электродом и термической сваркой. Ознакомит экономичностью и стоимостью исправки и наконец занимается причинами дефектов изложниц.

Хорват, Л.: **Исследования, направленные на определение оптимального выхода коксующихся углей из каменного угля Комло** ... Л 224

На основе двух проб спекающегося угля, взятого из каменного угля Комло, расчитали выход при обогощении. Расчёты показали, если вместо настоящего обогощения на вибрационных столях применяется три метода для получения три фракции, то выход годного повышается с 28% до 38—45%.

INHALT:

Balázs, F.—Ágotai, B.: **Einige Erfahrungen bei der Herstellung von kaltgewalztem Transformatoren-Bandstahl** ..... P 193

Theoretische Grundlagen der Ausbildung von Goss-Textur beim Kaltwalzen von Transformatoren-Stahlbändern. Die die Walzbarkeit und die Materialqualität beeinflussenden, wichtigsten Betriebsfaktoren an Hand praktischer Beispiele.

Péntek, I.: **Beschreibung der Ölflammen-Forschung auf Grund der in Ijmuiden durchgeführten Versuche** ..... P 197

Die Versuchseinrichtung, die angewandten Instrumente und Methoden werden auf Grund von Schrifttumsangaben beschrieben. Eine Bewertung der Versuche wird gegeben in Hinsicht auf den Einfluss der Ölqualität, der Brenner, des Zerstäubungsmittels und des Luftüberschusses usw.

Tuboly, J.: **Einfluss der Mischfeuerung auf den Sintervorgang** ..... P 205

Zur Senkung des Koksverbrauches wurde Gichtgas-Zusatzfeuerung angewandt. Einfluss der Mischfeuerung auf die Güte des Sinters und auf die Wirtschaftlichkeit der Sinteranlage.

Mester, I.: **Die Kriecheigenschaften von Kraftmaschinen-Werkstoffen** ..... P 211

Die bisher bekannten Versuchs-Ergebnisse genügen nicht zur exakten Beurteilung der verschiedenen metallurgischen Einflüsse auf die Kriecheigenschaften. Zur Klärung der bestehenden Unsicherheiten müssen noch weitere Untersuchungen ausgeführt werden.

Gombás, L.: **Die Erhöhung der Kokillenhaltbarkeit durch Ausbesserung** ..... P 219

Ausbesserung der Stahlwerkskokillen und Unterlagsplatten mit Hilfe der Elektroden- und Thermit-Schweissung. Kosten und Wirtschaftlichkeit der Ausbesserungsverfahren. Ursachen der Kokillenfehler.

Horváth, L.: **Erhöhung des Ausbringens von Hüttenkoks aus den Schwarzkohlen von Komló** ..... P 224

Die Berechnung des Ausbringens zweier Backkohlenproben aus Komlóer Schwarzkohle ergabe, dass eine anstatt der Setzarbeit angewandte Anreicherungsmethode auf drei verschiedenen Fraktionen das Ausbringen an Hüttenkoks von 28% auf 38—45% erhöhen kann.

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

94. évfolyam **5. szám** 1961. május

A hidegen hengerelt transzformátorszalagok előállítási kísérletei során szerzett néhány tapasztalat*

BALÁZS FÜLÖP és ÁGOTAI BÉLA okl. kohómérnökök

DK : 669.14.018.583—122.2

Az erősáramú transzformátorok vasmagjainak gyártására használt anyagok két nagy, ugrásszerű fejlődésen mentek keresztül. Ezek közül az egyik a századforduló első éveiben jelentkezett, amikor bevezették a Si-mal ötvözött acélok gyártását, a másik 1935-ben, amikor *Goss* [3] felfedezte a textúrás, hidegen hengerelt szalagok előállítási módját. A következőkben az utóbbi anyag előállítási feltételeivel, valamint a hazai gyártási kísérletek tapasztalataival foglalkozunk.

A Goss-textúrás hidegenhengerelt transzformátorszalag előállításának feltételei

A Goss-eljárással előállított anyagokban kialakult textúrát jellemzi, hogy a kristályok (110) síkja a hengerlés síkjában, az [100] irány pedig a hengerlés irányában fekszik. Mivel az [100] irányokban legjobban mágnesezhető a vas, ennek a textúrának köszönhető az, hogy az anyag mágneses tulajdonságai a hengerlési irányban jóval kedvezőbbek, mint a melegen hengerelt transzformátorlemezé.

A Goss-féle eljárás lényege az, hogy a gondos kohászati módszerekkel előállított, szennyezőktől lehetőleg mentes kb. 3% Si-tartalmú anyagot melegen 2,0—2,5 mm vastag abronccsá, majd hidegen a kívánt készméretre hengerlik. A hideghengerlést úgy kell szabályozni, hogy a lágyítások közt az anyag 50—60%-os fogyást szenvedjen. A közbenső hőkezeléseket 800—900 C°-on, a végső hőkezelést hosszú időtartammal 1100—1200 C°-on kell végezni.

A Goss-textúra kialakulásának elméleti alapjait és mechanizmusát kutatva, az utóbbi években megállapították, hogy az előnyös textúra kialakulásának két lényeges feltétele van :

1. Megfelelő hengerlési fokozatokkal olyan hidegen hengerelt anyagot kell előállítani, mely a rekrisztallizáló izzításkor lejátszódó textúraképződés szempontjából előnyös. *Dunn* [1] kimutatta, hogy a Goss-textúra képződésének előfeltétele az (111) [112] hengerlési textúra. Ez a hengerlési textúra a szóban forgó anyag hengerlésekor nem a stabilis végső állapotot jelenti, hanem egyéb textúra-alkotók mellett maximális mennyiségben 50—60%-os hideghengerlés során jelentkezik.

2. A hidegen hengerelt anyag izzítását úgy kell irányítani, hogy az a Goss-textúra képződése szempontjából előnyös legyen. *Subin* és *Mironov* [2], valamint *Detert* [1] egymástól függetlenül megállapították, hogy a Goss-textúra képződésére hajlamos hidegen hengerelt anyagban megfelelő gyors felmelegítés során a Goss-textúra lényegében szekundér újrakristályosodás folytán 900—950 C°-on alakul ki. Ennél alacsonyabb és magasabb hőfokon végezve a hőkezelést, az irányítottság már jóval kisebb lesz. Lassú hevítéskor ezzel szemben elegendő idő áll 900—950 C°-on rendelkezésre ahhoz, hogy kialakuljon a legmegfelelőbb textúra és így a hőmérséklet további emelésekor az irányítottság mértéke tovább fokozódik, mivel a jól irányított szemcsék felemésztik a visszamaradt apró kristályokat.

Annak ellenére, hogy a Goss-textúra kialakulásának feltételeit sokan és kiterjedten vizsgálták, *Goss* óta a legújabb időkig csaknem minden szerző megemlíti, hogy látszólag azonos összetételű adagokat azonos eljárással gyártva, egyes adagokban nem sikerül a kívánt mértékű anizotrópiát (és így a megkívánt mágneses tulajdonságokat) elérni. E jelenség okát újabban egyes szennyezők meghatározott mennyiségben való jelenlétének, illetve hiányának tulajdonítják [3].

Az eddigiekben a textúra kialakulásáról volt szó, azonban hangsúlyoznunk kell, hogy a hidegen hengerelt transzformátorszalag jó mágneses tulajdonságai szempontjából a textúrán kívül a lágy mágneses anyagok minőségét általában befolyásoló egyéb tényezők is fontosak, így a feszültségektől, szennyezőanyagoktól, zárványoktól való mentesség és a lehetőleg durva szövet jelenléte.

* A Magyar Elektrotechnikai Egyesület és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület által 1960. június 15-én a „Hidegen hengerelt transzformátor- és dinamólemezek" tárgyában rendezett ankéton elhangzott előadás.

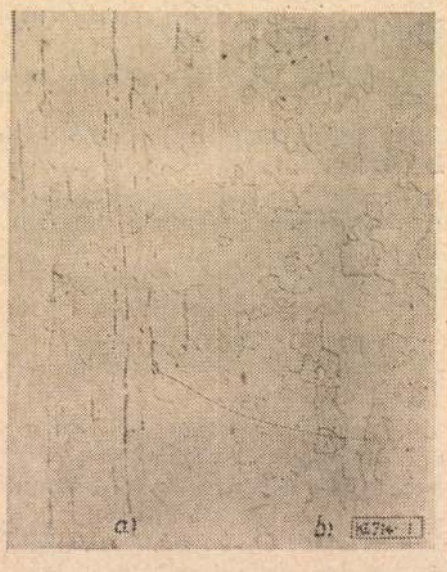
Az orientált hidegen hengerelt transzformátorszalagok előállítása Csepelen

A Csepeli Fémmű a hidegen hengerelt transzformátorszalagoknak a Vasipari Kutató Intézet által kidolgozott előállítási módszerét 1957 végén átvette üzemi bevezetésre és bár berendezései csak részben voltak alkalmasak az orientált hidegen hengerelt szalagok előállítására, azóta több tonna anyagot gyártott.

A következőkben a bevezető kísérletek és a gyártás közben szerzett tapasztalataink alapján a hidegen hengerelt transzformátorszalagok előállításának néhány részletét szeretnénk ismertetni és egyben elbírálni azt, hogy milyen mágneses tulajdonságok várhatók a Csepelen előállított anyagtól.

Ismeretes, hogy a C-tartalom minden transzformátoranyag mágneses tulajdonságait nagymértékben rontja, csökkentésére tehát minden lehetőséget fel kell használni. Az acélgyártáskor az acél frissítése közben a C-eltávolításnak határt szab a karbon-oxigén egyensúly miatt növekvő és az anyag mágneses tulajdonságaira szintén káros hatású oxigéntartalom. (E téren az acél vákuumba öntése jelenthet segítséget. Ilyen irányú kísérleteket ez év elején kezdett meg a Csepeli Acélmű.)

Az optimálisan kis C-tartalommal leöntött acélt ezért a kedvező tulajdonságok elérésére szilárd állapotban további dekarbonizáló kezelésnek célszerű alávetni. Szilárd állapotban is többféle módon csökkenthető az anyag C-tartalma. Így, ha a melegen hengerelt revés abroncsot 800—850 C°-on huzamosabb ideig olyan kemencében hevítjük, melynek térfogata a betéthez képest megfelelően nagy, vagy olyan kemencében, ahonnan lehetőség van a képződő gázok eltávozására, a reve oxigénjének hatására jelentős dekarbonizáció játszódik le. Egyik kísérletünk szerint villamos ellenállásfűtésű tokos kemencében 840 C°-on



1. ábra. Revével borított melegen hengerelt abroncson végzett dekarbonizáló hőkezelés hatása az abroncs szövetére
a = hőkezelés előtt, b = hőkezelés után. N = 100-szoros

12 órás hőfokontartással végzett hőkezelés (és a kemencével együtt kb. 12 óra alatt 300 C°-ra való lehűtés) után az anyag C-tartalma az átlagos 0,0615%-ról 0,019%-ra csökkent. Az elért dekarbonizációt jól jellemzi az *1. ábra*, melyben az anyag szövetszerkezetét mutatjuk be hőkezelés előtt és után. A hőkezelés után a szövetszerkezetben a perlitsorok eltűntek. E dekarbonizáló hőkezelésnek az azonos eljárással gyártott anyag mágneses tulajdonságaira gyakorolt hatását az *1. táblázat* mutatja (a közölt mérési eredmények 4 próba mérésének átlagát adják).

1. táblázat

Különbözőképpen hőkezelt anyag mágneses tulajdonságai
(19 656 sz. adag)

Az előzetes kezelés módja	A végső hőkezelés módja	Vasveszteség, watt/kg	
		V_{10}	V_{15}
Előzetes dekarbonizáló hőkezeléssel	H_2-atmoszférában	0,51	1,20
	Vákuumban ...	0,52	1,19
Előzetes dekarbonizáló hőkezelés nélkül	H_2-atmoszférában	0,68	1,69
	Vákuumban ...	0,73	1,83

Az előzőkben említett dekarbonizációs folyamat gázképződéssel jár és a reakció lefolyása érdekében lehetőséget kell teremteni arra, hogy a reakciótermék a rendszerből eltávozzék. Ha erre nincs lehetőség, akkor a reakció gyorsan befejeződik. Ezt igazolták vizsgálataink is. A hőkezelést légmentesen záró Grünewald-típusú sisakkemencében vagy dobozban végezve, lényegesen kisebb vagy csak egészen elenyésző dekarbonizációt észleltünk.

A szilárd állapotban végzett C-eltávolítás másik módszere a dekarbonizáló hatású hidrogénben és hidrogéntartalmú gázokban való hevítés. Mivel a karbon-hidrogén reakcióra a hőfokemelkedés hátrányos, viszont az anyagnak a reakcióban résztvevő C-tartalmát a szalag felületére továbbító diffúzió sebessége a hőmérséklet emelkedésekor nő, közepes (800—900 C°-os) hőmérséklet mellett érhető el az optimális dekarbonizáció. A helyzet jellemzésére a *2. táblázatban* bemutatjuk a 900 C°-on, krakkolt ammónia-atmoszférában lezajlott izzításnak a 0,35 mm vastag 3% Si-tartalmú anyag C-tartalmára gyakorolt hatását.

Mivel az előző reakció a felületen játszódik le, lehetőséget kell teremteni arra, hogy az anyag

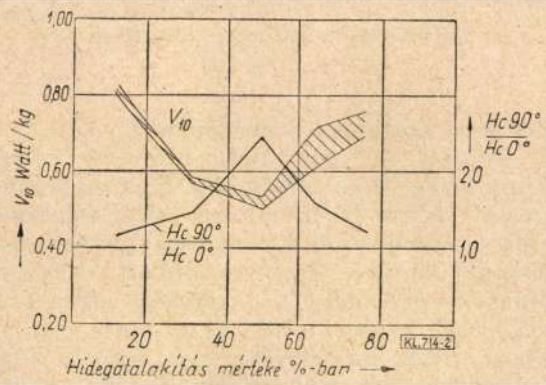
2. táblázat

900 C°-on, krakkolt ammónia-atmoszférában izzított 3% Si-tartalmú anyag C-tartalmának változása
(11 147. sz. adag)

Hevítés időtartama, perc	C-tartalom, %-ban
0	0,017
5	0,0065
10	0,003

minél nagyobb felületen érintkezzék a gázzal. Ezért tekercsben, vagy csomagban végzett hőkezelés a dekarbonizáció szempontjából eléggé hatástalan. Viszont a 2. táblázatban jelzett elég gyors dekarbonizáció lehetővé teszi a művelet folyamatos áthúzó kemencében való elvégzését. A legcélszerűbb ezt a hőkezelést a hideg előhengerlés után végzendő közbenső lágyítással összekapcsolni. Ha még ezután szükséges, akkor a végső szövetdurvító hőkezelés előtt még egy áthúzó dekarbonizáló hőkezelés végezhető.

Említettük már, hogy a kész anyag mágneses tulajdonságait nagymértékben befolyásolja a lágyítások közötti hidegalakítás mértéke. Ennek jellemzésére a *2. ábrában* bemutatjuk, hogy a



2. ábra. A végső hőkezelés előtt végzett hidegalakítás mértékének hatása a 3% Si-tartalmú, hidegen hengerelt transzformátorszalag mágneses tulajdonságaira (11 130 sz. adag)

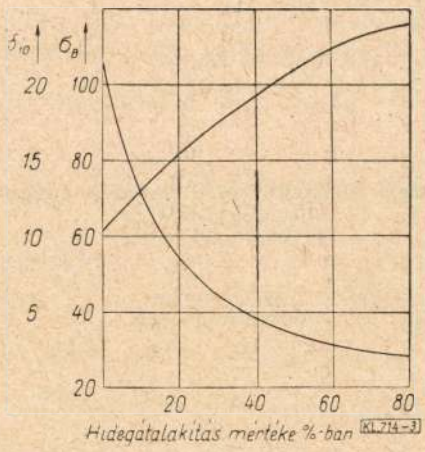
készrehengerlés előtti hidegalakítás mértéke hogyan befolyásolja a kész állapotban 1150 C°-on, 20 órán át H_2-atmoszférában kezelt próba vasveszteségét. Az ábrában a kialakuló anizotrópia jellemzésére berajzoltuk a hengerlési irányhoz képest keresztben és hosszirányban fekvő próbák koercitív erejének arányát is.

Az egyirányban kedvező mágneses tulajdonságokkal rendelkező transzformátorszalag szokásos előállítása során egy közbülső lágyítással két 50—60% körüli hidegalakítást szenved az anyag. Vizsgálataink szerint a hasonló nagyságú hidegalakítások (és így a közbülső lágyítások) számának növelése, vagyis vastagabb kiindulóanyag használata, a készanyag mágneses tulajdonságaira észrevehető hatást nem gyakorol.

A hideghengerléssel kapcsolatos tapasztalataink közül még megemlítjük, hogy bár a vasveszteség csökkentése miatt előnyös a nagyobb Si-tartalmú anyag, a növekvő Si-tartalommal fellépő alakítási nehézségek miatt a Si-tartalmat célszerű max. 3,3%-ra, nagy sebességű hengerléskor max. 3,2%-ra korlátozni. Érdekes ebből a szempontból, hogy megfigyeléseink szerint a folyékony állapotban vákuumban kezelt adagok azonos Si-tartalom mellett általában jobban alakíthatók, mint a szokásos acélgyártó módszerekkel előállított anyagok.

A hengerléskor fellépő nehézségekkel kapcsolatban azt a megfigyelést tettük, hogy a repedés és szakadás főleg a melegen hengerelt abroncson végzett első szúráskor jelentkezik, a további alakítás általában már nem okoz nehézséget. Ezt bizonyítja a *3. ábrában* bemutatott keményedési diagram is. A görbe végső pontjának meghatározásához a 2,2 mm vastag melegen hengerelt szalagot hőkezelés nélkül 0,40 mm-re hengereltük. A kritikus első szúráskor tapasztalataink szerint a repedékenység elkerülhető, ha a szúrást legalább 30%-os fogyással végzik.

Tapasztalataink szerint az alakíthatóság szempontjából a melegen hengerelt abroncs hőkezelésére a hideghengerlés előtt nem lenne szükség, sőt



3. ábra. A hidegalakítás hatása a 3% Si-tartalmú transzformátoracél mechanikai tulajdonságaira (69 412 sz. adag)

a melegen hengerelt anyag meg nem felelő hőkezelése a hidegalakíthatóságot esetleg lehetetlenné is teszi. Ennek jellemzésére a *4. ábrában* egy hőkezelt szalag szövetképét mutatjuk be, melyben erősen durvult szövetű szélső réteg és aránylag finomszövetű középsőréteg látható; a durvaszövet miatt az anyag nem volt hengerelhető. A részletesebb vizsgálat azt mutatta, hogy a hőkezelés előtt az abroncs szövete, nyilván a meleghengerlés túl alacsony véghőmérséklete miatt, a széleken finom, a szalag középső vastagságában közepes szemnagyságú volt. A széleken levő

4. ábra. Hideghengerléskor szakadásra hajlamos hőkezelt transzformátoracélszalag szövete.
N = 35-szörös

finomabb szövet azután a hosszú dekarbonizáló hőkezelés alatt szövetdurvuláson ment keresztül, míg a szalag középső részének szövete változatlan maradt.

A jó mágneses tulajdonságok biztosítására rendkívül fontos a készméreten végzett magas-hőfokú hőkezelés. E hőkezelést a reveképződés elkerülésére a levegő kizárásával kell végezni és mivel a kemenceatmoszféra nitrogéntartalma és az összes C-tartalmú gázok a mágneses tulajdonságok szempontjából károsak, gyakorlatilag a tiszta hidrogénben végzett vagy a vákuumos hőkezelés terjedt el.

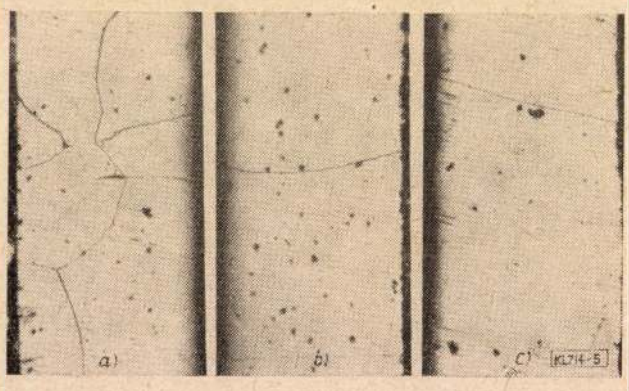
A kétféle hőkezelési mód által a kész anyag. mágneses tulajdonságaira gyakorolt hatásról már az 1. táblázat is felvilágosítást nyújt, bővebb adatokat a *3. táblázat* ad. A táblázat 1150 C°-on

3. táblázat

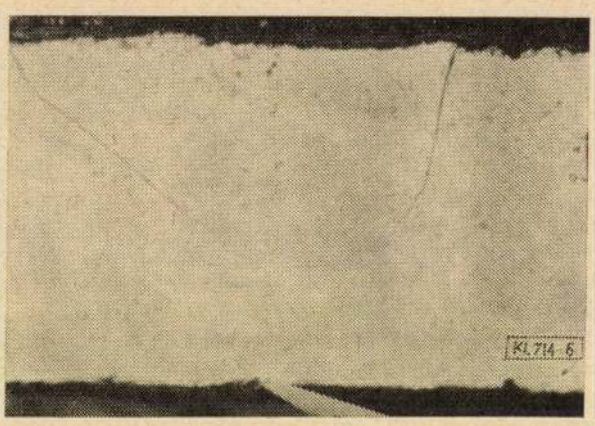
Kétféle hőkezelési mód hatása a mágneses tulajdonságokra
(10 656. sz. adag)

A hőkezelés módja	A hőkezelés időtartama, óra	Vasveszteség, watt/kg	
		V_{10}	V_{15}
H_2-atmoszférában	5	0,88	1,75
	20	0,51	1,20
	40	0,46	1,14
Vákuumban 5×10^{-2} mm Hg o.	5	0,88	1,97
	20	0,52	1,19
	40	0,50	1,21

H_2-atmoszférában és 5×10^{-2} mm Hg. o. mm. nagyságú vákuumban különböző ideig végzett hőkezelés hatását mutatja. Eszerint a H_2-atmoszférában való hőkezelés valamivel kedvezőbb átlagos eredményeket ad. Ezenkívül a vákuumban hőkezelt próbák vasveszteségei kissé nagyobb szórást mutatnak. Az eredmények értékelésekor azonban figyelembe kell venni, hogy a szóban forgó hő-



5. ábra. 1150 C°-on H_2-atmoszférában hőkezelt transzformátorszalag szövete ; a hőkezelés időtartama
a = 5 óra, b = 20 óra, c = 40 óra. N = 100-szoros



6. ábra. Angol eredetű (Richard Thomas and Baldwin) transzformátoracélszalag szövetképe
N = 150-szeres

kezeléseket közbenső dekarbonizáló hőkezelés nélkül gyártott, a vasveszteség mérésére szolgáló, vékony kötegekben elhelyezett Epstein-próbákon végeztük. Így a H_2-atmoszférának a vákuummal szemben erőteljesebb dekarbonizáló és szennyezőcsökkentő hatása érvényre jutott. Vastagabb csomagok vagy nagyobb tekercsek hőkezelésekor a csökkenő felület miatt ez a hatás már nem várható. Ezért ha lehetőség van gyártás közben az előzőkben már említett dekarbonizáló hőkezelésre, a vákuumban és H_2-atmoszférában végrehajtott magas hőfokú, végső hőkezelés azonos eredményeket fog adni.

A 3. táblázat felvilágosítást ad a hőkezelés időtartamának a vasveszteségre gyakorolt hatásáról is. A hőkezelés időtartama által az anyag szövetszerkezetére gyakorolt hatást az *5. ábra* mutatja, melyben a 3. táblázatban is szereplő 5, 20 és 40 óráig H_2-atmoszférában hőkezelt anyagról készült szövetképet közöljük. Összehasonlításként a *6. ábrában* bemutatunk egy angol eredetű anyag szövetéről készült felvételt is.

Összefoglalás

A hidegen hengerelt transzformátoracél Goss-textúrájának kialakulását befolyásoló tényezők rövid elméleti tárgyalása után gyakorlati példákkal azoknak a fontosabb gyártástechnikai tényezőknek az ismertetésére kerül sor, melyek az anyag minőségét és hengerelhetőségét befolyásolják.

IRODALOM

[1] *Detert, K.:* Über die Entstehung der Goss-Textur in Eisen-Silizium-Legierungen. Metall 1958. (12) szept. 817. o.

[2] *Subin, C. N.—Mironov, L. V.:* Textúraképződés hidegen hengerelt transzformátoracél magas-hőfokú lágyításakor. Stalj 1958. 648. o.

[3] *Goss, N. P.:* You ll Be Getting Better Electrical Sheet and Strip. Iron Age 1953. febr. 5. 147. o. 2,913,361 sz. USA szabadalom. 1959. nov. 17.

Fast, J. D.: The Influence of Impurities on the Rekristallisation-texture of Cold Rolled 3% Silicon Iron. Philips Research Reports 1956. (11) febr. 490. o.

Az olajlángkutatás ismertetése az ijmuideni kísérletek alapján

PÉNTEK ISTVÁN okl. kohómérnök

DK : 542.5

A világító láng szerepét a hőátadásban már 1884-ben felismerte *Siemens* és ennek a felismerésnek nyomán olyan tűzfejet szerkesztett, amely a lángsugárzásból származó hőátadás részarányát növeli. A világítósugárzás az egyidejű égés, keveredés és hőátviteli eredménye. Kisméretű laboratóriumi kísérletekből kapott lánghőmérséklet és hőátviteli hatásfok stb. adatok nagyméretű iparikemencék és kazánok tervezéséhez — mivel azok alakjukban és méreteikben rendkivül különböznek — nem használhatók fel. A laboratóriumi kísérletek mégis értékesek, mert képet adnak arról, hogy a különböző változók milyen hatásúak a láng hőmérsékletére, a lángsugárzás nagyságára és a hőátvitel hatásfokára.

Az Ijmuidenben folytatott kísérletek nagy jelentősége és értéke abban van, hogy különböző kemencefal hőmérséklet és hőterhelés mellett tisztázni igyekeztek a különböző változók hatását a porlasztott olajláng hőmérsékletére és sugárzóképességére. A kísérleteket ipari méretekben végezték, így azok eredményei a már működő kemencék felülvizsgálásához, illetve új kemencék tervezéséhez felhasználhatók.

Az elmúlt 10 év alatt lefolytatott kísérletek során kapott újabb eredményeket, a kísérleti berendezést, a mérési módokat, a kiértékelés módszerét az alábbiakban ismertetem :

A kísérleti lángvizsgáló kemencét lángkemencéhez hasonlóra tervezték.

A vizsgálat alatt az alábbi lángjellemzőket mérték :

a) lángsugárzást,
b) lánghőmérsékletet,
c) hőáramlást a lángból a kemence falazatára,
d) a láng hosszát és alakját, valamint összetételét.

Részletesen fogom ismertetni, hogy a láng fenti jellemzőire milyen hatást gyakorolnak az alábbi változók :

1. tüzelőanyag fajtája és minősége,
2. az égő típusa,
3. a porlasztó közeg fajtája,
4. a porlasztó közeg mennyisége és nyomása,
5. a szekunder levegő hozzákeverésének módja,
6. levegő felesleg nagysága,
7. hőterhelés nagysága,
8. égéslevegő előmelegítésének foka.

Mielőtt ezeknek a változóknak a láng jellemzőire gyakorolt hatását részletezném, röviden kitérek a kísérleti berendezés, a használt műszerek és a kiértékelés módszerének ismertetésére.

A kísérleti berendezés

Az olajégés tanulmányozására szolgáló kemence hossza az égőtől a kilépőnyílásig 7 m. A kemence falazata szilimanit tégla, kivülről acélköpeny burkolja *(1. ábra)*.

Az olajégők a kemence hossz-szimmetriatengelyében vannak, a mellső falból aknaszerűen kiemelkedő kúpos végfalban. Az égéslevegő az égő két oldalán, a falban levő nyílásokon kis sebességgel lép be. A keveredés diffúzió útján történik.

Ha szükséges, a levegőt az égő körül is be lehet bocsátani. A levegő előmelegítésére kohógázfűtésű léghevítő szolgált. Az elérhető előmelegítés 650 C°. A kemence hőterhelése 2,75—3,8·10^6 kal/óra között változott.

Kísérleti módszerek és műszerek

A lángsugárzás jellemzőinek meghatározására a kemence egyik oldalfalában egymástól szabályos távolságra függőleges, elzárható nyílásokat képeztek ki. Egy ötletes mozgató berendezés segítségével a sugárzást mérő műszereket ezeken a nyílásokon keresztül lehetett a függőleges síkban mozgatni. Mérés alatt az elzáró ajtók zárásával a hamislevegő beáramlását ki tudták küszöbölni.

A másik oldalfalban : szemben a sugárzásmérő műszerek nyílásával, vízzel hűtött falcsíkokat képeztek ki. A vízzel hűtött falrészek közé termoelemeket építettek be. Ha a sugárzásmérőt a lángon keresztül a vízzel hűtött falcsíkra irányították, akkor a műszeren csak a láng sugárzása érvényesül.

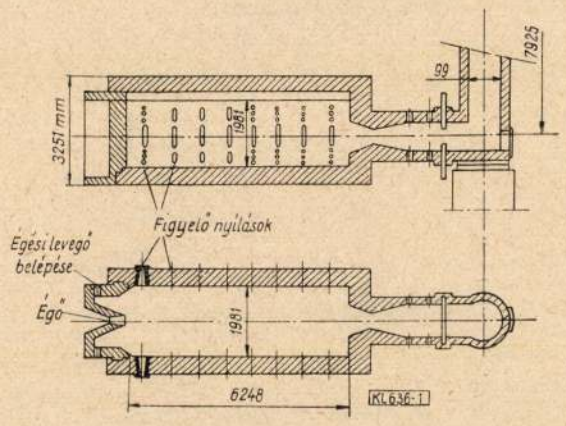
Ha a sugárzásmérőt egy kis szöggel oldalra fordították, akkor a megfigyelés a sugárzást visszaverő falra esett, melynek hőmérsékletét külön termoelem mérte.

A hőáramlásmérők a falazatnak átadott összes hőmennyiséget mérték. Konstrukciós kivitelük különböző. Leggyakoribb a sima hajlított cső, vagy a bordázott tárcsa. A víz hőfokemelkedéséből számították az átadott hőmennyiséget.

Kiértékelés

Schmidt felfogása szerint a teljes sugárzóképesség és a lánghőmérséklet három összsugárzásmérésből az alábbi képlet szerint vezethető le :

$$e = \frac{R_1 - R_2 + R_3}{R_3}$$



1. ábra. Lángvizsgáló kemence

ahol e a láng sugárzóképessége,
R_1 a lángból magából kibocsátott hőmennyiség hideg háttér mellett,
R_2 a lángból és a forró sugárzást visszaverő falból kibocsátott hőmennyiség,
R_3 csak magának a falnak kisugárzott hőmennyisége.

$$\text{A lánghőmérséklet } T_f = \sqrt[4]{\frac{R_1}{\sigma \cdot e}}$$

σ = *Stefan Bolzmann*-féle állandó.

Ez a képlet feltételezi, hogy (1-e) tényező egyenlő a hőátadási képességgel. De csak szürke lángra érvényes az összefüggés. Nem szürke lángra (szintelen láng) csak akkor érvényes, ha a láng hőmérséklete egyenlő a fal hőmérsékletével, ami általában nem áll fenn. Ezért a láng ilyen módon levezetett sugárzóképessége és hőmérséklete csak megközelítőnek tekinthető. A láng hőmérsékletének mérésére ellenőrzésül eltűnőszálas optikai-pirométert is használtak.

Az adatokat matematikai-statisztikai módszerrel értékelték ki.

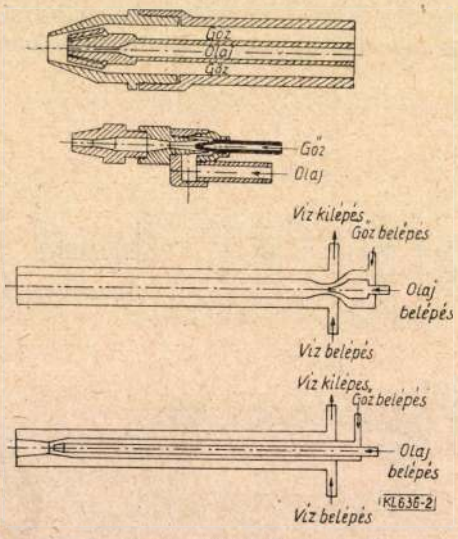
A végzett mérések általában két osztályba sorolhatók :

a) teljesítménymérések,
b) elégés folyamat mérések.

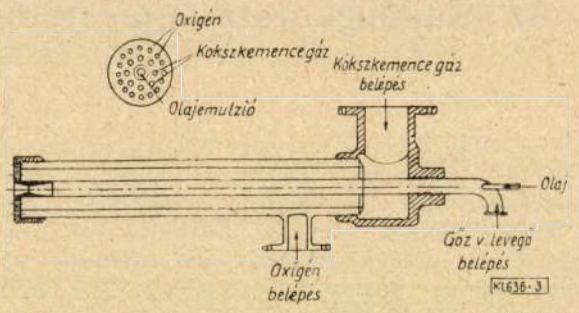
A teljesítmény mérések célja az volt, hogy a láng sugárzását befolyásoló tényezők hatását megállapítsák.

Az *1. táblázat* összegezi azokat a változókat, melyek hét sorozat teljesítménymérés és két sorozat elégési folyamat-mérés során a vizsgálat tárgyát képezték. Összesen tíz változót tanulmányoztak. Némelyik sorozatban csak egy változó képezte tanulmányozás tárgyát, több különböző értéken és szinten. Az első sorozatban öt különböző változó hatását tanulmányozták. Azok a változók, amelyek minden sorozatban szerepeltek a táblázatban vastagon vannak bekeretezve.

A kísérleteket olajkeverékekre is elvégezték. Megvizsgálták a kokszkemencegáz és olaj-vegyestüzelés lángsugárzás viszonyait is.



2. ábra. Olajégő típusok
a = haidlaw drew, *b* = national air oil, *c* = Shotton, *d* = Guest Keen and Baldwin



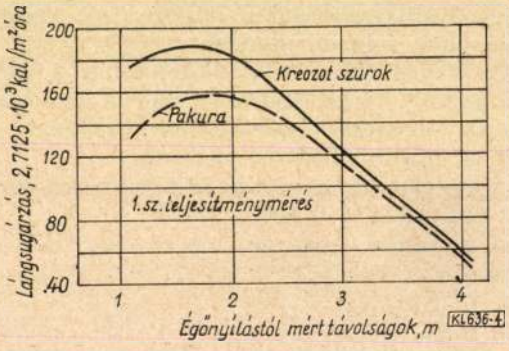
3. ábra. Kokszkemencegáz-olaj vegyes tüzelésű égő

A *2. táblázat* a mérésekhez használt tüzelőanyagok jellemző adatait tünteti fel.

A kísérletekhez használt égők

A kísérletekhez négy különböző típusú égőt használtak. Az égőket a *2. ábrán* láthatjuk. Ezek az égők magukba foglalják mind a külső és belső, mind az első és hátsó keverést.

Az égőkhöz az olajat valamivel nagyobb nyomáson adagolták, mint a porlasztóközeg nyomása. A levegő vagy gőz a felhasznált mennyiségtől függően 0,7—7 kg/cm² nyomáson jutott a porlasztóba.



4. ábra. Tüzelőanyag fajtájának hatása a láng sugárzására, az égőtől mért távolság függvényében

A *3. ábra* a kokszkemencegáz-olaj vegyestüzelés kísérleti égőjét mutatja. A középső csövön az elporlasztott olajlevegő keverék lép be. Ezt körülvevő nyílásokon a kokszkemencegáz, a legkülső kör nyílásain az oxigén vagy sűrített levegő lép be. Az égő feje cserélhető. Így a gáz nyomásváltozását gyors cserével követni lehetett.

A tüzelőanyag fajtájának hatása a láng sugárzására

A *4. ábra* bizonyítja, hogy milyen fontos hatású a tüzelőanyag fajtája a láng sugárzására. Az ordinátán csupán a lángtól eredő sugárzást tüntették fel kal/m² óra egységben, elvben hideg hátsófal mellett. A pakura és a kreozot-szurok lángjának sugárzása hasonló görbét ad, kb. 1,8 m-re éri el a láng sugárzása a maximumot.

Megjegyzem, hogy a szurok lágjának sugárzási maximuma kb. 20%-kal nagyobb, mint a pakuráé. A szurok Condradson-széntartalma kb. háromszorosa, aszfalttartalma hatszorosa és C/H aránya kétszerese a pakuráénak.

1. táblázat

A teljesítmény és égési folyamat mérésének adatai

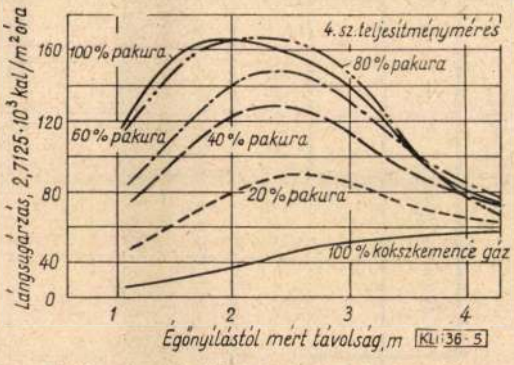
Változások	Teljesítmény mérések							Égési folyamat mérések	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.
Tüzelőanyag	*a)* Nehéz fűtőolaj *b)* Kreozot-szurok	Nehéz fűtőolaj	Koksz kemence gáz és nehéz fűtőolaj	Koksz kemence-gáz és fűtőolaj	Koksz kemence-gáz és kreozot-szurok	*a)* Nehéz főtőolaj *b)* Könnyű fűtőolaj *c)* Kreozot olaj	*a)* Nehéz főtő-olaj *b)* Koksz ke-mence gáz	Nehéz fűtőolaj	*a)* Koksz kemence gáz *b)* Koksz. kem. gáz + Propán *c)* Könnyű fűtő-olaj *d)* Nehéz fűtőolaj
Hőterhelés mértéke 10^6 kcal/ó	*a)* 1,92 *b)* 2,68	*a)* 1,39 *b)* 2,5	*a)* 1,72 *b)* 2,63	2,2	2,2	1,8	1,11	1,92	1,51
Porlasztó közeg	*a)* Gőz *b)* Levegő	*a)* Gőz *b)* Levegő	Gőz	Gőz	Gőz	*a)* Gőz *b)* Levegő	—	*a)* Gőz *b)* Levegő	Levegő
Porlasztó közeg mennyisége kg/kg	*a)* Gőz 0,36—0,56 *b)* Levegő 0,53—0,81	*a)* 0,2 *b)* 0,5	—	—	—	—	—	Gőz 0,3 Levegő 0,5	*a)* 0,46 Könnyű o. *b)* 0,73 Könnyű o. *c)* 0,44 Nehéz o.
Égőben levő nyomás kg-ban	—	—	— *a)* 0,585 *b)* 1,125 *c)* 1,170 *d)* 2,250	1,485	1,78	*a)* 0,99 *b)* 1,98 levegő be-lép a kemence oldalán *c)* 1,98 levegő az égő körül	*a)* 0,99 *b)* 1,485	—	*a)* 1,17 *b)* 2,16
Égő típusa	—	Öt különböző égő	—	—	—	—	—	—	—
Légfelesleg a kemence kilépő nyílásán	*a)* 58 *b)* 70	20	*a)* 0 *b)* 40	8—10	9—11	—	*a)* 10 *b)* 40	Gőz 15 Levegő 65	0—16
Karburáló közeg	—	—	Nehéz olaj	Nehéz olaj	*a)* Nehéz olaj *b)* Kreozot o.	—	—	—	—
Karburáló közeg mennyisége %-ban	—	—	*a)* 0 *b)* 15	*a)* 0 *d)* 60 *b)* 20 *e)* 80 *c)* 40 *f)* 100	*a)* 0 *b)* 33,3 *c)* 66,7 *d)* 100,0				
Égési levegő hőmérséklete	—	—	—	—	—	—	*a)* 100 *b)* 650	—	—

A vastagon bekeretezett négyszögek a méréssorozat változóit jelentették

Vizsgált tüzelőanyagok jellemzői *2. táblázat*

Jellemző adatok	Pakura			Könnyű tüzelő olaj	Kreozot-szurok	Kreozot-olaj	Kokszkemence gáztérfogat, %-ban
	1	2	3				
Sűrűség 15,6 C°-on	0,952	0,982	0,981	0,826	1,150	0,998	$CO_2 = 2,3$
Engler-féle viszkozitás 37,8 C°-on	49,8	27,4	32,3	1,16	31,9	1,246	$C_nH_m = 2,0$ $O_2 = 20,3$
Conrandson szén, C%	8,1	13,85	—	—	22,7	—	$CO = 8,2$ $H_2 = 49,3$
Aszfalt, %	3,25	7,60	—	—	19,5	—	$CH_4 = 26,8$
Kezdeti forr. pont C°-ban	—	—	196	182	—	214	$N_2 = 11,1$
70%-os forr. pont ,C°	—	—	520	276	—	266	100,00
Végső forr. pont, C°	—	—	—	296	—	318	
Összetétel, %							
C	84,6	—	86,8	85,0	89,8	88,0	
H_2	11,5	—	10,2	13,4	5,7	8,3	
O_2	—	—	1,0	0,5	—	8,3	
S	3,5	—	1,9	0,9	0,8	0,01	
Felső fűtőérték, kal/kg	10 370	10 150	—	—	9140	—	4310 kal/Nm³
C/H arány	7,35	—	8,5	6,3	15,8	10,6	

Az *5. ábra* mutatja a lángsugárzás változását különböző százalékú pakura és kokszkemencegáz együttes elégetésekor. Az egyes tüzelőanyagok százalékát a hőtartalom arányában számították ki. A kokszkemencegáz szintelen lángjának sugárzása a CO_2- és H_2O-tartalmától függ és majdnem lineárisan emelkedik a keveredés és elégés előrehaladásával. A 20, 40, 60, 80%-nyi pakura hozzáadásakor a lángsugárzás megnövekedése az ábrából jól látható. Az ábrából leolvasható, hogy bizonyos távolságon túl a görbék összetartanak.



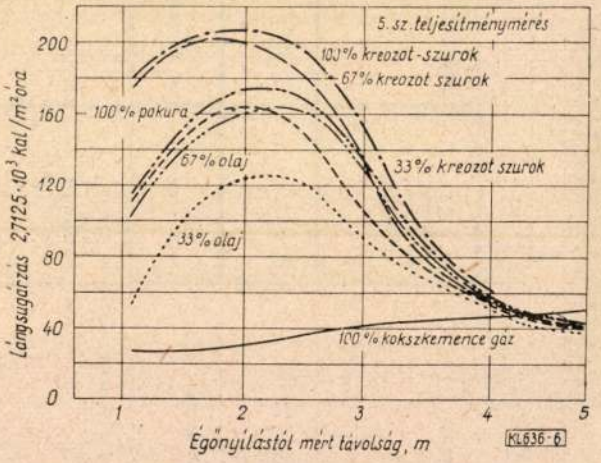
5. ábra. Változó százalékú pakura és kokszkemencegáz lángjának sugárzása az égőtől mért távolság függvényében

A *6. ábra* annyiban különbözik az 5. ábrától, hogy a pakura helyett kreozot-szurok a karburálóanyag. A görbék jellege hasonló.

Az 5. és 6. ábrából levonható az a következtetés, hogy a pakuraolaj összes hőjének 30—35%-a helyettesíthető gyengén sugárzó kokszkemencegázzal anélkül, hogy a láng sugárzása lényegesen csökkenne. Egy nagyobb kemencében, ahol a láng még vastagabb, a fűtőolaj még nagyobb hányada helyettesíthető gázzal anélkül, hogy a láng sugárzása lényegesen csökkenne (pl. Martin-kemence).

A *7. ábra* azonos körülmények között vizsgált, erősen eltérő folyékony tüzelőanyagok — pakura, kreozotolaj, könnyűolaj — lángsugárzási jellemzőit mutatja. A vizsgált olajok viszkozitása közel azonos volt, lángsugárzásuk nagyon eltérő, csak a láng végén közeledtek egymáshoz a görbék.

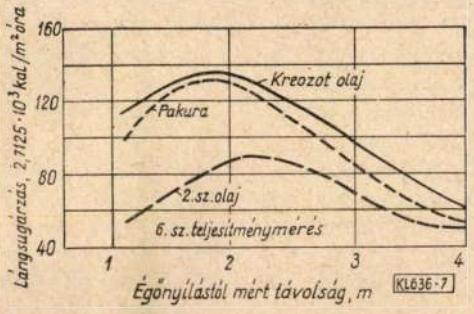
A láng sugárzóképessége és hőmérséklete közötti összefüggésre mutatnak a *8. ábra*. A négy



6. ábra. Pakurával és kreozot-szurok keverékével karburált kokszkemencegáz lángjának sugárzása az égőtől mért távolság függvényében

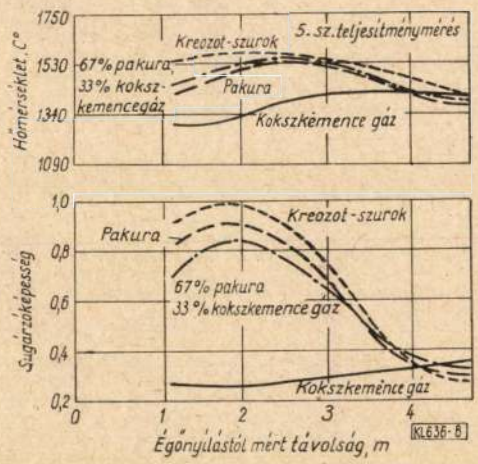
különböző tüzelőanyag lángjának *Smiedt*-módszerrel levezetett sugárzóképességét és hőmérsékletét mutatja. Az ábrán a sugárzóképesség relativ nagyságát tüntették fel.

A lángsugárzás abszolút nagyságát ezekre a fűtőanyagokra teljesen azonos kísérleti viszonyok mellett a 6. ábra mutatta be. A szurok, a pakura és a karburált olaj lángjának hőmérséklete közel azonos. A sugárzóképesség nagyobb eltérést mutat, mint a lánghőmérséklet. Amint az olajok széntartalma elégett, a sugárzóképességük megközelíti azokét a lángokét, amelyek csak CO_2-t és H_2O-t tartalmaznak. A kokszkemencegáznak lángja meglepően alacsony hőmérsékletű a láng első szakaszában és sugárzóképessége igen nagy ahhoz képest, hogy a láng teljesen szintelen, különösen a láng végén. Az ábrából kitűnik, hogy a láng végén 1370 C°-on a kokszkemencegáz lángjának relativ sugárzóképessége 0,345-nek adódik. *Hottel* adatai szerint a sugárzóképesség 1370 C°-on 37% pakura és 33% kokszkemencegáz mellett

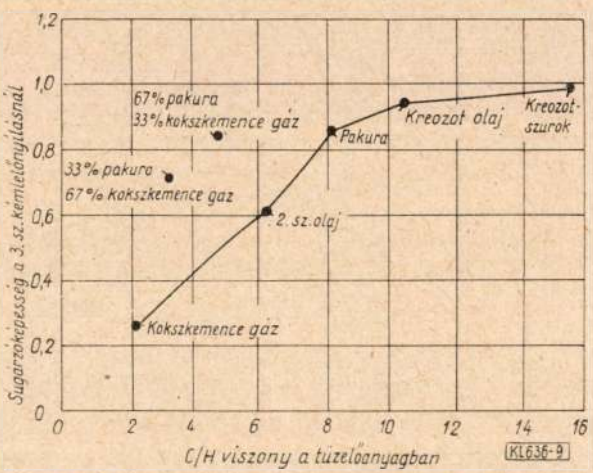


7. ábra. Kreozot-pakura-könnyűolaj lángjának sugárzása az égőtől mért távolság függvényében

kapott füstgázösszetételre (7,7% CO_2 és 20% H_2O) 0,21-nek adódik a 8. ábrán bemutatott levezetés útján nyert 0,345-tel szemben. Ez a különbség abból származik, hogy a *Smidt*-módszer csak szürke lángra felel meg, de színtelen lángra, mint amilyen a kokszkemencegáz lángja már nem ad helyes eredményt.



8. ábra. Kokszkemencegáz-pakura-kreozot-szurok-karburált láng sugárzása és hőmérséklete az égőnyílástól mért távolság függvényében



9. ábra. A lángsugárzás relativ értéke a 3. sz. szemlélőnyílásnál a C/H viszony függvényében

A C/H viszony hatása

A *9. ábra* a C/H arány és a relativ lángsugárzóképesség közötti összefüggést mutatja. A görbét két mérés eredményéből szerkesztették. Az 1. ábrán jól látható 3-as megfigyelő nyíláson keresztül végezték a mérést, ahol a lángsugárzásnak maximuma van. Az ábrán látható pontok az egyes tüzelőanyagokra jellemző C/H arányon jól mutatják a sugárzóképesség relatív nagyságát.

Az ábrából látható, hogy a *Riviere* [7] által szerkesztett görbe nem érvényes:

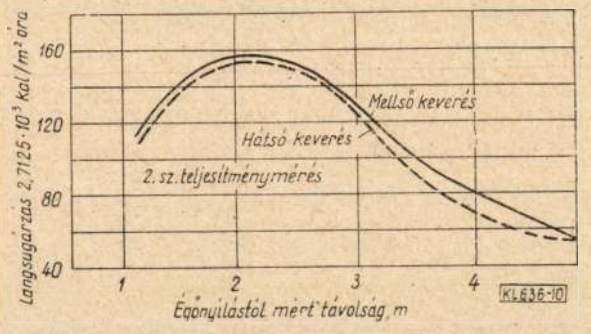
a) 67% pakura és 33% kokszkemencegáz keveréke és
b) 33% pakura és 67% kokszkemencegáz keveréke.

Az égő kivitelének hatása

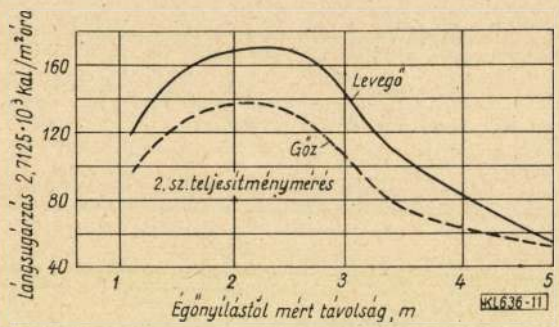
A kísérletek azt igazolták, hogy a használt ötféle égő között a láng sugárzásában nincsenek kirívó különbségek. Nem mutatott lényeges különbséget az sem, hogy az olaj az égő hátsó, vagy mellső végénél lép be a porlasztóba, illetve a porlasztófejbe.

A *10. ábra* bemutatja a lángsugárzás nagyságát egy National Air-Oil-féle mellső és egy Shalton-féle hátsó keverőégőre.

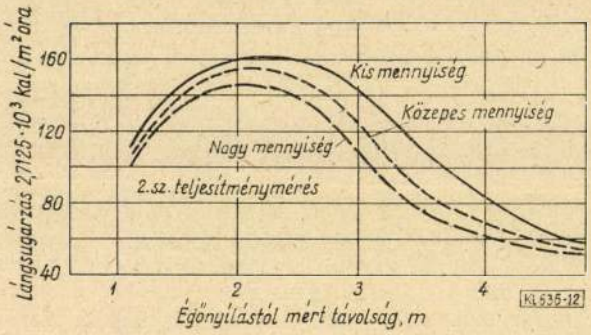
Látható, hogy a két görbe közötti különbség csekély.



10. ábra. Mellső és hátsó keveréssel dolgozó olajégők lángjának sugárzása az égőnyílástól mért távolság függvényében



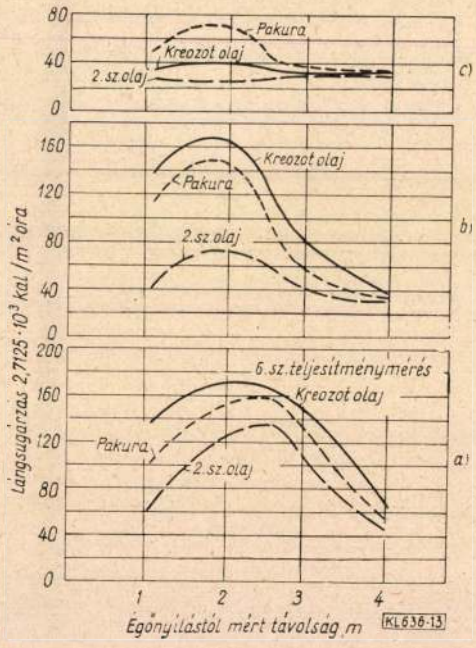
11. ábra. A porlasztóközeg fajtájának hatása a lángsugárzásra az égőnyílástól mért távolság függvényében



12. ábra. A porlasztóközeg mennyiségének hatása a lángsugárzásra az égőnyílástól mért távolság függvényében

A porlasztóközeg fajtájának hatása

A *11. ábra* a láng sugárzás alakulását mutatja be gőz, illetve levegő porlasztóközeggel. Mindkét porlasztóközeggel a lánghőmérséklet hasonló. A levegőporlasztáskor a lángsugárzás lényegesen nagyobb, mint gőzporlasztáskor. A kísérleteket többször megismételték, de mindig azonos volt az eredmény.



13. ábra. Háromféle tüzelőanyag lángsugárzásának alakulása az égőben levő nyomás és szekundérlevegő adagolás módja, valamint az égőnyílástól mért távolság függvényében

a = belépő nyomás 0,99 kg, levegőbelépés a kemence oldalán, *b* = belépőnyomás 1,98 kg, levegő belépés a kemence oldalán, *c* = belépő nyomás 1,98 kg, levegő belépés az égő körül

Porlasztóközeg mennyiségének hatása

A *12. ábra* a porlasztóközeg mennyiségének a lángsugárzásra gyakorolt hatását tünteti fel. A görbék egyaránt vonatkoznak levegőre és gőzre. A láng elején az eltérés kicsi, de a sugárzás lényegesen emelkedik, amint a porlasztóközeg mennyisége csökken. Ez kétségkivül összefügg az égéslevegő lassúbb keveredésével, amely az impulzus csökkenés következménye.

A *13. ábra* további adatokat tartalmaz a porlasztóközeg mennyiségének és az égéslevegő bebocsátás módjának hatásáról. A két alsó görbe 0,98 kg és 1,98 kg impulzusnyomás mellett észlelt sugárzást adja meg, amikor az égés vagy szekundérlevegő az égő mellett a homlokfalon levő két nyíláson kis sebességgel lépett be.

A 2. sz. olaj lángjának sugárzása a porlasztóközeg mennyiségének növekedésével a láng hossza mentén nagymértékben csökken. Nagyobb nyomás, így nagyobb mennyiségű porlasztóközeg mellett a többi olaj sugárzásgörbéje is az égő felé tolódik el, de a sugárzás abszolút nagysága csak kis mértékben csökken.

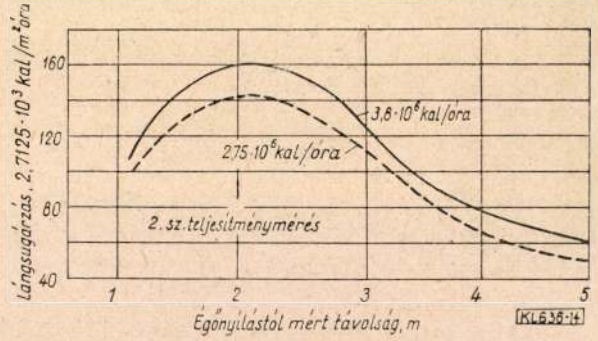
A *c* görbék arra az esetre vonatkoznak, amikor a szekundérlevegő nem két oldalról, hanem a kúposan kiképzett aknán, az égő körül nagy sebességgel lép be és a nyomás impulzus is nagy. Az olajláng sugárzása hasonló lesz a kokszkemencegáz lángjának sugárzásához, vagyis ellaposodik és abszolút nagyságban felére, vagy még kisebbre csökken.

A pakura itt is a szokott csúcsot mutatja.

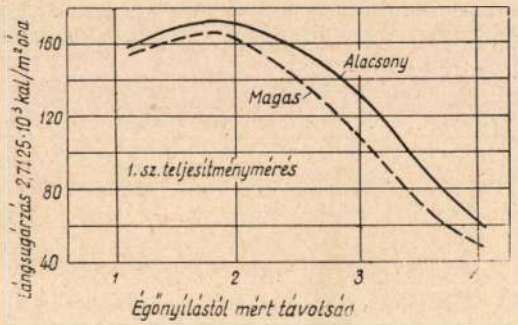
Igen érdekes az a tény, hogy a kilövellt sugár nagy impulzusa és az égéslevegő nagy sebessége a kreozotolajra nagyobb hatású, mint a pakurára. A többi kísérlet során kicsiny levegősebesség mellett a kreozotolaj lángjának sugárzása nagyobb, mint a pakura lángjáé.

A hőterhelés hatása

A *14. ábra* a hőtermelésnek a lángsugárzásra gyakorolt hatását mutatja. Nagyobb hőterhelés mellett a láng teljes hosszában nagyobb a lángsugárzás. Az ábrán a felső görbe $3{,}8 \cdot 10^6$ kal/óra, az alsó $2{,}75 \cdot 10^6$ kal/óra hőterhelésre vonatkozik.



14. ábra. Hőterhelés hatása a lángsugárzás nagyságára az égőnyílástól mért távolság függvényében



15. ábra. Levegőfelesleg hatása a lángsugárzásra az égőnyílástól mért távolság függvényében

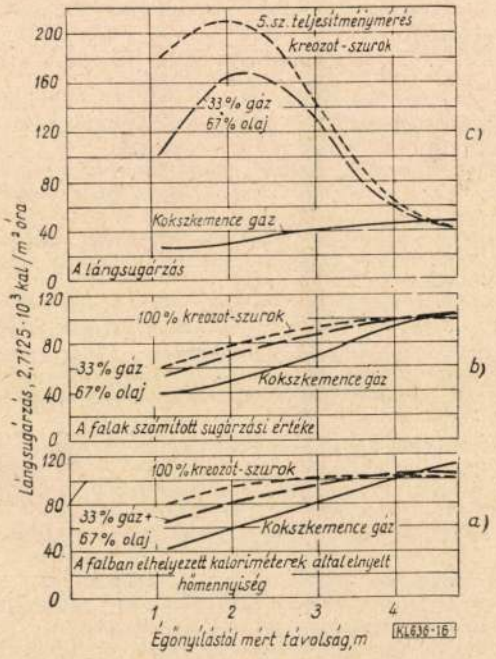
A levegőfelesleg hatása

A *15. ábra* mutatja, hogy az elégéshez adagolt levegőfelesleg növekedésével a lángsugárzása csökken. Az ábrán a felső görbe 70%, míg az alsó görbe 58%-os levegőfelesleg mellett mutatja a lángsugárzást.

Milyen összefüggés áll a fenn a lángsugárzás nagysága és a kemencében átadható összes hőmennyiség között?

Az eddig ismertetettek az egyes változóknak a lángsugárzásra gyakorolt hatását összegezték. A láng sugárzásával kapcsolatos ismeretek gyűjtésének végső célja, hogy felderítse, hogy a változók milyen hatást gyakorolnak a kemencében hasznosan átadható hőmennyiségre.

Az ijmuideni kísérleti kemencében terhelés csak a vízhűtéses ajtók és nyílások, valamint a kemence falának külső sugárzása volt, így a kemencét az összes mérés alatt állandó terhelésűnek tekinthetjük. A falak belső hőmérséklete bizonyos fokig meghatározza a hőátadás mértékét a falakra. A lángsugárzást *Smiedt*-módszere szerint számították, ehhez pedig szükség volt a falsugárzás számítására és a fal hőmérsékletének mérésére.



16. ábra. Összehasonlítás a lángsugárzás-falsugárzás és a falak által elnyelt hőmennyiség között az égőnyílástól mért távolság függvényében

a = a falban elhelyezett kaloriméterek által elnyelt hőmennyiség, *b* = falak számított sugárzása, *c* = a lángsugárzás adatai

A kísérletek alatt hőáramlásmérők voltak beépítve, így a láng által leadott hő egy másik adata is rendelkezésre állt.

A 16. ábra *c* görbéi egymástól lényegesen eltérő sugárzási jellemzőkkel bíró, három tüzelőanyag lángjának sugárzását mutatják. A *b* görbében a fal sugárzásának adatai láthatók. Az *a* görbéken a hőáramlásmérők által elnyelt hő található. A falsugárzási és hőáramlási görbék hasonlósága nyilvánvaló, a sugárzás nagyságrendje is közel azonos.

A *16. ábrából* két lényeges következtetés vonható le.

1. Bár a három tüzelőanyag lángjának sugárzásgörbéi nagyon különbözőek, az egyes tüzelőanyagok által a falakra átadott hőmennyiség sokkal kisebb mértékben különbözik.

2. Bár a folyékony tüzelőanyagok lángsugárzásának csúcsértéke az égőtől 1,8—2,2 m távolságra áll be, a falakra ható hőátadásban nincsenek hasonló csúcsértékek. Mindhárom tüzelőanyag hőátadásának görbéi lényegében egyenletesen emelkednek a kemence hossza mentén.

Az utóbbi magyarázata kétségtelenül az, hogy a hő a lángból a falakra és a fal egyik részéről a fal másik részére kerül és a láng alakja kúp és nem henger. Ezenfelül a konvektiv hőátadás kétségtelenül tekintélyes szerepet játszik a fal hőmérsékletének kialakításában. Az égőkhöz közel a hő a falakról átadódik az égéslevegőnek, amely a homlokfalon lép be, és a falak és a kiterjeszkedő lángsugár között áramlik. A kemence hátsó részében, ahol a keveredés és elégés már majdnem tökéletes, és a láng a falat súrolja, a konvektiv hőátadás útján a falaknak átadott hőmennyiség kétségkívül jelentékeny.

A 16. ábra lángsugárzás görbéje alá eső területet planimetrálták abból a célból, hogy így a lángból eredő hőátadás teljes relatív mértéke számszerűen is kifejezhető legyen.

Hasonlóképpen planimetrálták a falsugárzás (16. ábra *b*) görbéi alatt és a hőáramlásmérők adataiból szerkesztett görbék alatt levő területet is.

A lángsugárzás görbék területének integrálása nem ad helyes adatot, mivel a láng nem henger, hanem kúp alakú. Mégis úgy kezelték, mintha henger alakú volna, mivel a láng körvonalára nincs megbízható adat.

Az integrált terület mindegyikét a kokszkemencegáz görbéi alatt integrált területtel állították szembe. Így a következőket kapták:

Lángsugárzási görbére:

$$\frac{\text{kreozotszurok}}{\text{kokszkemencegáz}} = 3{,}60 \qquad \frac{\text{gázolaj}}{\text{kokszkemencegáz}} = 2{,}88$$

Falsugárzásra:

$$\frac{\text{kreozotszurok}}{\text{kokszkemencegáz}} = 1{,}24 \qquad \frac{\text{gázolaj}}{\text{kokszkemencegáz}} = 1{,}19$$

Hőelnyelési görbékre:

$$\frac{\text{kreozotszurok}}{\text{kokszkemencegáz}} = 1{,}23 \qquad \frac{\text{gázolaj}}{\text{kokszkemencegáz}} = 1{,}17$$

Ezek az adatok azt mutatják, hogy a láng sugárzásának viszonyszámai a kokszkemencegáz lángjához viszonyítva kreozotszurok és a gázolajra 3,60-, illetve 2,88-szoros sugárzási potenciális energiával bírnak, amíg a falak által elnyelt hőmennyiség 24, illetve 19%-kal, addig a hőelnyelési görbék 23, illetve 17%-kal nagyobbak a kokszkemencegáz lángjáénál.

Ezekből az adatokból is látható, hogy a konvektiv hőátadás komoly része az összes átadott hőmennyiségnek.

Levonható következetés, hogy bár a lángsugárzás növekedése mindig együtt jár a falakra való hőátadás növekedésével, ez a növekedése nem arányos a lánsugárzás növekedésével, hanem annál kisebb. Megállapítható továbbá, mivel a lángsugárzás egy adott növekedése nem felel meg a hasznosan átadott hő növekedésének, így igen nagy jelentősége van a konvektiv hőátadást befolyásoló tényezők tanulmányozásának.

Az égéslevegő előmelegítésének hatása

Az égéslevegő hőmérsékletének 100—650 C°-ra való felmelegítése csak kismértékben változtatta meg a tüzelőanyag és a levegő keveredésének kezdeti állapotát, de a láng végén lassította a keveredést.

Ezért kb. 10%-kal megnövekedett az a távolság, amely sztöhiometrikus keveredés eléréséhez szükséges. A levegő hőmérséklet emelése a pakuraláng összsugárzó képességét nem változtatta meg.

Ezzel szemben a kokszkemencegáz lángjának sugárzóképessége a levegő hőmérséklet emelésével 5—10%-kal csökkent.

A lánghőmérséklet és a falhőmérséklet az a két változó, amelyre a levegő előmelegítés legnagyobb befolyást gyakorol. A láng tengelyében a levegő 520 C°-os előmelegítése révén a hőmérséklet 127 C°-kal emelkedik meg.

Az égési folyamat tanulmányozása

A korábbi megállapítások alátámasztására próbákat vettek a láng különböző pontjain. A keveredés mérvének és a lángban levő szabad karbon mennyiségének meghatározása arra szolgált, hogy a különböző tüzelőanyagok lángsugárzása és adott hőmérséklete értékelhető legyen, az égőnyílástól mért különböző távolságon.

IRODALOM

[1] *Lindmark, T.—Edenholm, H.:* Ingeniors Vetenskaps Akademien Handlingar 1927. 66. sz.
[2] *Sherman, R. A.:* Trans Amer, Soc. Mech. Engrs. 1934. 56. sz. 177. o.
[3] *Trinks, W.—Keller, J. D.:* Trans. Amer. Soc. Mech. Engrs. 1936. 58. sz. 203. o.
[4] *Wolfhard, H., G.—Parker W. G.:* Inst. Pet. 1949. 35. sz. 118. o.
[5] *Godsave, G. A.:* Nature, 1949. 164. sz. 708. o.
[6] *Daws, L. F.—Tring, W. M.:* Chaleur Industrie 1952. nov. 387—392. o.
[7] *Riviere, M.:* Flame et thermiwue 1958. márc. 11—20. o.
[8] Journal of the Institute of Fuel (1951. nov.).
[9] *Sherman, R. A.:* Transactions of the Asme, 1957. nov. 79. k. 8. sz. 1727—1741. o.
[10] *Olinkov, M.:* Izv. Akad. Nauk, Otd. Techn. Nauk. 1956. 3. sz.

Egyesületi hírek

Vaskohászati Szakosztályunk márc. 6-án vezetőségi ülést tartott, amelyen résztvettek: *Pilter Pál* elnök, *Kemény Kornél* titkár, *Árkos Frigyes, Balsay István, Csépe Ferenc, Czeke Arisztid, Felföldi Zoltán, Hauszner Ernő, Lerch József, Markó József, Martin Imre, Mácsay József, Nyizsnyánszky Tibor, Óvári Antal, Pőcze László, Proszt Ervin, Sövegjártó János, Szele Mihály, Szeless László, Szőke László, dr. Visnyovszky László.*

Dr. Visnyovszky László ismertette a múlt évi pályázatok díjazására vonatkozó javaslatot. A vezetőségi ülés a bíráló bizottság javaslatát jóváhagyta.

Dr. Visnyovszky László ezután az 1961. évi pályázatokra vonatkozó elgondolást ismertette és ez évi témaként vasiparunk legcélszerűbb továbbfejlesztési irányelveinek kidolgozását javasolta.

A vezetőségi ülés, vita után a javaslatot elfogadta és úgy döntött, a pályázat részletes szövegét a Kohászati Lapokban közölni kell és ezenkívül körlevélben is meg kell küldeni a helyi csoportokhoz, üzemekhez, hogy a pályázatról szakembereink minél szélesebb körben szerezzenek tudomást.

Ezután a vezetőségi ülés a MTESZ Egyesületünkhöz intézett, a társadalmi tevékenység hatékonyságának növelésével foglalkozó átiratát tárgyalta és úgy határozott, hogy a szakosztály munkatervét az átirat kívánta szellemben ki kell egészíteni.

A magyar—szovjet műszaki napok megszervezéséről ezután a vezetőségi ülés úgy döntött, hogy ez évben a nyersvasgyártás, acélgyártás és hengerlés területén elért egy-egy kiemelkedő eredményről tartunk előadásokat. Elkészítjük és közreadjuk a Sztalj és Metallurg szakfolyóiratok összefoglaló értékelését.

Ezt követően *Lerch József* előterjesztése után a Diósgyőrben tervezett Tűzálló-ankét programja került jóváhagyásra.

Utolsó napirendi pontként a vidéki csoportok és tagozatok képviselői számoltak be eddigi munkájukról és terveikről.

Felföldi Zoltán bejelentette, hogy a csepeli csoport, hosszú évek óta tartó szervezése végre eredményre vezetett. Már jelentős a taglétszám, rendszeresen tartanak előadásokat és igen jó az együttműködés a vállalat vezetőségével, párt és szakszervezeti szervekkel.

Csépe Ferenc beszámolt arról, hogy Ózdon is sikeresen halad a tagszervezés, rövidesen várható a csoport újjáalakítása, ismét megindul az egyesületi élet, amihez most már a Műszaki Klub nemrégiben megnyitott helyiségei is lehetőséget adnak.

Nyizsnyánszky Tibor a diósgyőri csoport továbbra is lendületes munkáját, eredményeit és terveit ismertette, *Hauszner Ernő* pedig a sztalinvárosi csoport rendezvényeiről, munkabizottságainak munkájáról és legközelebbi terveikről adott tájékoztatást.

Végül *Mácsay József* a kohógépész, *Czeke Arisztid* a tűzálló tagozat szervezésének állásáról tartott rövid beszámolót.

A vezetőségi ülés ezután jóváhagyta a befutott tagfelvételi kérelmeket.

Ó. A.

A vegyestüzelés hatása az ércdarabosításra[1]

TUBOLY JÁNOS kohómérnök
Dunai Vasmű

DK : 669.92 : 622.79

A nyersvastermelés az elmúlt félévszázadban olyan mértékben megnövekedett, hogy a jó minőségű- és darabosércek felhasználása mellett rá kellett térni a hulladékanyagok és a poros, valamint silányabb minőségű ércek feldolgozására is. Ennek nélkülözhetetlen előfeltétele volt az ércek előkészítése, a porosércek és a hulladékanyagoknak darabosítása.

Kezdetben a nagyolvasztókban keletkező szállóport kötőanyagokkal kötötték. A szállópor és a poros hulladékanyagok feldolgozására további eljárás a brikettezés volt.

A kezdeti különféle próbálkozások után hamarosan kialakult a Dwight—Lloyd-eljárás, mely ma már közismert.

A szalaggal mozgó, darabosítandó elegyben a következő öt réteg különböztethető meg :

1. hülő-,
2. égő-,
3. kalcináló-,
4. szárító- vagy előmelegítő- és
5. az ágyazó-rétegek.

Mivel a vegyestüzelés megismertetése a célom és a vegyestüzelés csak a hűtő- és égőréteggel van szoros összefüggésben, ezért a másik három réteg ismertetésére nem térek ki.

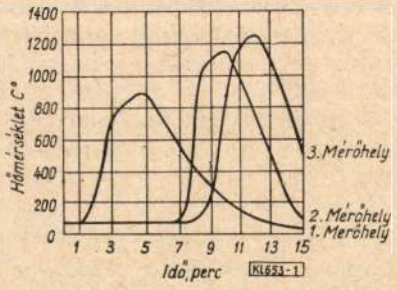
A szokásos átszívásos darabosító eljárás során a felsőrétegben csak alacsony gyújtási és égési hőmérséklet fejlődik ki. Ez abból származik, hogy a gyujtókemencében keletkező gyujtóláng csak kevés szabad oxigént tartalmaz és így a réteg felső részében a koksz elégése az intenziv szívás ellenére is csak nagyon vontatottan indul meg. Külföldi mérések alapján a gyújtólángban 3% szabad oxigén található. A gyújtókemence után az égés biztosításához csak hideglevegő áll rendelkezésre, ami erősen akadályozza a magasabb égési hőmérséklet kialakulását. A fentieken kivül a réteg felületén a magasabb hőmérséklet kifejlődését akadályozza még az is, hogy az égésfolyamatnak nedves, bontatlan és rossz gázátbocsátású rétegben kell végbemennie. Az elmondott okok a felületen egy összesületlen vagy csak gyengén összesült réteget adnak.

Gyújtókemence alól kikerült tüzes felületű rétegen hideg levegőt szívunk át, ami hirtelen hűti le a felhevített elegyet. A lehűtött felsőrétegben ennek hatására belső feszültségek, hajszálrepedések keletkeznek. Ezért a későbbi szállítások és átrakások alkalmával ez a gyengén összesütött és a hirtelen hűtéstől rideggé vált felsőréteg erősen aprózódik. A hideg levegő káros hatása fokozottabban érezhető a bázikus anyagok darabosításakor, ahol a képződött salakszerű fázisok érzékenyebbek a gyorshűtésre.

[1] A Dunai Vasműben 1960. július 11—16 között tartott nyersvasgyártó konferencián elhangzott előadás.

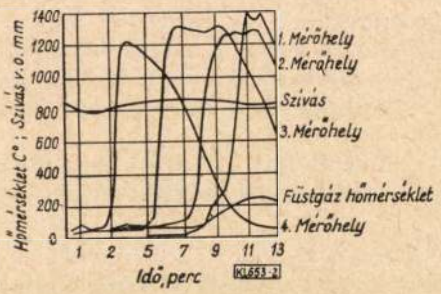
Az égőréteg süllyedésével az átszívott levegőnek állandóan növekvő darabosított rétegen kell áthaladni, ami által az mindjobban felmelegszik.

Hőmérséklet méréseket végeztünk a DV ércdarabosító üzemében az égőrétegben végbemenő hőmérsékletváltozás megállapítására. Az *1. ábrán* látható a mérés eredménye.



1. ábra. Hőmérséklet változás a DV darabosító szalagján a szokásos darabosított elegyben

A hőmérsékletváltozást több méréssorozat átlagából számítottuk ki. Az 1. mérőhely 40 mm-re, a 2. mérőhely 140 mm-re és a 3. mérőhely 190 mm-re volt a felső felülettől. A méréseket 270 mm rétegvastagság mellett hajtottuk végre. Az egyes mérőhelyeken mért csúcshőmérsékletek között lényeges különbség mutatkozott. Az égőréteg csúcshőmérséklete az általunk lefolytatott méréssorozatban a 1. mérőhelyen mért 950 C° hőmérsékletről az 3. mérőhelyen 1220 C°-ra emelkedett.



2. ábra. Hőmérséklet változás a szokásos darabosított elegyben [3]

Hasonló viszonyokat tüntet fel a 2. ábra is, amely *Holzhey* által [3] az NDK stalinstadti üzemében mért hőmérsékletváltozásokat ábrázolja, különböző rétegmélységekben szokásos darabosításkor.

Mindkét ábrából megállapíthatjuk, hogy a réteg felső részében legkisebb az égőréteg csúcshőmérséklete és az égőréteg lefelé haladásával fokozatosan emelkedik. Természetesen legalacsonyabb a hőmérséklet a réteg felszínén.

A rétegben uralkodó egyenlőtlen hőmérséklet viszonyok a szokásos átszívásos eljárás jellemzője, amely a felsőrétegben kisebb szilárdságú darabosított terméket ad, az alsórétegben pedig túlzott kokszfelhasználással jár. A felsőrétegben fennálló meleghiányt az aprókoksz mennyiségének növelésével nem lehet pótolni, mert ezáltal az elegy legalsó részében a túlzott hőemelkedés következtében a darabosítandó elegy megolvadna és a levegő átszívását megakadályozná. Az ilyen túlzott kokszfelhasználás a redukálódó készséget nagymértékben lerontaná. A szokásos átszívásos eljárás említett hiányosságait a két- vagy többrétegű adagolással igyekeztek ellensúlyozni, de megszüntetni nem tudták.

A kétrétegű darabosítás során az elegyet két különböző koksztartalommal adagolják a darabosító gépre. A felsőrétegben nagyobb az aprókokszmennyiség, mint az alsóban. Ennek következtében a felsőrétegben is emelkedik a hőmérséklet és ezzel együtt nő a darabosított termék szilárdsága.

A vegyestüzelésű darabosítás

A szokásos darabosító eljárásban fennálló egyenlőtlen hőmérséklet, amely kihat a darabosított érc szilárdságára és a kokszfogyasztásra is megszüntethető a vegyestüzeléssel. Nagy a jelentősége a vegyestüzelésű eljárásnak a bázikus darabosítottérc gyártásában, mert egyúttal megszüntethetők a felsőrétegben a gyors lehűtésből származó belső feszültségek és hajszálrepedések. Különös jelentőségű ez az eljárás azokban az üzemekben, amelyekben nagy SiO_2-tartalmú érceket önjáró bazicitásúvá darabosítanak. Az önjáró bazicitású darabosítottérc vizsgálatakor *Ban* megállapította [4], hogy az ilyen összetételű termék közepes szemnagysága igen kicsi, amiből az következtethető, hogy a szokásos eljárással darabosított önjáróérc erősen aprózódik. Kísérletei során megállapította, hogy a bázikus, darabosított érc közepes szemmérete a vegyestüzelés mellett 16 mm-ről 53,4 mm-re nőtt. A kísérletek alatt 4% helyett 3% kokszot adagolt és a hideglevegő helyett 1040 C° hőmérsékletű füstgáz-levegő keveréket használt.

Az elmondottak alapján megállapíthatjuk, hogy a vegyestüzelésnek három célja van, úgymint :

1. A darabosításkor a hőmérséklet eloszlást egyenletessé tenni, amitől a darabosított érc tulajdonságai javulnak.

2. A darabosítás hőfogyasztását csökkenteni.

3. A szükséges szilárd tüzelőanyagnak, azaz a kokszdarának egy részét folyékony vagy gáznemű tüzelőanyaggal helyettesíteni.

A vegyestüzelésű darabosításkor a darabosítandó elegybe csökkentett mennyiségű szilárd kokszport adagolunk oly mennyiségben, hogy az csak az alsórétegben elegendő a jó szilárdságú darabosítottérc előállításához. A felsőrétegből a hiányzó hőmennyiséget — amelynek biztosítani kell a felsőréteg kielégítő szilárdságát — forró füstgázok átszívásával pótoljuk. Ebből a célból a darabosítandó elegy fölött nagy levegőfelesleggel folyékony vagy gáznemű tüzelőanyagot égetünk el, amely a felsőréteget megfelelő ideig forró állapotban tartja.

A nagy levegőfelesleggel biztosítható a füstgázban az elegy koksztartalmának elégéséhez szükséges oxigén. A füstgázoknak 8—10% szabad oxigént kell tartalmazni, hogy a koksz kellő intenzitással égjen el és az átégés sebessége ne csökkenjen. A füstgázok hőmérsékletét úgy kell szabályozni, hogy a darabosítandó elegy felülete ne olvadjon meg, nehogy a felület elsalakosodjék, ami gátolja az oxigéntartalmú füstgáz behatolását a rétegbe. A füstgázok hőmérsékletét általában 800—1050 C° között célszerű tartani. Mivel minden ércnek más és más a lágyulási hőmérséklete, ezért a vegyestüzeléshez a füstgázhőmérsékletet minden ércfajtára külön ki kell kísérletezni. Célszerű közvetlenül a gyújtókemence után olyan magas füstgázhőmérséklettel dolgozni, amelyen még nem lép fel az elsalakodás és a termelés sem csökken.

Magas füstgázhőmérséklettel érhető el a legnagyobb kokszmegtakarítás. A füstgázok hőmérsékletét a gyújtókemencétől távolodva — ahol legmagasabb a füstgázok hőmérséklete —, fokozatosan csökkenteni kell, hogy a füstgázok adagolásának befejezésével minél kisebb legyen a hőmérsékletkülönbség a hideg levegő és a réteg felülete között.

A gáznemű vagy folyékony tüzelőanyagot az elegy fölött elhelyezett kemencében égetik el, amely közvetlenül a gyújtókemencéhez csatlakozik. A kemence a gyújtókemencével össze is épülhet, de a gyújtási hőmérséklet szabályozását külön kell megoldani. Feltétlenül gondoskodni kell a levegő és a gáz arányának kemencék, esetleg égőnkénti szabályozásáról. A kemence hosszát úgy kell megválasztani, hogy a termelékenység megtartása mellett a leggazdaságosabb összes hőfelhasználást érjük el. *Rausch* és *Meyer* adatai alapján [1] az összes hőfelhasználásban akkor érhető el a legjobb eredmény, ha a gáz vagy folyékony tüzelőanyag elégetésére szolgáló kemence a darabosítógép szívófelületének egyharmadát fedi be. Ebben az esetben a réteg felső felében felhalmozott hő a hűtési periódusban éppen pótolja az alsó rétegből hiányzó hőt. Ennél hosszabb kemence a felső rétegben a szükségesnél több hőt halmoz fel és az alsó rétegből távozó füstgáz, valamint a darabosított érc közepes hőmérséklete a ledobóvégnél a szokottnál magasabb. Rövidebb gyújtókemencével nem használhatók ki a kokszcsökkentésből származó előnyök.

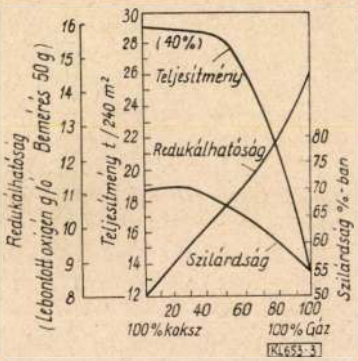
A vegyestüzeléshez általában kohógázt használunk. A kohógáz felhasználása jelentékenyen leszállítja a darabosítás költségét. *Rausch* és *Meyer* közlése alapján [1] a porkoksznak 30—50%-a helyettesíthető kohógázzal, vagy egyéb póttüzelőanyaggal. Gyakorlati tapasztalatuk szerint ennél nagyobb porkokszcsökkentés a termelékenységet erősen csökkenti. A *3. ábra* a termelékenység és a kokszcsökkentés közötti összefüggést ábrázolja.

1. táblázat

A két darabosító berendezés üzemi adatainak összehasonlítása szokásos és vegyestüzeléssel

	1. berendezés egy réteges adagolás		2. berendezés két réteges adagolás	
	szokásos	vegyes tüzelés	szokásos	vegyes tüzelés
Teljesítmény, t/24 ó/m²	20,0	20,0	26,5	24,5
Kokszfelhasználás, kg/t darabosítvány	120,0	80,0	82,0	64,5
Torokgázfelhasználás, Nm³/t darab	30,0	130,0	30,4	73,4
Összes hőfelhasználás, kcal/t darab	630	530	517	453
Kokszmegtakarítás, %	—	33,0	—	22,0
Hőmegtakarítás, %	—	15,8	—	12,5
Koksz fűtőértéke, kcal/kg	5000	5000	6000	6000
Torokgáz fűtőértéke, kcal/Nm³	1000	1000	900	800

A vegyestüzelésben a porkoksz csökkentéséből származó hőhiány és a pótlására bevitt füstgáz hőtartalma nem egyenértékű. *Holzhey* felállította a szokásos, valamint a vegyestüzelésű darabosítás hőmérlegét és megállapította, hogy 100 kg darabosított érc előállításához szokásos darabosításkor 36 480 kcal, míg a vegyestüzeléshez 31 700 kcal szükséges, ami kb. 13% megtakarítást jelent.

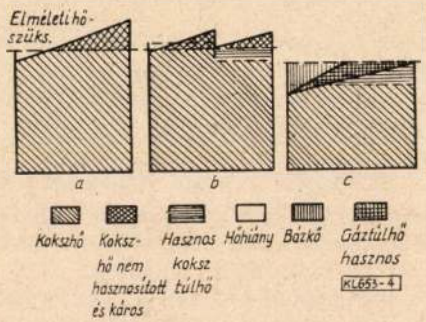


3. ábra. A teljesítmény alakulása különböző koksz-gáz arányok mellett

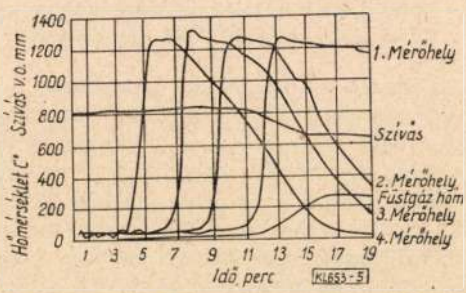
Rausch és *Meyer* [1] vizsgálatai azt mutatják, *(1. táblázat)* hogy a hőmegtakarítás a darabosítandó érckeverékek összetétele szerint 10—20% között változik. Az elmondottakon kivül növeli a hőmegtakarítást, ha a gáz vagy folyékony tüzelőanyag elégetéséhez előmelegítetett levegőt használunk. A különböző darabosítási eljárások hőszükségletét a *4. ábra* tünteti fel. Az ábrából megállapítható, hogy a vegyestüzelés elméleti hőszükséglettel járatható és ez kisebb a szokásos, valamint a kétrétegű darabosítás hőszükségleténél.

Holzhey megvizsgálta [3] a vegyestüzelésű darabosításra is a rétegben uralkodó hőmérsékletváltozásokat *(5. ábra)*. A hőmérsékletmérést 240 mm rétegvastagságban négy helyen végezte. Az 1. mérőhely a felülettől 220 mm-re, a 2. mérőhely 170 mm-re, a 3. mérőhely 120 mm-re és a 4. mérőhely 70 mm-re volt. Megállapította, hogy a vegyestüzeléssel a felső rétegben is elérhető kedvező, magas csúcshőmérséklet és a réteg a teljes keresztmetszetében közel azonos. A 3. és a 4. mérőhelyen a hőmérsékletnek a maximumon hosszú ideig való tartása biztosítja a felsőrétegben a nagyszilárdságú, darabosított érc előállítását. A csúcshőmérséklet a 4. mérőhelyen mért 1293 C°-ról az 1. mérőhelyen 1269 C°-ra csökkent.

Hohlov és *Girdimov* [2] a Magnitogorszki Kohászati Kombinátban hasonló kísérletet végeztek a vegyestüzelés tanulmányozására. A vegyestüzelésű kísérletekhez önjáró bázicitású, viszagorszki koncentrátumot használtak.



4. ábra. A hőszükséglet különböző darabosító eljárásban



5. ábra. Hőmérséklet változás a vegyestüzelés folyamán [3]

A darabosítandó elegybe a korábban felhasznált szilárd koksznak kb. 60%-át adagolták és a füstgáz hőmérsékletét 700—800 C° között tartották. A kísérletek alapján bebizonyosodott, hogy a vegyestüzeléssel lényegesen növelhető a bázikus darabosított érc szilárdsága. A kísérletek során kapott eredményeket a *2. táblázat* tünteti fel.

A vegyestüzelésű darabosítással lehetővé válik a meleg füstgázok hőtartalmának hasznosítása. Így pl. lehetséges a darabosító gépek utolsó két vákuumkamrájában keletkező, kb. 18—20% oxigént tartalmazó, 250—330 C° hőmérsékletű füstgázzal előmelegített levegőt a kohógáz elégetéséhez

2. táblázat

Szemnagyság eloszlás a vegyestüzelésü darabosításkor (2)

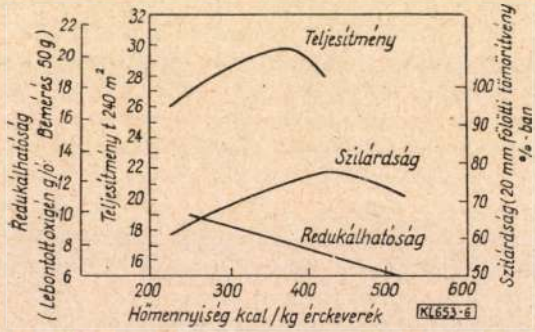
	Darabosított érc szemmérete	
	0—5 mm	12 mm fölött
A szemmegoszlás %-a a dobban végzett kísérlet után: Szokásos darabosításkor (az elegyben 3,5—4,0% kokszpor)	27,2—32,4	24,9—31,8
Vegyestüzeléskor (az elegyben 2,0—2,5% kokszpor)	22,0—23,0	49,0—56,0

felhasználni. Hasonló módon lehet hasznosítani a Schenk-rosták és csillagtörők portalanításakor keletkező 130—160 C° hőmérsékletű levegőt is. *Brandes* és *Wendeborn* [6] beszámol arról, hogy Lurgi, az újonnan épülő üzemeket a darabosított érc hűtésére alkalmas hűtőberendezésekkel együtt építi és a hűtés első szakaszában keletkező 300—350 C° hőmérsékletű levegőt visszajuttatja a kemencékbe.

Ha a szokásos darabosításhoz felhasznált aprókoksz mennyiségét a vegyestüzelésű eljárásban 40—50%-kal csökkentjük, akkor a gyártott darabosított érc vastartalma 0,2—0,3%-kal nő, míg az SiO_2-tartalom 0,2%-kal csökken. Ez annak tudható be, hogy a nagy hamutartalmú aprókoksz helyett gyakorlatilag szennyeződéstől mentes, tiszta tüzelőanyagot használunk fel, ami nem növeli a kész termék meddőjét. (A DV-ben 1959-ben felhasznált hulladékkoksz hamutartalma éves átlagban 18,42%, nedvességtartalma 13,31% volt.)

A vegyestüzelés hatása a termelékenységre és a darabosított érc minőségére

A szokásos darabosítási eljárásban a termelékenység mértéke függ a darabosítandó elegy gázátbocsátóképességétől, a porkoksz mennyiségétől, a porkoksz törési finomságától, az átszívott levegő mennyiségétől és még néhány tényezőtől. Adott elegyviszony és ventillátorteljesítmény mellett a termelékenységre döntő hatással csak a beadagolt porkoksz mennyisége bír. Ugyancsak a



6. ábra. A darabosított érc szilárdságának, redukálódó készségének és teljesítményének összefüggése a hőfogyasszal a szokásos darabosító eljárásban

porkoksz mennyiségével, azaz a közölt hőmennyiséggel van szoros összefüggésben a darabosított érc redukálódó készsége és szilárdsága is. A darabosított érc szilárdságának, redukálódó készségének és a teljesítménynek az összefüggését a hőmennyiséggel a *6. ábra* mutatja.

Az ábrából megállapítható, hogy a hőmennyiség növelése egy bizonyos határig emeli a teljesítményt és a szilárdságot, de azon túl mind a termelékenység, mind a szilárdság csökken. Viszont a hőmennyiség növelése fokozatosan csökkenti a darabosított érc redukálódó készségét.

Nagyon eltérőek a megállapítások a vegyestüzelésnek a termelékenység alakulásáról és általában 40—50% aprókoksznak gázzal való helyettesítésekor 5—8% termeléscsökkenéssel számolnak.

Vannak olyan kutatók is, akik a vegyestüzelés során nem tapasztaltak termeléscsökkenést. Talán *Rausch*-nak és *Meyer*-nek a termelékenység alakulásával összefüggő vizsgálatai [1] a legalaposabbak. Megállapították, hogy a vegyestüzeléssel nem mindenkor következik be termeléscsökkenés, hanem van olyan eset is, amikor csekély teljesítménynövekedés tapasztalható. Azonban megállapítható, hogy a porkoksznak növekvő gázmennyiséggel való helyettesítésekor elérkezünk egy olyan határhoz, ahol a teljesítmény fokozatos csökkenése következik be. A teljesítménycsökkenés ércek szerint 25—50% között változik, de általában 40% porkoksz helyettesítés körül következik be.

A vegyestüzeléssel akkor nem következik be teljesítménycsökkenés, ill. akkor várható teljesítménynövekedés, ha a darabosítás folyamán a visszatérő mennyiséget növelni lehet. A vegyestüzelésű darabosításkor a szilárdság növekedéséből kifolyólag csökken a visszatérő mennyiség és csak a rostálóberendezés felületének és résnyílásának növelésével érhető el nagyobb visszatérő részesedése.

A vegyestüzelésben mutatkozó teljesítménycsökkenés összefüggésben van a füstgázok kisebb oxigéntartalmával és a kész termék finom porozitásával is. A termelésben mutatkozó csekély visszaesést, azonban egyéb intézkedésekkel ellensúlyozni lehet és vegyestüzelésű üzem termelése a szokásos darabosítással elért szinten tartható. Ilyen változás lehet a levegő mennyiségének növelése, a kettőskeverés, az oltott mészadagolás, a darabosítógép szívófelületének növelése, valamint a hamislevegő csökkentése.

A darabosított érc szilárdságának, redukálódó készségének, oxidációs fokának vizsgálatára még nincsenek általánosan elfogadott szabványok. Ezért a különböző üzemekben gyártott darabosítottérc tulajdonságait sem tudjuk összehasonlítani. A vegyestüzelésű és a szokásos eljárással gyártott darabosított érc tulajdonságait is csak akkor tudjuk összehasonlítani, ha a darabosítási eljáráson kivül a többi tényező — az elegy, a szívás, a keverés, a nedvesítés stb. — azonos.

A darabosított érc szilárdságát, morzsalékonyságát elterjedten vizsgálják a kokszvizsgálathoz megszokott dobpróbával. A szilárdság összehasonlítására használják az ejtőszilárdságot, amelynek megállapítására meghatározott súlyú próbát 2 m

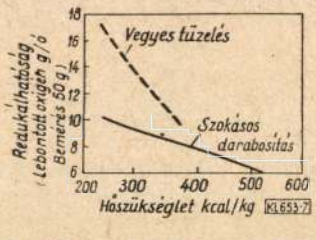
magasságból acéllapra ejtenek le. Ejtés után a próbát különböző frakciókra szitálják szét és az azonos osztályokhoz tartozó frakciók százalékait hasonlítják össze. Ilyen vizsgálatokat végzett *Kahlhöfer* [7]. A szokásos és vegyestüzelésű darabosításból kapott termékek adatait a *3. táblázatban* közlöm.

3. táblázat

A szokásos és a vegyestüzelésből származó darabosított érc ejtési szilárdságának adatai (7)

	A szokásos darabosításkor	Vegyestüzelésű darabosításkor
Kokszmennyiség az elegyben, %	8,0	4,0
Teljesítmény, t/m²·24 ó	24,9	22,8
Keletkezett ejtőpróba alatt : szemnagyság :		
20 mm fölött, %	25,8	66,3
8 mm fölött, %	40,7	25,7

Különböző vizsgálatokból megállapították, hogy a vegyestüzeléssel gyártott termék jóval könnyebben redukálható, mint a szokásos darabosítással kapott érc. Ez azzal magyarázható, hogy az előbbi esetben az oxidációs fok nagyobb, mivel a forró füstgázok hatására kevesebb vasoxid redukálódik vasoxidullá, mint a szilárdkoksz hatására. Általában 3—4%-kal kevesebb kétértékű vas keletkezik. A szilárd tüzelőanyagtól (koksz) a kokszszemcsék közelében helyi túlhevítés és ezzel járó redukciónövekedés, valamint elsalakosodás lép fel. A redukálódó kétértékű vas a megolvadt salakrészecskékkel nehezen redukálható ($2FeO \cdot SiO_2$) vegyületet alkot. Minél finomabb szemű a koksz, annál egyenletesebb az eloszlása a darabosítandó elegyben. Csökken a helyi túlhevítés, amiből az oxidációs fok, ill. a redukálódó készség növekszik. A legegyenletesebb akkor a felhevítés, amikor a szükséges hőt csak forró füstgázokkal visszük be, mint pl. a Lurgi-



7. ábra. A redukálódó készségének összefüggése a hőszükséglettel

féle pelletizáló eljárásban. A *7. ábra* világosan mutatja, hogy azonos hőfogyasztás mellett a redukálódó készség a vegyestüzeléskor jóval nagyobb, mint a szokásos darabosításkor.

A szilárdság növekedésében, az össz-hőfelhasználás csökkenésében, a redukálódó készség stb. javulásában elért jó eredmények miatt a vegyestüzelésű eljárás, bár a termelésben kisebb mérvű csökkenés mutatkozik, mégis széleskörben elterjedt.

A vegyestüzelés bevezetésével a DV-ben várható gazdasági előnyök

A DV darabosító üzemében is végeztünk kísérleteket a vegyestüzelésre. A kísérletek alatt változó mennyiségű kokszot helyettesítettünk forró füstgázzal. Mivel nem rendszeres kísérletről van szó — amelyből elfogadható végleges adatok állnának rendelkezésünkre — a számszerű adatok közlésétől eltekintek.

A kísérletek alatt megállapítottuk, hogy különböző kokszmennyiségnek füstgázzal való helyettesítésekor a réteg felső felében is nagyszilárdságú darabosítottércet kaptunk. A finom porozitású, keményre összesült felsőréteg tömör volt, amely talán a magas (1100 C°) füstgázhőmérsékletnek tudható be, mivel a füstgázok előállítására a darabosító gépekhez beépített gyújtókemencét használtuk. Kísérleteink során a kétértékű vas változó csökkenését tapasztaltuk, ami a füstgázok hőmérsékletével és a füstgázadagolás tartósságával lehet összefüggésben. A darabosított érc közepes szemnagysága megnőtt, ami abból adódott, hogy megszűnt a kész termék nagyfokú aprózódása. Ugyanakkor megállapítottuk, hogy a nagy darabok is eltüntek a termékekből.

A vegyestüzelés bevezetésével a DV-ben az elmondott szilárdságjavuláson kivül jelentős gazdasági eredményekkel is számolhatunk. Évi 1 millió t darabosított érc előállításához 85,6 kg/t fajlagos kokszfelhasználás mellett kereken 85 600 t aprókoksz szükséges. Ha a vegyestüzelésű darabosítással csak 10% megtakarítást érünk el, ez a tüzelőanyag költségekben 8,5 millió Ft költségcsökkenést ad. Ha az aprókoksznak 40%-át kohógázból származó forró füstgázzal helyettesítjük, akkor évenként a darabosított érc meddőtartalma 3140 t-val csökken, s ezáltal évi 6200 t mészkővel kevesebb a kohósítás mészkőszükséglete.

Az aprókoksz és a kohógáz közötti árkülönbséget figyelembe véve évenként 13—14 millió Ft megtakarítás érhető el.

Az ismertetett műszaki és gazdasági előnyökön kivül nem szabad megfeledkeznünk arról sem, hogy Magyarországon csak a DV-ben termelnek kohókokszot és a keletkezett aprókoksz nem fedezi a darabosító üzemek porkoksz szükségletét. Ezért az ércdarabosító üzem a hazai gázgyárakban és egyéb üzemekben keletkező porkokszot is kénytelen felhasználni. A darabosító üzemek további fejlődésével az aprókokszellátásban hiány fog mutatkozni, amelyet leggazdaságosabban forró füstgázok melegtartalmával lehet pótolni. Egyébként ezt a porkoksz mennyiséget a hazai brikettgyártáshoz is nagyon előnyösen lehetne felhasználni.

Összefoglalás

A nyersvastermelés rohamos növekedése szükségessé tette a porércek és hulladékanyagok felhasználását is, ami az átszívásos darabosítás kifejlődéséhez vezetett. Röviden ismertettem az átszívásos eljárásban uralkodó hőmérséklet- és hőviszonyokat, amelyek a felsőrétegben kis mecha-

nikai szilárdságot, az alsórétegben túlzott hőfelhasználást okoztak.

A szokásos darabosítás hiányosságai a vegyestüzeléssel megszüntethetők. A vegyestüzeléssel egyenletes hőmérséklet és hőfogyasztás érhető el. Ennek folytán a felsőrétegben növekszik a szilárdság, az alsórétegben csökken a hőfogyasztás. A vegyestüzelés az önjáró anyagok darabosításakor különös jelentőségű.

A vegyestüzeléssel kapcsolatban a következőket állapíthatjuk meg :

1. A felsőrétegben nagyszilárdságú termék állítható elő.

2. Növekszik a darabosított érc redukálódó készsége.

3. 10—20%-kal csökkenthető a darabosítás hőszükséglete.

4. A termelésben 5—8% visszaeséssel lehet számolni.

5. A szilárdkoksz 30—45%-át kohógázzal lehet helyettesíteni.

6. Lehetőség nyílik a hulladékhő hasznosítására.

Végül ismertettem a vegyestüzelés bevezetésével a DV-ben várható gazdasági eredményeket.

IRODALOM

[1] *Rausch, H.—Meyer, K.:* Stahl und Eisen 1958. 9. sz.
[2] *Hohlov, D. G.—Girdimov. Iu. A.:* Sztalj. 1959. 11. sz.
[3] *Holzhey, I.:* Neue Hütte 1960. 3. sz.
[4] *Ban, T. E.:* Blast Furnace and Steel Plant : 1959. 3. sz.
[5] *Vaice, E. W.—Wild, R.:* Journal of Metals 1958. 2. sz.
[6] *Brandes, G.—Wendeborn, H.:* Stahl und Eisen 1957. 11. sz.
[7] *Kahlhöfer, H.*—tsai : Stahl und Eisen 1959. 21. sz.
[8] *Kurt, J. E.—Rausch, H.:* Journal of Metals 1958. 2. sz.
[9] *Bogdandy, L.—Schmolke, R.:* Stahl und Eisen 1957. 11. sz.
[10] *Weilandt, B.:* Stahl und Eisen 1957. 16. sz.
[11] *Rowen, H. E.—Ban, T. E.:* Iron and Steel Engineer 1957. 34. sz.

Lapszemle

Amikor kézhez vettem a **Dunai Vasmű Üzemi Lapjá**-nak 2. számát az ötlött fel bennem, vajha a többi kohászati mű is hallatna magáról, ha már nem a Kohászati Lapok hasábjaiban, legalább évi egy-egy szám mutatná, hogy a termelés mellett a tudomány ágainak művelésére is szakítanak időt.

A 2. szám *Fehér Antal* tollából a tízéves jubileumi ünnepről számol be. Átolvasása közben újra átéljük az ünnepély felemelő érzését. A közölt dolgozatok a vasmű legidőszerűbb üzeme a lemezhengermű és termelvényei köré csoportosulnak. Ezt fejezi ki a címkép is. *Nagy Zoltán* a lemeztermelés jelentőségét taglalja, *Búza Antal, Babos Károly, dr. Szeghegyi Árpád* a meleghengermű villamos hajtásával, a meghajtás és a hengerlés összefüggéseivel foglalkozik, *Komlósy Antal* az új mélykemencéket ismerteti a mélykemencék fejlődésének és a legfrisebb tapasztalatoknak tükrében, *Székely Levente* a vasmű gyártmányának, a lemeznek minőségi vizsgálatait értékeli. Az egyetlen cikk, mely nem lemezzel foglalkozik *Pőcze László* tollából származik, s címe „Ércek kohósítási tulajdonságainak értékelése laboratóriumi vizsgálatok alapján".

A füzet végén az Egyesületünk Sztálinvárosi Csoportjának híreiből láthatjuk, hogy a csoport élénken kiveszi részét a tudást gyarapító munkából.

A borítólapon új hangot üt meg a Főszerkesztő, amikor — helyesen — széles nyilvánosság elé tárja a tanulmányutak és tapasztalatcserék mérlegét.

Sajnos, a hely hiánya miatt nem tudjuk az egyes értékes dolgozatokat bővebben ismertetni.

Á. F.

*

Tervezőintézetünknek a Kohó- és Gépipari Minisztérium Tervező Irodái-nak magas színvonalú munkájáról ad bizonyságot egy 96 oldalas füzet a "**KGMTI Közleményei**". Az Intézet az 1. sz. füzetében a következő 11 cikkel jelentkezik a nyilvánosság előtt.

1. *Ehmann József :* Kohászati földgáz-felhasználás tervezési tapasztalatai. 2. *Venetiáner László :* Szélnyomás-kísérletek futódaru modelleken (német). 3. *Makhult Mihály :* Kohászati üstök szilárdsági viszonyai. 4. *Libertiny Gábor :* A folyamatos öntés tervezési tapasztalatai Csehszlovákiában. 5. *Claus Alajos—Kiss Balázs—Szloboda Lajos :* A nagyolvasztók rekonstrukciójával kapcsolatos korszerű gépek és gépészeti berendezések. 6. *Rudvig Nándor :* Piritércelőkészítő berendezés a Lengyel Népköztársaság részére. 7. *Takáts László :* Egy elektromos gépgyár fő műszaki adatai (francia). 8. *Sors László :* A matematika-statisztikai gyártásközi minőségellenőrzés rövid összefoglalása. 9. *Dr. Susánszky János :* Forgácsolóüzemek és szereldék időrendi összehangolásának szervezési és matematikai alapjai a sorozatjellegű gépgyártásban. 10. *Botond Henrik :* Rádióaktív izotóp alkalmazása mészégető aknakemence töltési szintjének jelzésére. 11. *Fleischl Etelka :* Ipari építészet és technológia egymásra utaltsága.

A dolgozatok kivétel nélkül magas színvonalon mozognak s olvasásuk révén elmélyült, körültekintő tartalmukkal értékes tanulási lehetőséget nyújtanak. A cikkek közül az 1., 3., 4., 5., 6. és 10. sorszámúak a kohász kartársak érdeklődésére tarthatnak számot.

Reméljük, hogy a második szám is ilyen jól sikerült lesz. Azonban úgy véljük, ha az összes dolgozat magyar nyelvű lesz, akkor a füzet oktató, tájékoztató munkája szélesebb körben értékesíthető s ha már ezt szóvá tesszük, megemlíthetjük még azt is, hogy ahol csak lehet használjunk magyar szavakat s ne írjunk „krisztallizátort" s „Inveszticiós Osztályt" (34., 53. old.) A magyar nyelv helyességét biztosító átnézés még jobban emelné a füzetnek a műszaki irodalmunkban kétségtelenül komoly értékét.

Á. F.

Hőerőgépek anyagának kúszási tulajdonságai

MESTER ISTVÁN

DK : 620.178.38 : 669.0,8.45

A külföldi szaklapok gyakran és régóta foglalkoznak nagy hőmérsékleten szilárdságra sokáig igénybevett szerkezetek anyagával és az erre való alkalmasságuk megítélésére szükséges kísérleti móddal.

Hazai szaklapokban nem jelent meg ilyen tárgyú cikk, ugyanakkor szakkörökben is néha ez irányban meglepő tájékozatlansággal találkozhatunk. Célszerű tehát a hőerőgépek szerkezeti anyagát ismertetni, már amennyire az egy szakcikk keretében, kevés hazai tapasztalatunk mellett, a külföldi szakkörök egymástól sokban eltérő — tehát máig sem egységes — véleménye alapján összefogható.

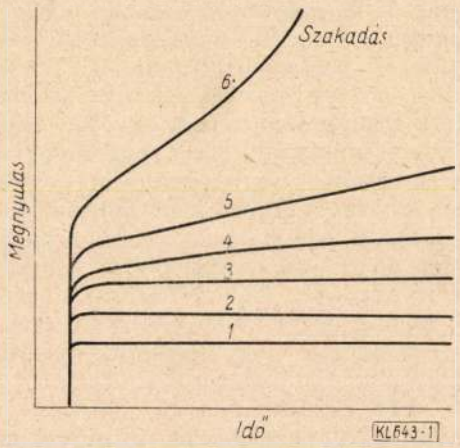
Nagy hőmérsékleten szilárdságilag sokáig igénybevett szerkezetek anyagában az idők folyamán különféle olyan elváltozás következhet be, amely a berendezések üzembentartását lehetetlenné teheti, még mielőtt a berendezés elérné a tervezett élettartamát. Gőzerőművek minimális tervezett élettartama legalább 10 év, de eddig inkább 20—40 év volt. A ma mindinkább előtérbe jutó újabbfajta gázerőgépeket, a gázturbinákat, gázsugárhajtású gépeket ugyan rövidebb élettartamra tervezik, de még így is 1000-órákban fejezhető ki az élettartamuk — a hadicélokra szolgáló gázsugárhajtású gépeket kivéve.

Az ilyen igénybevételre szánt szerkezet anyagát ennek megfelelően kell tehát megvizsgálni.

A fémeknek a viselkedését hosszú ideig tartó, nyugvó terhelésre tartósszilárdsági vizsgálattal állapítják meg. Az ilyen terhelések során a fémek viselkedésére az igénybevétel nagysága mellett a hőmérsékletnek és az igénybevétel időtartamának van lényeges befolyása. A probléma ugyan a gyakorlatban először a nagy hőmérsékleten igénybevett erőművek anyagával kapcsolatban jelentkezett, de emellett ma már a közönséges atmoszférikus hőmérsékleten igénybevett szerkezetek némelyike miatt is — pl. előrefeszített acélelemekből készült vasbeton szerkezetek — mindinkább előtérbe kerül és mind többrétűvé válik az anyagok tartósszilárdsági értékelése.

Fejlett iparú államokban évtizedek óta komolyan foglalkoznak ezzel a kérdéssel, főleg mióta a gőz nyomását és hőmérsékletét mindjobban emelik. Eleinte úgy gondolták, hogy egyszerű, meleg szakítópróbák eléggé jellemezhetik az ilyen igénybevételekre való alkalmasság szempontjából a szerkezeti anyagot. Hamarosan kiderült azonban, hogy a rendszerint csak néhány percig tartó terhelés alatt jelentkező folyáshatár a hőmérsékleten kívül nagymértékben függ a terhelés növelésének sebességétől, vagy egyszerűen a terhelés idejétől. Az így végrehajtott vizsgálat tehát az anyagnak tartós teherbírására a kérdéses hőmérsékleten a legkevésbé sem szolgáltat jellemző adatokat.

A fejlődés következő fokozatának azt kell tekinteni, amikor már 45 óra hosszat tartó, állandó terheléssel vették igénybe az anyagból készült próbatestet és főleg a terhelési idő vége felé, — a 25. és 35. óra között — vizsgálták az óránként, valamint az egész kísérleti idő alatt mutatkozó összes megnyúlását. Közép-Európában — így nálunk is — a huszas évek végén és a harmincas években ez volt a szokásos vizsgálati mód (DVM próba). Túlhevített gőzzel dolgozó erőtelepeken azután először 1937-ben a turbinaház öntvényeket összefogó CrNiMo-ötvözésű acélból készült csavarokon deformáció nélkül bekövetkező, tehát ridegjellegű töréseket észleltek, bár a csavaroknak az anyaga beépítés előtt az összes addigi előírást (tehát a DVM próbát is) kielégítette. Éppen ezek az észlelések döbbentették rá a szakembereket arra, hogy az eddigi előírás korántsem nyújt elegendő biztosítékot a hőálló



1. ábra. A kúszás lefolyásának jellege különböző terhelésekre

acélok elbírálására. Ez nyilvánvalóvá lett az 1—2 évi üzem után jelentkező csavartörésekből, amelyek rendszerint az első, teljes terhelésű csavarmeneteken következtek be. Ekkor kezdték el a szerkezeti anyag hosszú, évekig tartó vizsgálatát, hogy megbízhatóbb támpontot nyerjenek a deformáció nélkül bekövetkezett, említett csavartörések pontosabb okairól, illetve a nagy hőmérsékleten szilárdságilag igénybevett szerkezeti acélok terhelésének lehetőségéről.

Az acél és egyéb fém a hosszú ideig tartó terhelés hatására az *1. ábrán* látható görbék valamelyike szerint viselkedik, vagyis pl. húzóigénybevétel hatására különféle módon és mértékben lassan megnyúlik. Ezt a lassú deformációt az anyag kúszásának nevezzük. Az ábrán az 1—6-jelű görbék a különböző mértékben terhelt acélok megnyúlásának jellegét az idő függvényében mutatják.

A tartósszilárdsági vizsgálatok célja tehát az anyag szilárdsági viselkedésének megfigyelése hosszú időn át, nyugvó terhelés mellett olyan körülmények között, amikor az igénybevétel nagy-

ságán és a hőmérsékleten kívül az igénybevétel időtartamának is lényeges a hatása az anyag viselkedésére. A tartósszilárdsági vizsgálatoknak három csoportja fejlődött ki eddig, éspedig :

1. Állandó terheléssel, állandó hőmérsékleten végzett vizsgálatok,
2. változó terheléssel, állandó hőmérsékleten végzett vizsgálatok,
   és az ezeknél eddig kisebb jelentőségű
3. állandó terheléssel változó hőmérsékleten végzett vizsgálatok.

A fejlődés iránya

Az acélanyagok kúszási tulajdonságainak vizsgálata azonban az üzemi viszonyoknak megfelelő ideig nagyon hosszadalmas és költséges. Egy-két próba vizsgálati eredményéből ezenkívül nem is lehet eléggé következtetni a nagy hőmérsékleten terhelt acélok viselkedésére. Igen sok berendezés is szükséges az ilyen vizsgálatokhoz, így érthető, hogy erős a törekvés ezeket a vizsgálatokat mindenféle módon megrövidíteni. Különféle elméleti és számítási, részben kísérleti úton próbálkoznak a célt megközelíteni, de eddig — sajnos — csak féleredménnyel. Ezt mutatja az is, hogy az utóbbi években újra kezdték csökkenteni a gőznyomást. Tehát egyelőre csak a gőzerőművekre tapasztalt előző merészebb fejlődést most megtorpanás, vagy éppen némi óvatos visszahúzódás követi. A fejlett ipari államokban ugyan a jobb hatásfok érdekében építettek a háború után az addigi 500 C°-os helyett 600 C°-os kazánokat és gőzerőtelepeket. Ehhez, bár számbavették az addig rendelkezésre álló eredményeket, mégis azt kell mondani, hogy elegendő kísérlet nélkül vágtak neki az új feladatnak. Eddig már 70 000—80 000 órás élettartamot is elértek nagyobb hibásodás nélkül, ezeknek az erőműveknek a fejlődése mégis megtorpant.

Hogy ez a megtorpanás és óvatosság milyen mérvű, erre vonatkozólag talán az a legjellemzőbb, hogy a kb. 2 évtized óta folyó hosszú vizsgálatok és kísérletek után máig is az a helyzet, hogy a leghírnevesebb külföldi, régi erőműépítő vállalatok is rendszerint csak egy-két éves garanciával hajlandók szállítani 500 C° fölötti gőzhőmérsékleten dolgozó erőművet és ezen túlmenően a legjobb esetben is az ajánlatadáskor csak a néhány éve üzemben levő, általuk épített hasonló erőművekre, mint referenciákra hivatkoznak.

Éppen ezért a legfőbb szerkezeti anyagnak, az acéloknak ilyen tulajdonságai az egész nemzetközi műszaki világ állandó érdeklődésének központjában állnak. Ezt legjobban talán az e kérdéssel foglalkozó és szinte évenként egymást követő, ilyen tárgyú nemzetközi kongresszusok megrendezése és azok programja mutatja. Legcélszerűbbnek látszik tehát ezek előadási és vitaanyagán át kiszűrni a számunkra legfontosabb eredményeket és tanulságokat, akár számszerűek azok, akár pedig inkább elvi és általános jellegűek.

Az iparilag fejlett államokból ismeretessé vált adatokat és felfogást leginkább az ilyen tárgykörű, 1957 júliusában Düsseldorfban és 1958 szeptemberében Marianske Laznéban tartott kongresszusok előadásaiból és vitaanyagából [2], ezenkívül a különböző államokban elért eredményekről való szakirodalmi részletbeszámolókból tudjuk összegezni. De figyelembe kell vennünk, hogy a hőálló acélokkal s ötvözetekkel elért legkomolyabb eredményeket éppen az iparilag fejlettebb államok nem hozzák még nyilvánosságra. Csak a kilőtt szputnyikokról és interkontinentális rakétákról beszámoló kis hírekből sejthető az óriási fejlődés, a műszaki részletek azonban titkosak.

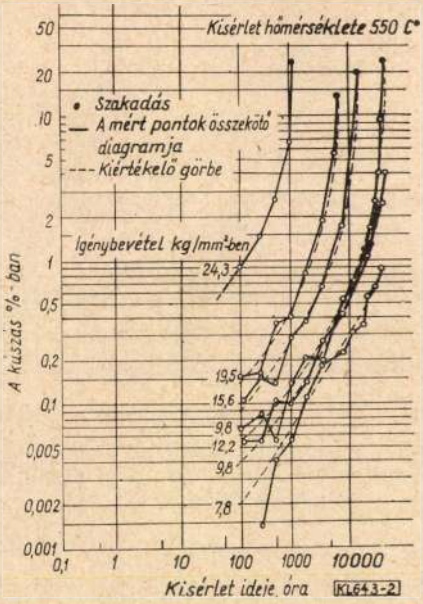
Az egész kérdéskomplexum természetesen nem ismertethető egy szűkreszabott cikk keretében, hiszen egész könyvtárra való már az irodalma. Csak néhány legáltalánosabb probléma érintésére kerülhet itt sor.

A hosszú kúszási kísérletnek az a célja, hogy megbízható adatokat nyújtson a tervezőknek a nagy hőfokon terhelt acélok viselkedéséről, s így lehetővé tegye számukra a helyes anyagkiválasztást. Az eredmények kiértékeléséhez azonban a kúszási és szakadási folyamatok minél részletesebb ismerete lényeges az igénybevétel nagysága, tartama és hőfoka függvényében. Ezeknek a folyamatoknak számítással való jellemzése nagyon nehéz és valamennyire is csak bizonyos előfeltételek mellett lehetséges. Ugyanis csaknem mindig jelentkeznek olyan változások az acélok zömének a szövetszerkezetében és más természetű tulajdonságaiban — pl. megeresztés, kiválás, keményedés, rekrisztallizációs, vagy éppen revésedés okaiból — amelyek az acélok tartós szilárdságát és kúszási mértékét megszabják. Ezeknek a tulajdonságoknak a kísérleti időtől, hőfoktól, az igénybevétel nagyságától való függése, különféle vegyi összetételen, olvasztási mód mellett, szemcsenagyságon és szövetszerkezeten ritkán fogható meg egyértelműen, amiből máris következik, hogy nagyon nehéz lenne a kúszási folyamatot egyszerűen képlettel jellemezni. Így nélkülözhetetlen az anyag viselkedésének megfigyelése éspedig sok próbán, legfeljebb egy-egy tényező változtatásával végzett kísérletekkel, hogy a vizsgált anyagra jellemző törvényszerűségek megfelelően felismerhetők és a mérési, valamint egyéb elkövetett technikai hibáktól jól megkülönböztethetők legyenek.

Az elmondottak jellemzésére talán leginkább a *Bandel* és *Gravenhorst* [3] által publikált diagramok a legalkalmasabbak. Az egyik egy ferrites, gyengébben ötvözött, hőálló szerkezeti acélra vonatkozik (2. ábra), amelynek vegyi összetétele C = 0,19, Si = 0,98, Cr = 1,32, Mo = 1,05, V = 0,54. Ez egy gőzerőmű berendezésében ma erősen használatos acélminőség. Az anyag hőkezelése a következő volt: 950 C°-ról olajedzés, majd megeresztés 670 C°-on, 2 órai hőntartás után lehűtés levegőn. A másik diagram pedig egy erősebben ötvözött austenites hőálló acélé (3. ábra), amelynek a vegyi összetétele a következő: C = 0,07, Mn = 1,35, Al = = 0,21, Cr = 17,2, Ni = 13,8, Nb + Ta = 0,98. Ennek a hőkezelése 1150 C°-ra hevítést követő

vízhűtésből, majd 5 órán át 750 C°-on való izzításból és azt követő levegőhűtésből állt.

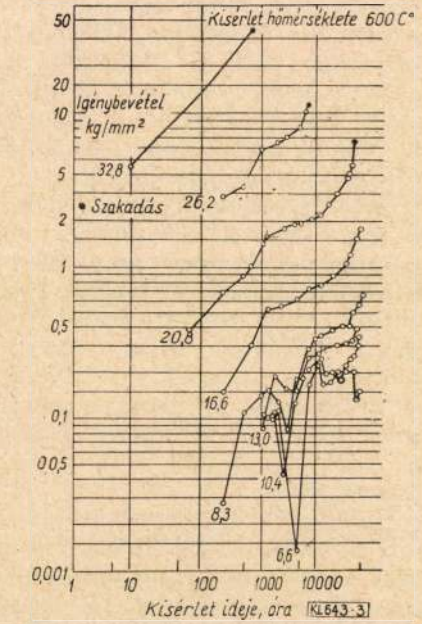
A *2. ábrán* a terhelés idejét és az anyag megnyúlását logaritmikus léptékben vették fel. A különböző terhelési fokokon elvégzett kúszási kísérlet eredményét egy-egy folytonos vonalú külön görbe ábrázolja. Amint 500, de még 10 000 óra időtartam körül is kapott kísérleti eredményekből bizonyos mérvű megfontolás után megállapítható, a kísérleti pontok összekötése után nyert törtvonal logikusan és biztonsággal helyettesíthető egy-egy törés nélküli görbével, mert itt nyilvánvalóan csak a kísérlet alatt teljesen soha el nem kerülhető szórásokról van szó. A folyamatos görbéből kiszóródó kísérleti értékek kiesésén ugyanis semmiféle szabályszerűséget nem lehet felfedezni, még a különböző terhelési lépcsők hasonló idejű terhelési eredményeinek összevetése alkalmával sem.



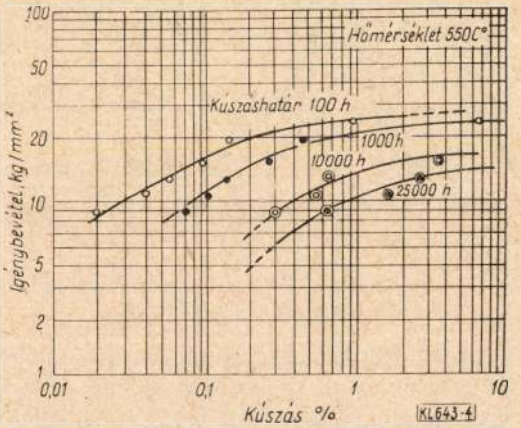
2. ábra. Ferrites acél különböző terhelési fokozaton jelentkező kúszásának mért és a korrigált valószínű nagysága

Egészen más a helyzet a *3. ábrán* jellemzett austenites acél eredményeivel, ahol lehetetlen fel nem ismerni a különböző terhelések diagramjain az 1000 óra körül csúcsosodó domborulatokat. De az is megfigyelhető, hogy a kisebb terheléseken ez a domborulat is mind hosszabb idő múlva jelentkezik. Egyenletesebb görbével összekötni, illetve megkísérelni, hogy a kísérlet során kapott pontokat kiegyenlítsük, természetesen nem szabad. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a kísérleti anyagban végbemenő valamilyen lényeges változás okozta a kúszási görbe egyenletes vonalának megtörését. Ilyen változás lehet pl. keményedésnek, illetve a szilárdságnak a növekedése, vagy éppen rekrisztallizációs folyamat, esetleg különféle kiválásos keményedés okozta térfogatváltozás, amely csak bizonyos mérvű megnyúlás után kezd a megnyúlás görbéjén komolyabban jelentkezni.

A kísérleti eredmények kiértékelésének jobb lehetősége érdekében az eredménynek grafikus



3. ábra. Egy austenites acél kúszásának mért nagysága különböző terheléseken



4. ábra. A 2. ábra kúszási görbéi átrajzolva különböző terhelésekre a megnyúlás függvényében (Különféle időleges kúszási határok görbéi)

ábrázolása a legkülönbözőbb változatban szokásos, mert egyszer az egyik, máskor a másik ábrázolás mutatkozik — a gyakorlati használhatóság szempontjából — előnyösebbnek.

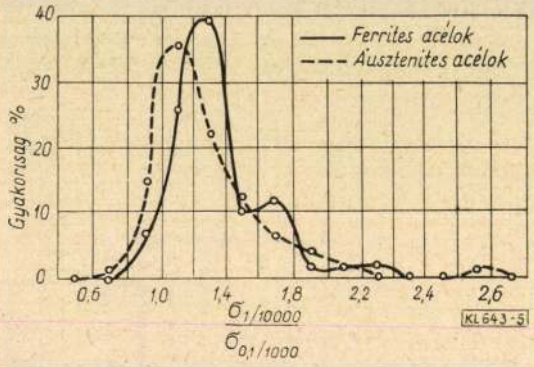
Így pl. az ismertetett ferrites acélnak a 2. ábrán levő kísérleti eredményei átrajzolva — egy kettős logaritmikus koordináta rendszerbe — a *4. ábrán* láthatók. A grafikonban az abszcissza a nyúlási százalék (a kúszás), az ordináta pedig az igénybevétel kg/mm-ben kifejezve. E szerint egy-egy hőfokon különböző időkre megrajzolt kb. paralel futású görbéket kapunk. Ezekről azután könnyen megállapítható az az idő, amely alatt különböző nagyságú igénybevétel mellett bizonyos mérvű kúszást (nyúlást), szenved az anyag.

Az extrapolálás lehetőségéről

A kúszási kísérletek eredményeit azután a különféle kutatók a legkülönbözőbb módon próbálják kiértékelni. Éppen a kísérletek költségessége és hosszadalmassága miatt érthető az a törekvés, hogy hosszú ideig tartó kísérletek helyett meg-

felelő extrapolálási módot keressenek, amellyel pl. a 10 évnél is hosszabb időt igénylő 100 000 órás kísérletek elkerülhetők lennének. Ennél lényegesen rövidebb időtartamú kísérletek eredményeiből extrapolálva próbálgatják az anyagok — gyakorlati felhasználása szempontjából éppen legkényegesebb — adatait megállapítani.

Ilyen törekvések eredményeként pl. Amerikában sokan hajlamosak olyan egyszerűsítésekre is, hogy a $\sigma\ 0{,}01/1000 = \sigma\ 0{,}1/10\ 000 = \sigma\ 1/100\ 000$, ahol ehhez a sokszor nagyon merész, máskor pedig éppen nagyon is óvatosnak adódó egyszerű arányosításhoz és extrapoláláshoz az alapot maximum 30 000 óra tartamú kísérletek szolgáltatják. Pedig az ilyen arányosításnak az előfeltételei nincsenek mindig biztosítva, amint ezt a több mint 10 év óta különböző német vállalatok és intézmények részvételével szervezetten és tervszerűen folyó kísérletek nyilvánosságra hozott eredményei is igazolják. Ezt mutatja éppen az *5. ábra* gyakori-

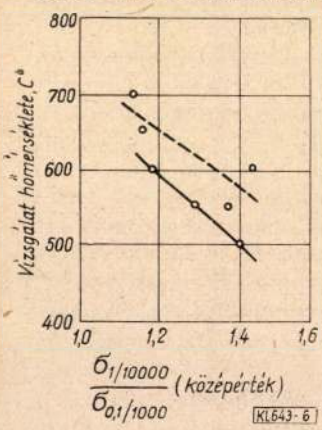


5. ábra. A különböző időre vonatkozó kúszási határok nagyságának szórása

sági görbéje. 153 kísérletileg meghatározott értékpárból készült ez a gyakorisági görbe. A *6. ábrából* viszont az is jól kivehető, hogy főleg a nagyobb hőmérsékleten mindinkább romlani kezd a

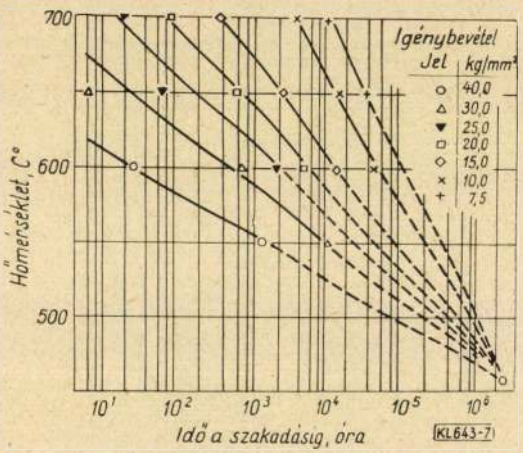
$$\frac{\sigma 1/10\,000}{\sigma 0{,}1/1000}$$

viszony, ami azt jelenti, hogy nagyobb hőmérsékleten már mindinkább bejutunk a kúszási görbének felfelé hajló szakaszába, ahol tehát a kúszási sebesség mindinkább fokozódni kezd. A bemutatott két ábra eléggé meggyőzően igazolja, hogy az amerikai szakemberek által kezdeményezett egyszerűsítés mennyire nem követi a valóságot.



6. ábra. A különböző időre vonatkozó kúszási határok viszonyának szórása a hőmérséklettől függően

Az angol kutatók közül pedig többen *(Glen-Manson* [12] stb.) annak az elgondolásnak a hívei, hogy rövidebb, de nagyobbhőfokon végzett kísérlet eredményeiből kell következtetni a kisebb hőfokú, de hosszú időtartamú időleges nyúlási határra és tartós szilárdságra, tehát ennek megfelelően kell végezni az extrapolálást. A hőfokot lineáris léptékben, míg a kísérleti időt logaritmikus léptékben víve fel különböző nagyságú igénybevétel során, igen sok acélra — az anyag elszakadását okozó terhelés időtartamáig — egy pont felé tartó egyeneseket nyerünk *(7. ábra)*.



7. ábra. Egy CrNiMoTi-ötvözésű acél terhelési hőmérséklete és a szakadási ideje közti összefüggés különböző nagyságú igénybevételekre

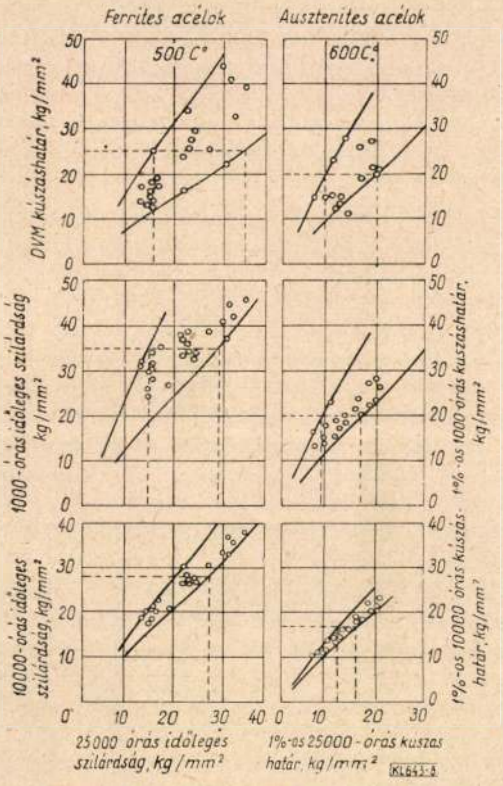
Másik nagyon terjedő *Larson* és *Miller*-féle [13] extrapolálási és interpolálási mód, amely a kúszási folyamat termikus aktivitását ismerve el, a vegyi folyamatokra vonatkozó Arrchénius-féle alapegyenletből kiindulva különböző egyszerűsítések után egy olyan paraméterhez jut, amelyben a hőmérséklet (T), a kísérleti idő (t) és egy állandó (C) szerepel;

$$T_1 (C + 10\ \mathrm{g}\ t_1) = T_2 (C + 10\ \mathrm{g}\ t_2)$$

Különböző kísérleti eredményekből ellenőrizve azonban a C acélfajtánként erősen változik, mivel a kísérleti eredményekkel való összehasonlításkor *Larson-Miller* által az állandóra egységesen megadott $C = 20$ helyett különböző, 12—25 között több más érték is előfordult. Még ezek mellett is több esetben a kísérleti és számított kúszási adatok között jelentékeny különbség mutatkozott. Mindez pedig nem valami jó ajánlólevél erre az extrapoláló módszerre.

A kúszási kísérletek eredményeiből való extrapolálás lehetőségeinek elbírálására némi tájékoztatást éppen a különböző ideig végzett kúszási kísérletek eredményeinek szórásképe nyújt. A *8. ábra* bal oldalán egy ferrites, jobb oldalán egy austenites acéllal különböző ideig végzett kúszási vizsgálat eredményei vannak összeállítva, éspedig a 45 órás DVM próba eredményei, az 1000 és a 10 000 órás szilárdság, mégpedig a 25 000 órás szilárdság, illetve a 25 000 órás 1%-os nyúláshatár függvényében.

A szórásképekből kétségtelenül látszik, hogy legnagyobb a szórása a DVM vizsgálatnak, még mindig nagy az 1000 órásé, már tűrhetőbb a 10 000 órás kúszási kísérletek szórása. Ez magában véve is mutatja, hogy a hosszútartamú kísérletek szükségesek a rövid tartamúak mellett.

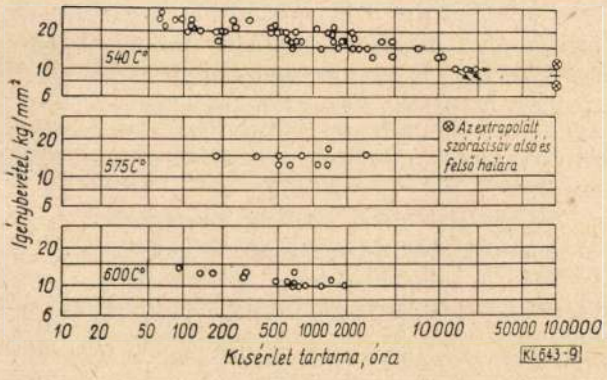


8. ábra. Rövid- és hosszútartamú kúszási kísérletek szórási képének összehasonlítása

A *9. ábrán* 2,25 Cr- és 1% Mo-tartalmú acélöntvényen végzett kísérletből és szórásképből ugyanerre a következtetésre juthatunk. 540 C°-on végzett kísérlet eredményeiből a 100 000 órára extrapolált szilárdság is látható.

Éppen az egy-egy acélminőség igen nagy szórása miatt is sok adatra van szükség, több adagból és hosszú ideig tartó kísérletekkel. Hogy ez milyen terjedelmű kísérletet tesz szükségessé, az talán abból ítélhető meg, hogy a svájci *Keller* és *Stauffer* [9] szerint egy anyagnak bizonyos hőmérséklet tartományban való kivizsgálására kb. egy millió órányi kísérleti időre van szükség.

Hogy mekkora a kevés kísérleti adagból származó bizonytalanság, azt az említett szerzőknek egy kevéssé ötvözött CrMoWV acélra 550 C°-ra vonatkozó diagramjával mutatjuk be (*10. ábra*).



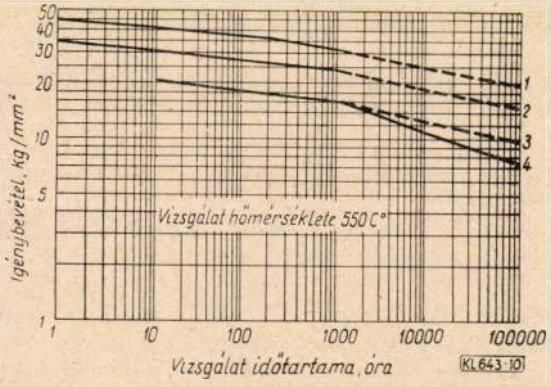
9. ábra. 2,25% Cr és 1% Mo tartalmú acélöntvény kúszási adatainak szórási képe különböző kísérleti idő mellett

Az *1* görbén egy adag 1000 órás kúszási eredményéből 100 000 órára extrapolálva 20 kg/mm²-es σ_B/100 000 adódnék. De ez az 1000 órás eredmény az anyag túl nagy szilárdságra nemesített állapotára vonatkozik, ami nagyon labilis állapot. Üzemi használatra az acélt megfelelőbben nemesítve, az extrapolálás 15 kg/mm²-nek adódott (*2* görbe). Több hasonló adag rövid ideig tartó vizsgálatából pedig az látszott, hogy lényegesen lejjebb van az ilyen acélra jellegzetes alsó határ (*3* görbe), mert σ_B/100 000 órára így kb. 10 kg/mm² lenne. Hosszabb ideig folytatott kísérletből viszont még ennél is kisebb 7,5 kg/mm² szilárdság volt 100 000 órára megállapítható.

Összevetve a különböző grafikus vagy csak számításon alapuló extrapoláló módokat, az állapítható meg, hogy mindegyikhez elengedhetetlen bizonyos számú hosszútartamú kísérlet és így a Larson—Miller-féle — bármennyire mutatós eljárás is inkább csak interpolálásra használható, míg extrapolálásra csak nagyon korlátozottan.

A kísérletek kiértékelése körül világszerte folyó vitát, illetve versenyt az alábbiakban összegezhetjük :

Kúszási, illetve tartósszilárdsági vizsgálatok eredményei kiértékelésének leginkább csak a grafikus kiértékelési mód képezi ma is az alapját. Hiszen az egyes kísérletek eredményeit is grafikusan ábrázoljuk valamilyen léptékben és paraméterekkel, majd az így kapott pontokat összekötve nyerünk valamilyen diagramot. Az így megrajzolt diagram azonban rendszerint a kísérleti eredményeknek igen sok hibáját is tartalmazza. Ezeket akár a próbaanyag előkészítése, akár pedig a kísérlet végrehajtása folyamán követjük el, nem tudjuk elkerülni. Így a kísérleti eredményeknek egy szaggatott vonallal való összekötése után azonnal következő lépésünk, hogy a kísérleti úton nyert értékek közt vagy mellett a különböző hibák helyreigazítása céljából a diagramokon levő kiugró pontok között egy némileg egyenletesebb görbét igyekszünk húzni. S éppen itt követhetünk el könnyen további és még nagyobb hibákat, amikor a diagramok esetleg az anyagra jellemző púposodásait is lenyesegetjük, pedig a vizsgált anyagban a kúszási vizsgálatok közben beálló különféle változások rendszerint éppen meg-



10. ábra. Az időleges szilárdsági eredményekből való extrapolálás bizonytalanságának bemutatása egy CrMoWV-ötvözésű acél kísérleti eredményeiből

változtatják a kúszási görbék addigi menetét és éppen különféle púpokat vagy éppen horpadásokat okozhatnak azon.

Már ezekből is eléggé látszik, hogy egyrészt a kísérleti eredmények kiértékelése során a legnagyobb körültekintésre s a várható változások minél tökéletesebb ismeretére van szükségünk, másrészt az is nyilvánvaló, hogy a hosszútartamú vizsgálatok valóban elkerülhetetlenek és az extrapoláláskor, valamint a kísérleti eredmények szórási területeinek megállapításakor a legnagyobb óvatossággal kell eljárnunk, s általánosításra szinte soha sincsen módunk. Akár *Glen*-, akár *Larson—Miller*-féle, akár a szovjet *Oding*-féle [1] eljárással próbálkozunk is, azzal eleve tisztában kell lennünk, hogy a különféle acélanyagban a nagy hőmérsékleten hosszú ideig tartó igénybevétel alatt bekövetkező változások, amelyek az acél kúszási (nyúlási) tulajdonságait befolyásolják, nagyon sok — nagyrészt metallurgiai — tényezőtől függnek. Ezek alig-alig fejezhetők ki egyszerűbb algebrai, ill. geometriai függvénnyel, és hogy szinte sohasem várhatunk általános érvényű megoldásokra. Hogy a legelterjedtebb *Larson—Miller*-féle kiértékelő eljárás eredménye is mennyire különbözik a tényleges kísérleti adatoktól, erre vonatkozólag a Max Planck Institut végzett 38-féle ferrites és austenites acéllal komoly összehasonlítást és igen sok esetben nagy különbséget talált még a külön-külön kiszámított C-állandóval való számolás után is. Többször 35%-nyi volt még így is az eltérés, egy esetben pedig 75%. Ilyen eltérést mutató extrapolálási eljárás pedig nem eléggé megnyugtató.

Szakkörökben felmerült az anyag tartós teherbírásának megítélésére az a javaslat is, hogy az anyag által elviselhető maximális nyúlást tekintsék az anyagigénybevétel lehetőségére jellemzőnek. A javaslat szerint a szóbanforgó anyagnak az adott viszonyok között a törésig elérhető maximális nyúlásához viszonyítva kell megjelölni azt a megengedhető nyúlást, amely — függetlenül attól, hogy lényegében ez is különböző — az anyagban kiválást vagy ridegedést okozó, többé-kevésbé egyszerre lejátszódó több, esetleg egymással ellentétes hatású folyamatok összeredménye.

Tartósszilárdsági vizsgálatok során a szívós és a rideg törés

Az acélokban a terhelés hatására bekövetkező szerkezeti változások részben kristályköziek, tehát kristályhatáron lefolyók, részben pedig a kristályokon átmenők, attól függően, hogy a kúszás a szemcséknek a csúszási síkjaik mentén való elcsúszása útján, vagy pedig bizonyos, a belső kristályszerkezetben bekövetkező helycserékkel következik-e be. Az elridegedés ugyanis sokszor a csúszási síkoknak a lezáródásával — elreteszelődésével —, máskor pedig főleg a szemcsehatárokon nagymértékben lezajló finomszerkezeti helycserékkel van összekötve. Így keletkeznek a kristályon belüli, vagy pedig az igen gyakori kristálymenti szakadások. Nagyobb időtartam alatt a kiválások összeállhatnak gömbszerűekké, ezzel csökken a kristályokon belül a csúszó felületek elreteszelődése, így a csúszási részlegek elszaporodásával újra, inkább kristályokon átmenő repedések jelentkeznek.

S itt érdemesnek látszik a fémek tartósszilárdsági vizsgálatakor jelentkező szakadási, vagy általában törési módra bővebben is kitérni.

A hosszú ideig tartó, nagyhőmérsékleten végzett kúszási vizsgálatok alatt gyakran mutatkozó egyik jelenség, hogy a próbatestek sokszor elszakadnak érdemleges hideg deformáció vagy kontrakció nélkül olyan anyagokból is, amelyek a rövid ideig tartó melegszakadási kísérletek során nem mutattak szakadást. Hogy itt nem az egyébként megszokott elridegedésről van szó — amilyen pl. a lágyacélok öregedése vagy megeresztési ridegedése miatt jelentkezik — azt bizonyítja az, hogy az ilyen ridegen elszakadt anyag utólagos ütővizsgálat folyamán még mindig szívósnak mutatkozik.

A nagyhőfokon végzett kúszási vizsgálatok alkalmával mutatkozó törési ridegedés megítéléséhez figyelembe kell venni mindenek előtt azt, hogy minden fémes anyag sok kristályból és szemcsehatárból álló halmaz és hogy a krisztallitok, valamint a szemcsehatárok egymástól eléggé eltérő törvényszerűség alatt állnak. Ezzel a kérdéssel *Rosenhain—Ewen* [14] és *Jefriess* [15] foglalkoztak. Vizsgálataik alapján a kristályra, valamint szemcsehatárra jellemző állapot erősen a hőmérséklettől függ, éspedig bizonyos hőmérséklet felett a szemcsehatár lesz a sokkristályos anyag gyengébb része, míg kisebb hőmérsékleten a szemcsehatár nagyobb szilárdságú, mint a kristály. Azt a hőmérsékletet, amelyen a kristály és a szemcsehatár szilárdsága azonos, ekvikohézív hőmérsékletnek nevezzük.

A kúszási vizsgálat alkalmával jelentkezett szakadások zöme deformáció nélküli kristályközi szakadás (interkrisztallin), ami az ekvikohézív hőmérséklet feletti állapotra mutat. Az ekvikohézív hőmérséklet feletti töréseknek sem kell azonban feltétlenül deformáció nélkül bekövetkezniök. Csak amikor már valamilyen előzetes tervszerű beavatkozás folytán — pl. speciális ötvöző elemek vagy bizonyos hőkezelés útján — az elcsúszást kristályon belül megakadályozzuk, akkor jönnek létre a deformáció nélküli töréshez szükséges előfeltételek. Ha még ehhez hozzátesszük, hogy az ekvikohézív hőmérséklet bizonyos határig eltolódhat, és hogy az igénybevételi idővel is bizonyos határok közt változik, akkor érthető, hogy azonosan hőkezelt állapotban vegyesen is előfordul mind a deformációs, mind pedig a rideg szakadás.

Tanulságos példa erre az ötvözetlen, alumíniummal nyugtatott, lágy acél. Ilyen acélból hiányoznak az ötvözőelemek a kristályon belüli csúszások elreteszelésére, másrészt gondos dezoxidáció miatt csekély a szemcsehatáron is a szennyeződés. Mindennek következtében az ekvikohézív hőmérséklet felett is jelentkezhetnek deformációs törések. Ezzel szemben az Armco-vas 500 C°-on is ridegtörésű a valószínűleg erősen frissített acél

nagy oxigéntartalma miatt, amely a szemcsék szilárdságát erősen csökkenti.

Még egy jellegzetes gyakorlati példa a ridegtörésre éppen a turbinalefogó csavarokkal fordul elő. Ugyanis főleg az itt rendszerint erőltetett hőkezelési hatás folytán — a megeresztési hőmérséklet alacsony volta miatt — törnek az acélcsavarok ridegen.

A külföldi ismeretesebb hosszú kúszási kísérletek

A düsseldorfi ankéton különböző szakemberek előadásából is, kongresszusokon elhangzott hozzászólásokból is kiderült, hogy a háború végén az addig legnagyobb számban Németországban folyó, hosszú időtartamra tervezett kísérletek 1944-ben legnagyobbrészt abbamaradtak. Kiértékelésük is lehetetlenné vált a háború után, a kísérleti anyag már rekonstruálhatatlan származása és tulajdonsága miatt. Pedig több kísérleti helyen számos ilyen kísérlet folyt.

Az elpusztult berendezések helyett 1949-től kezdve az érdekelt vállalatok és intézmények részvételével egy országos munkaközösség látott hozzá az ilyen kísérletek tervszerű folytatásához. 500, 550, 650 és 700 C°-on tervezték a kísérleteket elvégezni. A bajorországi Leverkusen festékgyártól a VDI és Max Planck Institutig jelentékeny vállalatok és intézmények kapcsolódtak be a munkaközösségbe. A lényegesebb hőálló acéloknak legalább 100 000 óra időtartamig való vizsgálata volt a cél, mind a tartósszilárdság, mind kúszási határ szempontjából. Ezen kívül az alkatrészek szerkezeti alakjának befolyását, valamint a kérdéses acélok hegesztett állapotban való viselkedését is tervszerűen ki akarták vizsgálni. Emellett összehasonlító kísérletet is terveztek nagy hőmérsékleten változó lengő igénybevételekre. Összesen 23-féle ferrites acélfajtát, valamint 12-féle austenites acélfajtát, továbbá 9-féle, vasat alig tartalmazó fémötvözet rendszeres vizsgálatát vették tervbe. Ezenkívül külön kitértek az acélöntvények vizsgálatára is, a hengerelt, illetve kovácsolt gyártmányokon kívül. Minden acélfajtát lehetőleg legalább két acélműtől, és legalább két-két különböző adagból vizsgáltak meg. Ha a vegyi összetételi határok teljes szórási tartományának kivizsgálására nem is nyílt mód — a próbák így is óriási száma miatt —, mégis igen nagyra kell értékelnünk a terjedelmes kísérletet. A kísérlet már kb. 10 éve folyik — sőt vannak 20 éves próbák is vizsgálat alatt. Részleges eredményeket eddig, legalább már nyilvánosságra is hoztak.

Valószínűleg éppen az ügy sürgőssége és a háborús nagy veszteségek miatt nem volt mód arra, hogy elegendő számú, kifogástalan kivitelű vizsgáló berendezést állítsanak elő — kellő időben — a kísérletekhez. Megelégedtek a gyorsaság érdekében a vizsgálatok pontosságát és értékelését korlátozó egyszerűsítésekkel is.

Így pl. a kísérletek jelentékeny részét nem állandó nyúlásmérőkkel felszerelt berendezéseken mérik, hanem sokpróbás gépekkel, fűzérszerűen összeszerelt próbasorozatokon, egy-egy természetesen csökkenő keresztmetszetű próbatestsorozatot helyezve el egy-egy kemencében. Vagy pedig éppen több, azonos hőmérsékleten vizsgált, de különböző mértékben terhelt próbasorozatot vizsgálnak.

E berendezések zömén az állandó nyúlásmérés lehetősége nincsen meg, így a próbatestek jeltávolságát a vizsgálatok megkezdése előtt, majd párszázórás időközökben, később mind ritkábban (a próbatestek lehűtése után) mérik meg. Ez a kényszerből követett egyszerűsítés éppen az acélok használhatóságát eldöntő kis nyúlás (kúszás), illetve terhelés tartományban a kísérletekbe meglehetősen sok zavart és nem mindig kiszűrhető mértékű hibát vitt be. Még így is igen komolynak tekintendők az igen nagy terjedelmű kísérleteknek már eddig közzétett eredményei. Az is megnyugtató, hogy bizonyos hosszúságú kísérleti idő után már — éspedig kb. 5—10 000 óra után —, a zavaró tényezők hatása tapasztalat szerint mind kisebb lesz.

E kísérletek zöme ugyan 75—80 000 óra időtartam körül járhat már, az eddig ismert nagyobb beszámolót a vizsgált acélokról 50 000 óra kísérleti időtartam után adták ki. Kevés számú 100 000 órán túlmenő eredményeik is vannak főleg a háborús pusztulástól leginkább megkímélt darmstadti kísérleti állomáson.

E kísérletek eddig közölt eredményeit — különösen a mi igényeinknek megfelelő területre vonatkoztatva — az alábbiakban lehetne röviden összefoglalni:

A ferrites acélok eddig ismert részeredményei a következők: Mo-, MoV-, CrMo- és CrMoV-ötvözésű acélokat vizsgáltak, amelyek részben acélöntvények, részben kovácsolt alkatrészek, vagy éppen csavarokként kerülnek gőzturbinába beépítésre. Ezek a kísérletek 500—600 C° közt folytak. A vizsgált acélok krómötvözése 13%-ig, a Mo-ötvözése 2%-ig, a vanádiumötvözése pedig 0,6%-ig terjedt. Az ezen kívül megvizsgált Co, Ni és W hatásának vizsgálata a mi számunkra ezeknek az ötvöző fémeknek ritkasága, vagy pedig hatásuk mérsékelt volta miatt nem érdekes. A Mo- és a V-tartalom mind a tartós szilárdságra, mind az időleges nyúlásra előnyösnek látszott. Ezek alatt a kísérletek alatt is erősen megmutatkozott, hogy az ilyen alkatrészekre a helyes hőkezelés is mennyire fontos.

A nálunk is szokásos 0,3—1%-ig terjedő molibdéntartalmú és 0—2% fölé terjedő krómtartalmú, ezenkívül ferrites csőacélokkal kísérleteznek. Azt találták, hogy a Mo-tartalom mellett a vanádiummal való ötvözés gyengén ötvözött acélokban előnyös.

A némileg erősebben ötvözött acélokban a krómtartalom 1,5—2,5%-ig való változásának 600 C° körül már nincsen érdemleges jelentősége. A hegesztett próbák mindegyikének csökkent a tartósszilárdsága és a törésig elérhető nyúlása is.

Az austenites hőálló acélok használata — sajnos — még távolabb esik tőlünk, néhány eddigi megállapítást még sem lesz felesleges az eddigi eredményekből kiszűrni.

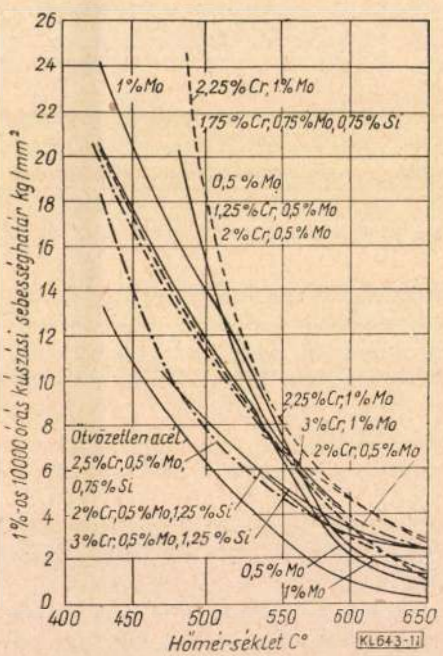
Az austenites krómnikkel, valamint CrMoNi acélok tartósszilárdság és kúszási tulajdonságok tekintetében Nb hozzáadással 660 C° körül felülmúlják a Ti-adalékkal készült acélokat. Nagyobb hőmérsékleteken már a különbség kisebb. A Ni-tartalomnak is előnyös 10-ről 12%-ra való megemelése. Nb, V és Ni együttes adagolása 650 C°-ig emeli a tartósszilárdságot és a kúszási tulajdonságokat is javítja, de 700 C°-on már újra nem látszik érdemleges előnye.

Csekély (0,05—0,1%-nyi) B-tartalom lényegesen javítja a 16% Cr-, 13% Ni- vagy esetleg Mo-nel is ötvözött austenites hőálló acélok tartósszilárdsági tulajdonságait.

A kongresszuson elhangzott *különböző külföldi vélemény* közül az érdemlegesekről az alábbiakban számolunk be: A svájciak a *Larson—Miller* [13] szerinti mestergörbékkel dolgoznak és méreteznek. Más előadójuk pedig sok kis próbás, 5—32 mm ∅ között többszáz próbás berendezés előnyét és 100 000 órás kísérletek szükségességét említette.

A franciaországi hőálló acélokkal foglalkozó munkaközösség [16] abból az elvből indul ki kísérletei során, hogy biztonságos számítási alap lerögzítésére az a legcélszerűbb, ha nagyszámú adagból származó próbákkal végeznek nem túlhosszú ideig tartó — kereken 10 000 órás — kísérleteket és ezeknek az eredményeiből nyerhető extrapolálás adatait néhány hosszabb időtartamú kísérlettel is ellenőrzik.

A francia munkaközösség kurrens acéljai csövekre 0,5% Cr, 0,5% Mo, 1,25% Cr, 0,5% Mo-, valamint a 2,25% Cr, 1% Mo-tartalmú, a 7% Cr és némi V-, valamint a 18 Cr, 8 Ni és Ti-tartalmú acélok. Acélöntvényekre szintén az említett ötvözésű CrMo-acélokat használják, valamint az 1% Cr, 1% Mo és 0,2% V-tartalmút. Nagyobb kovácsdarabokra szintén az utolsónak említett ötvözésű acélt, csavarokra pedig 11% Cr, 1% Mo és 0,35% Nb-, valamint 0,3% V-tartalmú acélt. Minden acélfajtából 10—15 adagot vizsgálnak minden egyes előállítónál. A kísérleti hőmérsékletet mindig a szokott üzemi hőmérséklethez állítják be.



11. ábra. Különböző ferrites, ötvözött amerikai acélfélén megállapított 1%-os 10 000 órás kúszási sebességhatár

Az amerikai (ASTM) [17] 10 000 órás eredményeit — a szokásos gyengén ötvözött acélokra — a *11. ábra* jellemzi. Az ábra tömör összefoglalását adja 10 000 óra alatt 1% nyúlást okozó terhelésnek a különféle vizsgált acélfajtákra.

Összefoglalás

Le kell szögeznünk, hogy az eddig ismeretes kísérleti eredmények korántsem elegendők arra, hogy a különböző metallurgiai befolyások tervszerű kiértékelésére módot adjanak. Még ha az elmúlt 20 év kísérleti eredményei e tekintetben adtak is némi felvilágosítást az acélok készítésekor szerepet játszó, egyik vagy másik lényeges tényező pl. alumíniummal való dezoxidálás s az így nyert finomszemcséjű acél és a más dezoxidációs eljárással nyert durvább szemcséjű acél vagy a bórozott acél közti különbségre, ennél sokkal több eredményre, éspedig e tekintetben is jól megtervezett kísérlet eredményére volna szükség a lényeges metallurgiai tényezők értékelésének lehetősége érdekében. Ezek tisztázása nélkül továbbra is bizonytalanságban leszünk az acélok kúszási tulajdonságai tekintetében, így az anyag hosszú tartamú vizsgálatának eredményeit nem nélkülözhetjük.

IRODALOM

[1] *Oding, J. A.—Lepin, G. F.:* Metallovedenie i Termicseszkaja Obrabotka Metallov, 1957. szept.

[2] Symposium O Problémech vyvoje zárupevnych materiálu (A Mariánské Lazné-i 1959. évi Kongresszus anyaga).

[3] *Bandel, G.—Grawenhorst, H.:* Arch. f. Eisenhüttenwesen 1957. 5/6. sz.

[4] *Schinn, R.—Ruttmann, W.:* Archiv f. Eisenhüttenwesen, 1957. 5/6. sz.

[5] *Constant, A.:* Archiv f. Eisenhüttenwesen 1957. 11. sz.

[6] *Pluhar, J.:* Archiv f. Eisenhüttenwesen 1957. 11. sz.

[7] *Johansson, A.:* Archiv f. Eisenhüttenwesen 1957. 11. sz.

[8] *Schüter, W.:* Archiv f. Eisenhüttenwesen 1957. 11. sz.

[9] *Keller, A.—Staufer, W.:* Archiv f. Eisenhüttenwesen 1957. 11. sz.

[10] *Zschokke, H.:* Archiv f. Eisenhüttenwesen 1957. 11. sz.

[11] *Miller, R.—Heger, J.:* Report on the strength wrought steele as elevated temperatures (ASTM 1950.)

[12] *Manson, S. S.:* Naca 1954. Techn. Note 2890—2983 *Glen, I.:* I. Iron Steel Inst. 158 (1948), 160 (1948) 179 (1955).

[13] *Larson, S. F.—Miller, I.:* Trans ASME Eng. 74 (1952).

[14] *Rosenhain, W.—Ewen, D.:* I. Inst. Metalls 8. évf. 149. o. és 10. évf. 119. o.

[15] *Jeffries, Z.:* Trans. Am. Inst. min. metallurg. Eng. 60 évf. 474. o.

[16] *Constant, A.:* Archiv f. Eisenhüttenwesen 28. 1957. 695. o.

[17] ASTM 1950. Spec. techn. publ. Nr. 100.

Acélművi kokillák tartósságnövelése javításokkal

GOMBÁS LÁSZLÓ okl. kohómérnök Dunai Vasmű

DK : 621.791.1 : 621.746.393

Az acélművekben használatos szürkeöntvények : kokillák és tartozékaik — alaptáblák, beöntőtölcsérek és felöntőfejek — tartóssága nemcsak a gyártástól, hanem a felhasználástól is függ.

Megfelelő méretezésű és anyagú kokillák azonban rendezett acélműi viszonyok között is eltérő tartósságúak. Ennek oka, hogy a kokillák selejtezéséig elért öntésszáma attól függ, hogy öntés után

a) mennyi ideig tartózkodnak a tuskók a kokillában,

b) milyen hőfokra melegszik fel a kokilla.

Ezért a kokillákra veszélyes, 600 C° felett való benttartózkodást kell rövidíteni, azaz a kokillákat mielőbb le kell húzni. Minden hőmérsékleten az adott méretezésű és anyagú kokillák tartóssága időben (órákban, napokban) kifejezhető. Az elérhető elméleti öntésszám a tartósság és a kokillában tartózkodás átlagának a hányadosa.

$$\text{Elméleti öntésszám} = \alpha \cdot \frac{\text{tartósság (óra)}}{\text{kokillában tartózkodás (óra)}}$$

Az α értéke 600 C°-on = 1, a hőmérséklet növekedésével arányosan csökken.

A kokillák elméleti tartósságukat ritkán érik el. Élettartamuk kezdetén hosszrepedés (gyártás, esetleg méretezések hibáiból), az élettartam második felében a keresztrepedés, majd a végén az utolsó öntések folyamán a márványosodás (hálósodás, térképesedés, kiégés) jelentkezik.

A kokillák élettartamának növelése érdekében következetes munkával a korai selejtokozókat kell kiküszöbölni — s ezzel a tartósságot növelni. Helyesen méretezett kokilla sem márványosodásra, sem repedésre nem érzékeny. A hibák csak sok öntés után, rendszerint márványosodás + keresztrepedés alakjában egyidejűleg jelentkeznek.

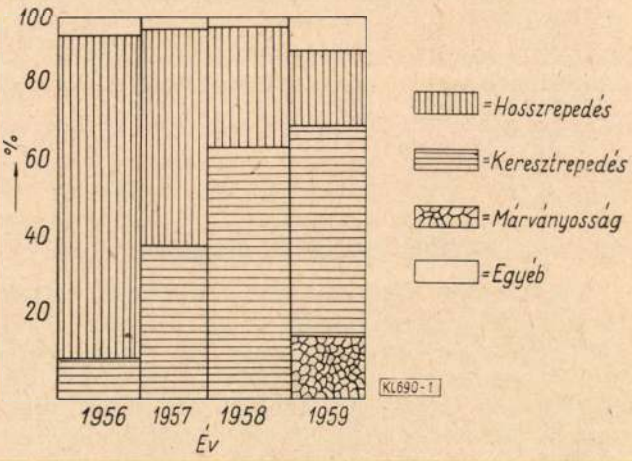
A Dunai Vasműben az elmúlt 4 esztendő valamennyi kokillájának selejtadataiból az 1. ábrán a végrehajtott intézkedések eredményessége megfigyelhető : A hosszrepedést egyre inkább kiszorítja a jó tartósságot jelentő keresztrepedés, sőt már a márványosság is.

A kokillák javítása pálcás hegesztéssel

A tartósságot nemcsak helyes méretezéssel, hanem megfelelő javításokkal is lehet növelni. Hegesztéssel csak a különösen lágy anyagú kokillákon — élettartamuk minden szakában, de kiváltképp a kezdetén — fellépő kimaródások kiküszöbölésére van mód.

A kimaródás és a felső öntéskor előforduló sugármarás kitöltésére, valamint letört fülek pótlására 1955 óta szürkeöntvénypálcával hegesztünk. Ez a javítás a hiba helyén a kokillával azonos összetételű anyag rétegenként végzett, türelmes felrakásából áll. A kimaródás üregét öntöttvaspálca anyagával töltik ki, a felrakásnak megfelelő vastagságúnak kell lennie. A hegesztéshez szükséges még : salakfolyósító bóraxpor, simítóreszelő és drótkefe.

A hegesztés előtt a kimaródott részt a nemfémes részektől (salak, homok stb.) kaparóvassal és drótkefével gondosan meg kell tiszítani.

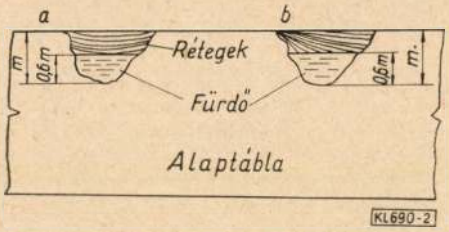


1. ábra. Kokilla selejt okok alakulása 1956—1959-ig

A kokillát 5—600 C°-ra előmelegítjük (vagy közvetlenül lehúzás után végezzük a hegesztést). A kimaródás helyét bóraxporral salaktalanítjuk. A bóraxport a vörösmelegre hevített végű szürkeöntvény-hegesztőpálcával mártogatva rakjuk fel. Ezután a láng kifúvási helyétől 5 mm-re tartott szürkeöntvénypálcát megolvasztjuk, miközben a bóraxpor segítségével folyós salak képződik. Ezt a láng a kimaródás üregéből kifújja, kiszorítja. A salaktalanítás időtartama 10—15 perc. A művelet kobaltüvegen keresztül jól megfigyelhető.

A hegesztést a kokilla belseje felől kifelé kell végezni. A hegesztendő üreg felületét meg kell ömleszteni (nemcsak melegíteni), hogy a beolvasztott hegesztőpálca anyaga a kokilla anyagával összehegedjen, a nyert fémolvadékot egyenletesen a kimaródás felületén el kell kenni.

Ily módon kb. 3 mm vastag réteget raknak fel. Ezután az új felületet újra meg kell ömleszteni és ehhez újra hozzá kell ömleszteni a kitöltésre használt hegesztőpálca anyagát mindaddig, míg a kimart rész feltöltését be nem fejezzük



2. ábra. Alaptábla hegesztéssel való javítása

(2. ábra a). Még helyesebb a kimaródás mélyén a szürkeöntvénypálcával és a kokilla alapanyag megömlesztésével fürdőt létesíteni. A fürdőmélység a kimaródás mélységének 50—60%-a legyen. Ilyen munkamóddal a rétegek felrakásának sorrendje mindig az üreg felső éle felé haladó (2. ábra b).

A hegesztés befejeztével a kokillát lassan — legalább 4 órán át — kell a környezet hőmérsékletére lehűteni.

A lehűlt kokilla felületét köszörűvel és simítóreszelővel simára kell munkálni. A hegesztés szélén salak nem maradhat. Kalapácsütögetésre a hegesztés a kokillától független rezgésbe nem jöhet. Szeles, huzatos helyen hűtött hegesztés nagy zajjal szokott megrepedni. A hegesztések 90—95%-a eredményes, 5—10%-ot azonnal meg kell ismételni. Ilyenekben a kitöltőanyag a kokilla anyagával nem hegedt kellően össze.

Acélművünkben 1959-ben 500 db kokilla tartóssága hegesztés után átlagosan még 20,6 öntés volt, némelyik elérte a 40—50 öntést is.

A hegesztés anyagszükséglete és költsége:
(1 kokilla legfeljebb 2 kimaródására, mindegyik 0,20—0,25 dm³ térfogatú.)

1. Dissous gáz	1	palack	(22,40 Ft/kg)	134,40 Ft
2. Oxigén	1,3	palack	(3,32 Ft/m³)	22,13 Ft
3. Hegesztőpálca (60 cm hosszú 16 mm átmérőjű)	3,4	darab	(5,70 Ft/db)	19,00 Ft
4. Folyósító por	0,23	kg	(28,60 Ft/kg)	6,66 Ft
5. Szerszámköltség	2,66	ó	(10,00 Ft/műszak)	3,33 Ft
6. Munkabér	2,66	ó	(7,80 Ft/ó)	20,80 Ft
7. Regie				20,63 Ft
				226,95 Ft

Javítás termites hegesztéssel

A termites hegesztést 1958 nyarán vezettük be Acélművünkben *Hamilton* az Iron and Steel 1957. febr. sz.-ban megjelent [1] cikke alapján. A termites — ömlesztő — hegesztést kb. 60—65 éve ismerjük. Azelőtt az alumínium-vasoxid keverékét az öntöttvas olvadáspontjának közvetlen közeléig hevítették, majd begyújtották.

A termit finoman eloszolt alumínium és vasoxid keveréke, ferroszilícium és forgács hozzáadásával a következő vegyfolyamat megy végbe:

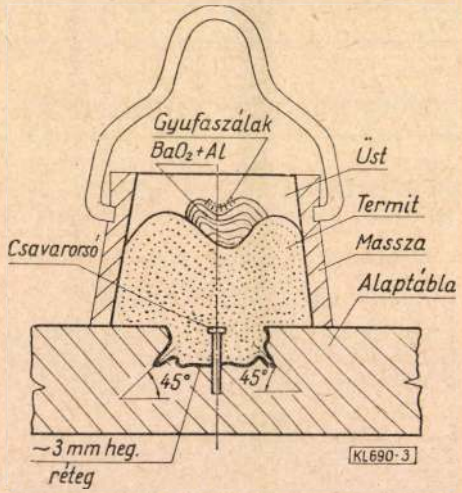
$$Fe_2O_3 + 2\,Al = Al_2O_3 + 2\,Fe$$

vagy

$$3\,Fe_3O_4 + 8\,Al = 4\,Al_2O_3 + 9\,Fe$$

Mindkét reakció erősen hőtermelő.

A termites hegesztést megfelelően előmelegített alaptáblán kell végezni. A hegesztés időtartama legalább 4 óra, az alaptábla hőmérséklete legkevesebb 300 C° legyen. Ezután a kimaródást salaktalanítani kell, majd a hegesztőpisztollyal a felmelegítést a kimaródásban és környékén helyileg erősíteni. Vágópisztollyal és lágyvaspálcával a jobb kötés biztosítására a kimaródásban 45°-os szögben egymással szemben furatokat készítünk. Tanácsos szélesfejű csavarokat az alaptábla kimaródásába becsavarozni. A csavarfej felszíne 4—5 mm-rel alacsonyabb legyen a tábla felszínénél. Az üreget azután a már ismertetett módon szürkeöntvénypálcás hegesztéssel — az első 3 mm-es réteg felrakásával — hegesztjük.



3. ábra. Az ömlesztett hegesztés elrendezésének vázlata

Az üreget — még a tábla hideg állapotában — 0,9 kg/dm³ fajsúlyú viasszal kell feltölteni. Ezt megelőzően el kell készíteni a hegesztőkeveréket. A termitkeverék fajsúlya: 2,0—2,1 kg/dm³. Mennyisége az üregtérfogat hétszerese, vagy az üregbe férő fémsúly kétszerese, avagy az üregbe férő viaszsúly tizenötszörese. A termitkeverék 10—15%-a elsalakul. A többi tiszta fém alakjában az üreg kitöltésére szolgál.

A kipróbált mintegy félszáz keverék közül a legmegfelelőbb összetételű és költségű az alábbi:

	%	Ft/kg	Ft/ezer kg keverék
Svéd ércpor	71,7	0,87	623,79
Alumíniumpor	17,2	23,06	3766,32
70% FeMn-por	1,4	7,70	107,88
45% FeSi-por	0,7	8,02	56,12
CaSi-por	0,7	12,00	84,00
Kokszpor	2,3	0,85	19,15
Szürke forgács	0,9	1,10	9,90
Mészpor	0,5	0,53	2,65
Bóraxpor	0,7	10,10	70,70
$NaNO_3$ (vagy KNO_3)	3,9	2,46	95,54
	100,0		4836,05
		azaz:	4,84 Ft/kg

A termitkeverékkel megtöltjük az üstköpenyt, melyet a vízszintbe hozott, előmelegített tábla kimaródott része fölé állítottunk. A *3. ábrán* látható módon töltjük meg termittel, majd a tetejére helyezzük a maréknyi BaO_2- és Al-por keveréket, melybe gyufafejeket süllyesztünk. A gyufa 300 C°-on meggyullad, 800 C°-on begyújtja az Al-por és BaO_2-keverékét, mely 1300—1550 C°-on gyújtja be a termitkeveréket.

A termitkeverék 2500—2700 C° hőmérsékletű olvadékot ad. Az égés 2—3 percig tart. A termitkeveréket tartalmazó üstre fedőt helyezni vagy az üstöt begyújtás után 7 m-nél jobban megközelíteni életveszélyes. Az égés után 3—6 órával az üstöt leemeljük, a kitöltő anyag felszínén levő salakot feszítővassal eltávolítjuk. Helyes a termitkeverék mennyiségét úgy megszabni, hogy a kitöltés valamivel a táblaszint alatt maradjon. A feltöltést szürkeöntvénypálcás hegesztéssel kell befejezni. A hegesztés tartóssága átlagban 150 öntés (14 hegesztett tábla átlaga).

A termit hegesztés elsősorban alaptáblák nagy térfogatú mély kimaródásai javítására használható. Időszükséglete a szürkeöntvénypálcás hegesztésénél kisebb, annak alig 10—25%-a. Hátránya, hogy bár a hőhatásnak a kitöltőanyag ellentáll, azonban erős sugár kisodorja. Felső öntés a termittel hegesztett táblák legnagyobb ellensége. Emiatt nem hegesztjük a kokillákat termittel. Másik hátránya az, hogy a legkisebb szabálytalanság a tartósság 50—100%-os csökkenését vonja maga után. Ellenőrzés mellett a hegesztések 70—80%-a sikerül.

Összehasonlítás alaptáblák szürkeöntvénypálcás és termites hegesztése között

Kb. 24 dm³-re kimaródott, okvetlenül javítandó táblát veszünk alapul mindkét esetben. Ilyen méretű javítás elvégzéséhez 16 műszakra van szükség.

A szürkeöntvénypálcás hegesztés költsége: 0,5 dm³ helyett 24 dm³-es üreget kell anyaggal kitölteni, tehát 48-szoros a korábban számolt kokillaköltségekhez képest. (Részletesen l. ott.)

$$48 \cdot 226{,}95 = 10\,893{,}60 \text{ Ft.}$$

A termites (ömlesztő) hegesztés költsége:

	Mérték		Egységár/Ft	Költség, Ft
Termit	360,00	kg	4,836	1471,00
BaO_2	1,00	kg	16,40	16,40
Munkaidő (segédmunkás)	8,00	óra	7,00	56,00
(hegesztők)	4	műszak	7,80 × 8	249,60
Dissousgáz (12 palack)	72,00	kg	22,40	1612,80
Oxigén (16 palack)	90,00	m³	3,32	298,80
Hegesztőpálca	40	db	5,70	228,00
Folyósító por	2,80	kg	28,60	73,00
Szerszámköltség	10	Ft/műszak	40,00	40,00
				4045,60
Regie			404,56	404,56
				4450,16

Nincs figyelembe véve az, hogy szürkeöntvénypálcás hegesztéskor a munka hosszadalmassága miatt a felmelegítést többször meg kell ismételni, a termithegesztésre pedig az üstköpeny falazási költségeit nem számoltuk. A két költség megközelítően kiegyenlíti egymást, így az összehasonlítást nem zavarja.

Itt említem meg az alaptáblák és tölcsérek abroncsozását, mint jól bevált javítási módszert. Az alaptáblák abroncsozásának lényege a sarkok hornyolása és az eltört táblafeleket összeillesztő csapok furatainak elkészítése a forgácsoló üzemben, melyet az összeszerelés követ. Kezdetben a teljes költség 7000 Ft volt. Azóta mind az előkészítés, mind a szerelés lényegesen egyszerűbbé vált, ma már egy-egy tábla javítási költsége 1500 Ft. A költségek összehasonlítása az *1. táblázatban* látható (felül az összes, alul baloldalt az 1 öntésre eső költség, jobbra a javítás utáni öntésszám).

1. táblázat

A háromféle javításmód költségei Ft-ban

Javításmód	Kokilla	Alaptábla
Szürkeöntvénypálcás lánghegesztés	226,95 109— 20,6	10893,60 54— 200
Termites ömlesztő hegesztés	—	4450,16 29,60 150
Abroncsozás	—	7000,00 47— 150

A javítás költségeit hasonlítsuk össze a javítás nélküli kokilla, illetve alaptábla használati költségével.

A 2,2 t/db súlyú kokilla ára 6700 Ft (hulladékár levonása után)
Az átlagos öntések száma 88/db,

$$\text{1 öntésre eső költség} \quad \frac{6700}{88} = 70 \text{ Ft}$$

Hasonlóképpen számolva:
A 13 t súlyú alaptábla ára 32 240 Ft
Az átlagos öntések száma 480/db,

$$\text{1 öntésre esik} \quad \frac{32240}{480} = 67 \text{ Ft}$$

A javításnak 1 öntésre eső költsége:
kokillára 109 Ft,
alaptáblára 54 Ft szürkeöntvénypálcás lánghegesztéssel,
29 Ft termites ömlesztő hegesztéssel.

Mindent egybevetve : a szürkeöntvények — kokillák, alaptáblák, tölcsérek — javítása mindenképpen kifizetődik. Évi gazdasági haszna 3,0—3,5 millió Ft, 6—800 000 Ft-os javítási költség mellett.

Javításokkal azonban csupán a már meglevő hibák — kisebb-nagyobb mértékű és mindig költséges — kiküszöbölését lehet elvégezni.

A hibaokok felderítése olyan gyártási eljárást tesz vagy tenne szükségessé, mely a jelentkező hibákat vagy megszünteti, vagy jelentkezésüket a kokillaélettartam későbbi szakaszába tolja el.

A hibaokok kutatása közben a mechanikai és metallurgiai tulajdonságok szerepe nagyrészt tisztázódott.

A kokillák adottságainak figyelembevételével megkívánt összetétele : 3,4—3,8% C, ezen belül a grafit legalább 2,7% legyen, 0,6—0,8% Mn, kb. 1,8% Si és max. 0,06% S. A szövetszerkezet ferrites-perlites legyen. A kokilla méretezésekor ügyelni kell a helyes konicitás kialakítására, a megfelelő nagyságú és elhelyezésű erősítések (felső-alsó gyűrűk, hosszbordák stb.), a sarkok kiképzésére. A kokillát használatbavétel előtt 50 napig pihentetni kell. Az öntőszerelvények meghatározott forgatási sebességével elérhető, hogy a kokilla 80 C°-nál melegebben egyetlen esetben se kerülhessen öntés alá. A fellépő hibákat kifejlődésük előtt javítani kell.

Az összetétel, szövetszerkezet, mechanikai tulajdonságok (keménység, behajlásból számított nyúlás, szakítószilárdság) vizsgálatán kivül a lehűlési viszonyokat is tanulmányozni kellett mind az öntődében, mind az acélműben. Eközben megfigyelhetők voltak olyan jelenségek is, mint pl. a duzzadás, számos kokilla selejtokozója.

A kokillák anyagával szemben támasztott legfőbb acélműi követelmény : a *jó hővezetőképesség* vizsgálatára azonban még szükség van.

Az öntöttvas jó hővezetőképessége legfőképpen a C megjelenési alakjától függ : a többi elem ugyanis egymás hatását rendszerint lerontja.

A legrosszabb hővezetőképessége a cementitnek van, melyet a gömbgrafité követ. A lemezes grafit vezetőképessége széles skálán belül változik ; rossz még a perlit, de jó a ferrit hővezetőképessége *(2. táblázat)*.

2. táblázat

Különféle Fe-szövetelemek hővezetőképessége

	Cal/cm · sec, C°
Színvas (armco-vas)	0,174
Ferrit	0,184
Perlit	0,124
Lemezes grafit	0,113—0,184
Gömbgrafit	0,087—0,090
Cementit	0,0117

Nyilvánvaló, hogy a karbidstabilizáló elemek (H_2, S és a CO_2 stb.) mennyiségéből kevésnek, a grafitképzőknek (elsősorban a C-nak) — míg egyéb rontó hatásuk nincs — nagyobb mennyiségben kell jelen lenniök.

A H_2 pl. a perlitet stabilizálja, elősegíti a fehér dermedést és megnehezíti a cementit bomlását.

A grafitizálódást elősegítő idegen csírák számát — a kénhez hasonlóan — csökkenti. Nyilvánvaló, hogy a H_2-tartalmú kokillák keményebbek és szövetszerkezetük folytán ridegebbek, repedékenyebbek. Ha a nyersvasból, mint az öntöttvas alapanyagából a H_2-t sikerül kivonni (pl.: a vízhűtés megszüntetése a nyersvasöntőgépen), a több grafit megjelenése a szövetet lágyítja ; a ferrit mennyisége is megnő, s javul a hővezetőképesség.

A C grafitosan elsősorban nagy C-tartalmú ötvözetekből kristályosodik. Térfogatrészesedése az öntöttvasban kb. 12%-os. A grafitos kristályosodás érdekében a lehűlés legyen a falvastagságtól (esetleg a tonnasúlytól) függően lassú (1—5 tonnás kokilláké pl. legalább 70—120 óra). Különösen a vastagabb (nagyobb súlyú) kokillák gyártásakor a lassú hűlés biztosítására a formaszekrényben a legvékonyabb homokréteg sem lehet 100 mm-nél vékonyabb. Ha a kis falvastagságú kokillák lehűlése gyors, akkor sok, apró grafit képződik, ezeken a helyeken az ellenállás nő. Az apró grafit — mely túlhevítéskor is képződhet a durvább grafit elaprózódásából — a repedések fő oka. A kokillaöntvények külső fala mindig gyorsabban hűl, a külső rétegben rosszabb a hővezetőképesség, ezért innen indul ki a repedés is. Túl gyors lehűléskor — főként karbidstabilizálók jelenlétében — még nagy C-tartalmú öntöttvas is karbidos krisályosodású.

Ha az öntöttvasban a C-tartalom kevés, a felkarbonizáláshoz a jelentéktelen (60—80 C°) lehűlési veszteséggel működő kéntelenítőhatású rázó-, vagy forgómozgású üstöt lehet használni. Az olcsó betétanyagok felhasználását lehetővé tevő rázóüstben 50 perces kezelés után durvábban kristályosodó jobb hővezetőképességű anyagot kapunk. (A mechanikai tulajdonságok változása is hasonló : a behajlás nő, a keménység és szilárdság csökken.)

Nem elegendő azonban a C mennyiségét és eloszlását vizsgálnunk. A hővezetőképesség mindig a határoló felületet követi.

Gömbgrafitnak a hővezetőképessége legjobb a gömbfelülettel párhuzamosan, lemezes grafité pedig a bázislappal párhuzamosan. *Buerschaper, R.* szerint a hővezetőképesség :

hossztengely irányában 0,42 cal/cm.sec.C°,
keresztmetszet irányában 0,27 cal/cm.sec.C°.

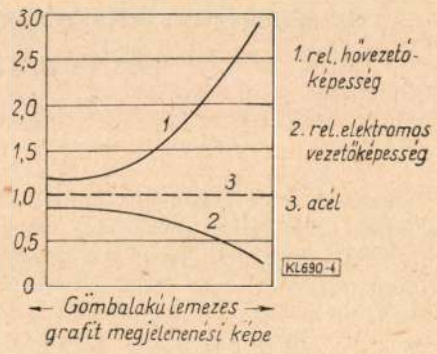
Japán kutatók hasonló anizotrópiát állapítottak meg. Más kutatók szerint a hővezetőképesség a kristálytani főtengelyre merőlegesen 4-szer akkora, mint vele párhuzamosan. A mesterségesen előállított grafitnak — állítólag — 500-szor jobb a hővezetőképessége a hossztengely irányában. A lemezes grafit további előnye, a gömbgrafittal szemben, hogy összefüggő hálózatot alkot, s így átmeneti nagy ellenállásokkal nem kell számolnunk.

A lemezes grafitnak a hő- és elektromos vezetőképessége — általában párhuzamos — vonalai egymással ellentétes irányúak *(4. ábra)*.

A Mo-nek tulajdonítják, mint ferritképző — (0,25—0,30%-ig való) — ötvözőnek a karbidos és grafitos C-nak a falvastagságtól független eloszlását A Mo a külső réteg gyors hűléséből eredő feszültséghalmozódást kiküszöböli [7]. Más előnyei miatt (kevésbé rozsdásodik, nem duzzad, jó a melegszilárdsága, a törekedék újra Mo-es, s így már nem drága) Közép-Európa több üzemében Mo-nel ötvözik a kokillákat.

Végkövetkeztetés

A kokillák jó tartóssága érdekében bevezetett javítási módszerek csak szükségmegoldásnak tekinthetők. El kell érni, hogy a célnak megfelelő anyagú kokillák álljanak rendelkezésre, melyekkel az elméleti tartósság legalábbis megközelíthető. A jó hővezetőképességet biztosítja a perlit melletti ferriten kivül a grafitalakban kristályosodott C. A grafit legyen durva, de lehetőleg összefüggő hálózatban. A grafit mennyiségén és szemnagyságán kivül fontos az elhelyezkedési iránya is, mivel hővezetőképessége a különböző irányokban eltérő. Az elmondottak figyelembevételével kialakított eljárással gyártott kokillák tartóssága jó hővezetőképességük révén lényegesen megnő. A hővezetőképesség vizsgálatára megfelelő, egyszerű laboratóriumi módszert kell kidolgozni.



4. ábra. Lemezes grafit hő és elektromos vezetőképessége [6]

IRODALOM

[1] *Hamilton, A. M.:* Casting Pit Equipment. Iron and Steel 1957. febr. 74. o.
[2] *Russel, E. B.:* Thermit Welding Structural Mill Rolls. Iron and Steel Engineer 1959. jún. 123—131. o.
[3] *Kuprovszkij, B. B.—Geld P. V.:* Tyeplovodnoszty-i temperatiroprovodnoszty csugunov. 1956. szept. 16—18. o.
[4] *von der Forst, P.:* Zum Einfluss des Wasserstoffs auf die Eigenschaften von Gusseisen. Giesserei, 24, (1959), 931—937. o.
[5] *Eketrop, Sven—Kallin Be:* A rázóüst, az új metallurgiai segédeszköz, különös tekintettel a nagyértékű szürkeöntvény gyártására (Fordítás).
[6] *Löhberg, K.—Motz, J.:* Über die Leitfähigkeiten einiger Eisenwerkstoffe. Giesserei 11 (1957), 305—308. o.
[7] Molybden in Stahl und Eisen. 20—37. o. Gesellschaft für Elektrometallurgie. Berlin 1933.

Műszaki eseménynaptár

Május 1. 80 éve (1881) kezdte meg működését a Budapesti telefonközpont *(Puskás Tivadar* találmánya.)
2. 360 éve (1601) született *KIRCHER, Athanasius* német természettudós (megh. 1680), a laterna magika, a vetítőgép feltalálója.
2. 65 éve (1896) indult meg a budapesti földalatti vasút, Európa második ilyen vasútja.
13. 140 éve (1821) született *GRUSON, Hermann* német kohász (megh. 1895), a kéreg-(kemény) öntés egyik feltalálója.
14. 140 éve (1821) született *ZSIGMONDY Vilmos* bányamérnök, (megh. 1888), a pesti artézi kutak feltárója (legnevezetesebb alkotása a városligeti artézikút fúrása.)
16. 130 éve (1831) született *HUGHES, David Edward* fizikus (megh. 1900), a betűíró távíró egyik feltalálója.
21. 175 éve (1786) halt meg *SCHEELE, Karl Wilhelm* svéd vegyész (szül. 1742), az oxigén egyik felfedezője. Számos más vegyület felfedezése is fűződik nevéhez.

Május 20. 95 éve (1866) született *RÓNAY Árpád* kohász (megh. 1932), aki 1902-ben szabadalmaztatta eljárását a vasforgácsok nagy nyomással való brikettezésére.
24. 275 éve (1686) született *FAHRENHEIT, Daniel Gabriel* német fizikus (megh. 1736), a róla elnevezett hőmérő-beosztás megszerkesztője.

A közölt eseménynaptár nem teljes. Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtárban (Bp. VIII. Múzeum u. 16.). Az eseményekkel kapcsolatos érdeklődésekre felvilágosítást ad *Pap János* tudományos főmunkatárs, Tel: 336—309/23 mellék.

A komlói feketeszénben levő kohókoksz-szén optimális kihozatalára irányuló vizsgálatok[1]

HORVÁTH LÁSZLÓ okl. bányamérnök
(Bányászati Kutató Intézet Szénelőkészítési oszt. vez.)

DK : 622.74

Hazánk feketeszénbányászata a legutóbbi évtizedben rohamos fejlődésen ment keresztül. Ezen belül megkezdődött a komlói feketeszén kohókoksz-szénné való előkészítése. Ma a komlói feketeszénnek kb. 28%-a kerül a kokszolókamrákba 12% hamutartalmú kohókoksz-szénként. Ezzel szemben a komlói sülőszénféleségeknek kb. 50%-át teszi ki a 12% hamutartalmú kohókokszszén. Az elméleti és a jelenlegi eljárás kihozatala között levő 22%-os különbség korszerű szénelőkészítő eljárások bevezetésével csökkenthető. A helyes eljárás megállapítására az elmúlt években a Nehézipari Minisztérium vezetésével az összes érdekelt szervek sokat fáradoztak. Így legutóbb 1960 februárjában az eddigi munkák eredményeinek összefoglalásaként, a Nehézipari Minisztériumban részletesen megvitatták a kérdéscsoportot és az ott elhangzottakkal elvileg egyetértésben, de a kérdéses dúsítástechnikai számítások részletes elvégzése és kiértékelése alapján nyert összeállítást az itt közölt dolgozat.

A szénelőkészítés folyamán a koksz-szén kihozatal alakulására egyrészt a nyersszén magával hozott tulajdonságai hatnak. Ilyenek pl. a nyersszén szemeloszlása, átlaghamutartalma, az egyes szemosztályok hamutartalma, a mosási görbe lefutása, valamint a szén morzsalékonysága, feltárhatósága, agyagtartalma, továbbá a sülőszén és a kevésbé sülőszén arányszáma. A nyersszén tulajdonságait főkép a KA-60 jelű és KB-60 jelű sülőszénminták különböző vizsgálati adatai alapján vettük figyelembe. Másrészt befolyásolhatják a kokszszén kihozatal alakulását azok a tényezők, amelyeket a nyersszénre a különböző szénelőkészítési eljárásokkal rákényszerítünk. Ezek a tényezők lehetnek : a tárolás, a rakodás és szállítás módja, az előosztályozás, a szén portalanítás élessége, a mosóvíz tisztasága, a választott dúsítási eljárás, a széndúsítómű üzemvitelének műszaki-gazdasági színvonala stb. A nyersszénre rákényszerített módosító tényezőket elsősorban az illető dúsítási eljárásra jellemző E_p-k felvételével, illetve az ebből adódó Tromp-számokkal vettük figyelembe, továbbá azzal, hogy bevezettünk egy biztonsági tényezőt.

Szemelemzés

Az *1. ábrán* a KA-60 és KB-60 jelű sülőszénminták nyers-szenének és porszénnek Rosin—Rammler-féle maradvány görbéi láthatók. Ezekről leolvasható az egyes szemosztályok súlyszázaléka. Az adatokat az *1.* és *2. táblázatokban* foglaltuk össze, kiegészítve a szemelemzéskor nyert átlaghamutartalmakkal.

[1] A Bányászati Kutató Intézet 30 éves fennállása alkalmából 1960. július 14—15-én rendezett tudományos ülésszakon elhanzott előadás alapján összeállított dolgozat.

1. táblázat

A KA-60 és KB-60 jelű sülőszénminták primér szemeloszlása és átlaghamutartalma

Szemosztály, mm	KA-60 jelű minta		KB-60 jelű minta	
	S	h_{sz}	S	h_{sz}
	%			
< 0,5	10,0	22,3	13,9	28,1
0,5—8	34,5	26,7	39,0	33,3
8 <	55,5	46,3	47,1	47,4
Átlag	100,0	37,1	100,0	39,2

2. táblázat

A KA-60 és KB-60 jelű sülőszénminták porszenének szemeloszlása és átlaghamutartalma

Szemosztály, mikron	KA-60 jelű minta		KB-60 jelű minta	
	S	h_{sz}	S	h_{sz}
	%			
< 60	18	22,4	14,5	26,6
60—200	36	22,8	40,1	27,8
200—300	19	23,0	22,3	28,4
300—500	27	23,7	23,1	28,5
Átlag	100	23,0	100,0	27,9

Aknaszénből a KB-60 jelű minta a finomabb. Porszénből viszont a KA-60 jelű mintában több a 60 mikronnál kisebb, legfinomabb szemcse. Bár a két minta átlaghamutartalma csak 2,1%-os különbséget mutat, az aknaszén egyes főbb szemosztályain belül nagyobb eltérések is vannak, és ez főképp kiugró a porszénosztályban, hol a különbség 4,9%. Ez, mint később látni fogjuk, lényegesen kihat a porszénosztályból kinyerhető kohókokszszén mennyiségekre.

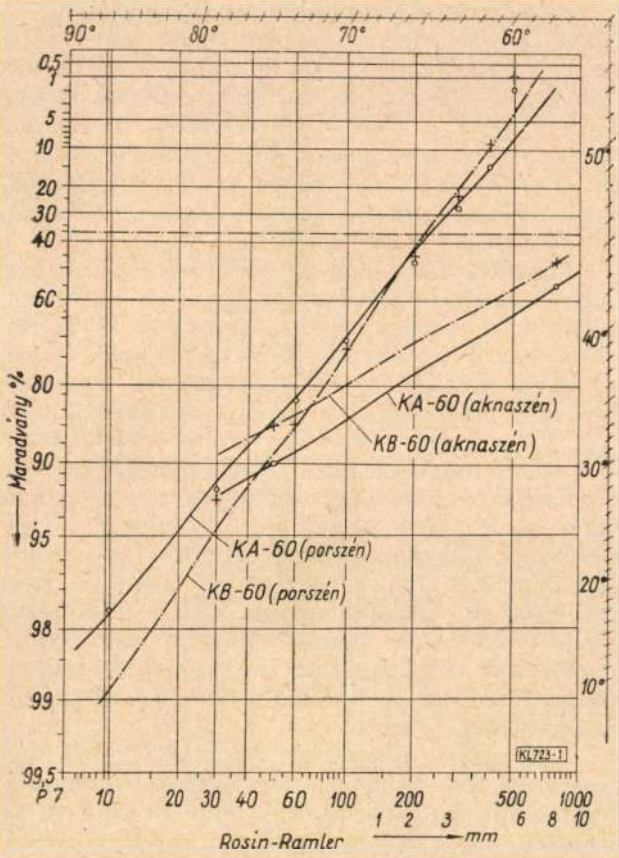
Fajsúlyelemzés

A *2.* és *3. ábrán* a KA-60 és KB-60 jelű sülőszénminták főbb szemosztályainak és azok összesítésének a Mayer-görbéi láthatók. A görbékről leolvashatók a 12% hamutartalmú elméleti kohó-

3. táblázat

A KA-60 és KB-60 jelű sülőszénminták 12% hamutartalmú elméleti kohókokszszén kihozatalai

Szemosztály, mm	KA-60 jelű minta	KB-60 jelű minta
	s_e	s_e
	%	
< 0,5	81,5	66,6
0,5—8	68,3	51,0
8 <	35,9	24,8
Átlag	51,7	44,8

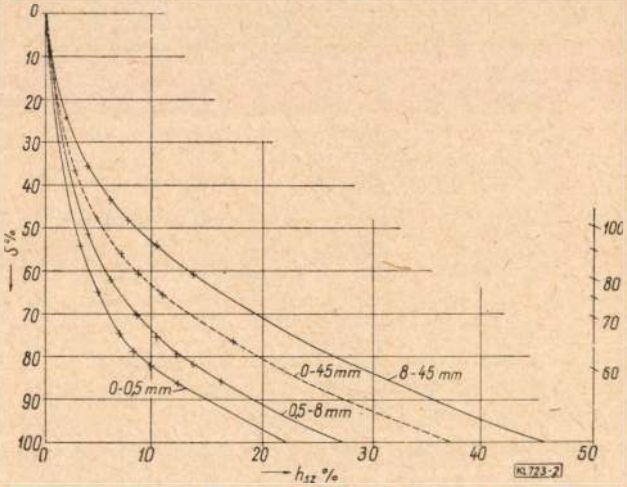


1. ábra. Komlói sülőnyerssszénminták Rosin—Rammler-féle maradványgörbéi

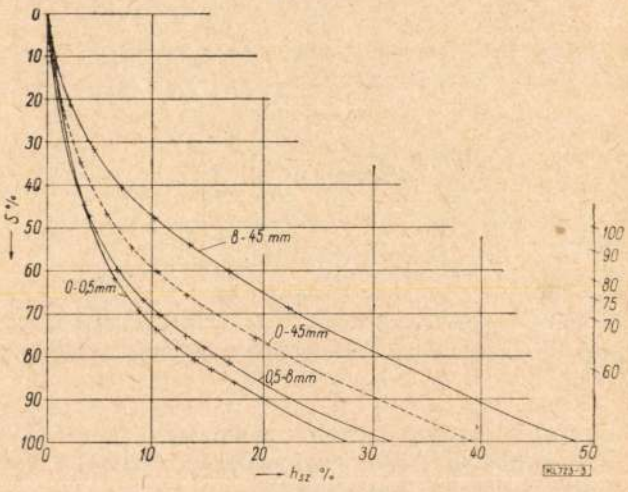
koksz-szén kihozatalok. Az adatokat a *3. táblázatban* foglaltuk össze. Mint a görbék lefutásából is jól láthatók, a legtöbb elméleti kihozatal mindkét mintából a 0—0,5 mm-es porszén osztályban van.

Ha a KA-60 jelű minta a termelésnek kb. 70%-át, a KB-60 jelű pedig kb. 30%-át teszi ki, akkor kereken 50%-os elméleti kihozatal, azaz 1 t 12% hamutartalmú kohókoksz-szén termeléséhez elméletileg 2 t sülőszenet kell termelni. 11% hamutartalmú kohókoksz-szén termeléshez a KA-60 jelű minta alapján 48,5%, a KB-60 jelű minta alapján pedig 41,9% az elméleti kihozatal, ami átlagosan 46,5%-ot tesz ki. Tehát a komlói sülőfeketeszénben primér állapotban a 11% hamutartalmú kohókokszszén csak pár százalékkal kevesebb, mint a jelenleg kinyert 12%-os.

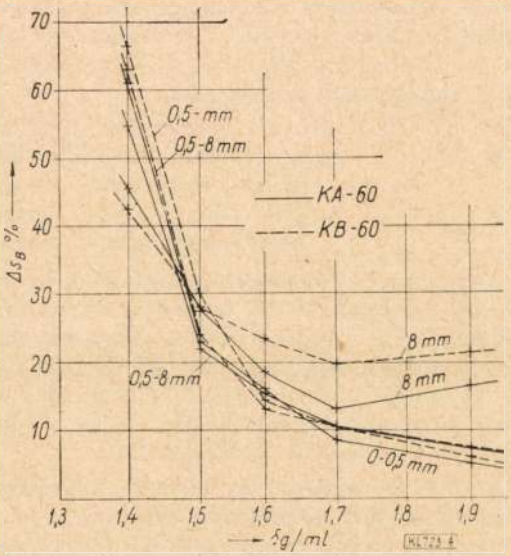
A Henry—Reinhardt-féle mosási görbékről levehető és 2 kg/l alatti fajsúlyhatárhoz tartozó súlykihozatalra vonatkoztatott Bird-számok lefutását a *4. ábrán* láthatjuk. Eszerint 1,5 kg/l választó fajsúly közelében mindkét vizsgált szénmintánk igen nehezen dúsíthatónak mondható, mert minden egyes szemosztályban a Bird-szám jóval az igen nehezen dúsuló készség alsó határát jelentő 15%-on felül van.



2. ábra. A KA-60 jelű sülőszénminta Mayer-görbéi



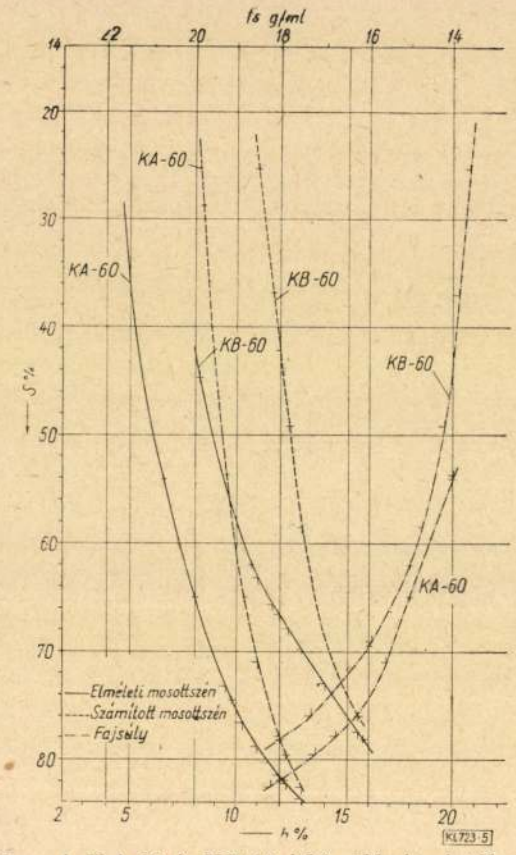
3. ábra. A KB-60 jelű sülőszénminta Mayer-görbéi



4. ábra. A KA-60 és KB-60 jelű sülőszénminta Bird-számainak ábrázolása

Módosító tényezők

Miután a vizsgált szénmintánk előkészítés szempontjából jellemző, magával hozott tulajdonságait a szitaelemzés és fajsúlyelemzés folyamán meghatároztuk, a következőkben azoknak a módosító tényezőknek a felvételével foglalkozunk, amelyek abból adódnak, hogy a nyersaknaszenet különböző szénelőkészítő eljárásokon visszük keresztül. A felvett módosító tényezők segítségével



5. ábra. A KA-60 és KB-60 jelű sülőszénminták 0—0,5 mm-es porszenének dúsításakor várható kihozatalok ábrázolása

azután számítással fogjuk meghatározni a tényleges kohókoksz-szén kihozatalokat, illetve a várható kihozatal hatásfokokat.

Hazai sülőfeketeszeneink feldolgozásához a jövőben valószínűleg megvalósításra kerülő szénelőkészítő eljárás szerint, a nyersszenet három főbb szemosztályra bontva, a következő széndúsító eljárásokkal dolgoznak :

1. < — 0,5 mm-es iszapszénre habflotálás,
2. 0,5 — 8 mm-es finomszénre hidrociklonos nehéz-szuszpenziós dúsítás,
3. 8 < mm-es durvaszénre sztatikus nehézszuszpenziós dúsítás.

Az iszapszén előkészítése műszaki és gazdaságossági szempontból a legnagyobb körültekintést kívánja. A flotációs dúsító eljárásra jellemző E_p-t, — részben irodalmi adatok, részben a BKI Szénelőkészítési Osztályának kísérletei alapján — 0,10—0,16 között vettük fel úgy, hogy a választó fajsúly növekedésével az E_p csökken.

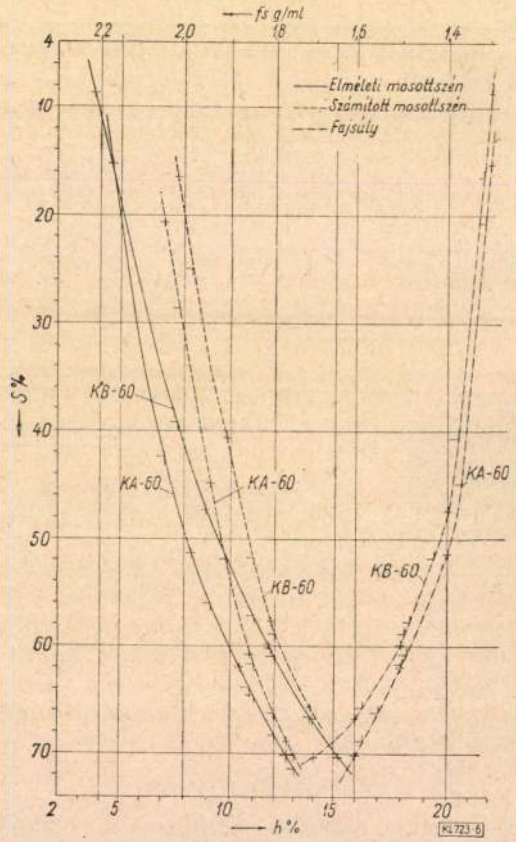
A 0,5—8 mm-es finomszén hidrociklonos nehézszuszpenziós dúsítására jelemző E_p-t minden választó fajsúlyra egységesen 0,05-nek vettük fel. Ez elég biztonságot nyújt, mert a szakirodalomban $E_p = 0{,}03$-mal is találkozunk.

A 8 mm-nél nagyobb durvaszén sztatikus, nehézszuszpenziós dúsítására jellemző E_p-t szintén minden választó fajsúlyra egységesen 0,03-nak vettük fel, ami irodalmi közlések szerint szintúgy elérhető.

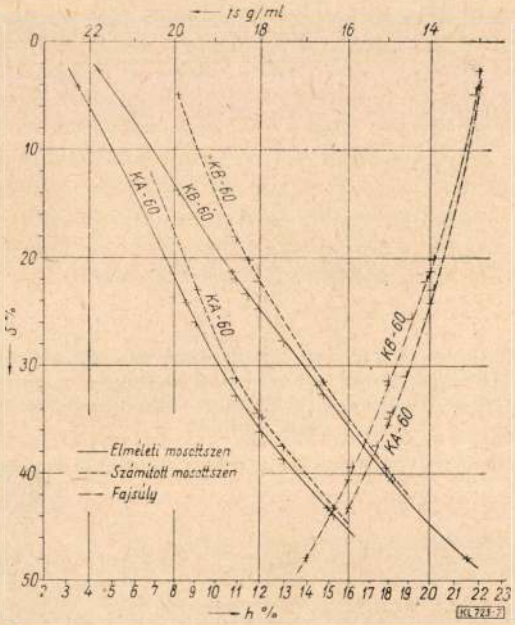
A felvett E_p-k alapján megállapíthatók a Tromp-számok, melyek megmondják, hogy egy bizonyos fajsúlyosztálynak hány %-a kerül be a dúsított széntermékbe. A Tromp-számok segítségével, mint módosító tényezőkkel, kiszámíthatjuk, a tényleges mosott-szén görbéket, melyeket az *5.*, *6.* és *7. ábrákon* láthatunk. (A görbék megszerkesztésének alapjául szolgáló számítást hely hiányában nem közöljük.)

Vizsgálataink során a sülőnyersszén primér hullásából adódó szemosztályok súlyszázalékából indultunk ki, melyek még az egyes szénelőkészítő műveletek előtt állottak fenn. A szénelőkészítő műveletek alatt az egyes szemosztályok mennyisége és tulajdonságai részben módosulnak. A módosulás egyes tényezőit pontos számítással nem lehet meghatározni. Üzemi-méretű tartóskísérletekkel lehetne legmegbízhatóbban megállapítani az így fellépő módosító tényezőt. Mivel ilyen üzemi méretű kísérlet elvégzésére nincs lehetőségünk, felveszünk egy biztonsági tényezőt, melyet 0,95-ben állapítunk meg, azaz a nyersszén dúsuló készségének rosszabbodásával számolunk. A nyersszén tulajdonságait megváltoztató tényezők egy része nehezebbé teszi a dúsítást, más része viszont elősegíti azt.

A dúsítást nehezebbé tevő két fontosabb tényező egyike az aprózódás, mely a legkevésbé jó kihozatali hatásfokkal dúsítható 0,5 mm alatti iszapszén mennyiségét növeli. A másik tényező az agyagfelázás, mely a flotációs széndúsító eljárást igen hátrányosan befolyásolhatja. E tényе-



6. ábra. A KA-60 és KB-60 jelű sülőszénminták 0,5—8 mm-es finomszén osztályának dúsításakor várható kihozatalok ábrázolása



7. ábra. A KA-60 és KB-60 jelű sülőszénminták 8 mm-nél nagyobb durvaszén osztályának dúsításakor várható kihozatalok ábrázolása

zőkkel ellentétben viszont az aprózódásból, vagy a tervszerűen beiktatott aprításból eredő feltárás előnyösen hat a kokszszén kihozatala szempontjából. Végeredményben a 0,95-ös biztonsági tényező, mellyel a későbbiekben számolni fogunk, egy *kellő óvatossággal* felvett módosító tényező.

Tényleges kohókokszszén kihozatalok és kihozatali hatásfokok

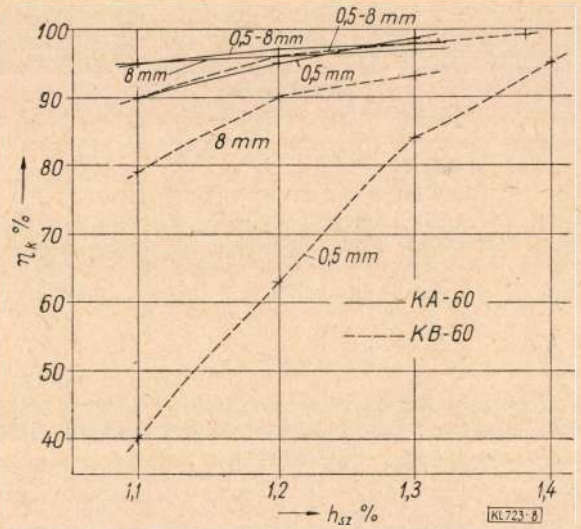
Az *5.*, *6.* és *7. ábrákról* leolvasott adatok alapján állítottuk össze a *4. táblázatot*, melyben a 12% hamutartalmú kohókokszszénre vonatkozó elméleti és számított tényleges kihozatalokat és kihozatali hatásfokokat adtuk meg. A 4. táblázat

4. táblázat

A KA-60 és KB-60 jelű sülőszénmintában levő 12% hamutartalmú kohókokszszenek kihozatali számai

Szemosztály, mm	KA-60 jelű minta			KB-60 jelű minta		
	Elméleti kihozatal s_e	Tényleges kihozatal s	Kihozatal hatásfok η_k	Elméleti kihozatal s_e	Tényleges kihozatal s	Kihozatal hatásfok η_k
	%			%		
<0,5	81,5	77,9	95,0	66,6	42,2	63
0,5—8	68,3	66,3	97,0	61,0	58,9	96
8<	35,9	34,5	96,0	24,8	22,2	90

adataiból láthatjuk, hogy a KA-60 jelű sülőszénminta 0—0,5 mm-es és 8 mm-nél nagyobb szemosztályai jobb dúsuló készséggel rendelkeznek, mint a KB-60 jelű sülőszénminta ugyanezen szemosztályai. A 0,5—8 mm-es szemosztály mindkét mintából közel azonos dúsuló készséggel rendelkezik és a tényleges kohókokszszén kihozatalok itt esnek legközelebb egymáshoz. Ez azért is



8. ábra. A KA-60 és KB-60 jelű sülőszénminta kihozatali hatásfokának alakulása a hamutartalom függvényében

nagy jelentőségű, mert ha a két szénmintát egy közös hidrociklon telepen dúsítjuk, akkor a minták egyenlősítésére nem kell különösebb gondot fordítanunk.

A különböző hamutartalomra dúsított kohókokszszenekhez tartozó kihozatal hatásfokok alakulását a *8. ábra* mutatja. Jól látható, hogy a KA-60 jelű sülőszénmintából nagyobb kihozatal hatásfokok érhetők el, mint a KB-60 jelűből, s ez különösen áll a 0—0,5 mm-es szemosztály dúsítására.

Együttmosás

A vizsgált két szénmintánk szerinti sülőszeneket egy közös szénmosóműben célszerű mosni. Az üzemben várható eredmények az *5.*, *6.* és *7. ábrák* görbéiről olvashatók le, illetve számolhatók ki. Az *5. táblázatban* a KA-60 és KB-60

5. táblázat

0—0,5 mm-es iszapszénosztályok 12% hamutartalmú kohókokszszénre való mosásakor várható üzemi eredmények

Megnevezés	δc kg/l	S	s_e	$S \cdot s_e$	s	$S \cdot s$	η_k	h_{sz}
		%						
KA-60...	1,675	62,5	81,5	50,9	77,9	48,6	95	12
KB-60...	1,400	37,5	66,6	25,0	42,2	15,8	63	12
Átlag....	—	100,0	75,8	—	64,4	—	85	12

jelű sülőszénminták együttes flotálásakor várható üzemi eredményeket tüntettük fel. Mivel a flotációs eljárás felületi tulajdonságok szerint választ, a nyert termékek tényleges választási fajsúlyai természetesen különbözőek lesznek, de ez flotációs eljárással görbéinkről csak tájékoztató jelleggel állapítható meg.

A 0,5—8 mm-es finomszén osztály együttmosásakor mindkét szénmintát elméletileg ugyanazon a fajsúlyon választják szét, mivel nehézszuszpenziós dúsításról van szó. A várható üzemi eredményeket a *6. táblázat* közli.

6. táblázat

0,5—8 mm-es finomszénosztályok 12% hamutartalmú kohókoksz-szénné való együttmosásakor várható üzemi eredmények

Megnevezés	δc kg/l	S	s_e	$S \cdot s_e$	s	$S \cdot s$	ηk	h_{sz}
		%						
KA-60...	1,528	67,4	67,0	45,1	64,5	43,4	96,2	11,6
KB-60...	1,528	32,6	63,6	20,7	62,2	20,3	98,0	12,8
Átlag....	1,528	100,0	65,8	—	63,7	—	96,8	12,0

7. táblázat

8 mm-nél nagyobb durvaszénosztály 12% hamutartalmú kohókokszszénné való együttmosásakor várható üzemi eredmények

Megnevezés	δc kg/l	S	s_e	$S \cdot s_e$	s	$S \cdot s$	ηk	h_{sz}
		%						
KA-60...	1,467	73,4	34	25	32,5	23,8	95	11,40
KB-60...	1,467	26,6	30	8	28,6	7,6	95	13,85
Átlag....	1,467	100,0	33	—	31,4	—	95	12,00

8. táblázat

A KA-60 és KB-60 jelű sülőszénminták főbb szemosztályainak 12% hamutartalmú kohókokszszénné való együttmosásakor várható összesített eredmények

Szemosztály mm	δc kg/l	S	s_e	$S \cdot s_e$	s	$S \cdot s$	ηk	h_{sz}
		%						
<0,5	—	11,2	75,9	8,5	64,4	7,2	85,0	12
0,5—8	1,528	35,8	65,8	23,5	53,7	22,8	96,8	12
8<	1,467	53,0	33,0	17,5	31,4	16,6	95,0	12
Átlag....	—	100,0	49,5	—	46,6	—	94,2	12

A 8 mm-nél nagyobb durvaszénosztályok együttmosásakor várható üzemi eredményeket a *7. táblázatban* foglaltuk össze. A *8. táblázat* az együttmosás után az egyes szemosztályok összesítéséből kapott adatokat mutatja.

Az együttmosásra vonatkozó táblázatok adataiból látható, hogy a komlói sülőszeneket átlagosan 94,2%-os kihozatal hatásfokkal és 46,6%-os kihozatallal lehet 12% hamutartalmú kohókokszszénné dúsítani. Ha számításainkat a 11% hamutartalmú kohókoksz-szénre is elvégezzük, akkor 90,4%-os kihozatal hatásfok mellett 41,7%-os kihozatalt kapunk.

9. táblázat

A KA-60 és KB-60 jelű sülőszénminták főbb szemosztályainak különböző hamutartalomra való együttmosása által elérhető többlet kohókokszszén

Szemosztály mm	δc kg/l	S	s_e	$S \cdot s_e$	s	$S \cdot s$	ηk	h_{sz}
		%						
<0,5	—	11,2	78,6	8,8	73,5	8,2	93,5	13,0
0,5—8	1,437	35,8	62,0	22,2	58,6	21,0	94,5	11,0
8<	1,503	53,0	36,0	19,1	34,8	18,4	96,6	13,0
Átlag....	—	100,0	50,1	—	47,6	—	95,0	12,1

Végeztünk olyan számítást is, amikor az egyes szemosztályokat olyan átlag hamutartalomra dúsítottuk, hogy a kihozatal hatásfokok az optimumot közelítsék meg. Ennek adatait a *9. táblázatban* foglaltuk össze. Látható ebből, hogy az egyes szemosztályoknak különböző hamutartalomra való dúsításával érjük el a gyakorlatban a legkedvezőbb koksz-szénkihozatalt.

Végül a biztonsági tényezőt is figyelembe véve, a *10. táblázatban* foglaltuk össze a várható

10. táblázat

A KA-60 és KB-60 jelű sülőszénminták alapján a várható kohókokszszén kihozatalok alakulása a biztonsági tényező és a sülőszén és kevésbé sülőszén arány bevezetése mellett

Termék megnevezése h_{sz}	s	$s \cdot 0{,}95$	$s \cdot 0{,}95 \times 0{,}80$	1 t kohókoksz szén előállításához szükséges	
				sülőszén	összes szén
	%			t	
11% hamutartalmú kohókokszszén . .	41,7	39,6	31,6	2,53	3,16
12% hamutartalmú kohókokszszén	46,6	44,3	35,4	2,26	2,82
12,1% hamutartalmú kohókokszszén ...	47,6	45,3	36,2	2,21	2,76

kihozatalok alakulását, egyúttal megadva azt, hogy 1 tonna kohókoksz-szén előállításához hány tonna sülőszenet kell termelni. A *10. táblázat* utolsó rovatában az 1 tonna kohókoksz-szén előállításához szükséges összes nyersszén mennyiségét adtuk meg tonnákban, mikor is 80—20%-os sülőszén — kevésbé sülőszén arányt vettünk alapul.

A vizsgált szénminták alapján megállapíthatjuk, hogy a komlói sülőszénből 12% hamutartalmú kohókoksz-szenet kb. 45%-os kihozatallal lehet kinyerni. Ha még figyelembe vesszük, hogy a sülőszén az összes széntermelésnek kb. 80%-át teszi ki, akkor kb. 36%-ra tehető a kihozatal, mely ma egy reálisan elérhető optimum. Tehát a komlói feketeszénnel jelenleg elért 28%-os kohókoksz-szén kihozatal korszerű szénelőkészítő eljárások segélyével 8%-kal növelhető. Évi 1 millió tonna nyersszén termeléskor — ami egy korszerű nagyüzemi koncentráció méretének felel meg — évi 80 millió deviza Ft-nak megfelelő többlet kohókoksz-széntermelést tudunk elérni, ha egy új mosóműben a számításainkhoz alapul vett korszerű eljárás szerint dúsítjuk a nyers szenet.

A kb. 50%-os elméleti kohókoksz-szén kihozatalt az előbbiek szerint 14%-os hiánnyal közelítettük meg. Ez kedvező esetben kb. 5%-os hiányra csökkenthető, azaz kb. 45%-os lehet a kihozatal, ha az összes termelt feketeszenet be lehet vonni a kohókoksz-szénné való dúsításba és az összes szén dúsuló készsége a vizsgált két minta szerinti lesz. A jelenlegi ismereteink szerint alig valószínű, hogy a csúcsot elérjük. Okvetlenül

létezik a 36 és a 45%-os kohókoksz-szén kihozatal között egy olyan műszaki-gazdasági legkedvezőbb érték, amelyet minden bizonnyal el lehet érni. Ennek a legkedvezőbb súlykihozatal elérésének igen nagy a gazdasági jelentősége. Ugyanis míg ma 3,6 t komlói feketeszenet kell kibányásznunk ahhoz, hogy 1 t 12% hamutartalmú, kamrába tölthető kohókokszszenet tudjunk előállítani, addig korszerű eljárással már csak 2,8 t nyersszenet kell termelnünk, ami valószínűleg még tovább csökkenthető kb. egészen 2,2 tonnáig, ha az erre irányuló további kutatások és kísérletek sikerrel járnak.

Összefoglalás

A komlói feketeszénből vett két sülőszénmintával végzett szitaelemzés, fajsúlyelemzés vizsgálatok és mosástechnikai számítások alapján rámutattunk arra, hogy a jelenlegi kb. 28%-os kohókokszszénkihozatal milyen módon növelhető és mennyire közelíthető meg a kb. 50%-os elméleti kihozatal. A komlói feketeszén dúsítására több eljárás jöhet szóba, melyek közül egyik legmegfelelőbb az, amelyet a Nehézipari Minisztérium vezetésével és több szerv bevonásával 1960. év elején összehívott értekezlet közös megállapodással elfogadott. Az elfogadott módszer a következő három széndúsító eljáráson alapszik :

1. A 0—0,5 mm-es iszapszénre habflotálás,
2. a 0,5—8 mm-es finomszénre hidrociklonos nehézszuszpenziós széndúsítás és
3. a + 8 mm-es durvaszénre sztatikus nehézszuszpenziós széndúsítás.

Ebben a cikkben foglalt mosástechnikai számítást is erre a három széndúsító eljárásra, illetve az ezekhez tartozó szemosztályokra végeztük el.

Az egyes széndúsító eljárásokra jellemző E_p-k és Tromp-görbék segítségével kiszámítottuk a tényleges mosottszén görbéket. Így vizsgálati adataink, elméleti számításaink és a figyelembe vett biztonsági tényező, valamint a becsült sülő szén és kevésbé-sülőszén arányszám alapján megállapítottuk, hogy a 12% hamutartalmú kamrába tölthető kohókoksz-szén reális optimumként kb. 36%-os kihozatallal érhető el. Továbbá rámutattunk, hogy ez a kohókoksz-szénkihozatal megfelelő feketeszén adottságok mellett, legfeljebb kb. 45%-ra fokozható. A 36%-os és 45%-os kihozatal között van egy műszaki-gazdasági csúcsérték, melynek pontos megállapítása a jövő kutatás és kísérlet feladata.

IRODALOM

[1] *Dr. Tarján Gusztáv :* Szénelőkészítéstan. Egyetemi tankönyv 1955.

[2] *Horváth László :* A kokszszén kihozatalának alakulása a komlói feketeszénnel. Bányászati Kutató Intézet, kutatási jelentés. 1960. VI.

ENERGIAGAZDÁLKODÁSI TUDOMÁNYOS EGYESÜLETI HÍRE

1961. október 16—20 között tartják Budapesten a II. Ipari Energiagazdálkodási Konferenciát, amelyre mintegy 10 országból érkeznek szakemberek és küldik be tudományos dolgozataikat.

A Konferencia célkitűzése elsősorban a gazdaságos energiafelhasználás elősegítése a nemzetközi tudományos és műszaki együttműködés révén.

A Konferencia foglalkozni fog az olaj- és gázfelhasználás műszaki és gazdaságossági kérdéseivel, az egyes iparágak energiafelhasználásának racionalizálásával, a fajlagos energiafelhasználás mutatószámaival, az energiamérlegekkel, továbbá az energetikai műszerezéssel és automatizálással.

A Konferenciára vonatkozó mindennemű felvilágosítást a Konferencia Szervezőbizottsága ad (Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület, Budapest, V., Szabadság tér 17. II. 233.).

EGYESÜLETI HÍR

1961. június hóban Diósgyőrben megrendezendő *tűzállóanyagipari ankét* előadásai.

Előadások az ankét első napján :

1. Megnyitó. A tűzállóanyagipar jelenlegi helyzete, problémái, fejlődésének iránya a II. ötéves tervben. *Czecze László* iparigazgató.
2. Tűzállóanyagok minőségének vizsgálati módszerei. *Sövegjártó János.*
3. Kohók, Martin- és mélykemencék tűzallóanyagai. *Gácsi Miklós.*
4. Saját erőből végrehajtható, rekonstrukcióval egybekötött műszaki fejlesztések tűzállóanyaggyárainkban. *Barczi Mátyás.*
5. A félszáraz samottmassza keverésének és az ellenáramú gyorskeverőgépek automatikus vezérlése. *Veres József.*
6. A tűzállótéglák tömörségének növelése. *Nagy Ferenc.*

Előadások az ankét második napján :

1. Mullit-képződés samott-téglákban. *Lőcsey Béla.*
2. Acélgyártó kemencefalazatok tűzállótégláinak melegszilárdsága. *Cser Arisztid.*
3. A Robur-boltozattéglával szerzett üzemi tapasztalatok ismertetése. *Molnár Pál.*
4. A kohászati kemencék átépítésekor szerzett hazai tapasztalatok.
5. A hazai szilikát-téglagyártás jelenlegi helyzete és fejlesztésének iránya. *Antal Boza József.*
6. Zárszó. *Valkó Márton.*

L. J.

Könyvismertetés

Az acél Mn-tartalmának szerepe a kén káros hatásának csökkentésében

MCSEDLISVILI, V. A.—LUBINOVA, G. A.—SZAMÁRIN, A. M.

Metallurgizdat, 1960. Moszkva

A növekedő kéntartalom növeli az acél képlékeny alakítási nehézségeit. Az acélgyártás folyamán a mangánt min. 0,2% koncentráció alatt tartják, hogy a mangánnal kéntelenítsenek a következő reakció felhasználásával

$$[FeS] + Mn = [MnS] + Fe$$

Ez a reakció játszódik le a kirstályosodás és a melegalakítás előtt a hőntartás folyamán.

A S jelenléte a szemcséket körülvevő szulfidhártya miatt okozza a vöröstörékenységet. A szulfidhártya abból adódik, hogy a Fe kénoldóképessége változik a $\delta \rightarrow \gamma$ átalakulásakor, valamint a további lehűlés folyamán. A Mn jelenléte a szulfidhártya olvadáspontját változtatja meg. Az eddig általánosan elfogadott álláspont szerint a vöröstörékenységet a Mn azzal befolyásolja, hogy szulfidzárványok eloszlása megváltozik. Kevéssé tanulmányozták eddig az oxiszulfidzárványok keletkezését, amely sok esetben okoz selejtet.

Ennek a munkának az volt a feladata, hogy a vasban levő FeS és Mn egyensúlyát, a Mn vöröstörékenységre kifejtett kedvező hatásának okát, valamint az oxiszulfidzárványok képződésének feltételeit tisztázza.

FeS és Mn közötti kölcsönhatást a vasban 1600 C°-on, 1520 C°-on és 1290 C°-on tanulmányozták. A kísérletek folyamán az O_2 befolyását vákuumos dezoxidálással küszöbölték ki és mennyiségét annyira csökkentették, hogy annak a mennyisége az Fe-ban való oldhatóság 0,003%-ot ne haladja meg.

A Mn-nak a fázisok közötti megoszlását is kiküszöbölték azzal, hogy a C-t 0,003—0,005% között tartották. Ugyanis a mangánkarbid 900 C° felett a γ-vasban oldódik, ugyanakkor a 0,05% C alatti acélban mangánkarbid nem képződik.

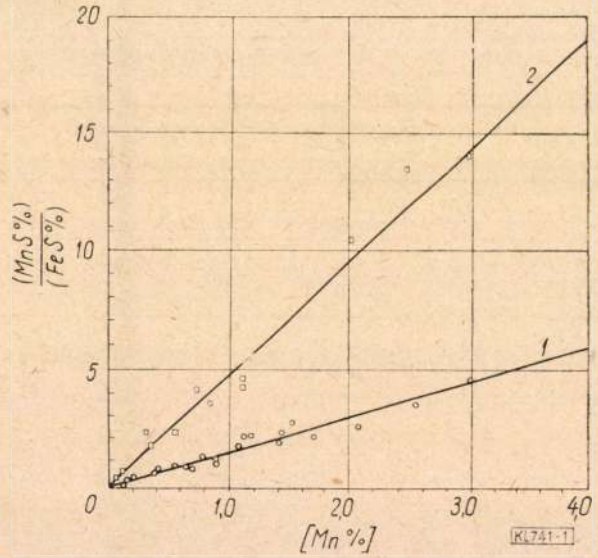
A reakció végbemenetelét a zárványizoláció segítségével különválasztott szulfidok elemzésével határozták meg. Megállapították az egyensúlyi állandót a különböző Mn- és S-tartalmú próbákra. Ennek eredményeként az alábbi diagramot állították össze *(1. ábra)*. A diagramból kiértékelhető külön 1600 és 1520 C° hőmérsékletre, valamint 1290 C°-ra az egyensúlyi állandó

$$K = \frac{(MnS)\ \%}{(FeS)\ \%\ [Mn]\ \%}$$

$$K_{1520^\circ} = 1{,}48\ ; \quad K_{1290^\circ} = 4{,}78$$

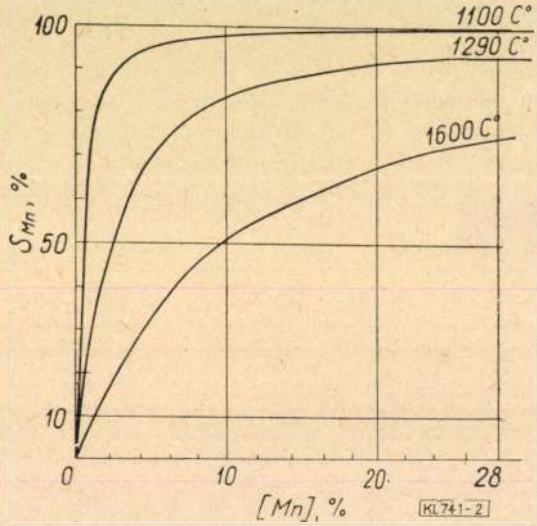
Az 1290 C°-on a reakció már az acél megdermedési hőmérsékletén játszódik le. Itt még a FeS folyékony és a reakciónak a szilárd Fe-ban oldott Mn-nal kell végbemennie. Ehhez idő kell. Megállapították, hogy a 6 és 30 órás izzítás után a szulfidok gyakorlatilag egyenlő összetételűek.

A kémiai reakció végbemenetelének lehetőségét termodinamikai alapon vizsgálták különböző hőmérséklethatárok között. Ennek alapján megállapították, hogy az acélgyártás hőmérsékletén a Mn nem lehet kéntelenítő. A Mn kéntelenítő szerephez jut a folyékony nyersvas hőmérsékletén, amikor is a (FeS) + Mn = = (MnS) + Fe reakció jobboldalra tolódik el. A Mn-hoz kötött S mennyiségét ábrázolja a Mn-tartalom függvényében *(2. ábra)* 1100, 1290, 1600 C°-on.



1. ábra. A szulfidokban levő $\frac{MnS\%}{FeS\%}$ *arány vasban oldott mangántartalom függvényében*

1. 1290 C°-on izzított, valamint 1520 C°-os kristályosodás utáni próbák.
2. 1600 C°-ról gyorsan hűtött próbák



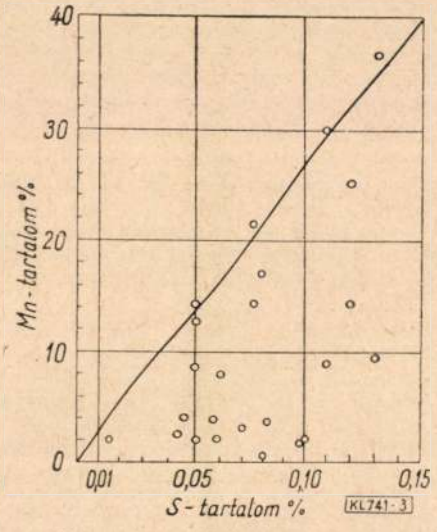
2. ábra. A Mn-hoz kötött kénmennyiség változása a Mn-tartalom függvényében 1100, 1290, 1600 C°-on

A 2. ábrából megállapítható, hogy a melegalakítás hőmérsékletén, 1100 C°-on a S-nek a Mn-hoz való vegyrokonsága jelentős mértékben megnő.

A következő fejezetben a szerzők a Mn-nak és hevítés hőmérsékletének a szilárd vasban levő S viselkedésére gyakorolt befolyásával foglalkoznak. U-alakú próbákat öntöttek grafit, acél és rézformába. E kísérlet során azt állapították meg, hogy a Mn-tartalom növelésével a S káros hatása csökken és a S mindenegyes koncentrációjához tartozik egy Mn-tartalom, amelyen melegrepedés nem lép fel. Ez látható a *3. ábrából*, ahol a S-tartalom függvényében azt a Mn-tartalmat ábrázolták, ahol már nem jelentkezett melegrepedés.

A melegrepedésre jellemző az a $\frac{Mn}{S}$ viszony, amely a fenti diagramon a meghúzott iránynak felel meg. Az egyenes felett nincs melegrepedés.

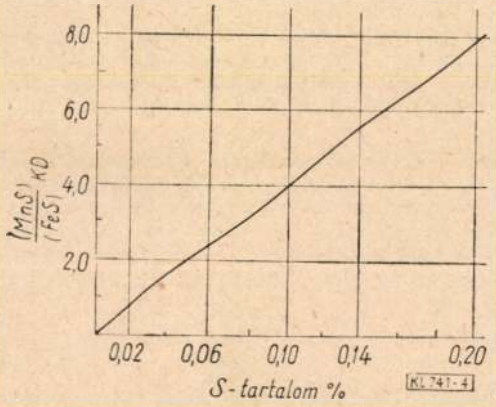
A Mn-ról megállapítják, hogy a kedvező hatása nem abban van, hogy csökkenti a FeS-oldóképességét. Ennek éppen ellentétes a hatása, éspedig az, hogyha nő a kivált kénmennyiség a szemcsehatáron, akkor a vöröstörékenységre való hajlamnak nőni kellene. A Mn azzal csökkenti a vöröstörékenységi hajlamot, hogy a kiváló szulfid fizikai állapotát megváltoztatja, disz-



3. ábra. Mn-tartalom és S-tartalom befolyása melegrepedések képződésére a vasban

pergálja ezeket. A diszperzió a Mn növekedésével emelkedik.

Bevezetik az $\frac{MnS}{FeS}$ Kr-t, a kritikus $\frac{MnS}{FeS}$ viszonyt *(4. ábra).*



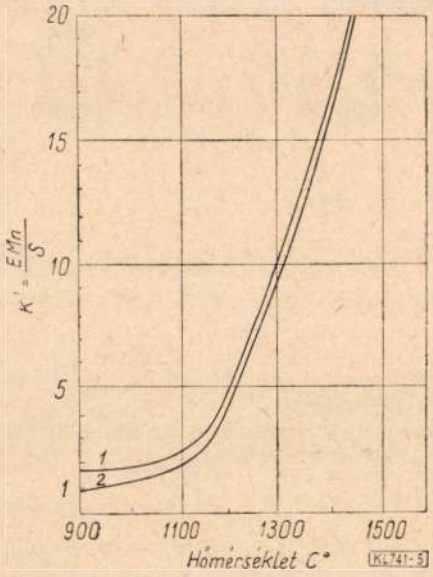
4. ábra. A zárványokban levő $\frac{MnS}{FeS}$ Kr-viszony változása a S-tartalom függvényében

Ha ez a viszony a szulfidos fázisban eléggé nagy, akkor a szulfidok halmazállapota már nem folyékony, hanem szilárd, vagy félig folyékony. A kritikus $\frac{MnS}{FeS}$ viszony nemcsak a kéntartalomtól függ, hanem a hőmérséklettől is. Mivel a szulfidfázisban $\frac{MnS}{FeS}$ viszonyt a Mn-tartalom is befolyásolja, ezért a $\frac{MnS}{FeS}$-t helyettesítik a $K' = \frac{\Sigma Mn}{S}$-el. Ennek a változását mutatja a hőmérséklet függvényében az *5. ábra.*

Ha az acélt izzítjuk, akkor a szulfidos zárványok megváltoztatják alakjukat, megnagyobbodnak, valamint a folyékony sulfidok szilárd halmazállapotúvá vagy félig folyékony állapotúvá alakulnak át. Az acélban oldott Mn- és a szulfidos fázis között is lejátszódik a reakció, ezt a szerzők mikrofotográfiákkal is bizonyítják.

Megemlítik, hogy az öntés hőmérsékletéről a kovácsolás hőmérsékletére lehűtött tuskók repedésének bekövetkezése valószínűleg ezzel magyarázható, szemben azzal az eljárással, amikor a tuskók először lehűtik és újra felmelegítik.

Oxiszulfidos zárványok képződése fontos Si-mal és Mn-nal dezoxidált acélokban. Ezek a zárványok öntött állapotban gömbösek, a szulfid-részecskék elkülönülnek a szilikátos részektől.



5. ábra. $\frac{Mn}{S}$ viszony változása a hőmérséklet függvényében

1. $S = 0{,}02\%$. 2. $S = 0{,}2\%$

Az acél izzításakor a szilikátüveg megváltoztatja saját alakját, a felületére szürke színű hártya rakódik és a globuláris forma is gyakran megsérül.

A hártya csaknem tiszta MnS-ból áll. Ez a folyamat lejátszódhat a kristályosodás és a lehűlés folyamán is.

E folyamat végbemenetelének lehetősége miatt a nemfémes zárványok megnövekedhetnek és az acél zárványossága nőhet. A hiba elkerülése végett csökkenteni kell az acél oxigén- és kéntartalmát.

Kállay Endre

Folyékony acél kezelése vákuumban

SZAMARIN, A. M.

Metallurgizdat, 1960. Moszkva

A szerző irodalmi összefoglalót ad folyékony acél vákuumos kezelésével kapcsolatosan. Ebben az összefoglalóban értékeli az egyes eljárásokat. Megállapítja, hogy a gáztalanítás mértékét nem az eljárás, hanem a nyomás határozza meg. Jelenleg a legegyszerűbb és legolcsóbb eljárás az üstben levő acél kezelése, hatásossága is van olyan, mint más eljárásoké.

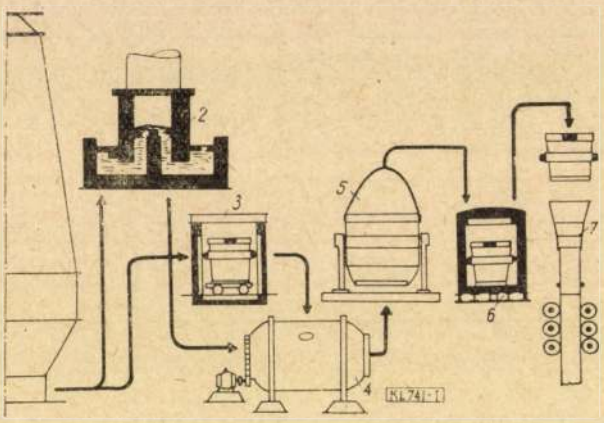
Ki kell emelni a vákuumozó kezelés jövő kilátásait. Itt megemlíti, hogy célszerű a vákuumban C-nal dezoxidálni s a végleges dezoxidációt ezután végrehajtani.

Kis C-tartalmú acélokat majd nagyobb C-nal lehet csapolni, mert a vákuum kezelés alatt a C csökken. A vákuumozó kezelés tömörebb tuskó gyártását teszi lehetővé, a pehelyképződést csökkenti. Csillapítatlan acélok dúsulása vákuumozó kezeléssel csökkenthető, ekkor lunker képződik, ezt a lunkert folyamatos öntéssel lehet majd kiküszöbölni.

A védőgázatmoszférát (N_2, Ar) kell majd a rozsdamentes és erősen ötvözött acélokra használni.

Nagysúlyú tuskókat a jövőben vákuumban kell önteni.

A konverteres acélgyártás irányát is megváltoztatja a vákuumozás. A konverter acél hidegtörékenységét a O_2 és N_2 okozza. Ha a konverteracélból az oxigént eltávolítjuk, tehát jól dezoxidáljuk, akkor a



1. ábra. A jövő acélgyártása

1. Nagyolvasztó, 2. és 3. Nyersvas vákuumos kezelése, 4. Keverő, 5. Konverter, 6. Acél vákuumos kezelése, 7. Folyamatos öntőmű

nitridképző elemekkel nem fog jelentős mennyiségű oxidzárvány keletkezni és a N_2 mint ötvöző emelni fogja az acél szilárdságát.

Bessemer-konverterben az acél nem kéntelenít-hető, ez majd megvalósítható lesz a nyersvas vákuumos kezelésével.

A jövő acélgyártása : nagyolvasztóból a nyersvasat lecsapolják, erre bizonyos összetételű salakot öntenek, vákuumosan kezelik, itt lezajlik a kéntelenítés ; utána következik a keverő, majd a konverterezés, ezután vákuumos kezelés, itt N_2, O_2, H_2 csökkentés, majd a folyamatos öntés *(1. ábra)*. *Kállay Endre*

Freiberger Forschungshefte B 43 Vaskohászat. Akademie Verlag, Berlin 1960. Ára 6.— márka. *Fiedler, Werner :* **Über die Anwendung eines Kalk — — Eisenoxid — Sinters beim basischen Siemens-Martin-Verfahren.** 64 oldal, 22 ábra, 18 táblázat.

Szerző részben az irodalom, részben saját kísérletei alapján ismerteti a címben látható tárgykört. A CaO-nak olvadási pontja 2000 C° felett van, s ezért a salak alakulását a beolvadáskor visszatartja. A kalciumferrit olvadáspontja a Fe_2O_3 miatt jóval alacsonyabb és ezáltal már a beolvadás alatt kedvező, hígfolyós salak képződik, mely a frissítés alatt némileg sűrüsödik. A kalcium-ferritsalaknak különösen a foszfortalanításra van jó hatása. A könyvecske leírja a CaO és Fe_2O_3 keverését, pelletezését átszívásos, ill. saját kísérletek alapján forgódobos kemencében való gyártását. Majd leírja 50 SM-adag eredményét. Végül megállapítja, hogy nem várható a kalciumferrit adagolásától a költségek emelkedése. Az eljárás bevezetését az NDK acélműveiben javasolja. Az ismertetést bő irodalom felsorolás zárja be. *Á. F.*

Üzemi hírek

Csepel Vas- és Fémművek Martin-művében az eddigi „lunkerpor" helyett kikísérleteztek egy CaSi—Al alapú exotermikus felöntéscsökkentő keveréket. Az ezzel kapcsolatban kialakított gyártási eljárás lehetővé tette, hogy a csillapított tuskók kihozatala az új eljárással 87—88%-ra növekedjék. *Sz. L.*

Csepel Vas- és Fémművek Martin-műve nagy mennyiségű körszelvényű tuskót gyárt csőgyártás céljára. A gazdaságosság parancsolóan előírta, hogy a tuskók minél nagyobb — lehetőleg 80%-ot meghaladó — mennyisége hántolás nélkül kerüljön be a csőgyári kemencékbe. Eddig a 380 mm-t meghaladó tuskók kokilláiban kézzel „keverést" végeztek. Most egy újítási javaslat alapján a géppel való keverésre kísérleteket kezdenek. *Sz. L.*

A Vaskohászati Kemenceépítő V. a kemenceépítők, acélgyártók és tűzállótéglagyártók munkájának tervszerű összehangolása révén az országos fajlagos új tűzállótégla fogyasztást az 1959. évi 23,6 kg/t-ról 19,5 kg/t-ra csökkentette. *Czeke Arisztid*

ÉRTESÍTÉS

A Terni-i ipari és kereskedelmi kamara és az Olasz Kohászati Egyesület arról értesítette egyesületünket, hogy f. év szept. hó 26—29-ig nemzetközi nagyokvács napokat rendez, melyen a nagykovácsdarabok gyártási és minőségi problémáit kívánja megvitatni.

A résztvevőktől kéri, hogy aug. 15-ig közöljék részvételi szándékukat.

A kovácsnapok programja az alábbi:

szept. 26-án: de. ünnepélyes megnyitó
du. előadások
szept. 27-én: de. előadások
du. üzemlátogatás
este közös vacsora
szept. 28-án: de. előadások
du. előadások
este ünnepi vacsora
közben gazdag hölgy-program
szept. 29-én: kirándulás a következő helyekre:
Spoleto, Assisi, Perugia és Orvieto.
Hivatalos nyelv olasz, angol, francia, német.

Az érdeklődőknek *Latinák István* a kovácstagozat vezetője készségesen ad felvilágosítást. Tel.: 468-161.

KOHÁSZATI LAPOK
Főszerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor
Műszaki Könyvkiadó. Budapest. V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Megjelenik: 1750 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em 306. — Telefon: 127-084
61-5594-689/2-Réval-nyomda, Budapest. V., Vadász utca 16.
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850.) vagy bármely postahivatalnál.
Előfizetési dij: egész évre 144.—Ft, egyesületi tagoknak 96.—Ft. Egyes szám ára: 12.—Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 08. sz. folyószámlájára)

Az OMBKE vaskohászati szakosztálya által a Kohászati Lapok 1960. évi 6. számában kiírt pályázatok eredménye

A kiírt hat ifjúsági pályázatra kettő, a hat általános pályázatra nyolc pályamunka érkezett. Négy ifjúsági és két általános témára akadt pályázó. A pályamunkák értékelésére alakult bizottság f. évi febr. 9-én tartott ülésén az alábbi döntést hozta:

Ifjúsági pályázatok:

B 1 téma: „Ferroclip" jeligéjű pályázat ..... III. díj 500 Ft
Szerzője: *Vata László* km, Dunai Vasmű

C 1 téma: „Ózd" jeligéjű pályázat ..... II. díj 1000 Ft
Szerzője: *Lőrincz Oszkár* km, Ózdi Kohászati Üzemek

Általános pályázatok:

Á 1 téma: „Judit" jeligéjű pályázat ..... I. díj 3000 Ft
Szerzője: *Horváth Dezső* km, Vasipari Kutató Intézet

Á 1 téma: „Mn, 54—93" jeligéjű pályázat ..... II. díj 2000 Ft
Szerzői: *Horváth Aurél* km, *Kalmár Elemér* km, *Pőcze László* vm, Dunai Vasmű

B 1 téma: „Automatika" jeligéjű pályázat ..... II. díj 2000 Ft
Szerzője: *Balogh Sándor* gm, Dunai Vasmű

B 2 téma: „Alma Mater" jeligéjű pályamunka ..... III. díj 1000 Ft
Szerzője: *Altnéder János* km, Dunai Vasmű

C 1 téma: „Gazdaságos pácolás" jeligéjű pályamunka ..... III. díj 1000 Ft
Szerzője: *Neuhöffer Ernő* gm, Borsodnádasdi Lemezgyár

A „Pyrádió", „Jó acél" és „Saválló" 3" jeligéjű pályázatokat a bíráló bizottság pályadíjra nem tartotta érdemesnek.

A vaskohászati szakosztály vezetősége 1961. márc. 6-án tartott ülésén a bíráló bizottság fenti döntését jóváhagyta és intézkedett a pályadíjak kifizetéséről.

Dr. Visnyovszky László

Pályázati felhívás

az Atomtechnikai Tanfolyamra való jelentkezésre

Az Országos Atomenergia Bizottság és a Művelődésügyi Minisztérium az Atomtechnikai Tanfolyam Magkémia, illetve Nukleáris Elektrónika tagozatán 1961. szeptemberében új évfolyamot indít.

A tanulmányi idő négy szabályszerű egyetemi félév, a heti kötelező óraszám: 12.

A hallgatók félévenként vizsgát tesznek, és a diplomaterv sikeres megvédése után szakmérnöki oklevelet kapnak, melyet az Országos Atomenergia Bizottság és a Művelődésügyi Minisztérium állít ki.

A tanfolyam díjtalan. A résztvevők a 2043/1960. (IV. 22.) számú Kormányrendeletben előírt munkaidőkedvezményben részesülnek.

A Magkémia Tagozat célja: hogy a résztvevők elsajátítsák a reaktor üzemanyagok és szerkezeti anyagok kémiáját és technológiáját, valamint az izotóp előállítás elméletét és az izotópok alkalmazását.

A nukleáris elektrónika tagozat célja: hogy a hallgatók elsajátítsák azokat az alapvető ismereteket, melyek szükségesek a korszerű nukleáris műszerek tervezéséhez és gyártásához.

Pályázati feltételek: a tanfolyamra jelentkezhetnek azok a vegyészek, vegyészmérnökök, illetve villamosmérnökök, akik saját szakmáikban megfelelő gyakorlattal rendelkeznek.

A pályázathoz csatolni kell:

1. Önéletrajzot, működési leírással és a diploma számával, keltével, minősítésével.
2. Orvosi bizonyítványt.

A pályázatot a munkahely vezetőjének saját, valamint a pártszervezet véleményével főhatóságán keresztül az Országos Atomenergia Bizottság Oktatási Szakbizottságához (Budapest, V., Szalay u. 10—14.) kell eljuttatni 1961. július 15-ig.

Keresse fel a

NEMZETKÖZI MŰSZAKI KÖNYVKIÁLLÍTÁST

a Budapesti Ipari Vásáron

a Fő úton a Bolgár pavilonnal szemben

1961 május 19—május 29

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

Példányonkénti eladási ára: 12.— Ft

CENTROZAP

Külkereskedelmi Vállalat
Katowice - Plebiscytowa 36, Lengyelország
Postafiók 825

Exportál:

gépeket és berendezéseket szürke-öntvény, acél- és színesfém-öntödékhez;

vállalja:

öntödék modernizálását, gépesítését és rekonstrukcióját különféle iparágak számára és célokra (mezőgazdasági gépalkatrészek, elektrotechnikai ipar, gépjárműipar, valamint háztartási célok stb.)

A Centrozap-gépek jellemzői:

könnyű konstrukció
egyszerű kezelés
nagy teljesítmény

KOHÁSZATI *lapok*

94. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

6. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 94. ÉVFOLYAM 6. SZÁM • 233—280. OLD. • BUDAPEST, 1961. JÚNIUS

KOHÁSZATI LAPOK

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

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

Венгерский Журнал Металлургии

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

Főszerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BALÁZS FÜLÖP
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DOMONY ANDRÁS DR.
HAJTÓ NÁNDOR DR.
KÁLMÁN SÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
KÖRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
OVÁRI ANTAL
PILISSY LAJOS
SÁFÁR LÁSZLÓ
SÖVEGJÁRTÓ JÁNOS Dr.
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÉCSEY BÉLA Dr.

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

MEGJELENIK HAVONKÉNT

TARTALOM

Dr. Verő József: A folyamatosan öntött acél kristályosodásának jelenségei 233
Műszaki és gazdasági hírek 238, 253
Gémes Ferenc: A vasoxid redukciójának adszorpciós-autokatalitikus elmélete 239
Egyetemi hírek 247
Balázs Endre: Az alumíniumelektrolizáló kádak folyamatos timföldadagolása 248
Műszaki eseménynaptár 253
Dévényi György: Az Al 99,5 és Cu-E csövek alakíthatósága és mechanikai tulajdonságainak változása üres húzás közben 254
Hibaigazítás 259
Temesi Sándor: Kísérletek a vörösiszap darabosodó készségének megállapítására 260
Egyesületi hír 263, 280
Mácsay József: A magyar nagyolvasztóművek gépi berendezésének fejlődése és jövő feladatai 264
Megadott szabadalmak 269, 277
Lacfalvi József: A vaskohászat főbb jellemzői a statisztika tükrében 270
Üzemi hírek 276
Könyvismertetés 278

ÖNTÖDE:

Patterson W.—Koppe, W.: A lehűlés, dermedés és átalakulások időbeni folyamatai öntvényekben 121
Horváth László: Gömbgrafitos öntöttvasgyártás tapasztalatai merülőharangos eljárással és a lengyel zárt üsttel 127
Öntödei folyóiratfigyelő szolgálat 137
Emőd Gyula: Magnéziumbronz viselkedése villamos kapcsolókban .. 138
Vörös Árpád: Szovjet öntödei berendezések 140
Szakosztályi hírek 143

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

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

CONTENTS:

Dr. Verő J.: **Crystallization phenomena in continuously cast steel** ..... P 233

Continuous billet casting is described from the point of view of quality after literature data and Hungarian experiences. The success of casting is endangered by the tearing of the skin and cracking of the billet. The mode of crystallization is determined by the shape of the pool and the direction and amount of heat conduction. The fine-grained globulite layer and the columnar layer are wider than in a billet cast in a cast iron ingot mould. The mode of cooling promotes the development of an extended shrinkage cavity in the center of the section.

Gémes, F.: **The adsorptional-autocatalytic theory of iron oxide reduction** ..... P 239

Thermodynamical equilibria cannot render adequate information on metallurgical processes. The paper describes the adsorptional-autocatalytic theory of the reduction process which fits many phenomena met in practice. The influence of the CO^2 content of the charge, the basic sinter requirements and the influence of high top pressure are described.

Balázs, E.: **Continuous additionof aluminain the aluminium electrolysing baths** ..... P 248

The authors describe the literature data concerning the advantages of continuous addition and the present results of plant experiments connected with some relevant patents.

Dévényi, G.—Mecseki, I.: **Formability and variation of mechanical properties of Al 99,5 and Cu-E tubes during mandrelless drawing** ..... P 254

Mandrelless drawing experiments were performed with two kinds of tube materials to determine the permissible amount of forming and the variation of mechanical propertics. The experiments are intended to aid the plants in designing more economical production methods

Temesi, S.: **Experiments concerning the determination of the agglomerating tendency of red mud** ..... P 260

The author's experiments showed that red mud can be dried by flue gas and agglomerated in the usual manner. The agglomerated red mud has high strength and porosity and can be used advantageously in the production of foundry iron and calcium aluminate slag.

Mácsay I.: **Development of the engineering facilities at Hungarian blast furnace plants and some problems of the future** ..... P 264

A historical review of the development of the throat stopper, the charging, transporting, blowing, gas cleaning equipment etc. Shows the path of development for the near future.

Lacfalvi, J.: **Chief characteristics of iron metallurgy from the point of view of statistics** ... P 270

Indices of pig iron, molten steel and rolled steel based on production statistics chiefly for the period 1949—1960.

СОДЕРЖАНИЕ:

Др. Вере, Ё.: **Явления кристаллизации стали при непрерывной отливке** ..... С 233

На основе литературных данных и отечественных опытов, статья ознакомит вопросами непрерывной отливки слитков с точки зрения качества. Разрыв корки и растрескивание слитка угрожает получению качественного литья. Способ кристаллизации определяет вид лужи, направление и энергичность отвода тепла. Мелькозернистая глобулярная корка и игольчатый слой больше чем в слитках, отлитых в чугунных изложницах. Способ охлаждения благоприятствует образованию усадочной раковины, растянутой в середине сечения.

Гемеш, Ф.: **Адсорбционно-автокаталитическая теория восстановления окислов железа** ... С 239

На вопросы, связанные металлургическими процессами, термодинамические равновесия не дают удовлетворительного ответа. Статья излогает адсорбционно-автокаталитическую теорию восстановительных процессов, которая может обяснять многие явления практики. На основе этой теории, автор рассматривает влияние содержания CO_2 шихты, необходимость применения офлюсованного агломерата и влияние повышенного давления колошника.

Балаж, Э.: **Непрерывная загрузка глинозёма в электролизные ванны алюминия** ..... С 248

Авторы ознакомят литературными данными преимуществом непрерывной загрузки и описывают положение и результаты патентов, находящихся в стадии практического испытания.

Девени, Д. — Мечеки, И.: **Деформируемость и изменение механических свойств труб из Al 99,5 и Cu-E во время протяжки** ..... С 254

Для выяснения допускаемой степени деформаций и изменений механических свойств производили опытные протяжки с двумя материалами. С этим оказивают помощь к заводам к разработке экономичной технологии производства.

Темеши, Ш.: **Опыты для определения способности к агломерации красного шлама** .... С 260

По опытам автора, красный шлам можно подсушивать дымовыми газами и агломерировать обычным методом. Агломерат, полученный из красного шлама пористый и имеет большую прочность. Из него выгодно выплавить литейный чугун и кальциевокислый и алюминатный шлак.

Мачаи, И.: **Развитие механического оборудования отечественных доменных цехов и задачи будущего** ..... С 264

Исторический обзор развития колошникового затвора, загрузочного и транспортирующего устройства, воздуходувок, газоочистителей, и т. д. Указываются пути дальнейшего развития

Лацфалви, Й.: **Главнейшие показатели черной металлургии на фоне статистики** ..... С 270

Показатели производства чугуна, стали и проката на основе производственной статистики особенно в 1949—1960 годах.

INHALT:

Verő, J. Dr.: **Die Kristallisationserscheinungen beim Stahl-Strangguss** ..... P 233

Der Strangguss im Lichte der Stahlqualität. Rissgefahren. Einfluss der Ausbildungsform des Sumpfes, der Richtung und Intensität der Wärmeentnahme auf die Kristallisation. Die Feinkörnige, globulitische Strangschale und die strahlige Zone sind stärker, als beim Kokillenguss. Die Art der Abkühlung fördert die Entstehung des langgestreckten Fadenlunkers in der Mitte des Strangquerschnittes.

Gémes, F.: **Die adsorptionskatalytische Theorie der Reduktion von Eisenoxyden** ..... P 239

Die thermodynamischen Gleichgewichte geben keinen einwandfreien Aufschluss über die metallurgischen Vorgänge. Erklärung verschiedener Betriebserscheinungen mit Hilfe einer adsorptionskatalytischen Theorie der Reduktionsvorgänge. Untersucht wurden der Einfluss des CO_2-Gehaltes des Möllers, die optimale Menge von basischem Sinter, der Einfluss des hohen Gichtdruckes.

Balázs, E.: **Die ununterbrochene Tonerdezugabe in den Aluminium-Elektrolysierbädern** ..... P 248

Die Verfasser geben einen Überblick über die Fachliteratur bezüglich der ununterbrochenen Tonerdezugabe und beschreiben den derzeitigen Stand und die Resultate einiger Patente, die in der Praxis ausprobiert werden.

Dévényi, Gy., Mecseki, I.: **Die Veränderung der Formbarkeit und der mechanischen Eigenschaften von Al 99,5 und Cu-E Rohren während des Ziehens ohne Dorn** ..... P 254

Ziehversuche ohne Dorn wurden mit zweierlei Rohrwerkstoff durchgeführt, um die tragbare Verformung und die Änderung der mechanischen Eigenschaften zu erforschen. Diese Versuche unterstützen die Betriebe bei der Ausarbeitung wirtschaftlicher Produktionsverfahren.

Temesi, S.: **Versuche zur Bestimmung der Stückungsfähigkeit von Rotschlamm** ..... P 260

Den Versuchen des Verfassers zufolge kann der Rotschlamm mit Abgasen getrocknet und in gewohnter Weise agglomeriert werden. Der agglomerierte Rotschlamm ist porös, von hoher Festigkeit und gut geeignet zur Herstellung von Giessereiroheisen und Kalziumaluminatschlacke.

Mácsai, I.: **Die Entwicklung und Zukunftsaufgaben der Mechanisierung der ungarischen Hochofenwerke** ..... P 264

Die Entwicklung der Gichtverschlüsse, der Aufzüge, der Transporteinrichtungen, der Gebläse, der Gasreinigungen, u. s. f. Richtlinien für den weiteren Ausbau.

Lacfalvi, I.: **Die wichtigsten Kennzahlen des Eisenhüttenwesens im Spiegel der Statistik** . P 270

Statistische Angaben der ungarischen Roheisen — Stahl- und Walzwaren — Erzeugung, insbesonder in den Jahren von 1949 bis 1960.

ÖNTÖDE

СОДЕРЖАНИЕ:

Паттерсон, В. и Коппе, В.: **Процессы охлаждения, затвердевания и превращения структуры отливок в зависимости от времени** ... С 121

Хорват, Л.: **Опыты производства чугуна с шаровидным графитом путём погружения в металл колокола с модифицирующим материалом и путём применения польского закрытого ковша** ..... С 127

Исследования провели путём применения погружающегося в металл колокола. После устранения технологических ошибок и конструирования колокола с правильными размерами мы достигли высокой прочности чугуна и этот метод вводили в производство. Термическая обработка так произведенного чугуна не дала хороших результатов из за высокого содержания марганца в чугуне. После этого исследовали метод модифицирования в польском закрытом ковше типа ИКП 58, применяя металлический магниевый стержень в виде электрона. Производственные опыты 11 исследований являются очень хорошими. С точки зрения расхода магния, техники безопасности и экономически, новый метод имеет перспективу.

Эмед Г.: **Свойства магниевой бронзы в электрических включателях** ..... С 138

В электрических включателях бериллиевую бронзу заменили после исследования 5 различных сплавов с 0,5—1%-ным сплавом из Cu—Mg Включатели из Cu—Mg сплата, строенные два года тому назад в трамваи, работают и сейчас отлично.

Вёрёш, А.: **Советские машины литейного производства** ..... С 140

INHALT:

Patterson W. és *Koppe W.:* **Zeitlicher Ablauf von Abkühlung, Erstarrung und Umwandlung im Gusstücken** ..... P 121

Horváth L.: **Erfahrungen bei der Erzeugung von Gusseisen mit Kugelgraphit mit der Tauchglocke und mit der geschlossenen Giesspfanne polnischer Ausführung** ..... P 127

Anfangs wurden Versuche mit dem Tauchglokkenverfahren durchgeführt. Durch Behebung der metallurgischen Fehler und durch entsprechende Ausbildung der Impfglocke wurden gute Festigkeitswerte erzielt und das Verfahren im Betrieb eingeführt. Die Wärmebehandlungsversuche brachten wegen des h ohen Mn-Gehaltes des flüssigen Eisens nicht des vollen Erfolg. Später erfolgte ein Übergang auf die Behandlung des fl. Eisens mit Stabförmigen Mg bezw. Elektron in der geschlossenen Giesspfanne Typ JKP 58 polnischer Ausführung. Die praktischen Erfahrungen der 11 Versuche waren sehr erfolgreich. Das neue Verfahren erwies sich als sehr günstig bezüglich Magnesiumaufwand, Arbeitschutz und Wirtschaftlichkeit.

Emőd Gy.: **Das Verhalten der Magneziumbronze-Bestandteile in elektrischen Schaltgeräten** .. P 138

Die Prüfung, die zwecks Ersatz der Berlilium-Bronze-Legierung in Elektrischen Schaltgeräten mit zwanzig verschiedenen Legierungen durchgeführt wurde, zeigte dass Gussteile aus der 0,5—1%-er Cu-Mg Legierung sich besser bewähren als die aus Berillium-Bronze erzeugten. Die in elektr. Strassenbahnwagen bereits vor zwei Jahren eingebauten, aus Cu-Mg Legierung hergestellten Gussteile, funktionieren einwandfrei.

Vörös Á.: **Sowjetische Giessereieinrichtungen** 140

CONTENTS:

Patterson W. and *Koppe W.:* **Time temperature Effects of Cooling, Solidification and Transformation in Castings** ..... P 121

Horváth L.: **Experiences in producing spheroidal cast iron by the plunging-bell method and with the Polish closed ladle** ..... P 127

At first we carried out our experiments with the plunging-bell. After eliminating the metallurgical faults and shaping properly the plunging-bell we obtained very good strength-values : the method was introduced into works-operation. The annealing experiments have not given the full results, because the manganese content of the iron was too high. Later on, we turn to treat the molten iron with rod-shaped magnesium respectively electron. We got from 11 experiments very good practical experiences. The use-up of magnesium, the safeguarding of labour and the economy of the new method seems very favourable.

Emőd Gy.: **The behaviour of magnesium-bronze parts in electric-switchgears** ..... P 138

The testing of twenty different alloys for substituting berylliumbronze alloys in electric-switchgears has shown that parts made of the 0,5—1 per cent Cu-Mg alloy, proved better than those made of beryllium-bronze. Cast parts of Cu-Mg alloy built in a tramcar are since two years in trouble free function.

Vörös Á.: **Soviet foundry equipment.** ..... P 140

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

94. évfolyam **6. szám** 1961. június

A folyamatosan öntött acél kristályosodásának jelenségei

Dr. VERŐ JÓZSEF egyetemi tanár

DK : 548.7 : 669.14—146.4

A folyamatos öntés rövid jellemzése

Az acél feldolgozásának még jelenleg is általában használt, hagyományos módja nagyon költséges berendezést, sok beruházást kíván, az elvégzendő műveletek sok hő- és villamos energiát fogyasztanak, sok munkaerőt is lekötnek, tehát drágák. A hagyományos módon végzendő feldolgozásnak fontosabb berendezési egységei az öntőcsarnok a megfelelő kokillaparkkal, a mélykemencék és a blokksor, valamint mindezeknek kiszolgáló és segédberendezései. Ezek akkor válhatnának feleslegessé, ha a folyékony acélt kellően rövid idő alatt olyan kisebb szelvényű tuskóvá sikerül önteni, amelyet közép- vagy finomsoron, kovácsüzemben készáruvá alakíthatunk. A feladat megoldását a könnyű- és színesfémiparban már régebben bevált folyamatos tuskóöntő módszer átültetésében lehet keresni és tíz-tizenkét éve ezen az átültetésen a siker biztató jeleivel világszerte foglalkoznak is.

A könnyűfémiparban már több évtizede használatos folyamatos öntőmódszert az jellemzi, hogy a folyékony olvadékot olyan kokillába öntik, amely rövid és mindkét végén nyitott. Az öntés kezdetén a kokillát alul egy lefelé süllyeszthető fenéklap, az öntés további folyamán pedig a tuskónak már szilárd része zárja el. Az öntés azzal válik folyamatossá, hogy a fenéklapon álló tuskót olyan ütemben süllyesztjük lefelé, amilyen ütemben a hűtés hatására a kristályosodása végbemehet. Felül az olvadékot olyan sebességgel öntjük, hogy a kokillában a fém tükre állandó szinten maradjon. A kokillából alul kibúvó tuskót vízpermettel még erélyesen hűteni szokás, ezután legtöbbször még hideg vízbe is merül. Evvel elérhető, hogy az olvadék kristályosodása és lehűlése folytán felszaduló meleg jelentős része axiális irányban lefelé vezetődik el, a kristályosodás frontfelülete pedig a keresztmetszet jelentős részében megközelítően vízszintes sík, csak a keresztmetszet szélén hajlik fel (2. ábra). Az ilyen kristályosodásnak kedvező következménye a fogyásüreg és a dúsulás csökkenése, sőt elmaradása. A tuskó süllyedésének sebessége a keresztmetszet nagysága és az ötvözet természete szerint 20—200 mm/perc lehet. Teljesen folyamatosnak akkor nevezzük az öntést, ha a lefelé süllyedő tuskóból — alul a feldolgozás kívánta hosszúságú darabot — az öntés félbeszakítása nélkül időnkint levágunk. Félig folyamatosan működő öntőberendezésben egyfolytában néhány méter hosszú tuskót öntenek, ezután az öntést megszakítják, a tuskót kiemelik, majd az öntést újra kezdik.

Az acélipar számára a folyamatos öntés részleteit az alumíniumtuskók öntésétől — több okból — eltérően kellett megállapítani. Az első ilyen ok az olvadáspont. Az alumíniumot és ötvözeteit 700 C-fok körüli hőmérsékleten kell önteni. Ilyen hőmérsékletű olvadék aránylag lassan hűl, a melegen tartása is könnyen megoldható, alumíniumtuskót ezért egyfolytában, akár több órán keresztül is önthetünk. Acélt több mint kétszer nagyobb hőmérsékleten kell önteni, a nagy hőmérsékletű folyékony acél az időegységben több meleget veszit, melegen tartása — kellően szigetelt üst használatán kívül — gazdaságosan alig oldható meg. Ezért egy-egy acéladag folyamatos öntését az alatt a legfeljebb 40—60 perc alatt kell elvégezni, ameddig az üstben levő acél még nem hűl a kedvező öntési hőmérséklet alá.

A másik lényeges körülmény, hogy az acél nagy adagokban készül. A kis méretű villamoskemencéket nem számítva mintegy 50 t-ban jelölhetjük meg korszerű acélműveink legkisebb olvasztó egységeinek befogadóképességét. Ilyen nagy mennyiségű acélt a szükséges rövid idő alat csak úgy önthetünk kellően kis keresztmetszetű tuskóvá, ha az öntés sebessége nagy és esetleg több szálat öntünk egyszerre. Ha F dm² keresztmetszetű tuskóból egyszerre n számú szálat öntünk v dm/perc sebességgel, az acél s fajsúlyát is figyelembe véve, az öntőberendezés teljesítménye

$$G = 60\, nFvs\ 10^{-3}\ \text{t/óra}$$

Az eddig kialakult gyakorlat szerint rúdáru hengerléséhez legalább 80 mm oldalú négyzetes vagy ugyanekkora átmérőjű hengeres tuskó öntése oldható meg, lemez és szalag 150×500—170×600 mm méretű lapos tuskóból hengerelhető célszerűen. Az öntött tuskó F keresztmetszete eszerint 0,5—

1. táblázat

Acélnak, könnyű- és színesfémeknek a folyamatos öntés szempontjából jelentős hőtani adatai [4]

	Hővezető képessége cal / m. h. C°	Fajsúlya g / cm³	Fajhője cal / g.C°	Olvadás pontja C°	Olvadáshője cal / g	Olvadáshője cal / cm³	A hőtartalom csökkenése az olvadáspont és 20 C° között cal / g	A hőtartalom csökkenése az olvadáspont és 20 C° között cal / cm³
Acél	44	7,8	0,116	1500	65,5	490	330	2500
Réz	300	8,9	0,097	1083	50,0	450	176	1570
Sárgaréz	90	8,5	0,092	900	44,0	375	160	1360
Alumínium	165	2,7	0,225	650	92,0	248	263	710
Acél (1200 C°-ig)	25	7,5	0,160	1500	65,5	490	115	860

—10 dm² lehet. A már üzemszerűen dolgozó öntőberendezéseken 1, 2, 3 vagy 4 szál önthető egyszerre. Az öntés sebessége jóval nagyobb a könnyűfémiparban szokásosnál, mintegy 300—1200 mm/perc, többnyire azonban 700—900 mm/perc. Ezekkel a sebességekkel és a vasnak 7,8 kg/dm³ fajsúlyával számítva, a folyamatos öntőberendezésen a szóba jövő 40—60 perc alatt feldolgozható adag 2 és 40 t közötti nagyságú lehet, több szálas öntőgépen pedig ennek megfelelő többszöröse.

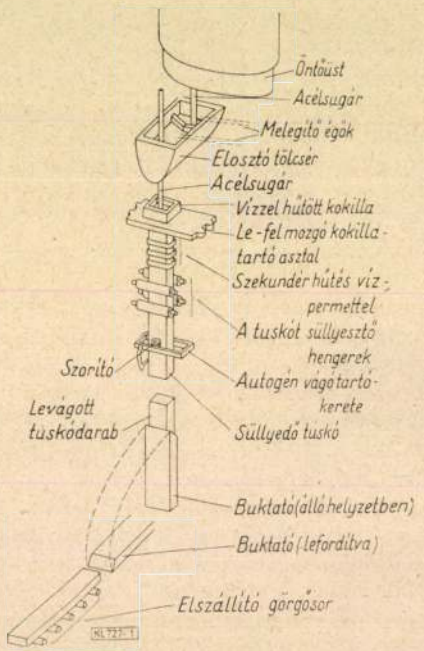
További jelentős különbséget okoz elsősorban a kristályosodás lefolyásában, hogy acéltuskóból jóval nagyobb melegmennyiséget kell elvonnunk, mint ugyanolyan méretű könnyűfémtuskóból. Ez az *1. táblázatnak* a térfogat egységére vonatkoztatott adataiból tűnik ki. Az acélfajták ezenkívül jóval rosszabbul vezetik a meleget, mint a könnyűfémötvözetek, emiatt főleg a kristályosodás helyén felszabaduló nagy hőmennyiség elvezetése lényegesen hosszabb időt kíván.

Acéltuskó anyagából a táblázat adatai szerint a térfogat egységére számítva háromszor annyi meleget kell elszállítani, mint könnyűfémtuskóból. Ha még azt is figyelembe vesszük, hogy a már közölt adatok szerint az acéltuskó süllyedésének sebessége ötször-ötvenszer akkora, mint a könnyűfém tuskóé, a percenkint elszállítandó melegmennyiség az acél folyamatos öntésekor 15—150-szer akkorának mutatkozik, mint az alumínium folyamatos öntésekor.

Az ismertetett körülmények lényegében avval az eredménnyel járnak, hogy a folyamatosan öntött acéltuskó, folyékony része, a tócsa nagyon mély, több méter is lehet, emiatt a kristályosodás frontfelülete, egyben a tócsa határfelülete majdnem párhuzamos a tuskó külső felületével, tehát majdnem függőleges helyzetű (1. errenézve a 2. ábrát).

A folyamatosan öntött acéltuskó lehűlése

Az *1. ábra* az acél folyamatos öntésére használt berendezés vázlata. Az adagot befogadó üstből a folyékonyacél az üstkagylón át az elosztó és nyomásszabályozó tölcsérbe ömlik. A tölcsér dugóval zárható. A tölcsér alatt helyezkedik el a vízzel hűtött kokilla, amely öntés közben rendszerint fel-le mozog. Mintegy 25 mm-nyit a tuskóval együtt lefelé süllyed, aztán háromszorros sebességgel visszatér eredeti helyzetébe. A kokillában az acél kristályosodása megkezdődik, s mire a tuskó alul a 300—800 mm magas kokillából kilép, legalább 20—25 mm vastag szilárd kérge van. A lefelé haladó tuskó a kokilla alatt további erélyes hűtés céljából vizpermetben halad kb. egy méternyit. A vízpermet alatt meghajtott szállítóhengerek fogják meg a tuskót és süllyesztik a kívánatos sebességgel. Itt a tuskót



1. ábra. Folyamatos acélöntő berendezés vázlata [2]

már csak a levegő hűti. A szállító hengerek alatt, olyan szinten, ahol a tuskó anyaga az egész keresztmetszetben megszilárdult, a darabolás következik. Ezt a műveletet a tuskóval együtt süllyedő autogén vágóberendezés végzi el. A levágott tuskódarabot buktatható kosár fogja fel és fekteti rá az elszállító görgősorra. Az öntés megszakítás nélkül mindaddig folytatható, amíg az üstből az acél el nem fogy, vagy amíg annyira le nem hűl, hogy már nem önthető.

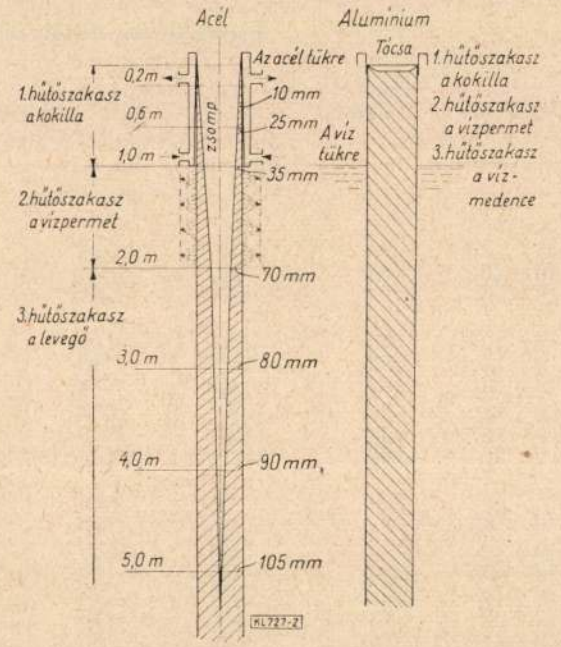
A lefelé süllyedő tuskó lehűlésének és kristályosodásának menete, különösen a folyékony mag mélysége a művelet biztonságos elvégzése szempontjából, de a tuskó minősége tekintetében is lényeges. Ezért a kristályosodás lefolyását kísérleti módszerekkel, valamint elméleti számítással egyaránt megkísérelték nyomon követni.

Ilyen kísérlet eredményét tünteti fel a 2. *ábra*. Egy 240 mm oldalú, négyzetszelvényű tuskó kérgének képződését és vastagodását szemlélteti függőleges irányban, felére torzitott ábrázolásban. A kereken 1 m magas kokillát a tuskó 35 mm vastag kéreggel hagyja el, az ezután következő vízpermet alsó határát pedig 70 mm vastag kéreggel. A kristályosodás több mint három m-rel mélyebben fejeződik be, úgyhogy a folyékony magnak, a tócsának teljes mélysége 5 m-nél több. Alumíniumnak és ötvözeteinek a szokásos módon öntött tuskójának tócsája sokkal sekélyebb (2. ábra jobboldali vázlata).

A háromféle hűtés miatt úgy tűnik, hogy a folyamatosan öntött tuskó lehűlésének matematikai elemzése bonyolultabb feladat, mint az álló kokillában öntött tuskóé. A valóságban legalább a kokillában végbemenő hűtés és kristályosodás menete aránylag egyszerűen és mégis pontosabban számítható, mint az álló kokillában végbemenő hasonló folyamaté. Ennek az az oka, hogy a kokillát hűtő víz mennyisége és melegedése alapján az időegységben elvont meleg mennyisége könnyen mérhető, másrészt meg az, hogy a kokilla belső felületének hőmérséklete az öntés megkezdése után hamarosan állandósul. Ugyanakkor a hűtővíz melegedésének mértéke is állandósul, vagyis a kokillában stacionárius állapot alakul ki és ez mindaddig megmarad, amíg az öntés sebességén vagy a percenkinti hűtővíz mennyiségén nem változtatunk. Ezenkívül a tuskó süllyedő mozgása a kristályosodásnak időben egymást követő szakaszait a térben is széthúzza, úgyhogy a tuskónak a tócsát magában foglaló felső része egymás alatt mutatja a kristályosodásnak időben egymás után következő szakaszait. A tócsa olvadékának kifolyatásával vagy annak sugárzó izotóppal való ötvözésével a kéreg képződésének egész menetét szemléltető próbadarab készíthető, amelyen a számítás eredménye a valósággal összehasonlítható.

Az öntés sebességének és a tócsa mélységének összefüggését szovjet acélművek termelő öntőberendezésein végzett kísérletekkel vizsgálták meg [1], [5]. 150 mm oldalú négyzetszelvényű tuskó teljes kristályosodásának időszükségletét az öntés sebességétől függetlennek találták és kétféle módszerrel, nevezetesen hőmérséklet méréssel és izotópos ötvözéssel egyaránt 6 percben állapították meg. A kísérletek során az öntés sebességét 300 és 700 mm/perc között változtatták. A 150 mm-es négyzetszelvényű tuskó tócsája eszerint $6v$ mélységű, ha v-vel a tuskó percenkinti süllyedésének sebességét jelöljük. Általános érvényűnek látszik az a szabály, hogy a kristályosodás időszükséglete az öntés sebességétől független és hogy ennek következtében a tócsa mélysége az öntés sebességével egyenesen arányos.

Hasonló kísérleteket másutt is végeztek. A csepeli izotóplaboratórium munkatársai a diósgyőri kísérleti öntőberendezésen 700—750 mm/perc sebességgel öntött 130 mm átmérőjű hengeres tuskó tócsájának mélységét 280—290 cm-ben állapították meg, ennek a szelvénynek kristályosodása tehát kereken négy percig tart.



2. ábra. Folyamatosan öntött acél- és alumíniumtuskó összehasonlítása a hűtés módja és a kristályosodás szempontjából

A kristályosodás sebességén és időszükségletén az öntés hőmérséklete, az acél hővezetőképessége és a hűtés erélyessége valamelyest nyilván változtathat. A szokásos üzemi körülmények között azonban ezek a tényezők nem változtathatók tág határok között. Ennek következtében adott keresztmetszetű tuskó kristályosodásának időszükséglete sem lehet nagyon különböző. *Chvorinov* [12] szabályát, mely szerint valamely öntvény kristályosodásának időszükséglete a vastagságának vagy átmérőjének négyzetével arányos, természetesen a folyamatosan öntött tuskóra is érvényesnek kell tekintenünk. Azokból az adatokból, amelyek a folyamatosan öntött tuskók kristályosodására vonatkozóan ismeretesek, a kristályosodásnak percekben mért i időszükségletének és a cm-ben mért D vastagság vagy átmérő négyzetének viszonya

$$\frac{i}{D^2} = 0{,}024 — 0{,}030$$

Ugyanez a viszonyszám álló öntöttvas kokillában öntött acéltuskókra vonatkozóan 0,035—0,050 ilyen kokillában tehát a kristályosodás 25—30%-kal hosszabb ideig tart.

A kristályosodást szabályozó hűtés részleteinek megvilágítása céljából a 2. *táblázatban* különböző mértékben dezoxidált acélból öntött lapostuskókra vonatkozó adatokat állítottam össze. A vizsgálat során az öntés sebességét kereken 1 : 2 arányban változtatták. Meg kell azonban jegyeznem, hogy az 1 m/percet meghaladó, öntési sebesség a tuskóban már különféle hibákat, elsősorban repedéseket okoz (1. erre nézve később a 3. táblázattal összefüggésben mondottakat). Ilyen gyors öntés legfeljebb kísérleti célból szokásos. A kísérleteket 6 és 30 tonnás villamosívkemencében készült acéllal végezték. A nagyobb

2. táblázat

Folyamatosan öntött acéltuskó hűtésére vonatkozó adatok [2]

Szelvény	Kagyló átmérő	Az öntés átl. sebessége		Hűtővíz		Elvont hőmennyiség		
				kokillában	permet formájában	kokilla	permet	összeg
mm.mm	mm	mm/min	kg/min	l/min		kcal/min		
610×165	28,5	1060	770	910	3640	12 350	98 000	110 350
535×140	22,0	1030	575	930	3650	10 500	97 000	107 500
610×165	25,5	690	465	950	3260	9 000	88 000	97 000
610×165	25,5	810	555	950	2350	12 200	84 000	96 200
610×165	25,5	725	420	830	3330	7 700	84 000	91 700
610×165	28,5	950	540	870	3330	9 100	93 000	102 100
535×140	28,5	1160	510	930	3350	9 200	95 000	104 200
610×165	25,5	700	410	930	2650	8 400	76 000	84 400
610×165	25,5	890	520	870	3660	9 400	87 000	96 400
610×165	28,5	1070	625	830	4000	11 150	100 000	111 150
610×165	22,0	740	515	890	3900	9 850	97 000	106 850
610×165	28,5	960	675	910	3900	11 550	91 500	103 050
610×165	25,5	880	630	910	4350	10 450	108 000	118 450
610×165	28,5	1030	750	950	3400	12 000	94 500	106 500
610×165	28,5	940	720	760	3550	11 700	108 000	119 700
210×285	22,0	1090	425	980	1440	4 600	51 500	56 100
210×285	19,0	770	330	1020	850	3 950	32 600	36 550

méretű lapostuskókat 500 mm, a 210×280 mm szelvényű tuskókat pedig 250 mm magas kokillában öntötték. A hűtésre vonatkozó adatokat a stacionárius állapotban mérték.

Az első négy tuskót teljesen megnyugtatott, a következő hatot nem megnyugtatott és az utolsó hetet félig megnyugtatott acélból öntötték.

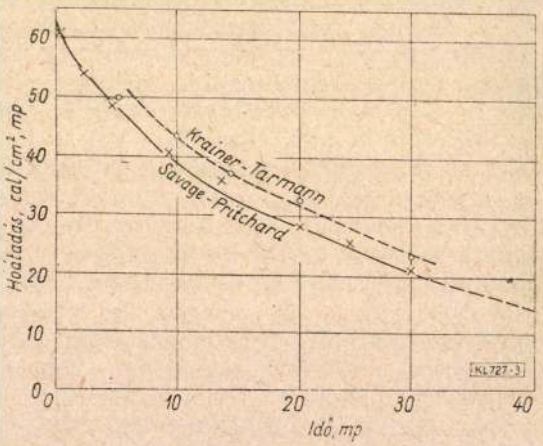
A táblázat adataiból a következőket állapíthatjuk meg. A tuskó vízzel hűtött részéből elvont teljes hőmennyiségnek kereken 10%-át a kokilla, 90%-át a permet viszi el. Ezen az arányon az öntés sebessége is, meg a kokilla hűtővizének mennyisége a permetezésre felhasznált víztömeghez viszonyítva, csak kevéssé változtat. Ebből a szempontból a táblázatban utolsóként szereplő, kisebb keresztmetszetű tuskóra vonatkozó két sor összehasonlítása érdekes, az egyik tuskó öntésekor a teljes hűtővíz mennyiségnek 40%-a, a másiknak öntésekor pedig annak 55%-a hűtötte a kokillát, a tuskónak vízzel hűtött teljes hosszából elvont melegnek mégis csak 8, illetve 10,5%-át vette át a kokilla hűtővize. Gyorsabb öntéskor a kokilla több meleget von el a tuskó anyagától, az öntés sebessége és az elvont meleg mennyisége azonban nem arányosan változik. Lassabban öntött tuskó aránylag több meleget ad át a kokilla hűtővizének, mint a gyorsan öntött. A kokilla kerületének 1 cm-ére számítva a két 500 mm hosszú kokilla hűtőhatását 60—80 kcal/percnek, a 250 mm hosszú kokilláét pedig 40—46 kcal/percnek számíthatjuk ki.

Az öntés sikeres elvégzése szempontjából a kokillában végbemenő kristályosodás a legjelentősebb rész. Mikor a tuskó a kokillából kicsúszik, a szilárd kérgének elég vastagnak és teherbírónak kell lennie, hogy ellenállhasson a még folyékony mag ferrosztatikai nyomásának, valamint a tuskónak a kokilla falán való súrlódásából eredő húzóigénybevételnek. Legrészletesebben ezért a kokilla hűtőhatását vizsgálták.

A hűtőhatás szempontjából lényeges, hogy a vízzel hűtött belső kokillafelület öntés közben állandó hőmérsékletű, ha a stacionárius állapot létrejött. *Krainer* és *Tarmann* hőmérséklet méréssel, szovjet kutatók pedig [1] és [5] a kokillába szerelt, hidegen hengerelt sárgaréz lemezdarabok lágyulásának mérésével egyaránt arra az eredményre jutottak, hogy a szokásos vastagságú kokillalemez öntés közben 200—250 C° hőmérsékletű. Hűtőhatása a stacionárius állapotban ezért bármelyik pontjában az időtől független, állandó.

Részben az állandó hőmérsékletű kokillafal és a hűlő tuskó közötti hőmérséklet különbség csökkenése, részben a tuskónak a kokillától való elválása következtében a kokilla hűtőhatása felülről lefelé kisebbedik. Erre vonatkozóan korábban *Krainer* és *Tarmann*, majd utóbb *Savage* és *Pritchard* végeztek méréseket, a *3. ábrában* feltüntetett, lényegében megegyező eredménnyel. A kokilla hűtőhatását *Pritchard* és *Savage* adatai alapján a

$$H = 64 - 8\sqrt{i}$$



3. ábra. A kokilla hűtőhatásának változása a kristályosodás kezdetének szintjétől számítva [7]

képletben fejezhetjük ki ; H a kokillafalnak átadott meleg mennyisége cal/cm², sec egységben, i pedig a kristályosodás kezdetétől eltelt idő mp-ben. i-vel voltaképpen annak a pontnak függőleges koordinátáját rögzítjük, ahová a tuskónak valamely vízszintes síkja a kristályosodás kezdetétől számított i idő alatt eljut. Ha l-lel jelöljük a kokilla függőleges méretét a kristályosodás kezdetének helyétől számítva és v a tuskó süllyedésének sebessége, akkor $i = l/v$ és így

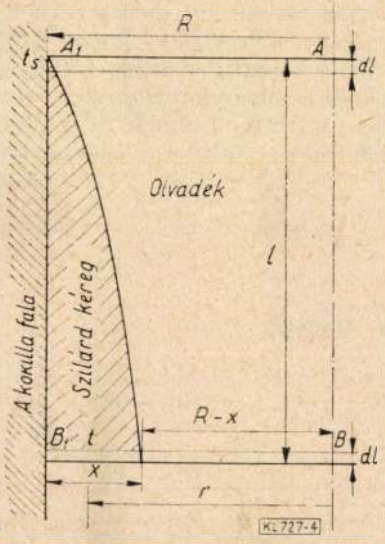
$$H = 64 - 8\sqrt{\frac{l}{v}}$$

Hozzá kell tennünk, hogy ez a képlet csak addig érvényes, amíg a tuskó szilárd kérge 35—40 mm-nél nem vastagabb.

Ebből az összefüggésből a kokillának l hosszúságú részén érvényesülő átlagos hűtőhatás

$$H_{átl} = \frac{1}{i}\int_0^i H \cdot di = 64 - \frac{16}{3}\sqrt{i} =$$

$$= 64 - \frac{16}{3}\sqrt{\frac{l}{v}}$$



4. ábra. Vázlat a kéreg képződésének számításához [7]

A *4. ábrában* a kristályosodni kezdő tuskót rajzoltuk meg a lehűlés menetének számításához szükséges méretek és adatok feltüntetésével. XY a tuskó és egyben a kokilla tengelye, az AA_1 vízszintes síkban kezdődik meg a kristályosodás, a kéreg képződése. Mire bármelyik vízszintes anyagréteg ebből az AA_1 síkból l távolsággal mélyebbre kerül, x vastagságú szilárd kérge van. A tuskó felületének hőmérséklete az AA_1 síkban a t_s szolidusz hőmérséklettel egyezik meg, ugyanilyen hőmérsékletű a szilárd kéreg belső felületének hőmérséklete egyebütt is, tehát a BB_1 vízszintes síkban is. Ebben a síkban a tuskó külső felületének hőmérsékletét t_2-vel jelöljük.

Megoldott és az irodalomban megtalálható hővezetési feladat az R sugarú tuskó középvonalától r távolságra, az

$$R > r > R - x$$

feltételt kielégítő helyen, tehát valahol a kéregben mérhető hőmérséklet kiszámítása (l. errenézve *Ingersoll L. R., Zobel, O. J.* és *Ingersoll, A. C.:* Heat Conduction c., New York-ban 1948-ban kiadott könyvének 37. o.-át). A keresett hőmérséklet

$$t = t_s - \frac{t_s - t_2}{\ln\frac{R}{R-x}} \ln\frac{r}{R-x}$$

A tuskó anyagának olvadáshője O_h, sűrűsége s, fajhője c, hővezetőképessége λ. Ezekkel az adatokkal kifejezve valami dl vastagságú, vízszintes helyzetű acélkorong hőveszteségе az AA_1 helyzetből az l távolsággal mélyebben fekvő BB_1 helyzetbe vezető úton

$$2\pi R \cdot dl \cdot [Q] = \pi (2R - x)x \cdot \cdot dl \cdot s \cdot O_h + \frac{2\pi \cdot s \cdot l \cdot dl\,(t_s - t_2)}{\ln\frac{R}{R-x}} [K]$$

ahol

$$[K] = \frac{1}{2} R^2 \cdot \ln\frac{R}{R-x} - \frac{1}{4}(2R - x)x \approx \frac{x^2}{2}$$

Az $\frac{x^2}{2}$ közelítő érték helyes, amíg x/R kicsiny.

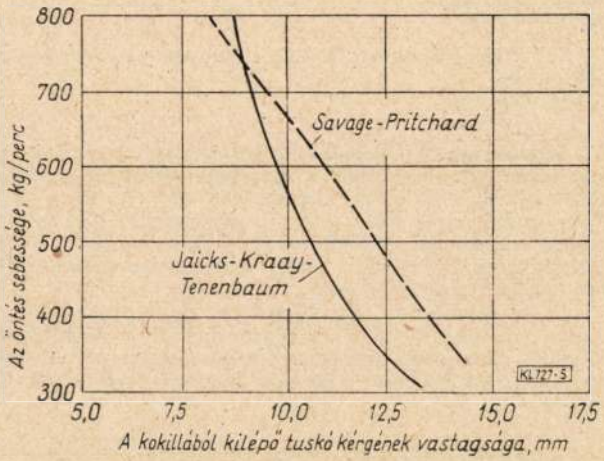
Felhasználva a hővezetés alapképletét, valamint a tuskó és kokilla érintkezési felületének 1 cm²-én i idő alatt átadott hőmennyiség teljes [Q] értékét :

$$[Q] = H_{átl} \cdot i = 64\,i - \frac{16}{3} i^{3/2}$$

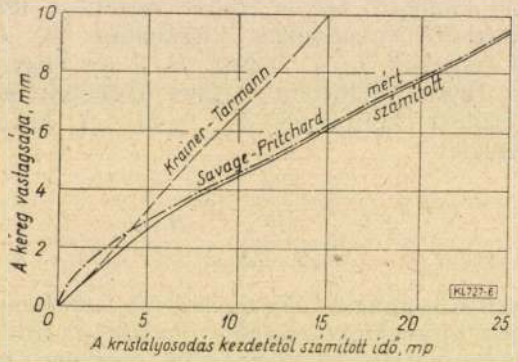
a kéreg vastagságát az

$$\frac{R \cdot [Q]}{s \cdot O_h} = (2R - x)\,x + \frac{c\,(64 - 8\sqrt{i}) \cdot R}{O_h \cdot \lambda} \frac{x^2}{2}$$

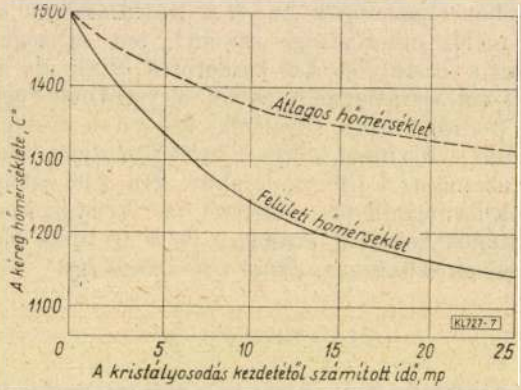
közelítő egyenletből számíthatjuk ki. A tuskó felületének t_2 hőmérséklete ott, ahol a kéreg



5. ábra. A tuskó kérgének vastagsága 500 mm magas kokillából való kilépésekor [2]



6. ábra. A kéreg vastagsága, több szerző szerint számított és kísérletileg mért adatok összehasonlítása alapján



7. ábra. A kéreg átlagos és felületi hőmérséklet

vastagsága x cm, a

$$t_s - t_2 = \frac{R \cdot (64 - 8\sqrt{i})}{\lambda} \ln \frac{R}{R - \lambda}$$

egyenletből számítható ki.

A számításhoz ötvözetlen lágy acélra a következő értékek használhatók fel :

t_s = 1500 C°
O_h = 65,5 cal/g
c = 0,16 cal/g, C°
s = 7,4—7,5 g/cm³
λ = 0,07 cal/cm, sec, C°

A számítás eredménye az egyszerűsítés ellenére elég pontos, természetesen csak vékonyabb kéregre vonatkozóan, amíg $x < 0{,}2R$. Az *5. ábrában* 500 mm hosszú kokillából kilépő 600×165 mm keresztmetszetű lapostuskó kérgének vastagságát tüntettük fel az öntés sebességének függvényében, és pedig egyrészt *Savage—Pritchard* szerint számított, másrészt *Kraay, Jaicks* és *Tenenbaum* üzemi kísérleteiből levezetett tapasztalati adatok felhasználásával.

A *6. ábrában* összehasonlítjuk *Krainer* és *Tarmann*nek régebbi, valamint *Savage* és *Pritchard*nak újabb adataival és módszereivel számított kéregvastagságot a kísérletek során mért értékekkel, a *7. ábrában* pedig a kéreg átlagos, valamint felületi hőmérsékletének változását tüntettük fel. A szokásos méretű kokillát a tuskó mintegy 1150—1200 C-fokos felületi hőmérséklettel hagyja el. *(Folytatjuk)*

Műszaki és gazdasági hírek

A nyugati vasipari országok *nikkel* fogyasztása 1960-ban 228 000 t-ra rugott 15%-kal, nagyobb mint 1959-ben. Ebből Nyugateurópára 43,5%, az USA-ra 43%, Kanadára 2,5%, egyéb országokra 11% esik. A fogyasztás a következő ágakban jelentkezett

	1959.	1960.
Rozsdamentes acél	29	32
Villamos nikkelezés	15	16
Erősen nikkeles ötvözet	16	15
Nikkeles szerkezeti acél	15	13
Nikkeles ötvözött öntvény	12	12
Nikkeles rézötvözet	4	4
Egyéb felhasználás	9	8

A nikkeltermelés 75%-a kanadai vállalatoktól származik.

St. u. E. 1961. 3. sz.

*

Egyiptomban a Heluáni *vasgyárban* két nagyolvasztó van üzemben, napi 1000 t nyervas termeléssel. Most épül egy ércelőkészítő, darabosító mű. A kb. 45% Fe-ot tartalmazó ércet 800 km távolságból Assuanból vasúton szállítják. A Thomas-acélműben három á 16 t-ás konverter dolgozik. Két elektrokemencéje napi 120 t hulladékot dolgoz fel.

A hengerléshez egy blocksor, egy tartósor, egy durvasor és egy finomlemez hengermű áll rendelkezésre. Készáru termelése jelenlegi kiépítettségében 250 000 t-ra tehető. A gyárban dolgozók létszáma közel 2500 fő.

St. u. E. 1961. 6. sz.

*

A **Szovjetunió** igen erősen fejleszti *vasérctermelését*. Az 1965-ös tervek szerint az egyes termelési területek között a fejlődés eltérő lesz. Különbséget kell tenni a teljes termelés és a dúsítás utáni ércek között.

Termelési terület	Teljes termelés		Dúsított érc	
	millió t			
Év :	1958.	1965.*	1958.	1965.*
Kercs és Kriwoi Rog	56,3	111,0	49,8	75,5
Kurszk	2,0	14,49	1,7	13,0
Északnyugati terület	4,3	9,5	1,69	3,9
Ural	39,5	61,79	27,29	30,8
Nyugat-Szibéria	5,1	11,9	3,9	6,6
Kelet-Szibéria	1,3	14,36	1,1	7,2
Kazachsztán	2,0	26,2	2,0	17,6
Szovjetunió összesen	112,7	251,2	88,8	160,0

* Tervezett.

A legfontosabb szovjet vasérclelőhelyek érceinek összetétele és Fe tartalma %-ban

Termelési terület	Fe	S	P	SiO_2	Nedvességtartalom
Kriwoi Rog	55,4	0,012	0,038	17,6	4,5
Kercs	44,5	0,11	1,15	12,1	23,0
Daskezan	54,5	0,19	0,080	10,8	3,0
Jelenogorszk	58,5	0,01	0,025	15,2	3,5
Lipock	48,9	—	0,48	13,0	12,0
Tagilo--Kisvinszk	52,4	0,07	0,052	10,5	1,6
Magnitogorszk	57,7	0,04	0,045	7,5	3,5
Kuzneck	51,2	—	—	12,0	5,7

A fenti táblázat adatai a nagyolvasztók részére szállított ércekre vonatkoznak.

Montan 1961. III. 2.

*

A vasoxidok redukciójának adszorpciós-autokatalitikus elmélete[1]

GÉMES FERENC okl. mérnök

DK : 66.094.1 : 661.872.2

A termodinamikai egyensúlyok vizsgálata az üzemet vezető mérnök kérdéseire sok esetben nem tud választ adni. Valamely berendezés termelékenysége, ezzel gazdaságossága is, a benne végbemenő folyamatok sebességétől függ. Pusztán az egyensúlyok helyzetének ismeretéből viszont nem tudunk következtetéseket vonni a reakciósebességekre és arra, hogy a külső vagy belső tényezők a sebességet miképpen változtatják. Hátránya a termodinamikai egyensúlyszámításoknak az is, hogy meglehetősen kevés számú külső tényező figyelembevételét teszik lehetővé (összetétel, nyomás, hőmérséklet), ugyanakkor az üzemi gyakorlatban ezek száma rendkívül nagy (pl. áramlási sebesség, darabnagyság, porózusság, pórusok felülete, pórusok alakja, ásványtani felépítettsége stb.).

A termodinamikai egyensúlyvizsgálatok vázolt hiányosságai fokozottan éreztetik hatásukat a nagyolvasztós folyamat megítélésekor. A figyelmet ezért a termodinamikai szemlélet megtartása mellett a reakciókinetikai vizsgálatok felé kell fordítani, mint tették azt *Csufárov* [10], *Rosztovcev* [13], *Jeszin—Geld* [4], *Tumárjov* [6], *Thiele* [11], *Wicke* [12], *Joseph* [15] és e jelenségek számos egyéb kutatója.

A rendkívül szerteágazó anyag szűkítésére a következőkben csak a szilárd oxidok gázalakú redukálókkal végbemenő indirekt redukciójával kívánunk foglalkozni. Ez a választás célszerűnek látszik több szempontból is :

a) A nagyolvasztóba adagolt vasoxidok kb. 60%-át gázok (CO és H_2) redukálják.

b) A ma általánosan elfogadott vélemény szerint a karbonnal a direkt redukció lényegében ugyanazon törvényszerűségek szerint megy végbe, mint az előbbi [1], bár külön sajátosságokkal is rendelkezik.

c) A nyersvasgyártás gazdaságossága megköveteli a gázokkal végbemenő redukció további kiszélesítését.

Az adszorbciós-autokatalitikus elméletről általában

Elhagyva a kutatók régebbi elképzeléseit, a ma korszerűnek mondott adszorbciós-autokatalitikus elmélet szerint a szilárd vasoxidok gázokkal való redukciójának mechanizmusa a határfelületi reakciókra általánosan kidolgozott Langmuir—Hinschelwood-féle mechanizmusnak felel meg [2].

A teljes redukciós folyamat eszerint az alábbi három részfolyamatból áll :

1. A redukáló gáz adszorbeálódik az oxid felületén.

2. Felületi kémiai reakció jön létre (a tulajdonképpeni redukció) az adszorbeált molekulák és a szilárdfázis oxigénje között.

3. A gázalakú termékek deszorbeálódnak az oxid felületéről.

Az előbb elmondottakat sematikusan így írhatjuk fel :

$$MeO_{szil} + R_{gáz} = MeO_{szil} \cdot R_{adsz} \qquad (I)$$

$$MeO_{szil} \cdot R_{adsz} = Me_{szil} \cdot RO_{adsz} \qquad (II)$$

$$Me_{szil} \cdot RO_{adsz} = Me_{szil} + RO_{gáz} \qquad (III)$$

$$MeO_{szil} + R_{gáz} = Me_{szil} + RO_{gáz} \qquad (IV)$$

Az adszorbciós-autokatalitikus elméletnek legfontosabb sajátossága a régebbi elméletekkel szemben az, hogy a redukciót a szilárdoxid és a gáz érintkezési határfelületéhez köti. A helyhezkötöttségből következik, hogy a redukálógázt az oxid felületére kell szállítani, onnan pedig a redukciótermékeket a folyamat fenntartásának biztosítására el kell szállítani.

A gázalakú redukáló az oxid közelébe áramlással kerül, ahonnan a felület közvetlen közelében levő határrétegen keresztül diffúzióval kerül továbbszállításra. A redukciótermékek eltávolítása hasonlóképpen fordított sorrendben megy végbe.

Valamely reakció összsebességét megközelítően a leglassúbb részfolyamat sebessége határozza meg. A redukció előrehaladását tehát

a) az áramlás,
b) a diffúzió,
c) a gázredukáló adszorbciója,
d) a kémiai átalakulás és
e) a termékek deszorbciójának feltételei szabják meg.

Mindezek a jelenségek egyidőben, egymás mellett, szinte *egymásra borulva* folynak, miközben a külső fizikai tényezők a részek sebességét különbözőképpen befolyásolják. A külső feltételek szerint hol az egyik, hol a másik részfolyamat válhat a leglassúbbá, feltartóztatva ezzel a gyorsabb részfolyamatok előrehaladását is.

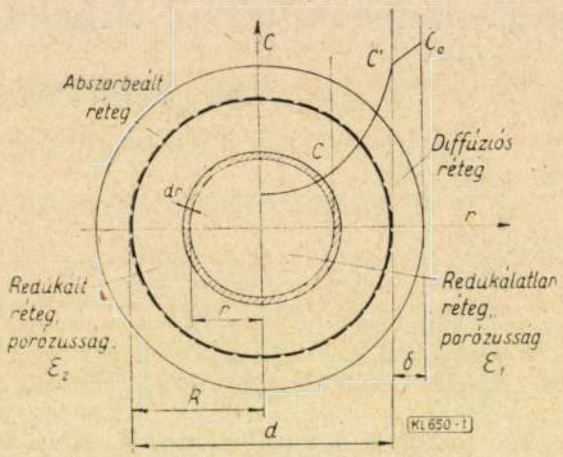
A redukció lehető leggyorsabb lefolytatása érdekében fel kellene tárnunk valamennyi részfolyamat törvényszerűségét, azonban most elégedjünk meg néhánnyal.

Vizsgálatainkat a R sugarú porózus vasoxidgömb *(1. ábra)* redukciójának egymást követő részfolyamatainak tárgyalásával kezdjük.

Áramlás

A redukció kezdetén az előbb említett vasoxidgömb felszíne tisztán oxidból áll. A redukció megindulásához az szükséges, hogy a C_0 koncentrációjú gáztérből a δ vastagságú diffúziós rétegen keresztül a redukáló gáz a redukciós felületre megérkezzék. A folyamatnak ez a része a gázfázis áramlási sebességétől nem független. Minél kisebb δ, annál nagyobb sebességű a diffúzió.

[1] A II. magyar nyersvasgyártó konferencián elhangzott előadás rövidített dolgozata.



1. ábra. Porózus vasoxidgömb redukciójának általános sémája

A dimenzió nélkül Sherwood-szám, *Sh* és a δ diffúziós rétegvastagság között a következő összefüggés van:

$$Sh = \frac{d}{\delta}$$

ahol d = a szilárd darab átmérője (cm),
δ = a diffúziós rétegvastagság (cm).

A Sherwood-szám és a Reynolds-szám, *Re* általános esetben az alábbi összefüggésben van:

$$Sh = ARe^m \qquad (2)$$

Bernstein [3] vizsgálatai szerint normális töltéskor és 45—55% közepes nagyságú szemcsemennyiség mellett $A = 1{,}5$, torokgáz és gömbalakú szemcsékre, $m = 0{,}55$.

A Reynolds-számról közismert, hogy

$$Re = \frac{W \cdot d}{\nu} \qquad (3)$$

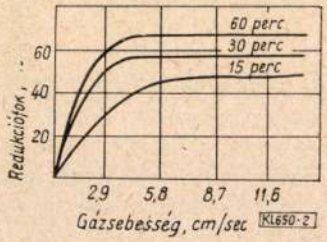
ahol W = az áramlási sebesség üres csőre vonatkoztatva (cm/s),
d = a szemcsék átmérője (cm),
ν = a kinematikai viszkozitás (cm^2/s).

Mindezeket visszahelyettesítve (1)-be és kifejezve belőle a diffúziós rétegvasatagságot, kapjuk:

$$\delta = \frac{d}{1{,}5 \frac{W \cdot d}{\nu} 0{,}55} \qquad 4)$$

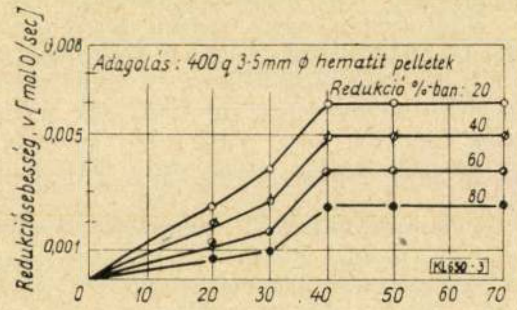
Ha $W \rightarrow \infty$ felé megy $\lim \delta = 0$.

A valóságban azonban nagy áramlási sebességeken a diffúziós réteg már oly vékony, hogy a sebességváltozás annak vastagságát tovább nem befolyásolja. Vagyis az előbbi egyenletek (2), (4), csak bizonyos *Re*-ig érvényesek, és ezen a kritikus gázáramlási-sebességen túl a reakciósebesség az áramlástól függetlenné válik.



2. ábra. A H_2 áramlási sebességének befolyása 700 C°-on a magnetit redukciójára [10]

A kutatók e kritikus áramlási sebesség értékeit különböző esetekre megállapították. Így *Csufárov* és *Averbuh* [4] a H_2-áramlási sebességének hatását a 28 és 35 csokros szitán átrostált magnetit redukciófokára 700 C°-on vizsgálták *(2. ábra)*. *Bogdándy* és *Riecke* [5] 3—5 mm átmérőjű svéd hematitból készített pelletekre 900 C°-on a H_2-áramlási sebességének hatását vizsgálta *(3. ábra)*.



3. ábra. A H_2 áramlási sebessége [cm/sec] 900 C°-on üres edényre vonatkoztatva [5]

Mind a két diagram mutatja, hogy a gáz áramlási sebessége csak a kezdeti szakaszon befolyásolja a redukciósebességet. *Csufárov* diagramjából azt is láthatjuk, hogy nagyobb redukciós idő mellett a határsebesség kisebb. Míg 15 perces redukción kb. 8,7 m/s mutatkozott kritikus sebességnek, 60 perces redukció után ez kb. 3,5 m/s-ra csökkent. A jelenség azzal magyarázható, hogy a redukció előrehaladtával a keletkezett vasréteg nagyon megnehezíti a folyamat további menetét, mivel a belső diffúzió lelassul és a továbbiakban a redukció sebességét már inkább ez határozza meg. A hőmérséklet befolyásáról le kell szögeznünk, hogy annak növekedésével nő a határsebesség is.

Diffuzió

Megállapítottuk, hogy ha a gáz a határsebességnél nagyobb sebességgel mozog, akkor a redukcióra nincs tovább befolyással. Az anyag továbbszállítását a felületet körülvevő határrétegen keresztül a redukció helyére most már a diffúzió határozza meg, ezért az válhat limitáló részfolyamattá.

A diffúzió sebességét Fick-törvényeiből állapíthatjuk meg. Az egyszerűség kedvéért Fick I. törvénye alapján kifejezve a

$$V_d = D \cdot F \frac{C_0 - C'}{\delta} \qquad (5)$$

ahol V_d = a diffúzió sebessége (mol/s),
D = a diffúzió állandó (cm^2/s),
F = a diffúziós felület (cm^2),
C_0 = a redukáló gáz koncentrációja a gázfázisban (mol/cm^3),

C' = a redukálógáz koncentrációja a szilárd anyag felületén (mol/cm³),
δ = a diffúziós réteg vastagsága (cm).

Az egyenletben szereplő állandókat összevonhatjuk

$$\frac{D \cdot F}{\delta} = K_d \tag{6}$$

és így a diffúzió sebességét az elsőrendű kémiai-reakciók egyenletével azonos alakban adhatjuk :

$$V_d = K_d \, (C_0 - C') \tag{7}$$

Az alakhasonlóság azonban nem jelent lényegében azonosságot, amiért is a külső tényezők hatása másképpen nyilvánul meg a diffúzióban, mint a kémiai reakciókban. A redukció sajátosságainak vizsgálatakor ez a tény rendkívül fontos.

Einstein [2] szerint a diffúziós állandó változása a hőmérséklet hatására :

$$D = \frac{K \cdot T}{f} \tag{8}$$

ahol $K = \frac{R}{N}$ = az egy molekulára vonatkoztatott gázállandó,
T = az abszolút hőmérséklet,
f = a súrlódási tényező,

mely Stokes-törvénye szerint gömbökre

$$f = 6 \, \pi \, r \, \eta \tag{9}$$

itt η = a viszkozitás,
r = a diffundáló molekulák sugara.

A Stokes-törvény itt elhanyagolásokat jelent. Ezért az így kapott érték csak közelítő. Belátható, hogy a hőmérséklet hatására f a benne szereplő η-változása miatt nem állandó, ezért elfogadható és kísérletekkel is alátámasztható az alábbi összefüggés :

$$D = D_0 T^a \tag{10}$$

ahol $a = 1{,}5—2{,}0$.

Más levezetések is hasonló végeredményre jutottak [2], [4], [6].

A nyomás változása a diffúzió sebességére két ellentétes hatást fejt ki.

A közönséges diffúzió során, amikor a (8) összefüggés érvényes, a nagyobb nyomás a képlet nevezőjét a viszkozitás romlása miatt növeli. A diffúziós állandó tehát, a nyomással fordított irányban változik.

Ha a diffúzió sebessége a nagyobb nyomás következtében mégsem romlik, az annak köszönhető, hogy a (7) képletben a gázok koncentrációja, ill. parciális nyomása ugyanolyan arányban nő. E két hatás következtében kijelenthetjük, hogy a nyomás a diffúziót nem befolyásolja.

Megjegyezzük azonban, hogy a kémiai reakció előrehaladtával, amikor a redukció már a szilárd vasoxidgömb belsejében folyik, előfordulhat az az eset, hogy a redukálógáz molekulái szabad úthosszuknál kisebb átmérőjű csatornákban haladnak (10^{-6} —10^{-7} cm). Ebben az esetben a Knudsen-féle diffúzió lép fel, melyet a következő képlettel fejezhetünk ki :

$$\dot{N} = \frac{d^3}{6} \sqrt{\frac{2 \, \pi}{mKT}} \frac{P_2 - P_1}{L} \tag{11}$$

ahol $\dot{N}$ = az időegységben diffundált molekulák száma,
d = a molekulák átmérője,
m = a molekulák tömege,
$P_2—P_1$ = nyomások a diffúziós cső két végén,
L = a diffúziós cső hossza.

A molekulák diffúziós sebessége itt egyenesen arányos a gázfázis össznyomásával, fordítva arányos molekulasúlyukkal és az abszolúthőmérséklet négyzetgyökével. Ebben a különös helyzetben a nyomásnövelés valóban javítja a diffúziót.

A (7)-ből természetesen az is következik, hogy a diffúzió sebessége a gáz koncentrációjával, vagy ami ugyanezt jelenti, az inert gáz csökkenésével nő.

Az eddig elmondottak a gázfázisból a szilárd oxidfázis felületére végbemenő diffúzió, a külső diffúzióra vonatkoznak. A törvényszerűségek azonban a pórus diffúzióra is érvényesek, amikor a diffúzió az oxid belső pórusaiban, vagy tömör oxidban, az oxid anyagában (belső diffúzió) halad. Pórusos anyag esetében az (5) képlet D diffúziós állandója helyére D' kerül, mely

$$D' = D \cdot \varepsilon \cdot \xi \tag{12}$$

ahol ε = a porózusság (a pórusok viszonyított térfogata a darabokban),
ξ = labirintus tényezőt (csak pontos számításokhoz használják), mely 0,06—0,4 között változik, külön kísérletben kell megállapítani.

Adszorbció

Az anyagszállítás két fázisával, az áramlással és a diffúzióval, a felület közelébe érkezett a redukálógáz és a molekulák a következő lépésben abszorbeálódnak az oxid felületén. A redukció adott feltételei mellett ez a lépés is limitáló jelentőségűvé válhat.

Langmuir-izoterma egyenlete szerint ha a gázfázisban csupán egyetlen fajta redukálógáz van, az adszorbció sebességét kifejezhetjük

$$V_a = \frac{bP_R}{1 + bP_R} \tag{13}$$

ahol b = az aktív centrumok számától és az anyag tulajdonságaitól függő koefficiens,
P_R = a redukáló gáz pillanatnyi parciális nyomása.

A redukció megindulása után következő pillanatban a gázban már redukciótermék (CO_2 vagy H_2O) is lesz és ekkor az előbbi képletet ki kell egészíteni :

$$V'_a = \frac{bP_R}{1 + bP_R + b' P_{RO}} \tag{14}$$

ahol P_{RO} = a redukciótermék pillanatnyi parciális nyomása,

b' = a redukciótermék tulajdonságaitól és az általa blokkolt aktív centrumok számától függő koefficienssel.

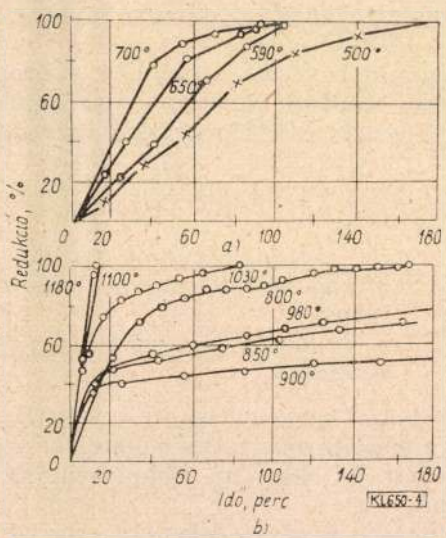
A gyakorlatban — és ez a földgáz befuvásakor még nagyobb jelentőségűvé válik — CO- és H_2-gáz keveréke végzi a redukciót. Ezért a (14) egyenletet még tovább kell bővíteni. További levezetése mellőzésével itt *Csufárov* quantitatív kifejtett egyenletét írjuk fel, amelybe az állandók, b és b'-et is behelyettesítettük.

$$V_a'' = \frac{6200\,P_{H_2}^2 + 156\,P_{CO}^2}{(10P_{H_2} + 6P_{CO})\cdot(1 + 10\,P_{H_2} + 6\,P_{CO})} \quad (15)$$

ahol P_{H_2} és P_{CO} = a parciális nyomások a gázban (Hg. o. mm).

Az adszorbciós képletekből (13), (15) leolvashatjuk a H_2 és CO redukáló hatásának különbségét, valamint azt, hogy miképp változik a redukció sebessége, ha a redukálógáz hidrogén tartalmát változtatjuk. A legutóbbi (15) képlethez azonban megjegyezzük, hogy az csak a H_2-koncentrációjának bizonyos határai között érvényes.

A hidrogén és a szénmonoxid adszorbciója a szilárdoxid felületén nem közönséges, hanem aktivált adszorbció (kemszorbció), amely eltérőleg a szokásostól a hőmérséklet emelésével nő. A redukálógáz molekulái aktivitásukat a felület aktív centrumaitól nyerik. Ilyen aktív centrumok lehetnek a felület éles sarkai, a kristályrács hibás pontjai, már redukálódott felületelemek stb., ahol a kristályrács elektromos kiegyenlítettsége sérülést szenved. Ha pl. a felület egyik fázisa már redukálódott α Fe, akkor a redukálógáz két szomszédos α Fe-atom között adszorbeálódik. Az α Fe-atomja közötti távolság a kristályrácsban 2,86 Å, a H_2-molekula atomjai közti távolság 0,74 Å, a CO-molekulában pedig az atomtávolság 1,15 Å. Szükségképpen a felületen elektromosan kiegyenlítetlen α Fe-atomok H_2-molekulát tel-



4. ábra. Aprószemű magnetit redukciója H_2-vel (a ábra) és CO (b ábra) (Szokolov, A.) [9]

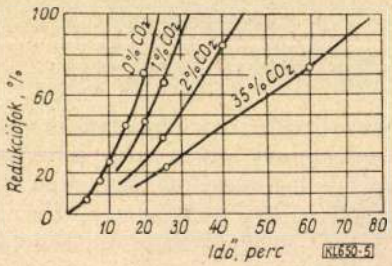
jesen atomokra szakításig, a CO-molekulák pedig részleges szakadásig nyujtják szét.

A hidrogén-molekula szakadásával magyarázható, hogy a vasoxidokra a hidrogén energikusabb redukáló, mint a szénmonoxid. A *4. ábra* görbéi mutatják, hogy ugyanazon hőmérsékleten még 600 C°-on is gyorsabban redukál a H_2, mint a CO.

Olyan oxidokra, amelyekben az atomtávolságok jobban kedveznek a szénmonoxid adszorbciójának, mint a hidrogénnak (pl. CuO), a CO az erőteljesebb redukáló.

A (14) képletből a redukciótermék rontó hatását világosan láttuk. Ez azzal magyarázható, hogy a redukcióban keletkező gázalakú redukciótermék jobban adszorbeálódik, mint az odaérkező gázredukáló és elfoglalja az aktív centrumok nagy részét. Ezért a redukciósebesség gyorsan csökken.

A Matsubara-görbékből leolvasható, hogy pl. 900 C°-on az $Fe_3O_4 \rightarrow FeO$ átalakulásakor a CO_2 egyensúlyi koncentrációja 80%, az $FeO \rightarrow Fe$ átalakulásakor pedig 30%. Ebből arra következtethetnénk, hogy 2—3% CO_2 (vagy H_2O) a gázfázisban a redukció sebességét lényegesen nem csökkenti. *Stahlhano* és *Malmberg* [7] adatai ezzel szemben a redukció hirtelen csökkenését mutatják *(5. ábra)*.



5. ábra. A CO_2-tartalom befolyása a magnetit redukciófokára 950 C°-on (Stalhano és Malmberg) [9]

Ezek az adatok alátámasztják a kohászoknak azt a törekvését, hogy még a nagyolvasztóba adagolás előtt igyekeznek megszabadulni az elegy CO_2-tartalmától.

Ennek a megállapításnak látszólag ellentmond néhány üzem gyakorlata. *Adarjukov* és társai [8] kimutatták, hogy jó eredményeket lehet elérni bakáli nyers sziderittekkel akkor is, ha azok az elegy 60%-át teszik ki. Ennek oka, hogy az $FeCO_3$-bomlása már 700 C°-on befejeződik. A keletkező CO_2 káros hatása tehát csak a nagyolvasztó kis térfogatára terjed ki. Ugyanakkor a nyers sziderit közvetlen nagyolvasztóban való elbontása az érc porózusságát és a vasoxidok nagy aktivitását, ezzel könnyű redukálhatóságát biztosítja, szemben a darabosítóban elkerülhetetlenül keletkező vasszilikátok rossz redukálódó készségével. A mészkőből a CO_2 azonban nagyobb hőmérsékleten válik ki és káros hatása a nagyolvasztó lényegesen nagyobb térfogatára terjed ki. További rendkívül nagy hátránya, hogy a vizsgálatok és számítások szerint a kivált CO_2 30—70%-a részt vesz a Boudouard-reakcióban és eközben nagy mennyiségű hőt nyel el.

A Dunai Vasműben a mészkő káros hatását 20—40 mm közé való töréssel és osztályozással próbálják csökkenteni. A mészkő szemnagyságának csökkentésével gyorsítani lehet a CO_2-kiválását és irodalmi adatok szerint ezáltal a kokszfogyasztás 2—3%-kal csökken. A CO_2-káros hatását azonban így sem lehet megszüntetni. *Kruglov* [7] kimutatta, hogy az érc redukciósfoka mészkő jelenlétében 17%-kal csökken.

A bázikus darabosítványgyártás megoldása tehát elsőrendű feladat. Ettől a következő előnyöket várhatjuk:

1. Csökken a CO_2 mennyisége és így javul az oxidok redukciója mérsékelt hőmérsékleten, ezzel nő a közvetett és csökken a közvetlen redukció.
2. Elmarad a $CaCO_3$-bontás hőszükséglete.
3. Csökken a Boudouard-reakcióra fordított hőmennyiség.
4. Csökken a gázok térfogata és ez a nagyolvasztó gázdinamikus rendszerét megjavítja, vagyis azonos fúvószél mennyiség mellett csökken a medence és torok közti nyomásesés.
5. A CaO egyenletesebben oszlik el, ami a jobb érintkezési feltételek folytán a salakképződés kinetikus folyamatát javítja.

Kémiai átalakulás

Ha az adszorbció kellő mértékben a kezdetben felvázolt redukció séma szerint végbement, megindulhat a kémiai átalakulás.

Kijelenthetjük, hogy az irreverzibilis kémiai reakciók sebességét az alábbi egyenlettel lehet leírni.

$$v_r = -\frac{dN_A}{d\tau} = k_r \cdot m \cdot c_A^n \qquad (16)$$

ahol $v_r = -\frac{dN_A}{d\tau}$ = a reakció sebessége valamely kiinduló A anyag időegységben átalakuló moljainak számában mérve (mol/s),

K_r = a reakció sebességi állandója (n—1-en cm^3/gs),

m = a reakcióban résztvevő szilárd anyagmennyisége (g),

c = az A anyag koncentrációja (mol/cm^3), vagy parciális nyomása (atm),

n = a reakció rendűségét mutató számmal.

Reverzibilis kémiai átalakulásokban a folyamat sebességét megközelítően az alábbi képlet adja[2]:

$$v_r = K_r (C - C^\circ)^n \qquad (17)$$

ahol C° = az egyensúlyi koncentráció.

[2] Helyesebben a (17) képlet

$$v_r = k_1 c_1^n - K_2 C_2^m$$

itt

k_1, C_1,

az egyik irányú

k_2, C_2,

a másik irányú reakcióra vonatkozik.

Elfogadott, hogy a redukció kémiai láncszeme első vagy közel elsőrendű reakció [4], [5] [3].[3]

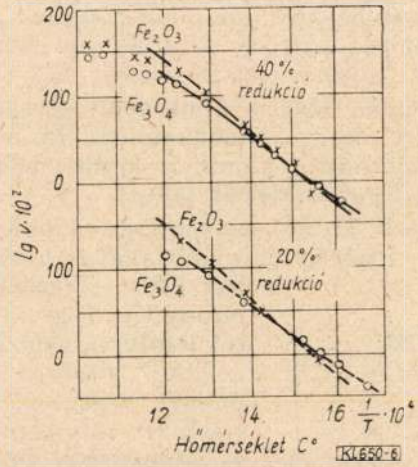
E reakció sebességi állandóját Arrhenius-egyenlete fejezi ki

$$K_r = He^{-\frac{E}{RT}} \qquad (18)$$

Ebben az egyenletben

E = az aktiválási energia,
R = az egyetemes gázállandó,
T = az abszolút hőmérséklet,
H = állandó, akciókonstans, frekvenciafaktor gyakorisági tényező.

A K_r és vele a kémiai reakció sebessége annál nagyobb, minél kisebb aktiválási energia szükséges megindításához. A *6. ábrán* az $Fe_2O_3 + Fe_3O_4$ hidrogénnel való redukciósebességét és az 1. táblázatban néhány fontosabb oxid redukciójának



6. ábra. A hőmérséklet és a redukciófok befolyása a hematit és a magnetit redukció sebességére $P_{H_2} = 1$ atm. mellett

1. táblázat

Néhány oxid hidrogénnel végrehajtott redukciójának aktiválási energiája

Vegyület	Aktiválási energia kal/mol
Fe_2O_3	18,500
Fe_3O_4	16,500
CuO	13,300
Cu_2O	13,800
MnO_2	24,000
Mn_2O_3	22,000
Mn_3O_4	22,000

aktiválási energiáját tüntettük fel. Feltűnő, hogy ugyanannak a fémnek a különböző oxidáltsági fokú oxidjai közel azonos aktiválási energiát kívánnak. Ez arra utal, hogy minden oxidfokozat további lebontásakor lényegében ugyanaz a kémiai aktus játszódik le.

Az aktiválási energia kisebb változása nagyságrendekkel változtatja meg a reakciósebességet.

[3] *Ezz* és *Wild* a redukciót 0-ad rendűnek találták [9].

Hasonlóan exponenciálisan hat a reakciósebességre a hőmérséklet is.

A H gyakorisági tényező, amely bizonyos mértékig tükrözi az egymással reagáló molekulák ütközéseinek számát, a belső felülettel nő:

$$H' = H \cdot \alpha \tag{19}$$

ahol α — a porózus anyag 1 cm³-ének belső felülete.

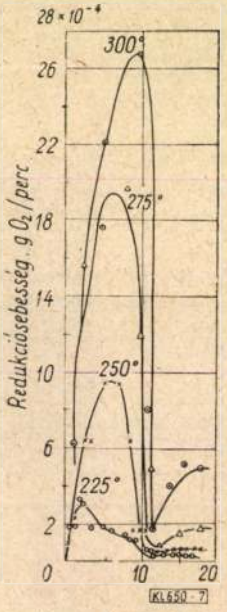
Ebből következik, hogy a porózus szilárd anyagokra

$$K' = \alpha K \tag{20}$$

Szilárd anyag és gáz közötti reakció során a nyomás hatását is leolvashatjuk a reakciósebesség (17) képletéből, ha a koncentrációt a gáz parciális nyomásával fejezzük ki. Állandó nyomás mellett az inert gáz mennyiségének növelése a redukálógáz parciális nyomásának növekedéséhez vezet, ezért a reakciósebesség nő.

A kémiai reakció előbb felírt egyeneleteiből következik, hogy a redukciónak, ha a kémiai reakció törvényeit követi, a kezdeti időpontban kellene a leggyorsabbnak lenni.

Számos kutató egybehangzó kísérleti eredménye — akik közül ismét *Csufárov* adatait idézzük [10] —, azonban azt bizonyítja, hogy a redukció lefolyása nem ilyen.



7. ábra. Az Fe_2O_3-nak CO-val végbemenő redukciójának sebessége

A *7. ábrán* a hematit CO-val végbemenő redukciójának sebességét az idő és hőmérséklet függvényében mutatjuk be. A redukciósebesség kezdetben 0, majd az idő előrehaladtával hirtelen nő és a maximum elérése után újból csökken. Ez azt mutatja, hogy a redukció kémiai aktusának katalizátorra van szüksége, hogy az előzőkben kifejezett sebességet elérje. Ez a katalizátor kezdetben nincs jelen, mert akkor a folyamat kezdettől fogva katalizált lenne. A katalizátor tehát csak a redukció terméke lehet. Bizonyítást nyert később, a folyamat katalizátora a keletkezett vas, ill. alacsonyabb oxid [10]. Az olyan folyamatokat, melyekre maga a reakciótermék katalizátorként képes hatni, *autokatalitikusnak* nevezzük. Az autokatalízis jelenségét teljesen csak a kristálykémiai vizsgálatokkal lehet megérteni, de ezek tárgyalásába most nem bocsátkozhatunk.

Az autokatalízis első, indukciósnak nevezett periódusában, a redukálógáz molekulái a felület legaktívabb helyeivel lépnek egymásrahatásba, mivel az oxigén itt van legkevésbé lekötve. E helyeken megjelennek az új fázis centrumai. Kezdetben kevés új centrum található, ezért a redukció lassú. Majd az új centrumok egyre nőnek és a felület mind nagyobb részét vonják a kémiai átalakulásba. A folyamat ezért gyorsul. A legnagyobb sebességet akkor éri el, amikor a felület a redukcióban már teljes terjedelemben részt vesz. Később a redukciósfelület ezt követő csökkenése arányában a redukciósebesség újra csökken.

A vasoxidok kémiai reakciójáról még azt kell megjegyezni, hogy a magasabb vasoxidok fokozatosan mennek át alacsonyabbrendű oxidokba.

$$Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe.$$

A redukció térségei

A kémiai reakció törvényszerűségeinek áttekintése után a redukciótermékek eltávolításáról kellene még beszélni, a deszorbcióról, a folyamat fenntartásának további anyagszállítási problémáiról stb., de ezek tárgyalása helyett az eddig egymástól elkülönítve tárgyalt részfolyamatokat kíséreljük meg dialektikusan egymás mellett vizsgálni.

Forduljunk ismét az 1. ábra R sugarú porózus vasoxidgömbje felé. Tetszőleges pillanatban a redukció már bizonyos mértékig előrehaladt az ércszemcse központja felé és eljutott az r sugárig. A redukció részfolyamatai egymás mellett folynak és egyik sebessége a másik sebességére is visszahat. A gömbnek a kiválasztott r sugarában elsősorban a kémiai reakció és a megnövekedett úthosszal rendelkező, pórusokban haladó diffúzió lehet limitáló folyamata. Nyilvánvaló, hogy a teljes redukció előrehaladása közben a részfolyamatok sebességének egyensúlyban kell egymással lenni.

A gömb r rugarában a felületi c' koncentráció c-re csökken, hiszen a diffúzió csak koncentrációkülönbség létrejöttével képes anyagot szállítani. A sugármenti koncentrációcsökkenés miatt a szemcse belseje felé haladva a redukciósebesség is csökken. A r sugarú dr vastagságú rétegben a kémiai átalakulás sebességváltozását tehát kifejezhetjük:

$$\frac{dv_r}{dr} = 4\,\pi r^2\,K'\,c \tag{21}$$

A gömbalakú oxid teljes térfogatának átalakulási sebességét az előbbi egyenlet 0-tól az R sugárig vett integrálja adja.

$$v_r = \int_{r=R}^{0} 4\,\pi r^2\,K'\,c \tag{22}$$

Ezt az egyenletet általános esetben csak akkor tudjuk megoldani, ha ismerjük a képletben szereplő sugármenti koncentrációesést is. A koncentrációesést a vonatkozó diffúziós egyenletből számolhatjuk, amely szintén a sugár nagyságától függően változik. A felületváltozás miatt itt azonban már Fick II. törvényét kell használni. Így az előbbi r sugárra vonatkozó diffúziósebesség változás:

$$\frac{dv_d}{dr} = 4\,\pi r^2\,D'\ \mathrm{divgrad}\,c \tag{23}$$

Nyilvánvaló, hogy stacionér állapotban a két egyenletnek egyenlőnek kell lennie egymással :

$$v_r = v_d$$

$$K'c = D' \text{ divgrad } c \qquad (24)$$

A kerületi feltételek figyelembevételével

$$r = o \qquad \frac{dc}{dr} = o$$

$$r = \pm R \qquad c = c'$$

kapott egyenletmegoldásból származik a koncentrációváltozás egyenlete :

$$c = \frac{R}{r} \frac{\sin h \sqrt{\frac{K'}{D'}} r}{\sin h \sqrt{\frac{K'}{D'}} R} c' \qquad (25)$$

Ezt az eredményt behelyettesítve a (22) egyenletbe, most már elvégezhetjük az integrálást és a vasoxidgömb tényleges redukciósebességére kapjuk.

$$v = 4\pi R^2 \sqrt{\frac{K'}{D'}} \cdot D' \cdot c' \left[\coth h \sqrt{\frac{K'}{D'}} R - \frac{1}{\sqrt{\frac{K'}{D'}} R} \right] \qquad (26)$$

A redukció nyilván akkor érné el a legnagyobb sebességét, ha a darabka belsejében egyáltalán nem volna koncentrációesés, vagyis r minden értékén

$$c = c'$$

A (22) egyenletet akkor is integrálhatjuk és így az elméletileg elérhető legnagyobb sebességre kapjuk :

$$v_{max} = \frac{4}{3} \pi R^3 K' c' \qquad (27)$$

Ugyanazt az eredményt kapjuk akkor is, ha a (26) egyenletnek megkeressük a határértékét, ha a darabkák sugarát csökkentjük

$$\lim v, \text{ ha } R \to 0$$

Ha viszonyba állítjuk a redukció tényleges sebességének (26) egyenletét a maximális elméletileg elérhető sebesség (27) egyenletével, úgy megkapjuk a redukció relatív sebességét, a sebességkihasználási tényezőt.

$$\eta = \frac{v}{v_{max}} =$$

$$= \frac{3}{\sqrt{\frac{K'}{D'}} R} \left[\coth h \sqrt{\frac{K'}{D'}} R - \frac{1}{\sqrt{\frac{K'}{D'}} R} \right] \qquad (28)$$

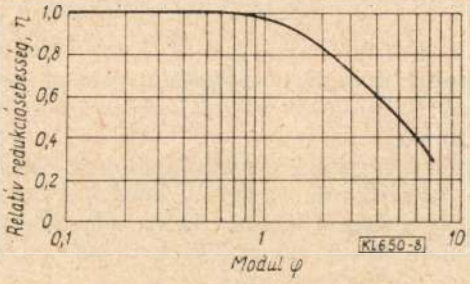
Ebben az egyenletben csak a $\sqrt{\frac{K'}{D'}} R$ kifejezés a változó, ezért ha ezt φ-vel jelöljük, egyenletünk elég egyszerű alakot vesz fel.

$$\eta = \frac{3}{\varphi} \left[\coth h \varphi - \frac{1}{\varphi} \right] \qquad (29)$$

Thiele és *Wicke* szerint itt levezetett egyenlettel lényegében azonos összefüggésre jutott *Rosztovcev* is [11], [12], [13].

A (29) egyenlet φ változóját a nyugati szakirodalomban modulnak, a Szovjetunióban pedig *Rosztovcev* után hasonlósági kritériumnak nevezik.

Nézzük meg, miképpen befolyásolja a hasonlósági kritérium a redukciósebesség kihasználási fokát. Ha $\varphi \to 0$, akkor $\lim \eta = 1$, vagyis ebben az esetben elérjük a redukciósebesség teljes kihasználást. φ növekedése közben a sebességkihasználás mértéke egyre romlik, amint azt a *8. ábra* mutatja. Az ábra görbéjének lefutásából



8. ábra. A relatív reakciósebesség (η) és a hasonlósági kritérium (φ) összefüggése

közvetlenül látható, hogy amíg $\varphi < 1$ a redukció teljes sebességgel folyhat, azonban ha $\varphi > 1$ akkor a relatív redukciósebesség hirtelen csökken. Ezért jogosan kijelenthetjük *Rosztovcev* után, hogy

$$\sqrt{\frac{K'}{D'}} \cdot R = 1 \qquad (30)$$

kritériumot jelent a redukciós folyamatban.

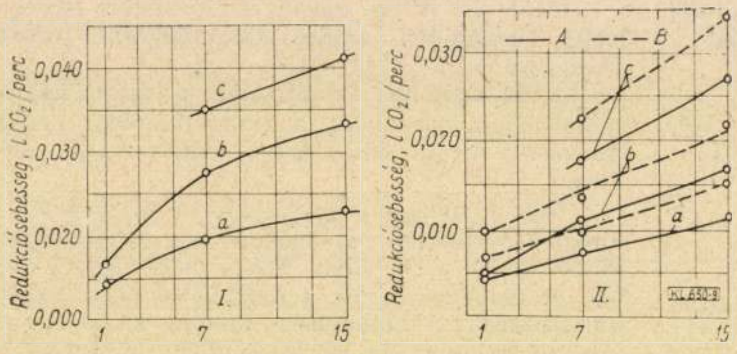
ha $\varphi < 1$ a redukció sebességét a kémiai átalakulás sebessége szabja meg, amíg
$\varphi > 1$ akkor a redukciósebesség a diffúzió sebességétől függ.

A redukciós feltételeknek azt a tartományát, amelyben a φ hasonlósági kritérium kis értéke miatt a redukció kémiai aktusának sebessége szabja meg a folyamatot : a redukció kinetikai térségének nevezzük. Ezzel szemben a redukciófeltételek azon intervallumát, ahol $\varphi > 1$ és a diffúzió sebessége kicsi a többi részfolyamathoz viszonyítva : a redukció diffúziós térségének nevezzük.

Porózus anyagokkal végrehajtott redukció során nem mutatkozik ilyen élesen $\varphi = 1$-nél a redukciósebesség csökkenése, ezért újabban a kinetikai és diffúziós térség között a $0{,}1 < \varphi < 10$ tartományt átmeneti, vagy pórusdiffúziós térségnek nevezzük.

Az elérhető legnagyobb sebesség biztosítására a kohásznak — minden hőmérsékleten — arra kell törekedni, hogy a külső feltételek helyes megválasztásával a redukciót a kinetikai térségben tartsa, vagy efelé közelítse. A

$$\sqrt{\frac{K'}{D'}} \cdot R$$



9. ábra. Az Fe_2O_3 (I) és az Fe_3O_4 (II) redukciósebességének függése a gázfázis nyomásától

A = a folyamat kezdetén, *B* = a folyamat közben, a = 3 l/ó, b = 5 l/ó, c = 10 l/ó gázfogyasztás

hasonlósági kritérium vizsgálata választ ad arra, hogy hol helyezkedik el a kinetikai és hol a diffúziós térség.

Mint kezdetben megállapítottuk, a (10) és (18)-ból következik, hogy a hőmérséklet sokkal jobban gyorsítja a kémiai aktus sebességét, mint a diffúzióét. Nagy hőmérsékleten ezért a diffúzió sebessége messze elmarad.

Kis hőmérsékleten tehát a redukció a kinetikus, nagy hőmérsékleten pedig a diffúziós térségben játszódik le.

A hasonlósági kritérium közvetlenül mutatja a darabnagyság befolyását a redukció térségére. A nagy darabos elegyanyagok használata növeli a kritérium értékét és ezért a diffúziós térség kiszélesedéséhez vezet.

Kimutattuk a gáz áramlási sebességének vizsgálata során (4), hogy az áramlási sebesség, legalábbis a kritikus határig, javítja a diffúziós sebességet, így a kinetikai térség kialakulásának kedvez.

Könnyen megállapíthatjuk a porózusság hatását is. A (12) és (20)-ból látszik, hogy

$$k' = \alpha K, \; D' = D \cdot \varepsilon \cdot \xi$$

ezt a hasonlósági kritérium értékbe visszahelyettesítve kapjuk, hogy

$$\varphi = \sqrt{\frac{\alpha K}{D \cdot \varepsilon \cdot \zeta \cdot}} \cdot R \qquad (31)$$

Ez utóbbiból következik, hogy minél porózusabb az érc, annál közelebb kerülünk a kinetikai térséghez.

Jegyezzük meg, hogy a redukció kis hőmérsékleten, kis darabnagyságon, nagy porozitás és nagy áramlási sebesség mellett a kinetikai térségben játszódik le. Ezek fordítottján a redukciós folyamat a diffúziós tartományban van.

Külön ki kell térni a nyomás hatásának tisztázására.

A nagyolvasztóban uralkodó nyomás növelésének kedvező hatása a kohósítás fizikai feltételei, valamint a nyersvasgyártás intenzivebbé tétele szempontjából vitán felül áll. A nagyobb nyomás kisebb térfogatra kényszeríti a gázokat. Ezért ugyanolyan gázáteresztő képességű elegyekben növekedhet az elegyen átjuttatott levegő mennyisége. *Ramm* és *Joseph* kimutatta [14], [15], hogy a nagyolvasztó elegyoszlopában mutatkozó nyomásesés fordított arányban áll az abszolút nyomással. Ebből következik, hogy nagy toroknyomáson az intenzívebb kohójárat ellenére is az anyaglevonulás biztosabb és egyenletesebb. Mindezek a hatások elősegítik, hogy több nyersvasat nyerjünk ugyanabból a nagyolvasztóból.

A redukció kémiai láncszemének ismertetésekor megállapítottuk, hogy a nyomás gyorsítja a reakciót, a diffúzióra pedig nincs különösebb befolyással. *Scsedrin* és a lengyel *Ivanciw* [16], [17] több munkájában matematikailag levezette, hogy a vasoxidok kinetikai térségében folyó redukciójának van optimális abszolút nyomása és ez a nyomás lényegesen nagyobb, mint a nagyolvasztóban jelenleg dolgozó nyomás. *Tumárjov* [18] a kinetikai és diffúzió közötti átmeneti tartományban vizsgálta a nagy nyomás hatását és megállapította, hogy a nyomás növelése annál jobban kedvezett a redukció sebességének, minél inkább úgy állította be a kísérlet feltételeit, hogy a redukció a kinetikai térség felé tolódjék. Pl. a *9. ábrán* a nyomás és az áramlási sebesség hatását mutatjuk be, *a)* az Fe_2O_3-ra és *b)* az Fe_3O_4-re. Az ábrából leolvashatjuk, hogy egész 15 atm. nyomásig az oxidok redukciósebessége a nyomás emelésével javult. Ugyanakkor megállapíthatjuk azt is, hogy annál jobban észrevehető volt a nyomásemelés hatása, minél nagyobb volt a gázfogyasztás, azaz az áramlási sebesség.

Összefoglalóban elmondhatjuk tehát, hogy

1. A nyomás, a kinetikai térségben gyorsítja a redukciót.

2. Az átmeneti tartományban a folyamat sebessége annál jobban javul a nyomásemelés hatására, minél nagyobb az áramlási sebesség, minél tömörebb az érc és minél előrehaladottabb fázisban van a redukció, mert ebben az esetben a folyamat egyre inkább közeledik a kinetikai térséghez.

A nagy nyomásról eddig elmondottak igazolják, hogy reakciókinetikai szempontból a toroknyomás növelése hasznos.

Összefoglalás

Mindezek után foglaljuk össze röviden következtetéseinket:

1. Nagy vonalakban vázoltuk a korszerű adszorbciós-autokatalitikus elméletet. Az elmélet megegyezik a határfelületi reakciók általános elképzeléseivel. A teljes redukciós folyamat több részfolyamatból tevődik össze, amelyek a kölcsönös egyensúly alapján egymással összekapcsolódva különböző redukciós térségeken keresztül játszódnak le.

2. Az elmélet a redukció számos jelenségét a gyakorlattal és a kísérletekkel egyezően képes magyarázni.

3. Közelebbről megvizsgáltuk az elegy CO_2-tartalmának hatását és vele a bázikus darabosítvány gyártásának szükségességét.

4. Reakciókinetikai szempontból megvizsgáltuk a nagy toroknyomás hatását. Megállapítottuk, hogy a kinetikai és átmeneti térségben a nagytoroknyomás javítja a redukció feltételeit.

IRODALOM

[1] *Pavlov, M. A.:* A nyersvas kohászata II. 83. old. Akadémiai Kiadó 1951.

[2] *Erdey Grúz Tibor—Shay Géza:* Elméleti fizikai kémia II. kötet, Tankönyvkiadó 1955.

[3] *Heynert, G.—Willems:* Stahl und Eisen 1959. 22. sz. 1545—1554. old.

[4] *Jeszin, O. A.—Geld, P. V.:* A pirometallurgiai folyamatok fizikai kémiája. I. rész Metallurgizdat 1950.

[5] *Bogdándy, L.—Riecke, H. G.:* Archiv für d. Eisenhüttenwesen 1958. 10. sz. 603—609. old.

[6] *Tumárjov, A. Sz.:* A nyersvasgyártás fizikai kémiai alapjai. 111—127. old. Szverdlovszk. Metallurgizdat 1956.

[7] *Gotlib, A. D.:* Nagyolvasztós folyamat. Kiev, Gosztehizdat 1958.

[8] *Adarjukov, G. I.—Kocsin, M. F.—Kocsenkó, D. Sz.:* Sztál 1950. 5. sz.

[9] *Ezz, S. Y. M.—Wild, R.:* Journal of Iron and Steel Inst. 1960. 2. sz. 211. old.

[10] *Csufárov, G. I.—Tatyijevszkája, R. P.:* A nyersvasgyártás fizikai kémiai alapjai 21—64. old. Szverdlovszk Metallurgizdat 1956.

[11] *Thiele, E. W.:* Ind. Engeng. Chem. 1939. 31. sz. 916—920. old.

[12] *Wicke, E.:* Z. Elektrochem. Ber. Bunsengas phys. Chem. 1956. 60. sz. 774—782. old.

[13] *Rosztovcev, Sz. T.:* Teorja metallurgicseszkih processzov. Metallurgizdat 1944.

[14] *Romm, A. N.:* A kohósítás fokozott gáznyomás melletti intenzitás növelésének lehetőségei. Kalinyinról elnevezett L. P. I. művek kiadványa 1955. 179. 118—126. old.

[15] *Joseph, I. L.:* Blast Furnace and Steel Plant 1945. 6. sz. 699—707. old.

[16] *Scsedrin, V. M.:* A nagyolvasztó torokban mért 1 atánál nagyobb gáznyomással folyó üzemvitelnek elméleti alapja. Előadás a kohászok és tömörítőművi szakemberek összszövetségi értekezletén. Dnyepropetrovszk 1957.

[17] *Ivanciw, Je.:* A nyomásnak a fémoxidok karbonnal végbemenő redukciós folyamatára gyakorolt hatása. A lengyel Tud. Ak. kiadványa 1953. IV. 1. kötet 1—2. sz. 69—73. old.

[18] *Tumárjov, A. Sz.:* Rétegezett vasoxidok redukálása a gázfázis nagy nyomása mellett. Sztál 1958. 9. sz. 769—776. old.

Egyetemi hírek

A Kohómérnöki Karon működő Kohászati Munkaközösség 1960. évi kutatásairól jelentésben számolt be, mely az öt résztvevő tanszék profiljának megfelelően összesen 17 témát ölelt fel. A munkaközösség tudományos eredményeit összefoglalva, 1960-ban 13 dolgozat jelent meg, melyből 8 idegen nyelvű. Elkészült és közlésre leadtak 12 szakcikket. A kutatómunkával kapcsolatban 1960-ban 5 előadás hangoztt el különféle hazai és külföldi tudományos ülésszakokon, és 2 szabadalmat jelentettek be.

F. O.

*

Dr. Horváth Zoltán egyetemi tanár, a műszaki tudományok kandidátusa, márc. 2-án védte meg „A cinkkohászatban lejátszódó folyamatok termodinamikája" c. akadémiai doktori értekezését. Az értekezés opponensei *Dr. Schay Géza* akadémikus, *Dr. Millner Tivadar* levelező tag, és *Dr. Várhegyi Győző*, a műszaki tudományok kandidátusa volt. A bíráló bizottság a védés alapján az akadémiai doktori fokozat megadását egyhangúlag javasolta.

F. O.

*

A Kohó- és Gépipari Minisztérium, valamint a Nehézipari Műszaki Egyetem szocialista együttműködési szerződést kötöttek. Az együttműködés a felsőoktatási reform előkészítésére, az oktatás személyi és anyagi feltételeinek biztosítására, valamint műszaki fejlesztési kérdésekre terjed ki.

F. O.

*

Li Sün akadémikus, a Kínai Vasipari Kutató Intézet igazgatója, a Kínai és a Magyar Tudományos Akadémia együttműködési szerződése keretében hazánkban tartózkodott, s a Kohómérnöki Karon működő Kohászati Munkaközösséghez tartozó tanszékek munkájának megismerése céljából, meglátogatta egyetemünket.

F. O.

*

Megjelent a Nehézipari Műszaki Egyetem Közleményeinek V. kötete. A bányászat, kohászat és a gépészet tárgykörű dolgozatokat magábanfoglaló kötetben a Kohómérnöki kar részéről négy dolgozat jelent meg.

F. O.

*

A Freibergi Bányászati Akadémia és a NME Kohómérnöki Kara között létrejött csere-tanulmányúit egyezménynek megfelelően 1960. szeptember 25—október 9-e között hazánkban tartózkodó német csoport tanulmányútjáról *Liebscher, R.* és *Schab, D.* V. éves kohómérnökhallgatók tollából, a Freibergi Bányászati Akadémia „Die Hochschulstadt" c. újságában fényképekkel élénkített terjedelmes cikk jelent meg. A cikk az utazás, ill. a megérkezéstől és a baráti fogadtatástól kezdve részletesen beszámol a tanulmányúton szerzett gazdag, elsősorban fémkohászati jellegű szakmai tapasztalatokról, külön kiemelve és sajátjaikkal összehasonlítva alumínium-kohászatunk korszerűbb berendezéseit és gazdaságosabb üzemét. Igen hű és részletes képet ad hazánk természeti szépségeiről, nevezetességeiről s leírja a kulturális rendezvények adta kellemes órákat. Az OMBKE-ben tett látogatás, majd a búcsúest fejezte be ittartózkodásukat, melyről mint igen tanulságos és felejthetetlen élményről emlékeznek meg.

F. O.

*

Az I. Miskolci Diáknapok keretében Tudományos Diákköri Ülésszakot rendeztek márc. 24-én és 25-én egyetemünkön, ahol hallgatóink előadásokban számoltak be a tanszékek irányításával végzett tudományos jellegű munkáikról. A 24 előadásból álló előadásorozatban, a Kohómérnöki Kar hallgatói a következő 4 előadással szerepeltek:

1. *Rédei András, Borbély János, Magos Katalin, Varga Endre* IV. é. kh-ók: Gyorsacélok fajsúlyának változása a hőkezelés hatására.

2. *Madarász Ferenc, Reisz Gyula, Szikszay Pál* IV. é. kh-ók: A színes és könnyűfémrudak húzásakor fellépő feszültség változásának vizsgálata.

3. *Rédei András* V. é. kh: Blokkhengerállvány optikai feszültségvizsgálata.

4. *Szenyán József, Vida László* IV. é. kh-ók: Öntöttvas hígfolyósságának és formakitöltő képességének vizsgálata.

F. O.

*

Az V. éves kohómérnökhallgatók március 21-én tartották szalagavató szakestélyüket, melyen az egyetem vezetői és oktatói is résztvettek.

F. O.

Az alumíniumelektrolizáló kádak folyamatos timföldadagolása

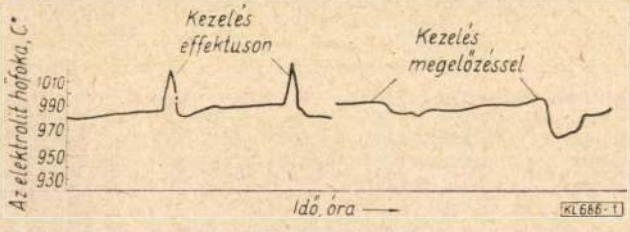
BALÁZS ENDRE aspiráns
Színesfém Főiskola, Moszkva

DK : 668.712.3

I. A folyamatos timföldadagolás jelentőségéről

Ismeretes, hogy az ipari gyártás általános fejlődésének egyik fő iránya a szakaszos eljárásokról a félfolyamatos és folyamatos eljárásokra való áttérés. Az elektrolitikus alumíniumgyártás sem kivétel ez alól az általános jellegű irányzat alól. Történetében számos próbálkozást találunk a folyamatos adagoló eljárás megvalósítására. Igaz, maga az elektrolízis folyamatos, hiszen az áram megszakítás nélkül halad át a kemencén, azonban a legfontosabb kezelési műveletet, a gyártás kiinduló nyersanyagának, a timföldnek a kemencébe adagolását, ami általában az üzemi munkaerőfelhasználás 20—30%-át képezi, szakaszosan hajtják végre. Emiatt maga a gyártási eljárás is szakaszosnak tekinthető.

Minden egyes — jelenleg 4—8 óránként végzett — adagoláskor a kemencemunkatér szilárd elektrolitkéregből és timföldtakaróból álló erős, felső hőszigetelésének jelentős (¼—½) részét megbontják. Ennek során az olvadt elektrolitba hőfokánál többszáz fokkal kisebb átlaghőmérsékletű és az elektrolitmennyiség 20%-át is elérő súlyú timföldadag kerül. Ekkor az elektrolit timföldkoncentrációja hirtelen megnő (1—3%-ról 7—10%-ra), hőfoka pedig ugrásszerűen, egyes esetekben 30—40 C°-kal is változik *(1. ábra)*.



1. ábra. Az elektrolit hőfokának változása az alumínium elektrolizáló kemencében

Mindezek ismeretében természetesen felmerült az a gondolat, hogy célszerű lenne áttérni a timföld félfolyamatos, vagy folyamatos adagolására. Ezt a gondolatot már mintegy 30 évvel ezelőtt felvetették és ettől kezdve ismételten, gyakran visszatért az alumíniumkohászat egyes tudományos és műszaki szakembereinek munkáiban [1]—[6].

Grolle már a harmincas évek elején [1] megemlíti a timföldnek az elektrolizáló kemencékbe való folyamatos automatikus adagolását. Utal e módszer előnyeire :

„az anódok oldalfalainak az oxidálástól való jobb védelme (mert vastagabb timföldtakarót lehet tartani az elektrolitkérgen), a hőveszteségek csökkenése (ugyanezen okból), kriolit és munkaerő megtakarítás."

Sőt *Grolle* már arra is rámutat, hogy az említett eljárással kb. 2% villamosenergia is megtakarítható.

Ferrand és *Doucet* 1952-ben a következőket írják a folyamatos timföldadagolásról [2] :

„... e timföldtáplálási mód, ha a berendezés konstrukciója sikeres, el fog terjedni az ipari gyakorlatban, az európai üzemekben mintegy 15 munkaóra/tonna munkaerőmegtakarítás mellett. Ugyancsak jelentős fluorsómegtakarítás várható, ha jó minőségű anódok használata mellett az anódeffektusok számát sikerül kemencénként és naponként 1/3-ra csökkenteni. Ezenkívül közvetett villamosenergiamegtakarításnak kell jelentkeznie, mivel ilyen megoldáshoz igen jó hatásfokú elektrolizáló kemence építhető, melynek tömegegységére eső fajlagos teljesítménye nagy és amelyen az elektrolit felszínét csak 3—4 naponként egyszer kell szabaddá tenni."

Beljájev 1954-ben a következőket írta [3] :

„A mai alumínium elektrolizáló kemencék kezelése, gépesítésének előrehaladása lehetővé teszi, hogy gyártásának automatizálását napirendre tűzzük. E feladat megoldása eléggé bonyolult, mert az elektrolizáló kemence kezelésének teljességét képező egész sor különböző jellegű művelet irányításának egybefoglalását követeli meg. A nyilvánvalóan legfontosabb, először megoldandó kérdések : a folyamatos timföldtáplálás és az anód helyzetének automatikus szabályozása. Ily módon az elektrolizáló kemencék munkája egyenletesebbé tehető, a munkaviszonyok javíthatók és a termelőképesség a szocialista termelés követelményeinek megfelelően növelhető."

Pearson 1955-ben megjelent munkájában azt írja [4] :

„Sok ízben próbálkoztak már a timföldnek az elektrolitba való folyamatos adagolásával, azonban ezek a módszerek vagy szerkezetek egyikéről sem ismeretesek olyan adatok, amelyek az ipari gyakorlatban hosszabb ideig tartó használatukat bizonyítanák. E látszólag egyszerű módszer nehezen valósítható meg a gyakorlatban, mivel az elektrolit felszíne a timföldadagolás helyén és ennek közelében könnyen befagy, az olvadék felszínén szénsalak akadályozza a timföldnek elektrolittal való nedvesedését, azonkívül a timföld könnyen képez üledéket az adagolás helye alatt az elektrolizáló kemence fenekén."

Johnson 1958-ban a következőképpen nyilatkozik e kérdésről [5] :

„Az Egyesült Államok alumíniumkohászata évenként 20—25 millió dollárt költ olyan szakaszos munka elvégzésére (a kéreg betörésére és timföld adagolására — szerző megj.) amely kétségtelenül gépesíthető automatikus betörő- és bekeverőberendezéseknek minden elektrolizáló kemencén való elhelyezésével vagy egy mozgó mechanizmussal... Az alumínium elektrolízis — mint olyan iparág, amely hasonló méretű kemencék ezreivel rendelkezik, amelyeken ismétlődő műveleteket kell végezni — termékeny talajt nyújt az automatizálás számára".

Az eddigiekben felsorolt irodalmi idézetek azt a meggyőződést sugallják, hogy az alumíniumelektrolizáló kemencék folyamatos timföldadagolására való áttéréstől már első megközelítésben is a következő eredmények várhatók :

1. A folyamat műszaki-gazdasági mutatóinak javulása a következők :

a) állandóbb termikus és elektromos elektrolízis-viszonyok,

b) az elektrolizáló kemence hőveszteségeinek csökkenése,

c) az elektrolit összetételében az elektrolizáló kemence optimális munkaviszonyainak beállítása.

2. A munka termelékenységének növekedése és a munkaviszonyok javulása a következő:

a) lehetőség nyílik az elektrolizáló kemence kezelésének legfontosabb műveletét teljesen automatizálni,

b) lehetőség nyílik arra, hogy gyakorlatilag állandóan zárt kemencemunkatérrel dolgozzunk, így a káros gázoknak és hőnek a kemencéből való rendszertelen eltávozása jelentéktelen mértékre csökkenthető.

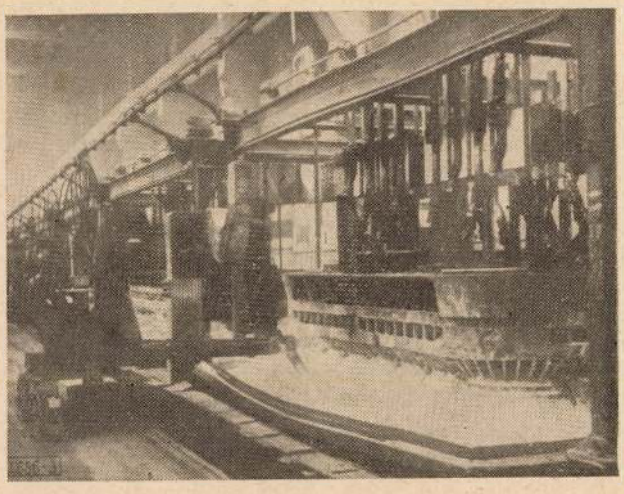
II. A timföldadagolás módjának fejlődése

A folyamatos adagolásra való áttérés az elektrolizáló kemence timfölddel való táplálása műszaki fejlődésének logikus következménye.

A timföldnek az elektrolitba való időszakos adagolása az elektrolitikus alumíniumgyártás kezdetétől fogva két főműveletből állt: az egyik a szilárd elektrolitkéreg betörése és a rajta levő timfölddel együtt az olvadt elektrolitba merítése, a másik pedig újabb timföldmennyiségnek az olvadék felszínére való adagolása az elektrolizáló kemence természetes boltozatának az újonnan képződő elektrolitkéreg révén való ismételt kialakítása céljából. Ezek során a timföldet rendszerint valamennyire *bekeverik* az elektrolitba. Az időszakonkénti timföldagadolás három adattal jellemezhető: az adagolás gyakorisága, az egyidejűleg adagolt timföldmennyiség és az elektrolit timföldkoncentrációjának változása. A felsoroltak az egyes elektrolizáló kemencéken az áramterhelés, áramhatásfok és az olvadt elektrolit mennyiségén keresztül kapcsolódnak egymáshoz.

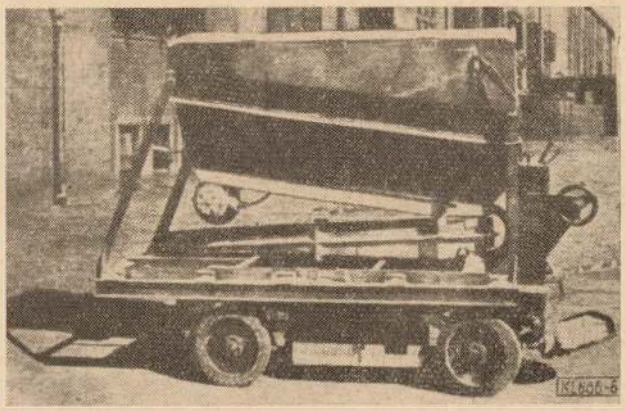
Az elektrolitikus alumíniumgyártás fejlődésének kezdetén (a 30-as évekig) minden soronkövetkező timföldadagoláshoz megvárták az anódeffektus megjelenését. Az anódeffektusok — és megfelelően a timföldadagolások — közti időtartam 3—6 óra volt és az anódeffektusok száma elérte kemencénként a napi 4-8-at. [6], [7]. Amidőn világossá váltak az anódeffektusok hátrányai és ily gyakoriságuk szükségtelensége, az elektrolízis művelete kétféle módon fejlődött tovább. Az egyik módszer az egyidejűleg adagolt timföldmennyiség és az anódeffektusok közötti időtartam növelése volt. Egyes üzemekben a kezelések közti időt ily módon 16—20 órára növelték [8]. Másik irányzatként, a *megelőzés* módszere, azaz a kemencének az anódeffektus megjelenését megelőző kezelése alakult ki. Az első móddal a későbbiekben — főleg jelentős mennyiségű timföld üledéknek a kemencefenekeken való felhalmozódása miatt — felhagytak, a másik módszer azonban tért hódított és jelenleg általánosan használják a világ alumíniumipari gyakorlatában. A timföldet általában 4—8 óránként adagolják az elektrolitba és kemencénként, naponként 0,5—1,5 anódeffektust engednek megjelenni. Vannak olyan szériák, illetve üzemek is, melyekben a jó munkaszervezés, a kezelőszemélyzet szakértelme és fegyelmezettsége révén az anódeffektusok számát kemencénként és naponként 0,2—0,3-ra csökkentették [9].

E második irányzat elterjedésében nagy szerepet játszott az elektrolizáló kemencék kezelésének az elmúlt évtizedben végrehajtott sikeres gépesítése, ami lehetővé tette a műveletek gyakorítását, a munkaerőfelhasználás lényeges növekedése nélkül. Jelenleg világszerte a legtöbb alumíniumkohóban az elektrolitkérget mozgó, sűrített levegős, robbanó- vagy akkumulátoros villamosmotor meghajtású kocsikra, vagy a kemencesor mentén közlekedő sűrítettlevegős vagy villamos meghajtású függesztett szerkezetekre szerelt nagyteljesítményű légkalapácsokkal törik be *(2. ábra)*.



2. ábra. Magyar kéregbetörő gép

A timföldet a kéregre, ill. az elektrolitba az anódszerkezeteken elhelyezett és két-három napi készletet magukban foglaló vaslemeztartályokból szabadeséssel, vagy pedig a kemencesorok között közlekedő tartálykocsikból, légadagoló vályúk segítségével adagolják *(3. ábra)*. Az elektrolizáló kemencék gépesített kiszolgálását általában mű-



3. ábra. Magyar timföldszállító és adagoló tartály akkumulátoros targoncára szerelve, légszállításos adagolócsatornával

szak-grafikonok szerint, sorkezeléssel szervezik meg. A 16—20 óránkénti timföldadagolás során az elektrolit timföldkoncentrációja 10—12%-tól kb. 1%-ig változott, ugyanakkor a jelenleg általánosan elterjedt gépesített megelőzéses eljárás mellett e határok 7—8%-tól 1—3%-ig szűkültek.

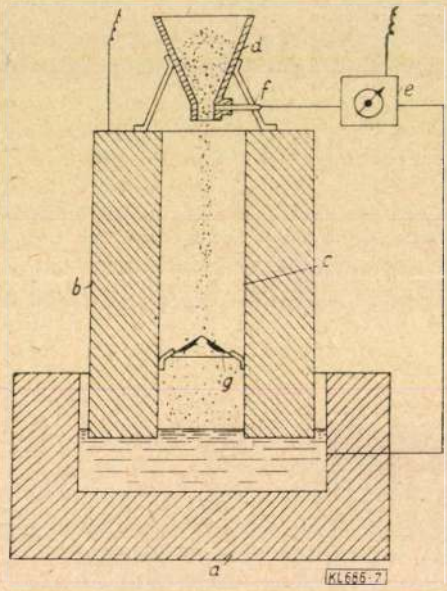
A legutóbbi időkben egyes új üzemekben a kéregbetörésre és timföldadagolásra szolgáló mechanizmusokat egyesítették, a gépezet falidarun elhelyezve mozoghat a kemencesorok mentén, kezelővel együtt, vagy programra automatizáltak. Ennek során kiemelkedően nagy termelékenységet érnek el az egész üzemre a termelt alumínium tonnájára mindössze 14 munkaóra a felhasználás [10].

Az időszakos kemencekezelés módszereinek a legutóbbi időben mutatkozó ilymérvű fejlődése fontos előfeltétele a folyamatos, automatizált kezelésmódra való áttérésnek. E fejlődés során az elmúlt években ipari méretekben bebizonyosodott, hogy az elektrolizáló kádak ritkán megjelenő anódeffektusokkal dolgozhatnak. A sikeresen felhasznált gépesítés feltárta a kemencekezelés jelentős egyszerűsítésének lehetőségét. Bebizonyosodott, hogy egyes előfeltételek megteremtése után és a folyamat megfelelő irányításával olyan műveletek, mint pl. a rendszeres szénsalak eltávolítás, a timföld gondos elkeverése az elektrolitba, az üledékekkel való bajlódás, az anódok oldal- és talpfelületének aprólékos gondozása stb. elhagyhatók anélkül, hogy a műszaki-gazdasági mutatók jelentősebben romlanának. Az elektrolizáló kemence általános kiszolgálási igényének ily csökkentése, az üzemnek ilymérvű egyszerűsödése arra mutat, hogy megvannak a tárgyi előfeltételei annak, hogy megkezdjék az áttérést a legfontosabb kemencekezelő műveletek folyamatos, automatikus végzésére.

III. Kísérletek és egy ipari megoldás az alumínium elektrolizáló kemence folyamatos timföldadagolására

Az irodalomból ismeretes egy sor szabadalom és kísérlet, melyek a folyamatos timföldadagolás gyakorlati megvalósítására irányultak. Itt csak azokkal foglalkozunk, amelyek olymértékben mutatkoztak reálisaknak, hogy üzemi kísérletre is kerültek.

Az elsők egyike *Grolle* javaslata volt, amelyet a 30-as évek elején vetett fel [1]. Két egyszerű módszert indítványozott. Az egyik késleltetett anódeffektusokra vonatkozott, eszerint az anódeffektusokat kis timföldmennyiségeknek háromóránként a kemence három pontján az elektrolitba adagolása útján tolták volna el. E javaslat lényegében a *megelőzéses* eljárásnak egyik korai változata volt. A második módszer a munkatér timföldtakarója vastagságának a szokásos 5—6 cm-ről 25—30 cm-re növeléséből állt. Az így megnövelt hőszigetelés alatt csak vékony elektrolitkéreg alakult volna ki, amely az elgondolás szerint a timföldréteg súlyának hatására lassan az elektrolitba ereszkedett volna, alulról állandóan oldódva és így kiküszöbölve az anódeffektusok kísérte időszakonkénti adagolás szükségességét. A gyakorlatban azonban e módszert el kellett vetni, mert — ahogyan erre *Jelizárov* és *Zseleznov* rámutatott [7] — az elektrolizáló-kemence fenekén néhány hét leforgása alatt oly nagy mennyiségű üledék halmozódott fel, hogy a rendes üzemű elektrolízis megszűnt. Valóban, egy ilyen megoldással az egyidejűleg elektrolitba jutó timföldmennyiség az elektrolitkéreg nyomásellenálló képességével jellemezhető, szabályozhatatlan tényezőtől függ és a változó viszonyoknak megfelelően igen nagy timföldmennyiségek is *önadagolódhatnak* egyidejűleg az elektrolitba. Emellett a módszer elvben nem használható a mai, gázharanggal felszerelt függőleges tüskés elektrolizáló kemencékhez, melyek elektrolit-timföld fedőboltozatának lehetőleg állandóan ép állapotban való tartása az egyik fő feltétele a kemencék kielégítő munkájának, és a kohócsarnokban a kívánt egészségügyi viszonyok fenntartásának.



4. ábra. A VAW folyamatos timföldadagolási szabadalmának rajza [14/a]

a = katód, b = anód, c = adagolócsatorna az anódban, d = timföldtartály, e = áramjelző berendezés, f = adagolószerkezet, g = elosztótányér

Ebben az időszakban jelentette be folyamatos timföldadagolásra vonatkozó szabadalmát a német Vereinigte Alumínium Werke [11]. A szabadalmi leírás szerint a timföldet, amelyet a kemence felső részén levő tartályban tárolnak, szabályozható adagolóberendezéssel, vékony sugárban adagolnák az anód belsejében keresztülhaladó függőleges nyíláson át *(4. ábra)*. Az adagolót egy *áramjelző berendezéssel* kötnék össze, amely az elgondolás szerint az elektrolit timföldtartalmának függvényében valamilyen módon szabályozná az adagolt timföldmennyiséget. Más kísérletezők a timföldet az anódon belül adagolták. Az anyagnak a nyílt elektrolitfelületre való egyszerű ejtésekor az utóbbi rendszerint olymértékben lehűl, hogy felszíne megdermed és a további timföldtáplálást megakadályozó kéreg képződik rajta. Már ez magában is magyarázza azt, hogy a VAW-

szabadalmában javasolt egyszerű megoldás miért nem terjedt el a gyakorlatban.

A 30-as évek francia alumíniumkohászatából ismerünk egy másik kísérletet a folyamatos timföldadagolásra [12]. Blokk-anódás elektrolizáló kemencére szerelt, *bonyolult és nehézkes* szerkezetre találunk utalást, amely a timföldet a két anódsor között elhelyezett kisméretű bunkerekből kapja. Az ezekhez kapcsolódó bekeverő acélrúd a két anódsor között végez lengő ingamozgást. A keverőrúd mozgás közben az elektrolitba keveri a timföldet és egyidejűleg a timföldbunkerek tolózárait is működteti ; mozgássebességét tolattyús szerkezet szabályozza, amely sűrített levegőt juttat a berendezést működésben tartó légmotorhoz. Ismeretes, hogy e berendezéssel felhagytak mind francia, mind más üzemekben, valószínűleg említett nehézkessége, valamint olyan szerkezeti rész miatt, amelynek gyakorlatilag állandóan érintkeznie kell az olvadt elektrolittal.

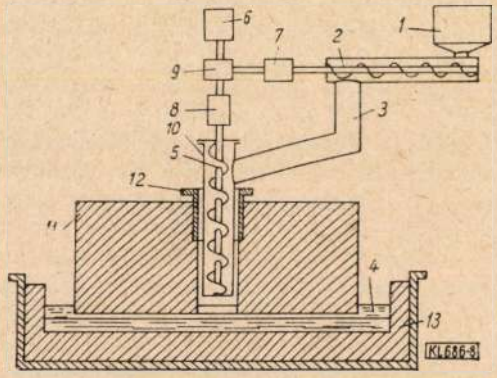
Ismeretesek *Ferrandnak* a tárgyalt kérdésre vonatkozó javaslatai, melyek fő vonása lengőmozgás kölcsönzése az anódelektródának [13]. A 40-es években végzett ipari kísérletek leírása szerint a kísérleti kemence blokkanódáit az elektrolit szintjén 3—6 mm/perc sebességű lengőmozgásba hozták. A szerző ismertetése szerint ennek során az anódok kerülete mentén adagolt timföld az elektrolitkéreg és az anódok között keletkező nyílásokon át az elektrolitba jut és ily módon (ha a timföldet folyamatosan adagoljuk a kéregre) biztosítható a megkövetelt timföldkoncentráció fenntartása az elektrolitban. A meghajtómű leírás szerint 0,5 LE teljesítményű villamosmotorból, sebességcsökkentőből és egyéb közlőműrendszerből állt. A meghajtás villamosenergia-igénye egy középteljesítményű kemencében — a leírás szerint — egy tonna fémre kb. 28 kWó volt.

Ez a megoldás ugyancsak nem terjedt el az iparban, több feltételezhető ok miatt. Így pl. az anódok mentén képződő nyílásokat nem lehet szabályozni, valamint a kérgen felmelegedett timföld fizikai tulajdonságainak különbözősége miatt az elektrolitbe jutó timföldmennyiség megbízhatóan nem szabályozható. Ezenkívül a javasolt megoldás a timföldnek gyakorlatilag állandó adagolását teszi szükségessé egy jelentős anódkerülethossz mentén, ami a korszerű egyanódos elektrolizáló kemencékhez — minden egyes termelőegységre — bonyolult és drága berendezés felszerelését teszi szükségessé. A korszerű folyamatos anódok súlya szerkezeti részletekkel együtt *Ferrand* kísérleti kemencéjével megegyező áramerősségű kemencén, legalább tízszerese a kísérletben szereplő mozgatott súlynak. Ezért a mozgatóberendezés elektromosenergia igénye a korszerű kemencékre — *Ferrand* igen kis adatát véve is alapul, egy tonna fémre 250—300 kWó-t jelenthet. Ez megfelel a folyamat villamosenergia-igénye 1,5—2%-ának.

Az elmondottaktól függetlenül, e megoldás egyáltalán nem alkalmas függőleges tüskés, folyamatos anódás kemencékhez a más javaslatok során már tárgyalt okok következtében.

Ferrandnak másik — a folyamatos timföldadagolás megoldását célzó — javaslata azzal a szabadalmával kapcsolatos, melyben az anódon keresztül [14] valamilyen szénhidrogén gáznak (pl. metánnak) az elektrolizáló kemence pólusai között az elektrolitrétegbe juttatását javasolja. A szerző elgondolása szerint a timföld elektrolitikus bontása során kiváló oxigén a szénhidrogéngázzal reagálna, ezzel elkerülhető volna a szénanódanyag elégése. A timföldet a gázba porlasztanák, amely a továbbiakban azt az elektrolitba juttatná.

Reálisabb *Mantovanello* 1950-ből származó „Eljárás az elektrolizáló kemence folyamatos timföldtáplálására az alumíniumgyártásban" elnevezésű szabadalma [15]. A leírás folyamatos timföldadagolást javaso' az anódban kiképzett függőleges adagoló csatornán, vagy az anód mellett elhelyezett függőleges adagolócsövön keresztül, ennek során a nehézségi erő hatásának kiegészítésére külön nyomóerőt is állít be a timföld útjában képződő elektrolitkéreg betörésére, illetőleg képződésének megelőzésére. E nyomóerőt a leírás szerint tolócsiga, vagy sűrítettlevegő, illetőleg gáz hozná létre (utóbbiak csak az anódban képzett adagolócsatornához).

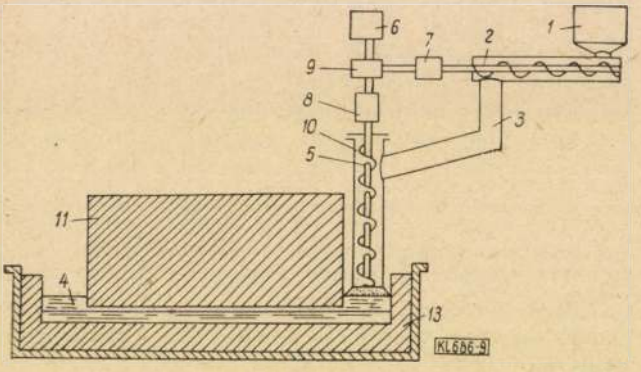


5. ábra. Folyamatos timföldadagoló berendezések rajzai Mantovanello, G. szabadalmából [19] adagolás anódcsatornán keresztül

1 = timföldtartály, 2 = szállítócsiga, 3 = surrantó, 4 = elektrolit, 5 = függőleges tolócsiga, 6 = motor, 7, 8, 9 = meghajtó áttételek, 10 = adagolócső, 11 = anód, 12 = betét, 13 = katódj

Az *5. ábrán* két változatot láthatunk a javasolt megoldásokból. A timföldet vezető függőlegescső néhány centiméterrel az elektrolitszint felett végződik és a nyomás a cső vége és az elektrolit között kialakuló timföldkúpon keresztül tovább függőlegesen lefelé adódna át *(6. ábra)*.

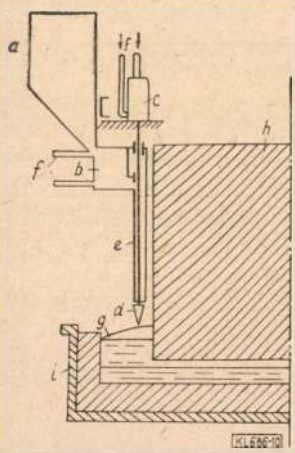
Ennek a szabadalomnak ipari elterjedéséről nincs értesülésünk. Megítélésünk szerint elterjedését megnehezíti egyes, az előbb felsorolt megoldásokkal közös hiányosságai mellett a kemencénként szükséges tolócsigás és meghajtóműves berendezés bonyolult és költséges volta és az adott szerkezettel várható jelentős karbantartó, javító igény olyan koptató anyaggal való munka során, mint amilyen a timföld. Kétségtelen az is, hogy a timföld függőleges adagolóban való „csúszásá-



6. ábra. Folyamatos timföldadagoló berendezések rajzai Mantovanello szabadalmából [19] adagolás az anód mellett
1 = timföldtartály, 2 = szállítócsiga, 3 = surrantó, 4 = elektrolit, 5 = függőleges tolócsiga, 6 = motor, 7, 8, 9 = meghajtó áttételek, 10 = adagolócső, 11 = anód, 12 = betét, 13 = katód

nak" különböző mértéke (fizikai tulajdonságai változásának függvényében) bizonytalanná teszi magát az adagolást. A kéregképződés akadályának elhárítására valamilyen gáz vagy sűrített levegő közvetlen nyomóerejének felhasználása (ami csak az anódon keresztül való adagolással jöhet egyáltalán számításba) annyira irreális, hogy szükségtelen vele itt külön foglalkozni.

Az utóbbi időben a folyamatos timföldadagolás problémájának megoldásával intenzíven foglalkoznak a szovjet alumíniumkohászatban is [16]. E célból jelenleg egész sor különféle megoldást dolgoztak ki és próbálnak ki egyes kísérleti kemencéken. Ezek közé tartoznak a következők: timföldbefúvás levegővel az elektrolitréteg alá, kéregbetörőrudas módszer sűrített légdugattyús mozgatással, ugyanaz elektromágneses megoldással, a timföld elektrolitba keverése a kérgen képezett nyíláson keresztül mechanikus eszköz igénybevételével, timföldadagolás az anódban kialakított nyíláson keresztül, a timföldnek az elektrolitba nyomása a kéreggel együtt stb. A legreményteljesebbnek a betörőrudas módszert tekintik. Az alumínium elektrolizáló kemencék folyamatos timföldagadolásának megoldását az egyik legfontosabb feladatnak tekintik a szovjet alumíniumiparban, a nagyteljesítményű kohászati egységek további tökéletesítése céljából.



7. ábra. A Balázs—Szentiványi szabadalom szerinti folyamatos timföldadagoló berendezés egyik változata [21]
a = timföldtartály, b = adagoló, c = a betörőrúd léghengere, d = betörőfej, e = timföldsurrantó, f = sűrített levegő csatlakozások, g = a szilárd elektrolitkéreg a timföldtakaróval, h = anód, i = katód

Hazánkban 1956-ban szabadalmat jelentettek be, melynek elnevezése „Eljárás és berendezés timföld félfolyamatos adagolására az alumínium elektrolízis kemencébe" [17]. A feltalálók *Balázs Endre* és *Szentiványi Gyula*. E szabadalom alapján sikerült kidolgozni és ipari méretekben bevezetni a folyamatos timföldadagolást megvalósító berendezést és megtanulni magát a folyamatos timföldadagoló eljárást.

A berendezés a félfolyamatosság alapelvén működik, azaz gyakori, megegyező mennyiségű timföldadagolást végez az oldaltüskés kemencéken a szilárd elektrolitkéreg nyílásán, a függőleges tüskés kemencéken a gázharangon keresztül.

A *7. ábrán* látható a berendezés első (oldaltüskés) változatának elvi rajza. Az elektrolizáló kemence felső vasszerkezetére szerelt tartály 2—4 napi timföldkészletet tárol. A timföldadagoló pneumatikus működtetésű, mozgó alkatrészek nélkül dolgozik. A betörőszerkezet a kéregnyílás kialakítására, illetőleg fenntartására szolgál, ugyancsak sűrített levegő működtetésű. A betörőfej az olvadt elektrolittal csak időközönként és akkor is csak rövid időre érintkezik, ezért élettartama hosszú. A berendezés egyszerű és kevés karbantartást kíván. Az energiahordozó (sűrített levegő) és a szakaszos működtetés következtében a timföld adagolása ezzel a megoldással könnyen automatizálható és távirányítható.

Összefoglalás

Ismeretes, hogy a kriolit-timföld olvadékok fajlagos villamosellenállása a timföld tartalom függvényében változik. Az utóbbi évtizedben végzett egyes laboratóriumi kutatások arra mutatnak, hogy emellett az alumíniumveszteségek és az áramhatásfok alakulása szempontjából is van egy bizonyos optimális timföldtartalom a kriolit-timföld olvadékokban [18], [19], [20].

Mindezek alapján várható, hogy a tudományos kutatások megbízható adataiból kiindulva, a folyamatos timföldadagoló eljárás továbbfejlesztéseképpen, olyan automatikát fognak kidolgozni, amely az adagolást az elektrolit timföldkoncentrációjától függően fogja szabályozni és a timföldkoncentrációt folyamatosan meghatározott, optimális szinten fogja tartani.

Ilyen megoldás különösen kifizetődő lenne nagy teljesítményű elektrolizáló kemencékre, amelyek így önszabályozó kemence-automatákká válnának.

IRODALOM

[1] *Grolle, J.:* Proizvodsztvo Aljuminija, Moszkva—Leningrad 1933. 59—60. o.
[2] *Ferrand, L.—Doucet, Y.:* Bull. de la Soc. Franc. Electr. 1952. fevr. 532. o.
[3] *Beljajev, A. I.:* Metallurgija ljogkih Metallov, Moszkva 1954. 242. o.
[4] *Pearson, T. S.:* The Chemical Background of the Aluminium Industry, London, 1955. 61. o.

[5] *Johnson, A. F.:* Journal of Metals 10. No. 1., 1958. 34. o.
[6] *Edwards, J. D.—Frary, F. C.—Jeffries, Z.:* Aluminium and its production, New York, 1930. 310. o.
[7] *Jelizarov, P. G.—Zseleznov, A. I.:* Proizvodsztvo metallicseszkovo aljuminija, Moszkva—Leningrad, 1932. 122, 166.
[8] *Masovec, V. P.—Forszblom, R. V.:* Elektroliticseszkoje proizvodsztvo aljuminija, Moszkva, 1951. 135. o.
[9] *Epstejn, A. M.:* Cvetnije Metalli, 1957. 5. 37. o.
[10] Revue de l'Aluminium, 273, 1960. fevr. 196. o.
[11] 337.985. sz. angol szabadalom, 1930.
[12] Proizvodsztvo aljuminija na francuzszkih zavodah, Moszkva—Leningrád, 1935. 127. o.
[13] *Andreae, F. V.—Darmois, E.—Ferrand, L.:* The problem of the large electrolysis furnaces in the Manufacture of aluminium, Paris, 1954. 20—24. o.
[14] 962.781. sz. francia szabadalom, 1943.
[15] 465.932. sz. olasz szabadalom, 1951. és 716.874 sz. angol szabadalom, 1954.
[16] Izvesztyija viszsih ucsebnih zavegyenyij. Cvetnaja Metallurgija. Ordzsonikidze, 1960. 2. 166—168. o.
[17] 2251/BA—1035 sz. magyar szabadalom, 1956.
[18] *Abramov, G. A.* stb.: Tyeoreticseszkije osznovi elektrometallurgiji aljuminija. Moszkva, 1953. 202, 326. o.
[19] *Szekér Gy.:* Kandidátusi disszertáció. Moszkva, 1953.
[20] *Beljajev, A. I.—Firszanova, L. A.:* Izvesztyija AN. SZSZSZR, Otgy. tehn. nauk. Metallurgija i toplivo. 1959. 5. 27—34.

Műszaki és gazdasági hírek

1960-ban a **nyugatnémet** *nemesacélipar* a világtermelésben a harmadik helyet foglalta el (2,7 millió tonnával) az USA és a Szovjetunió mögött. Utána Anglia következett. Az utóbbi 8 év alatt Japán meghatszorozta nemesacél termelését, Olaszország több mint megkétszerezte. Csehszlovákia is erősen növelte termelését. Olyan fontos nemesacél termelők, mint Ausztria és Svédország, termelésüknek több mint 50%-át exportálják.

Montan 1961. III. 17.

*

A **japán** vas- és acélipar *vasérc-importja* erősen megnövekedik, hogy el tudja érni termelési célkitűzéseit. 1961-ben nyervastermelése 15,9 millió tonna lesz, szemben az előző évi 12,6 millió tonnával, míg 1970-re 28 millió tonnát akarnak elérni.

Hírek szerint Kanadából hét év alatt kb. 5 millió tonna 61%-os vasércet vásárolt.

Venezuelából évi 10 millió tonna vasércet kíván importálni, míg Peruból hét év alatt 9 millió tonnát, Chiléből pedig 10 év alatt 10 millió tonnát.

Metal Bulletin 1961. III. 3.

*

Japán *acélszükségletét* 1970-ben 45 millió t-ra becsülik. A jelenlegi 22 millió t-ás termelő berendezést 1970-re 50 millió t-ás kapacitássá fogják felfejleszteni.

St. u. E. 1961. 3. sz.

*

Az Alumínium Co. of **America** becslés szerint az elkövetkezendő évtizedekben a *szállítási tarrtályokat* építő ipar *alumínium* iránti kereslete rendkívül mértékben meg fog nőni. Az Alcoa véleménye szerint jelenleg évenként kereken 7 millió lb alumíniumot dolgoznak fel nagy tartályokká, 1970-ig azonban 185 millió lb-t fognak erre a célra felhasználni.

Jelenleg az alumíniumtartályok több mint 80%-át a hajózás használja fel, a vasút 15%-ot.

NE-Metalle 1961. III. 7.

*

A **nyugati államokban** melegen és hidegen hengerelt *finomlemeztermelés* a következőképpen alakult (részesedés %-ban):

	1955.		1959.	
	meleg	hideg	meleg	hideg
NSZK	70,1	29,9	41,2	58,8
Belgium	54,2	45,8	30,0	70,0
Franciaország	48,7	51,3	32,5	67,5
Hollandia	10,6	89,4	4,8	95,2
Olaszország	nincs felosztás		13,3	86,7
Luxemburg	1,5	98,5	0,4	99,6
Összesen	52,6	47,4	29,6	70,4

Montan 1961. III. 13.

Műszaki eseménynaptár

Június
1. 165 éve (1796) született *CARNOT, M. L. Sadi* francia fizikus (megh. 1832), a hőelmélet egyik kutatója, a termodinamika második főtételének megalkotója.
1. 50 éve (1911) halt meg *KALECSINSZKY Sándor* vegyész (szül. 1857), *Bunsen* tanítványa, a hazai kőszéntelepek keletkezésének kitatója, aki felderítette az erdélyi sóstavak felmelegedésének okát.
7. 135 éve (1826), halt meg *FRAUNHOFER, Joseph* német fizikus (szül. 1787), a színképelemző és egyéb optikai készülékek megalkotója.
8. 180 éve (1781) született *STEPHENSON, György* angol mérnök (megh. 1848), a gőzmozdony egyik feltalálója.
9. 185 éve (1776) született *AVOGARDO, Amadeo* olasz fizikus (megh. 1856), az atomelmélet egyik megalapítója, aki megfogalmazta a róla elnevezett tételt, amely szerint azonos állapotú egyenlő térfogatú gázokban a molekulák száma egyenlő.
10. 125 éve (1836) halt meg *AMPÉRE, André Marie* francia fizikus (szül. 1775), az elektrotechnika egyik úttörője.
13. 130 éve (1831) született *MAXWELL, James Clerk* angol fizikus (megh. 1879), a kinetikai gázelmélet megalapítója, az elektotechnika egyik legjelentősebb úttörője.
14. 225 éve (1736) született de *COULUMB, Károly Ágost* francia fizikus (megh. 1806), az elektrotechnika egyik jeles kutatója.

A közölt eseménynaptár nem teljes.
Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtárban (Bp. VIII. Múzeum u. 16.)
Az eseményekkel kapcsolatos érdeklődésekre felvilágosítást ad Pap János tudományos főmunkatárs, tel: 336—309/23 mellék.

Az Al 99,5 és Cu-E csövek alakíthatósága és mechnikai tulajdonságainak változása üres húzás közben

DÉVÉNYI GYÖRGY adjunktus, MECSEKI ISTVÁN adjunktus

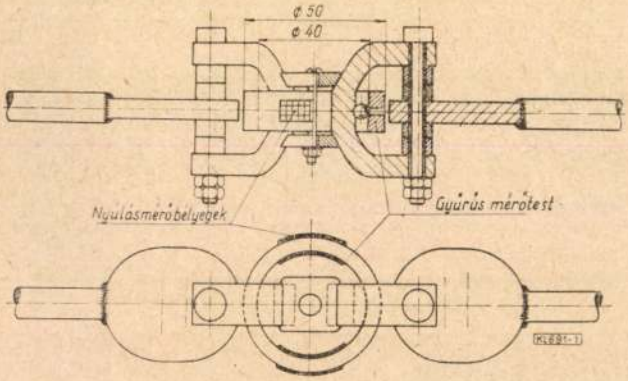
DK : 621.774

Kifogástalan felületű és pontos méretű csöveket hideg húzással lehet előállítani. A leggazdaságosabb gyártás szempontjából igen nagy jelentőségű a húzás közben fellépő erők, továbbá a két lágyítás között végezhető maximális alakítás lehetőségének ismerete.

Mivel a legnagyobb alakítás mértéke függ a húzott anyagok mechanikai tulajdonságainak változásától, egyértelmű meghatározása csak akkor lehetséges, ha ismerjük a csőhúzás technológiai jellemzőinek befolyását a húzott anyag mechanikai tulajdonságaira. Ha ezenkívül megállapítottuk a megmunkálás mértéke és a fellépő húzóerők közötti összefüggést, akkor minden húzásra olyan fogyást választhatunk, *amelyen* a fellépő húzóerő legjobban megközelíti a húzópad névleges vonóerejét, azaz biztosítja a pad leggazdaságosabb kihasználását.

A) A mérési eljárás és a kísérleti anyag ismertetése

A méréseket 10 t-ás 18,5 m/min. sebességű húzópadon végeztük el. A húzóerő mérésére nyúlásmérő bélyegekkel felszerelt mérőtestet használtuk és azt háromhurkos oszcillográfon regisztráltuk. A mérőberendezés nagyteljesítményű erősítőből, háromhurkos oszcillográfból, időjeladó egységből stb. állt.



1. ábra. 1 t-s mérőtest

A mérőtestet a húzókocsira építettük, megfelelő közdarabok beiktatásával. A húzókocsira szerelt mérőtestet lengőkábel kötötte össze a mérőberendezéssel. A húzóerő méréséhez nemesíthető acélból készült 1 t-ás gyűrűs mérőtestet használtunk *(1. ábra)*. A mérőtestet megmunkálás után $\sigma_B = 125$ kg/mm² szilárdságúra nemesítettük. A mérőtestet a kísérletsorozat előtt és után hitelesítettük. A hitelesítési görbék felhasználásával értékeltük ki a mérési oszcillogramokat.

A húzóerőt és az időjelet az oszcillográf papírszalagjára fényképeztük. Néhány egymásután következő húzás oszcillogramjának fényképét a *2. ábra* szemlélteti. A diagram alsó szélén végigfutó fűrészfogalakú vonal az időjel.

A vizsgált kísérleti anyagok összetételét és mechanikai tulajdonságainak adatait az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

A szerszámprofilok megállapítása céljából a húzóüregekről gipszmintákat készítettünk. A kísérlethez használt, *traktrix* görbe szerint kiképzett szerszámok alakját és méreteit a *3. ábra* mutatja.

B) Az alakíthatóság mértékének vizsgálata

Dugó nélküli csőhúzás közben a cső falvastagsága gyakorlatilag változatlan marad, míg az átmérője a fogyásnak megfelelően csökken. Vizsgálatunk egy részének az volt a célja, hogy megállapítsuk két lágyítás között a lehetséges legnagyobb alakítás mértékét.

A leggazdaságosabb húzási terv és a legnagyobb alakíthatóság tisztázása céljából szükségesnek mutatkozott az egyes húzási fokozatokat külön-külön megvizsgálni. Ezért az első húzást külön tanulmányoztuk és a jelenségek tisztázása után tértünk rá a továbbhúzási folyamat vizsgálatára. (Továbbhúzás alatt azt a folyamatot értjük, amikor a már húzott csövet lágyítás nélkül újból húzzuk.)

1. Az első húzásban elérhető legnagyobb alakítás

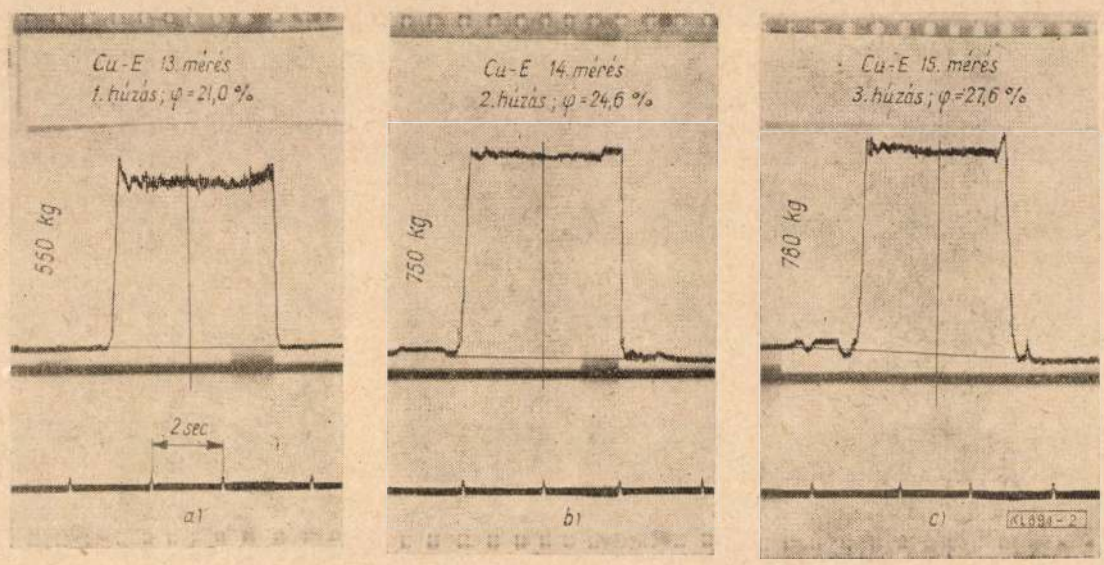
A kísérletsorozatban kétféle anyag (Al99,5 és Cu-E) tulajdonságait vizsgáltuk Az Al99,5 csövek húzásakor fellépő erőket a fogyás függvényében a *4. ábra* és a *2. táblázat* tünteti fel.

A görbének hengerolaj kenéskor kb. a 20% fogyás körül inflexiós pontja van, ettől a ponttól kezdve a húzóerő erősebben nő ; amiből következik, hogy ha ezt a fogyást túllépjük, a súrlódási viszonyok megváltoznak, romlik a csőfelület minősége és egyre nagyobb lesz a szakadás veszélye is. A görbe átváltása az inflexiós pontban annál

1. táblázat

A kísérleti anyag összetétele és mechanikai tulajdonságai

Sorszám	Megnevezés	Szabvány jel	Összetétel	σ_B kg/mm²	$\sigma_{0,2}$ kg/mm²	δ_{10} %	H_B kg/mm²
1.	Alumínium	Al99,5	99,5% Al lágy	5,34	Lásd : 6. ábra	36,9	25,0
2.	Elektrolit réz	Cu-E	99,5% Cu	20,25		35—50	42,0

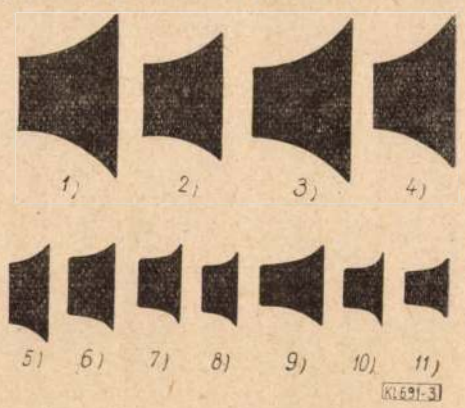


2. ábra. Kísérleti oszcillogrammok (Cu—E)

nagyobb alakítás mellett következik be, minél jobban kielégíti a kenőanyag a vele szemben támasztott követelményeket. Ha az első fokozatban a fogyás túlhaladja az inflexiós ponthoz tartozó alakítás mértékét, akkor a kilépő keresztmetszetben a fellépő főfeszültség

$$\sigma 3 = \frac{P}{f 2}$$

egyre jobban megközelíti a csőanyag folyáshatárát, aminek szakadás lesz a következménye.

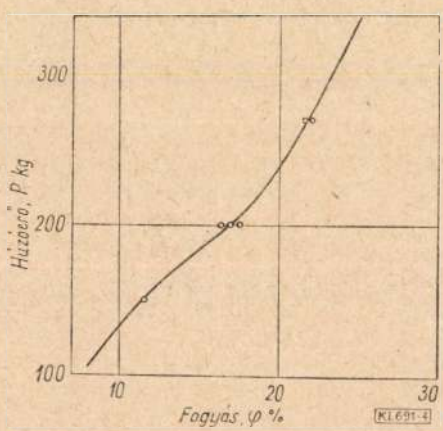


3. ábra. A kísérlethez használt, traktrix görbe szerint kiképzett szerszámok

A szerszám száma	d, mm	... számú méréshez használva
1	20,4	19
2	19,5	1, 1a, 10, 10a
3	18,2	4, 4a, 13
4	17,9	16, 16a
5	17,0	7, 7/a
6	15,5	11, 11a, 17, 17a
7	13,9	5, 5a
8	12,3	8, 8a
9	12,0	12, 12a, 18, 18a
10	10,7	6, 6a
11	8,9	9, 9a

A súrlódási tényező a húzás folyamán változik, nagyobb fogyáshoz nagyobb súrlódási tényező tartozik. A súrlódási tényező változása vizsgálataink alapján nem annyira a fajlagos felületi nyomás növekedésének, hanem inkább az alakváltozási munkából származó hőmérséklet-emelkedésnek következménye, viszont káros hatása a kenőanyag viszkozitásának erős csökkenése.

Rézcsövek húzásakor (Cu-E) a húzógörbe



4. ábra. Húzóerő a fogyás függvényében (Al99,5) kiinduló cső mérete 23/20,5 × 1,25 mm

inflexiója ugyanazon kenőanyag használata mellett már kb. 15% fogyáson jelentkezik; ennek oka a Cu-E nagyobb alakítási szilárdsága, ill. alakítási ellenállása. *(5. ábra* és *3. táblázat).*

Összefoglalva megállapítható, hogy az első húzásban még kifogástalan felületű és pontos átmérőjű csövet Al99,5 csövek üreshúzásakor kb. 20—25%, Cu-E csővel kb. 15-20% fogyás mellett érhetünk el. Az első húzásfokozatot célszerű ennek megfelelően megválasztani. Ha az első húzás előalakítóhúzás, akkor a megengedhető legnagyobb fogyás Al99,5 anyagra 30—35%, Cu-E anyagra pedig 25—30%.

2. A továbbhúzásban elérhető legnagyobb alakítás

A legkedvezőbb továbbhúzási eljárás megállapítása céljából az egyes húzásfokozatokat kerekszámú fogyásokra terveztük (15, 20, 25, 30%). Ezeket a fokozatokat azonban nem sikerült teljes

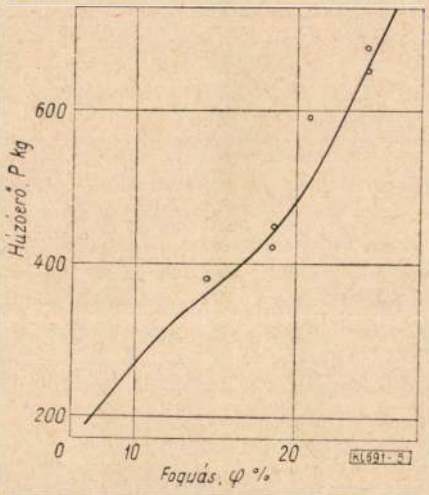
Az Al 99,5-ös minőségű üreshúzásos kísérleteinek adatai — *2. táblázat*

Al 99,5			Kiinduló névleges csőméret D_k = 23,0 mm D_b = 20,5 mm S_1 = 1,25 mm						Kenőanyag: hengerolaj. Húzási sebesség: 18,5 m/perc						
Húzás száma	Húzás előtti csőátmérő		Húzott cső méretei		Falvastagság		Keresztmetszet		Fogyás		Összes fogyás		A szerszám mérete	Mért húzóerő	Fajlagos értékek		Megjegyzés
	Külső ∅ D_k	Belső ∅ D_b	Külső ∅ d_k	Belső ∅ d_s	Húzás előtt S_1	Húzás után S_2	Húzás előtt f_1	Húzás után f_2	F	φ	ΣF	$\Sigma\varphi$	d ∅	P	P/F	P/f_2	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm²	mm²	mm²	%	mm²	%	mm	kg	kg/mm²	kg/mm²	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	
1	23,0	20,5	19,3	16,8	1,25	1,25	85,3	70,8	14,5	17,0	14,5	17,0	19,5	200	13,8	2,82	
2	19,3	16,8	15,5	12,76	1,25	1,37	70,8	60,8	10,0	14,1	24,5	28,7	15,7	180	18,0	2,96	
3	15,5	12,76	12,6	9,76	1,37	1,42	60,8	49,9	10,9	18,0	35,4	41,5	12,8	230	21,0	4,6	
1/a	23,0	20,5	19,5	16,86	1,25	1,32	85,3	75,3	10,0	11,7	10,0	11,7	19,5	130	13,0	1,73	
2/a	19,5	16,86	15,5	12,76	1,32	1,37	75,3	60,8	14,5	19,2	24,5	28,6	15,7	220	15,2	3,6	
3/a	15,5	12,76	12,6	9,76	1,37	1,42	60,8	49,9	10,9	18,0	35,4	41,5	12,8	220	20,1	4,4	
4	23,0	20,5	18,0	15,3	1,25	1,35	85,3	70,6	14,7	17,2	14,7	17,2	18,2	200	13,6	2,84	
5	18,0	15,3	13,8	11,06	1,35	1,37	70,6	53,5	17,1	24,2	31,8	37,3	13,9	250	14,6	4,7	
6	13,8	11,06	10,7	7,9	1,37	1,40	53,5	40,9	12,6	23,5	44,4	52,0	10,7	230	18,3	5,63	
4/a	23,0	20,5	18,0	15,3	1,25	1,35	85,3	70,6	14,7	17,2	14,7	17,2	18,2	200	13,6	2,84	
5/a	18,0	15,3	13,8	11,06	1,35	1,37	70,6	53,5	17,1	24,2	31,8	37,2	13,9	290	17,0	5,4	
6/a	13,8	11,06	10,7	7,9	1,37	1,40	53,5	40,9	12,6	18,0	44,4	52,0	10,7	225	17,8	5,5	
7	23,0	20,5	17,0	14,3	1,25	1,35	85,3	66,3	19,0	22,2	19,0	22,2	17,0	270	14,2	4,1	
8	17,0	14,3	12,1	9,3	1,35	1,37	66,3	47,0	19,3	29,2	38,3	45,0	12,3	290	15,0	6,18	
9	12,1	9,3	8,9	6,14	1,37	1,40	47,0	32,5	14,5	30,8	52,8	61,8	8,9	270	18,6	8,3	
7/a	23,0	20,5	17,0	14,3	1,25	1,35	85,3	66,3	19,0	22,2	19,0	22,2	17,0	270	14,2	4,1	
8/a	17,0	14,3	12,1	9,3	1,35	1,37	66,3	47,0	19,3	29,2	38,3	45,0	12,3	290	15,2	6,18	
9/a	12,1	9,3	8,9	6,14	1,37	1,40	47,0	32,5	14,5	30,8	52,8	61,8	8,9	270	18,6	8,3	

A Cu-E minőségű csövek üreshúzási kísérleteinek adatai — *3. táblázat*

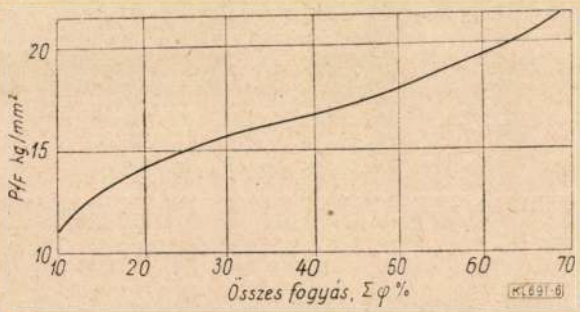
Cu-E			Kiinduló névleges csőméret D_k = 24,0 mm D_b = 21,9 mm S_1 = 1,05 mm						Kenőanyag: hengerolaj. Húzási sebesség: 18,5 m/perc						
Húzás száma	Húzás előtti csőátmérő		Húzott cső méretei		Falvastagság		Keresztmetszet		Fogyás		Összes fogyás		A szerszám mérete	Mért húzóerő	Fajlagos értékek		Megjegyzés
	Külső ∅ D_k	Belső ∅ D_b	Külső ∅ d_k	Belső ∅ d_b	Húzás előtt S_1	Húzás után S_2	Húzás előtt f_1	Húzás után f_2	F	φ	ΣF	$\Sigma\varphi$	d ∅	P	P/F	P/f_2	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm²	mm²	mm²	%	mm²	%	mm	kg	kg/mm²	kg/mm²	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	
10	24,0	21,9	19,4	17,26	1,05	1,07	75,6	61,5	14,1	18,6	14,1	18,6	19,5	420	29,8	6,83	
11	19,4	17,26	15,4	13,2	1,07	1,10	61,5	49,3	12,2	20,0	26,3	34,8	15,5	610	50,0	12,4	
12	15,4	13,2	11,8	9,6	1,10	1,10	49,3	37,0	12,3	25,0	38,6	50,8	12,0	740	60,0	20,0	
10/a	24,0	21,9	19,4	17,26	1,05	1,07	75,6	61,5	14,1	18,6	14,1	18,6	19,5	440	31,2	7,15	
11/a	19,4	17,26	15,4	13,2	1,07	1,10	61,5	49,3	12,2	20,0	26,3	34,8	15,5	610	50,0	12,4	
12/a	15,4	13,2	11,8	9,6	1,10	1,10	49,3	37,0	12,3	25,0	38,6	50,8	12,0	740	60,0	20,0	
13	24,0	21,9	18,1	15,86	1,05	1,12	75,6	59,7	15,9	21,0	15,9	21,0	18,2	550	34,6	9,2	
14	18,1	15,86	13,6	11,3	1,12	1,15	59,7	45,0	14,7	24,6	30,6	40,5	13,7	750	51,0	16,7	
15	13,6	11,3	10,2	7,9	1,15	1,15	45,0	32,6	12,4	27,6	43,0	56,8	10,4	780	63,0	23,9	
16	24,0	21,9	17,78	15,62	1,05	1,08	75,6	56,7	18,9	25,0	18,9	25,0	17,9	650	34,4	11,5	
17	17,78	15,62	15,4	13,2	1,08	1,10	56,7	49,3	7,4	13,0	26,3	34,8	15,5	370	50,2	7,5	
18	15,4	13,2	11,8	9,6	1,10	1,10	49,3	37,0	12,3	25,0	38,6	50,8	12,0	740	60,0	20,0	
16/a	24,0	21,9	17,78	15,62	1,05	1,08	75,6	56,7	18,9	25,0	18,9	25,0	17,9	680	36,0	12,0	
17/a	17,78	15,62	15,4	13,2	1,08	1,10	56,7	49,3	7,4	13,0	26,3	34,8	15,5	400	54,0	8,1	
18/a	15,4	13,2	11,8	9,6	1,10	1,10	49,3	37,0	12,3	25,0	38,6	50,8	12,0	780	63,5	21,0	
19	24,0	21,9	20,36	18,24	1,05	1,06	75,6	64,3	11,3	15,0	11,3	15,0	20,4	380	33,6	5,9	
20	20,36	18,24	13,6	11,4	1,06	1,10	64,3	48,5	20,8	32,4	32,1	42,5	13,7	940	45,5	21,3	
21	13,6	11,4	10,2	8,0	1,10	1,10	43,5	31,4	12,1	27,9	44,2	58,0	10,4	770	63,5	24,5	

mértékben betartanunk. Az egyes kerekszámú húzásfokozatok között a törvényszerűségek megállapításához szükségünk volt a fogyás egységére vonatkoztatott fajlagos húzóerő és az összes fogyás (P/F—$\Sigma\varphi$) közötti összefüggést szem-



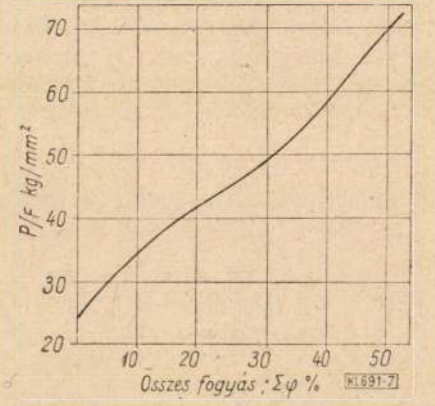
5. ábra. Húzóerő a fogyás függvényében (Cu-E) kiinduló cső mérete 24/21,9 × 1,05 mm

léltető görbékre. Ezekből a görbékből bármilyen kerekszámú fogyáshoz tartozó húzóerő kiszámítható. A kísérleti adatokból megrajzolt P/F görbéket *(2. és 3. táblázat)* a *6.* és *7. ábra* szemlélteti.



6. ábra. Fajlagos húzóerő az összfogyás függvényében (Al99,5) kiinduló cső mérete 23/20,5 × 1,25 mm

A kerekszámú fogyásokhoz tartozó húzóerőt Al99,5 és Cu-E anyagra a *8.* és *9. ábra* mutatja. A görbék egymással közel párhuzamosak és Al99,5-é csökkenő, Cu-E-é pedig növekedő irány-

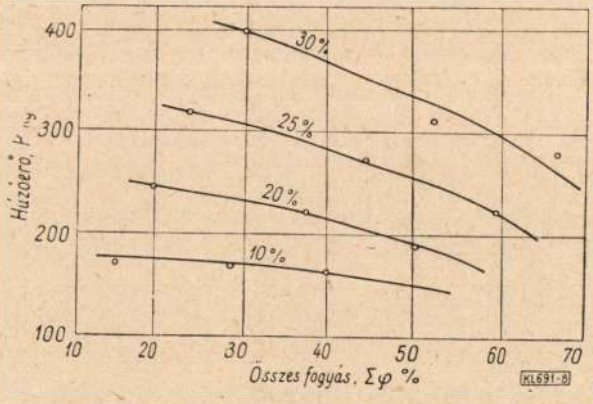


7. ábra. Fajlagos húzóerő az összfogyás függvényében (Cu—E) kiinduló cső mérete 24/21,9 × 1,05 mm

zatot mutatnak, amiből az következik, hogy az első esetben mind kisebb, a második esetben mind nagyobb húzóerő szükséges a további, ugyanolyan mértékű húzásfokozat előállításához.

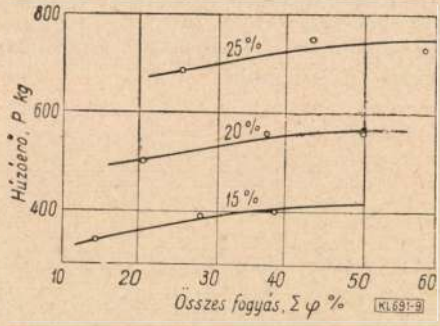
A húzópad névleges vonóerejének legjobb kihasználása, azaz húzásonként a névleges húzóerőt megközelítő közel állandó húzóerőt akkor nyerünk, ha az Al99,5 csövekre húzásonként mind nagyobb, Cu-E csövekre pedig fokozatosan kisebb fogyással dolgozunk.

A húzási fokozatok megállapításához azonban még figyelembe kell venni a kifutó keresztmetszetben fellépő fajlagos húzórőt (P/f_2-őt) is.



8. ábra. Kerekszámú fogyásokhoz tartozó húzóerők (Al99,5 továbbhúzás) kiinduló cső mérete 23/20,5 × 1,25 mm

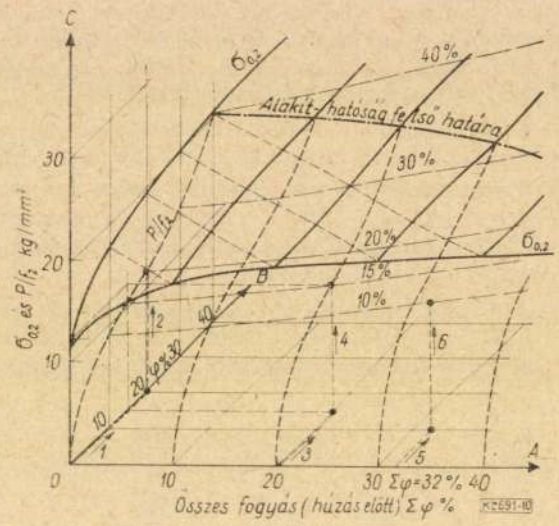
A legnagyobb végezhető alakítást egyértelműen — az első és továbbhúzás folyamán — olyan térbeli diagramból lehet megállapítani, melynek szerkesztéséhez a csőhúzást befolyásoló összes tényező hatását figyelembe vesszük.



9. ábra. Kerekszámú fogyásokhoz tartozó húzóerők (Cu—E továbbhúzás) kiinduló cső mérete 24/21,9 × 1,05 mm

A térbeli diagram *(10. ábra)* B tengelyére az első, a lágy állapotból induló húzás százalékát, az A tengelyére a mindenkori további húzást megelőző összfogyás százalékát, a C tengelyére pedig a húzott cső keresztmetszetére vonatkoztatott fajlagos húzóerőt mértük fel. A CB síkkal párhuzamos és tetszőleges fokozatoknak megfelelő továbbhúzási P/f_2 görbéket a kísérleti adatokból szerkesztettük meg.

A diagram használatát a következő példával magyarázzuk:



10. ábra. Húzhatóság diagramja

Legyen a három egymást követő húzási fokozat a következő:

1. fokozat

$f_1 = 100$ mm² $f_2 = 80$ mm²-re $\varphi = 20\%$

2. fokozat

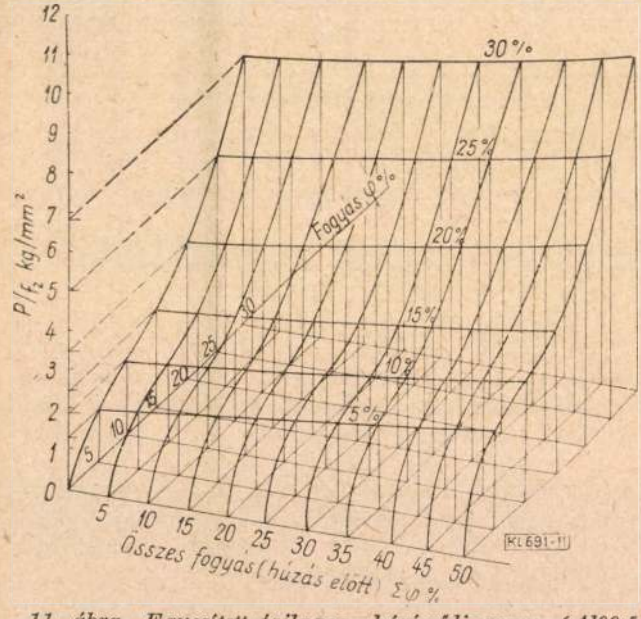
$f_2 = 80$ mm² $f_3 = 68$ mm²-re $\varphi = 15\%$

$\Sigma\varphi = 32\%$

3. fokozat

$f_3 = 68$ mm² $f_4 = 61$ mm²-re $\varphi = 10\%$

Az első húzás 20% fogyású, a fellépő fajlagos húzóerőt a *BC* síkon a *2.* pont jelzi. A továbbhúzás első fokozatát megelőző összes fogyás 20%; ezt az *A* tengelyen kijelöltük és innen kiindulva a második fokozatban a 15%-os fogyásnak megfelelően a térbeli felület *4* pontját kimetsszük. Ennek a pontnak a kivetítése adja a húzáskor fellépő fajlagos húzóerőt.

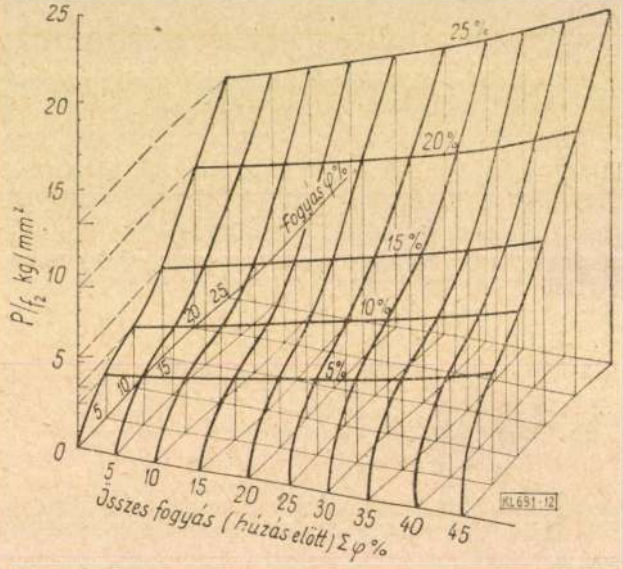


11. ábra. Egyesített fajlagos húzóerődiagram (Al99,5) kiinduló cső mérete 23/20,5 × 1,25 mm

A második továbbhúzási fokozatot megelőző összfogyás $\Sigma\varphi = 32$. Ennek a százaléknak megfelelő pontból kiindulva az előzőkhöz hasonlóan járunk el a 10%-os fogyásnak megfelelő fajlagos húzóerő kijelölésekor (*6* pont).

A csőhúzás gyártási művelete akkor a leggazdaságosabb, ha minél kevesebb művelettel a legnagyobb mértékű alakváltozás érhető el. Ezt azonban az alakítás közben fellépő keményedés korlátozza.

Ha a *BC* és az azzal párhuzamos síkokban berajzoljuk a folyáshatárgörbéket, ezek a P/f_2 görbéket egy pontban metszik. A metszéspontokhoz tartozó fogyásokon a kifutó keresztmetszetben fellépő feszültség egyenlő lesz $\sigma_{0,2}$-vel, tehát a cső kontrahál, szakad. A használt fogyásnak mindenkor kisebbnek kell lennie, mint a metszéspontokhoz tartozó fogyás. A metszéspontokat összekötve kapjuk az alakítás felsőhatárát.



12. ábra. Egyesített fajlagos húzóerődiagram (Cu-E) kiindulócső mérete 24/21,9 × 1,05 mm

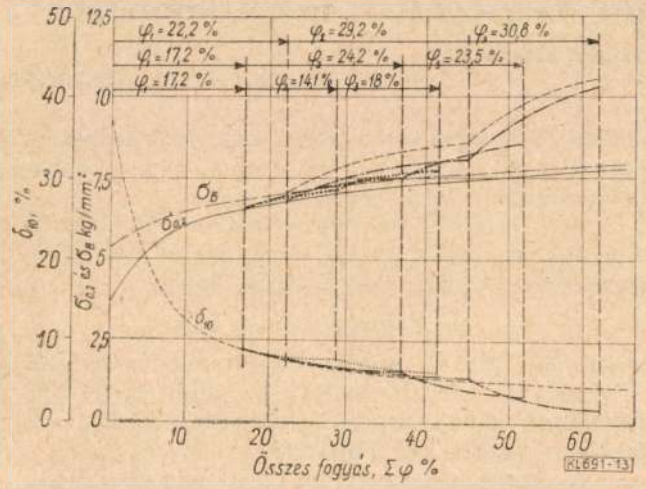
Az előző elvek alapján szerkesztett térbeli diagramokat Al99,5 és Cu-E anyagokra a *11.* és *12. ábra (2—3 táblázat)* szemlélteti, a $\sigma_{0,2}$ figyelembevétele nélkül.

A térbeli $\sigma_{0,2}$-felület pontos megszerkesztése csak akkor lehetséges, ha ismerjük a keményedés változását a fogyás és a húzás körülményeinek függvényében. Ismeretes, hogy a húzószög növekedésével nő a húzott anyag $\sigma_{0,2}$-feszültsége, de változása a húzási fokozatok számának is függvénye.

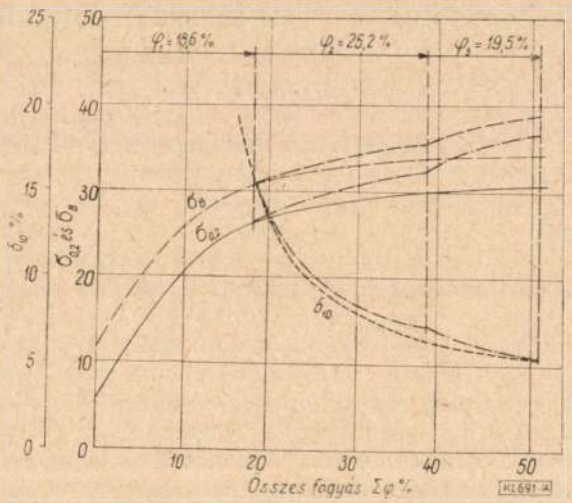
C) A mechanikai tulajdonságok változása az első- és továbbhúzás során

A hidegalakításkor a mechanikai tulajdonságok közül a szakítószilárdság és a folyáshatár értéke nő, a nyúlás pedig csökken. A változások törvényszerűségének meghatározása céljából nagyszámú szakítóvizsgálatot végeztünk.

A kísérletek eredményei szerint az első húzás után a $\sigma_{0,2}$-feszültségek folyamatos görbe szerint



13. ábra. A folyáshatár, a szakítószilárdság és a nyúlás változása (Al 99,5)



14. ábra. A folyáshatár, a szakítószilárdság és a nyúlás változása (Cu-E)

változnak. A továbbhúzáskor a tényleges $\sigma_{0,2}$-ök egy az előzőnél magasabban haladó lépcsőzetes jellegű görbén helyezkednek el *(13. ábra)*.

A továbbhúzás folyáshatárgörbéje ugyanolyan összfogyás mellett annál magasabban halad az első húzás folyáshatár görbéjénél, minél több volt a fokozatok száma. Az aránylag nagyobb keményedés a kisebb alakváltozásokból származó egyenlőtlen alakítás következménye. A keményedés növekedése főleg az utolsó fokozatokban nagy.

Egy tetszőleges húzási fokozatban a húzott cső igénybevételét (P/f_2) a tényelges $\sigma_{0,2}$ ismeretében mindenkor megállapíthatjuk. Ez az eljárás lehetővé teszi a húzási fokozatban elérhető legnagyobb alakíthatóság megállapítását is ($P/f_2 \approx \approx \sigma_{0,2}$ tényel.) A szakítószilárdság változása hasonló a $\sigma_{0,2}$ változásához és növekedését megelőzi a nyúlás csökkenése.

A mechanikai tulajdonságok változásai Cu-E csöveken *(14. ábra)* ugyanolyan törvényszerűségeket mutatnak, mint amilyeneket Al99,5 anyaggal tapasztaltunk.

A mérési eredmények tudományos jelentősége az, hogy ezek birtokában az erő-, ill. teljesítményszámítás elméleti összefüggései ellenőrizhetők. Ezek továbbfejlesztése és javítása a kísérleti adatok alapján elvégezhető. A dolgozat gyakorlati értéke abban rejlik, hogy az üzemek részére kézzelfogható adatokkal szolgál a gazdaságosabb gyártás kialakításához.

Összefoglalás

A dolgozatban közölt kísérleteknek az a célja, hogy a csövek üreshúzásakor az alakíthatóság mértékét és a mechanikai tulajdonságok változását tisztázza.

Megállapítható, hogy a húzóerőgörbéknek inflexiójuk van. Az inflexió pontjának megfelelő fogyástól kezdődően a gazdaságos húzás feltételei erősen csökkennek. A továbbhúzáskor közel állandó húzóerő akkor lép fel, ha a húzási fokozatokat közel állandónak tartjuk. A legnagyobb alakíthatóság megállapítása céljából térbeli diagramokat szerkesztettünk.

A mechanikai tulajdonságok változásának vizsgálatakor megállapítható, hogy ugyanolyan összfogyáshoz annál nagyobb keményedés tartozik, minél több fokozattal értük azt el. A szakítószilárdság a folyáshatárhoz hasonlóan változik. A nyúlás csökkenése megelőzi a szakítószilárdság növekedését és változás mind az első, mind a továbbhúzás során hasonló jellegű.

IRODALOM

[1] *Geleji S.:* Die Berechnung der Kräfte und des Arbeitsbedarfs bei der Formgebung im bildsamen Zustande der Metalle. Zweite Auflage. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1955. 277/87. o.

[2] *Geleji S.* u. *Schey J.:* Die graphische Ermittlung von Ziehplänen für Rohre. Acta Technica, Tom. IV. 1952. 347/364. o.

[3] *Geleji S.—Schey J.:* A fémek képlékeny alakításának technológiája. Tankönyvkiadó, Budapest. 1955. 865/98. o.

[4] *Hantos R.—Heeringer J.—Schey J.:* A csőhúzáskor keletkező erők vizsgálata. M. T. A. Közlemények 1957. XXI. kötet, 1—4. sz. 141/155. o.

[5] *Orro, P. I.—Oszada, Ja. E.:* Proizvodsztvo sztalnich tonkosztennich veszsovnich trub. p. Metallurgizdat, Moszkva. 1951.

[6] *Perlin, I. L.:* Teorija Volocsenyija. Metallurgizdat, 1957. Gl. III—IV—V. 58/144. o.

[7] *Zeerleder, A.:* Technologie des Aluminiums und seiner Leichtlegierungen. 5. Auflage. Akademische Verlagsgesellschaft. Leipzig, 1947. 290/93. o.

HIBAIGAZÍTÁS

A f. évi 4. számban Strömpl Aladár „Mannesmann lyukasztóállványán végzett kísérletek eredményei" című cikkben a következők javítandók:

A 170. oldalon a második hasábban alulról a 4. sorban *nyítóhengerlés* helyett *nyújtóhengerlés* a helyes.

A *8.* és a *9. ábra fel van cserélve.* A két ábra szövegének megtartásával a rajzok átcserélendők.

Kísérletek a vörösiszap darabosodó készségének megállapítására

TEMESI SÁNDOR, Vasipari Kutató Intézet

DK : 669.712.1.002.68 : 622.792.5

A timföldgyártás melléktermékeként nagy mennyiségű — jelenleg évi kb. 180 000 t — vörösiszap képződik. Ennek tárolása jelentős nehézségeket okoz nagy helyigénye miatt. Almásfüzitőn már az üzemtől nagyobb távolságra kellett kijelölni az új tárolóhelyeket. A tárolás is nagy költségeket okoz, ha azonban a vörösiszapot mint vashordozó nyersanyagot tekintjük, akkor megengedhetetlen mulasztásnak mondható, hogy a nagy mennyiségben rendelkezésünkre álló vörösiszapot alig hasznosítjuk. Dícséretes az az erőfeszítés, amit a Dunai Vasműben a vörösiszap hasznosítására fordítottak. Itt ugyanis a darabosítandó elegyhez meszezett vörösiszapot kevernek, amelynek részesedése 8—10%. A részesedést 15%-ra kívánják növeni s ezzel naponként kb. 500 t vörösiszap lenne hasznosítható, mint vashordozó adalék.

Azonban ez csak részben és nem gazdaságosan oldja meg a kérdést. Ugyanis így legfeljebb évi kb. 110 000 t nyers, illetve kb. 150 000 t meszezett vörösiszap hasznosítható. A fejlődés üteme azt mutatja, hogy a timföldgyártás fejlesztésével 5—10 éven belül évenként már több, mint 300 000 t vörösiszap képződik majd. S ha ehhez hozzászámítjuk még a hányókon heverő több millió tonnányi mennyiséget, akkor láthatjuk, hogy jelentős mennyiségű saját *vasércvagyonnal* rendelkezünk. (Természetesen a vason kívül számottevő mennyiségű egyéb anyag is van a vörösiszapban, ezek hasznosítása ugyancsak fontos feladat.)

Nem mondható gazdaságosnak a Dunai Vasműben jelenleg bevezetett eljárás a következők miatt.

A hányókra kerülő vörösiszap csaknem hígfolyós. Nedvességtartalma 50% körül van, s így vasúti szállításra alkalmatlan. Ezért az üzembevett módszer szerint Almásfüzitőn 400 kg égetett meszet kevernek 1 t vörösiszaphoz. Ezzel a vizet ugyan nem távolítják el, de a vörösiszap így kezelhetővé, kocsiban szállíthatóvá válik. Az így előkészített anyagot a Dunai Vasműbe szállítják, ahol a darabosított elegybe keverik.

A meszezett vörösiszap nedvességtartalma kb. 30%, ami azt jelenti, hogy Almásfüzitőről kb. 2 t vörösiszappal 1 t vizet szállítanak el 80 Ft/t szállítási költséggel. Évi 150 000 t meszezett vörösiszap feldolgozásakor tehát 45 000 t vizet szállítanak feleslegesen a Dunai Vasműbe, ami 3,6 millió forint haszontalan kiadást jelent. Ha az egész keletkező vörösiszapot, valamint a hányóknak egy részét a fenti, termodinamikailag is megalapozatlan feldolgozási mód szerint kívánnánk hasznosítani, akkor durva becslés szerint is évenként kb. 10 millió forintot veszítünk feleslegesen csak vízszállítás költség címén.

A mészkő kiégetéséhez felhasznált hőenergia gyakorlatilag elvész, mert a vörösiszaphoz keveréskor az égetett mész hidratizál. A keletkezett $Ca(OH)_2$-víztartalmának kiűzéséhez tehát a darabosítószalagon kell biztosítani hőt.

Ha a Dunai Vasműben bevezetett gyártási eljárás szerint csak a mészkő égetésének hőenergia igényét számoljuk, a következőt kapjuk :

$$A\ CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

reakcióhoz 900 C° hőmérsékletet kell biztosítani.

100 kg mészkő 900 C°-ra felmelegítéséhez 11 600 cal, 100 kg mészkő bomlásához 42 600 cal, összesen 54 200 cal szükséges.

A mészégető kemence hőveszteségе 40%, vagyis ezt figyelembe véve, 100 kg mészkő kiégetésének összes hőigénye kokszgáztüzelésű aknáskemencére vonatkoztatva 90 000 cal. Szórt tüzeléses kemencében a hőigény kb. 50%-kal nagyobb [1], [2]. A Dunai Vasműben felhasználandó 150 000 t/év meszezett vörösiszap mészkőigénye 74 000 t/év.

74 000 t mészkő kiégetéséhez $1{,}26 \cdot 10^{11}$ cal szükséges, ami 16 022 t tiszta C-nak felel meg. Ez kohókokszra átszámítva cca 20 000 t/év. Ha az összes vörösiszap felhasználásra kerülne, ez a szám többszörösére emelkedik. Ha azonban a vörösiszap feldolgozása megoldható égetett mész hozzákeverése nélkül, akkor ez a nagy mennyiségű fűtőanyag megtakarítható.

Célszerűnek látszik tehát a vörösiszapot olyan eljárás szerint feldolgozni, amely

1. lehetővé teszi a keletkező összes, valamint a hányókon levő vörösiszap folyamatos feldolgozását ;

2. ha igényel is jelentősebb beruházást, a kis üzemi költségek és a gyors amortizáció következtében lényegesen gazdaságosabb a jelenlegi módszernél ;

3. esetleg lehetővé teszi a gyengeminőségű, Bayer-eljárás szerint csak nagyon költségesen feldolgozható bauxitok előkészítését is, pirogén módszerrel való feldolgozásra.

A felsorolt feltételeknek megfelelően a kérdés leggazdaságosabban azzal oldható meg, ha a vörösiszapot egymagában darabosítjuk a timföldgyár területén, vagy a szomszédságában felállított Dwight—Lloyd-rendszerű darabosító-szalagon.

Ilyen megoldással szükségtelenné válik nagy mennyiségű mészkő szállítása, égetése, és az égetettmész vörösiszaphoz keverése — ami az ott dolgozók egészségére rendkívül káros —, elkerülhető nagy mennyiségű víz szállítása vasúton a felhasználó műig ; a Dunai Vasművön kívül az ózdi és a diósgyőri nagyolvasztók is elláthatók vörösiszap darabosítvánnyal.

A vörösiszap hasznosítására jelen cikkben ajánlott eljárásnak metallurgiai részével kapcsolatban kísérleteket folytattunk a Vasipari Kutató Intézetben annak megállapítására, hogy a vö-

1. táblázat

Az almásfüzitői kausztifikált vörösiszap összetétele

Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	Na_2O	CaO	TiO_2	V_2O_5	Izz. v.	$\frac{CaO}{SiO_2 + Al_2O_3}$	Tapadó nedvesség
34,40	8,27	15,94	6,50	16,40	3,40	0,13	14,07	0,676	42%

rösiszap önmagában darabosítható-e és milyen a darabosított érc minősége. Forgó csőkemencében darabosító kísérleteket már végeztek a Fémipari Kutató Intézetben [3].

A kísérletekhez almásfüzitői kausztifikált vörösiszapot használtunk, amelynek összetételét az *1. táblázat* mutatja.

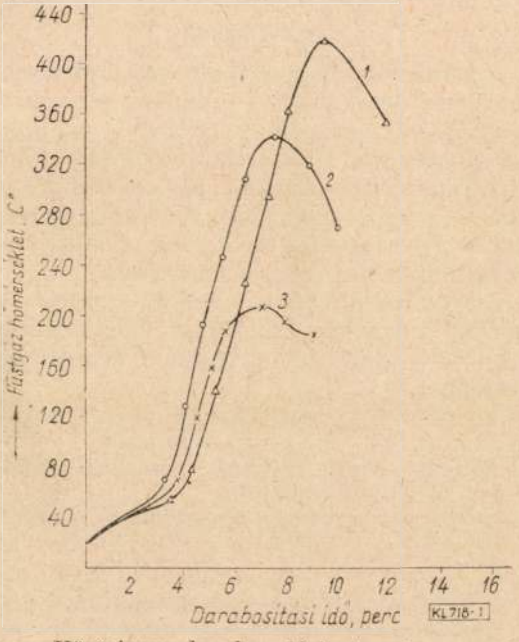
Az összetételből látható, hogy a vörösiszap Fe-tartalma elég kicsi, azonban kohósítása előnyös, mert bazicitása elég nagy. A kohósítás során Ti- és V-tartalmú, jó minőségű öntészeti nyersvas keletkezik. Nyers vörösiszapot kohósítani nem lehet, mert a mikron nagyságrendű szemcséket a gáz kiviszi a nagyolvasztóból.

Kísérleteink során darabosítás előtt a vörösiszapot füstgázzal kissé kiszárítottuk. A tapadó nedvesség az eredeti 42%-ról 18—19%-ra csökkent. Ekkor a vörösiszap morzsalékony lett. Hasonló előszárításra Almásfüzitőn is van lehetőség.

Az első kísérletsorozatban az eredeti 0,676 bazicitáson nem változtattunk.

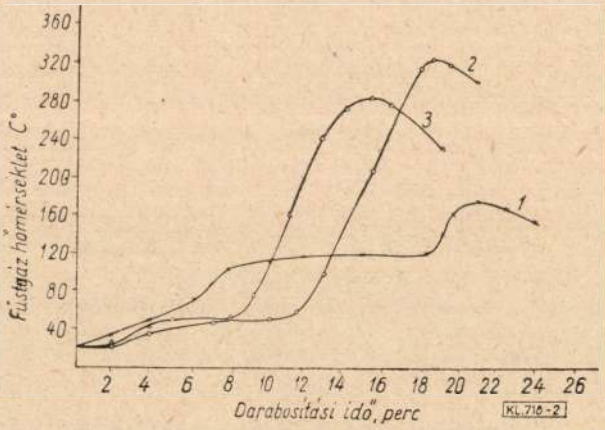
A második sorozatban a vörösiszap bazicitását 2,0 mm alá őrölt nyersmészkő adagolásával 1,0-ra növeltük.

A két sorozatban 6, 9 és 12 súlyszázalék, 28% hamutartalmú közönséges gázgyári kokszport kevertünk a vörösiszaphoz. A kokszpor mennyiségét szándékosan növeltük a szokásos fölé, ugyanis félő volt, hogy a darabosítóüst nagy hő-



1. ábra. Vörösiszap darabosodási sebessége p = 0,676 bazicitás mellett, 1 = 2,63 cm/p és 418 C°, 2 = 3,3 cm/p és 351 C°, 3 = 3,7 cm/p és 205 C° darabosodási sebesség, illetve max. füstgáz hőmérsékleten

vesztesége és a koksz gyengébb minősége miatt a folyamat lefullad. (A II. sorozatban 6% koksszal még így is rendkívül nehezen indult meg a darabosítás, ezt bizonyítja a 2. ábra.)



2. ábra. Vörösiszap darabosodási sebessége p = 1,0 bazicitás mellett, 1 = 1,17 cm/p és 175 C°, 2 = 1,64 cm/p és 283 C°, 3 = 1,35 cm/p és 323 C° darabosodási sebesség, illetve max füstgázhőmérsékleten

A darabosítást 200 × 300 mm rostélyméretű Greenewalt-rendszerű átszívásos üstben végeztük. A rostély alatt 1200 mm v. o. vákuum volt biztosítható.

A darabosodás befejeződését a távozó füstgázok hőmérsékletének mérésével állapítottuk meg.

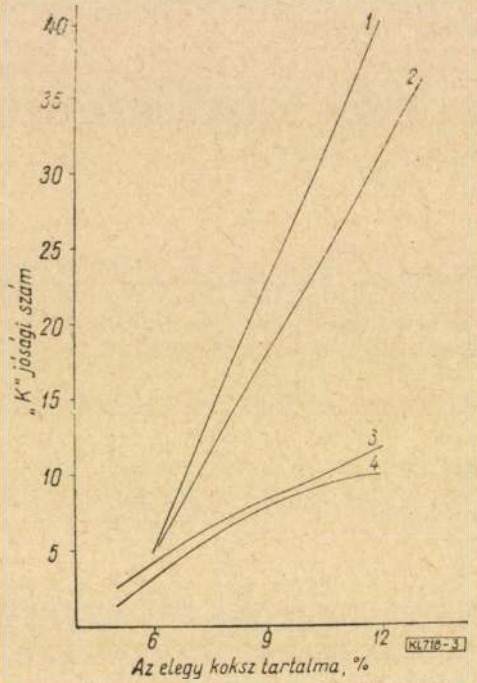
Az elegyréteg magassága az üstben minden kísérlet alatt 250 mm volt.

A darabosodás időtartama és sebessége az *1.*, illetve a *2. ábrán* látható.

A két diagram összehasonlításakor látható, hogy a mészkő adagolás hatására a darabosodás időtartama hosszabbodik.

Ugyancsak szembetűnő, hogy darabosodás közben távozó füstgázok hőmérséklete lényegesen alacsonyabb a II. kísérletsorozatban, vagyis amikor mészkő adagolással az elegy bazicitását 1,0-re növeltük. Ez a hőmérsékletcsökkenés azt bizonyítja, hogy a darabosodás folyamatai közben keletkezett hőnek jóval nagyobb részét hasznosítottuk, mégpedig éppen a $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ reakció beiktatásával. Ezt alátámasztják a Szovjetunióban végzett kísérletek, amelyek során vizsgálták a darabosításkor keletkező hő hasznosításának, valamint a $CaCO_3$-bomlásának feltételeit [4].

A kísérletek során előállított darabosított érc minősége kitűnő, lényegesen jobb, mint a szokványos ércelegyből készült darabosítványoké. Ennek bizonyítására szolgáljon a *3. ábra.*



3. ábra. A vörösiszap és vasérc darabosításának K = jósági diagramja, 1 = vörösiszap, p = 0,676, 2 = vörösiszap p = 1,0, 3 = ércelegy p = 0,8, 4 = ércelegy p = 1,0

A darabosítvány minőségét meghatározó „K" jósági szám kiszámítását korábban ismertettük [5].

A vörösiszapból készült darabosítvány jobb minőségét megmagyarázza a *2. táblázat.* Itt látható, hogy a vörösiszapból készült darabosítvány granulometrikus összetétele a szilárdságvizsgálat után lényegesen kedvezőbb, mint a vasércelegyből darabosítotté. Ugyanis a 20 mm-nél kisebb frakciók mennyisége sokkal kevesebb, az 50 mm-nél nagyobb frakcióé pedig valamivel több. Ezek szerint a vörösiszap darabosítvány törőszilárdsága nagyobb, mint a normál ércelegyből darabosítotté.

2. táblázat

Vörösiszapból és ércelegyből készült darabosítvány összehasonlító adatai

Darabosítvány típus	Az elegy koksz tart. %	Szilárdság próba utáni szemnagyság (mm) százalékos megoszlása				Térfogatsúly t/m³
		+50	50—20	20—10	—10	
Vörösiszap $p = 0{,}676$*	6	32,8	40,8	10,4	16,0	0,720
	9	51,3	36,7	6,5	5,5	0,745
	12	64,0	29,0	3,5	3,3	0,795
Vörösiszap $p = 1{,}0$	6	32,3	38,9	18,2	10,6	0,700
	9	48,4	35,1	10,1	6,4	0,735
	12	62,5	29,4	4,3	3,8	0,772
Normál ércelegy $p = 0{,}8$	5	26,55	29,8	13,45	33,2	0,972
	8	53,2	25,1	10,85	10,85	1,048
	11	47,1	32,6	11,1	9,2	1,031
Normál ércelegy $p = 1{,}0$	5	40,2	29,2	8,3	22,3	0,970
	8	42,5	34,4	12,1	11,0	0,917
	11	45,6	34,1	12,2	8,1	0,940

* $p = \frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3}$

A jobb minőségre enged következtetni a térfogatsúly is. Mint a 2. táblázatból kitűnik, a vörösiszap darabosítvány könnyebb, porózusabb. Ezt a kedvezőbb összetétel és egyes alkotók alacsonyabb olvadáspontja biztosítja. Az izzórétegben levő olvadtréteg fizikai tulajdonságai határozzák meg elsősorban a darabosítás sebességét és a darabosítvány porozitását. A vörösiszapban levő nagy mennyiségű (6,5%) Na_2O az olvadék felületi feszültségét és viszkozitását csökkenti s így az átszívás megjavul, a darabosítás folyamata meggyorsul.

A darabosítvány minőségének egyik fokmérője a FeO-tartalom. Kísérleteink során a vörösiszapból készült darabosítványok FeO-tartalma sohasem emelkedett 8% fölé. A kohósítás szempontjából ez nagyon kedvező.

A vörösiszap önálló darabosításakor a vörösiszapban levő nátronmennyiség kísérleti adataink szerint csaknem 100%-ig a darabosítványban marad.

A darabosított vörösiszap további feldolgozására kísérletek végzendők. Az azonban biztosnak látszik, hogy ha a vörösiszap darabosítványt önállóan vagy megfelelő salakösszetételű, de vasban dúsabb eleggyel kohósítjuk, akkor jó minőségű öntészeti nyersvas mellett olyan kalcium-aluminát salakot kapunk, amely timföldgyártásra alkalmas. Ide vonatkozó kísérleteket *dr. Visnyovszky László* a diósgyőri kiskohóban [6] és a Fémipari Kutató Intézetben végeztek [7].

Az ismeretett kísérletekkel összefügg és ezeket az eredményeket alátámasztják azok a vizsgálatok, amelyek a vörösiszap értékesíthetővé tételével [8], illetve fizikai tulajdonságaival foglalkoztak [9], [10].

Összefoglalás

A vörösiszap önmagában való darabosítására végzett kísérletek biztató eredménnyel végződtek. Megállapítást nyert, hogy szilárdság szempontjából a szokásosnál jobb a darabosítvány minősége.

A rögösödött darabok porózusabbak, mint a szokásos elegyből készült darabosítványok s ugyanakkor a FeO-tartalma is kisebb. A kettő együtt jó feltételeket biztosít a kohósításhoz.

A vörösiszap darabosítvány önállóan vagy megfelelő elegyben alkalmas kalcium-aluminát salak s vele együtt jó minőségű öntészeti nyersvas gyártására.

IRODALOM

[1] *Kerpely K.:* Kohászati táblázatok.
[2] *Kerpely—Hajtó—Horváth:* Vaskohászati folyamatok és fizikai kémiájuk.
[3] *Dunai S.:* Vörösiszap darabosítása Krupp—Renn eljárással. Fémipari Kutató Intézet jelentései 1955.
[4] *Kszendzik, G. V.:* Izmenyenyie gidravlicseszkava szoprotyivlenyija aglomeracionnoj sihti po hodu processza szpekanyija, Izvesztyija, V. U. Z. 1958. 7. sz.
[5] *Temesi S.:* Önjáró darabosított érc szilárdságát befolyásoló tényezők vizsgálata. Kohászati Lapok, 1960. 12. sz.

[6] *Dr. Visnyovszky L.:* Öntészeti nyersvasgyártás aluminát salakképzéssel, Bányászati és Kohászati Lapok, 1949. 3—4. sz.
[7] *Magyarossy—Héjja:* Kalcium-aluminát salakok. Kohászati Lapok, 1954. 10. sz.
[8] Vörösiszap feldolgozása gáztisztító masszává szóda adagolással, 950 C°-on. Fémipari Kutató Intézet félüzemi kísérleti jelentése.
[9] *Dr. Papp—Magyarossy—Héjja:* On the Sedimentation of Red Muds in the Bayer Process. Acta Technika, 1955. XIII. kötet.
[10] *Mihajlov—Bratcsikov:* Isszledovanyije tyeplot razlozsényija gidratov bokszita i nyekatorije tyermohimicseszkije dannije po viszokoglinozjomisztim slakam. Problemi Metallurgii. 1953. Izd. A. N. SzSzSzR.

Egyesületi hír

Egyesületünk új tagjai

(Felvétel 1961 január 1.—április 30-a között)

Vaskohászati szakosztály

Asztalos András technológus, Sztálinváros.
Bacsa József technológus, Sztálinváros.
Balázs László munkaügyi vezető, Sztálinváros.
Balogh Sándor gépészmérnök, Sztálinváros.
Baráth Dezső művezető, Sztálinváros.
Baráth József csoportvezető, Budapest.
Benkovics Ferenc kohómérnök, Miskolc.
Bicsak Tibor gépészmérnök, Budapest.
Bodnár László művezető, Sztálinváros.
Bogdánovics István művezető, Sztálinváros.
Boór Ferenc művezető, Sztálinváros.
Császár József, művezető, Sztálinváros.
Csuhai Csinos Sándor kohómérnök, Miskolc.
Farkas István Zoltán osztályvezető, Budapest.
Fogta Béla kohómérnök, Ózd.
Geiling Béla vegyészmérnök, Sztálinváros.
Geller József gyáregységvezető, Miskolc.
Gönczi Pál művezető, Sztálinváros.
Gráf László művezető, Sztálinváros.
Gyapjas Tibor, művezető, Sztálinváros.
Gyurgyák Mihály gépészmérnök, Sztálinváros.
Halász József kohómérnök, Ózd.
Haris Ferenc művezető, Sztálinváros.
Harmat Miklós művezető, Sztálinváros.
Horváth János kohómérnök, Ózd.
Horváth László technikus, Sztálinváros.
Horváth László művezető, Sztálinváros.
Hricz Béla művezető, Sztálinváros.
Illyés László művezető, Sztálinváros.
Jankó Lajos művezető, Sztálinváros.
Juhász György technikus, Miskolc.
Katona László I. kohómérnök, Ózd.
Kánya Rezső művezető, Sztálinváros.
Kóréh Sándor TMK irodavezető, Sztálinváros.
Koval Imre üzemtechnikus, Miskolc.
Kovács József kohómérnök, Budapest.
K. Szabó Károly, gépészmérnök, Miskolc.
Kunsági Ede művezető, Sztálinváros.
Lakatos József üzemvezető, Miskolc.
Lévai Imre kohómérnök, Ózd.
Lovász Sándor művezető, Sztálinváros.
Lőricz Oszkár kohómérnök, Ózd.
Markó József kohómérnök, Budapest.
Marton László művezető, Sztálinváros.
Maza János technikus, Sztálinváros.
Márton Vilmos gép. technikus, Salgótarján.
Máté Sándor művezető, Sztálinváros.
Mizsei Géza vill. mérnök. Sztálinváros.
Molnár József osztályvezető, Miskolc.
Molnár Mihály művezető, Sztálinváros.
Montvay Tibor művezető Sztálinváros.
Nagy Ferenc vegyészmérnök, Sztálinváros.
Nagymarczi László kohómérnök, Ózd.
Németh Jenő művezető, Sztálinváros.
Örkényi Béla főosztályvezető h., Ózd.
Paziitzky István üzemmérnök, Sztálinváros.
Pesti György művezető, Sztálinváros.
Pénzes László művezető, Sztálinváros.
Pusztay János művezető, Sztálinváros.
Ratkovics Ferenc vegyészmérnök, Sztálinváros.
Réthy Károly kohómérnök, Miskolc.
Romhányi Sándor művezető, Sztálinváros.
Rozsnoki László technikus, Budapest.
Sáry László kohómérnök, Sztálinváros.
Simon János technológus, Budapest.
Stehlik László technikus, Miskolc.
Schmidt György kohómérnök, Ózd.
Szabados Zsuzsanna technikus, Sztálinváros.
Szabó István I. művezető, Sztálinváros.
Szabó László gyr. főmechanikus, Sztálinváros.
Szakadát István művezető, Sztálinváros.
Szakos Lukács művezető, Sztálinváros.
Szalay Árpád vegyészmérnök, Sztálinváros.
Székely Béla kohómérnök, Miskolc.
Szijj Dezső gépészmérnök, Sztálinváros.
Sziklai István művezető, Sztálinváros.
Szlányi Lajos építésvezető, Ózd.
Szombatfalvy Árpád gépészmérnök, Budapest.
Takáts László gépészmérnök, Budapest.
Tarjáni György művezető, Sztálinváros.
Tóbik Pál elektrotechnikus, Sztálinváros.
Tóth László gépészmérnök, Sztálinváros.
Ujvári Árpád kohómérnök, Miskolc.
Vadnai Ferenc művezető, Sztálinváros.
Verbó István művezető, Sztálinváros.
Veres József művezető, Sztálinváros.
Vida Imre főkönyvelő, Sztálinváros.
Vilez Lajos gépészmérnök, Miskolc.
Vincze Pál technikus, Sztálinváros.
Wágner László művezető, Sztálinváros.
Závodi Imre gyárrészlegvezető, Sztálinváros.

Fémkohászati szakosztály

Acsádi Sándor gépésztechnikus, Székesfehérvár.
Bakonyi Frigyes üzemtechnikus, Ajka.
Barai József vegyésztechnikus, Székesfehérvár.
Boros József gépészmérnök, Ajka.
Bosznai Jenő műszakvezető, Almásfüzitő.
Décsi Zoltánné vegyészmérnök, Almásfüzitő.
Dózsa Lajosné laboráns, Almásfüzitő.
Dzsaja Lajos gépésztechnikus, Székesfehérvár.
Fenyvesi László elektrotechnikus, Székesfehérvár.
Füsti Ernő vill. mérnök, Almásfüzitő.
Füri Kálmán igazgató, Budapest.
Galántai Pál pü. osztályvezető, Almásfüzitő.
Garzó Béla kohómérnök, Budapest.
Hermann Ferenc vill. mérnök, Almásfüzitő.
Jenei Pál vegyészmérnök, Almásfüzitő.
Juhász Ádámné kohómérnök, Almásfüzitő.
Juhász Péter kohómérnök, Budapest.
Kiss Károly vegyészmérnök, Székesfehérvár.
Dr. Kóbori Béla közgazdász, Almásfüzitő.
Koller Ferenc technikus, Ajka.
Kötő István építészmérnök, Almásfüzitő.
Machytka János laborvezető, Budapest.
Madari Imre vegyészmérnök, Ajka.
Mayer János főtechnológus, Budapest.
Mészáros Ferenc gyártmányszerkesztő. Almásfüzitő.
Németh József gépésztechnikus, Almásfüzitő.
Pallagi Sándor, Apc.
Pintér Gyula elektrotechnikus, Székesfehérvár.
Tóth Ferenc vegyészmérnök, Almásfüzitő.
Tóth István műszakvezető, Almásfüzitő.
Varga Lajos gépészmérnök, Almásfüzitő.
Weiszengruber Ferenc gépészmérnök, Almásfüzitő.
Zak Sándor igazgató, Budapest.

A magyar nagyolvasztóművek gépi berendezésének fejlődése és jövő feladatai*

MÁCSAY JÓZSEF, okl. gépészmérnök, Ózd

DK : 669.162.2.001.6

A vasgyártás fellendülése a XVII.—XIX. században hazánkban is éreztette hatását, és olyan kemence típusok alakultak ki, melyek a jelenlegi nagyolvasztóink közvetlen elődjeinek tekinthetők. Ezek a pilléres nagyolvasztók.

1868-ban hazánk akkori területén még 88 ilyen pilléres nagyolvasztó dolgozott. Térfogatuk 20—50 m^3, magasságuk 10—14 m között változott [1] Nyugvószögük 30—45°-os volt, kis medence és nagy szénpoha átmérővel épültek. Ezek a nagyolvasztók főképpen a mai Szlovákia területén, kisebb részben pedig Erdélyben működtek. Legrégibbek közül a jászóit (1611), a dobsinait (1680 és 1712), a libetbányait (1720) említem az 1771-ben épült ómassain kívül. A méreteket később 60—70 m^3-re is növelték (Ruszkicza), de komoly fejlődést csak a skót-nagyolvasztók jelentettek [2], [3].

Ezeknek az aknája oszlopokon és hordkoszorún nyugodott, a burokfal helyett páncélt vagy pántokat használtak. A medence és a nyugvó itt is külön épült, de vagy pántokkal vagy páncéllal erősítve, sőt lassan külső hűtést is kaptak. Az elsők között említhető az aninai (1858) nagyolvasztó, de már a hisnyóvízi (1846) is a mai nagyolvasztókra emlékeztet — páncélozott, de oszlop nélkül. Ilyen jelentősebb nagyolvasztóink pl. a likéri 8 oszlopos 1883-ból, a vajdahunyadi 1885-ből, a korompai 1898-ból [3].

A századforduló után véglegesen kialakult a nyugvó és medence páncélozása, Resica (1900), Ózd, (1908, ill. 1912) és Diósgyőr (1926).

A nagyolvasztó külső alakja napjainkban is megmaradt. Jellemzője a nagy nyugvószög, a teljes páncélozás, a nyugvó és a szénpoha teljes összefalazása, kupola kiképzés a torok felett, a hőtágulásokra felső kompenzáló lemez, négy felszállócsöves gázelvezetés. Az első ilyen korszerű nagyolvasztónk 1952-ben Diósgyőrött épült, 700 m^3-es térfogattal. Ezt követte rövidesen két 700 m^3-es a Dunai Vasműben és három Ózdon, bár itt csak 350—470 m^3-es nagyságban.

A jövőben jóideig ez a típus marad uralkodó. A távolabbi jövő hozhat méretbeli változást. További változás, amire számíthatunk, a teljes önhordó szerkezet kialakítása lenne, amivel tulajdonképpen a régi (oszlop nélküli) nagyolvasztó típusokhoz térnénk vissza.

A nagyolvasztók gépi berendezései — főképpen a torokzáró és adagoló szerkezetek, valamint a felvonó berendezések — a nagyolvasztó alakjával és szerkezetével párhuzamosan fejlődtek.

A torok a legrégibb időben nyitott volt és a mérgező gázok a torkon keresztül a szabadba távoztak.

* A Dunai Vasműben 1960. júliusában tartott nyersvasgyártó konferencián elhangzott előadás kivonata.

Torokzárak, adagoló szerkezetek

Az első nyomokat a gáz hasznosítására Ruszkiczán (1817) és Csetneken (1833) találjuk. Az első komolyabb zárószerkezetet, a Hoff-félét, Hisnyóvízen építették, majd ezt követte a vajdahunyadi [3].

A Langen-féle berendezést az akkor legmodernebb kohó-telepünkön, Likéren találjuk először. 1883-ban került üzembe, 26 évvel a Langen-zár feltalálása után. A Parry-kúphoz hasonló, acéllemezből szegecselt kivitelű, kúpos torokzárat az 1885-ben indult vajdahunyadi és az 1898-ban indult korompai nagyolvasztóhoz használtak először [3], [4].

A századforduló nem sok változást hozott, legfeljebb a külföldi kombinációkat és kísérleteik eredményét vettük át. Így pl. az aninai nagyolvasztókhoz a Nath-féle kétkúpos torokzárat használták [5], s 1908-ban az ózdi két nagyolvasztóhoz, majd 4 évvel később a másik kettőhöz a Langen-féle forgótölcséres berendezést helyezték üzembe. Ez utóbbi már elég jó elegyelosztást és spirálisadagolást is biztosított. 1926-ban épült diósgyőri nagyolvasztók Parry-kúpját a torokveder egészítette ki, amely az adagolás, különösen pedig a gázfelfogásában jelentett előrehaladást.

1926 és 1952 között hazánkban sem nagyolvasztó korszerűsítésre, sem új építésre nem került sor. 1952-ben épült fel az első Mc-Kee-záras nagyolvasztónk Diósgyőrött. Egyelőre ez az adagoló szerkezet látszik a mi viszonyaink között a legmegfelelőbbnek. Bár az anyag feladása és a sok átürítés következtében fellépő morzsolódás erőteljesebb, mint a torokvedresnél, az elegyelosztás kézbentartása, a kétkúpos zárás és a nagy toroknyomás csak ezzel lehetséges. A diósgyőrit a Dunai Vasműben és Ózdon még öt Mc-kee-torokzár követte.

Külföldön kísérletezés alatt áll a forgósurrantós adagoló (Brown-féle rendszer a lengyel Kosciusko-műben), és az egy vagy két le- felmozgatható csonkakúpos adagoló, mellyel a legkülönfélébb változatban szórható le az elegy [6].

A torokzárral szemben nagyobb igényt a nagy toroknyomás támaszt (0,5 att és nagyobb nyomás). A kiskúp pl. amely a hagyományos nyomáson 2—3 évig tart, a kopások miatt csak 2—3 hónapig tartana [7]. Petz austenites Mn-acélgyűrűt ajánl a kúp és a garat aljához.

A nagy toroknyomás további követelménye a gáznyomások kiegyenlítése, tökéletesen működő kiegyenlítő szelepekkel a kupola — a kúpkamra és az atmoszféra között. Szükséges azonkívül egy fojtószelep beépítése a gázmosó után, ill. gázvezeték kiépítése a gáztisztítótól a kúpkamráig a megfelelő gáznyomásra [8].

Rendkívül fontos a kúprudazat és az elegyelosztó tömítését megoldani. Általában zsírtömítést, ill. ezenkívül tömítőgőzt használnak.

Anyagfelvonó berendezések

Az anyag feladását, ill. beadását a múlt század elejéig kézzel végezték. A nagyolvasztókat általában hegyoldalban építették s ezt vagy esetleg egy távolabbi tárolót, ill. pörkölőt egy híddal kapcsolták a torokhoz. A hidon át kosarakban, targoncákban, később csillékben juttatták az elegyet a torokhoz. Ilyen megoldással működtek a gölniczvölgyi, a csetneki, a betléri és a tiszolczi nagyolvasztók [3].

Az összekötőhíd sok helyen a későbbiek során is megmaradt, de a sík terepen épült nagyolvasztók torokszintjére függőleges felvonó szállította az anyagot. A csilléket kézzel mozgatták és buktatták. A felvonó mozgatását többféle módon oldották meg. A legrégibb a csigasoros és transzmissziós megoldás, majd a vízszekrényes következett. Ennek lényege: két járószék és két akna alkotja a rendszert. A járószékek alsó része egy, alul szeleppel elzárt víztartály. A felső állomáson ezt feltöltötték vízzel. A víz, a járószék és a csille súlya együttesen nagyobb volt, mint a felszállítandó, teli csillével terhelt járószéké. Így ez felhúzta a teli csillét, majd az alsó állomáson a tartály automatikusan kiürült. Ilyenek voltak a gombaszögi, a kuntaplóczai, a sztracenai nagyolvasztók felvonói. Más megoldást láthattunk a likéri nagyolvasztókon, ahol a járószéket pneumatikusan —, ill. Korompán, ahol hidraulikus kötélvezetéssel mozgatták. Itt is — mint az előzőeken —, felül kötélterelőkerekek voltak [1], [3], [4].

A kaláni, az aninai és a vajdahunyadi nagyolvasztók felvonóit gőzgéppel hajtott csörlő mozgatta [3], [4].

Aninán épült először buktatóvedres felvonó 1903-ban. Ez a megoldás azért érdekes, mert a veder egy — a kúp körül körbefutó — csillébe buktatta az anyagot, s azt kézzel döntötték a kupra [5].

Nem sokkal később, 1908-ban létesült az ózdi, Tümmler-rendszerű önjáró-kocsis, kétpályás ferdefelvonó. Itt a kézi mozgatású csilléket a kocsira helyezik, azok a felső állomáson automatikusan a tölcsérre buktatják tartalmukat.

A diósgyőri nagyolvasztókhoz (1926) az akkor korszerűbb, ferde Pohlig-rendszerű felvonó épült, a torokvedrek szállítására a gépházban elhelyezett csörlős vontatással.

1952-ben Diósgyőrött megépült az első skipmegoldású buktató-vedres felvonónk, amelyet azóta az országban újabb öt követett. Előnyei, nincs üres járata, mint a diósgyőri régi nagyolvasztókénak és zárt hajtóművel, jó hatásfokkal dolgozik, szemben az ózdi nyitott, a kocsiban elhelyezett hajtással.

Megoldásra váró feladat itt a drótkötelek jelenlegi 4—6 hónapos élettartamának a növelése, nagyobb, legalább 220 kg/mm² szakítószilárdságú kötéllel, továbbá a skipveder bélés tartósságának a növelése, vastag, Mn-tartalmú acél és textilbakelit bélés beépítése révén.

Megemlítem mint érdekességet, a diósgyőri 50 m³-es kísérleti nagyolvasztó szállítószalagos „felvonóját", amely 1947-től—1951-ig a III. nagyolvasztó helyén működött. Ezt azonban egyelőre nem tekinthetjük követendő példának, bár régebbi és újabb építésű nagyolvasztókon külföldön itt-ott megtalálható.

Anyagszállítás

Közvetlenül a felvonókhoz csatlakozik, bár fordított sorrendben, az elegy és a tüzelőanyag vízszintes mozgatása. Régebben, mivel a faszenes nagyolvasztók hegyvidéken, vasércbányák közelében épültek, nem kellett nagy távolságokat áthidalni.

A múlt század folyamán már drótkötélpályán, vagy vasúton szállították az anyagot a kohóművekhez. A csilléket kézi felszedéssel töltötték, majd ugyancsak kézzel tolták a nagyolvasztóhoz. A mérlegelést hídmérlegen végezték.

A későbbiek során — Ózdon (1908) és Diósgyőrött (1926) is — bunkereket építettek, s ezzel megtakarították a csillékbe rakás munkáját, mivel a bunkerekből közvetlen csillékbe csapolták, ill. torokvederbe engedték az anyagot. A bunkerzárak egyszerű tolókászárak voltak.

Külön karos-mérlegen mérlegeltek, ill. mérlegelnek Ózdon ma is, míg a diósgyőri régi olvasztókban a torokvedreket kiszolgáló mérlegkocsik mérlegén. Ózdon később megkísérelték az elegytéri kézi csilletolást kiküszöbölni (szállítószalagok, kezdetleges mérlegkocsi). A 700 m³-es nagyolvasztók felépítésekor a bunkerek alján dobzárat és 25 t-s mérlegkocsit építettek, amellyel a csapolást, az elegy összegyűjtés és mérlegelés munkáját két kezelő látja el.

A kokszot az ózdi kohóműben kézi felszedéssel juttatják a csillékbe, a mennyiséget térfogat alapján állapítják meg. 1953-tól a porleválasztás megkönnyítésére vibrátorok épültek. A diósgyőri kisnagyolvasztókban többféle úton juthat a vedrekbe a rostált koksz, míg a III. nagyolvasztóban a szkipakna feletti bunkerből görgős kaliberrostára, onnan mérőbunkeren keresztül a szkipvederbe kerül. A leválasztott aprókoksz szintén gépesítve, szétválasztva kerül a vagonokba.

Az ózdi elegytérhez viszonyítva, a Dunai Vasművben használatos megoldások aránylag kielégítőek. Ózdon egy elegy megmozgatásához (lerakás nélkül) 0,41 munkaóra/t (karbantartó órákkal 0,45) szükséges, ill. egy munkaórával 2,45 t-t mozgatnak meg. Ugyanehhez a Dunai Vasműben a bunkertől a szkipbe való adásig 0,021 óra/t kell, ill. egy munkaórával 47 t-t mozgatnak meg.

Dobzár helyett az elektrovibrátoros zárakat és adagolókat — keleten, nyugaton egyaránt — mind több helyen használják. Előnye az, hogy lehetővé teszi a pontos bemérést, az automatikában való könnyű bekapcsolást és nem utolsó sorban az elegy kirostálását is biztosítja. Ez

pedig a teljesen önjáró, darabosított ércelegyre igen fontos szempont [7], [9].

Ehhez kapcsolódik a mérlegkocsi megítélése is. Ha az elegyalkotók száma csökkenthető, akkor a mérlegkocsi is elhagyható és helyette egy vagy két szállítószalaggal a szkipvedrek táplálása megoldható. Természetesen akkor a vibrátor és szalag közé mérőtartályt kell iktatni. Ilyen megoldásokkal is találkozunk már néhány helyen (Vitkovice, Magnitogorszk). A szalagon való szállítás azonban csak hűtött, darabosított ércel képzelhető el [7].

Többféle elegyalkotót használó üzemben egyelőre a mérlegkocsi szerepe fontos és döntő. Automatizálására kísérleteket hajtottak végre néhány szovjet nagyüzemben, így a Novo—Tagil-i, a Kuznyeck-i, a Nizsnij—Tagil-i kombinátokban. Ezt még lehet finomítani az elegy automatikus elemzésével is, amire a NDK-ban folytak kísérletek [7].

A koksz rostálására meg kellene kísérelni az elektrovibrátor használatát. Előnye a görgős kaliberrostával szemben az, hogy nem morzsolja annyira a kokszot. Komoly eredményekről számolnak be az ilyen irányú szovjet kísérletek (200 és 400 m³/óra teljesítmény).

Kokszbunkerekkel kopás szempontjából, olvasztott bazalt béléssel jó eredményeket értek el.

A nagyolvasztók ellenőrző berendezései

Az anyagoszlop mérésére szolgáló mérőszonda fontossága jól ismert. Régen egyszerűen időnként egy rúddal mérték az anyagoszlopot. Később — mint Ózdon is — kézicsörlővel sűrűbb időközönként ellenőrizték a mélységet. Ma általában gépi szondát használnak, amely folyamatos mérésre és regisztrálásra is alkalmas. Kifogás a szondák kis átmérője és a papucs gyakori meghibásodása miatt van.

A gázpróbavétel a nagyolvasztó torokszintjén csak az utóbbi időben honosodott meg. Fő hibája, hogy a szondák ki- és behúzása nehézkes, sok üzemzavarral jár, az adagolást is fel kell függeszteni vétel közben és ráadásul szakaszos is. Az állandó jelleggel beépített mérőgerendák megfelelő mérőhellyel — gázvétel és hőmérséklet mérés számára — jelentik a fejlődés irányát, különösen komplex automatizálásra való áttérés során [7].

Gáztisztítás

A gáztisztítás első fázisához tartoznak a durva porleválasztók, a porzsákok. Amíg a torokgáz a szabadba ment ki, a gáz tisztítása sem volt fontos. Az első leválasztó a buktató csöveshez hasonló megoldású volt és azokban a nagyolvasztóinkban használták, ahol a gázt már hasznosították, ill. a léghevítő fűtésére használták (először Tiszolcon, Likéren, Aninán, Korompán) [3].

Elvi változás az ózdi porzsákkal nem következett be. A diósgyőri régi nagyolvasztóké is ilyen, a III. nagyolvasztóban a ciklon rendszer előnyét használják ki.

Nagy toroknyomáshoz a porzsák harangszelepének a zárását meg kell javítani, amire a legalkalmasabbnak látszik a kettősköpenyű harangszelep. Természetesen az atmoszferikus szelep és a porszelep működését is vizsgálat alá kell venni [2], [10].

Még nem oldották meg megnyugtatóan a pornedvesítést. A keverőcsigás megoldás nem látszik tökéletesnek. A cseh üzemek kis nedvesítődobbal próbálkoznak.

Fúvógépek

A nyersvasgyártás őskorában az égéshez szükséges levegőt csak természetes huzattal tudták biztosítani. A későbbiek során kézi vagy lábhajtású, állati erővel hajtott, majd vízikerekes fújtatókat építettek. Ennek egyik jellemző példája az újmassai nagyolvasztó fújtatója. Itt egy 6,32 m ∅-jű, 0,95 m széles vízikerék által hajtott 394 literes bőrfújtató dolgozott 1,5 m-es lökettel, percenként 16 löketszámmal [11].

Hazánkban vízsugár szivattyúval hajtott fúvóra nem találunk példát, de elég korán elterjedtek és szinte szabványossá váltak a vízikerék hajtású egy-, két-, háromhengeres dugattyús fúvók álló- és fekvő elrendezésben. A dugattyús gépek himbás elrendezésűek voltak. Ritkán vízturbina (Vajdahunyad 100 LE), általánosságban gőzgéphajtással (Libetbánya, Ruszkica, Csetnek, Hisnyóvíz, Merény a legöregebbek) [3], [4], [12].

Eleinte a hajtógépek teljesítménye 12—60 LE között volt és csak a gőzgépek munkábaállításával mentek efölé.

A rendelkezésre álló adatok alapján először 30 mm Hgo-nyomásról van tudomásunk, Libetbányáról, s ez a nyomás a mult század végén Vajdahunyadon is csak 200 mm Hgo-ra ment fel. A szállított levegőmennyiség itt 11 m³/mp-re emelkedett [3], [4].

1898-ban a fúvógép állományunk a következő [13] volt :

32 vízikerekes	661	LE,
3 víziturbinás	189	LE,
25 gőzgépes	4845	LE

összes teljesítménnyel.

Ugyanakkor a legnagyobb gépeink [13]

Korompán	950 LE	700 m³/perc,
Resicán	800 LE,	
Likéren	720 LE	625/m³/perc,
Vajdahunyadon	700 LE	660 m³/perc

levegőteljesítményűek voltak.

Az első gázgéphajtású fúvót 1903-ban Likéren és Vajdahunyadon építette a Láng Gépgyár saját tervei szerint [5]. Majd ezt követték Ózdon 1908-ban a percenként 450 m³, max. 38 cm Hgo-nyomást bíró 500 LE-s, kétütemű tandemgázgéppel hajtott fúvók 85/perc fordulattal. Diósgyőrben 1926-ban 1000 LE-s gázgéphajtású 600 m³/p teljesítményű, 0,6 att nyomású fúvógépek épültek, amelyeket 1938-ban 2000, ill. 1200 LE-s teljesítményű 780 m³/perc, ill. 650 m³/p szállítású 0,8, ill. 0,6 att nyomású vill. haj-

tású turbófúvóra cseréltek át. 1950-ben 2000 m^3/perc, 2,4 ata teljesítményű gőzturbina hajtású fúvó épült, amely már a 700 m^3-es olvasztók ellátásához is megfelelő [14].

A Dunai Vasműben 3 db 1800 m^3/perc teljesítményű, min. 1,4, max. 2,6 att nyomású, háromfokozatú 3000—3350/perc fordulatú, 3,2——4,8 MW teljesítményű gőzturbinával hajtott fúvógép működik. Jelenleg kb. 40 000 LE hajtóteljesítmény és 1 000 000 m^3/óra fúvókapacitás áll rendelkezésre az országban.

Jóllehet Ózdon már a negyedik turbófúvó kerül üzembe, a további fejlesztés mégis szükséges. 25—93 000 m^3/ó teljesítményűek 0,8—0,95 att legnagyobb nyomással.

Felül kell vizsgálni a fúvók teljesítményét és nyomását a nagy toroknyomás bevezetése nézőpontjából, hiszen már a nagy toroknyomást jelentő 0,7 att toroknyomáshoz 2,2 att forrószél nyomás szükséges [2].

Új fúvógépek telepítésekor kézenfekvőnek látszik felvetni a gázturbina-hajtás gondolatát.

Fúvókák

Eleinte a kialakított fúvónyilásokba csak 1—2 csövet helyeztek. Így a gölniczvölgyi nagyolvasztón 1 db 78-as ∅-jű cső, a dobsinai 25 m^3-es nagyolvasztón 2 db 81 mm-es, a ruszkiczai 57 m^3-esen 4 db 70-es, ill. a 67 m^3-esen 4 db 110-es ∅-jű fúvókát találunk. Általában 2—4 fúvókával szerelték fel a többi nagyolvasztót is. Nagyobb fúvókát először a govasdiai nagyolvasztó (2 db 120-as) és az aninai (4 db 140-es) használt. Az első vizzel hűtött fúvókát a vajdahunyadi nagyolvasztó használta, Likéren 6—7 rézfúvókával dolgoztak [3]. Az ózdi 349 m^3-es nagyolvasztók 1908-ban 12 db 150-es fúvókával indultak, ezeket bronzból öntötték, ill. rézlemezből kovácsolták. A diósgyőri régi nagyolvasztók 10 db 150-es, a 700 m^3-es nagyolvasztók 12 db 180-as ∅-jű fúvókát használnak.

A fúvókák fejlődése eleinte gyors volt, eléggé hamar elérték a mai, ismert alakjukat. Ha összehasonlítjuk pl. az ózdi 1908-as fúvóka-rajzokat a legújabbakkal, semmi jelentős különbséget nem találunk, talán a hosszuk lett kisebb. Ma is használjuk az öntöttbronz és a lemezből sajtolt (akkor kovácsolt) fúvókákat. Kísérleteztek azzal, hogy a fúvókákhoz réz helyett alumíniumot vagy vaslemezt használjanak, de komolyabb eredmény nélkül.

A forrószél hőmérséklet 900—1000 C°-ra való emelése a fúvócső átalakítását követeli meg, mivel hűtését, ill. szigetelését több szempontból meg kell oldani. A megoldás a kettősfalú és valamilyen szigetelőanyaggal töltött könnyű fúvócső lehet.

Számolni kell a fúvókák és a fúvócső további átalakításával a földgáz és esetleg az olaj befúvatása miatt. Ugyancsak meg kell változtatni a forrószél leágazások mai alakját, mert a fúvókánkénti levegő mennyiség szabályozása — különösen magas szélhőmérsékleten — komoly feladatot jelent.

Léghevítők és szerelvényeik

Elég korán felfigyeltek a meleg levegő előnyére, szükségességére, de a berendezések csak a múlt század 60-as éveiben alakultak ki. Főleg két típust használtak a Cowper-t és a Whitwell-t.

Már előzőleg is használtak néhol vízszintes és függőleges elrendezésű csöves levegőelőmelegítőket, de ezek csak kisebb nagyolvasztókhoz feleltek meg és általában kb. 200 C°-os előmelegítést lehetett velük elérni [3].

Adataink szerint először Stracenán használták a vascsöves léghevítőt. Majd wasseralfingeni mintára készült a libetbányai léghevítő, mellyel 156 C°-ra tudták a 30 mm Hgo nyomású levegőt előmelegíteni [3].

A későbbiek során rátértek a csöves, majd a Whitwell-rendszerű léghevítőkre. Ilyenek működtek Észak-Magyarországon: Ruszkicán, Kuntaplóczán, Tiszolcon, Erdélyben: Aninán és Resiczán. Ezekkel már 400 C°-ra melegítették elő a levegőt [3], [4].

Az első Cowper-rendszerű gáztüzelésű léghevítőt Kalánban találjuk 1870-ben (7 db), majd 1883-ban 8 db 1000 m^2 fűtőfelületűt Likéren [3]. Az ózdi nagyolvasztók 1908-ban 8 db 4000 m^2 fűtőfelületű léghevítővel indultak, s ezeket 1926—30. évek között — áttérve nyolcszögletű rácstéglákra, — 7700 m^2-esekre építették át. Ma is ezek a léghevítők vannak üzemben Ózdon, de 7117 m^2-es méretben, mert visszatértek normál téglák használatára. Cowper-rendszerűek a diósgyőri és Dunai Vasmű-i léghevítők is, megfelelő fűtőfelülettel és gépesített tolózárakkal, szelepekkel.

Mint érdekességet említem a Gjers-féle léghevítőt Nyustyán (340 m^2 össz-fűtőfelülettel), és a betlérit, amelyet még fával fűtöttek [3].

A léghevítőkön különösebb változást csak a téglatömeg és a felület viszonyának megfelelőbb kialakítása okozhat. Ezenkívül a külső tüzaknás és a hőálló acélcsöves megoldást érdemes tanulmányozni, a rács hőállóságának és hőtároló képességének növelési lehetőségét szem előtt tartva [2].

A KGST országokon belül vízhűtéses tolózárakat használnak gáztolózárként. Ezek a forrószél tolózártól csak méretben különböznek, s a velük szerzett tapasztalatok igen kedvezőek. A vízhűtéses tolatytyúk hazai gyártása komoly feladatot jelentett. Sikerült vörösrézből, majd különleges lágyacélból (Minica) megoldani a tolattyú elzáró részeinek hazai gyártását. Megfigyelések szerint ezek a tolattyúk jól beválnak, ha megfelelő tisztaságú hűtővizet kapnak, és a mosásokat is rendszeresen végzik.

A régi léghevítők forrószél tolattyúja egyszerű, száraz tolattyú volt, s ilyet használtak pl. Ózdon 1958-ig. A többi szerelvény is nagy változáson ment át. Az áramlástani viszonyok, a magasabb hőmérsékletigény miatt, az egyszerű szabályozólapból gázcsappantyú és gázszelep, a füstgáz pápaszemszelepből gázszelep lett. A lefúvató szelepet nem a kupolán helyezték el, hanem a füstcsatorna mellett, hogy a lefúvatás a füstcsatornába történhessék. A hidegszél keverésére komoly építésű pillangókat, a hidegszél elvezetés-

re és a zuhantatásra Snort-szelepet építettek be. A robbanási veszély csökkentésére biztonsági szelep került a hidegszél-vezetékbe. Az égéshez szükséges levegőt nem természetes huzattal, hanem ventillátorokkal biztosítják.

S mindezek ma már hajtóművek és közlőművek segítségével motorikusan mozgathatók. Ezek már lényegtelen módosításokkal alkalmasak a teljes automatizálásra is. Ózdon és a Dunai Vasműben nagyrészben meg is oldották, egyelőre kézi kapcsolású távvezérléssel, de a ciklikus váltás kiépítésén is dolgoznak.

A hidegszél bekeverés helyének és módjának megállapítását áramlástani vizsgálatoknak kell megelőznie. A nagyolvasztó körvezetéke előtti s ahhoz közeleső részén a tangenciális bekeverés látszik a legjobb megoldásnak, jóllehet a külföldi tapasztalatok még nem szólnak egyértelműen mellette, de a régi megoldásnál jobbnak tartják.

A nagyolvasztók hűtése

A legrégibb időkben nem hűtést, hanem szigetelést akartak létesíteni. A múlt század nagyolvasztóinak burokfala a fal hűtését egyenesen akadályozta. Különösen szép példája ennek a kaláni nagyolvasztó, amelyen még mindig megtalálható a burokfal, de közte és a tűzállófal között levegőréteggel [3]. Ugyanakkor a korompai nagyolvasztón már a nyugaszban hűtőtáskákat találunk. A likéri, majd a többi páncélos nagyolvasztót csörgedező vizzel hűtötték. Ez a módszer az idők folyamán csak annyiban változott, hogy Diósgyőrött és Ózdon az aknába vízszintes hűtőtáskákat, a 700 m³-es kohókba pedig a medence páncél alá hűtőlapokat helyeztek. Külföldön vékonyabb falra a teljes páncélos nagyolvasztókon csak a külső páncél hűtés használatos.

A hűtés nehézségei közé tartozik a szűrő. Általában eléggé szennyezett retúrvizzel dolgoznak üzemeink és tisztításukra esetleg egy szűrőlap erejéig fordítanak gondot. Külföldön forgó- és álló szűrőkkel kísérleteznek.

A másik megoldást az elpárologtató hűtés jelenti. Ebben az esetben csak lágyított vizzel lehet dolgozni, aminek sok előnye ismeretes, de egyelőre a Dunai Vasműben még csak a kísérletek folynak.

Dugaszológépek

A század első évtizedeiben a pneumatikus zárógép legegyszerűbb alakja honosodott meg, az egyszerű léghengerben mozgó dugattyú rúdjának végére masszadugattyút helyeztek, s ez a masszahengerben előre nyomta a zárómasszát.

1943-ban Ózdon Zimmermann-gyártmányú, 4 léghengerrel dolgozó dugaszológépeket szereltek fel, amellyel a nyílást egy-egy szelep elfordításával zárják. Diósgyőrben és a Dunai Vasműben 0,3 m³-es villamos működtetésű dugaszológépet használnak.

Öntőgépek

Az öntőgép története hazánkban a diósgyőri Demag öntőgéppel kezdődik, s a Dunai Vasmű kétszalagos, szovjet típusú gépével be is fejeződik. Ózdon viszont nagyon hiányzik, különösen most a Martin-mű korszerűsítése alatt. Fő gond a Dunai Vasműben a hűtés és a kokilla tartósság növelése.

Az ércelőkészítés berendezései

Az ércek előkészítése a múlt században először csak az ércek aprítására, később azok osztályozására és pörkölésére szorítkozott. A törést kézzel, majd pofástörőkkel végezték, az osztályozásra általában pálcás-rostát használtak. Jelenlegi műveink közül Ózdon épült ilyen pofástörő, de előzőleg már Likéren és Kalánban is dolgoztak hasonlóak.

Az aknás pörkölő kemencék megtalálhatók voltak Észak-Magyarországon éppen úgy, mint Erdélyben (Betlér, Henczkó, Gölniczvölgy, Zakárfalva, Hisnyóvíz, Ruszkabánya, Telek, Vaskő, Kotterbach stb.) Pl. a Korompa-klippbergi 4250 mm magas, 3630 felső átmérőjű volt, kiszolgálásához a múlt század végén már villamos mozdonyt is használtak [1], [3].

Komolyabb fejlődést jelentett az 1949-ben Ózdon üzembehelyezett Greenewalt-rendszerű zsugorítómű, amelyet 1954-ben a Dunai Vasműben, majd 1959-ben Diósgyőrött Dwight—Lloyd-szalagok követtek. Ózdon, Diósgyőrött még csak a durva törőként szereplő pofástörőket találjuk meg, a Dunai Vasműben az érceket középtörőn is átengedik. Középtörőként kúpos vagy Symons-törőket használnak. Rostaként mindegyik műben villamosmotorral hajtott vibrátorok dolgoznak.

Az érczsugorításhoz koksz- és mészkőőrleményre is szükség van. Műveinkben ma a kokszot négy-hengeres malmon őrlik, míg a mészkövet Ózdon kalapácsos, Dunai Vasműben rudasmalmon. Mind a hazai, mind a külföldi tapasztalatok szerint a kalapácsos malom látszik a legjobbnak.

A jó kokszőrleménynek 90%-ban 3 mm alatt kell lennie, de a hengerek kopása miatt ezt nehéz biztosítani.

A Dunai Vasmű és Ózd közös gondja a Schenkrosta gerjesztőmű csapágyazásának és fogaskerekeinek, ill. magának a szállítóvályú fenéklemezeinek tartóssága.

Gépészeti nézőpontból — különösen ha a nagyolvasztók mérlegkocsijának szalaggal való helyettesítésére is gondolunk — fontos feladat a darabosított érc hűtése, a hűtőberendezés kiválasztása. Külföldi — pl. a Cserepovec-i (SZU) — kísérletek a hűtés mellett szólnak. Megoldásként csak a levegő hűtés jöhet számításba, mivel önjáró, sőt báziskus darabosított érc gyártás a feladat.

Nagy figyelmet érdemel az ércelőkészítésnek külföldön már sokfelé, nálunk azonban nem használatos művelete, az átlagosítás, az egyenlősítés. Nálunk jelenleg a különböző fajtájú és szemnagyságú elegyalkotókat általában bunkerekben elkülönítve tárolják, s innen vagy a mérlegkocsiba vagy a torokvederbe mérik be. Mivel azonban ugyanaz az ércfajta is különböző összetételű, a nagyolvasztóba beadott érc nem terheli

egyenletesen a kokszot, s ebből járatváltozások keletkeznek [15].

Nálunk az átlagosításra berendezés még nincs. Legfeljebb a Dunai Vasmű érctéri daruja tud az ércárokból megfelelő sorrendben szedve valamelyest átlagosított érchalmot képezni. Külföldön erre a célra általánosságban a Robins-Messiter berendezést használják. Ezek szállítószalagokból, megfelelő ledobókocsiból és kaparószalagból állanak [9], [15].

Az ősi, teljes kézi kiszolgálású nagyolvasztókból ma már automatizált, sőt automatikusan vezetett nagyolvasztók fejlődtek ki és így a gépészet, a villamosság itt is vezető szerephez jutott. Hogy kohászatunk fejlődésében a mai kor követelményeinek megfelelő szintet elérjük, a nehéz fizikai munkát kiküszöböljük, a gépészeknek, a villamosság és a műszerek dolgozóinak szerepét és tekintélyét megfelelő szintre kell emelni.

IRODALOM

[1] *id. Kerpely:* Das Eisenhüttenwesen in Ungarn 1872.

[2] *Claus—Cotel—Horváth—Kiss—Simon—Visnyovszky:* Nyersvasgyártás. Vaskohászati Encyklopédia VI. kötet. 1955.

[3] *Edvi-Illés:* A magyar vaskőbányászat és vaskohászat, 1900.

[4] *id. Kerpely:* Vas és acél az 1900. évi párisi világkiállításon. 1901. Vaskohászatunk a Millenium idejében.

[5] Bányászati és Kohászati Lapok 1903, 1904.

[6] *Diamond, E. L.:* Nagyolvasztó torokzáró-szerkezet átalakítására szabályozható elegyelosztó. Journal of the Iron and Steel Institut. 1950. febr.

[7] *Rutkov, A. K., Hripko, J. I., Gurjanov, V. G., Tavrog, B. L., Borogyencsik, N. K., Grigorjevick, G. F.:* Kohászok és darabosítóművi szakértők Össz-szövetségi értekezletén tartott beszámolók. Dnyepropetrovszk. 1957.

[8] *Strassburger, J. H.:* Korszerű nagyolvasztó üzeme. Oxigén, nedvesség és nagytoroknyomás használata. Iron and Steel. 1958. okt.

[9] *Gruzinov:* Mechanicseszkol Oborudoványie domennüh cehov. 1950.

[10] *Old, B. S., Poor, E. R.:* Teljesítmény növekedés a nagyolvasztó nagy szélnyomása folytán. Mining and Metallurgy 1948. július.

[11] *Soós Imre:* A diósgyőri vashámor alapítása. Kohászati Lapok. 1954/8.

[12] *Matlekovits—id. Kerpely:* Az 1896. évi ezredéves kiáll. Vasbányászat és Vaskohászat 1898.

[13] *Szterényi:* Magyar gyáripar, Vas- és Fémipar, Vasgyártás 1901.

[14] *Kiszely Gyula:* A diósgyőri új vasgyár alapítása. Kohászati Lapok. 1954/11.

[15] *Tarján—Vécsey:* A vasércek és a nagyolvasztó elegyének előkészítése. Vaskohászati Encyklopédia. IV. kötet. 1956.

Megadott szabadalmak

Legutóbbi évek folyamán megadott magyar kohászati szabadalmak

Tapasztalatok szerint a kohászati szabadalmakról az üzemekben dolgozó mérnököknek és technikusoknak csak elég szűk köre szerez rendszeresen tudomást. A szabadalmak ismerete a kohászat műszaki fejlesztését segítheti, ezért az utolsó 4 év (1957—60) kohászati szabadalmai áttekinthetően rendszerezetten, majd a későbbi számokban „Megadott szabadalmak" cím alatt folyamatosan ismertetjük.

A találmányokra, szabadalmakra általában az újításokra is vonatkozó 29/1959. V. 10-i Korm. rendelet, valamint néhány régi rendelet (1895/37, 1932/17, 1945/8 stb.) vonatkozik. Nem célunk itt a rendeletek részletes ismertetése, ezért csupán az alábbi leglényegesebb szabályokat emeljük ki:

1. A találmányi bejelentések már a kivizsgálás ideje alatt is ideiglenes oltalomban részesülnek. A Találmányi Hivatal a szabadalom megadásakor megvizsgálja, hogy világviszonylatban új-e a bejelentés, műszakilag haladást jelent-e a javaslat a technika jelenlegi színvonalához képest, végül gyakorlatilag megvalósítható-e a javaslat. A Szabadalmi Közlönyben megjelent ismertetés után, a bejelentés ellen két hónapon belül lehet felszólalni. A leírás megtekintésre mindenkinek rendelkezésére áll. Az engedélyezés több évig is elhúzódhatik.

2. A szabadalmak oltalmi ideje a találmány bejelentésétől számított 20 év, feltéve, ha a feltaláló az évenkénti progresszív szabadalmi illetéket befizeti.

3. Szolgálati találmány azoknak a személyeknek (pl. kutatóknak) találmánya, kiknek munkaviszonyból folyó kötelessége, hogy szaktudásukat új eljárások, termékek kidolgázására is fordítsák. Az ilyen szabadalom elsősorban a munkáltatót illeti meg, de a feltaláló részére ekkor is jár díjazás.

4. Találmányok hasznosítására, hasonlóan az újításokhoz, a feltalálóval szerződést kell kötni. A feltaláló a szabadalom tulajdonjogát is átengedheti. A szabadalmak örökölhetők.

5. A feltalálót a megvalósítástól számított 5 év népgazdasági eredménye alapján illeti meg díjazás. A díjat a feltaláló és a megvalósító közösen állapítják meg. Közreműködők is díjazhatók.

6. Találmányok átvételére szóló javaslattevésekor a javaslattevőt a két évre járó feltalálói díj 20%-a illeti meg, tapasztalatcsere díj címén. Erre a feltalálóval szerződést kell kötni.

A szabadalom megnevezése után következő hatjegyű szám a szabadalom lajstromszáma. Ezután következő, zárójelbe tett szám és betűcsoport a találmányiosztályt, alosztályt jelenti. A feltaláló neve után következő első dátum a bejelentés időpontja, a második annak a Szabadalmi Közlönynek a száma, amelyben a szabadalom megadását kihirdették. SZT = Szolgálati találmány.

A megadott szabadalmak a fenti adatok alapján az Országos Műszaki Könyvtár Szabadalmi Tárában (Bp. VIII., Múzeum u. 17), a közzétett bejelentések az Országos Találmányi Hivatalban (Bp. V., Garibaldi-utca 2.) kikereshetők.

A nyomtatásban megjelent szabadalmi leírások a Közgazd. és Jogi Könyvkiadó Szabványboltjában (Bp. V., Szent István tér 4.) szerezhetők be.

Óvári Antal

A vaskohászat főbb jellemzői a statisztika tükrében[1]

LACFALVI JÓZSEF

Dk.: 31.669.1

A rendelkezésre álló adatok alapján a vaskohászat termelésének, termelékenységének, anyagfelhasználásának, műszaki színvonalának legjellemzőbb, alapvető mutatóit s ezek évenkénti változását kívánom bemutatni.

Először is a *tárgykört* szeretném tisztázni. A tágabban vett *vaskohászat* magában foglalja a nyersvas, a folyékonyacél, a melegen hengerelt-, hidegen hengerelt- és húzottacél, az acélcső, továbbá a vas- és acélöntvény, valamint a kovácsoltacél gyártását is. Az Országos Tervhivatal ennél szűkebb körre, a *KGM Kohászat*-ra írja elő a terveket, a Központi Statisztikai Hivatal pedig az ettől eltérő szerkezetű *vas- és acélgyártás* iparágba sorolja a vaskohászati vállalatokat, néhány gépgyárhoz nem csatolt öntödével együtt.

Az egész *vaskohászat*-ra vonatkozó mutatók közül dolgozatomban csak a termelés mutatóira térek ki, ezeket a *vas- és acélgyártó* iparágra vonatkozóan fogom közölni. A dolgozat többi részében az egyes *termékek* jellemzőivel, de ezek közül is csak az alapvetőekkel foglalkozom éspedig : nyersvas, folyékonyacél, melegen hengerelt-acél, acélcsövek jellemzőivel.

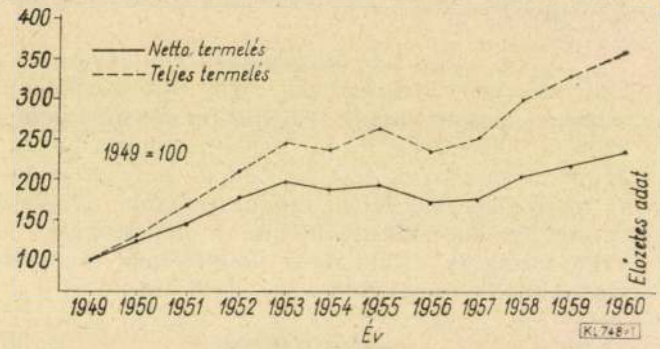
1. Termelési adatok

A vas-acélgyártó iparág legfőbb átfogó mutatószáma : *az iparág termelésének* alakulása. A legutóbbi évekig — mint minden iparágban — itt is szinte kizárólag a *teljes termeléssel* fejeztük ki a termelési tevékenységet. Ezt vállalatonként számítják ki és a vállalati adatokat összegezik az iparágra. A vállalati teljes termelés magában foglalja a termékek késztermelését, a saját rezsiben végzett építőipari termelést, a szolgáltatásokat (pl. idegen vállalatnak végzett karbantartást), továbbá a félkész- és befejezetlen termelés állományának különbségét (az előző időszakhoz képest).

A teljes termelési mutatót jelenleg is használjuk. Minthogy azonban nem fejezi ki híven a termelés tényleges alakulását — főként a vállalatok közti kooperáció változása torzít —, e mutatóval párhuzamosan néhány éve a *nettó termelést* is vizsgáljuk. Ez közelítően a vállalatok s az iparág újonnan létrehozott termelésének alakulását tükrözi (a *holt munka*, az anyagfelhasználás és a berendezések értékcsökkenése nélkül), így jórészt kiküszöböli a teljes termelés torzításait, s a termelésről a valóságnak sokkal hűbb képét nyújtja.

A kétféle termelési mutató a vas- acélgyártó iparágban az *1. ábra* szerint alakult.

Az ábrából kitűnik, 1953 és 1957 között lényegében egy szint körül mozgott a termelés. Ennek egyrészt (1953—55) a Nagy Imre-féle helytelen *nehézipar csökkentő*-politika és a gyakori anyaghiány, másrészt (1956—57-ben) az *ellenforradalmi események* voltak az okai.

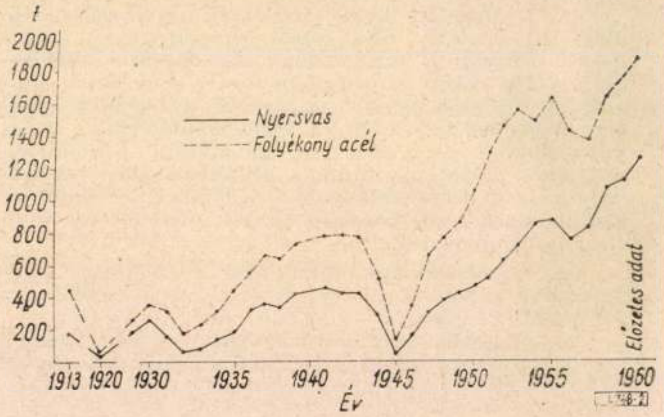


1. ábra. A vas- és acélgyártó iparág termelésének alakulása 1949 = 100

Feltűnő, hogy a teljes és a nettó termelés felfutása között jelentős — és állandóan növekvő— a különbség. Ezt elsősorban az okozta, hogy az utóbbi 10 év alatt a kooperáció az iparágban növekedett, s ez a teljes termelési mutatóban a tényleges termelést felülmúló látszatnövekedést okozott. Főként a Dunai Vasmű részleges üzembehelyezése, majd termelésének megnövekedése hatott ki a mutató ilyen jellegű alakulására.

A továbbiakban a fő termékek termelését mutatom be. A *nyersvasról* és a *folyékonyacélról* hosszabb idő adata, a többi termékről kevesebb adat áll rendelkezésünkre, a *2.* és *3. ábrát* ennek alapján rajzoltam meg.

A 2. ábra az 1. világháború előtti évtől tünteti fel a vas- és acéltermelés alakulását. Az 1. világháborút követő nagymértékű csökkenés után, a termelés néhány évig emelkedett, majd a nagy gazdasági válság idején újra lényegesen kisebb lett, csak a 2. világháború elején, a haditermelésben haladta meg jelentősen az 1913. évi szintet. Az 1945. évi mélypont után, már az első 3 éves



2. ábra. A nyersvas (átszámítás nélkül) és a folyékonyacél termelése 1913—1960 között. A mai Magyarország területére országos adat

[1] Az adatok forrásai a Központi Statisztikai Hivatal alábbi kiadványai :
(„Statisztikai időszaki közlemények" sorozatban) :
A munkatermelékenység alakulása az iparban.
Az ipar termelése és szerkezete 1949—1959.

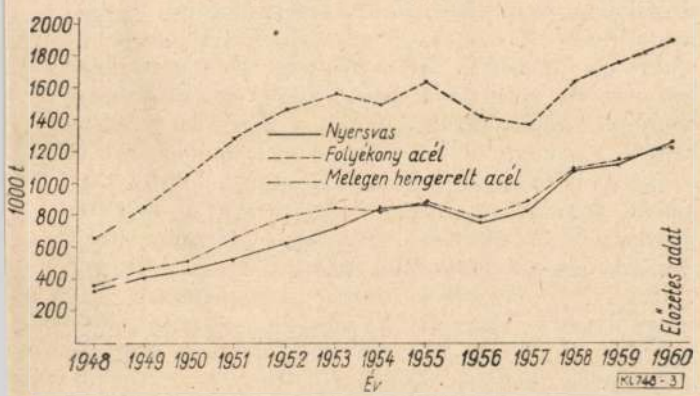
terv teljesítésével újra elértük az 1945 előtti legmagasabb szintet, s ezután — elsősorban az új létesítmények (Lenin Kohászati Művek III. nagyolvasztója, a Dunai Vasmű stb.) hatására — eddig nem tapasztalt ütemű fejlődés következett, melyet csak az 1954. évi *megtorpanás* és az ellenforradalmi események szakítottak meg.

Amint a 3. ábra mutatja, *melegen hengerelt-acél* termelésünk 1949—52 közt növekedett lényegesen, a hengerművi profilozások és a Lőrinci Hengermű felfejlődése következtében. Ezután — minthogy új létesítmény csak 1954-ben lépett be, utána viszont az 1956-os események következtek — csak 1958-tól tapasztalható újra lényeges emelkedés, főként a Lenin Kohászati Művek új középhengerműve termelésének felfutása és 1960. II. felétől már a Dunai Vasmű meleghengerművének belépése következtében.

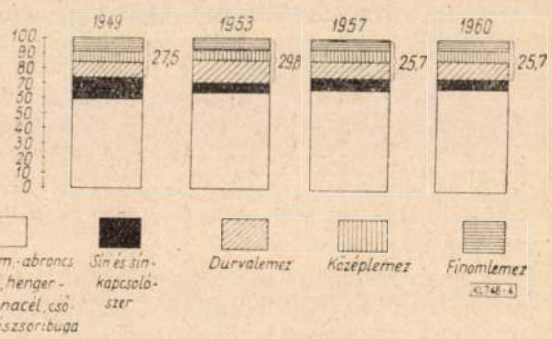
Nálunk a *folyékonyacéltermelés megoszlása* — martin —, illetve elektroacél között — nem a legkedvezőbb. Országos szinten 1951-től 1956-ig az acéltermelésből állandóan 12% körüli arányban állítottak elő elektroacélt, s a részarány a legutóbbi években is 10%-os szinten mozgott. A fejlett ipari államokban — a nagy vízierőművekkel rendelkezőket kivéve — az acéltermelésből csak 6—8% az elektroacél. Villamosenergia helyzetünkben, különösen helytelen az elektroacél túlzott aránya. Az elektroacél kemencék nagyrésze kis befogadó képességű, fajlagos áramfelhasználásuk nagy.

A *melegen hengerelt acéltermelés* a *4. ábra* szerint *oszlott meg.*

A termékcsoportok arányán belül legfeltűnőbb az a tény, hogy a lemezek aránya — az 1951—54. évek kivételével (ezek legjellemzőbbje az ábrázolt 1953. év) — csökkent s 1957-től az összes hengerelt terméknek csupán egynegyedét tette ki. A gépipar korszerű szerkezeti átalakításával a lemezszükséglet megnövekszik, így a fejlett ipari országokban a hengerelt termékeken belül 40% körüli, vagy annál nagyobb a lemezek részaránya. Különösen a finomlemez termelésben maradtunk el gépiparunk igényei mögött, ebből kifolyólag sok finomlemezt importáltunk. A helyzet csak a Dunai Vasmű hideghengerművének üzembehelyezésével fog alapvetően javulni.



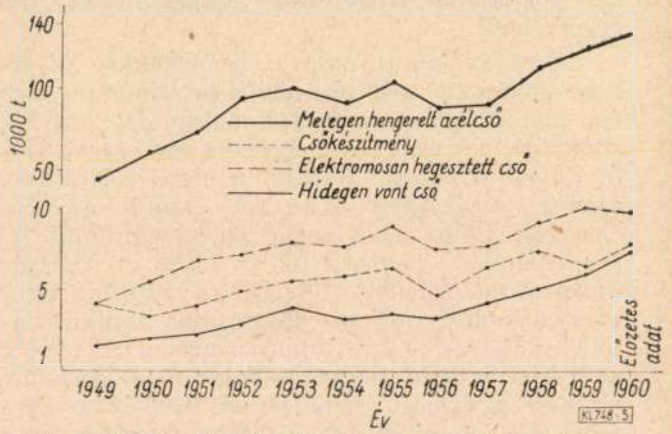
3. ábra. A nyersvas (átszámítás nélkül) a folyékonyacél és a melegen hengerelt acél termelése (csőköracéllal és kézsori bugával együtt) 1938-ban és 1949—60 között



4. ábra. A melegen hengerelt acél termelése négy főtermék csoportban. Az 1960. évi adat előzetes becslés

Az *acélcsövek* termelése az *5. ábra* szerint alakult :

A csőkészítmény termelése az eléggé változó igényektől függ, ezek az igények aránylag kevéssé növekedtek, így a termelés is a legkisebb mértékben emelkedett e cső-féleségek közül. Nem sokkal nagyobb mértékű az elektromosan hegesztett cső termelésének növekedése, ennek főként a kapacitás adottsága szabott határt.



5. ábra. A Csepeli Csőgyár acélcső termelése az 1949—1960 közötti években

A melegen hengerelt acélcső termelése — az igényeknek megfelelően — 1949—60 között háromszorosára emelkedett, az 1951—53. évek közti beruházások segítségével. Az utóbbi években még nagyobb mértékű lett volna a felfutás, ha a szükséglet alapján nem tolódott volna el a termék-összetétel a kisebb keresztmetszetű csövek irányába.

A hidegen vont cső gyártása 1958-tól szinte ugrásszerűen növekedett, az ekkor végrehajtott beruházások, bővítések következtében.

2. Termelékenységi adatok

A vaskohászat termelékenységét többféle mutatóval mérhetjük. A vas-, acélgyártó iparág egészére vonatkozóan használhatnánk az egy munkásra vagy az egy órára jutó teljes vagy a nettó termelést. Ezek a mutatók azonban (eltekintve a teljes termeléssel végzett számítások torzításaitól) túlságosan összevontak. A termelé-

kenységre ható tényezők sokkal alaposabban elemezhetők, ha az egyes fő *termékek* termelékenységének alakulását vizsgáljuk.

A vaskohászati termékek gyártását és ennek termelékenységét alapvetően a gyártó berendezések kihozatala szabja meg. Ennek alakulását vizsgáljuk meg a továbbiakban a nyersvasra, a martinacélra és a hengerelt acélt előállító egyes fontosabb hengersorokra.

A nyersvasra és a martinacélra ezen kívül megnézzük az egy munkásra jutó termelést és az egy tonna termékre fordított összes munkásóra ráfordítást is. Ez utóbbit csak rövid ideje számítjuk, ezért és jellegénél fogva is, e mutató elsősorban az óra ráfordítás vállalatonkénti összehasonlítására alkalmas. A dolgozatban ezt fogom bemutatni.

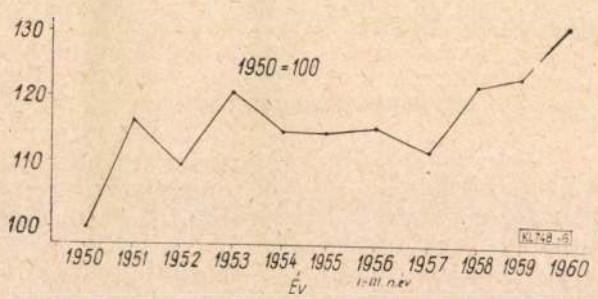
A melegen hengerelt acél termékcsoport igen sok és egymástól lényegesen eltérő munkaigényességű termékből tevődik össze, s az egyes termékekre nem állanak rendelkezésünkre munkáslétszám, illetve munkásóra ráfordítási adatok. Ezért itt csak a fontosabb hengersorok kihozatalát tudjuk vizsgálni, bár azt is fenntartással, mert egy-egy hengersoron is különféle jellemzőjű terméket hengerelnek.

A csőgyártásban sem a berendezésre vonatkozó kihozatal, sem termékenként létszám vagy óra adatok nincsenek birtokunkban. Itt közelítő számítást végzünk: a négyfajta cső termelését (a Csepeli Csőgyár adatait) a nettó termelésre, azaz a munkaigény arányaik alapján melegen hengerelt csőre, mint vezértípusra számítjuk át, s e termelést viszonyítjuk évenként a Csőgyár összes munkásóráihoz. Bár pontos számítás során a csőtermelést csak a csőgyártáson foglalkoztatott munkások óráival lehetne egybevetni (s nem az összes órákkal), lényeges hibát nem követünk el, mert a vállalat termelésének 98%-át a négyfajta cső képezi (az óra-ráfordításokra az arány hasonló).

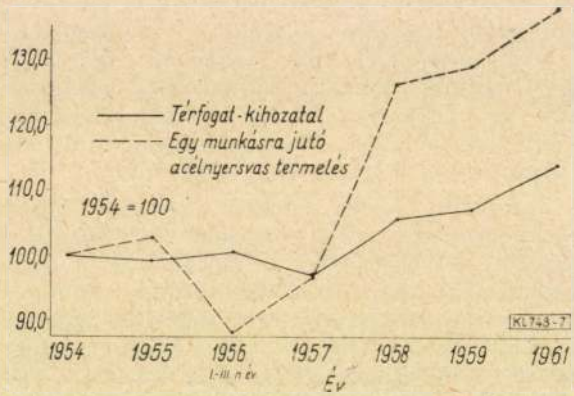
1. *A nyersvasgyártás termelékenysége*

A nagyolvasztó egy m³-ére és egy üzemnapra jutó, acélnyersvasra átszámított termelés (röviden: a nagyolvasztó térfogatkihozatal) a *6. ábra* szerint alakult.

1954 és 1960 között össze tudjuk hasonlítani a kemence-térfogatkihozatalt és az egy munkásra jutó, átszámított acél-nyersvas termelést *(7. ábra)*.



6. ábra. A nagyolvasztó térfogatkihozatal alakulása 1950—1960 között. 1950 = 100



7. ábra. A nagyolvasztó térfogatkihozatal és az egy munkásra jutó acélnyersvas összehasonlítása az 1954—1960. év között

A nagyolvasztó térfogat-kihozatal 1950-től javult ugyan, de 1953 után kissé csökkent, s lényegében ezen a szinten maradt 1957-ig, csak 1958-tól növekedett lényegesen. Ugyanakkor 1952-ben üzembehelyezték a Lenin Kohászati Művek hazai viszonyaink között nagy térfogatú III. sz. nagyolvasztóját, 1954-ben a Dunai Vasmű I. sz. nagyolvasztóját. Ezek kedvező hatása mégsem érvényesülhetett, mert lényegesen romlott az érc minősége, továbbá egyéb körülmények (nem megfelelő kohójárat, anyaghiány, illetve nem kellő elegy-összetétel stb.) is akadályozták a kihozatal javulását. Az elegykihozatal az *1. táblázat* szerint mutatja az érc minőségének rosszabbodását.

1. táblázat

Acélnyersvas kihozatal az összes beadagolt elegyből (%)

1953	1954	1955	1956 I—III. n. év	1957	1958
37,3	34,4	33,5	33,3	33,4	32,8

1957 után — elsősorban a Dunai Vasmű darabosítottérc arányának növekedése és egyéb korszerű eljárások bevezetése (melyre később kitérünk) — folyamatosan javította a térfogat-kihozatalt.

Igen érdekes a térfogat-kihozatal s az egy munkásra jutó acélnyersvas alakulásának összehasonlítása (7. ábra). Az egy munkásra jutó acélnyersvas 1956-ban bekövetkezett lényeges csökkenése arra vezethető vissza, hogy az adat (ellentétben a térfogatkihozatallal) *egész* évre vonatkozik, s megmutatkozik benne az ellenforradalmi események okozta termelés-kiesés (a munkáslétszám lényegében nem változott.) A mutató ugrásszerű emelkedése 1957 után viszont abból adódik, hogy a létszámot már 1—2 éve a Dunai Vasmű két nagyolvasztójára méretezték, a II. nagyolvasztó viszont lényegében 1958-tól lett számottevő, s így azonos munkáslétszám mellett a termelés hirtelen megemelkedett.

Az acélnyersvas egy tonnájára jutó összes munkaóraráfordítás 1960. I. félévében a *2. táblázat* szerinti képet mutatja (közelítő számítással).

2. táblázat

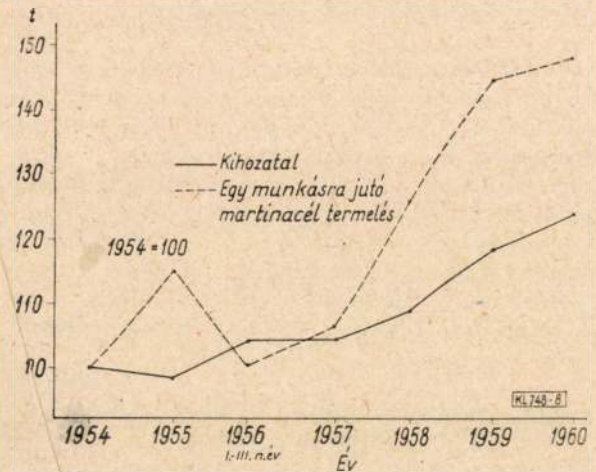
Acélnyersvasra átszámított munkaigényesség

A vállalat megnevezése	A termék tonnájára jutó munkaóra 1960. I. félévében	Térfogat-kihozatal (m^3 · üzemóra / t) 1960. I. félévében
Dunai Vasmű	4,7	1,01
Lenin Kohászati Műv.	4,4	1,18
Ózdi Kohászati Üzemek	8,2	1,41
Iparági átlag ...	5,8	1,17

Világosan látható az ózdi kistérfogatú, korszerűtlen nagyolvasztók hátránya. A legkorszerűbb nagyolvasztóval rendelkező Dunai Vasmű valamivel több órát fordított a termelésre, mint a Lenin Kohászati Művek. Ez — egyes kisebb számítási pontatlanságokon kívül — főként azzal indokolható, hogy a Dunai Vasmű darabosítóműve s az automatikához szükséges nagyobb karbantartó-javító egység a termeléshez képest aránylag nagyobb munkáslétszámot kíván. Ez azonban bőven *megtérül* a táblázatban látható nagyobb kihozatalban s a kisebb fajlagos kokszfelhasználásban (melyre még visszatérünk).

2. *A martinacélgyártás termelékenysége*

A fürdőfelület egy m^2-ére és egy üzemórára jutó, valamint az egy munkásra számított martinacéltermelést a *8. ábrán* hasonlítjuk össze.



8. ábra. A martinacél fürdőfelületre és üzemórára vonatkoztatott kihozatalának és az egy munkásra jutó termelésnek összehasonlítása az 1954—1960. évek között

A kihozatal (1957 után) részben a Lenin Kohászati Művekben végrehajtott egyes műszaki-szervezési intézkedések, főleg azonban a kedvező kihozatalú sztálinvárosi martinkemencék kapacitásának okozottabb kihasználása következtében javult. Az egy munkásra jutó termelés 1955. évi *megugrának* oka: a Dunai Vasmű I. sz. martinkemencéje termelésének felfutása (lényegében azonos munkáslétszámmal). Az 1956. évi visszaesést a nyersvaséval azonos körülmények okozták. 1957 után a Dunai Vasmű martinkemencéinek erősen megnövekedett termelése a lényegében változatlan munkás-állományhoz viszonyítva az egy munkásra jutó termelést érthetően sokkal jelentősebben növelte, mint a kihozatalt. Az egyes gyárakban a martinacélgyártás munkaigényességét a *3. táblázat* mutatja.

3. táblázat

A martinacéltermelés munkaigényessége[1]

A vállalat megnevezése	A termék egy tonnájára jutó munkaóra 1960. I. félévében	A martinacél kihozatala (t / üzemóra)[2] 1960. I. félévében
Csepeli Acélmű	10,5	6,9
Dunai Vasmű	6,0	13,6
Lenin Kohászati Műv.	8,0	10,6
Ózdi Kohászati Üzemek	7,9	6,8
Iparági átlag ...	8,1	8,6

[1] A Salgótarjáni Acélárugyár igen csekély termelését nem vettük számításba.
[2] A fürdőfelületre vonatkoztatott termelés nem áll vállalatonként rendelkezésünkre.

A legkedvezőbb — nagy, korszerű kemencéi miatt — a Dunai Vasmű martinacél termelésének munkaigényessége. A Lenin Kohászati Műveket és az Ózdi Kohászati Üzemeket összehasonlítva, ellentmondás látszik a munkaigényesség és a kihozatal mutatói közt — ténylegesen az ózdi kemencék átlagosan kisebbek, a fürdőfelületet tekintve tehát, sokkal kisebb a különbség a két vállalat közt, mintha csak az üzemórával számolunk.

A Csepeli Acélműben, az iparági átlagos kb. 40%-ossal szemben, kb. 63—65%-os a fémbetétben a hulladék részaránya. Így az ezzel kapcsolatos daraboló, szállító stb. munkák volumene természetesen lényegesen nagyobb, mint a többi vállalatban, ezért a munkaóra igénye a legnagyobb.

3. *A melegen hengerelt acél gyártás termelékenysége*

Amint említettük, az igen sokféle, egymástól lényegesen különböző jellegű és munkaigényességű termékek miatt, nem lenne reális összefoglaló mutatók vizsgálata. Ehelyett a fontosabb hengersorok $\frac{\text{tonna}}{\text{üzemóra}}$ kihozatalával foglalkozunk, itt is hangsúlyozva azt a fenntartást, hogy egy-egy hengersoron sem azonos a termékek munkaigényessége. Minthogy azonban hengersoron belül jelentős termék-összetétel változás általában ritka, a mutatók közelítően helyes képet adnak a kihozatalról. Az adatok általában 1955-től 1959-ig állnak

rendelkezésünkre (1956 kivételével) *(4. táblázat)*. 1954. évre is vannak ugyan egyes adatok, de ez az év nem lenne helyes viszonyítási alap, mert az 1953—54. évi intézkedések miatt a kihozatal s a termelés is az előző időszakhoz képest csökkent.

4. táblázat

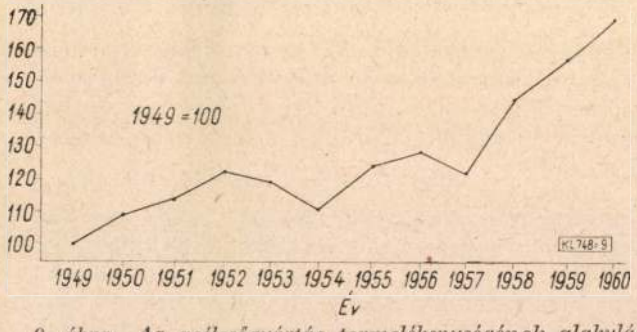
A fontosabb hengersorok kihozatala
(tonna/üzemóra)

Megnevezés	Az 1959. évi kihozatal az 1955. évi kihozatal százalékában
Féltermék sorok	
Blokk- és bugasorok	120 körül
Jórészt késztermékét előállító sorok, a lemez-sorok kivételével	
Lenin Kohászati Művek :	
régi sorok	106—120
új középhengermű	371
Ózdi Kohászati Üzemek :	
átlagosan (a drótsort kivéve)	110 körül
Csepeli Acélművek :	
régi sor	115,9
új sor	130,1
Lemez-sorok	
Borsodnádasdi Lemezgyár ..	121,8
Csepeli Acélművek nagylemezsora	152,0
Többi középlemezsor	105—106
Lőrinci Hengermű	122,7

Új létesítmény ebben az időszakban csak a Lenin Kohászati Művek új középhengerműve volt, ennek termelési felfutása tükröződik a magas kihozatalnövekedési százalékban.

Aránylag jelentős a blokk-, illetve a bugasorok kihozatalának növekedése, itt főleg az új mélykemencék üzembehelyezése (illetve régiek rekonstrukciója) hozott javulást. Lényegesebb még a növekedés a csepeli sorokon, ahol bizonyos mértékű bővítést, felújítást hajtottak végre, továbbá a Lőrinci Hengerműben, főként a kapacitás teljesebb kihasználásával és Borsodnádasdon, az egyedi motormeghajtásra való fokozatos áttérés révén.

A többi (a 4. táblázatban nem szereplő) hengersorok kihozatala legfeljebb helyi műszaki-szervezési intézkedések eredményeképpen növekedhetett csekély mértékben, de pl. Ózdon a drótsoron kevesebbet hoztak ki 1959-ben, mint 1955-ben.



9. ábra. Az acélcsőgyártás termelékenységének alakulása a Csepeli Csőgyárban az 1949—1960 közötti években

4. Az acélcsőgyártás termelékenysége

A fejezet bevezetőjében említett közelítő számítással a *9. ábra* szerint alakult a Csepeli Csőgyárban az acélcső gyártásának termelékenysége :

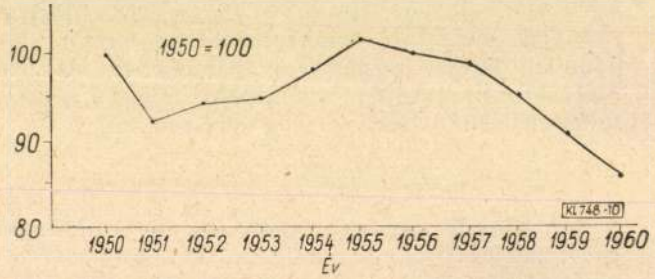
A termelékenység 1957-ig aránylag lassan és — az 1953—54. évi intézkedések, illetve az 1956. évi események kihatásaként — visszaesésekkel emelkedett. Az 1951—53. évi beruházások, továbbá egyes műszaki-szervezési intézkedések és a hidegen vont csőgyártás berendezései bővítésének hatása csak 1957 után tapasztalható.

III. Anyagfelhasználási adatok

1. Nyersvasgyártás

A nyersvasgyártás anyagai közül a kohókoksz, valamint összevontan az összes fémtartalmú betét felhasználását vizsgáljuk.

A *kohókoksz* fajlagos felhasználása a *10. ábra* szerint alakult.



10. ábra. Fajlagos kohókoksz felhasználás acélnyersvasra az 1950—1960 közötti években

1951 után részben a koksz, de főként az érc rosszabbodó minősége miatt, egyre nagyobb a fajlagos kokszfogyasztás. Lényeges javulás 1957 után tapasztalható, amikor a Dunai Vasmű, majd a Lenin Kohászati Művek ércdarabosítóját üzembe helyezték, továbbá — főként a Dunai Vasműben — újabb eljárásokat is (fúvószél hőmérséklet növelés gőzbefúvatás stb.) bevezettek. Az egész nyersvasgyártásban a darabosítottérc részaránya a vastartalmú betétben az *5. táblázat* szerint változott.

5. táblázat

Darabosított érc részaránya az összes vastartalmú betétben, %-ban

1953	1954	1955	1956 I—III. n. év	1957	1958	1959	1960
19,2	13,9	15,3	15,8	32,8	35,3	4.1	50,2

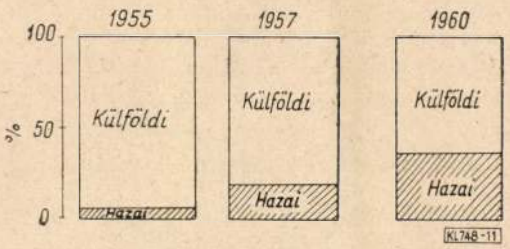
A Dunai Vasműben ez a részarány 1958 óta 80% felett mozog. Ennek, s az említett korszerű eljárásoknak hatására itt a legkisebb a fajlagos kokszfelhasználás *(6. táblázat)*.

6. táblázat

A fajlagos kokszfelhasználás (acélnyersvasra) vállalatonként

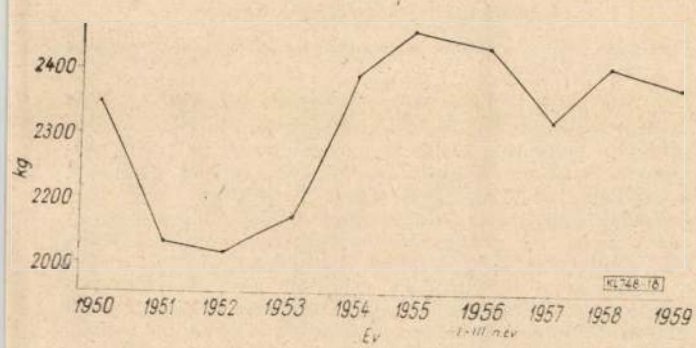
A vállalat megnevezése	Egy tonna acélnyersvashoz felhasznált kohókoksz (t) 1960. I. félévben
Dunai Vasmű	918
Lenin Kohászati Művek	1057
Ózdi Kohászati Üzemek	1140
Iparági átlag	1030

A Dunai Vasmű Kokszolójának (1956. július illetve 1960. július) üzembe helyezésével jelentősen megnövekedett a felhasznált összes kohókokszból a hazai eredetű részaránya *(11. ábra)*.



11. ábra. A nyersvas gyártáshoz felhasznált összes kohókokszból a hazai eredetű részaránya (1955-ben az Óbudai Gázgyár termelt kohókokszot)

Az acélnyersvashoz felhasznált *fémbetét* — a gyengébb minőségű érceknek megfelelően — 1953-tól egy tonna acélnyersvasra számítva növekedett, csak 1956-tól csökkent kissé újra, a Dunai Vasmű, majd a Lenin Kohászati Művek ércdarabosítójának működése nyomán *(12. ábra)*. A Dunai Vasmű az iparági átlagnál — az elmondottak alapján — jóval kevesebb fémbetétet használ fel, egy tonna acélnyersvasra. A hazai érc aránya évek óta változatlanul 22—24% az összes felhasznált ércből, vastartalomra azonban ez az arány sokkal kisebb. A hazai érc csak az új rudabányai ércdusító szeparátorának üzembe helyezésével játszik majd lényegesebb szerepet a vastartalmú

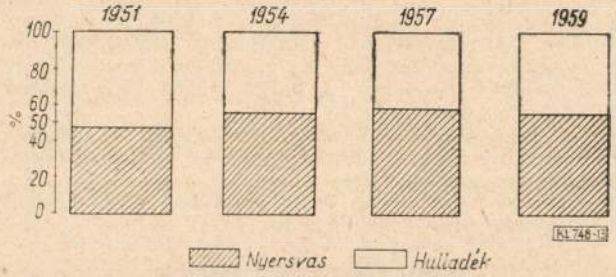


12. ábra. Fémbetét egy tonna acélnyersvasra az 1950—1959. évek között

anyaggal való ellátásban. Egyre számottevőbb a legutóbbi időktől kezdve a vörösiszap felhasználása.

2. Martinacél gyártás

A martinművek összes fémbetétje, egy tonna martinacélra számítva, 1955-től nem változott lényegesen : kb. 3%-kal csökkent. A fémbetéten belül viszont jelentősen eltolódott a nyersvas-ócskavasarány, a nyersvas javára, a világszerte tapasztalható irányzatnak megfelelően *(13. ábra)*.



13. ábra. A nyersvas ócskavas arány a martinacél gyártásban

3. Melegen hengerelt acél gyártása

A készsorok fajlagos anyagfelhasználása, tuskóra átszámítva, az 1950—1959 közötti években a 7. táblázat szerint alakult.

7. táblázat

Hengersorok fajlagos felhasználása tuskóra átszámítva

Megnevezés	Fajlagos anyagfelhasználás $\left(\frac{kg}{t}\right)$ tuskóra		
	1955. évben	1959. évben	1959-ben az 1955. év %-ában
Készsorok a lemezsorok nélkül	1312	1254	95,6
Durvalemez-sorok	1586	1520	95,8
Középlemez-sorok	1555	1500	96,5
Finomlemez-sorok	1708	1606	94,0

Az anyagkihozatal tehát — részben kis mértékű gyártmány-összetétel változás, részben pedig különféle kisebb műszaki intézkedések eredményeképpen — 4—6%-kal javult.

Összefoglalás

A dolgozat átfogó képet ad a vas- és acélgyártó iparág termelésének fejlődéséről, a főbb vaskohászati termékek gyártásának termelékenységéről, az alapvető anyagok felhasználásának alakulásáról. Az adatok alapján megállapítható, hogy — elsősorban a legutóbbi 2—3 évben — a termelékenységben és a termelés gazdaságosságában is jelentős a fejlődés, nem kis mértékben a Dunai Vasmű folyamatosan üzembe helyezett létesítményeinek hatására.

Üzemi hírek

Szemelvények a Dunai Vasmű Légtechnikai Évkönyvéből

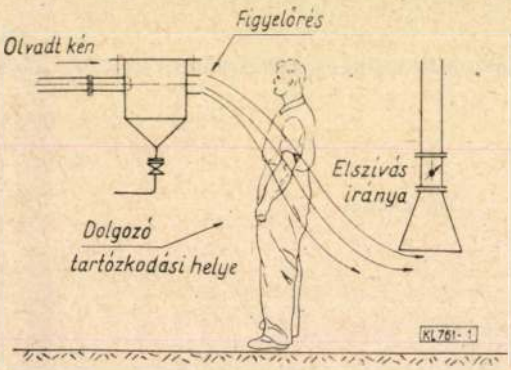
A Dunai Vasmű tervezése folyamán az összes légtechnikai szempontból szükségesnek vélt műszaki és egészségügyi feladatokat igyekeztek a legkorszerűbben megoldani, a beépített berendezések azonban nem minden esetben bizonyultak a legjobb hatásfokúnak. A légtisztítást szolgáló berendezések — egyrészt a szakszerűtlen kezelés, másrészt a dolgozók idegenkedése vagy esetleges tervezési hiányosságok miatt — nem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket. A berendezések felülvizsgálására, valamint a tapasztalt hiányosságok megszüntetésére megalakult a *Dunai Vasmű Légtechnikai Bizottsága*. A Légtechnikai Bizottságnak 19 állandó tagja van.

A Bizottság első feladatának tartotta a meglevő, de valamilyen okból nem megfelelően működő berendezések üzembehelyezését. Egy évi munkájáról „Évkönyv"-ben számolt be. Ebből az évkönyvből közlünk az alábbiakban szemelvényeket :

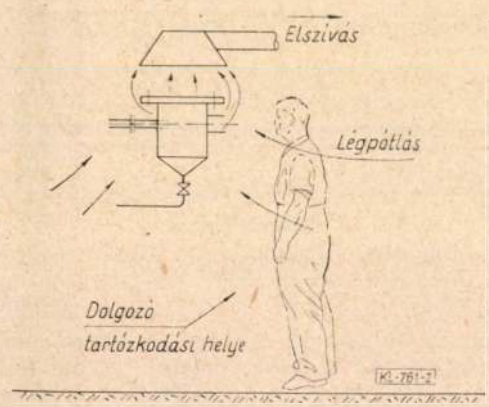
Vegyi gyárrészleg, kénüzem

Autókláv töltő és kémlelő nyílás helyi elszívásának megoldása

Az autoklávok tetején a töltéskor keletkezett kénport, valamint az autoklávból kiáramló gőzt az általános szellőző rendszer idecsatlakozó ága nem tudta kielégítően elszívni. Az eredetileg tervezett és kivitelezett légtisztító rendszernek ez az ága elvileg is helytelen. A valóságban azonban a 125 C°-tól 150 C°-ig terjedő gőzben az igen finom eloszlású 0,5—10 mikronig terjedő szemnagyságú kénpor oly lassan ülepedik, hogy inkább követi (gőzzel együtt) a természetes szellőzés hatására kialakult légáramlást, amely felfelé irányul. Ezt a felfelé való áramlást azonban a tervezett elszívó vezeték megváltoztatja, mivel a légáramlás az elszívó ernyő felé irányul és a dolgozó munkaterén megy keresztül.



1. ábra. A kénüzem eredeti légelszívó rendszerének elvi elrendezése



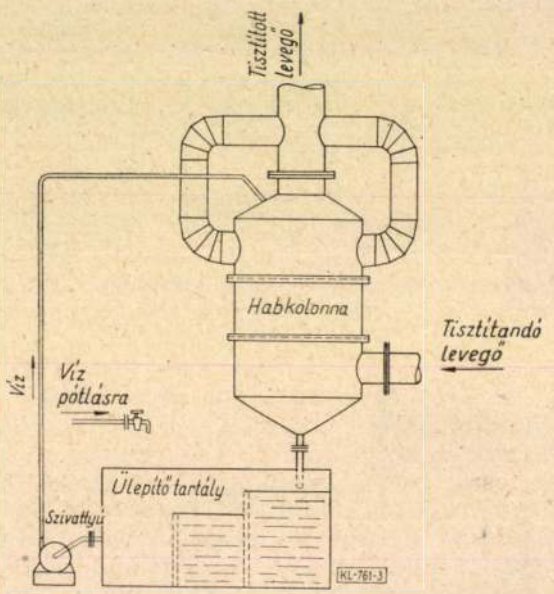
2. ábra. A kénüzem új légszívó rendszerének elvi elrendezése

lenül van elhelyezve, ez az *1. ábrából* is kitűnik. Az elszívó vezeték tervezésekor abból indultak ki, hogy a kiáramló porok a levegőnél nehezebbek és lefelé húzódnak. A fenti okok miatt padlószinti elszívást terveztek. A helyes megoldást a *2. ábrán* láthatjuk. Itt az áramlás iránya megegyezik a természetes szellőzés irányával. A feladatot új ventillátor és elszívó ernyő beépítésével oldottuk meg.

Tűzállóanyag gyárrészleg, szilikaőrlő üzem

Szilika-őrlő üzembe épített porleválasztó rendszer hatásfokának növelése

A szilikaőrlő üzemben az eredeti tervek szerint az elszívott levegőben levő porokat multiciklonokkal kívánták leválasztani. Ez a mód azonban a gyakorlatban nem bizonyult elégségesnek, ezért a *3. ábrán* látható kéttányéros átcsöpögő típusú habkolonnát építettük be.

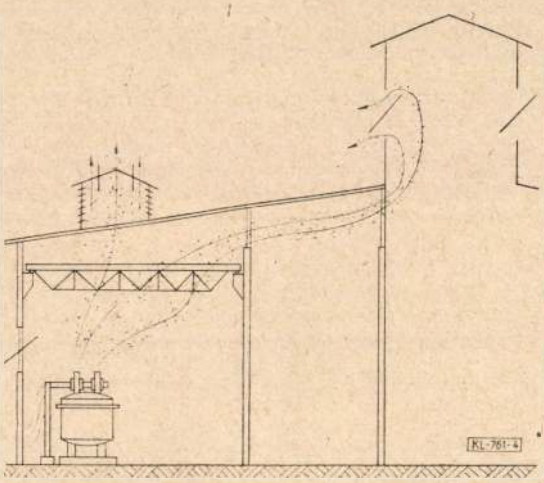


3. ábra. A szilikaüzem porleválasztójának módosított elrendezése

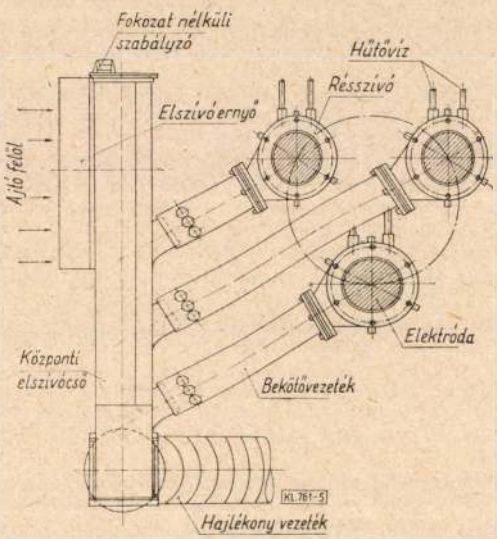
Karbontartó gyárrészleg, öntőde

Az öntődei villamosívkemence szellőző rendszerének megvalósítása

Az üzem átszervezése folyamán az acélt gyártó villamosívkemencét a melegcsarnokból át kellett telepíteni a hidegcsarnokba. A melegcsarnok helyesen tervezett építészeti kialakítása folytán szívást gyakorol a mellette levő hidegcsarnokra. Ennélfogva erős légáramlás irányul az oldalszellőző ablakoktól a melegcsarnok felé. Ez a természetes légáramlás nehéz feladat elé állította a Légtechnikai Bizottság tagjait, mivel a természetes levegőáram magával vitte a villamosívkemencéből kiáramló nagy mennyiségű füstgázt. A kiáramló füstgáz, mint az a *4. ábrából* is látható, a hidegcsarnok felső részét szennyezte, s ezáltal az ebben a térben dolgozó darusok munkáját csaknem lehetetlenné tette. A Bizottság a helyzet tanulmányozása után javasolta, hogy a villamosívkemence felett a tetőt meg kell nyitni és oda kürtőt kell építeni. A kürtő



4. ábra. A villamosívkemence szellőzésének állapota rendezés előtt



5. ábra. A villamosívkemence szellőzésének új megoldása

elkészült és fel is szerelték. A feladatot azonban ez — mint ahogyan azt előre vártuk — nem oldotta meg teljesen, ezért egyidejűleg a központi szerkesztés légtechnikai csoportja helyi elszívó berendezést is tervezett a kemence füstgázainak eltávolítására. A megoldások igen sok változata közül az *5. ábrán* látható rendszer került kivitelre. Ez a rendszer egy kombinált, másodlagos levegővel hűtött réselszívó megoldás, mely sem az eddigi gyakorlatban, sem az irodalomban nem ismert. A berendezés számításának, valamint a vele folytatott kísérletek eredményeinek ismertetésére még visszatérünk.

Máté Sándor *Varga Ferenc*

Megadott szabadalmak

Alumíniumkohászat

Szigetelt Al-fólia 143 585 (21c 1—19) Magyar Állam, (*Balla Imre* gm, *Edinger Károly* gm, *Kiss Béla* vm, *Noszti Endre* elektrom, *Simo Ernő* vm) 1952. VI. 25/1957. 1.

Alumíniumoxid-készítmény (alundum-por) és eljárás annak előállítására 143 649 (39c) Magy. Állam *(Hevesiné, dr. Magyar Laura)* 1954. XI. 9/1957. 2.

Eljárás Al-kohászati hulladékok (salak és az elektrolizáló cella elhasznált katódszene) fluoridtartalmának kinyerésére 143 736 (12i 2—10) *Czeke Arisztid* km 1954. I. 15/1957. 3.

Eljárás és berendezés Al-rudak és profilok leolvasztó tompa hegesztésére 143 743 (49h 34—37) (pótszab. 142 398 sz. törzsszab.-hoz) *Bátai János* öntőmester 1953. XII. 9/1957. 3.

Eljárás és készülék tetszőleges nagyságú, főleg nagyméretű Al-felületek eloxálására 143 890 (48a 11—16) Magy. Állam *(dr. Domony András, Antoni József, Kurovszky István, Kodó Ferenc)* 1953. X. 26/1957. 6.

Eljárás olvadt sók visszanyerésére Al-elektrolizáló kemencék elhasznált szénanyagából 144 088 (18i 2—10) Magyar Állam *(Vajk Péter* km, *Balázs Endre* km, *Martiny Károly* gm) 1955. X. 8/1957. 8.

Eljárás timföldgyári aluminátlúgok szennyezéseinek leválasztására 144 152 (12 m 5—9) Magyar Állam (Fémipari Kut. Int. dr. *Magyarosy István, Bartók Dénes)* 1956. II. 6/1957. 9.

Melegen alakítható Al-, ill. ónbronz és eljárás annak előállítására 144 308 (40b 4—21) Magy. Állam (Fémipari Kutató Int., dr. *Gillemot László, Emőd Gyula)* 1954. VIII. 3/1957. 10.

Eljárás timföldgyári lúgsó (fehériszap) V-tartalmának elektrolitikus dúsítására 144 403 (12i 26—32) Magy. Állam (Fémipari Kutató Int., dr. *Magyarossy István, Perczel Árpád)* 1957. II. 6/1959. 11.

Eljárás alumíniumhordó előállítására 144 723 (810 5—7) *Sárdi Fülöp, Tagányi Imre* dr. *Domonyi András, Varga István, Marosics Andrásné* 1957. II. 18/1958. 2.

Eljárás nagy V-tartalmú anyag nyerésére timföldgyárakban 144 935 (12m 5—9) *Juhász Ádám* km (Mosonmagyaróvár) 1957. Vgg. 19/1958. 4.

Eljárás a timföldgyári V-iszap V-tartalmának kinyerésére a nátronlúg egyidejű kinyerésével 145 348 (pótszab. 141 698 törzsszab.-hoz), Magy. Állam *(Kutas Andor, Bartha Lajos,* dr. *Tetétleni Péter* Miskolc) 1950. V. 30/1958. 8.

Eljárás finomszemcsés timföld előállítására 145 402 (12m 5—9) Fémipari Kut. Int., *Dunay Sándor, Lányi Béla* 1957. XII. 5/1958. 9. (SZT)

Eljárás gyorsan ülepedő vörösiszap nyerésére a bauxitnak a Bayer-eljárás szerint való feltárása során 145.422 (12m 5—9) Magy. Állam (dr. *Erdey László,* dr. *Mázor László)* 1956. I. 26/1958. 9.

Eljárás fémpor paszták, különösképpen Al-paszta előállítására, festékipari célokra 145 702 Kőbányai Könnyűfémmű, *Hauska Miklós* 1857 XII. 7/1958. 12.

Eljárás V kinyerésére a timföldgyári fehér- vagy V-iszapból 145 812 (12i 26—32) *Veres Imre* vm, 1950. XII. 30/1959. 1.

Eljárás timföld kalcináló kemencékben a retúrpor elvételére és kalcinálására 145 952 (12m 5—9) *Nagy Albert* km, *Tóth József* üzemvez, *Vétek Lajos* gm (Almásfüzitő) 1958. III. 5/1959. 3.

Eljárás villamos vezetékhuzal készítésére alkalmas Al előállítására 146 030 (40a 18—51) Magy. Állam *(Domony András, Szakál Pál, Vassel K. Róbert)* 1956. VI. 25/1959. 3.

Eljárás timföldgyári Nátriumaluminátlúg tisztítására 146 048 (12m 5—9) *Kutas Andor* vm, *Bartha Lajos* vm, *Bogárdi Endre* vm. 1958. VII. 25/1959. 3.

Eljárás Al-ból vagy Al-ötvözetből készült tárgyak elektrokémiai úton való polirozására 146 301 (48a) Fémip. Kut. Int., *Vincze Vilmos, Lichtenberger Endréné* vm, dr. *Domony András* vm, dr. *Csokán Pál* vm, 1958) Vg. 24/1959. 6.

Eljárás timföld előállítására nagy kovasavtartalmú és nagy vasoxidtartalmú bauxitból 146 434 (12m 5—9. dr. *Dobos György* vm, *Bartha Lajos* vm, *Bogárdi Endre* vm 1958. XII. 9/1959. 8.

Közepes szilárdságú jól hegeszthető Al-ötvözet 146 449 (40b 4—21) Fémip. Kut. Int., dr. *Buray Zoltán* kand. 1958. XII. 19/1959. 8.

Elektrolizáló cella, különösképpen Al finomítására 146 616 (40c 4) *Molnár Imre* km, *Imrefi József* vm (Tatabánya) 1958. VI. 21/1959. 9.

Eljárás bauxitok kovasavtartalmának csökkentésére 146 655 (12a 1—14) Vasipari Kut. Int., *Holló Tiborné* m, *Temesi Sándor* m, *Visnyovszky László* m, 1958. IV. 29/1959. 10 (SZT)

Eljárás különlegesen vastag és nagykeménységű oxidréteg előállítására alumíniumon anodikus oxidáció útján 147 102 (48a 11—16) Fémip. Kut. Int., dr. *Csokán Pál, Lichtenberger Endréné, Simon Ferenc*, dr. *Domony András, Kukovics József* 1959. III. 3/1960. 2. (SZT)

Eljárás Al-tárgyak korrózióméntesítő felületi kezelésére 147 379 (75c 1—10) Ganz-Mávag, *Miklós László* műv. *Drexler Károly* műv. 1959. III. 17/1960. 4. (SZT)

Eljárás Al-huzalok eloxálására 147 943 (48a 11—16) *Peck János* techn. Esztergom, *Rákosi Péter* gm. Kistarcsa, 1959. VIII. 5/1960. 9.

Nyersvasgyártás, kokszgyártás, ércelőkészítés

Lekaparószerkezet darabosítottércet hűtő koronghoz 144 968 (18a 1—2) Magy. Állam *(Zimmer Károly, Konkoly Zoltán)* 1956. V. 28/1958. 4.

Berendezés és eljárás mágnesezhető és nem mágnesezhető részekből álló komplex anyagok szétválasztására 144 970 (1b) Magy. Állam *(Visnyovszky László)* 1954. V. 12/1958. 4.

Bordás kohófal hűtőlap 145 331 ;18a 3—10) Magy. Állam (dr. *Fonó Albert)* 1956. III. 25/1958. 8.

Eljárás ipari és egyéb gázoknak szilárd, folyékony és gázállapotú szennyeződésektől (korom, szénpor, szállópor, kátrány, naftalin) való tisztítására 146 583 (26d 12—14) *Szepesi Károly* m, *Jancsó Tibor* m, *László Antal* m, 1957. I. 12/1959. 9.

Eljárás színes és nemesfémeket kisebb mennyiségben, vasat pedig nagyobb mennyiségben tartalmazó anyagok előkészítésére a továbbfeldolgozáshoz 146 594 (40a 1—2) dr. *Horváth Zoltán* km, egyet. tan. (Miskolc) 1957. XII. 4/1959. 9.

Eljárás és készülék a kokszolódó képesség megállapítására fúvódási százalék alapján 146 598 (10a 21—22) *Krizsanovics István* vm (Komló) 1958. V. 10 /1959. 9.

Elektromágneses szeparátor ferromágneses anyagoknak nem ferromágneses anyagoktól való elkülönítésére, 147 037 (1b 1—7) *Németh József* vill. m, 1958. IX. 10/1960. 2. (SZT)

Eljárás kemence üzemére, melyben a betétanyag redukálandó 147 233 (18a 3—10) dr. *Graziadei Gusztáv* 1958. II. 10/1960. 3.

Eljárás a FeO-nál pozitívabb fémoxid fémét tartalmazó ércből a fémoxid fémjének kinyerésére 147 706 (18a 18—19) Lenin Koh. Művek, *Sziklavári János* km, *Sziklaváry Károly* km, *Bartha Zoltán* gm, *Bárczi Béla* km, *Jancsó József* km, *Székelyhídi László* kt, *Soltész Bernát* km, *Szalay János* km, 1959. III. 21/1960. 7. (SZT)

Berendezés nagyolvasztók falazathűtésére 147 890 (18a 3—10) *Földi László* m, 1959. VI. 13/1960. 9.

Eljárás koksz fúvódásának csökkentésére, vagy megszüntetésére 148 001 (40c 5—6) Fémip. Kut. Int., *Romwalter Alfréd* km, 1959. IV. 14/1960. 10. (SZT)

Könyvismertetés

Prof. dr.-Ing. Alexander Geleji: **Bildsame Formung der Metalle in Rechnung und Versuch.** Akademie-Verlag, Berlin. 1960. 754 oldal, 764 ábra, 71 táblázat. Ára 88,— DM.

A szerző, aki képlékeny alakítás elméletének és gyakorlatának egyik külföldön is nagyrabecsült művelője, több mint három évtizedes munkásságát foglalta össze ebben a könyvben. Kísérletekkel és számításokkal érzékelteti a fémek képlékeny alakítása során megnyilvánuló erőket és anyagmozgatásokat. Ezáltal ez a könyv nemcsak az elméleti kutatóknak fontos forrásmunkája, hanem a gyakorló mérnököknek is haszos segédeszköze.

A könyv első része általános alapelvekről szól, amelyekre a képlékeny alakítás elméleti és kísérleti kutatásai épülnek. Ezek között a rugalmas és maradó alakváltozást, a rugalmas feszültségállapot egyenleteit és a feszültségállapot Mohr-féle ábrázolását ismerteti. Tisztázza az alakítási sebesség, alakítási ellenállás, alakítási szilárdság és a súrlódás fogalmát. A fém folyási feltételeinek hipotéziseit, valamint ezek összehasonlítását tárgyalja és módszert ad az alakítás alatt álló anyag folyási sebességének meghatározására.

Az általános alapelvek ismertetése után sorra veszi a különféle alakításokat, és az alakváltozási folyamatokat elméleti és gyakorlati szempontból világítja meg. A kidolgozott számítási eljárásokat példákkal egészíti ki, hogy a szakember könnyebben tudja azokat felhasználni.

A sajtolás és kovácsolás körében az összenyomott test feszültségi állapotát és az idevonatkozó alapegyenleteket közli.

Legrészletesebben a hengerléssel foglalkozik. 180 oldalon át ismerteti meg az olvasót a hengerlés alapelveivel, az anyagelmozmulás módjával, a hengerrésben a nyomáseloszlással, a fellépő erők számításával nyomaték mérésével. Részletesen kifejti matematikailag megalapozott saját hengerlési, valamint a szélesedésre és előresietésre vonatkozó elméletét. Új hengerlési elmélet kidolgozását a szerző azért látta szükségesnek, mert az eddigi, matematikai szempontból helyes elképzelések fontos tényezőket, például az előresietést elhanyagolták. Ezért az ezekből levont eredmények csupán tájékoztató értékűek voltak.

A továbbiakban a Mannesmann- és a Stiefel-féle csőlyukasztó és dugós nyújtóhengerléskor, továbbá a rúd-, drót- és csőhúzás során fellépő erők és teljesítményszükséglet meghatározásával foglalkozik. A csövek hideg nyújtóhengerlésére (pilgerezésére) és a hideghúzás és hengerlés kombinációjára vonatkozó saját kidolgozású számítási módszereit ismerteti. A rúd- és csősajtolás folyamatát és anyagfolyását világítja meg. A rúdsajtolás, valamint a dagadó lyukasztás erőszükségletének számításához saját kutatási eredményeire alapozott elméletét fejti ki, amelyet külföldi kutatók elméleteivel vet egybe.

A süllyesztékes kovácsolásra vonatkozó kutatások ismertetése után az Ehrhardt-féle csőtoló eljárás erőszükségletének kiszámítására ad útmutatást, a teljesítményszükséglet és a csőnyomó meghatározására pedig kísérleteket ismertet.

A következő fejezetben a rúd és a lemez hajlításával foglalkozik és példákat ad az itt felmerülő kérdések megoldására.

A lemezek mélyhúzásával kapcsolatban a nemrég elhunyt *Sachs, G.* kutatásait ismerteti és a ránctartós és a ránctartó nélküli mélyhúzás mechanizmusát és az alakítás alatt végbemenő anyagelmozdulást fejtegeti.

Ez az utolsó két fejezet elsősorban a lemezfeldolgozókat érdekli. Megjegyezzük, hogy az itt található számítási képletek nagyrésze egészen új.

A könyv tehát a képlékeny alakítása széles problémakörét öleli át. A szerző előszavában megjegyzi, hogy régebbi eredményeit felülvizsgálta és ahol szükségesnek mutatkozott, laboratóriumi és üzemi kísérletekkel ellenőrizte és kiegészítette. Ennek következtében a jelenségek teljesen új megoldását adja.

A könyv különös jelentősége az, hogy a szerző kutatásainak eredményeit könnyen kezelhető egyenletekben foglalta össze, amelyeket a matematikailag kevésbé képzett olvasó is használni tud. Emellett az igényesebb olvasó is megtalálja benne az útmutatást, hogy differenciál vagy integrál számítással vagy grafikus értékeléssel elméleti feladatokat oldhasson meg.

Befejezésül, hogy a könyv jelentőségének nemzetközi súlyáról tájékoztatást adjunk, közöljük *Oehler, C.*-nek a hannoveri műszaki egyetem tanárának a könyvet méltató néhány sorát: „— Ez a könyv jelenleg ebben a témakörben német nyelven megjelent művek legnagyobbika."

Dr. Széki Pálma

Bardócz István: **Szerszámcélok megválasztása és hőkezelése.** Lektor *Schön Gyula*, 26 ív A/5, 238. ábra. Műszaki Könyvkiadó 1961, Ára 48 Ft.

Kifogástalan szerszámmal könnyebb és balesetmentesebb a munka, gyorsabb a termelés. A jó szerszám egyik alapfeltétele a megfelelő anyagminőség, a helyesen megválasztott és elvégzett hőkezelés. Ezekre az alapvetően fontos szempontokra ad részletes és szakszerű tájékoztatást *Bardócz István* közelmúltban megjelent szakkönyve.

A könyv bevezetése a szerszámacélok hőkezelésének általános irányelveiről szól, ismertetve a szerszámacélok melegítésekor, lehűtésekor fellépő átalakulásokat és a hőkezelő műveleteket. Ezután rátér az ötvözőelemek hatására, a szerszámacélok hőkezelésére, majd a hőkezelés és ötvözés befolyását magyarázza a szerszámacél tulajdonságaira. E részből részletesen megtudjuk azt, hogy a hőkezelés és az ötvözés miként befolyásolja a szerszámacél keménységét, edzhetőségét, szívósságát, kopásállóságát, forgácsoló lehetőségét és melegszilárdságát. Ezek szakszerű ismertetése után a szerszámacélok jól áttekinthető osztályozása következik. Az összes, hazánkban ismert szerszámacélokat négy főcsoportba sorolja, éspedig ötvözetlen, króm- és egyéb, wolframötvözésű és végül gyorsacélok csoportjába. A könnyebb áttekintést szolgálja az MSZ jelölés, mely e rész használatát nagymértékben elősegíti. Ezután rátér a szerző a szerszámok élettartamnövelő kezelésének ismertetésére és megmagyarázza a karbonitrálás, a mélyhűtés- és a nagyhőmérsékletű gőzben való kezelés célját és előnyeit. A szerszámacélok hőkezeléséhez használt kemencék és melegítőberendezések tárgyalása következik, amikor is megismeri az olvasó a kamráskemencék, a fém-, valamint sófürdők, továbbá az indukciós melegítés lényegét.

A melegítőberendezések rövid tájékoztató- és szakszerű ismertetése után a szerszámacélok keménység vizsgálatával foglalkozik. Megismerteti a Brinnel-, Vickers-, Rockwell- és Shore-vizsgáló módszereket, majd részletesen foglalkozik a szerszámok anyagkiválasztásának és hőkezelésének általános szempontjaival. A szerszámacélok megfelelő kiválasztásának irányelveit a szerszámok rendeltetése szerint csoportokba foglalja, így foglalkozik a vágó, daraboló, hidegmelegalakító szerszámok, préslég, famegmunkáló, műanyagipari-, kőipari, bányaipari, mezőgazdasági szerszámok anyagának kiválasztásával és a különféle célra használt szerszámoktól megkövetelt keménységgel. Ezután néhány gyakorlati szempontot találunk a szerszámok hőkezelésére a szerszámok melegítésekor és hűtésekor. Végül, kb. 100 oldalon keresztül példákat ad a szerző különböző szerszámok hőkezelésére vonatkozóan. A számtalan, szinte a létező összes szerszámra vonatkozó hőkezelési példatár logikus csoportosításban a gyakorlati szakembereknek nagyon célszerű eligazítást ad, ugyannyira, hogy ezek betartásával — véleményem szerint — a hőkezelésből eredő szerszám selejtveszély szinte teljes mértékben megszűnik.

Áttanulmányozva a könyvet, megállapítható, hogy a hazai szakirodalom vele értékes művel gyarapodott, mely mind az elméleti, mind pedig a gyakorlati szakemberek körében feltétlenül nagy népszerűségre számíthat. Szakszerű, jól áttekinthető rendszerezése, gördülékeny stilusa világos, könnyenérthető. Közel 250 ábrája azt bizonyítja, hogy szerzője a tárgyat tökéletesen uralja, továbbá azt, hogy e fontos ismereteket olvasóinak át is tudja adni. E szakkönyv igen jó szolgálatot fog teljesíteni mind a közvetlenül, mind pedig a közvetve hőkezeléssel foglalkozó szakembereink kezében. A könyv izléses, gondos kiállítása a Műszaki Könyvkiadó jó munkáját dícséri.

Latinák István

Gracerstejn, I. M.T **Razvitie Ajluminievoj Promüslennoszti SZSZSZR** c. könyvének (Moszkva, Metallurgizdat 1959. 160 pp.) ismertetése.

A könyv ajánlása szerint mérnökök, technikusok és közgazdászok számára kíván áttekintést adni az alumíniumipar fejlődéséről a kohóalumíniumgyártással bezárólag. Az alumíniumkohászattal foglalkozó szakkönyvek rövid, néhány oldalas történelmi bevezetését nem számítva ez az első ilyen jellegű, a Szovjetunióban megjelent összefoglalás. A könyv, bár címét igazolva csaknem kivétel nélkül a relatív, százalékos összehasonlító adatok közlésére szoritkozik, az azok értékelését lehetővé tevő, s a külföldi olvasó számára összehasonlítási lehetőséget nyújtó abszolút számadatok közlését mellőzi (1. táblázat), több érdekes adatot közöl a szovjet alumíniumkohászatról.

1. táblázat

Szovjet alumíniumkohók egyes jellemző adatai 1956-ban

Kohó	A vill. energia ára*	Áramerősség*	Al-termelés kg/kád-nap*	Áramhatásfok, %	Fajl. energiafogyasztás*	9,6—99,79 %-os fém aránya, %
UAZ	100	100,0	100,0	86,5	100,0	73
Sztalinszk	83	115,0	112,3	84,4	100,2	82
Volhov	85	63,5	66,7	91,2	102,3	82
Dnyeprovszk	49,4	76,4	77,7	87,8	100,0	75
Kanaker	55	—	97,3	86,5	102,2	71
Kandalaksa	43	94,5	95,6	87,3	101,3	—
Nadvojc	49,4	87,2	88,0	87,3	102,0	—

*: UAZ = 100-ra vonatkoztatott viszonyszám.
—: nincs adat.

Az I. fejezetben (Az alumínium szerepe a SZU népgazdaságában) a szerző számos nyugati, főleg amerikai adattal igazolja az alumínium sokoldalú felhasználási lehetőségeit.

A II. fejezet a szovjet alumíniumipar fejlődésének egyes szakaszaival, a III. a munka termelékenységének, a IV. pedig az önköltségnek alakulásával foglalkozik. Az V. fejezet az alumíniumipar további fejlődésének távlatait ismerteti.

A könyv kiemeli, hogy a bauxitok mellett a SZU-ban komoly ipari jelentőségűek lettek egyéb alumíniumtartalmú ásványok, mint pl. a nefelin és az alunit is, melyek komplex feldolgozása, (egyidejűleg cement, szóda, illetve kénsav és műtrágya gyártása) már gazdaságos. A bauxitbányászatban egyre nő a drágább, mélyműveléssel bányászott érc aránya. A timföldgyárak többsége nem a közismert Bayer-eljárással, hanem különböző zsugorításos eljárásokkal dolgozik. Megemlíti, hogy 1958-hoz viszonyítva 1965-re az alumíniumtermelés 2,8—3-szorosára fog nőni, az ipartelepítés súlypontja a Szovjetunió keleti területeire tolódik át. Az új kohókban felsőtüskés, 130 kA-es szériákat építenek.

1965-ben a Szovjetunió keleti területein fogják előállítani az ország alumíniumtermelésének 71¾-át.

Paczolay Gyula

Egyesületi hírek

Vaskohászati Szakosztályunk rendezésében márc. 21-én *Répási Gellért* nagy érdeklődéssel kísért előadást tartott „Félig csillapított acélok" címmel, amelyen acélgyártó szakembereink jelentős számmal vettek részt.

Ó. A.

*

Vaskohászati Szakosztályunk rendezésében márc. 28-án *Mándoki Andor*, nyugat-németországi tanulmányútján szerzett tapasztalatainak feldolgozásával „Korszerű hidegalakítás problémái" címmel tartott nagyszámú vetített képpel kiegészített előadást. Az előadás a salgótarjáni, diósgyőri és sztálinvárosi résztvevők hozzászólásaiból ítélve, nagy érdeklődést váltott ki. Felvetődött a Szakosztály keretén belül létesítendő hidegalakító tagozat szervezésének gondolata is.

Ó. A.

ÉRTESITÉS

A Kölcsönös Gazdasági Segély Tanácsa vaskohászati osztályának megbízásából a Kohóipar és Érchányászati Minisztérium a Csehszlovák Tudományos és Műszaki Társasággal, valamint a Műszaki Fejlődés Állami Bizottságával együtt konferenciát rendez

1961 szeptember 19-től—22-ig, Ostravában,
melynek témája :

A KOHÁSZATBAN A GYÁRTÁSI FOLYAMATOK ELLENŐRZÉSÉNEK ÉS VEZETÉSÉNEK ELEMZÉSI MÓDSZERE, MÉRÉSI ÉS SZÁMÍTÁSI TECHNIKA FELHASZNÁLÁSÁVAL.

A konferencián résztvesznek a Kölcsönös Gazdasági Segély Tanácsa tagállamai. E konferencia célja az, hogy kitűzze a kohászati termelésvezetés és ellenőrzés automatizálásának legfontosabb irányait és azok megoldását a Kölcsönös Gazdasági Segély Tanácsa tagállamaiban összhangba hozza.

A konferencia a következő három szakosztályban fog lefolyni :

1. szakosztály — *Mérőműszerek és önműködő gyártásellenőrzés*
2. szakosztály — *Matematikai módszerek a gyártási folyamatok elemzésében, ellenőrzésében és vezetésében*
3. szakosztály — *Az üzemvezetés és igazgatás gépesítése és automatizálása*

Minden szakosztályban néhány főtémát tárgyalnak meg, melyekhez alapvető beszámolókat tartanak, összefoglalva a vonatkozó probléma jelenlegi nemzetközi állását és a további fejlődés kilátásait. Ezenkívül az egyes tagállamokban megoldott munkákat leíró beszámolók, valamint konkrét problémák megoldásával foglalkozó előadások hangzanak majd el.

Az egyes szakosztályok kijelölt témái a következők :

1. szakosztály :
   11. **érzékelő és váltószervek**
   12. **különleges mérőműszerek és ellenőrzőberendezések**
   13. **regisztráló és kiértékelő berendezések**
   14. **kohászati folyamatok automatikus ellenőrzésének példái**

2. szakosztály :
   21. **gyártási folyamatok elemzési módszerei**
   22. **gyártási folyamatok és gyártmányminőségek ellenőrzési módszerei**
   23. **gyártásvezetési módszerek, optimális gyártási rendszerek meghatározása**
   24. **gyártási folyamatok tudományos és műszaki számításai és előképzése önműködő számológépekkel**

3. szakosztály :
   31. **lyukkártyák a kohászatiüzem gyártásában**
   32. **lyukkártyák a kohászatiüzem áruértékesítésében**
   33. **önműködő számológépek bevezetésének előkészítése a kohászatiüzem ügyvezetésében és igazgatásában**

A konferencia alkalmából mérés- és számolástechnikai kiállítást rendeznek, melyen bemutatják a Kohóipari és Érchányászati Minisztérium hatáskörébe tartozó kutatóintézetek, tervezővállalatok és üzemek által kidolgozott berendezéseket és terveket.

A konferencia előkészítőbizottságának címe :

Kohóipari és Érchányászati Minisztérium,
Műszaki Fejlesztési Osztály,
Ing. Brynda Jaroslav, az előkészítőbizottság elnöke
Slezská 9
P r a h a 2.

Magyarországon :

a Kölcsönös Gazdasági Segély Tanácsa vaskohászati tudományos és kutatómunka osztályának elnöke
Énekes Sándor KGM Vaskohászati Igazgatóság, 181—085 telefon.

Az előadások között három magyar előadás fog elhangzani.

KOHÁSZATI LAPOK
Főszerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor
Műszaki Könyvkiadó. Budapest. V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Megjelenik: 1750 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em 306. — Telefon: 127-084
61-5946-689/2-Révai-nyomda, Budapest. V., Vadász utca 16.
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850.) vagy bármely postahivatalnál.
Előfizetési díj: egész évre 144.—Ft, egyesületi tagoknak 96.—Ft. Egyes szám ára: 12.—Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 08. sz. folyószámlájára)

A Műszaki Könyvkiadó hirdetéseket vesz fel az alábbi díjszabás szerint:

Egészoldalas hirdetés ára	1440,— Ft
Féloldalas hirdetés ára	720,— „
Negyedoldalas hirdetés ára	360,— „

HIRDESSEN A

KOHÁSZATI LAPOKBAN

és az

ÖNTÖDÉBEN

A hirdetések az alábbi címre küldendők:

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ BUDAPEST, V., BAJCSY-ZSILINSZKY ÚT 22

A befizetéseket az MNB 44 csekkszámlára kérjük

Példányonkénti eladási ára: 12.— Ft

CENTROZAP

Külkereskedelmi Vállalat
Katowice - Plebiscytowa 36, Lengyelország
Postafiók 825

Exportál:

gépeket és berendezéseket szürke-öntvény, acél- és színesfém-öntödékhez;

vállalja:

öntödék modernizálását, gépesítését és rekonstrukcióját különféle iparágak számára és célokra (mezőgazdasági gépalkatrészek, elektrotechnikai ipar, gépjárműipar, valamint háztartási célok stb.)

A Centrozap-gépek jellemzői:

könnyű konstrukció
egyszerű kezelés
nagy teljesítmény

KOHÁSZATI *lapok*

94. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

7. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 94. ÉVFOLYAM 7. SZÁM • 281—328. OLD. • BUDAPEST, 1961. JÚLIUS

KOHÁSZATI LAPOK

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

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

Венгерский Журнал Металлургии

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

Főszerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BALÁZS FÜLÖP
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DOMONY ANDRÁS DR.
HAJTÓ NÁNDOR DR.
KÁLMÁN SÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
KÖRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
OVÁRI ANTAL
PILISSY LAJOS
SOVEGJÁRTÓ JÁNOS Dr.
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÉCSEY BÉLA Dr.

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

MEGJELENIK HAVONKÉNT

TARTALOM

Farkas György: Katódszekrények méretezése szilárdságra a katódszén duzzadásának és a szerkezet rugalmasságának figyelembevételével .. 281
Műszaki eseménynaptár .. 288
Schleicher Aladár 80 éves .. 289
Pálvölgyi Árpád: Belső anyagelmozdulások képlékeny alakváltozás során .. 290
Műszaki és gazdasági hírek .. 294, 307, 325, 328
Dr. Verő József: A folyamatosan öntött acél kristályosodásának jelenségei .. 295
Egyesületi hírek .. 302
Dr. Fonó Albert: Kohófalhűtés befolyása a nyersvas árára .. 303
Aradi Antal—Vitányi Pálné: Adatok a vanádium kohászatához .. 308
Üzemi hírek .. 314
Horváth Aurél: Kísérletek karbonátos mangánércek hidrometallurgiai feldolgozására .. 315
Dr. Foryst, Julius: Acélok dezoxidációjának vizsgálata az izolált zárványok elemzésének módszerével .. 320
Dr. Csokán Pál: Cinköntvények díszítő és korrozióálló fémbevonása 326

ÖNTÖDE:

Patterson, W.—Koppe, W.: A lehűlés, dermedés és átalakulások időbeni folyamatai öntvényekben .. 145
Jánosi Miklós—Kovács Jenő—Lovász Sándor—Varga Károly: Acélöntvények vizsgálata radioaktív gamma sugárzású izotópokkal .. 154
Szakosztályi hírek .. 159
Belán János: Sárgarezek, alumíniumbronzok ötvözőinek elemzése Spectro-Lecteur-rel .. 160
Lengyelországi élménybeszámoló .. 164
Lapszemle .. 165
Egyesületünk új tagjai .. 167
Könyvismertetés .. 167
Öntödei folyóiratfigyelő szolgálat .. 167

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

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

ÖNTÖDE

СНДЕРЖАИНЕ:

Паттерсон, В. и. Коппе, В.: **Процессы охлаждения, затвердевания и превращения структуры отливок в зависимости от времени** ... С 145

Яноши, М—Ковач, Й.—Ловас, Ш.—Варга, К.: **Исследование стальных отливок с помощью радиоактивных изотопов излучающих гамма лучи** ..... С 154

С помощью исследования стальных отливок для станкостроения, применяя радиоактивные изотопы для этой цели, можно выбирать негодные отливки перед отработкой и так значительная мощность освобождается при обработке. В результате исследований можно улучшить и литейную технологию. Экономические результаты.

Белан, Й.: **Спектральный анализ легирующих элементов меди и алюминиевых бронз с помощью прибора Спектро-Лектор** ..... С 160

Установки, основанные на фотоэлектрическом эффекте, по своим конструкциям являются пригодными для определения больших концентраций. Определение некоторых легирующих элементов в меди, напр. Pb-Si, Ni-Mn, Al, Fe Подробно описан анализ элементов Ni-Mn в меди КШр-54 с помощью прибора Спектро-Лектор, показаны искровые кривые, полученные при различных условиях и сравнение некоторых спектральных линий. Точность анализа 1—2%. Легирующие элементы, распределённые равномерно в меди, определяются непосредственно фотоэлектрическим прибором.

INHALT:

Patterson, W.—Koppe, W.: **Zeitlicher Ablauf von Abkühlung, Erstarrung und Umwandlung im Gusstücken** ..... P 145

Jánosi M.—Kovács J.—Lovász S.—Varga K.: **Prüfung von Stahlabgüssen mittels Gamma-Isotopen** ..... P 154

Durch Isotop-Prüfungen der im Werkzeug maschinenbau verwendeten Stahlabgüssen, können die Fehlerhaften Abgüsse schon vor der Bearbeitung ausgeschieden werden, wodurch eine bedeutende Bearbeitungskapacität frei wird. Die Prüfungen ermöglichen auch die Verbesserung der Giesstechnologie, Wirtschaftliche Resultate.

Belán János: **Bestimmung der Legierungselementen von Messingen und Aluminiumbronzen mittels Spectro-Lecteur** ..... P 160

Die lichtelektrischen Apparate eignen sich auf Grund ihres Aufbaues besonders zur Bestimmung grosser Konzentrationen, dieser Aufsatz beschäftigt sich mit der Bestimmung von Komponenten einiger Messinge, z. B. mit der Analyse von Pb-Si, Ni-Mn, Al, Fe. Die Durchführung der Ni-Mn Analyse des KSr 54 Messings mittels Spectro-Lecteur wurde ausführlich beschrieben und es wurden nebst verschiedenen Einstellungen aufgenommene Abfunks-Kurven gezeigt, und diese mit einigen Analysen-Linien verglichen. Die Analysen konnten auf verschiedene Elemente bezogen mit 1—2% Genauigkeit durchgeführt werden. Die in den Messingen homogen verteilten Elemente können mit dem Lichtelektrischen-Apparat unmittelbar festgestellt werden.

CONTENTS:

Patterson, W.—Koppe, W.: **Time Temperature Effects of Cooling, Soldification and Transformation in Castings** ..... P 145

Jánosi M.—Kovács J.—Lovászy S.—Varga K.: **Testing steel castings by gamma-izotopes** .... P 154

The faulty steel-casting in the machine-tool manufacture can be sorted out before working by izotope testing whereby a considerable working capacity be set free. The tests can render an improving on the casting technology too. Economic results.

Belán János: **The determination of alloying elements in brasses and aluminiumbronzes by "Spectro-Lecteur"** ..... P 160

The light-electric devices are for their arrangement in principle suited for determining greater concentrations. This paper deals with the determination of some components of several brasses, e. g. with the analyses of Pb-Si-, Ni-Mn, Al, Fe, To carry out the Ni-Mn determination of the brass type KSr 54 with the Spectro-Lecteur is fully described, showing various sparking-off curves got by different set-ups, and compared with some analyses-lines. Analyses in reference to different elements can be carried out with 1—2 per cent accuracy. Elements homogeneusly distributed in brasses can be directly analysed by the light — electric equipment.

СОДЕРЖАНИЕ:

Фаркаш, Д.: **Расчет катодных шкафов на прочность, принимая во внимание набухание катодного угля и упругости конструкций** ... С 281

Расчетное определение равновесия набухающегося угля и катодного шкафа подовой плитой и стяжной планкой. В расчетах учитывается упругость. Автор предлогает применение электронной счетной машины из-за множество расчетов.

Палвелди, А.: **Внутреннее перемещение материала при пластической деформации** ..... С 290

Между расчетным и измеренным сопротивлением деформации имеется разница. Эту разницу статья попытаестя связывать с внутренными изменениями материала. Она предполагает, что относительное снижение действительного сопротивления деформации связано волновидным прогибанием вертикальных сечений.

Др. Вере Ё: **Явления кристаллизации стали при непрерывной отлвке** ..... С 295

На основе литературных данных и отечественных опытов, статья ознакомит вопросами непрерывной отливки слитков с точки зрения качества. Разрыв корки и растрескивание слитка угрожает получению качественного литья. Способ кристаллизации определяет вид лужи, направление и энергичнисть отвода тепла. Мелькозернистая глобулярная корка и игольчатый слой больше чем в слитках, отлитых в чугунных изложницах. Способ охлаждения благоприятствует образованию усадочной раковины, пастянутой в середине сечения.

Др. Фоно, А.: **Влияние охлаждения кладки доменной печи на себестоимость чугуна** ... С 303

Расчитывается наиболее выгодное и экономичное производственное время из износа кладки и теплоты унесенной охлаждением. Устанавливается, что себестоимость чугуна увеличивается после 15 000 часов работы при настоящей стойкости кладки и системи охлаждения.

Аради, А.—Витани, П.: **Данные к металлургии ванадия** ..... С 308

На основе литературных данных авторы подытоживают известные методы производства ванадия, а именно: кальций-термический восстановительный процесс; углерод-термический восстановительный процесс; алюмотермический процесс и хлорометаллургический процесс. Наконец подробно занимаются запатентированным Исследовательским институтом цветной металлургии иодоводородным методом.

Хорват, А.: **Опыты переработки карбонатных марганцовых руд гидрометаллургическим путем** ..... С 315

Если в рудах марганец находится в виде карбоната, то его можно извлекать. Для этого руда затопляется водой и подвергается воздействию газа CO_2. Условия разбавления можно расчитать на основе произведения растворяющей способности и равновесных условый гетерогенных систем. Излогаются лабораторные опыты, произведенные карбонатными-силикатными марганцовыми рудами Уркута.

Доц. др. Форист, Я.: **Исследование раскисления стали методом изолированных включений** ..... С 320

Описание метода изоляции окисных включений стали применяемого в Исследовательском Институте Железа в г. Гливице (Польша). Влияние специальных раскислителей на количество окисных включений влиянме темпеяатуяы выпуска на количество окисных включений стали.

Др. Чокан, П.: **Орнаментное и коррозио-стойкое металлическое покритие деталей, отлитых из цинка** ..... С 326

В статье описаны известные методы для покрития деталей, отлитых из цинка, металлами. Так как эти методы длительные и среди готовых деталей часто имеются браки, поэтому разработали новый метод хромирования.

INHALT:

Farkas Gy.: **Bemessung von Kathodenschränken in Hinsicht auf die Schwellung der Kathodenkohle und die Elastizität der Konstruktion** .... P 281

Berechnung des Gleichgewichtes zwischen dem schwellenden Kohlenblock und dem Kathodenschrank mit Randversteifung umd Bodenplatte. Die Rolle der Elastizität bei den Berechnungen. Das Aufstellen der nötigen Gleichungen. Wegen der vielen vorkommenden Operationen wird die Anwendung einer elektronischen, Rechenmaschine vorgeschlagen.

Pálvölgyi, Á.: **Der innere Stoff-fluss bei der bildsamen Verformung** 290

Zusammenhang der Abweichungen des errechneten und gemessenen Verformungswiederstandes mit dem inneren Stoff-fluss bei der Warmformgebung. Die relative Verminderung des wahren Verformungswiderstandes wird auf die wellenartige Verbiegung der senkrechten Profilschnitte zurückgeführt.

Verő, J. Dr.: **Die Kristallisationserscheinungen beim Stahl-Stranggus** ..... P 295

Der Strangguss im Lichte der Stahlqualität. Rissgefahren. Einfluss der Ausbildungsform des Sumpfes, der Richtung und Intensität der Wärmeentnahme auf die Kristallisation. Die Feinkörnige, globulitische Strangschale und die strahlige Zone sind stärker, als beim Kokillenguss. Die Art der Abkühlung fördert die Entstehung des langestreckten Fadenlunkers in der Mitte des Strangquerschnittes.

Fonó, A. Dr.: **Einfluss der Hochofenkühlung auf die Gestehungskosten des Roheisens** 303

Aus dem Verschleiss des Hochofenmauerwerkes und aus der durch die Kühlung abgeführten Wärmemenge wird die wirtschaftlichste Lebensdauer des Ofens ausgerechnet. Es wird festgestellt, dass bei dem jetzigen Kühlsystem und bei der ff. Futterhaltbarkeit die Gestehungskosten nach 15 000 Betriebsstunden ansteigen.

Aradi, A.—Frau Vitányi: **Einige Daten zur Metallurgie des Vanadiums** ..... P 308

Auf Grund von Literaturangaben werden die derzeit bekannten Methoden der Vanadiumherstellung beschrieben: das Ca-thermische Reduktionsverfahren, das C-thermische Reduktionsverfahren, die aluminothermische Raffination, das chlormetallurgische Verfahren. Anschliessend wird das im Leichtmetall-Forschungsinstitut patentierte Jodwasserstoff-Verfahren ausführlich beschrieben.

Horváth, A.: **Versuche über die hydrometallurgische Aufarbeitung von karbonatischen Manganerzen** ..... P 315

Aus Erzen, die das Mangan als Karbonat enthalten, kann dieses extrahiert werden durch Überfluten des Erzes mit kalten Wasser und Behandlung mit CO_2 Gas bei Hochdruck. Die Löslichkeitverhältnisse können aus den Löslichkeitsprodukten und den Gleichgewichtsverhältnissen der heterogenen Systeme berechnet werden. Laboratoriumsversuche mit karbonatischen und silikatischen Manganerzen von Urkut werden beschrieben.

Forysť, I. Doc. Dr.: **Untersuchung der Stahldesoxydation mit der Isolierung der Einschlüsse** 320

Die in dem Eisenforschungs-Institutzu Glivice verwendete Methode zur Isolierung der Einschlüsse im Stahl. Einfluss der nicht gewöhnlichen Desoxydationsmittel auf die Menge der Einschlüsse. Wirkung der Abstichtemperatur auf den Gehalt von Oxydeinschlüssen in Stahl.

Dr. Csokán, P.: **Dekorative und korrosionsfeste Metallüberzüge auf Zinkgusstücken** ..... P 326

Die genegwärtig bekannten Galvanisierverfahren für Zinkgusstücke werden beschrieben. Weil diese Verfahren langwierig sind und viele der hergestellten Objekte nicht fehlerfrei sind, wurde ein neues Chromierverfahren ausgearbeitet.

CONTENTS:

Farkas, Gy.: **Dimensioning of cathode boxes with regard to the swelling of the cathode carbon and the elasticity of the structure** ..... P 281

Calculation of the equilibrium of the swelling carbon block and the cathode box with flange stiffening and bottom plate. The role of elasticity in the calculations. Setting up the necessary equations. With regard to the great number of operations to be performed it is advisable to use an electronic computer.

Pálvölgyi, Á.: **Internal material deplacement during plastic deformation** ..... P 290

An attempt is made to link the causes of the deviations observed in hot forming between the measured and calculated formed resistances with the internal material deplacement. It is assumed that the relative decrease of the actual forming resistance can be traced back to a wave-saped bend of the vertical sections.

Dr. Verő, J.: **Crystallization phenomena in continuously cast steel** ..... P 295

Continous billet casting in described from the point of view of quality after literature data and Hungarian experiences. The success of casting is endangered by the tearing of the skin and cracking of the billet. The mode of crystallization is determined by the shape of the pool and the direction and amount of heat conduction. The fine-grained globulite layer and the columnar layer are wider than in a billet cast in a cast iron ingot mould. The mode of cooling promotes the development of an extended shrinkage cavity in the center of the section.

Dr. Fonó A.: **The influence of the cooling of blast furnace walls on the cost of pig iron** ..... P 303

The most economical and most favourable working time is calculated from the wear of the blast furnace wall and from the heat lost by cooling. With the present wear resistance of the lining and the present cooling conditions the first cost of the pig iron rises after about 15.000 working hours.

Aradi, A.—Mrs. Vitányi: **Some data concerning the metallurgy of vanadium** ..... P 308

The authors give a survey of the literature data concerning the known methods of vanadium production: the calcium-thermical reduction, the carbon-thermical reduction, the aluminothermic raffination and the chlorine-metallurgical method. The hydrogen iodide method patented in the Light Metals Research Institute is detailed.

Horváth, A.: **Experiments in hydrometallurgical processing of manganese carbonate ores** .... P 315

The manganese contained in ores in the form of carbonate may be extracted by flooding the ore with cold water and treating it with high pressure CO_2. The solubility relations may be calculated from the solubility products and the equilibrium relations of heterogeneous systems. Laboratory investigations of manganese carbonate and silicate ores are described.

Doc. Dr. Forsyt, J.: **Investigation of the deoxydation of steels by the method of isolated inclusions** ..... P 320

Description of the method used in the Iron and Steel Research Institute in Gliwice (Poland) for isolating the oxide inclusions of steels. Influence of the composition of special deoxydising agents on the amount of oxide inclusions. Influence of the tapping temperature on the oxide inclusion content of the steel.

Dr. Csokán, P.: **Decorative and corrosion-resistant metal coatings for zinc castings** ..... P 326

Describes the known metal coating methods for zinc castings. Since these methods are lengthy and the products are often objectionable a new method of chrome plating has been developed.

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA
94. évfolyam 7. szám 1961. július

Katódszekrények méretezése szilárdságra a katódszén duzzadásának és a szerkezet rugalmasságának figyelembevételével

FARKAS GYÖRGY okl. mérnök, Aluterv

DK : 621.3.035.226.2

Az alumíniumelektrolízis gazdaságosságának egyik fontos tényezője a katódszénbélés élettartamának növelése. Az elmúlt néhány évben mind a hazai, mind a külföldi — elsősorban szovjet — folyóiratokban erről több tanulmány látott napvilágot, amelyek szinte kivétel nélkül egyetértenek abban, hogy a gazdaságos katódélettartam kialakításában — a számos egyéb tényező mellett — a katódszekrény-konstrukciónak is igen jelentős a szerepe [1], [2], [3]. A katódszekrény-konstrukciónak azonban a szénbélés élettartamát növelő hatásán túlmenő gazdaságossági kihatása sem elhanyagolható, hiszen az aránylag rövid idő alatt tönkremenő, nagyszámú — egyenként 8—12 tonna súlyú —, vasszerkezetű köpenyek pótlása önmagában is jelentős felújítási költségként jelentkezik.

A katódszekrény-szerkezeteket a legutóbbi évekig lényegében tapasztalati úton alakították ki, a legtöbbször minden alaposabb szilárdságtani megfontolás nélkül. Így kohóinkban is különböző — nem egyszer téves elméleten alapuló — szerkezet változtatással kísérleteztek.

A szilárdságra méretezett katódszekrény-szerkezetek kialakítása egy sor elméleti és gyakorlati feladatot vet fel, ezeket röviden az alábbiakban sorolom fel :

Elsődleges feladatként jelentkezik a katódszekrényt terhelő erőhatások okainak, milyenségének és nagyságának meghatározása, elméleti megfontolások, valamint laboratóriumi és üzemi méretű kísérletek lefolytatása útján.

Mind a Szovjetunióban [4], [5], mind hazánkban folytak és folynak ilyen vizsgálatok, amelyek azonban ma még korántsem tekinthetők lezártnak.

2. Az erőhatások milyenségének ismeretében ki kell alakítani a különböző típusú és merevítésű katódszekrények igénybevételeinek és elmozdulásainak az erőhatások jellegével összhangban álló általános, és a gyakorlat számára jól kezelhető, számítás módjait.

3. Külön elméleti és kísérleti vizsgálatot érdemelnek az igénybevételek ismétlődéséből származó fokozódó alakváltozások és ezzel kapcsolatban a legkedvezőbb katódszekrény-élettartam meghatározása.

4. Fentiek figyelembevételével kerülhet sor a megfelelő korszerű és elméletileg megalapozott módon méretezett katódszekrények szerkezeti kialakítására, különös tekintettel az egyre nagyobb mértékben elterjedő nagyteljesítményű — 80—150 kA-os — elektrolizáló kádakra. Megjegyzem, hogy a nagyteljesítményű kádak építési feladatai jelentősen túlnőnek a szilárdsági méretezés kívánalmán [3], az egyéb szerkezeti kérdések azonban (pl. mágneses erőtér stb.) e tanulmány kereteit meghaladják.

5. Végezetül — fontosságban azonban nem utolsó sorban — önálló feladatkörként jelentkezik a katódszekrény kialakítása, élettartama, súlya és költségei közötti gazdaságossági összefüggések feltárása.

Fenti felsorolásból felmérhető, hogy jelen tanulmány a hatalmas és szerteágazó tárgykörnek csupán szerény részfejezete. Az érintett feladat helye a felsorolás 2. pontjában van, anélkül, hogy a méretezést teljességében kimerítené.

Bár az 1. feladatkörbe tartozó vizsgálatok és kísérletek nem tekinthetők lezártnak, az eddigi eredményekből két következtetést biztosan levonhatunk :

a) A katódszekrényt terhelő erőhatások közül a katódszénnek az elektrolízis folyamán létrejövő duzzadása döntő jelentőségű [5]. A szénduzzadás időben lejátszódó folyamat, amely egy bizonyos időpontban a szén minőségtől és egyéb körülményektől függő duzzadási együtthatóval jellemezhető. Egy ilyen — a továbbiakban *c*-vel jelzett — duzzadási együttható feltételezése a számítás során tehát feltétlenül indokolt.

b) A végzett kísérletekből [4] világosan kitűnik, hogy a katódszén a terhelő erő hatására bizonyos mértékig összenyomható, és az összenyomódás nagyjából az előidéző erőhatással arányos. A kép itt korántsem olyan egyértelmű, mint a duzzadás során, véleményünk szerint mégsem indokolatlan, hogy a számításban a szén összenyomhatósá-

gát egy — a rugalmassági modulus analógiájára elképzelt — E_c összenyomhatósági modulussal vegyük figyelembe. Feltételezhető ugyanis, hogy a folyamatban levő sokoldalú külföldi és hazai kísérletek eredményeként rövidesen meghatározható lesz az összenyomó erő és az összenyomódás mértéke közötti összefüggés, a használatos katódszén fajtákra, és az általunk feltételezett egyenes arány legalábbis bizonyos határok között a gyakorlat számára még elfogadható eredményeket fog adni. Hozzá tehetem, hogy egy nem egyenesarányú, sőt esetleg matematikailag le sem írható összefüggés feltételezése a számítást gyakorlatilag lehetetlenné tenné, míg az esetlegesen hibás kiindulásból származó eredmények kísérleti mérésekkel bármikor helyesbíthetők, és így még mindig megfelelő támpontot adhatnak a gyakorlat számára.

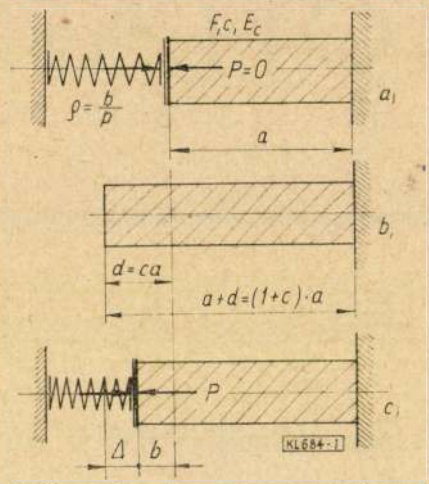
Felmerülhet az a vélemény, hogy vajjon nem korai-e szilárdság feladatokkal foglalkozni mindaddig, amíg a kiindulásul szolgáló adatok számszerű értéke nincs kellően tisztázva. Ezzel kapcsolatban szeretném felhívni a figyelmet arra a körülményre, hogy éppen a kiinduló adatok megbízható megállapítása érdekében jelentős az erőjáték belső törvényszerűségeinek tisztázása. Kétségtelen, hogy a számszerű értékek tisztázatlansága óvatosságra inti a méretezőt. Ez az óvatosság azonban csupán annyit jelent, hogy a tényleges számításokat többféle, valószínű kiinduló alapértékkel célszerű elvégezni. Az így kapott különféle eredmények jól felhasználhatók a kísérleti mérések értékeléséhez, egyben arra is választ adnak, hogy e tényezők milyen mértékben befolyásolják az erőjátékot.

A továbbiakban a rugalmasan megtámasztott duzzadószén egyensúlyának általános törvényszerűségei után kizárólag a fenéklemezes és felső peremén kerettartóval merevített katódszekrények méretezésével foglalkozom. Az így kapott eredmények más merevítési rendszerű katódszekrények számításához természetesen csak elvileg használhatók fel, a feltételi egyenleteket minden esetben a geometriai és szerkezeti adottságoknak megfelelően újból kell felírni.

Duzzadó szénhasáb egyensúlya rugalmas megtámasztással

Az alumínium elektrolizáló kádak duzzadó szénbélését rugalmas, acélszerkezetű köpeny veszi körül. A szén, valamint a köpeny között az akció-reakció elvnek megfelelően erőhatás lép fel. A katód középvonala, mint szimmetriasík a szénbélésre nézve elmozdulás mentes megtámaszásnak tekinthető, míg a kádfal a szénbélés minden egyes pontján más-más ϱ, rugóállandóval jellemzett rugalmas megtámasztásnak fogható fel.

Vizsgálatainkat célszerű egyetlen F felületű és a hosszúságú szénhasáb egyensúlyával kezdeni, amelyet egyik végén mereven, a másik végén pedig egyetlen, ϱ állandójú rugóval támasztunk meg. Ez módot ad a rugalmas megtámasztás alapvető törvényszerűségeinek tisztázására. A szén duzzadását az előbbiekben tárgyaltak szerint c duzzadási együtthatóval jellemezzük, a szén összenyomhatóságát pedig E_c (kg/cm²) összenyomhatósági modulussal *(1. ábra)*.



1. ábra. Duzzadó szén rugalmas megtámasztással a = duzzadás előtti állapot, b = duzzadás megtámasztás nélkül, c = a rugalmas megtámasztás hatása

Az 1a. ábra az elektrolízis megkezdése előtti terheletlen állapotot jelképezi. Az ábra jelölései szerint

$$\frac{b}{P} = \varrho$$

A megtámasztás nélküli szén duzzadását az 1*b*. ábra szemlélteti és a jelölések szerint

$$d = c \cdot a$$

Végül az 1*c*. ábra a valódi helyzetet ábrázolja, amikor a megduzzadt szenet a rugó a szabad végén bizonyos mértékig visszanyomja. Ebben az esetben a rugó elmozdulása b, a rugóban keletkező erőhatás pedig

$$P = \frac{b}{\varrho}$$

Ugyanez a P erő az eredetileg $a + d = (1 + c) \cdot a$ hosszúságú szénhasábot összenyomja Δ értékkel ahol,

$$\Delta = \frac{P \cdot (1 + c) \cdot a}{E_c \cdot F}$$

A rendszer egyensúlyának geometriai feltétele tehát a következő

$$b + \Delta = c \cdot a$$

Behelyettesítve az utolsó egyenlet az alábbi alakú lesz

$$P \cdot \left[\varrho + \frac{(1 + c) \cdot a}{E_c \cdot F} \right] = ca$$

amiből a P erő nagyságára a következő összefüggést kapjuk

$$P = \frac{c \cdot a \cdot E_c \cdot F}{\varrho \cdot E_c \cdot F + (1 + c) \cdot a}$$

Vizsgáljuk meg azt, hogy milyen hatással vannak a különféle tényezők a keletkező belső erő nagyságára. Ebből a célból bevezetjük azt a P_0-lal jelölt belső erőhatást, amely a szén c duzzadási együtthatója és E_c összenyomhatósági modulusa esetén a duzzadásban teljesen meggá-

tolt szénben keletkeznék. Ennek értéke $\varrho = 0$ helyettesítéssel

$$P_0 = \frac{c \cdot E_c}{1 + c} \cdot F$$

P_0-nak ezt az értékét P képletébe helyettesítve az alábbi összefüggést kapjuk

$$P = \eta \cdot P_0$$

ahol $\eta = \frac{ca}{ca + P_0 \cdot \varrho} = \frac{1}{1 + \frac{P_0 \cdot \varrho}{ca}} = \frac{a}{a + \frac{E_c F}{1 + c}\varrho}$

Fenti összefüggésekből az alábbi következtetések vonhatók le:

1. Ha a duzzadás végtelen merev falak között játszódik le, akkor a fellépő erőhatás nagysága független az a szénmérettől.

2. Ha a duzzadás megtámasztása rugalmas, akkor a fellépő erőhatás kisebb lesz, mint merev megtámasztással. Ekkor a csökkenés mértéke a szénmérettől is függ.

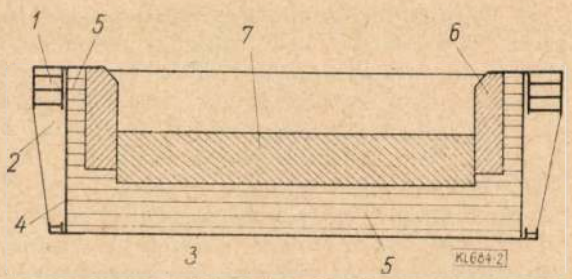
3. Mivel c nagysága az összefüggésben alárendelt szerepet játszik ($1 + c \approx 1$) a csökkenés mértéke szempontjából adott E_c érték mellett az a méret és a ϱ, rugóállandó alapvető jelentőségű, éspedig:

a) állandó szénméret mellett az erőhatás akkor csökken, ha a ϱ, rugóállandó értéke nagy (puha rugó!),

b) adott ϱ érték mellett az erőhatás akkor csökken, ha az a szénméret csökken.

4. Az összefüggésekből kitűnik, hogy ha a P_0 erő hatására létrejövő rugóösszenyomódás ($P_0\varrho$) nagyságában pl. megegyezik a szén szabad duzzadásával, akkor az erőhatás a merev megtámasztáshoz képest felére is csökkenhet.

Ezek a következtetések teljes egészében összhangban vannak *Szamojlenkonak* a közelmúltban közzétett kísérleti mérési eredményeivel [5], amelyek többek között a katódszekrény belső felületén keletkező nyomások megállapítására vonatkoztak. A mérési eredményekből világosan kitűnik, hogy a katódszekrény különböző merevségű pontjaiban egymástól lényegesen eltérő szénnyomások keletkeznek. A szerkezetben *legkeményebb rugónak* tekinthető sarkok nyomás viszonyait összevetve a *legpuhább rugót* jelentő hosszoldali kádközép viszonyaival, azt találta, hogy az előbbi helyen keletkező nyomás az utóbbinak mintegy háromszorosa volt.



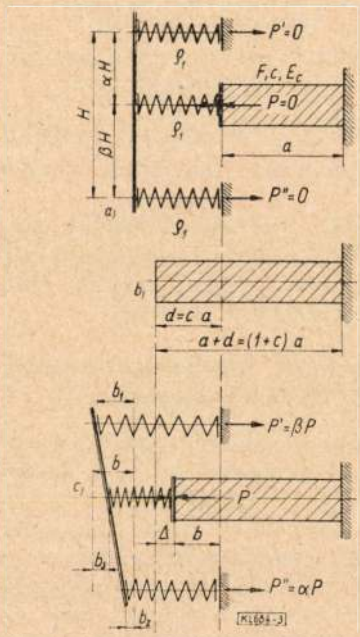
2. ábra. Katódzsekrény elvi keresztmetszete
1 = Merevítőtartó, 2 = Borda, 3 = Fenéklemez, 4 = Oldallemez, 5 = Fenék és oldalfalazat, 6 = Koszorúszén, 7 = Fenékszén

Peremmerevítésű, fenéklemezes katódszekrény számítási modelljének egyensúlya

A peremmerevítésű, fenéklemezes katódszekrény elvi keresztmetszetét a *2. ábra* szemlélteti.

A szerkezetből kiragadott F keresztmetszetű és a hosszúságú szénhasábot a *3. ábra* mutatja.

Az elméletileg terheletlen állapotban (*3a* ábra) a merevítőtartót ϱ_1 rugóállandójú, a fenéklemezt, amely a terhelés hatására rugalmasan megnyúlik ϱ_2 állandójú rugóval helyettesítjük. A két támaszt a 2. ábrán *2*-vel és *4*-gyel jelölt bordából és oldallemezből álló tartó fogja össze,



3. ábra. Katódkeresztmetszet rugós számítási modellje
a = Duzzadás előtti állapot, b = duzzadás megtámasztás nélkül, c = rugalmas megtámasztás hatása

amelyet a szén duzzadása hajlításra vesz igénybe. A tartó a terhelés hatására rugalmasan áthajlik, ezért ennek hatását egy merev rúdra támaszkodó ϱ_3 állandójú rugóval vehetjük figyelembe. A 3b ábra ismét a megtámasztás nélküli állapotot tünteti fel c duzzadási együttható esetén, míg a tényleges helyzetet a 3*c* ábra jelképezi. Az ábra szerint, valamint fentiek figyelembevételével

$$b_1 = P' \cdot \varrho_1 = P \cdot \beta \varrho_1$$

$$b_2 = P'' \cdot \varrho_2 = P \cdot \alpha \cdot \varrho_2$$

$$b_3 = P \cdot \varrho_3 = P \cdot \varrho_3$$

Az előbbiekhez hasonlóan a rugalmas rendszer teljes elmozdulását ismét b-vel jelöljük, ahol

$$b = b_1 \cdot \beta + b_2 \cdot \alpha + b_3 = P\,(\beta^2 \varrho_1 + \alpha^2 \cdot \varrho_2 + \varrho_3) = P \cdot \varrho'$$

és ϱ' a redukált rugóállandó, amelynek értéke

$$\varrho' = \beta^2 \cdot \varrho_1 + \alpha^2 \cdot \varrho_2 + \varrho_3$$

A szénhasább összenyomódása továbbra is

$$\Delta = \frac{P \cdot (1 + c) \cdot a}{E_c \cdot F}$$

Az ábrából az előbbihez hasonló feltételi egyenlet írható fel

$$b + \Delta = ca$$

vagyis

$$P \cdot \varrho' + P \frac{(1+c) \cdot a}{E_c \cdot F} = ca$$

Fenti kifejezést rendezve a szénhasáb felületén átadódó nyomóerőt az alábbi alakban kapjuk

$$P = \frac{c \cdot a \cdot E_c \cdot F}{\varrho' \cdot E_c \cdot F + (1+c)\, a}$$

A kifejezés teljesen azonos az egyetlen rugóval megtámasztott szénben keletkező P erő kifejezésével, mindössze az ott szerepő ϱ helyébe ϱ' redukált rugóállandót kell helyettesíteni.

A peremmerevítésre ható P' erőhatást a 3. ábra szerint $P' = \beta \cdot P$ összefüggésből számíthatjuk, a fenéklemezben keletkező húzóerő pedig $P'' = \alpha \cdot P$

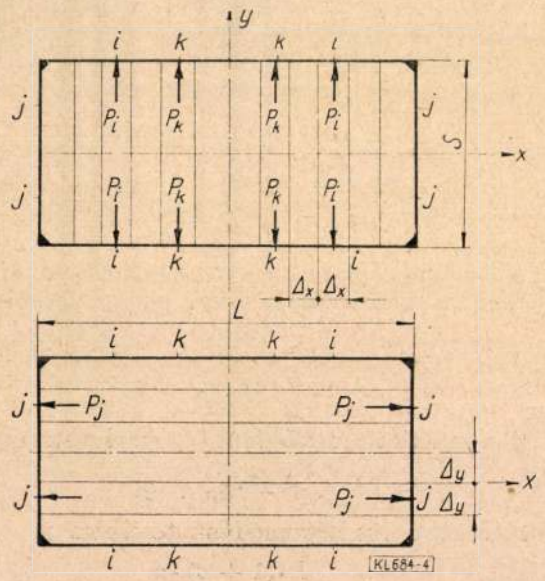
Fentiekből az a következtetés vonható le, hogy a kádoldal rugalmas áthajlása, valamint a kádfenék rugalmas megnyúlása a fellépő erők nagyságára csökkentően hatnak.

A peremmerevítésű, fenéklemezes katódszekrény általános megoldása

Az eddigi vizsgálatok csupán egyetlen kiragadott szénhasáb idealizált rugós megtámasztására vonatkoztak. A továbbiakban igyekszünk az eddigi eredményeket a teljes katódszekrényre, mint rugalmas tartórendszerre általánosítani. Ehhez két alapvető körülményt kell figyelembevenni.

a) A tartórendszer elmozdulása és az azt előidéző erőhatás között a rendszer minden egyes pontján más-más összefüggés van, vagyis az eddigi eredményeket a rendszer minden pontján más-más rugóállandókkal kell figyelembevenni. Ebből követ kezik, hogy a szekrényre ható belső nyomás is pontról pontra változni fog.

b) A tartórendszer tetszőleges pontján fellépő erőhatás nem csak a saját hatásvonalában, hanem a peremmerevítés terhelosztó hatása következtében a tartórendszer minden egyes pontján is elmozdulásokat idéz elő. A különböző pontokban egyidejűleg fellépő erőhatások és elmozdulások egymással kölcsönhatásban vannak.



4. ábra. Az ismeretlen nyomóerők felvétele sávbontással

A probléma szabatos matematikai megoldása elvileg az elmozdulások és erőhatások közötti összefüggés differenciálegyenletének felírásával és annak a katódszekrény geometriai és merevségi viszonyaival meghatározott kezdeti feltételeit kielégítő megoldásával történhetne. Megállapítható azonban, hogy ilyen módon a gyakorlat számára jól felhasználható eredményt nem kapnánk.

Sokkal célravezetőbbnek látszik egy olyan közelítő eljárás kidolgozása, amelynek pontossága tetszés szerint fokozható. Az ilyen közelítő eljárás alapja lehet, hogy a katódszekrény oldalakra ható, változó intenzitású, megoszló belső nyomást megfelelő számú koncentrált erővel helyettesítjük, és az így felvett koncentrált erőket tekintjük a rendszerben ismeretlen mennyiségeknek. Mint a későbbiekben látni fogjuk a koncentrált erők közötti összefüggés egyszerű, inhomogén, lineáris egyenletrendszer alakjában írható fel. A megoldás természetesen annál pontosabb, minél több ismeretlen koncentrált erőt veszünk fel. Ezzel együtt a számítási munka mennyisége jelentősen nő. A gyakorlat feladata, hogy a megkívánt pontosság és a ráfordítandó számítási munka közötti gazdaságos arányt helyesen megállapítsa.

A *4. ábra* szerint az L hosszúságú és S szélességű katódszekrény fenékszén bélését először y irányú, Δ_x szélességű sávokra, majd x irányú és Δ_y szélességű sávokra bontjuk. Minden egyes sáv középvonalában egy-egy ismeretlen nagyságú $P_i \ldots P_k \ldots P_j \ldots$ stb. belső koncentrált nyomóerő hat. A rendszer kétirányú szimmetriája folytán az erőhatások közül 2—2 egymással ellenkező irányú és egyenlő nagyságú, tehát a négy összetartozó erő hatására a rendszer önmagában egyensúlyban van.

Fentiekből következik, hogy a rendszer ismeretleneinek száma

$$n = \frac{1}{2}\left(\frac{L}{\Delta_x} + \frac{S}{\Delta_y}\right) = \frac{1}{2}(\nu_x + \nu_y)$$

ahol ν_x és ν_y a sávosztások száma.

A fenéklemez és kádoldal rugalmasságának figyelembevétele

A fenéklemez és oldalfal rugalmasságát úgy vesszük figyelembe, hogy meghatározzuk a 3. ábra szerinti ϱ_2, ill. ϱ_3 rugóállandókat. Ehhez a fenéklemezt és a katódszekrény oldalfalát ugyancsak y és x irányú sávokra bontjuk a szénhasábokkal összhangban, ami azt jelenti, hogy a fenék- és oldallemezeket előbb y, majd x irányban a sávhatárok mentén felhasítva képzeljük. Ezáltal elérhető, hogy a rendszer valamely tetszőleges sávjában keletkező erőhatás a fenéklemezt és oldalfalat csak a saját sávjában deformálja.

Megjegyzendő, hogy ez a feltételezés a gyakorlat szempontjából nem jelent számottevő elhanya-

golást. Ezt a fenéklemezre és az oldalfalra nézve az alábbiakban bizonyítjuk.

A felhasított fenéklemez sávok a különböző nagyságú erőhatások következtében különböző mértékben nyúlnak meg, vagyis a sávhatárok mentén hosszlépcsők keletkeznek. Ezek kiküszöbölésére a valódi helyzet helyreállítása érdekében a lemezszéleken minden egyes felhasítás mentén nyíróerő-párokat kellene működtetni, amelyek a lemezek deformációjában szintén közreműködnek. A nyíróerő okozta deformáció elhanyagolása a határozatlan tartók sztatikai vizsgálatakor általában elfogadott eljárás [6], mivel ezek a deformációk elenyészőek a húzó-nyomó, illetve hajlító igénybevételből keletkező deformációkhoz képest.

A felhasított oldalfal sávok a különböző nagyságú erőhatások következtében egymástól eltérő mértékben hajlanak át, ezáltal a sávhatárok mentén egymástól elválnak. A folytonosság helyreállítása érdekében mindenegyes oldalsáv függőleges tengelyében megfelelő nagyságú csavarónyomatékokat kell működtetni, amelyek a sávok deformációját csökkentik. Ezek a nyomatékok — és az általuk előidézett deformáció-csökkenés — annál nagyobbak, minél nagyobb a sávok függőleges tengelyre vett csavarómerevsége. Esetünkben az oldalsávok egy-egy merevítőbordából és a vele együtt dolgozó bizonyos szélességű oldallemezből összetett, T-szelvényű, aránylag kis falvastagságú tartók, ezeknek gyakorlatilag elhanyagolhatóan kismértékű csavarómerevsége köztudomású.

Mindezekből világosan kitűnik, hogy a vizsgált közelítő feltételezésből adódó hiba az egyéb számítási bizonytalanságokhoz képest elenyésző mértékű.

A továbbiakban feltételezésünknek megfelelően a fenéklemezsávokat helyettesítő rugó ϱ_2 rugóállandója nem egyéb, mint a lemezsáv megnyúlása a síkjában ható $P'' = 1$ egységnyi húzóerő hatására. Ennek értékei az y irányú sávokban

$$\varrho_{2y} = \frac{S}{E_v \Delta_x v_l}$$

az x irányú sávokban

$$\varrho_{2x} = \frac{L}{E_v \Delta_y v_l}$$

ahol S, L, Δ_x és Δ_y a 4. ábra szerinti hosszúságok
E_v = az acél rugalmassági modulusa és
v_l = a fenéklemez vastagsága.

Az oldalsávok rugalmasságát jelképező rugó ϱ_3 rugóállandója nem egyéb, mint az oldaltartónak, mint H hosszúságú kéttámaszú tartónak az áthajlása $P = 1$ egységnyi nagyságú — és a szénnyomással azonos megoszlású — terhelő erő hatására, a P erő hatásvonalában. Ennek nagysága az y irányú sávokban

$$\varrho_{3y} = \frac{\lambda_x \cdot H^3}{E_v \cdot I_x}$$

az x irányú sávokban

$$\varrho_{3x} = \frac{\lambda_y \cdot H^3}{E_v \cdot I_y}$$

ahol H = a 3. ábra szerinti hosszúság.
I_x és I_y = a sávokat alkotó tartók átlagos tehetetlenségi nyomatéka,
λ_x és λ_y = a tartók és terhelés geometriai viszonyaiból adódó alaki tényezők.

Megjegyezzük, hogy a fenék- és oldallemez igénybevételei, feszültségei és deformációi az ismeretlen $P_i \ldots P_k \ldots P_j \ldots$ stb. erők kiszámítása után elemi módon számíthatók, ugyanis ezek csak a saját sávjukban ható P erő nagyságától függenek. Ily módon pl. a k keresztmetszetben a következők keletkeznek

Húzóerő és átlagos húzófeszültség a fenéklemezben

$$P''_k = \alpha \cdot P_k$$

$$\sigma''_k = \frac{\alpha}{\Delta_x \cdot v_l} \cdot P_k$$

A fenéklemez sávok átlagos megnyúlása:

$$b_{2k} = P_k \cdot \alpha \cdot \varrho_{3y} = \frac{S \cdot \alpha}{E_v \cdot \Delta_x \cdot v_l} \cdot P_k$$

Az oldalelemek nyomatéka és hajlítófeszültsége

$$M_{3k} = P_k \cdot H \cdot \mu_x \,;\; \sigma_{3k} = \frac{H \cdot \mu_x}{K_x} \cdot P_k$$

ahol μ_x és μ_y = a mértékadó nyomaték alaki tényezői
K_x és K_y = a mértékadó keresztmetszetek keresztmetszeti modulusai.

Az oldalelemek rugalmas áthajlása a P erő síkjában

$$b_{3k} = P_k \cdot \varrho_{3y} = \frac{\lambda_x \cdot H^3}{E_v \cdot I_x} \cdot P_k$$

A merevítő keret rugalmassági viszonyainak figyelembevétele

A 4. ábrán vázolt peremmerevítő a rugalmas rendszerünkben L hosszúságú és S szélességű, $E_v \cdot I$ merevséggel jellemzett zárt keret. Megjegyezzük, hogy az $E_v \cdot I$ tartómerevség a keret mentén a gyakorlatban előforduló katódszekrényekben általában állandó, esetenként azonban változó is lehet. Ez a körülmény vizsgálataink szempontjából közömbös, mivel ilyen típusú kereteket megoldani mind állandó, mind változó merevség — sőt egyéb tartóalakra (lekerekített sarkok stb.) — is a tartók sztatikájából közismert módszerekkel lehet, azért ezek ismertetése nem feladatunk. A sztatikai megoldásról elegendő annyit megjegyeznünk, hogy a hasonló típusú keretek általában háromszorosan határozatlanok, és így háromismeretlenes egyenletrendszerrel megoldhatók. Esetünkben a kétszeres szimmetria, és a 4. ábrán vázolt erőfelvétel folytán a keret sztatikai megoldása lényegesen egyszerűbb, mivel a három ismeretlen mennyiség közül kettő elemi úton meghatározható, és így a még hiányzó ismeretlen mennyiség (célszerűen nyomaték) meghatározása egyetlen feltételi egyenlet felírásával megoldható.

A továbbiakban a vázolt tartót mind igénybevételek, mind elmozdulások szempontjából meg-

oldottnak tekintjük, a megoldás eredményeit pedig az *1.* és *2. táblázatban* foglaljuk össze

1. táblázat

A tartókeret elmozdulásai

A keletkező elmozdulás helye	jelű keresztmetszet	Az előidéző egységnyi $P' = 1$ erőhatás helye: i jelű keresztmetszet	k jelű keresztmetszet	j jelű keresztmetszet
i	jelű keresztmetszet	y_{ii}	y_{ki}	y_{ji}
k	jelű keresztmetszet	y_{ik}	y_{kk}	y_{jk}
j	jelű keresztmetszet	x_{ij}	x_{kj}	x_{jj}

2. táblázat

A tartókeret nyomatékai

A keletkező nyomaték helye	jelű keresztmetszet	Az előidéző egységnyi $P' = 1$ erőhatás helye: i jelű keresztmetszet	k jelű keresztmetszet	j jelű keresztmetszet
i	jelű keresztmetszet	m_{ii}	m_{ki}	m_{ji}
k	jelű keresztmetszet	m_{ik}	m_{kk}	m_{jk}
j	jelű keresztmetszet	m_{ij}	m_{kj}	m_{jj}

Megjegyzem, hogy a táblázatokban foglalt értékek mind a tartó síkjában ható egységnyi erőkből származnak.

Valamennyi további igénybevételt a nyomatékhoz hasonlóan jelöljük, így

az egységnyi erőből keletkező normálerő n_{ik},

az egységnyi erőből keletkező nyíróerő t_{ik}.

Megjegyzem, hogy az elmozdulások közül a Maxwell-féle felcserélhetőségi tétel szerint számos egymással egyenlő értékű. Ilyenek:

$y_{ik} = y_{ki}$; $x_{ij} = y_{ji}$ stb.

A felcserélhetőség az igénybevételekre azonban nem áll fenn.

Ha az egységnyi erőhatások nem a merevítőkeret síkjában, hanem a szénhasáb középvonalában hatnak ($P = 1$), úgy fenti értékeinket β alaki tényezővel szorozva kell az alábbi megkülönböztető jelzésekkel figyelembevenni,

elmozdulás : $b_{1,ik} = \beta \cdot y_{ik}$

$b_{1,ij} = \beta \cdot x_{ij}$

nyomaték : $M_{ik} = \beta \cdot m_{ik}$

normálerő : $N_{ik} = \beta \cdot m_{ik}$

nyíróerő : $T = \beta \cdot t_{ik}$

A feltételi egyenletek felírása

Feltételi egyenleteket továbbra is az a követelmény ad, hogy a feltételezett szénhasáboknak a rugalmas támaszrendszerrel együtt külön-külön egyensúlyban kell lenni. Ennek feltételét a számítási modell vizsgálatakor általánosságban a 3. ábra kapcsán felírtuk. Rendszerünkből kiragadott egyetlen — pl. az i jelű — szénhasábot figyelembevéve, erre nézve a feltételi egyenlet az alábbi alakú

$$b_i + \Delta_i = c \cdot a_i$$

Az összefüggésben b_i a tartórendszer teljes elmozdulása az i keresztmetszetben, Δ_i a szénhasáb teljes összenyomódása ugyancsak az i keresztmetszetben, $c \cdot a_i$ pedig az i jelű szénhasáb szabad duzzadása. Az egyes tényezők számítására az alábbi összefüggések állanak rendelkezésünkre :

A szénhasáb szabad duzzadása valamennyi y irányú, ill. valamennyi x irányú sávban

$$c \cdot a_y = c \cdot \frac{S}{2}$$

és

$$c \cdot a_x = c \cdot \frac{L}{2}$$

A szénhasáb összenyomódása az y, ill. x irányú sávokban

$$\Delta_{iy} = P_i \frac{(1 + c) \cdot S}{2 E_c \Delta_x v_c}$$

és

$$\Delta_{jx} = P_j \frac{(1 + c) \cdot L}{2 E_c \Delta_y v_c}$$

Az összefüggésekben

S, L, Δ_x, Δ_y hosszméretek a 4. ábra szerint,

E_c és c a duzzadó szén anyagjellemzői,

v_c = a szénfenék vastagsága,

A tartórendszer teljes elmozdulása továbbra is az alábbi képlettel adható meg

$$b_i = b_{1,i} \cdot \beta + b_{2,i} \cdot \alpha + b_{3i}$$

b_{2i} és b_{3i} az előzőekben már rendelkezésünkre állanak, azok csak P_i ismeretlen erő függvényei.

A felső öv teljes elmozdulása azonban már nemcsak P_i ismeretlen erőtől, hanem valamennyi $-P_i \ldots P_k \ldots . P_j \ldots$ stb. erőktől is függ. Ennek nagysága tehát az alábbi alakú lesz :

$$b_{1,i} = P_i \cdot b_{1,ii} + \ldots . + P_k \cdot b_{1,ki} + \ldots + + P_j \cdot b_{1,ji} + \ldots$$

vagy az 1. táblázat szerinti jelölésekkel :

$$b_{1,j} = \beta \, (P_i \cdot y_{ii} + \ldots + P_k \cdot y_{ki} + \ldots + + P_j \cdot y_{ji} + \ldots)$$

Fenti összefüggések ismeretében az i jelű szénhasáb feltételi egyenlete minden további nélkül felírható. Hasonló módon felírható a feltételi egyenlet valamennyi felvett szénhasábra, ezáltal az ismeretlenek és egyenletek száma azonos, az ismeretlenek tehát meghatározhatók.

Rendezés után az egyenletek az alábbi alakúak lesznek :

az i jelű keresztmetszetre :

$$P_i \left[\beta^2 y_{ii} + \alpha^2 \frac{S}{E_v \Delta_x v_l} + \frac{\lambda_x H^3}{E_v \cdot I_x} + \frac{1 + c}{E_c} \cdot \frac{S}{2 \Delta_x v_c} \right] + + \ldots + P_k \cdot \beta^2 y_{ki} + \ldots + P_j \beta^2 y_{ji} + \ldots = c \cdot \frac{S}{2}$$

a k jelű keresztmetszetre :

$$P_i \beta^2 y_{ik} + \ldots + P_k \cdot \left[\beta^2 y_{kk} + \alpha^2 \frac{S}{E_v \Delta_x v_l} + \frac{\lambda_x H^3}{E_v \cdot I_x} + \frac{1+c}{E_c} \cdot \frac{S}{2 \Delta_x v_c}\right] + \ldots + P_j \beta^2 y_{jk} + \ldots = c \cdot \frac{S}{2}$$

a j jelű keresztmetsztre :

$$P_i \beta^2 x_{ij} + \ldots + P_k \cdot \beta^2 x_{kj} + \ldots + P_j \cdot \left[\beta^2 x_{jj} + \alpha^2 \frac{L}{E_c \Delta_y v_l} + \frac{\lambda_y H^3}{E_v \cdot I_y} + \frac{1+c}{E_c} \cdot \frac{L}{2 \Delta_y v_c}\right] + \ldots = c \cdot \frac{L}{2} \text{ stb.}$$

Igénybevételek, elmozdulások számítása

A $P_i \ldots P_k \ldots P_j$ erőrendszer ismeretében minden igénybevétel és elmozdulás közvetlenül számítható.

A fenéklemez és oldalfal igénybevételeit feszültségeit és elmozdulásait már előbb megadtuk.

A keret igénybevételeit és elmozdulásait szuperpozicióval állapíthatjuk meg. Eszerint a $P_i \ldots P_k \ldots P_j$ erőrendszerből pl. az i jelű keresztmetszetben keletkező nyomaték :

$$M_i = P_i M_{ii} + \ldots + P_k \cdot M_{ki} + \ldots + P_j \cdot M_{ji} + \ldots =$$
$$= \beta (P_i \cdot m_{ii} + \ldots + P_k \cdot m_{ki} + \ldots + P_j \cdot m_{ji} + \ldots)$$

ahol m a 2. táblázatban összefoglalt keretnyomatékokat jelenti.

Hasonló módon a normál erő ugyanitt

$$N_i = \beta (P_i \cdot n_{ii} + \ldots + P_k \cdot n_{ki} + \ldots + P_j \cdot n_{ji} + \ldots)$$

és a nyíróerő

$$T_i = \beta (P_i \cdot t_{ii} + \ldots + P_k \cdot t_{ki} + \ldots + P_j t_{ji} + \ldots).$$

Végül az elmozdulás az i jelű keresztmetszetben

$$b_{1,i} = \beta (P_i \cdot y_{ii} + \ldots + P_k \cdot y_{ki} + \ldots + P_j y_{ji} + \ldots),$$

illetve a j jelű keresztmetszetben

$$b_{1,j} = \beta (P_i x_{ij} + \ldots + P_k \cdot x_{kj} + \ldots + P_j \cdot x_{jj} + \ldots)$$

Ezzel a duzzadószénnel terhelt katódszekrény valamennyi sztatikai jellemzőjét sikerült meghatároznunk.

A számítás menetének összefoglalása

A számítás elvégzése az alábbi sorrendben képzelhető el.

1. Az adott — vagy tervezett — katódszekrény geometriai (L, S, H, Δ_x, Δ_y, v_l, v_c α, β) és szilárdságtani (az oldalsávokban I_x, I_y, λ_x, λ_y; a keretben $E_v \cdot I$, valamint ennek esetleges változásai) összegyűjtése.

2. A kiinduló szénjellemzők (c, E_c) felvétele.

3. A tartókeret sztatikai megoldása egységnyi terhelésekre (y_{ik}, x_{kj}, m_{ik}, n_{ik}, t_{ik} stb. meghatározása). Az adatok közül az elmozdulások β^2 tényezővel szorozva együttal — a saját együtthatók kivételével — a feltételi egyenletrendszer együtthatóit is szolgáltatják. (Megjegyzendő, hogy itt saját együttható alatt az i-edik ismeretlen erőnek (P_i) a rendszer i jelű helyére felírt feltételi egyenletében szereplő együtthatóját értjük.)

4. Az ismeretlen erők négytagú saját együtthatójának meghatározása. Itt a fenéklemez és kádoldal rugalmasságát, valamint a szénösszenyomódást kifejező tagokat az egyenletrendszer abszolút tagjaihoz hasonlóan csupán két-kétféle értékkel kell számításba venni a katódszekrény hossz- és keresztirányú méretének megfelelően.

5. A $P_i \ldots P_k \ldots P_j$ erők meghatározása a feltételi egyenletrendszer megoldásával.

6. A katódszekrény szerkezeti elemeiben keletkező igénybevételek és feszültségek, valamint elmozdulások számítása a megadott összefüggések alapján.

A számítás menetére vonatkozóan még az alábbi megjegyzések tehetők :

Ha a katódszekrény szerkezeti megoldása olyan, hogy a téglalap alaktól való eltérés nem hanyagolható el, (pl. nagy rádiusszal lekerekített sarkok), úgy a sávosztást célszerű ennek megfelelően kialakítani. Az egyenletrendszer együtthatóinak és abszolút tagjainak számításakor ezt a körülményt figyelembe kell venni.

A megfelelő pontosság eléréséhez legalább 8—12 ismeretlen felvétele célszerű. Figyelembevéve a bevezetőben említett bizonytalanságokat, amelyekből a számítások többszöri elvégzése következik, belátható, hogy a megoldás tetemes számítási munkát kíván. Tovább fokozza a számítási munka mennyiségét, ha az erőjátékot és alakváltozásokat a rugalmassági határon túl — a plasztikus rétegben — is követni akarjuk. Ennek lehetőségére a továbbiakban még röviden kitérek.

Mindezek kellően indokolják, hogy a számítások elvégzéséhez — elsősorban a felsorolás 3., 5. és 6. pontjában említett műveletekhez — elektronikus számológépet használjunk.

Az eljárás felhasználása a plasztikus rétegben

Köztudomású, hogy a jelenlegi katódszekrények alakváltozása általában plasztikus jellegű, vagyis a szerkezet erőfelvétele a rugalmassági határon túl is folytatódik. Ismeretes, hogy a tartószerkezetek teherbírása nem szűnik meg a rugalmassági határ elérésekor, hanem azok bizonyos nagyságú *plasztikus tartalék*-kal rendelkeznek, amelyet az eszményi — *plasztikus* anyag feltételezésével számítanak [6].

A katódszekrény merevítőkeretének teljes tönkremeneteléhez elvileg négy plasztikus csukló kialakulása volna szükséges, azonban — az inotai kohó kétféle merevségű katódszekrényén végzett közelítő szilárdsági számításaink szerint — esetünkben ezek a csuklók a tartó hat helyén nagyjából egyidőben alakulnak ki, vagyis plasztikus tartalékunk alig valamivel nagyobb, mintha a szerkezet tönkremeneteléhez egyetlen plasztikus csukló kialakulása elegendő volna.

Ez a tartalék a hasonló I-szelvényekből összeállított szerkezetekben általában mintegy 17%-ot tesz ki, a folyási határt jelentő igénybevételhez képest. Hozzátehetjük, hogy a plasztikus csuklók fokozatos kialakulása közben az alakváltozások már a csuklók megjelenése előtt igen nagymértékűek, így belátható, hogy a szerkezet gyakorlati

tönkremenetele jóval a fenti igénybevétel alatt már bekövetkezik, becslésünk szerint a folyáshatár mintegy 10—15%-os túllépésekor. Tehát bár az elmozdulások nagymértékben növekedni kezdenek, az erőhatások a plasztikus rétegben már számottevően nem növekedhetnek.

Amint a feltételi egyenletek felírásakor láttuk, a $P_i \ldots P_k \ldots P_j$ erőrendszer a c szénduzzadással gyakorlatilag lineáris összefüggésben van ($1+c \approx 1$). Így minden katódszekrényre előre meghatározható a folyási határ eléréséhez szükséges szénduzzadás(c_F), a hozzátartozó $P_{i,F}$, $P_{k,F}$, $P_{j,F}$ stb. erőrendszerrel és igénybevételekkel együtt.Ebben az esetben a kerettartó hat (de legalább két) pontján a szélső szál feszültsége éppen a folyási határral egyenlő. Ha a szénduzzadás további növekedését, tehát a plasztikus szakaszban lejátszódó erőjátékot figyelembe akarjuk venni, úgy a plasztikus tartalékot jelentő igénybevétel-szakaszt megfelelően előre felvett osztás szerint belépcsőzzük. Minden egymásra következő fokozat plasztikussá válásának mértékét az előző fokozat erőjátékának extrapolálásával állíthatjuk elő. A tényleges helyzetet így tulajdonképpen *felülről* közelítjük meg, vagyis a tényleges elmozdulásoknál valamivel nagyobb értékeket kapunk. A hiba — megfelelően kis lépcsők felvételekor — nem jelentős különösen akkor, ha tekintetbe vesszük, hogy az ideálplasztikus anyag feltételezése a tényleges acélanyaggal szemben az elmozdulások számításakor ellenkező előjelű hibákra vezet.

A plasztikus szakaszban való vizsgálatokhoz tehát a feltételi egyenletrendszert annyiszor kell újra felírni, ahány előre felvett igénybevétel fokozatot szándékozunk megvizsgálni. Az egyenletrendszer együtthatóiban a fenéklemez és oldalfal rugalmassági viszonyait kifejező tagok értéke nem változik, mivel ezekben plasztikus alakváltozás általában nincs. A merevítőkeret rugalmassági viszonyainak megváltozását fokozatonként újabb és újabb együtthatók kiszámításával kell figyelembevenni.

Összefoglalás

Tanulmányomban a katódszekrény méretezési problémák vázlatos felsorolása után a duzzadó katódszénbélés okozta erőhatásokkal terhelt fenéklemezes, peremmerevítésű katódszekrények erőjátékával foglalkoztam. Miután tisztázódott, hogy a keletkező erők nagyságára és azok eloszlására a katódszén fizikai tulajdonságain kívül a rugalmas megtámasztás is igen döntő jelentőségű, igyekeztem számításomban a szekrény valamenynyi rugalmas jellemzőjét figyelembevenni és az erőjátékot ezekkel összhangban meghatározni.

A megoldásban az exakt matematikai módszerek helyett a gyakorlati élet követelményeihez jobban alkalmazkodó közelítő módszert kerestem, amelynek pontossága azonban elméletileg tetszés szerint, gyakorlatilag pedig bármilyen megkívánt mértékig fokozható.

Az elvégzendő számítási munka nagysága a feladat bonyolultságával áll összhangban. Az elektronikus számológéppel megfelelő pontosságú számítások nem lennének hiába valók, mivel annak eredményei értékes adatokat szolgáltatnának a már meglevő katódszekrényekkel végzendő üzemi kísérletek értékeléséhez, valamint a kialakítandó új nagyteljesítményű katódszekrények megszerkesztéséhez.

A pontos számítások, valamint a kísérleti mérések alapján a későbbiekben kidolgozható lesz a gyakorlati méretezés számára könnyebben kezelhető közelítő számításmód is.

Végezetül megemlítem, hogy e tanulmányban nem foglalkoztam a hőmérséklet okozta igénybevételek és elmozdulásokkal. Ennek oka egyrészt az, hogy a hőmérséklet hatása a kezdeti növekedés után a hőegyensúly beálltával már nem változik jelentősen [5], másrészt a hőmérsékletváltozásnak a szilárdságra gyakorolt hatása egyszerű és közismert módon vehető figyelembe.

IRODALOM

[1] *Rapaport, M. B.—Okszjuzova, E. I.:* Bjulleteny Cvetnoj Metallurgii, 1957. 8. (85) 76—80.
[2] *Rapaport, M. B.:* Kohászati lapok 91 (13) 1958. 7. 322—326.
[3] *Szakál Pál:* Kohászati lapok 93. 1960. 8. 337—340.
[4] *Rapaport, M. B. —Szamojlenko, V. N.:* Cvetnüe Metallü 30. 1957. 2. 44—51.
[5] *Szamojlenko, V. N.:* Cvetnüe Metallü 1960. 6. 54—60.
[6] *Korányi:* Tartók Sztatikája II. Tankönyvkiadó, Budapest, 1955.

Műszaki eseménynaptár

Július 10. 105 éve (1856) született *Tesla, Nicola* szerb fizikus és elektrotechnikus (megh. 1943), a Tesla-féle áramok és az ugyancsak róla elnevezett transzformátor feltalálója.

Július 13. 40 éve (1921) halt meg *Lippmann, Gabriel* Nobel-díjas francia fizikus (szül. 1845), a színes fényképezés egyik úttörője.

Július 15. 115 éve (1846) adták át a forgalomnak az első hazai vasútvonalat Pest—Vác között.

Július 19. 200 éve (1761) született *Petrov, W. W.* orosz fizikus (megh. 1834), a flogisztonelmélet megtagadója, aki elsők között vizsgálta az elektromos áram fényjelenségeit.

Július 24. 170 éve (1791) halt meg *Born Ignác* magyar geológus (szül. 1742), az első hazai Bányászati Kongresszus (1786) megszervezője.

Július 31. 35 éve (1926) meg *Hauszmann Alajos* magyar műépítész (szül. 1847), műegyetemi tanár, a Magyar Tudományos Akadémia tagja, számos eklektikus stílusú középületünk alkotója.

Az összeállított eseménynaptár nem teljes. Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki könyvtárban (Bp. VIII. Múzeum u. 17.)
Tájékoztatást ad: Pap János. Tel.: 336—309.

Schleicher Aladár 80 éves

Néhány nappal ezelőtt július 12-én töltötte be *Schleicher Aladár* okl. kohómérnök, a műszaki tudományok doktora 80. életévét.

Salgótarjánban a bányász-kohász városkában született. Így természetes, hogy a közeli Losoncon letett érettségi után 1899-ben — a kohászat iránt érzett vonzalmától vezérelve — beiratkozott Selmecbányán a Bányászati és Erdészeti Akadémia kohászati tagozatára. Itt ízig-vérig kohásszá lett. 1902-ben záradékolta indexét s ekkor lett tagja az akadémiát végzetteket szorosan összekapcsoló Bányászati és Kohászati Egyesületnek. Két évi gyakorlat után letette az államvizsgát, s ezzel 1904-ben kohómérnöki oklevelet nyert.

1904-től az akadémián tanársegédeskedett. 1906-ban pedig Budapestre költözött s a fémbeváltó hivatalban dolgozott. Eközben a tudományegyetem bölcsészettudományi karán 1910-ben megszerezte a vegyészeti doktorátust. 1910-től tanulmányai kiegészítése céljából a charlottenburgi műszaki egyetemen dolgozott. 1912-ben már újra a budapesti fémbeváltó hivatalban találjuk, honnan 1915-ben honvédtisztként Bécsbe rendelik, s mint katona a bécsi tüzérségi arzenálban az általa berendezett anyagvizsgáló és metallográfiai laboratoriumnak állt az élén. A háború befejezése után, bár több osztrák és német vállalat meghívta, mégis azonnal régi szolgálati helyén jelentkezik s 1918 végétől kezdve a budapesti fémbeváltó hivatal jól felszerelt laboratoriumát vezeti.

Húsz évi állami szolgálat után megvált a fémbeváltó hivataltól és 1922-től kezdve tanácsadó magánmérnöki gyakorlatot folytatott. 1919-ben a budapesti műszaki egyetemen a metallográfia magántanárává képesítették. A soproni Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Főiskola 1923-ban egyhangú tanácshatározattal meghívta Sopronba a fémtechnológiai tanszék tanárává, amit Budapesthez kötöttsége miatt nem fogadott el. 1923—1928-ig mint meghívott előadó ellátta a tanszék teendőit és 1934-ig ott vizsgáztatott. 1932-ben a budapesti műszaki egyetemen nyilv. rendk. tanári címet kapott.

A második világháború folyamán, majd a felszabadulás után az iparügyi minisztériumban szakértősködött. 1946—1950-ig a budapesti műegyetem vegyészmérnöki karán kötelező tárgyként előadta a metallográfiát, 1951 óta a hazai szabványosításban is tevékeny részt vállalt a a legutóbbi időkig, mint a fémek szakértő bizottságának elnöke.

A Magyar Tudományos Akadémia 1952-ben a műszaki tudományok doktorává nyilvánította. 1954-ben a miskolci nehézipari műszaki egyetem kohómérnöki aranydiplomát, 1960-ban a budapesti tudományegyetem vegyészdoktori aranydiplomát állított ki a részére.

Ilyen eredményekben és sikerekben gazdag élet mögött hatalmas alkotómunka s hosszú irodalmi tevékenység áll ; tudásának továbbadása, a műszaki irodalom gazdagítása mindig szívügye volt. Már 1908-ban megjelent az első dolgozata a Bányászati és Kohászati Lapokban, 49 közleményéből és munkáiból mindössze 8 jelent meg az egyesület lapjaiban. Nevével és munkáival azonban találkozunk a Magyar Chemiai Folyóiratban, a Vegyészeti Lapokban, a Természettudományi Közlönyben, a Magyar Mérnök és Építész Egylet Közl.-ben, az Acta Technikában, a Magy. Tud. Akad. Műsz. Tud. Oszt. Közl.-iben. De találkozunk nevével a külföldi szaklapokban is, így Internacionale Zeitschrift für Metallographie, Zeitschrift für Elektrochemie, Zeitschrift für Metallkunde, Stahl u. Eisen, Revue de Metallurgieban. Legjelentősebb munkája „A metallográfia alapfogalmai" című könyve, mely 1917-ben a Bányászati és Kohászati Egyesület kiadásában jelent meg. Bár *Barlai Béla* könyve időrendben megelőzte, de két szempontból mégis úttörő munka volt. Egyrészt felöleli a metallográfia egész területét, másrészt olymódon ismerteti a metallográfiai vizsgálat módszereit, a gyakorlatban fontos ötvözetek szerkezetét és tulajdonságait, hogy annak alapján a kezdő is elindulhat.

Kísérleti eredményei a kadmium-ón, a réz-kadmium-antimon, a réz-higany, az arany-arzén, és a vas-antimon, vas-nikkel ötvözetrendszer tisztázását segítették elő. Később az ötvözött acélok hibáival, a bronz kovácsolásával, sajtolásával, a vas tartalmú sárgarézzel, az oxigénvágással, a fémek hegesztésével foglalkozott.

Irodalmi munkássága sohasem szünetelt. 1951 óta a Magy. Tud. Akad. műsz. osztályának kiadásában megjelenő osztály közlemények és az Acta Technica belső szerkesztője, a Vaskohászati Enciklopédia szerkesztője. Utóbbi másfél évtizedben jelentős a kohásztörténeti kutató munkássága.

Még hosszan lehetne ismertetni *Schleicher Aladár* eredményekben gazdag, közel hat évtizedes munkásságát, a ma is fáradhatatlanul dolgozó kohómérnök szakmaszeretetét.

80. életévének betöltése alkalmával, mi fiatalabb kohászok azt kívánjuk, hogy mint példaképünk még hosszú ideig folytassa töretlen alkotókedvvel, fáradhatatlan energiával munkáját és szolgálja a mindannyiunk életcélját képező hazai kohászat további fejlődését.

Jó szerencsét

Árkos Frigyes

Belső anyagelmozdulások képlékeny alakváltozás során

PÁLVÖLGYI ÁRPÁD okl. kohómérnök

DK : 539.214:621:77

A képlékeny alakváltozás alatt álló test feszültségi viszonyai igen bonyolultak. Ismeretes, hogy az ipari alakítóműveletek alatt inhomogén feszültségi tér keletkezik és a külső terhelés a feszültségek egyenlőtlenségének növekedésével lényegesen növekszik. A terhelőerő számítása azért rendkívül bonyolult, mert a feszültségek inhomogenitása a szerszám és darab geometriájától, a test fizikai állapotától és az érintkezési felületen fellépő súrlódástól függ. A geometriai alak és a tényleges súrlódás matematikai kifejezése egyszerű, az anyag fizikai állapotának megfogalmazása azonban nehézségekbe ütközik. A problémát az okozza, hogy a szilárdság az alakítás körülményeitől függ. A folyáshatárnak, illetve az alakítási ellenállásnak növekedése valamelyik képlékenységi feltételből levezethető. Így megállapítható, hogy az alakváltozás megindulása nem a terhelőerő, hanem a feszültségi állapot függvénye. Más szavakkal: az alakításhoz szükséges (első) főfeszültség a testben ébredő másik két (a szerszám alakja, illetve a súrlódás által ébresztett) feszültség függvénye. Ismeretlen azonban az a hatás, amelyet a test képlékenysége a feszültségek elosztására gyakorol. Ismert feszültségi állapot mellett a képlékenységi feltétel segítségével az alakítási ellenállás számítható, csupán a feszültségi állapot leírására a szükséges adatok és kifejezések nem állanak rendelkezésre.

A képlékeny alakváltozást általában folytonos folyamatként szokták tárgyalni, figyelmen kívül hagyják az alakítás egyenlőtlenségeit. Azonban már a kristályok alakváltozása sem homogén és nem folytonos. A kritikus csúsztatófeszültség elérése után egységes anyagrészek mozdulnak el egymáshoz képest, a diszlokációk pedig időben bontják fel az alakváltozást. A diszlokáció — amely az anyag szerkezetének olyan jellemzője, mint maga a rácsgeometria — kereken ezredrészre csökkenti a rendezett állapot rácserőiből adódó kritikus csúsztatófeszültséget. Egyetlen kristály alakváltozása ily módon 100 g/mm² nagyságrendű csúsztatófeszültség hatására indul meg és a külső erőhatásnak többé-kevésbé megfelelő külső, viszont térben és időben tagolt belső deformáció megy végbe.

Polikristallin testben a kristályra vonatkozó kritikus feszültség elérése után észrevehető folyás nem következik be. Ezüstben pl. a mérhető maradó alakváltozás csak a kritikus csúsztatófeszültségnek kb. hatszorosán észlelhető.

Az egy kristályra vonatkozó kritikus feszültség eléréséig minden kristályban csak rugalmas torzulások lépnek fel. Ha a terhelés eléri a kritikus nagyságot, akkor a képlékeny deformáció azokban a kristályokban kezdődik meg, amelyeknek transzlációs elemei a terhelés irányához képest kedvező helyzetben vannak. Az összes maradó alakváltozás csekély, a terhelési görbe emelkedése alig tér el az előző szakasztól. A továbbiakban a kristályok többsége folyni kezd. Ez az alakítási tartomány az átlagos orientáció függvénye. A nyomógörbe ebben a szakaszban enyhébben emelkedik, leterheléskor kismértékű, de mérhető maradó alakváltozás mutatkozik. Ennek a szakasznak a végét folyási határként foghatjuk fel. A sokkristályos anyagok folyási határa tehát a kritikus csúsztatófeszültségen kívül az orientációtól is függ.

A folyási határ növekedése azonban nem mindenkor egyedüli következménye a kristályhelyzetek statisztikai eloszlásának. Csak igen nagy rácsszimmetria mellett lehetséges az, hogy az alakváltozás — több rendszer szerinti elcsúszással — adott geometriai határok között játszódhassék le. A gyakorlatban minden fémkristály csak akkor tud deformálódni, ha szomszédjait többé-kevésbé elmozdítja. Ha az elmozdulás akadályokba ütközik — kis kristályhatármenti képlékenység fennforgásakor — a szomszédos kristályok rácsában rugalmas feszültségek ébrednek. A folyás ilyenkor csak a kritikusnál jóval nagyobb feszültség mellett kezdődhet meg. A rugalmas feszültség annál nagyobb, minél kevesebb a transzlációs lehetőség és minél merevebbek a kristályhatárok. (A kristályhatárok alakváltozóképessége a képlékenység igen fontos része. Feltehetően a fémek tisztaságának és a hőmérsékletnek a szerepe döntő ebben.)

A kristályok kölcsönhatásához hasonló a *szerszám alakjának hatása*. A súrlódás, és a szerszám alakja a testben igen nagy belső (rugalmas) feszültségeket ébreszt. Ezek a feszültségek növelik — az előzőekhez hasonlóan — az alakítási ellenállást. A testben különböző feszültségszintek alakulnak ki. Az azonos feszültségű helyek *Schunck* szerint hiperbolikus kúpfelületek mentén helyezkednek el. Ezek a kúpok a test alaplapján nyugszanak. Az alakváltozás ott indulhat meg, ahol azt a terhelőerő, illetve annak eloszlása megszabja. Létrejönnek olyan rétegek, amelyekben az átlagosnál nagyobb a feszültség. Az alakváltozás ezekben előbb kezdődhet meg, viszont lecsökken annak a valószínűsége, hogy a kiemelt rétegben kedvező orientációjú kristály található. Mindkét tényező a rugalmas-képlékeny alakváltozás szakaszának széthúzódását idézi elő. A helyi alakváltozás jelentős lehet, mielőtt a test nagy része egyáltalán maradóan deformálódnék. Az alakítási ellenállást tehát egyrészt a helyi keményedés, másrészt a rugalmasan deformálódó részekben ébredő feszültségek növelik.

A sokkristályos fém alakváltozása — a kvázizotrópia ellenére, az egyetlen kristályhoz hasonlóan — nem folytonos. Amíg a kristályokban a rácszavarok feszültségbonyolító hatása, addig makroszkópos méretben a külső geometria (és képlékenység) által létrehozott, illetve megszabott erőtér bontja fel időben és térben az alakváltozást. Ezért olyan nehéz a klasszikus mechanika

eszközeivel — folytonos anyagot, kontinuúmot feltételezve — a képlékeny deformáció leírása.

Az előző szempontok segítségével értelmezni lehet néhány jelenséget, amely képlékeny összenyomás során tapasztalható és amely a számításkor bizonytalanságot okoz.

Valamennyi vonatkozó képletben szerepel a *súrlódási tényező*, amelynek nagyságát felvesszük és ezzel számolunk. A súrlódási tényező azonban az alakváltozásra fizikailag nem pontosan meghatározott fogalom. Kétségtelenül összefüggésben áll az egymással érintkező anyagok és felületek minőségével. Hatása azonban nem csupán felületi, valószínűleg jelentősebb a hatás továbbterjedése a test belsejébe. A súrlódófeszültségek hatása a test mélyébe feltehetően nem elsősorban a tényleges felületi viszonyoktól, hanem a test állapotától függ. Az elméleti képletek szerzői hangsúlyozzák is, hogy eloszlását ugyan a tengely mentén egyenletesnek tételezik fel, ez azonban csak a matematikai kezelés egyszerűsítését célozza. Hogy ez a feltevés gyakran nem helytálló, igazolják azok az eltérések, amelyek a számított és mért feszültségek között tapasztalhatók. Az észlelt súrlódási tényező nem valódi és a súrlódásfeszültségek hatásának átlagát fejezi ki.

Ismeretes pl. hogy a vas és az alumínium között fellépő súrlódási tényező közönséges hőmérsékleten lényegesen kisebb, mint a vas és az ólom közötti (ha a felületi viszonyok egyébként azonosak.) A képlékeny összenyomás kezdő szakaszában ez a helyzet valóban fennáll. A magasság csökkenésével azonban az arány megváltozik. Az ólom és az acél között fellépő súrlódási tényező jelentősen csökken. A csökkenés kedvezőtlen kezdeti súrlódási viszonyok között nagyobb mértékű. Alumínium duzzasztásakor ez a jelenség nem tapasztalható. Ezért pl. 60% összes magasságcsökkenéskor az ólom duzzasztásakor már kisebb látszólagos súrlódás jelentkezik (különösen, ha nagy a kezdeti súrlódási tényező). A jelenség táblázatos összefoglalása a „Képlékeny alakváltozás jelenségeinek vizsgálata nyomópróbák segítségével" c. dolgozatban található (Kohászati Lapok 1961. évi 2. sz.).

A másik érdekes jelenség az észlelhető *folyáshatár* (feszültség- és alakváltozás) alakulása az alakítás körülményeinek függvényében. A folyáshatárként felfogható inflexiós ponthoz tartozó alakváltozás hidegalakításkor messzemenően független a súrlódási viszonyoktól, a feszültség nagysága azonban változik. A teljesen képlékeny állapot kezdeteként felfogható pontot pl. alumíniumra a vizsgált $\mu = 0{,}07—0{,}25$ súrlódási tényezők mellett nagy megközelítéssel 8% alakváltozás és 6—8 kg/mm² feszültség jellemzi. Ólom összenyomásakor folyáshatárként a helyi feszültségi csúcs fogható fel, amelyet acélok melegalakításakor *Hennecke* is észlelt. Ez feltehetően minden melegalakítás jellemzője. Ez a kritikus pont jelentősen változtatja helyét. Ha a kezdeti súródási tényező 0,1, akkor az átmérő kétszeresének megfelelő magasságú próbatesten 13%-os, ha a súrlódási tényező 0,25 akkor alacsony próbatesten kb. 23% magasságcsökkenéskor jelentkezik. A súrlódási viszonyok romlásával a csúcs fokozatosan elmosódik, inflexióba megy át, sőt ha alacsony próbatestet üregben (süllyesztékben) nyomnak össze, akkor a vizsgált tartományon belül (40%) már inflexió sem vehető észre. A csúcs, illetve inflexió valódi feszültsége 0,1—0,25 súrlódási tényező mellett 1,5 és 2,0 kg/mm² között változik. A feszültség növekedése tehát mindkét esetben azonos mértékű (kb. 33%).

A jelenségek értelmezésekor feltehetően a képlékenységet, illetve az alakváltozás eloszlását kell figyelembe venni. Alakítás közben a súrlódási tényező csökkenése minden bizonnyal nem a tényleges súrlódás változásából származik. Ha így lenne, feltétlenül hidegalakításkor kellene elsősorban jelentkeznie, amikor az anyag fizikai tulajdonságai megváltoznak. Elfogadhatóbbnak látszik az a magyarázat, hogy a képlékenyebb ólomban a kristályhatárok képlékenysége folytán a szomszédos részecskék kölcsönhatása nagyobb. A lehetséges nagyobbmértékű relatív elmozdulások következtében az oldalirányú feszültségek a részecskék elfordulásával egyre kevésbé hatnak a darab belseje felé.

A tisztán képlékeny állapot bekövetkezésének jellemzői valószínűen a képlékenység mértékével függenek össze, kisebb képlékenységen a folyás megindulását lényegében a *kezdeti* orientációeloszlás szabja meg. A kisebb kristályhatármenti képlékenység következtében a még nem képlékeny állapotban levő kristályok kevéssé fordulnak el eredeti helyzetükből. Nagyobb képlékenységnél a deformálódó — és ezzel szükségképpen elforduló — részecskék nagyobb mértékben el tudják forgatni eredeti helyzetükből szomszédaikat, ezzel siettetve vagy késleltetve azok maradó alakváltozásának megindulását, széthúzva a rugalmas-képlékeny tartományt. A súrlódási viszonyok változására tehát alakváltozás szempontjából feltétlenül a képlékenyebb anyag az érzékenyebb, mivel nagyobb a lehetősége annak, hogy a helyi feszültségeket helyi alakváltozással kövesse.

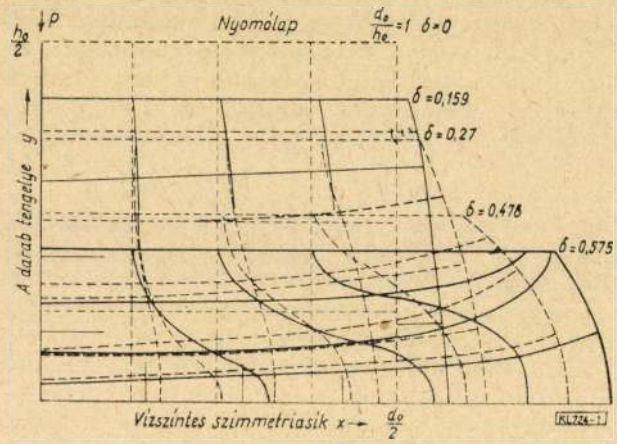
Rugalmas-képlékeny állapotban mind az alumínium, mind az ólom *feszültségnek* (folyáshatár) növekedése közel azonos mértékű, sőt pl. a kifejezetten nehezen alakítható magnéziumra is hasonló a helyzet. Az előzőkkel azonos feltételek mellett az inflexió 17—18 kg/mm²-ről kb. 24 kg/mm²-re növekszik.

Képlékeny állapotban a nagy képlékenységű ólom alakítási ellenállásának relatív csökkenése nem a súrlódási tényező csökkenésének, hanem a súrlódófeszültségek kisebb mértékű mélyrehatásának következménye. A feszültségek mélyrehatása feltehetően a relatív belső elmozdulásokkal van összefüggésben.

Az előző feltételezések igazolására vizsgáljuk meg a belső alakváltozás jellegét néhány *kísérlet* tapasztalatai alapján.

Ha sikerül megvalósítani a *súrlódástól mentes* összenyomást, akkor homogén, egytengelyű feszültségi mező keletkezik és a belső alakváltozás is homogén. Minden makroszkópos méretű térfogatelem egymással és a test külső deformáció-

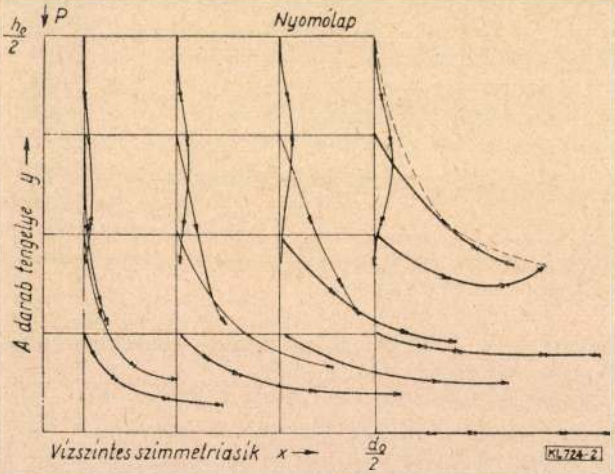
jával azonos mértékben változtatja meg alakját. Az eredetileg derékszögű négyszögkeresztmetszetű test keresztmetszete derékszögű négyszög, minden síkja sík marad. Ezért nevezik a homogén alakváltozást parallelepipedikusnak. A test minden pontja más pályát ír le: a függőleges elmozdulási komponens a vízszintes szimmetriasíktól viszont, a vízszintes komponens a tengelytől mért távolsággal arányos (ha a koordinátarendszer középpontját a test geometriai középpontjába helyezzük).



1. ábra Az alakváltozás egyenlőtlensége ólomnak durva nyomólapok között végbemenő összenyomódásakor (ha $h_0 = d_0$)

Mérhető surlódás mellett végzett összenyomáskor az alakváltozás tere az előbbitől lényegesen eltérő. Előző fejtegetésünk szempontjából elsősorban a rossz súrlódási viszonyok mellett összenyomott ólompróbatest alakváltozása jelentős. Az *1. ábra* durvított nyomólapok között, do/ho = 1 magasság-átmérő viszonyú próbatest *belső alakváltozását* mutatja 0—57,5% külső alakítás során.

Az ábrán vékony szaggatott vonallal jelzett háló már kis alakváltozás folyamán eltorzul. Néhány százaléknyi magasságcsökkenés során már észrevehető a vízszintes és függőleges síkok metszeteinek parabola jellege. Az ábrából látható, hogy 15% körüli alakváltozáskor még mindkét vonalrendszer parabola jellegű. Az alakítás előrehaladásával 20% körül, a függőleges metszeteken inflexió kialakulása vehető észre. Nagyobb alakváltozás folyamán a metszetek mind kifejezettebben (két) inflexióval rendelkező görbékké válnak, amelyek érintői a nyomólapok mentén és a vízszintes szimmetriasíkban a terhelés irányával párhuzamos egyenesek. A függőleges metszetek tehát a kezdeti egyenesből előbb parabola, majd hullámgörbe jelleget öltenek, a vízszintes metszetek parabola jellege a továbbiakban is megmarad. Az inflexió jelentkezése a folyási határ (kb. 18%) elérése után kezdődik.



2. ábra. Belső anyagvándorlás ólomnak durva nyomólapok között végbemenő összanyomódásakor (ha $h_0 = d_0$)

Az alakváltozás egyenlőtlensége az ábrából jól látható. A legnagyobb és legkisebb helyi alakváltozás a függőleges tengely mentén található. A deformáció mértéke a nyomólap mentén közép felé csökken, a vízszintes szimmetriasíkban növekszik, a tengely mentén a próbatest középpontja felé nő, az alkotók mentén csökken. A keresztmetszetben nincs olyan mérhető térfogatelem, amely ne venne részt az alakváltozásban. A legnagyobb és legkisebb helyi alakváltozás (extrapolálva) megközelítőleg

16% külső alakváltozáskor 27%, ill. 6%,
27% külső alakváltozáskor 50%, ill. 10%,
48% külső alakváltozáskor 86%, ill. 16%.

Az alakváltozás inhomogenitása — amely a legnagyobb és legkisebb helyi deformáció viszonyával (i) fejezhető ki — az összes alakítás mértékével növekszik. Megközelítőleg

$\delta = 16\%$, akkor $i = 4{,}5$,
$\delta = 27\%$, akkor $i = 5{,}0$,
$\delta = 48\%$, akkor $i = 5{,}5$.

A részecskék elmozdulását, a *belső anyagvándorlást*, a *2. ábra* mutatja. Látható, hogy mind a tengelymenti pontok, mind a nyomólap környezete közel függőleges pályán mozog. Ez utóbbit a súrlódásnak a radiális elmozdulást gátló hatása magyarázza. A próbatest középső rétegeinek részecskéi amikor a szimmetriasíkhoz közelednek — a homogén alakváltozáshoz hasonlóan —, mind határozottabban egyenes mentén haladnak. A keresztmetszet többi pontja a szimmetriasíkhoz aszimptotikusan közelítő hiperbolikus pályát ír le. A mozgás tengelyirányú komponense a véglap középpontja felé, a vízszintes összetevő a szimmetriasík és a palást metszésvonala felé növekszik.

Az abszolút értelmű anyagvándorlás azonban nem jellemzi az alakváltozás egyenlőtlenségét. Az elmozdulások mértéke homogén alakváltozáskor is a pont koordinátáinak függvénye, a feszültségek inhomogenitása csak növeli az elmozdulással összefüggő eltéréseket. A súrlódás követlenül a nyomólap menti részek radiális út-komponenseit csökkenti. Ezzel azonban megváltoznak a radiális komponensek a keresztmetszet többi részén, valamint az axiális komponensek az egész keresztmetszetben. A 2. ábra elmozdulási vektoraiból levonva a homogén deformáció út-vektorait, a *relatív elmozdulások* ábráját kapjuk *(3. ábra)*, ez az előző meggondolások alapján a súrlódások hatását fejezi ki. A nyilak a homogén alak-

változástól való eltérés irányát és mértékét mutatják, 15-, 30- és 50%-os alakváltozáskor.

Az ábrából látható, hogy a súrlódás hatása az egész keresztmetszetre kiterjed és az alakítás előrehaladásával növekszik.

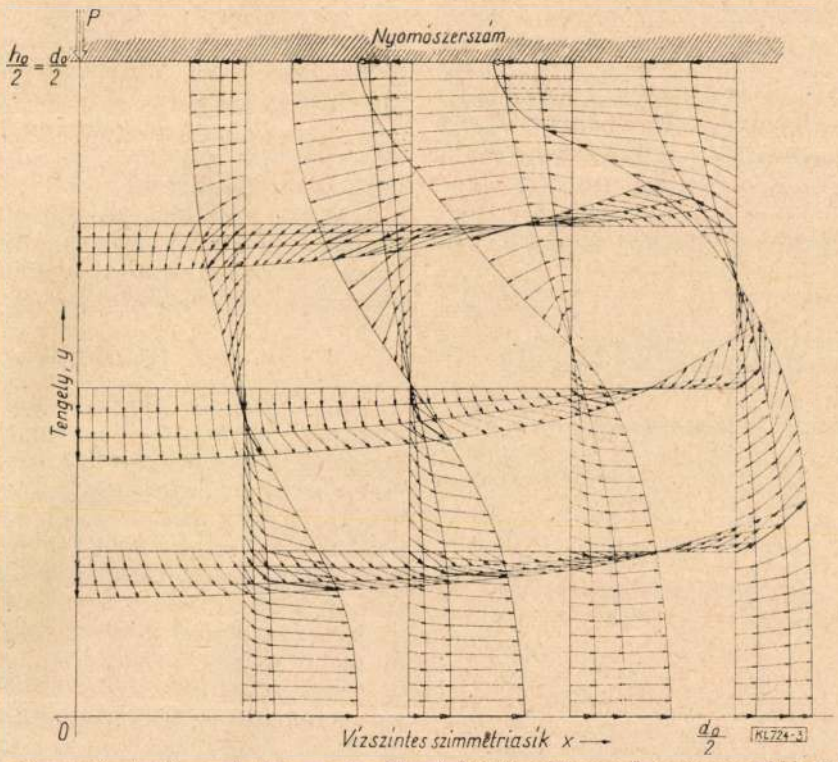
A tengely mentén a súrlódás a legnagyobb eltérést a szimmetriasík és a véglap között, jelen esetben a magasság negyedénél okozza. A vízszintes *szimmetriasíkban* a relatív elmozdulás a középpontból kiindulva eleinte gyorsan növekszik, majd a kerület felé csökken, a maximum az átmérő negyedénél található. A *nyomólap* mentén a középponttól távolodva inflexiós görbe szerint nő a szabad terjeszkedéstől való eltérés. A 2. ábrán látható, hogy a hálózati vonalak metszéspontjai először kevéssé elmozdulnak, majd visszatérnek eredeti helyzetükbe. Az *alkotó* mentén az előzőkkel szemben a relatív elmozdulás iránya is változik.

A függőleges hálózati síkok mentén a relatív elmozdulások érdekes törvényszerűsége figyelhető meg. Minden metszeten található egy inflexiós pont, amelyen a homogén deformációtól való eltérések irányt váltanak. Ezek a pontok az egész deformáció folyamán azonosak maradnak. A kitüntetett pontokat összekötve folyamatos görbe keletkezik. A vonaltól a nyomólap felé eső pontok relatív elmozdulásának iránya a tengely felé, a görbe alatti pontoké a kerület felé mutat.

Hasonló törvényszerűség észlelhető a vízszintes metszeteken is. A metszetek ugyan parabola jellegűek maradnak, a relatív elmozdulások azonban hasonlóképpen mindig ugyanazon pontok mellett váltanak irányt. A pontokat összekötve azon folyást választó görbe nyerhető, amely a nyomólap felé irányuló és az attól távolódó anyagvándorlást határolja.

A folyást választók mentén relatív elmozdulás nincs, azoktól távolodva a relatív elmozdulás mindkét irányban növekszik. A legnagyobb relatív elmozdulás a nyomólap és a palást metszéspontjában lép fel. Ennek mértéke 15% alakváltozáson 0,033 d_0, 30%-on 0,073 d_0, 50%-on 0,145 d_0.

A 3. ábrából kivehető, hogy az alakváltozási tér súrlódásokozta torzulásai rotációs jellegűek.



3. ábra. Relatív elmozdulások ólomnak durva nyomólapok között végbemenő összenyomódásakor (ha $h_0 = d_0$)

Az ábra minden pontja egy csuklópont körül igyekszik elfordulni. A jelenséget csak a nyomólap mentén ébredő radiális nyomó-, a test középső rétegeiben ébredő húzófeszültségek okozhatják. A vízszintes metszetek mentén hasonló jelenség tapasztalható a palást mentén jelentős anyagrészek áramlanak a nyomólappal szemben.

A jelenség külsőleg a palástnak a nyomólapra való lehajlásában nyilvánul meg.

Jobb súrlódási viszonyok mellett a metszetek torzulása más törvényszerűség szerint játszódik le. Az egyenestől való eltérés lényegesen később kezdődik. A szerszámmal érintkező pontok is jelentősen elmozdulnak. A továbbiakban a metszetek ugyan meghajlanak, de a nyomólapok menti részek kevésbé maradnak el a középső rétegektől. Inflexió keletkezése nem észlelhető. Az alaplap növekedése az előzővel szemben elsősorban az eredeti átmérő kiterjedéséből és csak másodsorban származik a palást lehajlásából.

Alumínium hidegalakításakor az előzőkhöz hasonló, pontosan regisztrálható anyagvándorlást, a próbatestek kis méretei miatt nem sikerült rögzíteni. A hálózati metszeteken azonban felis-

merhető volt, hogy azok *merevebbek*, azonos körülmények között kisebb a hajlásúk, mint az ólomé. A súrlódás hatása lényegesen egyenletesebben terjed az érintkezési felülettől a próbatest belseje felé. Az ólomhoz hasonló kifejezett inflexiót nem sikerült megfigyelni, az alaplap átmérője az összenyomás következtében mindig növekedett.

A belső alakváltozás sokkal alaposabb vizsgálatára lenne szükség ahhoz, hogy kellő biztonsággal párhuzamot lehessen vonni az alakváltozás jellege és az alakítási ellenállás között. Szembetünő azonban az a jelenség, hogy éppen a nagymértékű alakváltozási inhomogenitással párhuzamosan jelentkezik az alakítási ellenállás relatív csökkenése. Kisebb mértékű inhomogenitás fennállásakor — amely a hálózati síkok inflexió nélküli torzulásával jellemezhető — a mért értékek a számítottal jól egyeznek (hidegalakításkor nagy alakváltozáskor, ólomnak összenyomásakor az alakítás kezdetén). Összehasonlításul szolgáljon az *1. táblázat*.

1. táblázat

A mért és számított alakítási ellenállás viszonya az összenyomás körülményeinek függvényében

Fém	Súrlódási tényező	Magasság d_o / h_o	A számított és mért alakítási ellenállás viszonya
Alumínium	0,1	½	1,01
		1	1,0
		2	0,96
	0,26	½	1,01
		1	0,96
		2	1,02
Ólom	0,1	½	1,0
		1	1,05
		2	1,13
	0,25	½	1,08
		1	1,16
		2	1,62

A táblázatból látható, hogy jó súrlódási viszonyok mellett a számított és mért alakítási ellenállás viszonyának egyezése jó, sőt az alumínium kedvezőtlen súrlódása mellett is. Az ólomé a súrlódási viszonyok romlásával és az alakváltozás előrehaladásával lényeges eltérést mutat.

A jelenség okát csak a súrlódásból eredő feszültségek mélybehatásával lehet magyarázni. Az alakváltozás növekvő inhomogenitásából ólomnál arra lehet következtetni, hogy a plasztikusabb anyag kevésbé adja át a feszültségeket a test belsejében levő részecskék felé: az anyag a második főfeszültséget helyi alakváltozással jobban követni tudja.

Az előzőekből kvalitatíve arra lehet következtetni, hogy a képlékenységnek igen nagy a hatása a feszültségi tér alakulására, ezen keresztül az alakítási ellenállásra. A jelenség csupán a súrlódási tényező módosításával nem írható le, mivel az az alakítás folyamán változhat. A súrlódási tényező állandóságának feltételeül megközelítőleg a hálózati vonalak inflexiónélküli (parabolikus) hajlása fogható fel. Inflexió jelentkezése a látszólagos súrlódási tényező, helyesebben az alakítási ellenállás csökkenésével jár együtt.

Összefoglalás

A képlékeny alakváltozás időben és térben szakaszos folyamat. A kristályokon belül a rácszavarok, sokkristályos testben pedig az orientáció, a kristályok kölcsönhatása és a szerszám hatása tagolja a deformációt. A két utóbbi hatás nagymértékben függ az anyag képlékenységétől. Melegalakításkor észlelhető az alakítási ellenállás (relatív) csökkenése. Ez magyarázható elméleti megfontolások alapján a kristályok kölcsönhatásával, amely a súrlódó feszültségek mélyrehatását csökkenti. Kísérleti úton feltételezhetően azonosítható az alakváltozás inhomogenitásának növekedése (inflexió keletkezése a hálózati metszeteken), valamint az alakítási ellenállás relatív csökkenése.

A kísérletek tapasztalatai szerint dr Geleji képlete nagy pontossággal érvényes mindazon esetekben, ahol a hálózati metszetek parabola jellegűek.

A dolgozatban idézett adatok és ábrák a téma vizsgálata céljából végzett eredeti kísérletek eredményei.

Műszaki és gazdasági hírek

Nagyvárad közelében a bauxittelepekre támaszkodva egy 120 000 tonnás *timföldgyár* építkezését kezdték el.

Ne-Metalle, 1961. márc. 20.

*

Bulgáriában évi 8 millió t rézércet termelő és dúsító *rézmű* épül. Az üzem 1965-ben kerül üzembe.

Ne-Metalle, 1961. márc. 20.

*

Japán fejlődő vasiparához *ércvásárlással* biztosítja az alapanyagot. Így Portugál-indiai ércet Goából, Mormugao kikötőből, Mauritaniából, francia gyarmatból és Újzélandból.

Met. Bull. 1961. márc. 24.

*

Jugoszláviában Titovo Užicei-rézhengermű termelését üzembővítéssel évi 3500 t-ra növelik. Az üzem *vörös* és *sárgaréz lemezeket, fóliákat, csöveket, rudakat* gyárt.

Ne-Metalle, 1961. márc. 28.

*

Linzben március végén üzemhelyezték az 5. *nagyolvasztót*. A nagyolvasztó napi 1500 t nyersvasat fog termelni. Évi termelése a VOEST-nek ezzel meghaladja az 1,6 millió t-t.

Intern. Wirtschaft, 1961. ápr. 7.

*

Japán *folyékonyacél* termelése 1960-ban 22 160 millió t volt, 33%-kal nagyobb az 1959. évinél. Az 1961. évi termelést 26,5 millió t-ra becsülik.

Industriekurir, 1961. ápr. 11.

A folyamatosan öntött acél kristályosodásának jelenségei

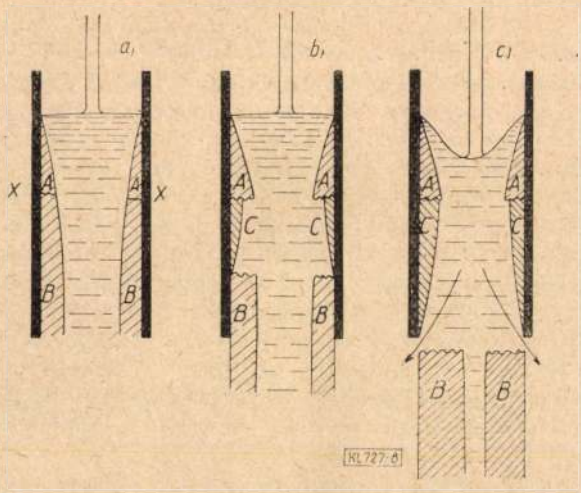
Dr. VERŐ JÓZSEF egyetemi tanár

(Folytatás)

DK: 548.7 : 669.14—146.4

Az öntés folyamatosságát zavaró jelenségek

Az öntőüstben és az elosztó — nyomásszabályozó tölcsérben lehetséges duguláson kívül súlyos zavart okoz az öntés folyamatosságában a tócsában foglalt olvadék kitörése és elfolyása; az öntést ilyenkor félbe kell szakítani, és ha nincsen indulásra előkészített másik öntőberendezés, az üstben maradt acélt legfeljebb készen álló kokillába lehet még öntenünk.



8. ábra. A kéreg szakadásának lefolyása álló kokillában [7]

A tócsában foglalt olvadék kifolyását háromféle ok idézheti elő:

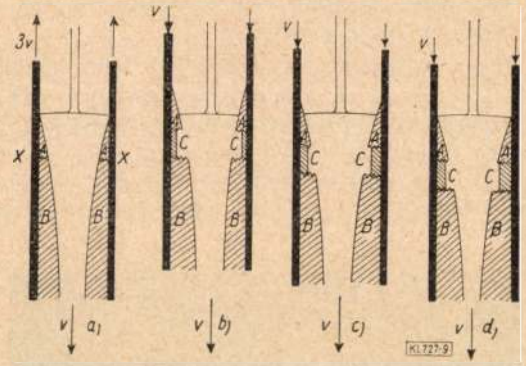
- a tuskót olyan szinten vágjuk el, ahol a kristályosodása még nem fejeződött be,
- a kokillában felszakad az ott még vékony és nem eléggé teherbíró kéreg,
- a túlságosan gyors öntés következtében a tuskó kérge a sugaras övben megreped.

Az elsőként említett ok ártalmatlanná tétele céljából a tócsa mélységét kell lehetőleg megbízhatóan ismernünk vagy a teljes keresztmetszet kristályosodásának időszükségletét.

A tuskó kérgének a kokillában bekövetkező szakadását és az utána következő folyamatot a *8. ábra* szemlélteti. A kokillában közvetlenül a folyékony acél tükre, pontosabban a kristályosodás kezdetének szintje alatt a kéreg még vékony, a hőmérséklete pedig alig kisebb a szolidusznál, ezért a szilárdsága is kicsiny. A tuskót és vele együtt a kéregnek legfelső, vékony, kicsiny szilárdságú és így nagyon kevéssé teherbíró részét is, a süllyesztőhengerek lefelé húzzák. A tuskó, tehát a kéreg is, főleg a felső részén még tapad, súrlódik a kokillán. Ebből ered az a húzóigénybevétel, amely a kérget valahol az acél tükre közelében, például az *XX* síkban elszakítja. Az öntés folytatása közben a kéreg felső, *AA* része a helyén marad, és lassan vastagszik, a leszakadt alsó *BB* rész pedig a tuskóval együtt lefelé csúszik. Mozgása közben a kéreg két része között hézag keletkezik, amelybe természetesen folyékony acél nyomul. Ez a folyékony acél a kokilla hűtőhatása következtében kristályosodni kezd, vagyis a kéreg *AA* részével összefüggő új *CC* kéreg kezd képződni. Ez a *CC* kéreg lefelé vékonyodik, mert hiszen annál rövidebb idő alatt végbemenő kristályosodás eredményének tekintendő, minél mélyebb szintről van szó (8. ábra *b*). Amikor a lefelé vonulása közben szintén megvastagodott *BB* alsó rész a kokillából kicsúszik, a frissen képződött *CC* kéregrésznek legvékonyabb része volna kénytelen az olvadék ferrosztatikai nyomását viselni. Ehhez azonban nem elég teherbíró, ezért a tócsa tartalma elfolyik (8. ábra, *c*).

A kéreg szakadásának és következményeinek elhárítása céljából a Junghans-féle mozgó kokilla és a súrlódás csökkentése céljából kenőszernek a tuskó és a kokilla érintkező felülete közé juttatása vált be a legjobban.

A könnyűfémiparban már vagy 25 éve használatos Junghans-rendszerű kokilla öntés közben mintegy 25 mm-nyi úton a tuskóval együtt lefelé süllyed, aztán háromszor nagyobb sebességgel kiinduló helyzetébe megy vissza. Lefelé süllyedése közben a tuskó a kokillához képest nem mozog, tehát súrlódásból származó igénybevétel sem hat a kéregre. A kéreg nyilván csak a kokilla felfelé mozgása közben szakadhat, amint azt a *9. ábra a* vázlata az *XX* vízszintes síkban jelzi.



9. ábra. A kéreg szakadásának lefolyása Junghans-rendszerű, fel-le mozgó kokillában [7]

A szakadás helyén támadt résbe folyékonyacél hatol, (*b* vázlat) és a kokilla fala mellett kristályosodni kezd. Amikor a kokilla a legfelső helyzetét elérte és újból süllyedni kezd, a kéregnek egymástól elszakadt *AA* és *BB* része, valamint a szakadás helyén újonnan képződő *CC* kéreg is együtt süllyed vele; eközben a szakadás helyén támadt résben az új *CC* kéregrész vastagszik, egyben a vastagsága egyenletes, nincsen vékony része, mint a 8. ábrán. Mire a kokilla ismét a legmélyebb helyzetébe kerül, a *CC* új kéregrész elég vastag és erős lehet, hogy az *AA* és *BB* kéregrészt összekösse és együttes mozgását biztosítsa. De akkor sem történik baj, ha a következő felfelé mozgáskor az *AA* és *CC* kéregrész újra szétszakad egy-

[1] A 6. számban közölt dolgozat folytatása.

mástól. A kokilla olyan hosszú, hogy a fel-le mozgása legalább 20—25-ször ismétlődik, mire a tuskó a kokilla hosszának megfelelő utat lefelé meg teszi. A tuskóval együtt lefelé haladó *BB* kéregrész és a hozzákristályosodott friss *CC* kéregrész elég vastagra hízik, mire a kokillából lefelé kicsúszik ; az a lényeges, hogy a szakadás helyén képződő új kéregnek nincsen vékony része, ahol a folyékony acél kitörhet. A tócsában foglalt olvadék elfolyása csak akkor következhetik be, ha a kokillának ismétlődő felfelé mozgása közben mindig a *BB* kéregrész szakad el a *CC* résztől ; ennek 20—25-ször kellene megismétlődnie, hogy a kokilla alsó végéhez kevéssé ellenálló, vékony kéregrész érkezzék. Ennek kevés a valószínűsége, amit az is bizonyít, hogy Junghans-rendszerű kokillában a kéreg szakadásából származó elfolyás tízszer-hússzor ritkábban következik be, mint nyugalomban levő kokillában.

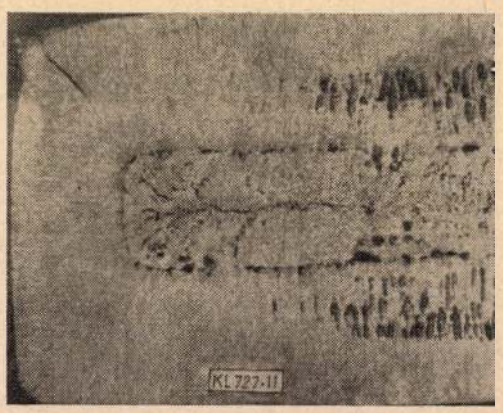
A kéregben húzóigénybevételt okozó súrlódás nagyságát *Savage J.* és *Pritchard, W. H.* 75 mm átmérőjű, 330 mm hosszú kokillában mérték. A kokillát négy, egyforma erős rugóra szerelték, hogy azok összenyomódásából a kokillára ható erő nagyságát megállapítsák. A kokillának a tuskóval érintkező, kívül vízzel hűtött fala 3 mm vastag sárgarézlemezből készült, polírozott, finoman csiszolt, krómozott és ólmozott felülettel. A legkisebb súrlódó erőt, 10—12 kg-ot a polírozott kokillában mérték. A csiszolt, krómozott vagy ólmozott felületű kokillában erősen ingadozó nagyságú, 130—150 kg-ot is elérő legnagyobb súrlódást tapasztaltak. A polírozott felületű kokilla volna nyilván a legjobb, ennek felülete azonban használat közben elég gyorsan romlik, ami a súrlódás növekedésével jár.

Ilyen körülmények között nem meglepő, hogy a súrlódás csökkentésére általános szokássá lett valami alkalmas kenőszer használata. Bár a folyékony acél hőmérsékletén minden kenőszer elégne, a vízzel hűtött és legfeljebb 200—250 fokra melegedő kokillafalon fenn lehet tartani a súrlódást csökkentő kenőszer filmet. Ez főleg a kristályosodás kezdetének helyén, a legvékonyabb kéreg külső felületén kívánatos. A kenőszert elegendő a kokilla falára csurgatni, például a kokilla felső peremén körbefutó csőnek egymástól mintegy 2 cm-nyire levő 0,8—1,0 mm átmérőjű furatából. A kokilla kerületének 1 cm-ére számítva percenként 0,1 cm^3 olaj elegendő, hogy a súrlódást a kísérleti kokillában 10 kg körüli, tehát a frissen polírozott kokillában mért értéken tartsa. Kenőszernek ásványolaj is jó, ez azonban az olvadt acéllal és levegővel érintkezve sűrű füstöt fejleszt, ami az acél tükrének megfigyelését a kokillában zavarja. A répamag-olaj (rapeseed oil) ugyanolyan jól ken és füst nélkül ég el.

A kéreg repedését és felszakadását, súlyosabb alakjában a tócsában foglalt olvadék kifolyását okozhatja, ha az öntés, a tuskó süllyedésének sebességét bizonyos határon túl fokozzuk. Az ilyen repedés létrejöttének körülményeit részletesebben még nem derítették fel. Inkább csak sejteni lehet, hogy a hűtés erélyességének hirtelen megváltozása, amikor a tuskó a kokilla elhagyása után a vízpermet hatása alá kerül, a túlságosan gyorsan öntött és emiatt még vékony kérgű tuskóban a zsugorodás révén hoz létre olyan igénybevételt, amelyet a kéreg anyaga nem bír el. A repedés mindig a tuskó sugaras részében keletkezik és interkrisztallin jellegű, a primérkristályok határát követi. A repedésnek kétféle változata lehetséges. A *10. ábra* szerinti repedés kevésbé veszélyes, mert a vastag finomszemű kérgen nem tör át. *A 11. ábra* szerinti, szögletbe futó repedés a két felületre merőleges, sugaras kristályok találkozásának síkjában majdnem mindig a felületig ér és ha elég szélesre nyílik, a tócsa tartalmának szivárgását, kifolyását okozhatja.

Ha öntés közben a tuskó süllyesztésének sebességét fokozatosan növeljük, akkor az eleinte teljesen ép tuskó sarkain először rövid, össze nem függő repedések jelennek meg. Az öntés gyorsításával a repedések egyre hosszabbakká, majd folytonossá válnak, a tuskó egész hosszában repedt. Még gyorsabb öntéskor a hosszú repedés fel is nyílik, a tuskó folyékony része kifolyhatik rajta.

10. ábra. Repedések folyamatosan öntött 200 × 200 mm-es, A 50.11 minőségű acéltuskó sugaras részében (LKM)



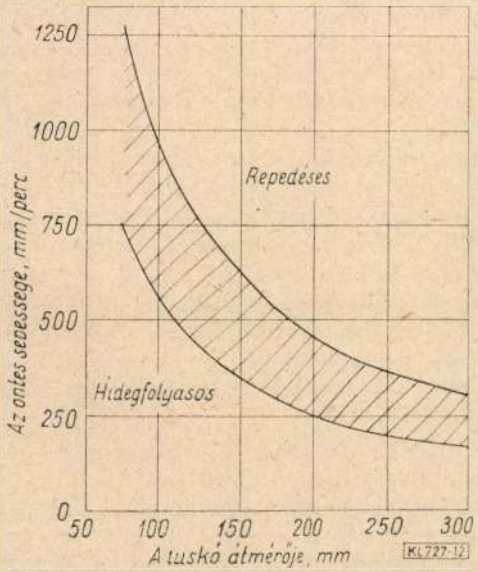
11. ábra. Sarokba tartó repedés nem megnyugtatott acélból öntött 165 × 600 mm-es tuskóban [2]

3. táblázat

Az öntés sebességének hatása a tuskó épségére [2]

A szelvény mérete mm × mm	Legkisebb öntési sebesség mm/min	Legnagyobb öntési sebesség mm/min	A tuskó állapota
610 × 165	660	760	Ép
610 × 165	660	840	Ép
535 × 140	860	1090	Repedt (960 mm/perc)
610 × 165	1040	1120	Végig repedt
610 × 165	580	685	Ép
610 × 165	640	710	Ép
610 × 165	710	810	Ép
610 × 165	660	940	Ép
610 × 165	760	860	Ép
610 × 165	610	990	Repedt (890 mm/perc)
610 × 165	830	890	Ép
610 × 165	910	1010	Repedt
610 × 165	630	1170	Repedt (890 mm/perc)
610 × 165	940	1090	Repedt
610 × 165	860	1140	Repedt
610 × 165	910	1220	Ép
610 × 165	760	1240	Repedt, kifolyt (119 mm/perc)
535 × 140	940	1200	Repedt
535 × 140	940	1270	Repedt
535 × 140	920	1340	Repedt, kifolyt
610 × 165	760	910	Ép
610 × 165	840	1060	Repedt (940 mm/perc)
610 × 165	960	1010	Repedt
535 × 140	1360	1500	Kifolyt

Az öntés sebességének következményét ebből a szempontból a *3. táblázatban* felsorolt adatokkal jellemezhetjük. Ugyanolyan megnyugtatott és nem, vagy félig megnyugtatott adagokról van szó, amelyeknek hűtésére vonatkozó adatait a 2. táblázatban már ismertettük. A kísérleteket úgy végezték, hogy öntés közben a tuskó süllyedésének sebességét a közölt határok között bizonyos időközben változtatták. Az utolsó rovatban megtaláljuk az öntésnek azt a sebességét, amely a tuskó megrepedését vagy a folyékony részének kitörését okozta.



12. ábra. Megnyugtatott acél hengeres tuskóvá öntésének helyes szebessége. (Bashforth, G. M.: The Manufacture of Iron and Steel. London, 1959. II. kötet, 354—355. o. nyomán)

A szóban forgó 150—165 mm vastag lapos tuskót a táblázat adatai szerint mintegy 900 mm/perc-nél nagyobb sebességgel nem ajánlatos önteni. A közölt eredmények abból a szempontból is érdekesek, hogy az acél dezoxidáltságának mértéke a repedés veszélyét felidéző sebesség nagyságára hatástalannak látszik. Más adatok szerint a nem megnyugtatott acélt jóval kisebb sebességgel célszerű önteni, mint a megnyugtatott acélt.

Annak oka, hogy a kelleténél gyorsabban öntött tuskó miért reped meg, mint már említettük, pontosan nem ismeretes. Ugy sejtik, hogy a gyorsan öntött tuskó kristályos kérge még túlságosan vékony, amikor a kokillából kicsúszik és a vízpermetnek sokkal erélyesebb hűtőhatása alá kerül. A vékony kéreg külső felületének gyorsabb lehűlése és az evvel járó nagyobb hőfokesés okozhatja azt a tangenciális húzófeszültséget, amely a repedést létrehozza.

Az öntés sebességre bizonyos hatásnál kisebb sem lehet, túlságosan lassan öntött tuskó felülete ugyanis, az álló kokillában öntött tuskóéhoz hasonlóan, egyenetlen, hidegfolyásos.

Az öntés sebességének célszerű alsó és felső határa a tuskó keresztmetszetének nagyságától és annak alakjától is függ. Az öntés sebességének nagyságát lényegében a hűtendő acél tömegének és a hozzátartozó hűtőfelület nagyságának viszonya szabályozza. Megnyugtatott acélból öntött hengeres tuskók öntésének helyes sebességét a *12. ábrában* tüntettük fel. Lapos tuskó öntésének sebessége mintegy 30%-kal nagyobb lehet, mint a vastagságával egyező átmérőjű hengeres tuskóé. Lapos tuskónak ui. aránylag nagyobb a hűtőfelülete, mint a hengeresé.

A folyamatosan öntött acéltuskó szerkezete

A folyamatosan öntött tuskó szerkezeti és szöveti részletei a fogyás és zsugorodás következményeként létrejövő anyaghibák, nevezetesen a dúsulások, a fogyási üreg és a zsugorodásból származó repedések tekintetében sokkal kevésbé vagyunk tájékozottak, mint a hagyományos módszerrel, álló kokillában öntött tuskókra vonatkozóan. Az előbbiekkel alig egy évtizede foglalkoznak, az utóbbiakat pedig sok évtizeden át ismételten és alaposan vizsgálták. Ezért célszerű, ha a folyamatosan öntött tuskó szerkezeti rész-

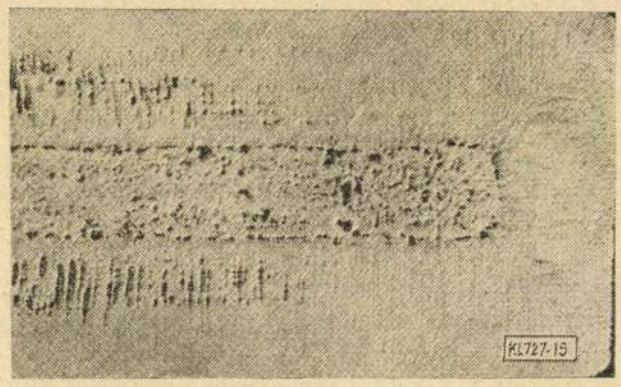
13. ábra. Álló öntöttvas kokillában és folyamatosan öntött acéltuskó szerkezetének összehasonlítása

leteinek ismertetésekor összehasonlítjuk az álló kokillában öntött tuskóval és a lehűlés, valamint a kristályosodás menetében megfigyelhető különbségből indulunk ki.

Az első jelentős különbség az, hogy a folyamatosan öntött tuskó jóval gyorsabban hűl, mint az álló kokillába öntött, ugyanolyan keresztmetszetű tuskó. Említettük például, hogy a tócsa mélységének megállapítása céljából végzett szovjet kísérletek során a 150 × 150 mm keresztmetszetű tuskó kristályosodásának időszükségletét 6 percben állapították meg. Ugyanilyen szelvényű tuskó álló kokillában öntve, 8—10 perc alatt kristályosodik. Ez a különbség nyilván abból ered, hogy az álló öntöttvas kokilla a tuskó anyagának kristályosodása közben jelentősen felmelegszik, a hűtőhatása tehát csökken. A folyamatos öntéskor a vízzel hűtött kokilla nem melegszik 200—250 foknál nagyobb hőmérsékletre, a keresztmetszet további részének kristályosodásakor pedig a vízpermet erős hűtőhatása érvényesül.

A hőelvonás iránya tekintetében a folyamatosan öntött és az álló kokillában öntött tuskó egyforma képet mutat, amint a folyamatosan, öntött tuskó tócsájának a hűtőfelülettel majdnem párhuzamos határoló felülete bizonyítja (2. ábra) a hő elvonása lényegében radiális irányban történik, ugyanúgy, mint az álló kokillában öntött tuskó anyagából.

Az erélyesebb sugár irányú hűtésnek két lényeges következménye van egyrészt vastagabb a finomszerű külső kéreg, másrészt a sugaras kristályok alkotta réteg is vastagabb. Vázlatosan ezt a különbséget a *13. ábra* szemlélteti, a *14.* és *15. ábrában* pedig megnyugtatott, valamint nem

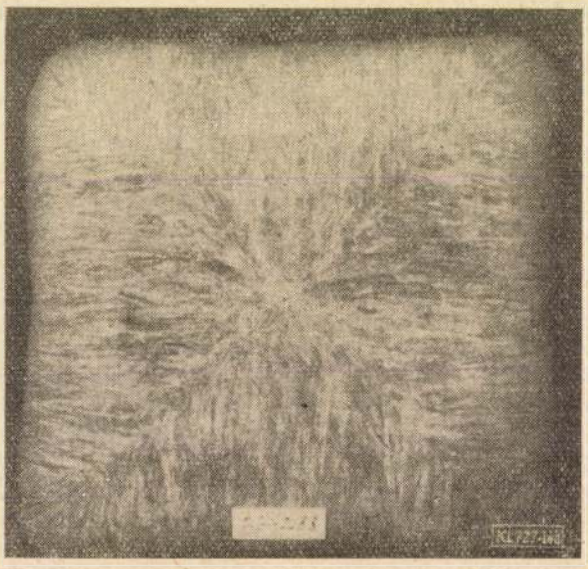


15. ábra. Nem megnyugtatott acélból öntött 165 × 610 mm-es tuskó keresztmetszete [2]

megnyugtatott acélból folyamatosan öntött tuskó keresztmetszetét mutatjuk be. Öntöttvas kokillában lehűlt tuskó finomszemű, globulitos kérge legfeljebb 2—3 mm, a folyamatosan öntött tuskóé négyszer-ötször ilyen vastag. A nem megnyugtatott acélból folyamatosan öntött tuskó tömör kérge is vastagabb, a gázhólyagkoszorú a keresztmetszetben beljebb szorul, mint az álló kokillában öntött tuskóban (15. ábra).

A sugár irányú erélyes hűtés a sugaras kristályosodást annyira fokozza, hogy a mintegy 200 mm-nél kisebb vastagságú vagy átmérőjű tuskó rendszerint a szelvény közepéig sugaras. Teljesen sugaras szövetet nemcsak az ilyen kristályosodásra nagyon hajlamos, szilíciummal vagy krómmal és nikkellel erősebben ötvözött acélfajták tuskóiban találunk, hanem a kevés ötvözőelemet tartalmazó lágy acélfajták tuskóiban is (14*a* ábra). Ez az erős sugarasság a további feldolgozás szempontjából kedvezőtlen, szerencsére azonban a vastagabb globulitos finomszemű kéreg a sugarasság kellemetlen következményeit eléggé mérsékli. A vastag sugaras rétegben hengerlés, kovácsolás közben esetleg képződő interkrisztallin repedés ugyanis a globulitos kérget nem töri át, tehát zárt marad, a külső levegő vagy más oxidáló gáz abba nem hatol be. A nem oxidált felületű repedések az alakítás folyamán elég jól összehengednek.

A primérkristályok képződésének és növekedésének módján a gyorsabb lehűlés nem változtat, az ötvözőelemek eloszlása a kristályokban nem egyenletes, a kristályok közepe ötvözőelemekben szegény, azok pereme, a dendritágak köze pedig ezekben az elemekben gazdagabb. A primérkristályok határán helyezkednek el a kristályos vasban kevéssé vagy egyáltalán nem



14. ábra. a. *A 35.29 minőségű, ötvözetlen lágy acélból öntött 200 × 200 mm-es tuskó teljesen sugaras szerkezete (LKM),* b. *2% Si-tartalmú acélból öntött 165 × 610 mm-es tuskó sugaras szerkezete* [2]

oldódó ötvözőelemekből, főként a kénből és oxigénből képződő nem fémes zárványok. Ennek következtében a kristályok határa ridegebb a kristályok anyagánál, ezért melegen is, hideg állapotban is interkrisztallin repedés ugyanúgy keletkezhetik, mint az álló kokillában öntött tuskó anyagában. Ilyen kristályhatármenti kéndúsulás jeleit a *16. ábrában*, folyamatosan öntött négyzet szelvényű tuskó keresztmetszetéről készült Baumann-féle kénnyomaton megközelítően sugár irányú sötét vonalak alakjában fedezhetjük fel.

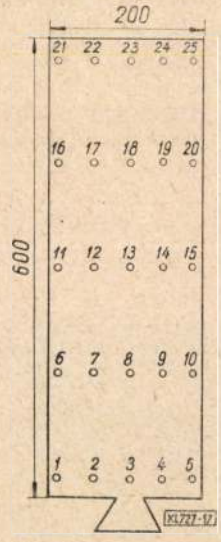
16. ábra. GO 3 minőségű acélból öntött 200×200 mm-es tuskó keresztmetszetéről készített Baumann-nyomat részlete, sugaras helyzetű, interkrisztallin kéndúsulás jeleivel. A nagyobb sötét folt a keresztmetszet közepe (LKM)

A mikroszkópos dúsulást létrehozó jelenségek a folyamatosan öntött tuskóban a gyorsabb lehűlés következtében rövidebb ideig fejthetik ki a hatásukat, így egyes jelenségek, nevezetesen az olvadékban szabadon lebegő kristályok lesüllyedése, teljesen elmaradnak. Megnyugtatott acélból folyamatosan öntött tuskók dúsulási jelenségeit elég részletesen megvizsgálták. A kristályok lesüllyedése révén keletkező negatív dúsulásos, tiszta kúp a tuskó alsó felében hiányzik. Eddig a vonalszerű $\wedge$- és $\vee$-dúsulás nyomát sem találták meg; igaz, hogy még csak kevés folyamatosan öntött tuskóról készült hosszanti Baumann-kénnyomat. A megnyugtatott acélból folyamatosan öntött tuskó gyakorlatilag teljesen egyenletes összetételű, sem vízszintes, sem függőleges irányban számottevő dúsulás nincsen benne. A *4. táblázat* 240×240 mm keresztmetszetű, 16 m hosszú folyamatosan öntött tuskó ötvözőelemeinek eloszlását a hosszúság első, kilencedik és tizenhatodik méteréből kivágott tárcsában mutatja.

A diósgyőri Lenin Kohászati Művek kísérleti öntőberendezésén öntött 200×200 mm keresztmetszetű tuskónak kezdeti, 600 mm hosszú darabját hosszában elvágták és a felező síkon a *17. ábrában* feltüntetett pontokban fúrással próbát vettek; az elemzés eredményét az 5. táblázatban foglaljuk össze.

Mindkét táblázat adatai arra mutatnak, hogy a megnyugtatott acélból folyamatosan öntött tuskóban az összes ötvözőelemek, még a dúsulásra leginkább hajlamos ként és foszfort is beleértve, nagyon egyenletesen oszlanak el. Kismértékű dúsulást legjobban felismerhető módon a karbon mutat, még pedig a 4. táblázatban ismertetett tuskó szokványost, az *5. táblázatban* ismertetett tuskó pedig fordítottat.

A nem megnyugtatott és félig megnyugtatott acélból folyamatosan öntött tuskók dúsulását illetően részletes elemzési adatok nem ismeretesek. A 15. ábrában bemutatott, mélymaratással előkészített metszet azt árulja el, hogy ilyen tuskónak is ötvözőelemekben szegény, tiszta kérge van, a magja, különösen a gázhólyag koszorún belül, ötvözőelemekben, főleg kénben megdúsult.



17. ábra. 200×200 mm keresztmetszetű, folyamatosan öntött tuskórész hosszanti felező síkja, a dúsulás vizsgálata céljából végzett próbafúrások helyével (LKM)

4. táblázat

Megnyugtatott acélból folyamatosan öntött tuskó összetétele különböző részeiben [11]

A tuskó hosszának	Keresztmetszetének	Az ötvözőelemek mennyisége, %				
		C	Mn	Si	P	S
Elején	Szélén	0,352	0,982	0,289	0,018	0,021
	Negyed vastags.	0,352	0,982	0,289	0,017	0,022
	Közepén	0,348	0,977	0,293	0,017	0,023
Közepén	Szélén	0,357	0,982	0,296	0,018	0,022
	Negyed vastags.	0,257	0,982	0,291	0,017	0,024
	Közepén	0,390	0,987	0,300	0,020	0,026
Végén	Szélén	0,352	0,977	0,293	0,019	0,024
	Negyed vastags.	0,352	0,982	0,269	0,019	0,025
	Közepén	0,372	0,977	0,298	0,019	0,027

5. táblázat

Megnyugtatott acélból folyamatosan öntött tuskó összetétele a 17. ábrában megjelölt pontokban

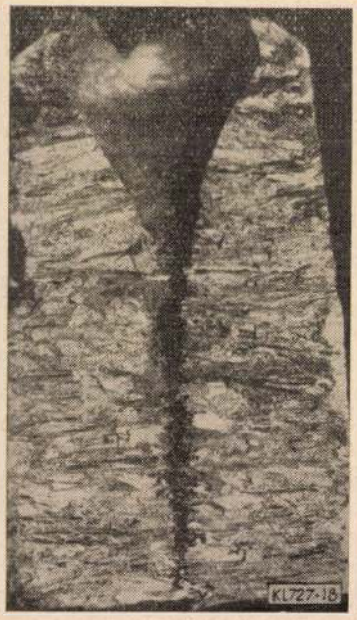
A próbavétel helye	Az ötvözőelemek mennyisége%				
	C	Mn	Si	P	S
1.	0,47	0,74	0,35	0,025	0,016
2.	0,47	0,74	0,35	0,028	0,015
3.	0,45	0,74	0,37	0,023	0,015
4.	0,46	0,74	0,36	0,025	0,015
5.	0,48	0,74	0,37	0,024	0,015
6.	0,47	0,74	0,36	0,026	0,015
7.	0,47	0,74	0,35	0,024	0,015
8.	0,46	0,74	0,36	0,026	0,015
9.	0,45	0,72	0,36	0,026	0,015
10.	0,47	0,74	0,37	0,026	0,015
11.	0,47	0,72	0,39	0,027	0,016
12.	0,46	0,74	0,34	0,024	0,015
13.	0,45	0,72	0,34	0,024	0,015
14.	0,45	0,72	0,37	0,024	0,016
15.	0,46	0,74	0,39	0,025	0,015
16.	0,45	0,74	0,35	0,026	0,015
17.	0,48	0,72	0,36	0,026	0,014
18.	0,47	0,74	0,37	0,023	0,015
19.	0,50	0,74	0,33	0,026	0,016
20.	0,48	0,74	0,35	0,026	0,015
21.	0,51	0,74	0,35	0,027	0,016
22.	0,48	0,74	0,39	0,030	0,016
23.	0,47	0,74	0,36	0,027	0,017
24.	0,49	0,74	0,35	0,027	0,015
25.	0,47	0,74	0,37	0,028	0,014

Ilyen tuskó makroszkópos dúsulása tehát normális jellegű, amint azt a lehűlés és kristályosodás menete alapján várnunk is kell.

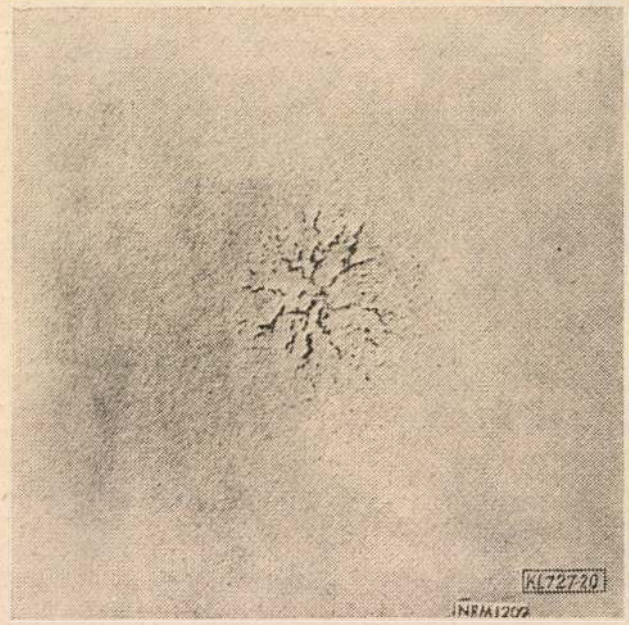
A szokványos körülmények között folyamatosan öntött könnyűfém tuskókban fogyási üreg nem fejlődik ki, ennek az az oka, hogy a tócsájuk nagyon sekély és a tuskónak már kristályos részétől, lényegében vízszintes sík határolja el, amint a 2. ábrával kapcsolatban már említettük. A folyamatosan öntött acéltuskók tócsája nagyon

19. ábra. Kis keresztmetszetű fogyási üreg 200 × 200 mm-es, A 35.19 minőségű acéltuskó közepén (LKM)

mélyre nyúlik, hosszanti metszete elnyújtott V-alakú. Az ilyen alakú tócsát határoló kristályosodási front és az arra merőleges irányban előrehaladó kristályosodás kis keresztmetszetű, de nagyon hosszú, a tuskóban mélyre nyúló vagy ennek egész hosszán végighúzódó fogyási üreg létrejöttét segíti elő (*18. ábra*). A folyamatosan öntött acéltuskók tengelyének vonalában legtöbbször meg is találjuk a furat alakú, vagy elágazó keresztmetszetű fogyási üreget, esetleg csupán pórusosságot. A tuskó tengelyében képződött fogyási üregnek enyhébb és súlyosabb változatát keresztmetszetben a *19.* és *20. ábrában*, hosszmetszetben pedig a *21. ábrában* mutatjuk be.



18. ábra. A folyamatosan öntött tuskóban is érvényesülő vízszintes irányú hőelvonás eredményeképpen képződő furatszerű fogyási üreg



20. ábra. Különálló fogyási üregrészek csoportja 240 × 240 mm-es acéltuskóban (11)

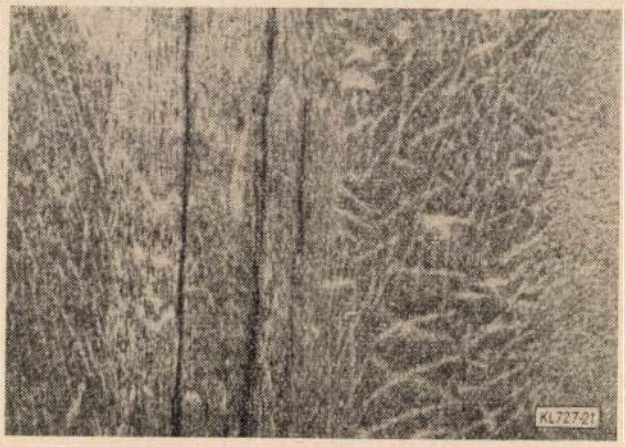
A tuskó keresztmetszetének közepén kifejlődő fogyási üreg, pórusosság természetesen nem kívánatos. Legtöbbször ugyan egymással össze nem függő, tehát zárt különálló kisebb üregek képződnek a fogyás következtében, amelyekbe levegő vagy más oxidáló gáz nem juthat be. Meleg alakításkor ezek a fogyási üregek bezárulnak, rendszerint elég jól össze is hegednek, vagyis nem olyan veszélyesek, mint az álló kokillában öntött tuskóknak felfelé nyitott fogyási üregei.

Az acél folyamatos öntésével eddig szerzett tapasztalatok még nem elegendők annak eldöntésére, hogy az öntés sebességének és a hűtés módjának szabályozásával ki lehet-e biztonsággal küszöbölni a szelvény közepén megjelenő fogyási üreget. Elvben csak az olyan lehűléstől lehetne eredményt várnunk, amely legalább a keresztmetszet belső harmadában a tuskó anyagának hőtartalmát axiálisan lefelé vezeti el. Így a kristályosodás frontja a keresztmetszet belsejében megközelítően vízszintes, a kristályok növekedésének főiránya pedig erre merőleges, tehát függőleges lehetne. Más szóval, a tócsának mélyre lenyúló, alsó részét kellene megszüntetni, de úgy, hogy a szokásos öntési sebességet ne csökkentsük. Eddig ezt nem sikerült kielégítő módon megoldani.

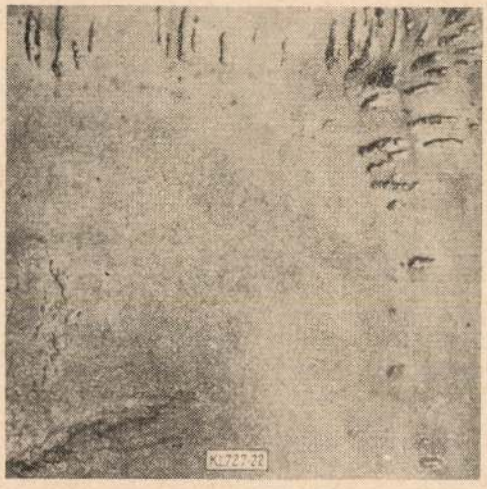
Az öntés befejezésekor a tuskó felső végén természetesen ugyanolyan összefüggő, nagyjából kúp vagy gúla alakú fogyási üreg képződik, mint az álló kokillában öntött tuskóban ; ezt a részt, a keresztmetszet mérete szerint 0,5—0,8 m hosszúságban le kell vágni és hulladékként újra beolvasztani. Hasonló hosszúságú részt a tuskó elejéből is le kell vágni. Minthogy az üzemszerű folyamatos öntéssel egyvégtében 25—40 m hosszú szálakat szokás önteni, a két vég együttesen 2,5—4% hulladékot jelent. Ehhez még hozzá kell számítanunk 0,5%-ot, ami az autogén vágással megy veszendőbe, továbbá az üstben és a nyomásszabályozó tölcsérben maradó mintegy 1,5%-ot. Folyamatosan öntött tuskóból tehát a felhasznált folyékony acélnak 94—95,5%-ára rúgó mennyiség adható át a továbbfeldolgozó üzemnek.

A fogyás következményeiről elmondottak teljesen megnyugtatott acélra vonatkoznak. Nem megnyugtatott vagy félig megnyugtatott acél folyamatos öntésekor a gázhólyagok képződése ugyanúgy kiegyenlíti a fajtérfogatnak a fogyásban megnyilvánuló csökkenését, mint álló kokillában öntött tuskóban. Ilyen acélból folyamatosan öntött tuskóban ezért nincsen fogyási üreg, pórusság a keresztmetszet közepén, amint az a 15. ábrán is megfigyelhető.

Az acélban oldott karbon és oxigén reakciójának termékeként fejlődő CO-on kívül gázt vagy gőzt fejlesztő egyéb anyagok is okozhatnak gázhólyagokat. Ilyen anyagokkal, többnyire nedvesség vagy a kokilla kenésére használt olaj alakjában a tuskó anyaga a kokilla falán találkozik, ezért az ilyen külső eredetű gázhólyagok mindig a tuskó felületéhez közel képződnek. Kenőolaj okozta gázhólyagokat a *22. ábrában* feltüntetett negyed keresztmetszetnek főleg a sarkában találunk.



21. ábra. Folyamatosan öntött és kis fogyással hengerelt acéltuskó hosszanti metszetének részlete, több erű fogyási üreggel. Baloldalon a tuskó finomszemű kérge (LKM)



22. ábra. Folyamatosan öntött acéltuskó keresztmetszetének negyedrésze. A bal felső sarokban kenőszer okozta gázhólyagok, velük átlósan szemben, a tuskó közepén, fogyási üreg részlete (LKM)

Köszönetet mondok a Lenin Kohászati Művek vezetőjének és dolgozóinak, hogy a folyamatosöntéssel összefüggésben végzett vizsgálataik eredményét rendelkezésemre bocsátották.

Összefoglalás

A folyamatosan öntött acéltuskó kristályosodásának az öntés sikeressége és a tuskó minősége szempontjából jelentős részleteit hazai tapasztalatok és a külföldi irodalom felhasználásával ismerteti. Hőtani okokból és az acélolvasztó kemencék nagy adagsúlya miatt az acél folyamatos öntése jelentős részletekben különbözik a könnyű- és szinesfémiparban régebben használatos módszertől. A különbség a tuskó folyékony magjának, tócsájának alakjában, a hőelvonás irányában mutatkozik . A sikeres öntést a kéreg szakadása a kokillában, valamint a tuskónak gyors öntéskor bekövetkező megrepedése veszélyezteti, mert a tócsában foglalt folyékony acél kitörését és elfolyását okozhatja. A kristályosodás módját és a tuskó szerkezetét a tócsa alakja, a hőelvonás radiális iránya és erélyessége alakítja

ki ; a finomszemű globulitos kéreg és a sugaras réteg vastagabb, mint a öntöttvas kokillában öntött tuskóban. Megnyugtatott acél tuskója makroszkópos dúsulást alig mutat, a hűtés módja azonban a szelvény közepén hosszan elnyúló fogyási üreg kifejlődésének kedvez.

IRODALOM

[1] *Boicsemko, M. Sz.* és *Rutesz, V. Sz.:* Az acél folyamatos öntése. Lityeninoje Proizdzv., 3 (1956) 1.

[2] *Jaicks, F. G., Kraay, L. E.* és *Tenenbaum, M.:* Háromféle lágy acélfajta folyamatos öntése. J. of Metals 9 (1957) 1057.

[3] *Komandin, N. L.:* Folyamatosan öntött acéltuskó minőségének vizsgálata. Sztal 16 (1956) 307. o.

[4] *Krainer, H.* és *Tarmann, B.:* A folyamatosan öntött acél kristályosodása. St. u. E. 69 (1949) 813. o.

[5] *Rutesz, V. Sz.* és *Pronov, A.:* Konferencia az acél folyamatos öntéséről. Sztal 16 (1956) 263. o.

[6] *Savage, J.* és *Morton, J. S.* :A folyamatos öntés gazdaságossága konverteres acélműben. J. of Metals 9 (1957) 1052. o.

[7] *Savage, J.* és *Pritchard, W. H.:* A folyamatosan öntött acéltuskó szakadása. J. I. St. Inst. 173 (1954) 269. o.

[8] *Signora, M.* és *Cardano, R.:* Folyamatos öntés a Terni-i acélműben. J. I. St. Inst. 195 (1960) 253. o.

[9] *Tenenbaum, M., Schrader, C. F.* és *Mair, L.:* Folyamatosan öntött acél kristályosodásának jelenségei. J. I. St. Inst. 191 (1959) 20. o.

[10] A folyamatos öntéssel kapcsolatos kutatás a SzU-ban. J. of Metals 9 (1957) 1052. o.

[11] *Wilz, G.* és *Jaspart, M.:* Folyamatos öntött acél szövetének és mechanikai tulajdonságainak vizsgálata. Rev. Met., 57 (1960) 48. o.

[12] *Chvorinov, N.:* Öntvények megszilárdulásának elmélete. Giesserei, 27 (1940) 177, 201, 222. o.

Egyesületi hírek

Vaskohászati Szakosztályunk ápr. 14-én vezetőségi ülést tartott, amelyen résztvettek : *Pilter Pál* elnök, *Kemény Kornél* titkár, *Árkos Frigyes, Benedek Attila, Czeke Arisztid, Éles László, Hauszner Ernő, Latinák István, Markó József, Marosváry László, Mácsay József, Mándoki Andor, Mester István, Nagy Zoltán, Nagyenyedi József, Óvári Antal, Palágyi Pál, Pőcze László, Proszt Ervin, dr. Sövegjártó János, Szele Mihály, Szeless László, Szovják Hugó, Szűcs Endre, Tóth Béla, Valyuch János, Visnyovszky László.*

A vezetőségi értekezlet MTESz által megadott irányelveknek megfelelően munkabizottságok alakítását határozta el és az alábbiak szerint döntést hozott, hogy munkabizottságok vezetésére kiket kér fel a Szakosztály vezetősége :

1. Martin kemencéink teljesítményének fokozása : *Csépay Dezső.* 2. Hengerelt gyártmányainkra vonatkozó szabványok korszerűsítése : *Nagyenyedi József,* 3. Vaskohászat műszaki fejlesztésének egységes ügyvitele : *Szovják Hugó,* 4. Vaskohászat közgazdasági kérdései : *Longa Elemér,* 5. Karbonátos mangánércek feldolgozása : *dr. Visnyovszky László,* 6. Hidegen hajlított profilok : *Palágyi Pál,* 7. Magasfolyáshatárú acélok : *Kovács Sándor,* 8. Vaskohászat gépi berendezés tartalékalkatrészeinek tipizálása : *Mácsay József,* 9. Hengersoraink mechanizálása, automatizálása : *Komlóssy Antal,* 10. Ércelőkészítés fejlesztése : *Tuboly János,* 11. Nemesacélgyártásunk célszerű fejlesztése : *Szűcs Endre,* 12. Tűzállóanyaggyártásunk távlati fejlesztése : *dr. Sövegjártó János.*

Az elnök ezután a Szakosztály vezetősége nevében köszöntötte *dr. Sövegjártó Jánost* Kossuth-díjjal történt kitüntetése alkalmából.

Ezt követően az őszre tervezett csehszlovákiai tanulmányút ügyét tárgyalta a vezetőségi értekezlet és azt az elvi döntést hozta, hogy a résztvevőket a vidéki csoportok és tagozatok taglétszáma arányában kell kijelölni. Az utazás szervezésével *Lerch Józsefet* bízta meg a Szakosztály vezetősége.

Latinák István és *Valyuch János* a kovácstagozat munkabizottságainak munkájáról és terveiről számoltak be. *Marosvári László* ismertette a diósgyőri csoport első negyedévi munkáját, ezután *Czeke Arisztid* a Tűzálló tagozat újjászervezésének állását, *Pőcze László* pedig az Anyagvizsgáló tagozat tervezett tanulmányútját ismertette.

A beszámolók után *Mándoki Andort* a Szakosztály vezetősége felkérte hidegalakító szakmai előadások, klubnapok szervezésére. Önálló hidegalakító tagozat szervezési javaslattal az érdeklődés felmérése alapján fél év múlva újra fog foglalkozni.

Végül azt a határozatot hozta a vezetőségi ülés, hogy a helyi csoportok és tagozatok a jövőben rendszeresen negyedévi jelentést készítsenek.

A vezetőségi ülés ezután jóváhagyta a befutott tagfelvételi kérelmeket. *Ó. A.*

Vaskohászati Szakosztályunk kovács tagozata múlt év november 22-én megtartott kibővített klubdélutánján hozott határozatának megfelelően munkabizottságokat alakított. A novemberi, valamint decemberi klubnapon nagyon sok megoldásra váró feladat került szóba. Ezek közül indulásként hét témát jelöltek ki, melyekre önkéntes jelentkezés alapján megválasztották a munkabizottsági vezetőket. A munkabizottságok foglalkoznak süllyesztékacél problémával, tüzelés- és kemence kialakítással, a képlékeny alakítás elméletével, könnyűfémek kovácsolásával- sajtolásával, gazdaságossággal és kovácsolt alkatrészek népszerűsítésével.

A tagozat vezetősége reméli, hogy a beadott munkatervek alapján néhány munkabizottság már a szokásos nyári szünet előtt, június második felében beszámol az addig elvégzett munkáról, ez év végére pedig elkészíti a zárójelentését.

Latinák István

Vaskohászati Szakosztályunk kovács tagozata áprilisi találkozóját 11-én tartotta. Ez alkalommal a Magyar Acélárúgyárban a közelmúltban üzembehelyezett finomkovácsológépet *Pompor Gyula* üzemvezető ismertette. Az előadást vetített képek egészítették ki, amelyek könnyen érthetővé tették az ismertetett újtípusú finomkovácsológép működését.

Az előadást sok hozzászólás követte. A hallgatókat főleg gazdaságossági és anyagminőségi szempontok érdekelték. Ezekre vonatkozó válaszok, valamint a kovácsológéppel elért szálelrendeződés szövezeti fényképei alapján megállapítást nyert, hogy célszerű volt a kovácsolás műszaki színvonalának emelése érdekében a gép megvásárlása.

Az előadáson *Diószegi István* az Országos Tervhivatal főelőadója is megjelent és kérte az előadót, hogy készítsen a gépre vonatkozó részletes gazdaságossági számításokat, amelynek alapján esetleges további hasonló finomkovácsológépeket szereznek majd be. *Latinák István*

*

Fémkohászati Szakosztályunk Székesfehérvári Csoportja 1961. ápr. 20-án klubnapot tartott, melyen a tagok és vendégek meghallgatták *Csák József* tolmácsolásában a V 95-ös ötvözet öntése során szerzett tapasztalatokat.

Az előadó széleskörű irodalmi összefoglalás tükrében vázolta az öntési kísérleteinek eredményeit.

Az előadást élénk vita követte.

Horváth György

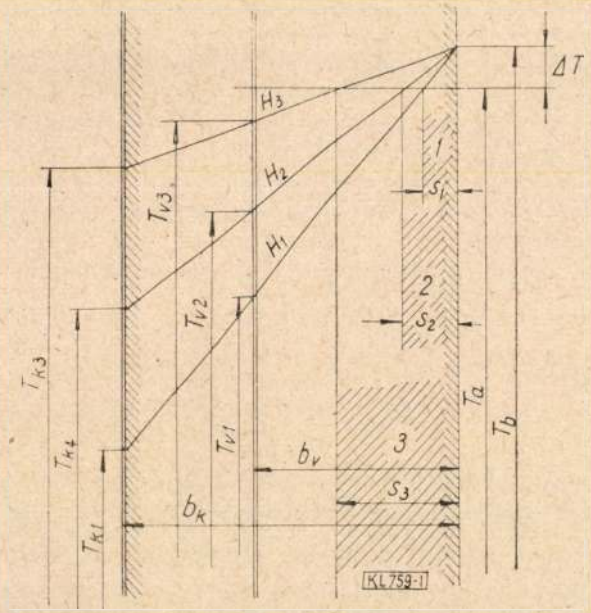
Kohófalhűtés befolyása a nyersvas árára

DR. FONÓ ALBERT

DK : 669.162.214 : 003.12

A nagyolvasztók falát hűtik, mert a gazdaságos üzemet biztosító magas hőfokon, a rendelkezésre álló bélésfal anyagának ellenálló képessége a mozgó elegyoszlop koptató hatásával és egyéb igénybevételekkel szemben nem kielégítő. Hűteni szoktak a nagyolvasztó köpenyén csörgedező vízzel vagy beépített hűtőelemeken keresztülfolyó vízzel vagy ilyenekben elpárolgó vízzel.

A következőkben vizsgáljuk a hűtés hatásait és a gazdaságosságot befolyásoló tényezőket. A nagyolvasztó belső terével határos hőálló bélés felülete közel azonos hőfokú a belső tér hőfokával. A hőelvonás következtében a hőfok a falban kifelé csökken. Mennél több hőt vonunk el, annál meredekebben esik a hőfok. Mennél meredekebb a hőfokesés, annál közelebb van a belső térhez a bélésanyagnak olyan hőfokú rétege, amely már gyakorlatilag huzamosan ellenállóképes. Több hőelvonással tehát csökken annak a rétegnek a vastagsága, amelynek a hőfoka olyan magas, hogy az már meghaladja a bélésanyag ellenállóképességét az elhasználódással szemben. Csökken tehát az időegység alatt lekopó falréteg vastagsága. Nagyobb hőelvonás meghosszabbítja a hőálló bélés élettartamát.



1. ábra. Egy nagyolvasztó falelem elvi keresztmetszete és hőeloszlása

Az elvont hőt pótolni kell. Nagyobb hőmennyiségelvonás növeli a nagyolvasztóban a kokszfogyasztást. A kohófalhűtés akkor lesz gazdaságos, ha a falkopás okozta költség és a kokszfogyasztás költsége együttesen a legkisebb.

A mondottakat megvilágítja az *1 ábra*, amely egy vizsgált kohófalelem keresztmetszetét tünteti fel. A b_k vastagságú falnak vagy a külső felületén van hűtés, vagy a belső felülettől b_v távolságban a falon belül. A nagyolvasztó belső falának a felületi hőfoka a vizsgált övben T_b. A tűzálló bélésanyag a fellépő igénybevételekkel szemben T_a hőfokig gyakorlati szempontból tartósan ellenállónak tekinthető. Ez $\Delta T = T_b - T_a$-val alacsonyabb a nagyolvasztóban a vizsgált helyen uralkodó hőfoknál.

Legyen H_2 az a hőmennyiség, amelynek az elvonása a leggazdaságosabb. Ezt a hőmennyiséget el lehet vonni vagy a külső felületen T_{k2} hőfokon, vagy a beljebb levő hűtőelemmel T_{v2} hőfokon.

A H_2 hőmennyiségnek az elvonásakor a hőálló bélésfal a belső felülettől s_2 távolságban éri el a T_a hőfokot. Tehát s_2 az igénybevételeknek nem eléggé ellenálló réteg vastagsága.

Ha a nagyolvasztóban a pótlandó kohókokszszal takarékoskodni akarunk és kevesebb : H_3 hőmennyiséget vonunk el és ennek megfelelően a külső felületen T_{k3} vagy a belső hűtőelemnél T_{v3} hőfokot tartunk, akkor a falkopásnak kitett réteg vastagsága az előzőnél nagyobb, s_3 lesz, tehát a fal hamarább fog elkopni. Ha viszont időegység alatt a falkopást s_1-re csökkentjük, akkor növekedik az elvont hőmennyiség H_1-re, illetve a T_{v1} hűtési hőfoknak megfelelően.

A falon keresztül kivont hőmennyiség arányos a hőfokkülönbséggel és fordítva arányos a két különböző hőfokú hely közötti falréteg vastagságával.

$$H = K \frac{T_b - T_v}{b_v} \tag{1}$$

ahol K arányossági tényező, amely a méretektől és a falanyag tulajdonságaitól függ.

K-t állandónak tekintjük, a hővezetési tényezőnek a hőfokkal való változását elhanyagolva. Ennek az elhanyagolásnak hatása a falvastagsággal együtt csökken.

A kopásnak kevéssé ellenálló réteg vastagsága az 1. ábrából kiolvasva

$$s = \alpha b_v \frac{T_b - T_a}{T_b - T_v} \tag{2}$$

ahol α arányossági tényező.

$$s = \alpha K \frac{T_b - T_a}{H} \tag{3}$$

Az időegység alatt a kopással kapcsolatos költségeket As-nek és az időegység alatt a hőfogyasztással kapcsolatos költségeket BH-nak jelölve az összes költség :

$$F = As + BH$$

Ennek a legkisebb értéke érdekel.

$$F = \alpha K \frac{T_b - T_a}{H} A + HB$$

Azt a H hőfogyasztást, amelyen az F összes költség a legkisebb, megadja

$$\frac{dF}{dH} = 0$$

$$A\alpha K \frac{T_b - T_a}{H^2} = B$$

tehát

$$H_{opt} = \left[\frac{A}{B}\alpha K\,(T_b - T_a)\right]^{1/2} \qquad (4)$$

A legkisebb összes költség

$$F_{min} = A\alpha K\,\frac{T_b - T_a}{\left[\frac{A}{B}\alpha K\,(T_b - T_a)\right]^{1/2}} + B\left[\frac{A}{B}\alpha K\,(T_b - T_a)\right]^{1/2}$$

$$= [AB\alpha K\,(T_b - T_a)]^{1/2} + [AB\alpha K\,(T_b - T_a)]^{1/2}$$

$$F_{min} = 2\,[AB\alpha K\,(T_b - T_a)]^{1/2} \qquad (5)$$

Amikor a kétféle költség egyenlő, akkor a legkisebb az összesköltség.

Az eddigi vizsgálatok azt mutatják, hogy a falkopás és hűtéssel kapcsolatos összes költséget optimális viszonyok között a

$$(T_b - T_a)^{1/2} = \Delta T^{1/2}$$

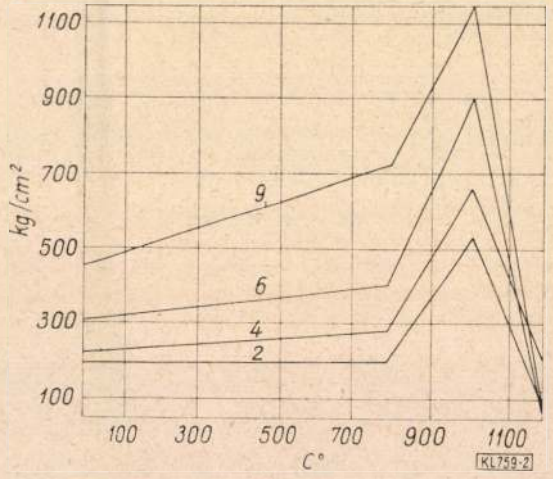
hőfokkülönbség négyzetgyöke befolyásolja. Ha tehát beszerezhető olyan drágább hőálló anyag, amely magasabb T_{a1} hőfokot bír, akkor érte az összes hűtéssel és falazással kapcsolatos költségnek

$$\left(\frac{T_b - T_{a1}}{T_b - T_a}\right)^{1/2}$$

arányban megtakarítható részét érdemes adni.

A leggazdaságosabb viszonyokat állandóan tartani nem lehet, mert a falkopás haladásával olyan tág határok között változik a falvastagság és a kiszállított hőmennyiség, hogy ahhoz az alkalmazkodás és optimális viszonyok fenntartása huzamos ideig gyakorlatilag nem oldható meg.

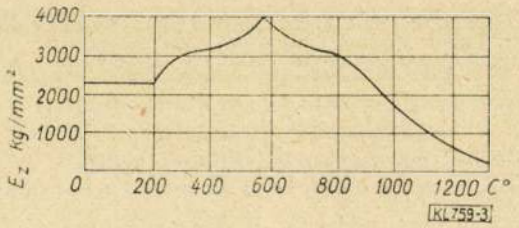
A *tűzálló* anyagnak az elhasználódással, elsősorban a kopással szemben való ellenálló képességére jellemző T_b hőfok megállapítására tájékoztat egyrészt az anyagnak a nyomószilárdsága, másrészt és *Harders* szerint [1] elsősorban a rugalmassági modulus az illető hőfokon.



2. ábra. Néhány samottanyag szilárdsága különböző hőfokon Ogneupori nyomán

A 2. *ábra* néhány szóbajövő hőálló bélésanyag nyomószilárdságát mutatja a hőfok függvényében *Ogneupori* [2] közleménye alapján.

A 3. *ábra* egy hőálló anyag rugalmassági modulusát adja a hőfok függvényében [1]. Ezek jelzik, hogy 1000 C° túlhaladásakor a ma használt bélésanyagok nyomószilárdsága rohamosan majdnem nulláig csökken és a rugalmassági modulusa 1200 C°-on a 800 C°-on talált értéknek egy ötödrészére esik.



3. ábra. Egy Halle-i hőálló agyag rugalmassági modulusának, E-nek változása a hőfokkal [1]

Addig, amíg a kopási szilárdságnak és elhasználódásnak a hőfokkal való változásáról meg bízhatóbb adataink nincsenek, kb. 1000—1100 C°-ra lehet T_a-t előzetesen becsülni.

A nagyolvasztó belsejében a legmelegebb ökvekben a hőfok 1200—1400 C° között szokott lenni, tehát $(T_b - T_a)^{1/2}$ 10 és 20 közöttinek adódik.

A kijelölt számításokhoz szükséges állandókat meg lehet határozni egy nagyolvasztóra, ha az üzem alatt a bélésfal elvékonyodását furatokban megmérjük és az üzemidő folyamán állandóan hasonló viszonyok között dolgozó nagyolvasztóra a kokszfogyasztásnak evvel összetartozó adatait kijegyezzük. Célszerű az adatokat különböző hőfokú ökvekben felvenni és ökvenként végezni számításokat.

(1) és (4)-ből az optimális viszonyokon

$$H = K\,\frac{T_b - T_v}{b} = \left[\frac{A}{B}\alpha K\,(T_b - T_a)\right]^{1/2}$$

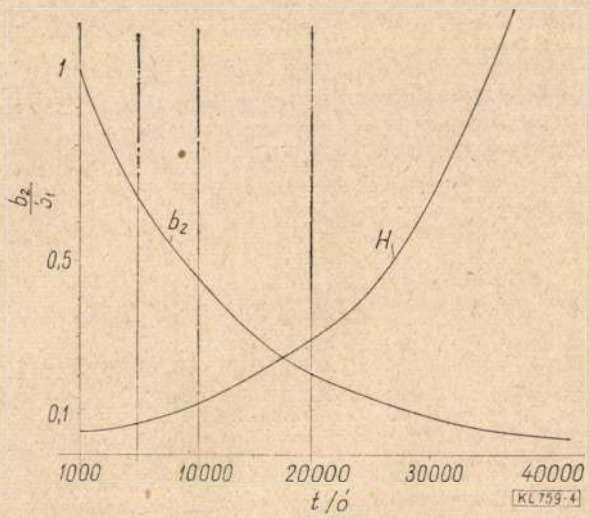
Ebből

$$\frac{T_b - T_v}{b} = \left[\frac{A}{B}\frac{\alpha}{K}\,(T_b - T_a)\right]^{1/2}$$

Kívánatos volna a T_v hűtés hőfokát úgy változtatni a falvastagság b csökkenését követve, hogy $\frac{T_b - T_v}{b}$ közel állandó maradjon. Ez nem oldható meg, mert még ha 5 ata nyomásig növelhető telített gőz termelésre is gondolunk, a hűtőelemben legfeljebb kb. 30 és 150 C° között lehet a hűtőközeg hőfokát változtatni, ami pl. 1300 C° belső tér mellett

$$\frac{1300 - 150}{1300 - 30} \cong 0{,}90$$

elállítási viszonyt enged meg, miközben a falvastagság esetleg 0,20-részre csökken. A hűtőelemek üzemközben való ismételt áthelyezése nehezen oldható meg és kénytelenek vagyunk avval számolni, hogy a falvastagság csökken és az elvont és kokszfogyasztással pótlandó hőmennyiség nő.



4. ábra. A kohó fal kopásának és az elvezetett hőnek változása az idő függvényében

Új korában $b_1 = 1m$ vastag fal, t üzemóra után b_2 vastagságra kopott, H = a hűtéssel elvezetett hőmennyiség növekedése az üzemóra függvényében

Az előzők szerint s annak a hőálló falazatrétegnek a vastagsága, amely nem eléggé ellenálló. s vastagság arányos az időegység alatt végbemenő falkopással, tehát a fal b vastagsága változásával.

$$s = \frac{db}{dt}$$

ha t üzemórát jelent. A (2)-ből

$$s = \alpha b \frac{T_b - T_a}{T_b - T_v} = bc$$

$$c = \alpha \frac{T_b - T_a}{T_b - T_v}$$

állandó, ha figyelmen kívül hagyjuk a hűtőközeg és az átlagos hővezetési tényező kis változását. Ebből

$$\frac{db}{b} = c\,dt$$

$$[l_n\, b]_{b_1}^{b_2} = [-ct]_o^t + \text{konst}$$

$$l_n \frac{b_2}{b_1} = -ct + \text{konst}$$

$$\frac{b_2}{b_1} = \frac{1}{e^{ct}} + \text{konst}$$

Ha $t = 0$, $b_2 = b_1$, tehát konst $= 0$

$$b_2 = \frac{b_1}{e^{ct}} \qquad (6)$$

Itt b_1 a kezdeti és b_2 a t idő után elvékonyodott fal vastagsága.

Ezt felhasználva egy példa kapcsán ábrázolhatjuk *(4. ábra)* — előzetesen önkényesen választott állandókkal számolva — a viszonyok változását.

Látjuk, hogy a falvastagság az exponenciális függvénynek megfelelően kezdetben rohamosan, majd idővel mind lassabban csökken és a hőfogyasztás, amely a falvastagsággal fordítva arányos, fokozatosan és mind meredekebben nő.

Az alapvető összefüggések ismeretében meg vizsgálhatjuk, hogy egy nagyolvasztó teljes, egyik átfalazásától a következőig eső üzemidejére mekkora a falhűtéssel kapcsolatos teljes költség. Ennek a vizsgálatnak az eredménye tájékoztatást ad arra, hogy milyen üzemidő után indokolt a nagyolvasztót átfalazni.

A nagyolvasztót akkor indokolt átfalazásra leállítani, amikor az összes költség a legkisebb. Az összehasonlítandó költség a hűtés következtében szükséges többlet kokszfogyasztás és egyéb hűtési költség: F_1 valamint az átfalazással és evvel kapcsolatos időkieséssel összefüggő F_2 együttes költségeknek $F_1 + F_2$-nek egy üzemórára eső hányada. Ha egy üzemidőszakasz t óra, akkor

$$F_1 = \int_0^t BH\,dt = BK \int_0^t \frac{T_b - T_v}{b_v}\,dt,$$

a (6)-ból

$$b_v = \frac{b_1}{e^{ct}}$$

$$F_1 = BK \frac{T_b - T_v}{b_1} \int_0^t e^{ct}\,dt =$$

$$= BK \frac{T_b - T_v}{b_1} \left[\frac{1}{c} e^{ct}\right]_0^t + \text{konst.}$$

$$F_1 = BK \frac{T_b - T_v}{b_1 c} [e^{ct} - 1] + \text{konst.}$$

ha $t = 0$, $F_1 = 0$, tehát konst $= 0$.

Az egy órára eső átlagos költség

$$\frac{F_1 + F_2}{t} = \frac{BK \frac{T_b - T_v}{b_1 c} [e^{ct} - 1] + F_2}{t} \qquad (7)$$

Az összes költség szélső értékét adó t időt meghatározza és annak ellenőrzésére alkalmas a $\frac{d}{dt} \cdot \frac{F_1 + F_2}{t} = 0$-ból levezetett összefüggés:

$$BK \frac{T_b - T_v}{b_1 c} \cdot \frac{tce^{ct} - e^{ct} + 1}{t^2} = \frac{F_2}{t^2}$$

$$e^{ct}(tc - 1) + 1 = \frac{F_2 b_1 c}{BK(T_b - T_v)}$$

$$t = \left\{\left[\frac{F_2 b_1 c}{BK(T_2 - T_v)} - 1\right] \frac{1}{e^{ct}} + 1\right\} \frac{1}{c} \qquad (8)$$

Ahhoz, hogy a fenti összefüggéseket felhasználhassuk az állandókat kell meghatározni.

A falhűtéssel kapcsolatos költségek főtétele a kivitt hő pótlására eltüzelendő többlet kokszmennyiség ára. A koksz fűtőértékének $^1/_3$ részét a nagyolvasztóban értékesíti és $^2/_3$ részét a kohógáz révén a nagyolvasztón kívül. A kohógáz egységnyi fűtőértéke kisebb értékű, mint a kokszé, mert avval csak alacsonyabb hőfokot lehet előállítani, amivel szemben a kohógáz értékes tulajdonsága, hogy gyakorlatilag kénmentes. Ezeket mérlegelve kialakult a kohógáz számításba veendő pénzellenértéke. Ez kb. 10 fillér/1000 kcal. Ehhez figyelembe véve 7200 kcal/kg fűtőértékű kohókoksz 105 f/kg-os árát, amelyből a kohógázra esik 1 kg után kb. 4800 kcal á 10 fillér/1000 kcal,

tehát 48 fillér. Marad 1 kg kokszárnak a nagyolvasztóban értékesített 2400 kcal-ra eső része 57 fillér/kg, tehát $\frac{57}{2{,}4} = 23{,}6$ fillér/1000 kcal. 57 fillér/kg a koksz 105 filléres árának az 54,4%-a.

A nagyolvasztóból hűtéssel kiszállított hőmennyiség evvel értékelendő, ha a kohógáz megfelelő értékesítése biztosítva van. Ehhez hozzáadandó a hűtéssel kapcsolatos egyéb kiadás, mint vízbeszerzés, vízelőkészítés, szivattyúzás, hűtőelem kezelés és karbantartás.

Egy vizsgált példán egy nagyolvasztó új korában a hűtővízzel kivitt, megmért hőmennyiségnek fenti módon számított ára ..... 378 Ft/ó volt
és a szivattyúzás stb. költsége 70 Ft/ó
összesen: 448 Ft/ó

(1) és (6)-ból

$$BH = BK \frac{T_b - T_v}{b_1} e^{ct} \qquad (9)$$

$t = 0$ helyen

$$BH = BK \frac{T_b - T_v}{b_1} = 378$$

(7)-ből

$$\frac{F_1}{t} = \frac{BK}{t} \frac{T_b - T_v}{b, c} [e^{ct} - 1] + 70$$

$$\frac{F_1}{t} = \frac{378}{t} \frac{e^{ct} - 1}{c} + 70$$

A vizsgált példában 20 000 óra után a falvastagság $\frac{1}{5}$-re csökkent, tehát

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{e^{20\,000\,c}}$$

$$20\,000\,c = \frac{\log 5}{\log e} \qquad c = 0{,}000\,080\,5$$

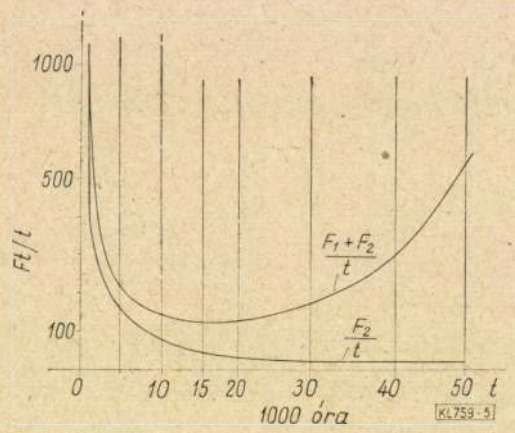
$$\frac{F_1}{t} = \frac{378}{t} \frac{e^{\frac{80{,}5}{10^6} t} - 1}{\frac{80{,}5}{10^6}} + 70 =$$

$$= 4{,}76 \cdot 10^6 \frac{e^{\frac{80{,}5}{10^6} t} - 1}{t} + 70$$

Az átfalazással kapcsolatos F_2 költség gyakorlatilag független a kohófalazat üzemidejétől. Ez áll egyrészt az átfalazás közvetlen költségtételeiből: anyag, bér, központi kiadások. Ez a tétel a vizsgált esetekben kb. $3 \cdot 10^6$ Ft, másrészt terheli az átfalazást a nagyolvasztónak ebben az esetben 45 napig tartó üzemszünetének gazdasági kihatása. Ennek értékét azon az alapon becsülhetjük, hogy egy ilyen teljes nagyolvasztótelepet terhelő kb. $800 \cdot 10^6$ Ft beruházási költség pl. 200 000 üzemóra alatt irandó le, tehát üzemóránkint 4000 forint ki nem használt leírási költség is terheli az átfalazási időt,

$45 \cdot 24 = 1080$ órát, vagyis.... $4{,}32 \cdot 10^6$ Ft
Ehhez járul a fenti ..... $3{,}00 \cdot 10^6$ Ft
összesen $F_2 = 7{,}32 \cdot 10^6$ Ft

terhel példánkban egy átfalazást.



5. ábra. A termelt nyersvas mennyiségre eső hűtési és falkopási költség

$\frac{F_2}{t} ft = 1$ t nyersvas árát terhelő átfalazás átlagos költsége t üzemóra alatt,

$\frac{F_1 + F_2}{t} ft = 1$ t nyersvas árát terhelő együttes átlagos költség (falhűtés + átfalazás) t üzemóra alatt

A fenti állandókkal példánk szerint *10 t/ó* szürke nyersvas termelés mellett t óra üzemidő után bekövetkező leállítás után az óránkénti átlagos összes falhűtési és újrafalazási költségnek 1 t nyersvasat terhelő költsége a (7) összefüggés szerint

$$\frac{1}{10} \cdot \frac{F_1 + F_2}{t} =$$

$$= \frac{10^6}{t} \left\{ 0{,}476 \left[e^{\frac{80{,}5}{10^6} t} - 1 \right] + 0{,}732 \right\} + 7$$

Ezt az *5. ábrán* tüntettem fel, amely mutatja, hogy az időegységre, tehát a termelt nyersvasmennyiségre eső hűtés és falkopás költsége a két falazás közé eső t időszakasz tartamának mind nagyobbra választásával elébb rohamosan csökken, majd egy ideig közel marad a leggazdaságosabb üzeméhez és utána meredeken emelkedik.

Ez azt jelenti, hogy az óránként legkisebb költséggel járó üzemhez képest az üzemidő meghosszabbítása többletkiadást jelent többlettermelés nélkül, tehát a többletidő alatt fölösleges kohókokszmennyiséget égetünk el. Ha ezt megtakarítjuk, akkor evvel importált kohókokszot takarítunk meg. A falhűtés és falkopás költsége a nyersvastermelés költségének az irodalomban található adatok szerint 4~13%-a. Az 5. ábra magyarázatot ad arra, hogy miért ilyen nagy a szórás az irodalomban található adatok között. Ez egy bélés különböző kihasználása időtartamának a következménye.

A példa szerint az összes tárgyalt hűtési költség a legkisebb ha a nagyolvasztót 15 000 óra után átfalazásra leállítják. Ha pl. ehelyett 40 000 óra után állítjuk le, akkor a költség átlagosan nyersvas tonnánkint 2,6-szor nagyobb, vagy az el nem kerülhető költség 1,6-szorosa hasznosítatlan kiadás. Az összes hűtési költségből a kohókokszra eső költség 4,6-szoros, tehát a feleslegesen eltüzelt koksz az el nem kerülhető mennyiségnek 3,6-szorosa. Ez arra is rámutat, hogy ha a gazdaságos üzemet szem előtt tartva beosztották a kohógáz-

fogyasztást, akkor olyan többlet kohógázmennyiség keletkezik, amelyet már csak kazántüzelésre lehet felhasználni, ahol az már kevesebbet ér, mint 10 fillért kcal-ként.

A példa szerint a legkedvezőbb esetben a falhűtés és átfalazással kapcsolatos összes költség a becsült 2700 Ft/t szürke nyersvas árának 4,34%-a 15 000 órás üzemidő, míg 11,4%-a 40 000 órás üzem mellett.

A kohókokszfogyasztás ára a nyersvasárra vonatkoztatva, ha a kohógázt tökéletesen hasznosítjuk, optimális esetben 60 Ft/t-ról 282 Ft/t-ra nő, tehát a fölösleges többletfogyasztás 222 Ft/t nyersvas. Ha azonban a többletfogyasztás egyrészén a kohógázt nem tudjuk hasznosítani, akkor az előzők szerint $\frac{100}{59{,}4} = 1{,}84$-szer többnek számítandó annak a résznek a kokszfogyasztási költsége.

A termelt nyersvasmennyiség, ha 15 000 óra után 1080 óra szünet van a termelésben, akkor

$$\frac{15\,000}{16\,080} = 0{,}934$$

míg ha 40 000 után van leállás akkor

$$\frac{40\,000}{41\,080} = 0{,}974$$

A különbség 0,974—0,934 = 0,04, vagyis 4%-kal csökken az évi átlagos nyersvastermelés. Ezt a nagyolvasztó beruházási költségének törlesztésekor fentebb már számításba vettük.

A fenti eredmények annyira meglepőek, hogy a kiinduló adatoknak és a számítás helyességének ellenőrzése után meg kell nézni, hogy lehetne-e módosítani a viszonyokat, hogy a ma szokásos üzem mellett a gazdasági eredmény kedvezőbb legyen. Arra kell gondolni, hogy a hűtővíz vagy gőz nagyobb hőmennyiség kiszállításakor melegebb, ami csökkenti a kivitt hőmennyiséget. Ezt a kérdést fentebb megvizsgáltuk és azt találtuk, hogy a legszélsőbb esetben ez 10%, tehát ±5% eltérést okozhat.

Arra is kell gondolnunk, hogy a nagyolvasztó falán képződő lerakódások csökkentik a kivitt hőmennyiséget. Ennek a befolyása sem lehet döntő.

Az eltávolítandó hővel való takarékoskodás érdekében felmerült a hő értékesítésének a gondolata. A hő a falból értékesítés szempontjából is leggazdaságosabban kisnyomású vízgőztermeléssel vonható ki, pl. 5 ata nyomású telített gőzzel 150 C°-on lehetne hőt kivonni. A nagyolvasztó falából hőelvonás és a hőnek a nagyolvasztón kívül való hasznosítása természetesen soha sem lehet olyan gazdaságos, mint a hőnek benthagyása a nagyolvasztóban.

Gőztermelés gazdaságosságát az dönti el, hogy a falhűtés üzeme tökéletes biztosításához szükséges berendezéselemek és üzem összes költsége kisebb-e egy közeli korszerű erőműben olcsó tüzelőanyag felhasználásával előállított nagynyomású túlhevített gőzből kiinduló ellenynomásos üzemben termelt hasonló kisnyomású telített gőz költségénél.

Kívánatosnak látszik pontos vizsgálatokat végeztetni a tényleges viszonyok megismerésére és a vizsgálatok eredménye alapján megállapítani a kohófalazat gazdaságos üzemidejét, miután a jelen vizsgálatok kétségen felül igazolták, hogy az üzemidő túlságos meghosszabbítása lényegesen növeli az üzemköltséget.

Kohófalszerkezet szempontjából a tanulmányból azt a következtetést kell levonni, hogy a hőelvonás helyével új falazatban a forró belső térhez indokolt közelebb menni, azaz a számításba veendő falvastagságot csökkenteni, mert az időegység alatt a falkopás arányos a falvastagsággal. Ha a kezdő falvastagság túl nagy, akkor az a 4. ábra szerint rövid idő alatt úgyis elvékonyodik és a teljes, gazdaságos üzemidőre kis befolyást gyakorol. A nagy hőfogyasztás csak jelentős falelvékonyodás után jelentkezik.

Kívánatos volna olyan megoldást találni, amely mellett a hűtőfelület távolsága a belső felülettől úgy változtatható, hogy a hatásos falvastagság ne változzék lényegesen. Erre ma még nincsen megoldás.

IRODALOM

[1] *Harders:* Feuerfestkunde (tűzöllóság) 1960. 132. és 134. o.
[2] *Ogneupori:* Tűzálló anyagok 1956. 2. sz. 87. o.

Műszaki és gazdasági hírek

A **szovjet** *vas és acélipar termelésének* eloszlása a következő:

Nyersvas:

Évi termelés 1000 t	Üzemek száma	A termelés %
< 100	5	0,4
101—200	5	2,2
201—500	10	9,7
501—1000	5	9,8
1001—1500	4	14,9
1500 <	8	63,0

Folyékony acél:

Évi termelés 1000 t	Üzemek száma	A termelés %
< 100	3,7	1,5
101—200	7	2,5
201—500	18	12,5
501—1000	9	15,8
1001—1500	3	9,3
1500 <	8	58,4

Montan, 1961. IV. 4.

*

Lengyelország 1960-ban 6,7 millió t folyékony acélt termelt.

Industriekurir, 1961. ápr. 20.

Adatok a vanádium kohászatához

ARADI ANTAL—VITÁNYI PÁLNÉ
Fémipari Kutató Intézet

DK: 669.292

Egy előző közleményben [1] már ismertettük a halogénkohászat egyes gyakorlati kérdéseit. Ez alkalommal a vanádium kohászatának elterjedt eljárásait ismertetjük, összehasonlítva az általunk kikísérletezett új eljárás, illetve módosítások előnyeivel.

A feladat felvetését az indokolja, hogy hazai nyersanyagkészletre támaszkodva életre lehetne hívni a hazai vanádiumkohászatot.

A magyaróvári vanádiumüzem a Bayer-rendszerű timföldgyárak hulladékanyagából vanádiumpentoxidot, illetve nátriumpolivanadátot állít elő. A rendelkezésre álló nyersanyagbázist figyelembe véve az üzem termelését a jelenleginek másfélszeresére lehetne fokozni. Ezen a nyersanyagon kívül rendelkezésünkre áll a nagylengyeli pakura hamuja is, mely a MTA Vanádiumkutató Csoportjának jelentése szerint [2] jelentős mennyiségű vanádiumvegyületet tartalmaz. A pakurahamu gyűjtéséről már most kellene gondoskodni.

A vanádium igen fontos szerepet játszik a finommechanikában, a rakétatechnikában, a szuperszonikus repülőgépek gyártásában. Elsősorban mint ötvözőanyag jön számításba a nagyszilárdságú és hőálló könnyűfém ötvözetekben. Példaként megemlíthetjük, hogy a Mallory-Sharon Metals Co. üzemek MST ötvözete titán alapanyaghoz ötvözve 2,5% alumíniumot és 16% vanádiumot tartalmaz. Az MST-185 ötvözet ugyancsak titán alapanyagban 1,9% alumíniumot, 5% vasat és 8% vanádiumot tartalmaz. Az MSM-ötvözet 94,5% titán, 3% alumínium és 2,5% vanádium összetételű.

Az említett ötvözeteken kívül még nagyon sok más összetételű ötvözet van forgalomban. Mindegyikre jellemző a nagy szakítószilárdság és szívósság. A közölt adatok szerint [3] pl. az MST-185 jelzésű ötvözet szakítószilárdsága 125 kg/mm².

A tiszta fémvanádium a finom műszeriparban jelentős. Minthogy a tiszta vanádiumot a sósav nem támadja meg, fontos szerepe lenne a vegyi iparban is, ha az előállítás költségeit le lehetne csökkenteni. Mind ötvözetként felhasználásakor, mind tiszta vanádiumra való feldolgozásakor nagyon fontos a fém tisztasága, mert már kis mennyiségű szennyező is erősen rontja a képlékenységét és feldolgozási lehetőségét.

1. táblázat

A vanádium feldolgozási lehetőségének változása a szennyezők függvényében [4]

O_2	N_2	H_2	Vickers-keménység	
%			HV, kg/mm²	
0,017	0,013	0,002	110	Képlékeny
0,031	0,016	0,005	116	Képlékeny
0,035	0,018	0,005	281	Merev
0,042	0,002	0,003		Képlékeny
0,046	0,022	0,007		Képlékeny
0,052	0,17	0,002	145	Képlékeny
0,070	0,028	0,004	153	Képlékeny
0,091	0,065	0,004	141	Merev
0,120	0,006	0,007	183	Merev
0,240	0,012	0,010	245	Merev
0,290	0,006	0,003	114	Képlékeny
0,510	0,030	0,010	336	Merev

Az *1. táblázatban* a vanádium keménységének és feldolgozási lehetőségének változását egyes szennyezők mennyiségének függvényében *Rostocker* adatai alapján ismertetjük [4].

A táblázatból látható, hogy az O_2-szennyezés növekedésével a Vickers-keménység nő és romlik az alakítás lehetősége.

A vanádium ára — tisztaságától függően — tág határok között változik. A tisztítatlan kereskedelmi vanádium (90—91% V, kb. 5% Si, kb. 0,17% Fe és ugyanannyi Al) világpiaci ára 7,7 $/kg.

A tisztított vanádium (99,7% V, Fe = 0%, Al = 0%, Si = 0,05%, C = 0,1%) ára viszont 143 $/kg.

A vanádium előállítására két eljáráscsoport van használatban. Az egyik a vanádiumpentoxid, illetve alacsonyabb vegyértékű vanádiumoxidok termikus redukciója, a másik a vanádium halogenidjeinek redukálása magnéziummal (Kroll-eljárás) vagy nátriummal.

Mind a két eljáráscsoport különleges gyártási igényekkel lép fel, miután a vanádium affinitása a nemfémes elemekhez igen nagy.

Vanádiumoxidok termikus redukciója

E csoporton belül a felhasznált redukáló anyag szerint több eljárás ismeretes. Általában a kalciumot, szenet és az alumíniumot használják fel redukálóanyagként.

1. Kalciumos eljárás

A kiindulóanyag kalciumforgács és vanádiumtri- vagy pentoxid. A reakció menetét a következő egyenlet mutatja:

$$V_2O_5 + 5\,Ca = 5CaO + 2\,V$$
$$V_2O_3 + 3\,Ca = 3CaO + 2\,V$$

A vanádiumpentoxid redukálásakor a reakció annyira exoterm, hogy robbanásszerű méreteket ölthet.

A folyamat lassítása céljából az alapanyagokat különféle pótlékok hozzákeverésével hígítják, melyek egyben leszállítják a reakcióban keletkező melléktermékek olvadáspontját és megkönnyítik a vanádiumfém elkülönítését.

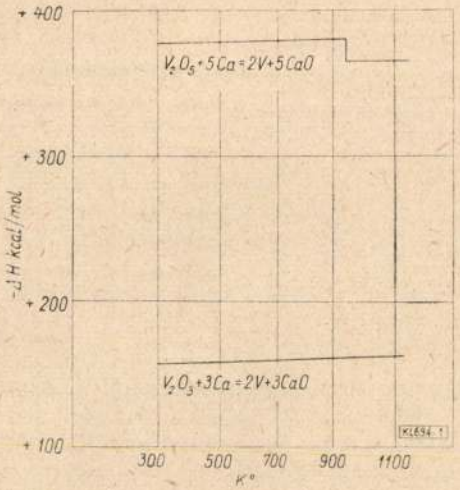
Marden és *Rich* [5] a bevitt kalcium moljára számítva 1 : 1 arányban kalciumkloridot kevernek a nyersanyaghoz. *Wilhelm* és *Long* [6] a képződött CaO kalciumszulfiddá alakítása érdekében ként adagolnak a keverékhez. E két módosítás közös

hátránya, hogy tovább növeli az amúgy is nagy salakmennyiséget.

Jobban bevált *Gregory* és munkatársai [7] elgondolása. Ők nem vanádiumpentoxidból, hanem vanádiumtrioxidból indulnak ki. Ezzel a műfogással csökkentik a képződött ballasztmennyiséget és a vanádium színítését kevésbé exoterm reakcióban valósítják meg.

A vanádiumtrioxidot vanádiumpentoxidból állítják elő hidrogénes redukálással.

A V_2O_5 és V_2O_3 kalciumos redukciójával kapcsolatos reakciók entalpiájának a hőmérséklet függvényében bekövetkező változását az *1. ábra* mutatja be.



1. ábra. V_2O_5 és V_2O_3 kalciumos redukciója entalpiájának változása a hőmérséklet függvényében

Mint az ábrából kivehető a vanádiumtrioxid redukálásakor az egységnyi vanádiumra jutó reakcióhő nagyjából a fele a vanádiumpentoxid redukálásakor fejlődött hőmennyiségnek. Más jelentős előny, hogy a redukáláshoz szükséges kalcium mennyisége is kevesebb. Nem fenyeget tehát oly nagymértékben a túlhevülés veszélye és a kemence térfogata is jobban hasznosítható.

A vanádiumtrioxidos eljárás előnyei közé kell sorolni azt a körülményt is, hogy a vanádiumtrioxid olvadáspontja a vanádiumpentoxidéhoz képest nagy. A beadagolt szemcse méretének változtatásával jobban lehet befolyásolni a redukció sebességét, tehát a képződött hőmennyiséget külső hűtéssel könnyebben el lehet vezetni.

A kalciumot mind a két redukcióhoz nagy feleslegben kell adagolni, különben a redukálás nem tökéletes, a kapott fém oxidot tartalmaz és a kihozatal is csökken.

A redukció teljes keresztülviteléhez az elméleti kalciumhoz viszonyítva 50—100% kalcium felesleg szükséges. Ha csak 40% a kalcium felesleg, akkor a kapott fém rideg és törékeny [8].

A redukálás hőmérsékletétől és a salak olvadáspontjától függően a kapott vanádium szivacsos vagy összeolvadt állapotú lehet. Ha a szivacs előállítása a végcél, akkor a fémet utólagos mosással kell tisztítani, utána sajtolni és vákuumban olvasztani.

Kalciumos redukcióval készült vanádium néhány elemzésének adatát tartalmazza a *2. táblázat.*

2. táblázat

Néhány kalciummal redukált vanádium elemzése

O_2	N_2	C	Vickers-keménység
%			HV, kg/mm²
0,047	0,009	0,092	134
0,047	0,009	0,123	136
0,049	0,009	0,175	131

2. Szenes eljárás

A reakció a következő egyenlet szerint megy végbe:

$$V_2O_3 + 3\,C = 3\,CO + 2\,V$$

A redukció valószínűleg a következő részegyenletek szerint megy végbe:

$$3\,V_2O_3 + 15\,C = 9\,CO + 6\,VC$$
$$2\,V_2O_3 + 6\,VC = 6\,CO + 10\,V$$
$$5\,V_2O_3 + 15\,C = 15\,CO + 10\,V$$

A szenes redukcióhoz nagy hőmérséklet és nagy vákuum szükséges. Kisebb hőmérsékleten a reakció sebessége nagyon kicsi. Irodalmi adatok szerint [9] 1000 C°-on, 100 perc alatt a bevitt vanádiumtrioxidnak csupán kb. 12%-a redukálódik. 1200 C° felett a reakciósebesség gyorsan nő és 1600 C°-os hőmérsékleten 50 perc alatt a bevitt anyag 92%-a alakul át fémmé.

Az említett irodalmi hivatkozás szerint kovácsolható vanádium előállításához 10^{-4} torr vákuum kell. Kisebb vákuumban színített fém rideg lesz.

A szakirodalomban található adatok szerint a vanádium szén és oxigénszennyeződésének mennyisége összefügg egymással. Az alakíthatóság határát 0,1—0,25% szén és az ezzel összefüggő 0,1% alatti oxigéntartalomban adták meg. Ennél nagyobb szén vagy oxigéntartalommal a vanádium már nem alakítható.

3. Aluminiumos eljárás

Az aluminotermikus színítést csupán nyers vanádium előállítására használják.

$$10\,Al + 3\,V_2O_5 = 6\,V + 5\,Al_2O_3$$

A reakció igen exoterm. Entalpiája

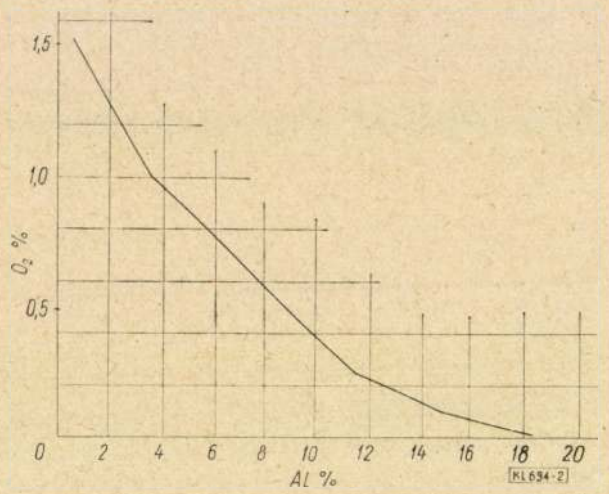
$$\Delta H_{298} = -858{,}2\ \text{Kcal/6 gmol V}$$

Csak a reakció megindításához kell hőt közölni a rendszerrel. A már megindult folyamat hőszükségletét bőven fedezi a felszabaduló reakcióhő. Vigyázni kell arra, hogy a reakció lefutása robbanásszerű méreteket ne öltsön.

A beindításhoz elektromos kemencében előhevített anyagot használnak, a hőmérsékletet a beadagolt keverék mennyiségének és szemnagyságának változtatásával szabályozzák.

A képződött salak nagy olvadáspontú (korund), a termelt vanádium könnyebb elkülönítése érdekében a kalciumos eljáráshoz hasonlóan folyósító pótlékokat szokás adagolni.

Az aluminotermikus eljárással színített vanádium rendszerint erősen szennyezett. Alumíniu-



2. ábra. Az aluminotermikusan készült vanádium alumínium- és oxigénszennyezéseinek összefüggése

mot, oxigént, valamint a nyers- és folyósítóanyagok szennyezéseit is tartalmazza. Az oxigénszennyezés nagysága az alumíniumfeleslegtől függ.

A Vanadium Corp. of America adatai *(Rostocker* [4]) alapján készült diagram *(2. ábra)* az aluminotermikusan készült vanádium alumínium- és oxigénszennyezéseinek összefüggését, a *3. táblázat* pedig az elemzését mutatja.

3. táblázat

Aluminotermikusan előállított vanádium adagok elemzése

V	Al	Si	Fe	O_2	N_2	H_2	Összesen
%							
79,56	18,47	0,54	1,10	0,08	0,082	0,0011	99,84
83,30	15,06	0,48	0,66	0,10	0,064	0,002	99,67
82,97	14,25	0,73	1,35	0,19	0,13	0,0011	99,62
86,87	11,56	1,07	0,64	0,25	0,028	0,0011	100,42
93,68	3,62	1,68	0,73	1,00	0,065	0,0047	100,48
95,37	0,61	0,96	0,78	1,54	0,066	0,002	99,33

Rostocker adatai szerint 0,1—0,2%-nál több oxigént tartalmazó vanádium már nem képlékeny. A 3. táblázat és 2. ábra szerint az aluminotermikusan szinített nyers vanádium oxigéntartalma csak akkor lesz kisebb a fentinél, ha legalább 18—20% alumíniumot tartalmaz. Ez az összetétel viszont a szokásos kereskedelmi vanádium minőségének már nem felel meg.

Tapasztalati adatok szerint még az ötvözetek előállítására szolgáló vanádiumfémben sem lehet az oxigénszennyezés — a képlékenység veszélyeztetése nélkül — 0,20%-nál nagyobb.

Vanádiumfém előállítása klórmetallurgiával

Az eljárás hasonló a többi „szuperfém" — titán, cirkon, hafnium, nióbium stb. — előállításához használt eljáráshoz. Vázlatosan:

$$VCl_4 + 4\,Me = 4\,MeCl + V$$

Az előállítás módszere két részre oszlik:

a) a vanádiumhalogenid előállítása és tisztítása

b) a vanádiumhalogenid redukálása.

A vanádium klórral három kloridot és két oxikloridot képez.

A vanádiumdiklorid almazöld kristályos anyag, meleg és hideg vízben hidrolízis közben oldódik. Oldódik továbbá abszolút alkoholban és éterben. Fajsúlya 3,23, szublimációs pontja 2000 C° felett van.

A vanádiumtriklorid rózsaszínű, kissé nedvszívó kristályos anyag. Hasonló körülmények között oldódik, mint a vanádiumdiklorid. Fajsúlya 3,0. Atmoszférikus nyomáson nem olvad, hanem 500 C° felett bomlik:

$$2\,VCl_3 \rightarrow VCl_2 + VCl_4$$

Hidrogénáramban 550 C° feletti hőmérsékleten redukálható VCl_2-dá.

A vanádiumtetraklorid vörösesbarna, a levegőn erősen füstölgő folyadék. Vízzel heves reakció közben reagál. Oldódik abszolút alkoholban, éterben, benzinben. Fajsúlya 1,82. Forrpontjára különböző szerzők különböző értékeket adnak meg [10]. A fagyáspontra közölt értékek is eltérnek egymástól. Szobahőmérsékleten lassan, 500 C° felett gyorsan bomlik klórra és vanádiumtrikloridra, ezért a vanádiumtetrakloridot klórfelesleg jelenlétében kell kezelni és tárolni.

Ez a három klorid áll rendelkezésre alapanyagként a vanádiumhalogenidek redukciójának céljaira. Sajnos a vanádiumkloridokon kívül oxikloridokat is képez, melyek a vanádium előállítása során az amúgyis fennálló oxigénszennyezés veszélyét fokozzák.

A vanádiumoxiklorid vagy vanadiltriklorid ($VOCl_3$) sárgás, nedvszívó folyadék. Fajsúlya 1,83. Hidrolízis közben oldódik vízben. Oldódik abszolút alkoholban és éterben. Fagyáspontja —77 C°, forrpontja 126,7 C°.

A vanadilklorid (VOCl) sárgásbarna por. Vízben nehezen oldódik, oldható viszont salétromsavban. Fajsúly 2,824. Olvadáspontjára vonatkozólag adatot nem találtunk, forrpontja 127 C°.

Mint említettük a vanádiumtetraklorid forrpontja nincs pontosan meghatározva, de 150 C° körül van, a vanádiumoxikloridok forrpontja pedig 127 illetve 126,7 C°. A forrpontkülönbség nem olyan nagy, hogy az elválasztás nagyobb anyagveszteség nélkül végbe mehessen. A gyakorlat is igazolta, hogy ismételt frakcionált desztillációval sem sikerült iparilag oxikloridmentes vanádiumtetrahalogenidet gazdaságosan előállítani. Oxikloridot tartalmazó vanádiumtetrakloridból viszont nem lehet gazdaságosan oxigénszennyezésmentes — tehát képlékeny — vanádiumot siníteni. Míg a titántetrakloridot és cirkóniumtetrakloridot a megfelelő oxidok klórozásával szokták előállítani, vanádiumnak a klórozására csak oxigén mentes alapanyag jöhetett tekintetbe. Vanádiumoxidok klórozásakor számolni kell az oxikloridok képződésével.

Vanádiumtetrakloridot iparilag ferrovanádium klórozásával állítanak elő.

A ferrovanádium-klór reakciója közepes hőtartományban — 500 C° környékén — exoterm.

Így csupán a kiinduló anyag felfűtéséről kell gondoskodni, a hőntartást maga a reakció biztosítja. A hőfokot a klóráram sebességének változtatásával, valamint a beadagolt ferrovanádium darabok méretének megváltoztatásával lehet szabályozni.

A klórozás terméke vanádiumtetraklorid és ferriklorid. A felfogott kloridkeverékből a nagy forrpontkülönbség következtében a VCl_4 arány könnyen kidesztillálható. Sajnos ebben az eljárásban is keletkezik vanádiumoxiklorid, mely már nem választható el egyszerű desztillációval a vanádiumtetrakloridtól.

Jelentős arányban csökkenthető az oxiklorid tartalom úgy, hogy az oxiklorid—vanádiumtetraklorid keveréket 500—700 C°-ra hevített szénszűrőn klórgázfelesleg biztosításával vezetik keresztül [11]. Ez az eljárás sem távolítja el teljesen a vanádiumoxikloridot, különösen, ha a szennyezés nagymértékű.

Az oxiklorid teljes eltávolítására csupán az az eljárás alkalmas, amelyben a vanádiumtetrakloridot vanádiumtrikloriddá redukálják, majd a nem redukálódott vanádiumoxikloridot elpárologtatják a szilárd vanádiumtriklorid mellől.

A vanádiumtetraklorid előállítására általában *Foley* és társai [12] módszerét használják, mely szerint a vanádiumtetrakloridot visszafolyó hűtővel ellátott edényben inertgáz atmoszférában (argon, de lehet CO_2 is) forralják. Mint említettük a vanádiumtetraklorid hajlamos arra, hogy klórt adjon le, s vanádiumtrikloriddá alakuljon. A reakció sebessége nem nagy és így alkalmas ipari méretekre is. A felszabadult klórt az öblítőgáz magával viszi, míg a visszafolyó hűtő megfogja a VCl_4 és $VOCl_3$ gőzöket. A bontás befejeztével, melyet a bontóedényben keletkező szilárd anyag mennyisége és a visszafolyó hűtőben visszacsordogáló anyag színe jelez, a visszamaradt VCl_3—$VOCl_3$ zagyból a vanádiumoxikloridot elpárologtatják. Az így kapott VCl_3 teljesen oxigénszennyezés mentes lehet.

Ismertek olyan próbálkozások is, melyek az oxigénmentes vanádiumtetrakloridnak vanádiumpentoxidból való előállítását tüzte ki célul. *Fink* és *Weiss* [13] egyik eljárása szerint a vanádiumpentoxidot kénklorürrel hevítik bombában. Az eljárás nem került ipari bevezetésre. *Fink* és *Weiss* más megoldást is javasoltak. A vanádiumpentoxidot visszafolyó hűtővel ellátott edényben hosszabb időn át forralják kénkloriddal. A kapott szilárd anyagot szénkéneg alatt őrlik és ismételten szénkéneggel mossák. A mosott és szárított anyag sötétlila színű. Összetétele (32,39% V és 67,61% klór) megfelel a VCl_3 összetételének.

Meg kell még említenünk *Gross* [14] kísérleteit, amelyek során a vanádiumpentoxidot hevítés közben kalciumkloriddal klórozta. A kalciumkloridot a titántetraklorid előállításához már egyes japán kutatók [15] is használták klórozó anyagként.

Elméletileg az említett eljárások bármelyikével készült vanádiumtriklorid alkalmas lehet arra, hogy belőle redukálással vanádiumot állítsanak elő. A gyakorlatban csupán a Foley féle megoldással dolgoznak.

Elvileg mind a vanádiumtetraklorid, mind a vanádiumtriklorid alkalmas vanádium előállítására. A gazdaságosság és a meglevő berendezés dönti el, hogy melyik nyersanyagból induljunk ki.

Vanádiumtetraklorid feldolgozásához a szinító eljárás minden részletében azonos a már ismert és általánosan használt titán előállítási eljárással, csupán a termikus és energetikai mutatók térnek el egymástól.

Kroll-eljárás (magnéziumos szinítés) során a vanádiumtetraklorid redukálásának termodinamikai normál potenciálja 90 kcal/mol V, míg a titán redukálásakor 87 kcal/mol Ti. A vanádiumtetraklorid redukálásakor a hőmérséklet 750—800 C°. *Morette* [16] szerint az optimális hőmérséklet 700 C°. A titántetraklorid redukálása során általában nagyobb hőmérséklettel dolgozunk.

A VCl_3 szilárd halmazállapota következtében ezt más típusú reaktorban dolgozzák fel, mint amit a tetrakloridból való szinítésre általánosan használnak. A reaktortípus függőleges helyzetű. Felső részét vízzel hűtik. Itt csatlakozik a reaktorhoz a VCl_3-ot szállító csigás adagoló.

A reaktort tisztított és szárított magnéziummal töltik, majd tisztított és szárított argonnal öblítik. A lezárás után 10^{-2} torr vákuumra leszívják. Ezután kapcsolják be a fűtést és a töltött reaktort a nedvesség nyomok teljes eltávolítása érdekében 3—400 C°-ra melegítik. Többszöri argonos öblítés után a reaktor szinításre kész állapotban van. Ekkor hevítik fel a reaktort a munkahőmérsékletre, majd lassan megkezdik az olvadt magnéziumba a vanádiumtriklorid adagolását. A reakció befejeztekor a reaktort lehűtik, a benne levő anyagot a lehető leggyorsabban kiemelve átteszik a szublimációs kemencébe, ahol a vanádiumszivacs pórusaiban levő $MgCl_2$-t és a nem reagált magnéziumot 900—1000 C°-on 10^{-4} torr vákuumban ledesztillálják.

A reaktor kibontásakor különleges óvintézkedések szükségesek, mert a finoman elosztott vanádium erősen pirofor. Általában semleges gázt áramoltatnak a szivacsra a levegő oxigénjének távoltartása érdekében. A *4. táblázat* néhány Kroll-eljárással szinített vanádiumfém összetételét mutatja be.

4. táblázat

Néhány Kroll-eljárással előállított vanádium adag elemzése %-ban

V	Fe	Mg	Cl_2	O_2	N_2	H_2
99,5	0,03	0,07				
99,5	0,10	0,16	ny	0,14	0,01	0,02
99,6	0,04	0,15	ny	0,14	0,01	0,01
99,6	0,08	0,17	0,02	0,27		
99,5	0,07	0,21	0,02			

A Kroll féle magnéziumos, valamint a nátriumfémes szinítésen kívül kísérleteztek még laboratoriumi méretekben hidrogéngázas redukálással is.

Az ismertetett ipari eljárások bírálata

A kalciumfémes szinítés a maga nagy hőfejlesztő hatásával arra kényszeríti az üzemeket, hogy nagy mennyiségű adalékanyaggal dolgozzanak. Tekintettel a CaO nagy olvadáspontjára, folyósító pótlékok használata elkerülhetetlen. Ezek a körülmények egyrészt erősen befolyásolják a gyártott vanádium tisztaságát, másrészt csökkentik a kemence hasznos térfogatát és így rontják az üzem gazdaságosságát.

Igen nagy gazdaságossági hátrány a szükséges nagy kalciumfelesleg, mely reagálatlanul, de szennyezve marad a kemencében. Ennek vákuumos eltávolítása hosszadalmas és drága, a mosás viszont a megmaradt kalciumot csökkent értékű kalciumvegyületté — $Ca(OH)_2$-dá — alakítja.

Jobbak a lehetőségek, ha nem vanádiumpentoxidból, hanem V_2O_3-ból indulunk ki. Nyereség oldalra lehet könyvelni a csökkentett kalcium felhasználást, a kemence hasznos térfogatának növelését, a kevesebb folyósító anyag szükségletet. Ellentételként viszont jelentkezik a vanádiumpentoxid előredukálásának költsége.

A szenes redukció nyújtaná elméletileg a legtisztább vanádiumot, miután — a képlet szerint — a redukció befejezte után a fémben semmi nem maradhat vissza. Sajnos az eljárás 100%-osan a képlet szerint nem valósítható meg, mert a fémben mindig marad vagy oxid, vagy karbid, vagy szén, ezeknek a szennyezőknek eltávolítása nagyon nehéz. Az eljárás nagy hőmérsékletet és nagy vákuumot kíván, ezenkívül teljesen tiszta szenet. Üzemi körülmények között ezeket a feltételeket nehéz biztosítani. Költséges a nagyméretű reaktor felfűtése és lehűtése, mert a technika mai állása mellett folyamatos üzem nem tartható.

Az aluminotermikus vanádiumfém előállítása során a kalciumos redukálás összes hátrányai fokozottabb mértékben jelentkeznek, miután a képződött salak — korund — természete még rosszabb mint a CaO-é. A kapott fém erősen szennyezett.

A klórmetallurgiás eljárás már drága nyersanyagból indul ki. A ferrovanádium ugyanis aluminotermikusan készül, nagy mennyiségű alumínium alakul át korunddá, sok vanádium kerül a salakba.

A klórozás folyamán a ferrovanádium vastartalma teljes mennyiségben ferrikloriddá alakul át, ami értékcsökkenéssel jár. Nehéz és költséges a vanádiumtetraklorid megtisztítása az oxigéntől annál is inkább, mivel az iparban bevezetett Foley-eljárás során a $VOCl_3$ eldesztillálása a VCl_3-ból jelentős VCl_3 veszteséggel jár.

Nem becsülhető le a vanádiumhalogenid redukálásának a költsége sem, mert pl. a titán előállításakor a szinítés költsége a teljes gyártási költség közel 60%-a.

Az eddigiek ismeretében érthető, hogy miért többszöröse a vanádium ára a többi szuperfém árának.

Saját kísérletek

Miután a Fémipari Kutató Intézet eddigi programja végrehajtásának során megismerkedhettünk a klórmetallurgia egyes részeivel, azt a célt tűztük magunk elé, hogy a vanádium klórmetallurgiás előállítását két ponton igyekezünk módosítani. Az egyik a kiindulóanyag és ami ezzel szorosan összefügg, a vanádiumhalogenid mentesítése az oxigénszennyezéstől.

Abból az elgondolásból indultunk ki, hogy ha sikerül a vanádiumhalogenidek oxikloridtól való megtisztítását kényelmesebben és főleg olcsóbban megoldani, akkor nem kell oly szigorú előírásokat szem előtt tartanunk a kiinduló nyersanyag megválasztásakor és esetleg sikerülhet erősebben szennyezett vanádiumhalogenidet is felhasználni. Ebben az esetben nyitva áll az út a vanádiumpentoxid felhasználására ferrovanádium helyett.

A kísérletek előtt már felmerült a vanádiumhalogenidek elemzése is.

Mind a vanádium, mind a halogén ionok elemzésének módszere részletesen kidolgozott. Viszont nem találtunk adatot arra, ami a részünkre a legfontosabb, hogy milyen módon lehet a vanádiumhalogenidet — a mi esetünkben vanádiumtetrakloridot — elemzésre alkalmas állapotba vinni. A vanádiumtetraklorid a levegőn bomlik, vizes oldása, a hidrolízis nagy energia felszabadulással jár és a sósavgáz, vanádiumtetraklorid, vanádiumoxiklorid veszteség elkerülhetetlen.

A titántetraklorid elemzése alkalmával szerzett tapasztalataink [17] arra a gondolatra vezettek, hogy a legjobb volna a VCl_4-ot valamilyen lehetőleg vízzel nem keveredő és nem reagáló — oldószerben oldani, onnan rárétegezett vízzel lassan kivonni, tehát lassan vezetett folyadékextrakcióval vinni be a vízbe. Ha a VCl_4 már anyagveszteség nélkül vizes oldatban van, akkor a további elemzés már nem okoz különösebb nehézséget.

A kísérletek menete a következő volt: A szerves oldószert a VCl_4-el összekevertük. Pár percen keresztül figyeltük az oldat magatartását, azután lassan vizet rétegeztünk a tetejére. Újabb pár percnyi megfigyelés után a folyadékokat összeráztuk és állni hagytuk. Egy óra mulva újból megtekintettük a folyadékok szétválásának fokát.

Az eredmények természetesen szubjektivek és minőségiek. Kísérleteink és észleleteink szerint a

könnyű benzin	használható, tisztán válik el,
benzol	az elválás lassú és nem teljes,
xylol	az elválás lassú és nem teljes,
széntetraklorid	használható, gyorsan válik el,
tetralin	reagál a VCl_4-dal,
dekalin	reagál a VCl_4-dal,
trikloretilén	maradandó emulzió,
paraffinolaj	maradandó emulzió,
diklóretán	maradandó emulzió,
tetraklóretán	maradandó emulzió,
kloroform	maradandó emulzió

A „maradandó emulzió" megjelölésen azt értettük, hogy a folyadékok egy órai állás folyamán sem váltak el teljesen tisztán egymástól.

A benzin és a széntetraklorid bizonyultak céljainkra a legjobbaknak. Minden mennyiségben keverednek a VCl_4-dal, vizes kirázáskor gyorsan leadják a vanádiumvegyületet a vizes fázisba és gyorsan, tisztán válnak el a víztől. Mind a vizes fázis, mind az oldószer zavarosodásmentes maradt.

Ezeknek a tapasztalatoknak a birtokában az előkészítést úgy végeztük, hogy a VCl_4-ot széntetrakloridban oldottuk, utána előzetes forralással az oldott levegőtől megtisztított desztillált vízzel kiráztuk, hagytuk elválni egymástól a fázisokat és szűréssel elválasztottuk a széntetrakloridot a víztől. Miután feltételeztük, hogy a vizes, illetőleg oldószeres oldás és átoldás ideje alatt redukciós vagy oxidációs jelenségek nem lépnek fel, az összvanádiumon kívül ugyanezekből az oldatokból határoztuk meg az ötértékű vanádiumot is.

Ezeknek az oldószeres vizsgálatoknak az eredményeként figyeltük meg, hogy míg a VCl_4 minden mennyiségben oldódik a széntetrakloridban, addig a VCl_3-nak meghatározott anyag nagyon nehezen oldódik.

A továbbiakban méréseket végeztünk a vanádiumtriklorid széntetrakloridban való oldódásának meghatározására.

Bemért mennyiségű vanádiumtrikloridot felráztunk széntetrakloriddal, majd pár órai állás után a folyadékot dekantáltuk. A széntetrakloridot dekantálással négyszer cseréltük. Ötödször feltöltve a zagyot tartalmazó edényt termosztátba helyeztük és négy órán át állandó hőmérsékleten tartottuk. A négy óra elteltével a folyadék tisztájából mintát vettünk és vanádiumra elemeztük.

A méréssorozat adatai :

Oldószer hőfoka .	30 C°	50 C°	70 C°
Oldott V	0,088	0,082	0,075 g/l

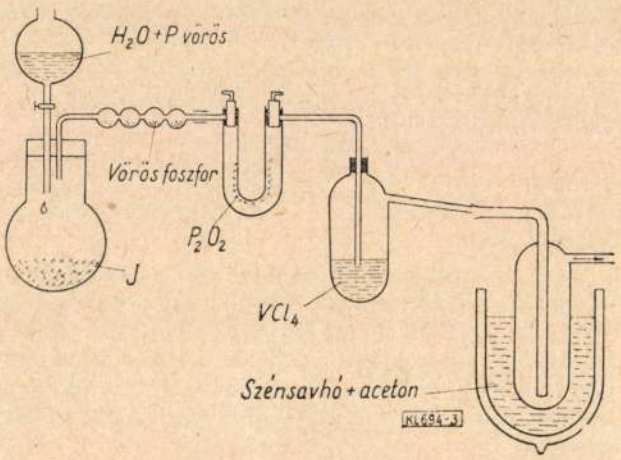
Lehetőséget találtunk tehát a vanádiumtriklorid és a vanádiumtetraklorid elválasztására. Kísérleteink azt mutatták, hogy a vanádiumoxiklorid is minden mennyiségben és arányban oldódik a széntetrakloridban és benzinben. Ezzel a megfigyeléssel módot teremtettünk a VCl_3 megtisztítására mind a VCl_4-tól, mind a $VOCl_3$-tól [17].

A második lépés a VCl_3 kényelmes és gazdaságos előállítási módjának kidolgozása volt, erősen szennyezett vanádiumtetrakloridból.

Miután a vanádiumtetraklorid hajlamos klórt leadni és lassan VCl_3-dá átalakúlni, ezt a tulajdonságát akartuk úgy felhasználni, hogy valamilyen gyenge hatású redukálóanyaggal redukáljuk.

Több kísérletet végeztünk különféle redukálóanyaggal. Egyes anyagok szennyezést vittek a vanádiumtetrakloridba, mások bontották az anyagot. Hosszas kísérletezés után a jódhidrogént választottuk. Ennek a képződési entalpiája +6,2 kcal/mol, vagyis képződése endoterm folyamat és a vegyület könnyen bomlik.

Elgondolásunk szerint, ha jódhidrogént vanádiumtetrakloriddal hozunk érintkezésbe a bomló jódhidrogénből keletkező nascens hidrogén könnyen reakcióba lép a vanádiumtetrakloriddal és redukálja azt vanádiumtrikloriddá.



3. ábra. A saját kísérletekhez használt berendezés elvi vázlata

A végrehajtott kísérletek igazolták feltételezésünk helyességét. Kísérleti berendezésünket a 3. ábra mutatja be.

A jódhidrogén előállításához jódból indultunk ki, melyre vízben szuszpendált vörös foszfort csepegtettünk. A távozó jódhidrogén gázok szárítása és tisztítása érdekében a gázok útjába egy vörös foszforral töltött csövet iktattunk, melynek feladata a jódgőzök visszafogása volt. A nedvességet foszforpentoxiddal töltött csövön való átvezetéssel távolítottuk el. Az így tisztított és szárított jódhidrogéngázt vanádiumtetrakloridon buborékoltattuk át. A reakció hőfejlődéssel járt és pár perces buborékoltatás után már szilárd anyag vált ki a vanádiumtetrakloridból, ugyanakkor a zagy annyira felmelegedett, hogy hűtésről kellett gondoskodnunk.

A reakciót a következő egyenlettel vázolhatjuk :

$$2\,VCl_4 + 2HJ = 2VCl_3 + 2HCl + J_2$$

A kapott szilárd anyagot széntetrakloridos mosással, ill. vákuumdesztillációval megtisztítottuk a benne levő jódtól, vanádiumoxikloridtól és a még nem reagált vanádiumtetrakloridtól. A maradékot megelemezve a következő eredményeket kaptuk %-ban :

	V	Cl	J
Vákuumdesztillációval tisztított	29,93	65,1	5,0
Vákuumdesztillációval tisztított	29,60	66,0	4,6
Széntetrakloriddal mosott	28,80	64,01	2,11
Széntetrakloriddal mosott	28,94	64,16	2,1

Az elemzések alapján az összetétel VCl_3-nak felel meg. Amint a fenti adatok mutatják, a jódtartalom változása nagyobb, mint az analitikai hibahatár. Ez azt jelenti, hogy a jód vákuumos illetve mosószeres eltávolítása nem volt tökéletes.

Az eddigi kísérletek alapján a következő megállapításra jutottunk :

1. A vanádiumtetraklorid — vanádiumoxikloriddal kevert állapotban is könnyen és gyorsan redukálható jódhidrogénnel. A redukálás után visszamaradt anyag mosással, vagy a visz-

szamaradt jód elpárologtatásával tisztítható. Mosóanyagként a széntetraklorid, vagy a könnyű benzin felel meg. A vanádiumoxiklorid a mosás vagy melegítés és vákuum alatt eltávolítható a vanádiumtriklorid mellől.

2. A vanádiumtriklorid oldása a széntetrakloridban minimális, ugyanakkor a vanádiumtetraklorid, valamint a vanádiumoxiklorid jól oldódik benne.

3. A vanádiumtetraklorid és a vanádiumoxiklorid a széntetrakloridból vizes oldással és kirázással eltávolítható. Az oldószer újabb oldásos tisztításra használható fel. A vizes vanádiumhalogenid oldatból a vanádiumtartalom lecsapható és elkülönítés után újabb klórozásra készíthető elő.

4. A vanádiumtetraklorid jódhidrogénes redukálásával a vanádiumtriklorid tisztítására használt oldószerből mind a vanádiumvegyületek mind a jód visszanyerhető és körforgalomban tartható.

Az előzőek alapján megvan a lehetősége annak, hogy a vanádium klórmetallurgiás előállításakor a ferrovanádium helyett az annál jóval olcsóbb vanádiumpentoxidból induljunk ki. A vanádiumpentoxid hazai nyersanyagból itthon készül, a gyártott mennyiség növelhető. Lehetőségünk van arra, hogy a vanádium előállítására középüzemi méretekben rendezkedjünk be, ami a növekvő világpiaci kereslet következtében exportlehetőségeinket bővítené.

IRODALOM

[1] *Aradi A.:* Kohászati Lapok 92 évf. 1959. 5. sz. 216—220. o.
[2] *Veres I.:* Magyarország vanádiumnyersanyag katasztere, Budapest, 1956. (kézirat).
[3] Mat. Des. Ing. 1959. 3. sz. 144—150. o.
[4] *Rostocker, W.:* The Metallurgy of vanadium. Chicago, 1958.
[5] *Marden, V. J.—Rich, M.:* Ind. Eng. Chem. XIX. 786, 1929.
[6] *Wilhelm, H. A.—Long, J. R.:* USP. 2 700 606/1955.
[7] *Gregory, E. D.—Lilliendahl, W. C.—Wroughton, D. M.:* J. Electrochim. Soc. IC. 395, 1951.
[8] *Beard, A. P.—Crocks, D. D.:* J. Electrochim. Soc., CI., 597, 1954.
[9] *Karassev, R. H.—Kasin, V. J.—Makunin, M. S.—Poliakov, H. S.—Samarin, A. M.:* Izv. Ak. N. Sz. Sz. Sz. R., Otd. Techn. N., 94, 4, 1956.
[10] *Kubaschewski, O.—Evans, E. LL.:* Metallurgical Termochemistry, Teddington, Middlesex, 1955. *Nenitescu C. D.:* Manualul Ing. Chim., Bucuresti, 1951.
[11] *Lind, R.:* B. P. 786760/1955.
[12] *Foley, E.—Ward, M.* és *Hook, A.:* Extr. Ref. Rar. Met. Proc. Symp., London, 1957, 196—212.
[13] *Fink, A.—Weiss, W.:* Z. anorg. allg. Chem., CCLXXXXV., 5—6, 327, 1958.
[14] *Gross, P.:* Inst. Min. Met., The refining of non ferous metals. Symp., London, 1950. 680. (hozzászólás).
[15] *Nishimura, H.—Kushima, I.—Moriyama, Y.:* Trans Min. Met. Alum. Ass., Kyoto, 12, 195—98, 1953.
[16] *Morette, A.:* C. R. Ac. Sc., Paris, CC., 1110, 1936.
[17] *Aradi A.:* Fémip. Kut. Int. Évkönyve III. 1959.
[18] *Aradi A.—Major G.—Vitányi P.:* Magy. Szab. 2251/FE. bejelentés.

Üzemi hírek

Az aluminiumkohók katódproblémákkal foglalkozó mérnökei márc. 30-án az Inotai Alumíniumkohóban tartották szokásos negyedévi értekezletüket.

Az értekezleten *Örkényi József* (Fémkút): „Tájékoztatás az alumíniumkohók katódhelyzetéről és üzemi katódkísérleteiről" címmel tartott előadást.

Az 1960. év eredményei alapján ismertette a a három alumíniumkohó kádélettartamának adatait. Röviden foglalkozott a deformációs mérésekkel, majd rátért az üzemekben folyó katódkísérletek ismertetésére.

Ismertette a Bitterfeld-i módszer szerinti oldalkoszorús, a timföld- és műkorundoldalfalú, döngölt fenekű, rugós katódszekrényű, a lehorganyzott szekrényű, valamint a folyékonyfémből közvetlen áramkivezetést célzó kísérleteket. Végül az 1961. évi katódkísérletek programját közölte.

Ezután *Pilissy Lajos* (Fémkút) a legújabb, főleg nyugati irodalom alapján ismertette az alumíniumkohászatban kísérletképpen bevezetett oxidkötésű szilíciumkarbiddal, valamint komplex nitridkötésű szilíciumkarbiddal, továbbá a szénbe ágyazott acél katódsínek helyett közvetlenül az alumíniumba nyúló cirkon és titándiborid vezetőtestekkel szerzett amerikai tapasztalatokat.

Majd a nyugateurópai és szovjet katódkutatások lényegesebb megállapításait ismertette: a katódszének élettartamát igen erősen befolyásolja granulometrikus összetételük, valamint a katódszén grafittartalma. 10% grafittartalmú katódszenekkel a szokásosnál 30%-kal hosszabb katódélettartamokat kaptak. Az élettartamot javítja az elektrolitba adagolt magnéziumfluorid, mert megakadályozza a nátriumionok leválását. A katódszén roncsolódottsági foka és a benne levő nátrium mennyisége között összefüggést állapítottak meg.

Végül *Farkas György* (Aluterv) ismertette vizsgálatainak lényegét, hangoztatta, hogy a katódbélésben keletkező feszültségek nagyságának és eloszlásának meghatározása előbbre vinné a katódokra vonatkozó ismereteinket. E téren a vizsgálatok világszerte gyermekcipőben járnak. *Rapoport* és *Szamojlenko* ezirányú tevékenysége csak kiindulásnak tekinthető.

A katódban keletkező feszültségek közül a legfontosabbak azok, amelyek a szénbélés duzzadásából származnak. Az errevonatkozó kísérletek előreláthatóan 1965-ben fognak értékelhető eredményt adni.

A katódélettartamok javulása mellett remélhetőleg a katódszekrények élettartamát is javítani lehet, ami jelentős acélmegtakarítást hozna.

Pilissy L.—Örkény J.

Az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Ásvány és Földtani Tanszéke szocialista szerződést kötött a Magyaróvári Timföld és Műkorundgyárral.

A szerződés értelmében a Tanszék vállalja, hogy tudományos kutatása feladatkörébe vágó üzemi problémák megoldásához segítséget nyújt.

A gyár vállalásai között üzemi gyakorlat lehetőségének biztosítása szerepel.

Mindketten vállalták a közös témát érintő szakirodalom és dokumentáció erőteljesebb felkutatását és kölcsönös rendelkezésre bocsátását.

Harrach Valter

Kísérletek karbonátos mangánércek hidrometallurgiai feldolgozására[1]

HORVÁTH AURÉL, okl. kohómérnök, Dunai Vasmű

DK : 669.743.094

Az elmult években világszerte és a hazai szakirodalmunkban is több közlemény látott napvilágot, amelyek a karbonátos, szegény mangánércek feldolgozásával foglalkoztak. (Kohászati Lapok 1956. 11—12. sz. 514. oldal.)

A problémának hazai vonatkozásban az ad különös jelentőséget, hogy Úrkúton tekintélyes karbonátos mangánércvagyonnal rendelkezünk. Ez az érc — főként nagy SiO_2- és P-tartalma miatt — közvetlen kohósításra, de általában pirometallurgiai feldolgozásra alkalmatlan, petrográfiai tulajdonságai és összetétele folytán pedig fizikai előkészítéssel számottevő mértékben alig dúsítható. Valószínű ezért, hogy a gazdaságos és egyben műszakilag is legmegfelelőbb feldolgozási eljárást a hidrometallurgiai módszerek között kell keresni.

A mostani közleményem azokról a laboratóriumban végzett hidrometallurgiai kísérletekről számol be, amelyeket a Dunai Vasműben úrkúti karbonátos mangánércekkel végeztünk.

1. Az érc összetétele

A kísérletekhez felhasznált érc átlagos összetétele — csak a számítás és a kísérletek szempontjából fontos alkotókat említve — %-ban a következő volt (száraz állapotra vonatkoztatva):

Mn	= 18,95	Mg	= 2,40
Fe	= 10,30	CO_2	= 17,26
Ca	= 3,20	SiO_2	= 22,47

A fizikai dúsító eljárások (szemnagyság szerinti osztályozás, pörkölt állapotban mágneses szeparálás, hidrociklonozás stb.) eredménytelenségéből arra kellett következtetnünk, hogy az ércben az SiO_2 nem szabad állapotban, hanem úgyszólván teljes egészében kémiailag kötötten fordul elő. A felsorolt kationok egy részének szilikát-alakban való előfordulását igazolja egyébként az is, hogy az *elemzéssel talált CO_2- mennyiség nem elegendő az összes fémek karbonáttá alakításához.*

Mindenekelőtt azt kellett tehát tisztázni, hogy az egyes fémek mekkora hányada karbonát, illetőleg szilikát.

Ebből a célból 2—2 g-nyi ércmintát — 0,2 mm-re való őrlés után — sorban 300 ml-nyi 10, 15 és 20%-os ecetsavval kezeltünk és az oldatot a különböző időpontokban a négy fémre elemeztük. Az elemzés adatait az *1. táblázat* foglalja össze.

Megjegyezzük, hogy az ecetsav töménységét 20%, az oldási időt pedig 12 óra fölé növelve a kioldott mennyiségek tovább már nem változtak. Említésre érdemes továbbá, hogy a Mg mennyisége az első két ecetsavfokozaton az oldási idővel csökken és sokkal kisebb, mint a töményebb ecetsavoldattal, ami valószínűleg a különböző acetátok különböző mértékű oldhatósával, illetőleg a disszociáció visszaszorulásával magyarázható.

Mind a négy fémből nyilvánvalóan maximálisan kioldható az a hányad, amely az ércben karbonátalakban volt jelen. Ha az érccel bevitt és a kioldott maximális mennyiséget viszonyba állítjuk, megállapíthatjuk a fémek karbonát-, illetőleg szilikátalakban előforduló hányadát (*2. táblázat*).

2. táblázat

A mintába az ércből bevitt és kioldott maximális mennyiség viszonya %-ban

Fém	karbonát alakban van jelen %-ban	szilikát alakban van jelen %-ban
Mn	69,5	30,5
Fe	4,4	95,7
Ca	97,5	2,5
Mg	59,3	40,7

1. táblázat

Az ércmintából 10, 15, 20%-os ecetsavval kezelt különböző időpontokban kivett négyféle fém elemzésének adatai

Ecetsav koncentráció %	Időtartam óra	Az oldatban talált Mn- tartalom mg-ban	Fe- tartalom mg-ban	Ca- tartalom mg-ban	Mg- tartalom mg-ban
10	0,5	202,5	4,08	51,4	2,67
	1,0	232,5	4,56	54,9	7,10
	1,5	232,5	4,86	57,8	7,10
	2,5	232,5	4,80	57,8	6,28
	12,0	255,0	5,64	62,4	6,25
	13,0	255,0	5,64	62,4	6,25
15	0,5	200,0	5,70	50,0	4,08
	1,0	230,0	6,75	51,4	4,15
	1,5	240,0	7,05	51,4	5,34
	2,5	250,0	9,15	57,1	2,40
	12,0	250,0	9,15	57,1	2,40
	13,0	250,0	9,15	57,1	2,40
20	0,5	210,0	5,55	51,9	27,60
	1,0	225,0	5,55	53,4	28,40
	1,5	225,0	5,85	56,4	28,20
	2,5	262,5	7,80	60,7	28,20
	12,0	262,5	7,80	60,7	27,60
	13,0	262,5	7,80	60,7	27,60

Ha 100 g ércre vonatkoztatva kiszámítjuk a négy fém karbonátalakban levő hányadát és a karbonátjaik CO_2-tartalmát g-ban, az alábbi adatokat kapjuk:

$$Mn = 18,95 \cdot 0,695 = 13,17 \text{ g},$$

$$CO_2 = 13,17 \frac{44}{56} = 10,35 \text{ g}$$

$$Fe = 10,30 \cdot 0,044 = 0,45 \text{ g},$$

$$CO_2 = 0,45 \frac{44}{55} = 0,36 \text{ g}$$

[1] Beérkezés időpontja 1960. szept. 7.

$$Ca = 3{,}20 \cdot 0{,}975 = 3{,}15 \text{ g},$$

$$CO_2 = 3{,}12 \frac{44}{40} = 3{,}43 \text{ g}$$

$$Mg = 2{,}40 \cdot 0{,}593 = 1{,}43 \text{ g},$$

$$CO_2 = 1{,}43 \frac{44}{24} = 2{,}62 \text{ g}$$

Összesen: 16,76 g

Az elemzéssel kapott 17,26 g CO_2-tartalommal szemben mutatkozó 0,5 g-nyi különbözet részben más fémek (pl. Al) karbonátjának képzésére szolgál, részben elemzési eltérésből ered.

Ha fentiekhez hasonlóan kiszámítjuk azt az SiO_2-mennyiséget, amely a négy fém szilikátjának (egyszerűség kedvéért mindenütt monoszilikátokat feltételezve) képzéséhez szükséges, 18,87 g-ot kapunk, ami annyit jelent, hogy az érc elemzéssel kimutatott SiO_2-tartalmának közel 85%-a a fenti négy fémhez *kémiailag kötve* fordul elő.

Könnyen érthető, hogy a *fizikai dúsítás* ilyen körülmények között *nem hozhat eredményt*. Az érc tehát nem tipikusan karbonátos, hanem karbonátos-szilikátos jellegű.

A további számításokhoz szükséges még az érc karbonátokban kifejezett összetétele, továbbá az egyes karbonátok 1000 g ércre eső moljainak száma. Ezeket kiszámítva a *3. táblázatot* kapjuk.

3. táblázat

A karbonátok összetétele és moljainak száma

Karbonát	Összetétel %	mol/1000 g érc
$MnCO_3$	27,30	2,35
$FeCO_3$	0,94	0,08
$CaCO_3$	7,80	0,78
$MgCO_3$	5,00	0,60

2. A hidrometallurgiai eljárás

Az eljárás a következő műveletekből áll:

a) az ércet 0,2 mm-nél finomabb szemnagyságura őröljük,

b) az őrölt ércet megfelelő — a 3. pont szerint számítható — mennyiségű, szobahőmérsékletű vizzel árasztjuk el és jól záró edényben nagy nyomású CO_2-gáz hatásának tesszük ki. A karbonátok hidrokarbonátokká alakulnak és feloldódnak,

c) az oldatot — a CO_2-gáz nyomásának változatlanul tartása mellett — elválasztjuk az érctől,

d) a CO_2-gáz nyomását 1 at-ra csökkentve a hidrokarbonátok ismét karbonátokká alakulnak és közülük a mangán- és a vaskarbonát kicsapódik, a kalcium- és magnéziumkarbonát pedig oldatban marad.

Az eljárás legkényesebb része az oldás a nagy nyomású CO_2-gázzal, amelyhez jól tömíthető készülék szükséges, továbbá az oldatnak és az ércnek szétválasztása nyomás alatt. Külön berendezés hiányában a kísérletet erre a célra átalakított Berthelot—Mahler—kaloriméterbombában oldottuk meg, amely 40 at-ig terjedő nyomásokat visel el. Mivel ezzel a készülékkel az oldat és az érc elválasztását nyomás alatt nem lehetett megoldani, az oldás viszonyokat az oldat mangántartalmának visszatitrálásával közvetve számítottuk ki. (Az eredményeket az 5. táblázat foglalja össze.)

3. Az egyensúlyi és oldódási viszonyok számítása

Az ércet, vizet és széndioxidot tartalmazó rendszerben a következő disszociációs folyamatok mennek végbe:

$$MnCO_3 \rightleftharpoons Mn^{++} + CO_3^{--} \quad (1)$$

$$FeCO_3 \rightleftharpoons Fe^{++} + CO_3^{--} \quad (2)$$

$$CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{++} + CO_3^{--} \quad (3)$$

$$MgCO_3 \rightleftharpoons Mg^{++} + CO_3^{--} \quad (4)$$

$$H_2O + CO_2 \rightleftharpoons H_2CO_3 \quad (5)$$

A fémkarbonátok oldhatósági szorzata, illetőleg az (1)—(5) folyamat egyensúlyi állandója [1]:

$$L_1 = [Mn^{++}]\,[CO_3^{--}] = 5{,}05 \cdot 10^{-10}$$

$$L_2 = [Fe^{++}]\,[CO_3^{--}] = 2{,}11 \cdot 10^{-11}$$

$$L_3 = [Ca^{++}]\,[CO_3^{--}] = 4{,}22 \cdot 10^{-9}$$

$$L_4 = [Mg^{++}]\,[CO_3^{--}] = 3{,}84 \cdot 10^{-3}$$

$$K_5 = \frac{[H_2CO_3]}{a_{CO_2}} = 3{,}37 \cdot 10^{-2}$$

A szögletes zárójelbe foglalt kifejezések a reakciókomponensek aktivitását, a_{CO_2} pedig a CO_2-gáz aktivitását jelentik. Az oldkatósági sorozatoknak kis értékei miatt azonban az aktivitásokat — az a_{CO_2} kivételével — a kilogramm-molaritással kifejezett koncentrációkkal fogjuk azonosnak venni.

A karbonát- és hidrokarbonátionok egymáshoz viszonyított stabilításának eldöntése céljából össze kell hasonlítani a

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^- \quad (6)$$

és

$$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{--} \quad (7)$$

disszociációs folyamatok egyensúlyát is. A megfelelő disszociáció-állandók [2]:

$$K_6 = \frac{[H^+][HCO_3^{--}]}{[H_2CO_3]} = 4{,}52 \cdot 10^{-7}$$

$$K_7 = \frac{[H^+][CO_3^{--}]}{[HCO_3^-]} = 5{,}59 \cdot 10^{-11}$$

A K_7-nek K_6-hoz képest kicsiny értéke azt igazolja, hogy a szénsav disszociációja jelentékenyebben csak az 1. lépcsőig megy végbe és így a rendszerben a HCO_3^--ionok stabilitása és mennyisége a nagyobb.

A karbonátok ezért a H_2CO_3 jelenléte és ezzel az L_1 — L_4-képletekben is szereplő CO_3^{--}-ionok aktivitásának csökkenése folytán hidrokarbo-

nátokká alakulnak, amelyek nagyobb mértékben oldódnak, mint a karbonátok.

A ténylegesen lejátszódó reakciók tehát a Mn-ra :

$$MnCO_3 \rightleftharpoons Mn^{++} + CO_3^{--} \quad (1)$$
$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \quad (5)$$
$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^- \quad (6)$$
$$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{--} \quad (7)$$
$$MnCO_3 + H_2O + CO_2 \rightleftharpoons Mn^{++} + 2HCO_3^- \quad (8)$$

(8) = (1) + (5) + (6) — (7)

A bruttó folyamat egyensúlyi állandója :

$$K_8 = \frac{[Mn^{++}][HCO_3^-]^2}{a_{CO_2}} = \frac{L_1 K_5 K_6}{K_7} = 1{,}38 \cdot 10^{-7} \quad (8a)$$

Hasonlóképpen számítható ki a bruttó folyamat egyensúlyi állandójának értéke a többi kationokra is. Így a Fe-ra :

$$K_9 = \frac{[Fe^{++}][HCO_3^-]^2}{a_{CO_2}} = \frac{L_2 K_5 K_6}{K_7} = 5{,}76 \cdot 10^{-9} \quad (9)$$

a Ca-ra:

$$K_{10} = \frac{[Ca^{++}][HCO_3^-]^2}{a_{CO_2}} = \frac{L_3 K_5 K_6}{K_7} = 1{,}32 \cdot 10^{-6} \quad (10)$$

a Mg-ra:

$$K_{11} = \frac{[Mg^{++}][HCO_3^-]^2}{a_{CO_2}} = \frac{L_4 K_5 K_6}{K_7} = 1{,}05 \quad (11)$$

A hidrokarbonátok feloldódása után a CO_2-gáz nyomását ismét 1 at-ra csökkentjük és az a célunk, hogy a $CaCO_3$ eközben ne csapódjék ki, *a vízmennyiséget úgy kell méreteznünk, hogy az 1 at* CO_2 *nyomás mellett is oldatban tudja tartani az egész* $CaCO_3$*-mennyiséget.* Ha ezt a kg-okban kifejezett vízmennyiséget q-val jelöljük és a számítást 1000 g ércre vonatkoztatjuk, akkor a Ca-ionok kilogramm-*molaritása* (grammion/kg víz egységekben kifejezve) :

$$[Ca^{++}] = \frac{0{,}78}{q} \quad (12)$$

A többi fémekre felírható bruttó oldódási egyenletek alapján a hidrokarbonátionok koncentrációja (azonos egységekben kifejezve) :

$$[HCO_3^-] = \frac{2\Sigma m}{q} = \frac{2([Mn^{++}] + [Fe^{++}] + [Ca^{++}] + [Mg^{++}])}{q} \quad (13)$$

Az L_4 és K_{11} értéke alapján a karbonát alakban levő Mg-ot teljes mennyiségében oldottnak tételezhetjük fel. Ismeretlenként megmarad tehát a mangán- és vasionok koncentrációja, amelyeket a (12) képlet analógiájára

$$[Mn^{++}] = \frac{x}{q} \quad (14)$$

$$[Fe^{++}] = \frac{y}{q} \quad (15)$$

alakban lehet felírni. Ezzel a (13) képlet így módosul :

$$[HCO_3^-] = \frac{2\Sigma m}{q} = \frac{2(x + y + 0{,}78 + 0{,}60)}{q} \quad (16)$$

Ha most az egyes ionfajták koncentrációjára kapott képleteket a (8 a)—(11) összefüggésekbe helyettesítjük és figyelembe vesszük, hogy a $p_{CO_2} = 1$ at miatt gyakorlatilag $a_{CO_2} = p_{CO_2} = 1$, akkor az alábbi háromismeretlenes egyenletrendszerhez jutunk :

$$\frac{x}{q}\left[\frac{2(x + y + 0{,}78 + 0{,}60)}{q}\right]^2 = 1{,}38 \cdot 10^{-7} \quad (17)$$

$$\frac{y}{q}\left[\frac{2(x + y + 0{,}76 + 0{,}60)}{q}\right]^2 = 5{,}76 \cdot 10^{-9} \quad (18)$$

$$\frac{0{,}78}{q}\left[\frac{2(x + y + 0{,}78 + 0{,}60)}{q}\right]^2 = 1{,}32 \cdot 10^{-6} \quad (19)$$

Az egyenletrendszert megoldva

$$x = 8{,}14 \cdot 10^{-2} \text{ g ion}$$
$$y = 3{,}4 \cdot 10^{-3} \text{ g ion}$$
$$q = 171 \text{ kg}.$$

A kapott eredmények szerint tehát 1 at CO_2-nyomás mellett 171 kg víz szükséges ahhoz, hogy az 1000 g érben levő egész Ca- és Mg- mennyiséget oldatban tartsuk, ez az oldat emellett még $8{,}14 \cdot 10^{-2}$ g ion mangánt és $3{,}4 \cdot 10^{-3}$ g iont vasat is tartalmaz.

Következő lépésként azt a CO_2-nyomást kell meghatároznunk, amelyen az elméletileg szükséges 171 kg-nyi vízmennyiség az 1000 g érben levő összesen 2,35 gramm-molnyi $MnCO_3$-t feloldja.

Ebben az esetben az egyes kationok kilogramm-molaritásai sorban :

$$[Mn^{++}] = \frac{2{,}35}{171} = 1{,}37 \cdot 10^{-2} \text{ g ion/kg víz}$$

$$[Ca^{++}] = \frac{0{,}78}{171} = 4{,}56 \cdot 10^{-3} \text{ g ion/kg víz}$$

$$[Mg^{++}] = \frac{0{,}60}{171} = 3{,}51 \cdot 10^{-3} \text{ g ion/kg víz}$$

A vas teljes mennyisége — a mangánnál kisebb oldékonysága miatt — nem kerül oldatba. Ha ezt az egyelőre ismeretlen ionkoncentrációt y'-vel jelöljük, akkor

$$[Fe^{++}] = y' \text{ g ion/kg víz}$$

Helyettesítsük az ily módon kapott ionkoncentrációkat a (16) képlet figyelembevételével a (8*a*) és a (9) képletbe :

$$\frac{1{,}37 \cdot 10^{-2}[2(1{,}37 \cdot 10^{-2} + y' + 4{,}56 \cdot 10^{-3} + 3{,}51 \cdot 10^{-3})]^2}{a_{CO_2}} = 1{,}38 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{y'\,[2\,(1{,}37\cdot10^{-2}+y'+4{,}56\cdot10^{-3}+3{,}51\cdot10^{-3})]^2}{a_{CO_2}} = 5{,}76\cdot10^{-9}$$

A két ismeretlent kiszámítva a következő eredményhez jutunk:

$$y' = 5{,}72\cdot10^{-4}\ \text{g ion/kg víz}$$

$$a_{CO_2} = 198$$

Ha a kapott aktivitási adathoz tartozó nyomást innen meg akarjuk határozni, figyelembe kell vennünk, hogy gázokra az aktivitás gyakorlatilag a fugacitással (f) egyenlő ugyan, ez utóbbi azonban

$$f = \nu\, p \qquad (20)$$

alakban függ össze a nyomással, ahol ν a fugacitási koefficiens. A kiszámított aktivitáshoz tartozó nyomás ezért

$$p_{CO_2} = \frac{a_{CO_2}}{\nu} \qquad (21)$$

Az irodalomból ismeretes fugacitás-nyomás diagramok szerint [3] ebben az értéktartományban $\nu = 0{,}20$, vagyis a fugacitás a nyomásnak csak kb. 20%-a. Az előbbiekben kiszámított aktivitásnak ezért a (21) képlet szerint $p_{CO_2} = 990$ at nyomás felel meg.

Ahhoz tehát, hogy az 1000 g ércben karbonát alakban levő egész mangántartalmat oldatba vigyük, az elméletileg szükséges (tehát minimális) 171 kg vízmennyiség mellett 990 at CO_2-nyomás volna szükséges.

Az eddig kiszámított adatok alapján meghatározható a mangánkihozatal is. Az elméletileg szükséges 171 kg víz 990 at mellett 2,35 g ion, 1 at mellett $8{,}14\cdot10^{-2}$ g ion mangánt tartalmaz. A különbség tehát 2,2686 g ion mangán, karbonátalakban kicsapódik az oldatból és attól elválasztható. A kihozatal 96,5%.

A számítással kapott 990 at-ás CO_2-nyomás azonban tulságosan nagy ahhoz, hogy a gyakorlatban megvalósítható legyen. Célszerűbb ezért inkább az elméletileg szükségesnél nagyobb vízmennyiséggel és kisebb nyomással elérni a mangán kioldását.

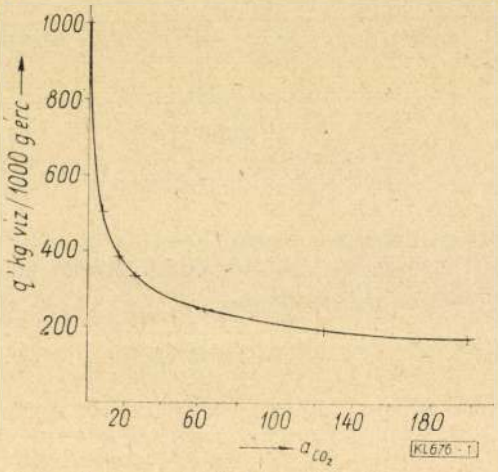
Ahhoz, hogy a tetszőleges nyomáshoz szükséges vízmennyiséget (q') kiszámíthassuk, a vízmennyiség és a CO_2 aktivitása közötti kapcsolatot kell tisztázni.

A képlet meghatározásához abból a feltételből kell kiindulni, hogy a vízben az érc egész Mn-, Ca- és Mg-mennyisége feloldódjék, ha a rendszer nyomás alatt van. Ez a mi esetünkben 2,35 g ion Mn-t, 0,78 g ion Ca-ot és 0,60 g ion Mg-ot jelent. Vasból — mint láttuk — a feloldható mennyiség $5{,}72\cdot10^{-4}$ gion/kg víz, ami az elméleti 171 kg víz mellett $9{,}78\cdot10^{-2}$ g iont jelent. Egyszerűség kedvéért általános esetben is ezzel a mennyiséggel számolva és az adatokat az ismert képletekbe helyettesítve, rendezés után

$$q' = \frac{1000}{\sqrt{a_{CO_2}}} \qquad (22)$$

alakban kapjuk a keresett képletet, amely adott aktivitáson kg-okban adja 1000 g ércre vonatkoztatva a teljes Mn-mennyiség oldatbaviteléhez szükséges vízmennyiséget. A vízmennyiség és az aktivitás összetartozó értékeit az *1. ábra* adja meg. A diagramvonal természetesen csak az $a_{CO_2} = 198$ és $q' = 171$ kg határértékig terjed.

Az aktivitás azonban csak kis nyomásokon azonos (vagy közel azonos) a nyomással, nagyobb nyomáson egyre nagyobb mérvben eltér tőle. Célszerű ezért az összetartozó aktivitás-nyomás értékpárokat, majd ezeknek és az 1. ábrának



1. ábra. A vízmennyiség és az aktivitás összefüggése

alapján a CO_2 nyomása és a vízmennyiség közötti értékpárokat meghatározni (*4. táblázat*). A 4. táblázat közvetlenül megadja, hogy adott nyomáshoz mekkora vízmennyiséget, illetőleg adott vízmennyiséghez mekkora nyomást kell választani a maximális mangánkihozatal biztosítása érdekében.

4. táblázat

A CO_2 összetartozó aktivitás-nyomás adatai

a_{CO_2}	p_{CO_2}	q_2
1,0	1	1000
9,5	10	500
18,2	20	380
25,5	30	330
32,0	40	325
38,0	50	300
55,0	100	260
60,0	200	250
85,0	500	225
119,0	700	200
148,0	800	190
171,0	900	180
198,0	990	171

4. Kísérleti eredmények

Összesen 10 laboratóriumi párhuzamos vizsgálatot végeztünk a már említett módon. A 10 kísérlet közül egy előkísérlet volt, a második sorozatban négy kísérletben azonos érc és vízmennyiség mellett a nyomás növelésének, a harmadik sorozatban öt további kísérlet alatt pedig azonos nyomás mellett a vízmennyiség növelésének hatását vizsgáltuk. A kísérletek eredményeit összefoglaló *5. táblázat* 2. és 3. rovata az érc és

5. táblázat

A kísérletek eredményeinek táblázatos összefoglalása

Kísérlet sorozat	G_e	G_v	p_{CO_2} at	Karbonát alakban bevitt Mn mg	Oldott Mn		$q' = \frac{G_v}{G_e}$
	g				mg	%	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
I.	1,5	150	20	197,6	15	7,6	100
II.	0,2	200	10	26,3	6	22,8	1000
	0,2	200	20	26,3	10	38,0	1000
	0,2	200	30	26,3	12	45,6	1000
	0,2	200	40	26,3	14	53,2	1000
III.	0,5	200	40	65,9	22	33,4	400
	0,5	200	40	65,9	26*	39,5	400
	0,25	200	40	32,9	14	42,5	800
	0,20	200	40	26,3	14	53,2	1000
	0,10	200	40	13,2	12	90,9	2000

* Vibrátorral rázva.

víz súlyát, a 6. rovata pedig az autokláv-bombából nagy nyomáson kivett oldat-minta titrálással meghatározott, tehát oldatban maradt mangántartalmát jelenti (az egész oldatmennyiségre vonatkoztatva). A Mn-tartalomnak a második kísérletsorozatban a nyomással való növekedése nyilvánvalóan arra vezethető vissza, hogy bár a bombából kikerülő oldatban a nyomás hirtelen lecsökken, mégis visszamarad bizonyos mennyiségű CO_2 és ennek az aktivitása a nyomással egyre nő. Az oldatban maradt mangán mennyiségének a víz mennyiséggel való növekedése a harmadik kísérletsorozatban nem szorul magyarázatra. A 0,5 g érccel és 200 g vizzel ebben a sorozatban végzett két kísérlet mangánkihozatala közti különbség oka, hogy a nagyobb értéken a bombát a kioldás alatt vibrátorral ráztuk.

A kísérletek eredményeit az 5. táblázat foglalja össze. A 7. rovatban szereplő adatok természetesen az ércben levő karbonátos mangántartalomra vonatkoznak.

A bombában levő oldat és érc elválasztására nyomás alatt — mint említettem — nem volt lehetőség és ezért a kioldott mangán mennyiségét a bombából kiengedett, tehát a nyomás hatása alól kivont oldatban titrálással határoztuk meg. A nyomás megszüntével az oldatban levő CO_2 aktivitása természetesen rohamosan csökken, sőt a szabad légkörrel érintkező, titrálás alatt álló oldatban 1 alá esik. Ezt igazolja az 5. táblázat 8. rovata, amelyben a ténylegesen felhasznált vízmennyiség van feltüntetve grammokban, 1 g ércre vonatkoztatva. Így pl. a III. sorozat utolsó kísérletében az eredetileg bevitt mangánmennyiség több, mint 90%-ának normális nyomás mellett való oldatban tartásához az érc súlyának kb. 2000-szeresét kitevő vízmennyiség volt szükséges, holott a (22) képlet szerint ehhez a $CO_2 = 1$ esetén 1000-szeres vízmennyiségnek is elegendőnek kellene lennie. A tényleges 2000-szeres vízmennyiséggel számolva a (22) képletből $a_{CO_2} = 0{,}785$ értéket kapunk az oldatban visszamaradt CO_2 aktivitására.

A nyomás hatása alól kivont oldatban visszamaradó CO_2 aktivitása természetesen a nyomástól és a vízmennyiségtől is függ.

Így pl. ha a II. sorozat 20 at-s kísérletében, ahol 38%-os volt a kioldás, ugyancsak 90,9%-os kihozatalt akarnánk elérni, akkor ehhez — a kioldott Mn és a víz mennyiségét lineárisan arányosnak véve — szükséges volna elméletileg

$$q'_e = \frac{90{,}9}{38{,}0} 1000 = 2400 \text{ g/g}$$

vízmennyiség, azaz a bemért 0,2 g ércre 480 g víz a ténylegesen használt 200 g helyett. Ha g'_e-t a (22) képletbe helyettesítjük, a CO_2 aktivitására $a_{CO_2} = 0{,}745$-öt kapunk.

Hasonlóképpen, ha a III. sorozat 4. kísérletében ugyancsak 90,9%-os kioldást akarnánk elérni, akkor ehhez elméletileg

$$q'_e = \frac{90{,}9}{53{,}2} 1000 = 1710 \text{ g/g}$$

vízfelesleg volna szükséges. A (22) képlet alapján ehhez $a_{CO_2} = 0{,}835$ aktivítás tartozik.

Az a körülmény tehát, hogy a vizsgált oldatmintákban a talált Mn-tartalom kisebb, mint amennyit elméletileg találni kellene, arra vezethető vissza, hogy a bombából kivett oldatokban a CO_2-aktivitása kisebb-nagyobb mértékben 1 alá esik és ezzel a 4. táblázatban $a_{CO_2} = 1$-re megadott 1000 g/g vízmennyiségnél jóval több szükséges ahhoz, hogy a teljes (vagy közel teljes) Mn-mennyiség oldatba vihető legyen.

Összefoglalás

A részben vagy egészben karbonátos alakban tartalmazó Mn-ércekből a mangán karbonátalakban kivonható, ha az ércet hideg vizzel elárasztva a rendszert nagynyomású CO_2-gáz hatásának tesszük ki. Az oldódási viszonyok (nyomás, vízmennyiség) az oldhatósági szorzatok és a heterogén rendszerek egyensúlyi viszonyai alapján számíthatók. Úrkúti karbonátos-szilikátos mangánércekkel végzett laboratóriumi kísérlet eredményeit ismertetjük.

IRODALOM

[1] *Kelley—Anderson:* IV. Metal Carbonates—Correlations and Applications of Thermodynamic Properties. Bureau of Mines Bull. 384 (1935).
[2] *Innes, Mc.:* Principles of Electrochemistry. Reinhold Publ. Co. New-York. 1939.
[3] *Perry J. H.:* Chemical Engineers' Handbook. Mc. Graw-Hill Co. London 1950. 356—357. o.

Acélok dezoxidációjának vizsgálata az izolált zárványok elemzésének módszerével[1]

Doc. DR. FORYST, JULIUS
Vasipari Kutató Intézet, Gliwice, (Lengyelország)

DK : 542.61 : 548.4 : 669.18.046.55

1. Bevezetés

Ismeretes, hogy a dezoxidációs folyamatokat főleg három adottság miatt nehéz pontosan követni : 1. Az *acél nagy hőmérséklete* és az ebből fakadó kísérleti nehézségek, 2. a dezoxidáló elemek adagolása után a *fürdőben lejátszódó fizikai-kémiai folyamatok sokfélesége* és *áttekinthetetlensége*, és végül 3. a *jelentős kvalitatív és kvantitatív eltérés* a *kísérleti kis-*, ill. az *üzemi nagy adagok dezoxidációs reakciói között.*

A dezoxidáció általában nagyon bonyolult folyamat. A dezoxidáló elemek adagolása közben és azt követően végbemenő különféle vegyi reakciók — eltekintve a karbon-oxigén reakciótól — folyékony és szilárd halmazállapotú dezoxidációs termékeket hoznak létre. A reakciótermékek összetétele és fizikai-kémiai alakja a kinetikus értékelés szempontjából rendkívül fontos, hiszen ismeretes, hogy az oxidos zárványoknak mind a mennyisége, mind a vegyi összetétele aránylag széles határok között függ az acélfürdő kikészítésének módjától.

Az oxigénnek a folyékony acélból dezoxidálással való eltávolítása lényegében három részfolyamatból áll : a) a *dezoxidációs termékek képződése*, b) a termékeknek *nagyobb részecskékké való egyesülése*, c) ezeknek a részecskéknek a *felszállása a salakba.*

A dezoxidálás reakciói többfázisú rendszerben (folyékony acél, szilárd dezoxidáló elemek, folyékony és szilárd dezoxidációs termékek) mennek végbe, mégpedig különböző sebességgel. Az egész dezoxidációs folyamat eredményességét a leglassúbb részfolyamat pl. a dezoxidációs termékeknek, záródmányoknak a folyékony acélfürdőből a salakba való felszállása határozza meg. — A felszállás sebessége a zárványok fizikai tulajdonságain (olvadáspont, viszkozitás, felületi feszültség stb.) kívül még az acél felületi feszültségétől és viszkozitásától is függ, továbbá attól, hogy a folyékony acél ezeket a zárványokat mennyire nedvesíti.

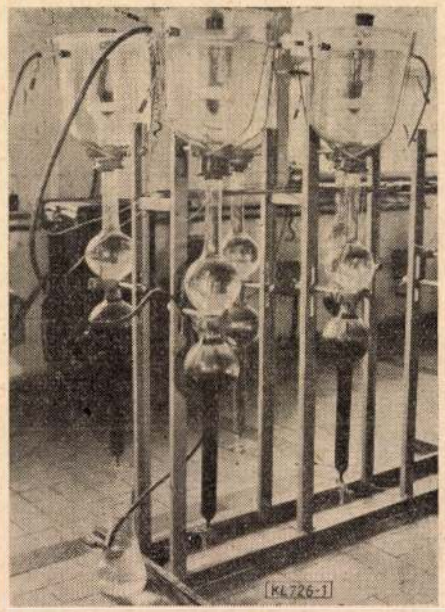
Az újabb acélmetallurgiai alapkutatás legnagyobbrészt a *fém*, a *salak* és az *oxigén* közötti egyensúlyi viszonyokkal foglalkozik. A kiterjedt kutatómunka értékes ismeretekhez vezetett a dezoxidálási egyensúlyok, a tűzálló anyagokkal végbemenő folyamatok, valamint jónéhány elem, pl. a karbon, szilícium, mangán, króm, alumínium dezoxidációs hatásával kapcsolatban. A dezoxidációs folyamatok vizsgálatához egyre kiterjedtebben használják az *elektrolitos izoláló eljárások*at, amelyekkel az oxidációs zárványokat és a karbidokat kvantitatíve el lehet az acélból különíteni. A zárványokat a karbidoktól klórozással és szublimálással tisztítják meg, s *mikroanalízissel*, *spektrokémiai*, *mikroszkópos* és *röntgendiffrakciós* úton vizsgálják. Ezekkel az eljárásokkal a dezoxidációs termékek mennyiségét, vegyi összetételét, alakját stb. pontosan meg lehet határozni.

Hangsúlyozzuk, hogy a dezoxidációs termékeket csak így, az izoláló módszerrel lehetett pontosan megvizsgálni, s ebből őket — kémiai reakciók eredményének tekintve — a nagyipar számára valóban értékes következtetésekhez jutni.

Elektrolitosan manapság többnyire *Koch* és munkatársai [2], valamint *Fitterer* [3] eljárásával izolálnak. A gliwicei Vasipari Kutató Intézetben a Koch-eljárást használják. Eddig ezzel két, az acélok dezoxidációjával kapcsolatos kutatási munkát fejeztek be, a következőkben ezekről az eredményekről kívánunk beszámolni.

2. Az izoláló eljárás

A régebbi, *Klinger* és *Koch* által kidolgozott berendezésben [4] a próbák a katód felőli oldalukon és felső végükön gyorsabban oldódnak. Az áramsűrűség nem egyenletes az egész próbafelületen, s ezért a potenciálesés is nagyobb az elektrolitban a katód felőli részeken [2]. Mivel a legtöbb polarizációs jelenség erősen függ a potenciáltól és a polarizáció a próbák egyenletes feloldását nagyon megnehezíti, *Koch* és *Sunderman* [2] új, kedvezőbb berendezést fejlesztettek ki. Intézetünkben jelenleg — kisebb változtatásokkal — ezt használjuk. Az új izoláló berendezés szerkezete az *1. ábrából* tűnik ki. Üvegből készült, s a katódtér körülveszi az anódteret. A két teret egymástól celofánnal körülragasztott, perforált üveghenger



1. ábra. Az új izoláló készülékek

[1] Előadás az Egyesület Anyagvizsgáló Szakcsoportjának 1960. december 9-i ülésén. Fordította Fuchs Erik.

választja el. A katód 18/8-as saválló acél — vagy platinahuzalból készített háló, amely körülveszi a hengeres anódteret. Ez utóbbi kb. 3,5 l térfogatú. A próba oldása folyamán az anolit folyamatosan cserélődik. Az elhasznált, nagyobb fajsúlyúvá lett elektrolit egy tölcséren keresztül, az anolittér alján folyik el. Nitrogén vagy CO_2 védőgázatmoszféra védelme alatt elektrolizálunk. Az elektrolízis áramsűrűsége 0,005—0,01 A/cm². Elektrolitként csaknem kizárólag a C-B elektrolitokat (nátriumcitrát-káliumbromid oldatok) használjuk, ferrites krómacélok vizsgálatakor (13% Cr) kevés nátriumacetátot és káliumrodanidot is adunk hozzá.

Az izolált zárványok *klórozását* pontosan a Klinger—Koch-eljárás előírásai szerint végezzük. Ötvözetlen acél izolátumát 120—160 C°-on klórozzuk, golyóscsapágyacél zárványaihoz a klórozási hőmérsékletet 250 C°-ig növeljük. Erősen ötvözött krómacélok zárványait *Piper* és munkatársai nyomán, korom hozzáadásával 280 C°-on lehet nehézség nélkül klórozni [5].

A leírt izoláló eljárás értékes kiegészítése a *mágneses szeparátor*. A gliwicei Vasipari Kutató Intézetben működő berendezést *Koch* és *Sunderman* [2] nyomán szerkesztettük, ez különösen a szulfidok és a karbidok vizsgálatakor használható előnyösen.

3. Különleges dezoxidálószerek összetételének hatása az oxidos zárványok mennyiségére [6]

Mindegyik, magnezittégelyben, nagyfrekvenciás kemencében készült kísérleti adagból 6 kg armcovasat olvasztottunk meg salakképzők adagolása nélkül. Amint az adag Pt-PtRh merülő pirométerrel mért hőmérséklete elérte az 1590—1600 C°-ot, a fürdőből oxigénmeghatározás céljára próbát vettünk. Ezután adagoltuk a finomlemezbe csomagolt dezoxidáló ötvözetet, mégpedig olyan mennyiségben, hogy a hozzáadott szilícium az egész fürdő 0,3%-át tegye ki. A felhasznált különböző Mn : Si : Al arányú hat dezoxidáló ötvözet összetétele az *1. táblázatban* látható. Három perccel

1. táblázat

A dezoxidáló ötvözetek vegyi összetétele

Sorszám	Az ötvözet Mn : Si : Al aránya	Vegyi összetétel, %		
		Mn	Si	Al
1.	1 : 1 : 0,1	41,54	37,40	3,48
2.	3 : 1 : 0,1	67,83	19,45	2,05
3.	6 : 1 : 0,1	77,72	13,03	1,18
4.	1 : 1 : 0,25	41,13	37,34	8,30
5.	3 : 1 : 0,25	67,00	18,04	4,12
6.	6 : 1 : 0,25	77,60	12,80	3,00

2. táblázat

A felszívott fémpróbák vegyi összetétele
(átlag adatok)

Sorszám	Dezoxidáló ötvözet Mn : Si : Al	Összetétel, %						
		C	Si	Mn	P	S	Al	O_2
1.	1 : 1 : 0,1	0,015	0,07	0,23	0,015	0,013	0,001	0,0313
2.	3 : 1 : 0,1	0,013	0,09	0,56	0,010	0,017	0,001	0,0187
3.	6 : 1 : 0,1	0,030	0,10	1,27	0,014	0,012	0,001	0,0088
4.	1 : 1 : 0,25	0,020	0,06	0,23	0,009	0,011	0,004	0,0270
5.	3 : 1 : 0,25	0,020	0,09	0,70	0,015	0,011	0,006	0,0188
6.	6 : 1 : 0,25	0,020	0,07	1,06	0,007	0,011	0,003	0,0113

a dezoxidálás után egy-egy próbát vettünk zárványizolálás és oxigénmeghatározás céljára. A próbát 12 mm átmérőjű kvarccsövön keresztül való felszívással, az olvadékból vettük. Az adagokat ezt követően kokillába öntöttük. A felszívott próbák összetételét a *2. táblázat* tartalmazza.

Az oxidos zárványok izolálási eredményeit a *3. táblázatban* állítottuk össze, ebben minden adat több meghatározás átlaga. A *4. táblázatban* az oxidok közvetlenül mért együttes mennyiségén kívül feltüntettük a külön-külön meghatározott MnO, SiO, Al_2O_3 és FeO mennyiségek összegét is. Összehasonlítás céljából megadtuk az oxidokból számított és az olvadékból szívással vett próbában mért oxigéntartalmat is. Bár az egyezés nem tökéletes, az eredmények mégis bizonyítják, hogy izoláláskor és az oxidok meghatározásában nem követtünk el nagyobb hibát.

A *2. ábrából* világosan kitűnik, hogy az oxidos zárványok mennyisége erősen függ a dezoxidáló ötvözet Mn : Si aránnyal kifejezett összetételétől.

3. táblázat

Az oxidos zárványok vegyi összetétele

Sorszám	A dezoxidáló ötvözet Mn : Si : Al aránya	Az acél oxidos zárvány-tartalma, %	Az oxidos zárványok Mn SiO_2 Al_2O_3 FeO tartalma, %			
1.	1 : 1 : 0,1	0,0823	20,1	62,7	2,6	10,8
2.	3 : 1 : 0,1	0,0496	15,7	55,2	2,8	19,0
3.	6 : 1 : 0,1	0,0208	12,1	47,9	7,7	36,3
4.	1 : 1 : 0,25	0,0708	12,5	55,9	6,6	20,2
5.	3 : 1 : 0,25	0,0532	29,2	51,1	5,5	20,8
6.	6 : 1 : 0,25	0,0275	19,1	38,5	6,8	31,0

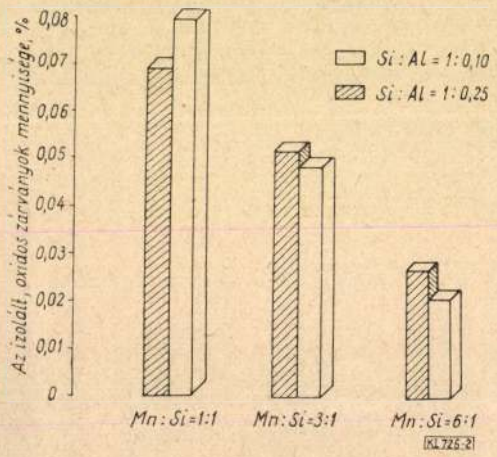
A 3. táblázat adataiból úgy látszik, hogy a zárványok vasoxidultartalma annál nagyobb, minél kisebb az izolált maradvány mennyisége. Ha azonban a maradvány vasoxidultartalmát az *acél mennyiségére* vonatkoztatjuk, csak igen szűk határok között változik (vö. 4. táblázat). Ebből

4. táblázat

Az oxidos zárványok izolálási eredményei
(Átlagadatok)

Sorszám	A dezoxidáló ötvözet Mn : Si : Al aránya	Az acél oxidos zárvány-tartalma, %		MnO-	SiO_2-	Al_2O_3-	FeO-	Az acél O_2-tartalma, %	
		Közvetlen meghatározásból	Az MnO-, SiO_2-, Al_2O_3-, FeO-tartalom összegéből	tartalom, %				számítva	olvadékból felszívott próbán mérve
1.	1 : 1 : 0,1	0,0823	0,0792	0,0165	0,0516	0,0022	0,0089	0,0342	0,0313
2.	3 : 1 : 0,1	0,0496	0,0460	0,0078	0,0274	0,0014	0,0094	0,0192	0,0187
3.	6 : 1 : 0,1	0,0208	0,0217	0,0025	0,0099	0,0017	0,0076	0,0084	0,0088
4.	1 : 1 : 0,25	0,0708	0,0674	0,0088	0,0396	0,0047	0,0143	0,0284	0,0270
5.	3 : 1 : 0,25	0,0532	0,0567	0,0155	0,0272	0,0029	0,0111	0,0218	0,0188
6.	6 : 1 : 0,25	0,0275	0,0263	0,0053	0,0106	0,0019	0,0085	0,0096	0,0113

következik, hogy az analitikailag meghatározott vasoxidul teljesen, vagy legalábbis túlnyomórészt annak az oxidmennyiségnek felel meg, ami nem reagált a dezoxidáló elemekkel, tehát oldatban maradt és csak a dermedés és lehűlés során vált ki (vasoxidként) az acélból.



2. ábra. Az izolált oxidos zárványok mennyisége a dezoxidáló ötvözet összetételének függvényében

Az oxidos zárványok *alumíniumoxid*-tartalma, ami ugyancsak a 3. és 4. táblázatban látható, annyira szór, hogy ebből az alumínium hatására nem lehet következtetni.

Az ismertetett eredmények jól egyeznek *Herty* jr. és *Fitterer* [7], valamint *Koch*, *Reif* és *Wentrup* [8] eredményeivel. Mindenekelőtt *Herty* és *Fitterer*nek azt az üzemben kapott felismerését sikerült a laboratóriumi kísérlettel teljesen igazolni, hogy *4 : 1 ~ 7 : 1 Mn : Si arányú ötvözettel való dezoxidálás után az acél különösen kevés záródmányt tartalmaz.*

4. A csapolás hőmérsékletének hatása az acél oxidos zárványtartalmára [9]

Nagyobb hőmérsékleten végzett dezoxidálás során minden kémiai reakció meggyorsul. Lényegesen gyorsabb tehát az elsődleges dezoxicációs termékek képződése, csökken az acél viszkozitása, egyben a ferroötvözetek is gyorsabban és egyenletesebben oldódnak. Így várható, hogy a nagyobb hőmérsékleten dezoxidált acélok kevesebb oxidos zárványt is tartalmaznak. *Fischer* és *Wahlster* [10] a primér dezoxidációs termékek kiválási sebességére vonatkozó vizsgálatai valóban azt mutatták, hogy tiszta vasnak szilíciummal való dezoxidálásakor az oxidoknak a salakba való átmenetéhez szükséges idő a fürdő hőmérsékletének 1550-ről 1650 C°-ra, vagyis 100 C°-kal való növelésekor ötödrészére csökken. Ezeket a vizsgálatokat azonban laboratóriumban végezték. Az eredményeket így nehéz ipari kemencére átvinni, bár a vizsgálatok számos útmutatást adtak a helyes adagvezetés számára. A laboratóriumi és az acélművi viszonyok ugyanis gyökeresen eltérnek egymástól. Az acél dermedési ideje, a hőmérsékleteloszlás a kemencében és az üstben, a zárványok felszállási viszonyai, s az utódezoxidálás sebessége pl. lényegesen különböznek a laboratóriumi és ipari folyamatokban.

Ezekre a nehézségekre való tekintettel célszerűnek látszott a csapolási hőmérséklet hatását az acél oxidos zárványainak mennyiségére és vegyi összetételére nem laboratóriumban, hanem acélműben vizsgálni.

A vizsgálatokat olyan acélfajtán kívántuk végezni, ahol az oxidos zárványok mennyisége erősen hat az acél minőségére. A kísérletekhez így kazán- és hajólemezek megnyugtatott acélanyagát választottuk, amit 0,6—0,7 kg/t alumínium adagolással az üstben dezoxidálnak. Ez az acél ui. hajlamos a káros rétegességre, felhasadásra, ami oxidos zárványokra vezethető vissza. Az átlagos összetétel a következő volt:

C	Mn	Si	P	S	Al	Cu	Cr	Ni
0,15	0,4	0,2	0,03	0,03	0,02	0,06	0,10	0,20

Az olvasztás és próbavétel

Az acélt 50 tonnás, bázikus SM-kemencében készítették. Szilárd betéttel, 33% nyersvas adagolással dolgoztak. A betéthez mészkövet is adtak. A kemencében, Si-Mn vagy Si-Mn/Fe-Mn segítségével dezoxidáltak. A ferromangánt 10 perccel a szilikomangán beadása után adagolták,

a szilikomangánt kb. 17—40 perccel a kemence csapolása előtt juttatták a fürdőbe.

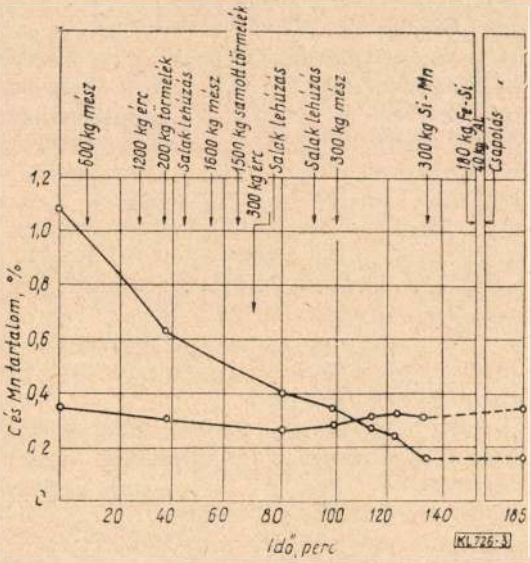
A végső dezoxidálást ferroszilíciummal és alumíniummal az üstben végezték. 2,7—3,5 kg/t ferroszilíciumot helyezetek az üst fenekére, s 0,66—0,70 kg/t alumíniumot a folyékony sugárhoz adtak, miután az üst kb. ¼ részéig már megtelt. Csapolás után az acélt kb. 6—15 percig tartották az üstben, s azután 3,4—6 tonnás brammakokillákba öntötték.

A *3.* és *4. ábrán* két olvasztás menetét ábrázoltuk példaképpen. Mindkét adag megfelel a folyamatos gyártásnak, a szokásos munkameneten semmit sem változtattunk és csak a hőmérséklet-különbség hatásának megállapítására törekedtünk. A folyékony acél hőmérsékletét minden adagra kétszer mértük Pt-PtRh merülő termoelemmel, mégpedig a kemencében, csapolás előtt és az üstben, közvetlenül a csapolás után, 1—4 percen belül. A hőmérsékletnek az acél zárványtartalmára kifejtett hatása szempontjából az üsthőmérsékletet tekintettük mértékadónak.

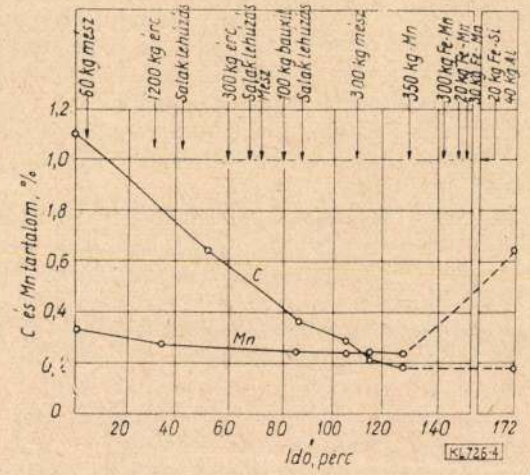
Az adagokat a mért üsthőmérsékletnek megfelelően három csoportra osztottuk:

hideg adagok 1565 C°-ig,
meleg adagok 1570—1600 C°-ig,
és forró adagok 1600 C° felett.

A próbákat a kemencéből és az üstből jól salakozott kanállal vettük és kis, 50 mm átmérőjű, 180 mm magas kokillákba öntöttük. Az egyes adagok végéből salakozatlan kanállal is vettünk próbát az üst kiöntőnyílásánál és ezt derékszögű, 70×70×200 mm méretű kokillába öntöttük. A kísérleti tuskókból kivágtuk a középső részeket, s ezek kerültek a zárványok izolálására, valamint oxigénmeghatározásra és vegyi analízisre.



3. ábra. Példa az 50 t-s SM-kemence adagvezetésére



4. ábra. Példa az 50 t-s SM-kemence adagvezetésére

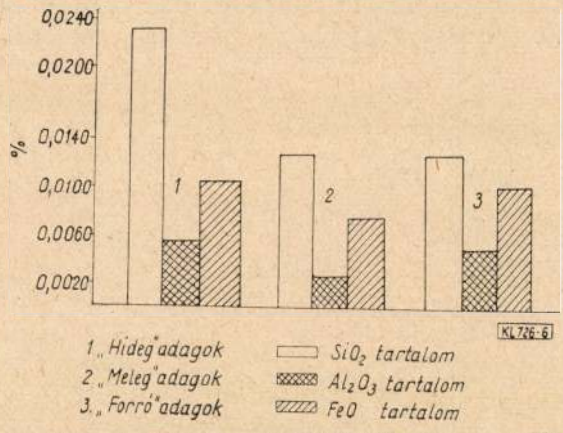
Kísérleti eredmények

Az eredményeket összefoglaló *5. ábrából* világosan látszik a zárványok mennyisége az acél hőmérsékletének függvényében. A hideg adagok lényegesen több zárványt tartalmaznak, mint a melegek, amelyeknek hőmérséklete 1575—1595 C° között változott. A *forró* adagok zárványtartalmában kis növekedés figyelhető meg. Az 5. ábrán megjelölt pontok kizárólag a végső próbákból származnak, s több meghatározás átlagából adódtak.

A *zárványok átlagos vegyi összetétele* alig tér el a három csoportban, ezzel szemben mindegyik adagcsoportban jelentős ingadozás tapasztalható, ami megnehezíti az öntési hőmérséklet hatására bekövetkező változások általános értelmezését. Határozott különbözőségek adódtak azonban a zárványok SiO_2- és Al_2O_3-tartalmában a forró és a meleg adagok üstből vett próbáiból, a SiO_2-tartalom lényegesen kisebb, mint a meleg adagokból vett próbákban. Általában, az 1600 C°-nál nagyobb üsthőmérsékletű adagok zárványai kb. 30% SiO_2-ot és 35% Al_2O_3-ottartal maznak, míg a melegek (1570—1580 C°) kb. 50% SiO_2-ot és 14% Al_2O_3-ot.

A zárványok talált FeO-tartalma feltűnően nagy, különösen, ha máshol, pl. tuskókban talált zárványtartalmakkal hasonlítjuk őket össze. Úgy véljük, ezt a tényt a próbavétel módjával lehet magyarázni, ui. mindegyik próbát kanállal vettük és így öntöttük a kísérleti kokillába. Mivel azonban a vizsgálati körülmények állandók voltak, valószínűleg mégis jó relatív adatokat kaptunk.

A csapolási hőmérséklet függvényében, üzemi adagokban meghatározott oxidos zárványtartalom



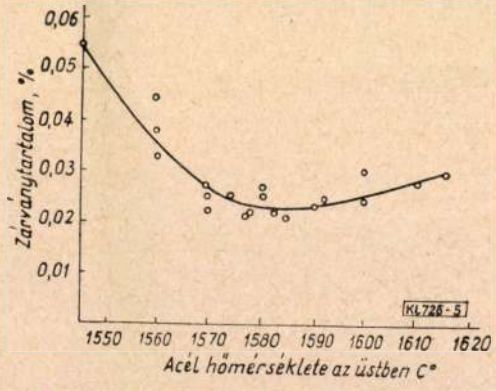
5. ábra. A csapolási hőmérséklet hatása az oxidos zárványok mennyiségére

igazolta *Fischer* és *Wahlster* [10] laboratóriumi eredményeit, valamint *Jawojski* [11] nézetét a nagy hőmérsékletnek a zárványok felúszására kifejtett kedvező hatásáról. Vizsgálatainkból kitűnt, hogy adott acélműben, adott gyártási körülmények között van egy olyan optimális csapolási hőmérséklet, amelyen a legkevesebb zárvány marad az acélban. Ez az optimális hőmérséklet a vizsgált acélfajtára 1580—1590 C° körüli üsthőmérsékleten található, ami a kemencében röviddel a csapolás előtt kb. 1625—1645 C°-os fürdőmérsékletnek felel meg. — A legnagyobb zárványtartalmat a leghidegebb vizsgált adagban, 1540 C° üsthőmérsékleten mértük.

Az üsthőmérsékletnek 1590 C° fölé való növelésekor az acél oxidtartalmának csekély, de egyenletes növekedése figyelhető meg, amit esetleg az oxigén és a dezoxidáló elemek egyensúlyának eltolódásával vagy az üstfalazat eróziójával lehet magyarázni.

A meleg és forró adagok üstből származó próbái az üst fenekéről vett próbák lényegesen több Al_2O_3-ot tartalmaznak, ami ennek az oxidnak jó felúszására mutat. Ez a tény egyezik *Plöckinger* [12] megfigyelésével, aki megállapította, hogy nagyobb, 0,2, 2,0, 4,5 kg/t alumíniummal végzett dezoxidáció alumíniumoxidban egyre dúsabb zárványokat hoz létre.

Ezeknek viszkozitása az SiO_2-ben dúsabbakhoz képest növekszik. Az Al_2O_3-ban dús zárványok mégis a hígabban folyó szilikátoknál könnyebben úsznak fel. Az oxidációs zárványok kémiai összetételének a különböző tényezőktől pl. az acél összetételétől, a dezoxidálószerek összetételétől, a hőmérséklettől való függésének megítélésekor nem szabad azonban elfelejteni, hogy a zárványok egyszerű oxidtartalma csak látszólagos, mert a zárványok csak ritkán tiszta oxidok. Csaknem mindig bonyolult vegyületek (pl. $(SiO_2)x \cdot (Al_2O_3)y \cdot (FeO)z \cdot (MnO)s$), s jellegüket a rácsszerkezetük és fizikai tulajdonságaik szabják meg. Figyelembe kell venni, hogy a zárványvizsgálat klasszikus módszere (izolálás és az izolátum vegyelemzése) csak a kationtartalmat (Si, Al, Fe, Mn stb.) adja meg. Ezt a kationtartalmat számolják aztán át oxidokra, ami nem mindig helyes és téves következtetésekre vezethet. Értékes kiegészítést alkotnak ezért a rácsszerkezet és mikroszkópos vizsgálatok. Csak ezekkel a módszerekkel végzett egyidejű vizsgálat teszi lehetővé a zárványok jellegének helyes megállapítását s ennek alapján a pontosabb következtetéseket.



6. ábra. Az acél SiO_2-, Al_2O_3- és FeO-tartalma, súly%

A három vizsgált acélcsoport *teljes* oxidtartalmának összehasonlításával a folyékony acél hőmérséklet okozta változásai jobban követhetők, mint a zárványok összetételének vizsgálatával. A *6. ábrából* megállapítható, hogy az acél SiO_2- és Al_2O_3-tartalma nagyon határozottan függ az acél üstben találtétól, ill. a csapolási hőmérsékletétől. A diagram az említett oxidok átlagos mennyiségét ábrázolja a fenékpróbákban, vagyis teljes dezoxidálás után. Látszik, hogy a meleg és forró adagokban az SiO_2- és az Al_2O_3-tartalom kb. 50%-kal kisebb, mint a hideg adagokban. Ha összehasonlítjuk az SiO_2- és Al_2O_3-tartalmakat, akkor nyilvánvaló, hogy a különbség nem minőségi, hanem inkább csak mennyiségi. Feltételezhető tehát, hogy a zárványok vegyi összetétele nem változik lényegesen, s hogy a csapolási hőmérsékletnek 30—50 C°-kal való növelése a zárványok felúszását jelentősen javíthatja, anélkül, hogy a dezoxidáló reakciókat érdemben befolyásolná.

Következtetések

A vizsgálatokból kitűnik, hogy az acél oxidos zárványokkal való szennyezettsége függ az üzemi adagok csapolási hőmérsékletétől. A jól választott és az olvasztás során merülő pirométerrel gondosan ellenőrzött acélhőmérséklet ezért fontos tényező a kész acél kis zárványtartalma érdekében. Az optimális hőmérséklet az acélfajta és az acélmű munkafeltételeinek függvénye.

Az adott acélmű munkakörülményei között a 0,7 kg/t alumíniummal megnyugtatott, kazán- és hajólemezhez szükséges acél gyártásakor a zárványtartalom szempontjából legyen az acél hőmérséklete csapolás előtt 1620—1640 C°, közvetlenül a csapolás után az üstben 1580—1600 C°.

Az Al_2O_3-ban dús zárványok az SiO_2-ben dúsaknál gyorsabban úsznak fel.

A zárványok SiO_2-, Al_2O_3-, FeO- és MnO-ban kifejezett összetétele a vizsgált hőfokközben általában nem változik lényegesen.

A csapolási hőmérsékletnek 1650 C° fölé való növelése az oxidzárványok mennyiségét kevéssé, de határozottan növeli, s ezért az eddigi adagvezetés fenntartásakor az 1600 C°-nál nagyobb üsthőmérsékletet kerülni kell.

IRODALOM

[1] *Plöckinger, E.:* Berg u. Hüttenmännische Monatshefte *102.* 1957, 115—277. o.
[2] *Koch, W.,—Sundermann H.:* Arch. f. Eisenhüttenw. 28. 1957, 9. sz. 557. o.
Koch, W.—Gautsch O.: Arch. f. Eisenhüttenw. 30. 1959. 723. o.
[3] *Fitterer, G. R.:* Trans, AIME Iron Steel Div. *59.* 1931. 196. o.
[4] *Klinger, P.—Koch, W.:* Beiträge zur metallkundlichen Analyse. Düsseldorf, 1949.
[5] *Piper, E.—Hagedorn, H.—Kern, H.—Inseln, J.:* Radex Rundschau, 1957, Nr. 5/6, 776. o.
[6] *Foryst, J.—Mczedliszwilli, W. A.—Samarin, A. M.:* Prace IMH, 9, 1957. 151. o. Trudy Inst. Metall. A. N. SSSR 5. 1960. 22. o.
Malkiewicz, T.—Foryst, J.: Freiberger Forschungshefte, B. 26. 1958. 37. o.
[7] *Herty, C. H. jr.—Fitterer, G. R.:* U. S. Bureau

Mines Rep. Invest. Nr. 3054, 1930; Nr. 3081, 1931.
[8] *Koch, W.—Reif, O.—Wentrup, H.:* Arch. f. Eisenhüttenw. 22. 1951. Nr 1/2. 15. o.
[9] *Malkiewicz, T.—Foryst, J.—Orecki, K.—Orzechowska, J.:* Freiberger Forschungshefte; Hutnik. Közlése folyamatban.
[10] *Fischer, W. A.—Wahlster, W. A.:* Arch. f. Eisenhüttenw. 28. 1957. Nr. 10., 601. o.
[11] *Jawojskij, W. J.:* Sb. Fiz. Chim, Osnowy Proizw. Stali. Moszkva. 1957. 515.
[12] *Plöckinger, E.:* Radex Rundschau. 1957. Nr. 5/6, 738. o.

Műszaki és gazdasági hírek

Az NSZK-ban 1960-ban az *acélművek* helyzete az év végén

	1959				1960	
	Saar-vidékkel		Saar-vidék nélkül			
	állomány	üzemben	állomány	üzemben	állomány	üzemben
Thomasz konverter	73	57	94	75	88	75
Oxigénes konverter	3	1	3	1	6	6
SM-kemence	209	161	224	174	224	177
Villamos-ív kemence	95	84	99	86	102	96
Indukciós kemence	65	56	66	57	67	60
Bessemer, tégely és rotór	6	4	6	4	6	5

St. u. E. 1961. 9. sz.

Ötvözött, nemesacél-termelés (1000 tonnában)[1]

Év	Montanunio	USA	Anglia	Svédország[2]	Ausztria	Japán[3]
1952	1726,7	8286,9	1153,3	—	—	361,1
1953	1481,2	9269,6	1083,0	—	—	488,5
1954	1801,1	6525,4	1070,9	401,4	—	470,4
1955	2348,2	9670,8	1238,4	487,6	376,0	510,4
1956	2619,4	9417,6	1310,3	535,8	387,0	792,0
1957	2551,5	8073,0	1333,0	462,9	402,0	1001,6
1958	2670,7	6007,7	1178,2	412,6	332,8	811,2
1959	2927,6	8059,1	1361,0	570,3	358,0	1323,2

[1] Az adatok nem hasonlíthatók össze az egyes országok között: pl. az angolszász országok adatában valamennyi ötvözött acélfajtáról van szó, míg Ausztriában a finomabb szénacélokat is belevették.
[2] 1956-ig e számokba Lecslésként belevették az acélöntéshez szükséges folyékony acélt.
[3] A nemesacéltermelésnek megfelelő nyersacélt 1,6-s szorzóval becsülték a nemesacél hengereltárutermelésből.

AGECO, 1960. V. 2.

NSZK hengereltacél termelése

Év	1936		1958		1959[5]		1960[6]	
et = ezer t	et	%	et	%	et	%	et	%
Vasúti felépítmény	842	8,5	621	4,1	752	3,9	675	3,0
Idomacél	990	10,0	846	5,6	1 072	5,5	1 207	5,4
Szélestalpú I tartó	—[1]	—	270	1,8	369	1,9	534	2,4
Szádfalvas	—[2]	—	146	0,9	171	0,9	185	0,8
Rúdacél	3 088	31,3	3 613	23,7	5 129	26,5	6 058	26,9
Hengerelt drót	908	9,2	1 467	9,6	1 991	10,3	2 172	9,6
Idom és rúdacél összes	5 828	59,0	6 963	45,7	9 484	49,0	10 831	48,1
Durvalemez 4,76 mm vast.	959	9,7	2 847	18,7	3 076	15,9	3 579	15,9
Középlemez 3—4,76 mm vtg.	205	2,1	352	2,3	397	2,1	467	2,1
Ebből								
Melegen hengerelt	1 237	—	1 150	—	1 188	—	1 388	—
Hidegen hengerelt	—	—	1 126	—	1 444	—	1 841	—
Meleg szélesszalag acél								
késztermék	—	—	79	0,5	215	1,1	238	1,1
csőszalagra	598[3]	6,1	1 450	9,5	2 039	10,5	2 378	10,5
Széles abroncsacél	217	2,2	240	1,6	278	14	381	1,7
Lapos hengerelt acélok összesen	3 216	32,6	7 247	47,7	8 637	44,6	10 272	45,6
Varratnélküli cső	8 21[4]	2,2	1 010	6,6	1 229	6,4	1 427	6,3
Összes hengerelt áru[5]	9 865	100	15 220	100	—	—	—	—
Összes hengerelt áru[6]	11 548	—	17 609	—	19 350	100	22 530	100

[1] Az idomacél tartalmazza. [2] A rúdacél tartalmazza. [3] csőszalag nélkül. [4] A hegesztett csövet tartalmazza. [5] 1958-ig a Saar-vidék nélkül. [6] A Saar-vidékkel együtt.

St. u. E. 1961. 9. sz.

Cinköntvények díszítő és korrózióálló fém-bevonása

dr. CSOKÁN PÁL kém. tud. kandidátusa

DK : 620.197 : 669.5—14

Újabban mindinkább teret hódít — különösen egyes külföldi országokban — a kitünően önthető és számos célra kielégítő szilárdsággal rendelkező cinköntvények használata. A térhódítást számos előny biztosítja, így pl. az, hogy az ilyen ötvözeteket könnyen és gyorsan lehet formába önteni, tehát a gyártás igen termelékeny. További előny az, hogy az ötvözet alacsony olvadáspontja miatt kicsi az öntés energiaszükséglete, ugyanakkor az öntéshez egyszerűsége miatt költséges berendezés nem szükséges. Az öntvény minősége jó, a felülete kielégítően sima.

Azonban a cinkalapú ötvözetek felülete levegőn — különösen nedvesség jelenlétében — igen gyorsan megszürkül és fénytelen lesz, ezért elsőrendű követelmény, hogy az ilyen ötvözetből fröccs-, homok-, illetve kokillaöntéssel készült áruk felületét diszítő- és lehetőleg korrózionak ellenállóbevonattal lássuk el.

Öntés céljára általában a következő vegyiösszetételű cinkötvözeteket szokták használni: 0,10—3,50% réz, 3,5—4,5% alumínium, 0,02—0,10% magnézium, szennyezőként legfeljebb 0,10% vas, ólom ón, illetve kadmium engedhető meg. Az ilyen cinköntvények galvanotechnikai felületnemesítését (pl. rezezését, nikkelezését stb.) az alapfém hátrányos elektrokémiai tulajdonságai rendkívül megnehezítik.

A cink közismerten erősen elektronegatív, ezért az alapfém — különösen közömbös vagy savanyú — galvánfürdőkben az oldatbamártás pillanatában oldódni kezd, egyidejűleg az oldatban levő fémionok, pl. réz-, nikkel-, vas- stb.-ionok kicementálódnak a cinktárgy felületére. Az alapfém ötvözői, vagy fémszennyezései elektrokémiai kontakthatás révén még inkább fokozzák a laza, szivacsos, legtöbbször alig tapadó fémlepődék leválását. Erősen lúgos közegben (pl. alkálilúgoldatban) a laza lepődékképződést az is elősegíti, hogy a cinknek lúgban való oldódásakor szabaddá váló oldhatatlan nehézfémszennyezések (pl. vas) a tárgy felületére tapadnak. Említett elektrokémiai folyamatok sebessége olyan nagy, hogy a galvanikus fémleválás megindulását mindenképpen megelőzik. A laza fémcsapadékra leváló galvánbevonat rosszul tapad, hólyagos és könnyen leszakadozik.

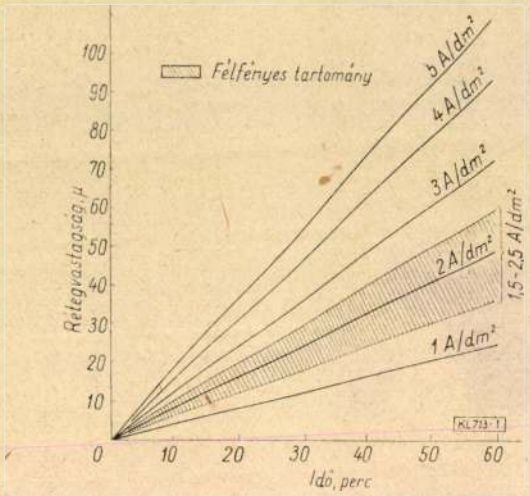
A szakirodalomban számos közlemény található, s ezek szerint a technikai előírások a cink elektrokémiai természetéből eredő nehézségeket az alábbi módokon igyekeznek leküzdeni:

a) a galvánfürdőben a leválasztandó fémet tartalmazó sóval azonos anionú alkálifémsót igen nagy feleslegben oldanak, hogy ezáltal a disszociációt visszaszorítva a cementálódás reakciósebességét a galvanikus fémleválás sebessége alá szorítsák [1],

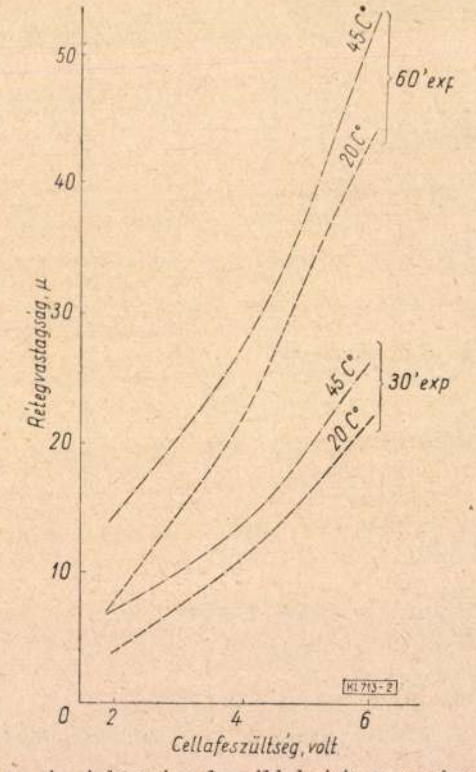
b) a galvanikus fémleválás meggyorsítására a rendes üzemi feszültségnél 2—3-szor nagyobb kezdőfeszültséget (fedőáramot) használnak [2],

c) lúgos komplexcianidfürdőben réz- vagy sárgarézréteget választanak le, s ezen az aránylag jól tapadó közbenső-rétegen állítják elő a tulajdon képpeni díszítő (pl. nikkel-, króm) bevonatot [3].

Az irodalomban ajánlott módszerek gyakorlati felülvizsgálata arra a megállapításra vezetett, hogy az első két eljárás üzemi viszonyok között egyáltalában nem biztosít egyenletes, jó eredményt, de a harmadik eljárás a kiviteli előírások szigorú betartása mellett kielégítő. Egyes szerzők [4] vizsgálataiból azonban



1. ábra. Cinköntvények rezezését mutató grafikon



2. ábra. A cinköntvények nikkelezését mutató grafikon

1. táblázat

Horganyöntvények rezezésére, nikkelezésére, illetve krómozására vonatkozó adatok

Művelet	Közeg, fürdőösszetétel g/l	Hőfok C°	Áramviszonyok	Idő	Megjegyzés
1. Előkezelés					
1.1. Zsírtalanítás	Triklóretilén	20	—	Mártás	
1.2. Szárítás	Meleg levegő	80	—		
1.3. Zsírtalanítás	100 NaOH	60—70	—	60—90 mp	
1.4. Öblítés	Hideg víz	18—22	—	Mártás	
1.5. Elektrolitos zsírtalanítás és előrezezés	55—77 NaOH + 20—30 Na_2CO_3 + 20—30 $Na_2Cu(CN)_3$ + 5—6 NaCH + + 1—2 zsíralkoholszulfonát	18—24	10—12 V	2—5 p	
1.6. Öblítés	Hideg víz	18—22	—	Mártás	
2. Rezezés					
2.1. Rezezés	95 NaCH + 15KOH + 75 CuCN + 45 KNa-tartarát + + 1 $Na_2S_2O_3$ + 0,2 kumarin + + 1 fenol + 20 trietanolamin	45—55	2—3 V 1,5—3 A/dm²	30—60 p	A rétegvastagság növekedését a munkakörülmények függvényében az 1. ábra mutatja
2.2. Öblítés	Hideg víz	18—22	—	Mártás	
2.3. Közömbösítés	10 borkősav	18—22	—	Mártás	
2.4. Öblítés	Hideg víz	18—22	—	Mártás	
3. Nikkelezés					
3.1. Nikkelezés	240 $NiSO_4.7\ H_2O$ + 40 $NiCl_2.6\ H_2O$ + 36 H_3BO_3 + 0,01—0,02 laurilalkoholszulfonát + + 0,4—0,5 kumarin + 5—10 szőlőcukor pH = 2,8—3,2	20—40	3—4 V 2—5 A/dm²	30—60 p	A rétegvastagság növekedését a munkakörülmények függvényében a 2. ábra mutatja
4. Utókezelés					
4.1. Öblítés	Hideg víz	18—22	—	Mártás	
4.2. Öblítés	Meleg víz	80—90	—	Mártás	
4.3. Szárítás	Meleg levegőáram	80	—		
4.4. Ellenőrzés					
Krómozás	350 CrO_3 + katalizátorsók (Na_2SiF_6 + $SrSO_4$ + $SrCO_3$ + + $Na_2Cr_2O_7$)	50—65	3,5—4,5 V 20—40 A/dm²	15—60	

kitűnik, hogy a réz köztiréteg használatakor más irányú veszély jelentkezik. Beigazolták, hogy a rézbevonatból rézatomok diffundálnak a cink alapfémbe. Bár a diffúziósebesség szobahőmérsékleten igen csekély, mégis bizonyos idő mulva az alapfém és rézbevonat érintkezési felületén sárgarézréteg képződik. Ez a másodlagosan képződött hártya — kiváltképpen, ha a rétegben belsőfeszültség volt — az alapfém és a rézbevonat közötti tapadóerőket jelentősen csökkenti. Túl vékony réz köztiréteg hosszabb idő alatt teljesen átalakul sárgarézzé, s ha a vörösrézrétegen eredetileg nikkel- vagy egyéb bevonat volt, úgy annak fémes összeköttetése az alapfémmel teljesen fellazul. A hőmérséklet emelése a rézatomok diffúziós sebességét növeli, pl. 100—200 C°-on néhány mikron vastag vörösrézréteg órák alatt sárgarézötvözetté alakul. Ez a hátrányos sajátság csak azzal ellensúlyozható, hogy a vörösréz köztiréteget kellő (legalább 30 mikron) vastagságban állítjuk elő. Hibátlan rézréteg — esetleg mechanikai polirozás után — a szokásos típusú fürdőkben nehézség nélkül nikkelezhető. Túl vastag (10—15 mikronnál vastagabb) nikkelbevonat felvitelét azonban kerülni kell, mert ez a rézréteg és az alapfém tapadását lazíthatja.

A vázolt körülmények figyelembevételével cinköntvények rezezésére—nikkelezésére igen megbízható eljárást dolgoztunk ki. A műveleti előírásokat az *1. táblázat* tartalmazza.

A táblázatban közölt eljárással álló- vagy tömegfürdőben mechanikailag nem polirozott felületű cinköntvényen is félfényes réz- és félfényes nikkelbevonat állítható elő. A rétegek vastagságának növekedését a galvanizálási idő függvényében az 1. és 2. ábra mutatja. A bevonat jól tapad, s a mérsékelt éghajlati viszonyokban belső és kültéri igénybevétellel szemben kielégítően korrózióálló. A díszítőhatás s bizonyos mértékig a korrózió-állóképesség növelése céljából a rezezett-nikkelezett cinköntvényeket krómozni is lehet.

Krómozásra legcélszerűbben a szilikofluorid- és stronciumsótartalmú önszabályozó krómfürdőt használhatjuk, mert az ebben a fürdőben előállított krómbevonat pórusszegénysége, s — ha nem túlnagy a rétegvastagság — repedésmentessége folytán kiválóan korrózióálló.

A krómozás munkakörülményeire vonatkozó adatokat az 1. táblázat tartalmazza.

IRODALOM

[1] *Wright, L. — Taylor, F.:* Met. Ind., London 42 (1933) 355. o. és 405. *Walbank, A. W.:* Met. Ind. London 54 (1939) 375. o.
Anderson, E. A. és munkatársai : Met. Ind., London 51 (1937) 389. o.
Trautmann, B.: Z. Metall-u. Schmuckw. Fabr. 17 (1936) 10. sz. 9. o.

Thompson, M. — Jelen, F. C.: Trans. elektrochem. Soc. 63 (1933) 141. o.
Nichols, G. W.: Trans. elektrochem. Soc. 64 (1933) 265 és Met. Ind. London 43 (1933) 566. o.
Brockman, C. J. — Nowlen, J. P.: Trans. electrochem. Soc. 69 (1936) 541. o.
[2] *Graham, A. K.:* Trans. Amer. electrochem. Soc. 44 (1923) 347. o.
Thopson, M. R.: Trans. Amer. electrochem. Soc. 47 (1925) 163. o.
[3] *Walbank, A. W.:* Met. Ind. London 54 (1939) 375. o.
Thews, K. B.: Metallw. Ind. u. Galvanotechn. 37 (1939) 361. o.
DRP 706 592 (1941), DRP 687 028 (1940), DRP 741 131 (1943)
Braun, A. Oberflächentechn. 12 (1935) 39. o.
Bayer, K.: Metall 9 (1955) 15. és Metalloberfl. 11 (1957) 12. o.
Spencer, L.: Metal Finishing 56 (1958) 24. és 24. o.
[4] *Castells, W. F.:* Trans. electrochem. Soc. 66 (1934) 427. o.
Fischer, H. — Voss, K.: Korr. u. Metallsch. 17 (1941) 377.
[5] *Csokán P.:* Korszerű eljárás réz-, nikkel, krómbevonatok leválasztására, Fémipari Kutató Intézet zárójelentése, Budapest, 1959. 29. o.

Műszaki és gazdasági hírek

Az **osztrák** vas- és acéliparban 1960. évben *nyersvastermelésben* először lépték túl a 2 millió t-t, míg *nyersacélban* a 3 millió t-t.

	Nyersvas	Nyersacél
1937	387 601 t	649 718 t
1950	883 367	946 586
1951	1 049 438	1 027 793
1952	1 172 826	1 056 598
1953	1 320 705	1 283 303
1954	1 353 581	1 652 988
1955	1 506 290	1 822 954
1956	1 736 671	2 077 545
1957	1 960 285	2 508 869
1958	1 818 026	2 393 161
1959	1 836 359	2 512 084
1960	2 232 000	3 161 000

Internationale Wirtschaft 1960. IV. 28.

*

Kína *molibdén-termelése* 1958-ban a világtermelés 2%-át tette ki. A legtöbb molibdént a Yang-hia-Chang-Szü bányából termelik. Az érc tartalékot 8 millió t-ra becsülik. Az érc MoS_2-tartalma 0,4%.

Metal Bulletin 1960. ápr. 28.

*

A **világ** *nyersacél termelése* 1950—60. között átlagban 8,2%-os emelkedést ért el. 1950 óta Japán termelése 358, a Szovjetunióé 137, az NSZK-é 150%-kal emelkedett. Kína termelése 1 millió t-ról 18,1 millió t-ra nőtt.

Montan, 1961. ápr. 25.

*

1960-ban **Angliában** 220 000 t *rozsdamentes acélt* gyártottak 31%-al többet mint 1959-ben. Az emelkedés az NSZK-ban 36%, Olaszországban 40%, Franciaországban 45% (öntvényekkel együtt) Japánban 74% volt.

St. u. E. 1961. 9. sz.

*

A Contitental Titanium Corp 2 millió $-ral **Baie St. Paul-ban Quebec** körzetében egy új *titándioxid-gyárat* épít. A gyár 1961. évben üzembe lép és ilmenitből napi 10 t TiO_2-t fog termelni.

St. u. E. 1961. 9. sz.

*

Argentínában a Nyugat-német Deutsche Edelstahlwerke AG az Argentínai Accidor, Marathon Argentína S. A. ipari tőkés csoporttal 300 millió Peso tőkével egy *nemesacélművet* épít.

St. u. E. 1961. 9. sz.

ÉRTESÍTÉS

A *Vaskohászati Szakosztály Anyagvizsgáló Tagozata* szeptember első felében gyakorlati bemutatásokkal egybekötött továbbképző tanfolyamokat rendez.

A tanfolyam tárgya: „Komplexometriás elemzési módszerek elmélete és gyakorlati alkalmazása"

A tanfolyam helye: Vasipari Kutató Intézet. A tanfolyam időtartama: 6 nap.

A résztvenni szándékozók jelentkezésüket augusztus 15-ig az Egyesület Titkárságára küldjék. (Bp. V., Szabadság tér 17. III. 306.) Részvételi díj: 150 Ft.

A tanfolyam pontos idejéről a jelentkezés után értesítést küldünk.

Pőcze László

KOHÁSZATI LAPOK
Főszerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor
Műszaki Könyvkiadó. Budapest. V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Megjelenik: 1790 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em 306. — Telefon: 127-084
61-6254-689/2-Révai-nyomda, Budapest. V., Vadász utca 16.
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850.) vagy bármely postahivatalnál.
Előfizetési díj: egész évre 144.—Ft, egyesületi tagoknak 96.—Ft. Egyes szám ára: 12.—Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 08. sz. folyószámlájára)

ÉRTESÍTÉS

A Német Bányászati és Kohászati Egyesület az NDK Színesfémipari Kutató Intézetével közösen *október 26. és 27-én Karl Marx-Stadtban* egy nemzetközi kollokviumot tart

„Az atomreaktor- és magas hőmérsékleten olvadó fémek anyagproblémái"-ról

A kollokvium vélemény- és tapasztalatcserét szolgál. A résztvevők mindegyike az *előadások szövegét német nyelvű nyomtatásban* (összefoglaló orosz és angol nyelvű) előre idejében megkapja, hogy a tárgy megvitatására felkészülhessen.

A tárgyalás anyagát a *fémek tulajdonságain kívül a titán, cirkon, molibdén, wolfram, tantál, nióbium és ötvözeteik előállításával és felhasználásával kapcsolatosan támasztott követelmények képezik.*

A részvételi szándékot a „Geschäftstelle der Gesellschaft Deutscher Berg- und Hüttenleute, Berlin C2, Wallstr. 68. (DDR)" címre jelentendő be.

Előadás tartására szóló jelentkezés a „Forschungs-Institut für Nichteisen-Metalle, Freiberg (Sachsen (DDR) Lessingstr. 41" címre küldendő.

Fenti értesítést a GDBH kívánságára készségesen közöljük, mivel az idejekorán kiadott felhívás alapján az érdekelt szakemberek élénk részvételére számítanak.

A szerkesztő

FELHÍVÁS

SOPRONBAN, 1952-ben végzett KOHÓMÉRNÖKÖK, a 10 éves találkozó megrendezése ügyében közöljék címüket: FARKAS LAJOSSAL (SZTÁLINVÁROS, Vaskohászati Kemenceépítő Vállalat, Főépítésvezetősége).

A Műszaki Könyvkiadó hirdetéseket vesz fel az alábbi díjszabás szerint:

Egészoldalas hirdetés ára	1440,— Ft
Féloldalas hirdetés ára	720,— „
Negyedoldalas hirdetés ára	360,— „

HIRDESSEN A

KOHÁSZATI LAPOKBAN

és az

ÖNTÖDÉBEN

A hirdetések az alábbi címre küldendők:

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ BUDAPEST, V., BAJCSY-ZSILINSZKY ÚT 22

A befizetéseket az MNB 44 csekkszámlára kérjük

„MF" mikrofoto berendezés

nagy teljesítmény

sokoldalú felhasználás

könnyű és kényelmes kezelés

6,5 × 9-es lemezekhez és kisfilmhez

Tájékoztatást ad a 30/MF jelű prospektus

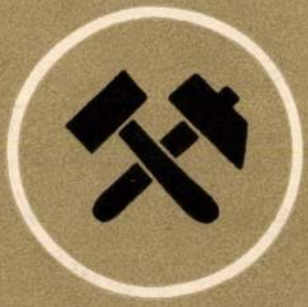
WEB Carl Zeiss JENA

Megrendelhető:

Műszer- és Irodagépértékesítő Vállalat

Budapest, VI., Népköztársaság útja 2

KOHÁSZATI *lapok*



94. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

8. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 94. ÉVFOLYAM 8. SZÁM • 329—384. OLD. • BUDAPEST, 1961. AUG.

KOHÁSZATI LAPOK

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

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

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

Főszerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BALÁZS FÜLÖP
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DOMONY ANDRÁS DR.
HAJTÓ NÁNDOR DR.
KÁLMÁN SÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
KÖRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
ÓVÁRI ANTAL
PILISSY LAJOS
SÖVEGJÁRTÓ JÁNOS Dr.
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÉCSEY BÉLA Dr.

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

MEGJELENIK HAVONKÉNT

TARTALOM

Boczor E. István: A huzalhuzás optimális húzószögének meghatározása .. 329
Egyetemi hírek .. 334
Dr. Sövegjártó János: Tűzállóanyagok minőségi vizsgálatáról és szabványosításáról .. 335
Balázs Endre—Beljaev, A. I.: Új módszerű áramhatásfokkutatás a kriolit-timföld olvadékok elektrolízisében .. 340
Műszaki eseménynaptár .. 344
Dr. Bella Ede: Melegduzzasztási kísérletek rézzel, kis alakváltozási sebességgel .. 345
Dr. Szeghegyi Árpád: Reverzáló hengersorok legkedvezőbb kihasználása .. 354
Dr. Szűcs Miklós: A kokszolóüzemi szénelőkészítés újabb irányai .. 361
Dr. Mossóczy Róbert: Fejlesztési tervek a vas- és acéltermelés növelésére a második ötéves tervben .. 366
Egyesületi hírek .. 372, 384
Hegedűs Zoltán—Nováki Gyula: Adatok a Sopron-Magashídi vasolvasztó telepről .. 373
Műszaki és gazdasági hírek .. 379, 382
Kohász cseretanulmányút a Német Demokratikus Köztársaságban .. 381
Könyvismertetés .. 383
Üzemi hírek .. 383

ÖNTÖDE:

Bastien, Paul: A hidrogén viselkedése az öntött acélban .. 169
Blaskó Sándor: Az elektroacélgyártás veszteségei és hatásuk az ötvözésre .. 176
Middleton, J. M.—Mc. Ibrov, P. G.: Acélöntödei formabevonatok .. 184
Öntészeti Egyesületek Nemzetközi Komitéja .. 193
Öntödei folyóirat figyelőszolgálat .. 183, 194

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

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

KOHÁSZAT

СОДЕРЖАНИЕ:

Боцор, Е. И.: **Определение оптимального волочильного угля проволока** ..... С 320

Усилия вытяжки при волочения проволока показывают минимум в зависимости от волочильного угля. Для определения оптимального угля волочения имеются несколько эмпирических и теоретических формул. По выведенной в статье новой, упрощенной формуле оптимальный угол волочения зависит в первой очереди от редукции, во второй очереди он является функцией коэффициента внешней трении. Устанавливается, что по мере увеличения редукции уменьшается отношение среднего сопротивления деформации к среднему пределу текучести.

Шевегярто, Я.: **О качественном испитании и стандартизации огнеупорных материалов** .. С 335

Из методов испытаний огнеупорных материалов более правильный исследовать размягчение и водоёмкость место огнеупорности и суммарной пористости. Оптимальная скорость нагрева при опытов 4° С/мин; размер проб уменьшать до 35 мм по диаметру; при сжатии проб необходимо установить допуск на температуру. Для исследования огнеупорных материалов необходимо использовать математическую статистику. На основе исследований, стандарты необходимо определить сново.

Балаж, Е.—Беляев, А. И.: **Новый метод исследования к. п. д. тока при электролизе расплава криолит-глинозём** ..... С 340

По новому ячейковому методу, к. п. д. тока исследуется в зависимости глинозёма, мольпропорции и добавок некоторых солей.

Др. Белла, Э.: **Опыты горячей расковки меди при малой скорости деформации** ..... С 345

Описание опытов, проведенных применением электролитной меди на трёх температурах. Исследование затвердывания, размягчения и изменения структуры в зависимости от деформации.

Сегхеди, А.: **Оптимальное использование реверсивных станков** ..... С 354

Требования, исходящиеся из процесса прокатки, которые должны удовлетворить способность электрического привода реверсивных станков. Показывает определение времени пропуска исходя из характеристики регулировки привода, при котором использование стана оптимальное и время прокатки минимальное.

Др. Сюч, М.: **Новые направления подготовки угля на коксо-химических заводах** ..... С 361

Шихта дозируется из множества различных сортов угля. Некоторые вопросы выбора углей. Перед дозировкой уголь измельчается от которого зависит его обьёмный вес. Добавка мазута к углю. Несколько равновидностей измельчения угля, показатель восстоновления и кривые. Преимущества и методы селективной углеподготовки. Обзор селективных методов, проведенных польскими, советскими, западными и индийскими углями на основе литературных данных. Экономичность.

Др. Мошиоци, Р.: **Планы на развитие производства чугуна и стали во Второй пятилетке** С 366

Развитие производства чугуна и стали после Второй мировой войны. Плановые задания в производстве чугуна, стали и проката.

Хегедюш, З.—Новаки, Дь.: **Данные о железоплавильной площадке при г. Шопрон—Магашхид** ..... С 373

В близи города Шопрон—Магашхид нашли три железоплавильных печей римской эри. Выводы на основе найденных кладки и шлаков.

INHALT:

Boczor, E. I.: **Der optimale Ziehwinkel beim Drahtziehen** ..... P 329

Theoretische und Erfahrungs-Formeln zur Berechnung des optimalen Ziehwinkels. Es wird eine neue, einfache Formel abgeleitet und gezeigt, dass der Ziehwinkel hauptsächlich von der Abnahme und von der Reibungszahl abhängt. Das Verhältnis des mittleren Verformungswiderstandes und der mittleren Streckgrenze vermindert sich mit steigender Abnahme.

Sövegjártó, J.: **Prüfung und Normung der feuerfesten Materialien** ..... P 335

Es ist zweickmässiger austatt Feuerbeständigkeit die Erweichung und austatt Gesamtporosität die Wasseraufnahme der ff Stoffe zu prüfen. Die geeignete Aufheizgeschwindigkeit bei der Prüfung is 4° C/min und der günstige Probendurchmesser 35 mm. Beim Prüfen der Zusammendrückung soll für die Prüftemperatur eine Toleranz bestimmt werden. Die mathematische Statistik soll bei der Untersuchung der ff Stoffe auch angewendet werden. Auf Grund der vorgeschlagenen Prüfungen sollen die Normen ungearbeitet werden.

Balázs, E.—Beljaev, A. J.: **Neue Methode zur Untersuchung des Stromwirkungsgrades bei der Elektrolyse der Kryolit-Tonerde-Schmelze** P 340

Die neue Methode untersucht den Stromwirkkungsgrad in Abhängigkeit vom Al_2O_3-Gehalt, vom Molverhältnis, und von den Zusätzen gewisser Salze.

Dr. Bella E.: **Warmstauchversuchte mit Kupfer bei kleinen Verformungsgeschwindigkeiten** .. P 345

Beschreibung der mit Elektrolytkupfer bei drei verschiedenen Verformungstemperaturen durchgeführten Versuche. Untersuchung des Anstieges und der Abnahme der Härte, sowie der Strukturänderung in Abhängigkeit von der Deformation.

Szeghegyi, Á. Dr.: **Beste Ausnützung der Reversier-Walzenstrassen** ..... P 354

Die walztechnischen Forderungen, welche mit dem elektrischen Antrieb der Strassen erfüllt werden müssen. Bestimmung der optimalen Stichzeiten aus den Kennkurven der Antriebs-Regelung.

Szücs, M. Dr.: **Entwicklungsrichtungen der neuzeitlichen Kohlenaufbereitung in den Kokereien** ..... P 361

Die Kohlenfüllung wird durch Mischung vieler Kohlensorten zusammengestellt. Richtlinien der Mischung. Ölzusatz zur Misch-Kohle. Varianten des Vermahlens der Kohle, der Reduktions-Index und die Reduktions-Kurven. Vorteile und Methoden der selektiven Kohlenaufbereitung. Selektive Aufbereitung von Kohlen aus Polen, aus der Sowjetunion, aus Indien und aus den westeuropäischen Staaten. Wirtschaftlichkeit.

Mossóczy, R. Dr.: **Entwicklungspläne zur Steigerung der Roheisen- und Stahlerzeugung im zweiten Fünfjahresplan** ..... P 366

Entwicklung der ungarischen Roheisen- und Stahlerzeugung nach dem zweiten Weltkrieg. Die Zielsetzungen des zweiten Fünfjahresplans betreffs Roheisen-, Stahl- und Walzwaren-Erzeugung.

Hegedüs, Z.—Nováki, Gy: **Römische Eisenerzeugungsstätte bei Sopron-Magashíd** ..... P 373

Beschreibung der bei Sopron-Magashíd aufgefundenen und aus der Römerzeit stammenden Ofenmauerreste und Schlacken.

CONTENTS:

Boczor E. I.: **Determination of the optimum drawing angle in wire drawing** ..... P 329

The tensile forces arising in wire drawing posses a minimum value depending on the drawing angle. Some theoretical and practical formulae can be used to calculate the optimum drawing angle. According to the new and simplified formula derived in the present paper the optimum drawing angle depends first on the reduction and secondly on the medium forming resistance. The ratio of the medium forming resistance and the medium yield point decreases with the increase of reduction.

Sövegjártó J.: **Quality control and standardization of fire-resistant materials** ..... P 335

In the quality control of fire-resistant materials the determination of softening resp. water adsorption is more suitable than the determination of fire-resitance resp. overall porosity. The heating rate in measuring should be 4 deg. centigrade per minute, the diameter of the test piece should be reduced to 35 mm and in measuring compressibility temperature tolerances should be given. Mathematical statistics should also be employed in the investigation of fire-resistant materials. On the basis of the investigations new standards should be evolved.

Balázs E.—Beljaev A. I.: **A new method of determining the current efficiency in the electrolysis of cryolite-alumina melts** 340

According to the new cell method the current efficiency is investigated as a function of the aluminium oxide content, of the molal ratio and of the different salt additions.

Dr. Bella E.: **Hot gathering experiments with copper at low forming rates** ..... P 345

Description of experiments performed with electrolytic copper at three forming temperatures. Investigation of the increase and decrease of hardness and of the structural changes as a function of deformation.

Szeghegyi Á.: **Optimum utilization of reversing rolling mills** ..... P 354

Requirements arising from the rolling method to which the electrical driving mechanism of reversing rolling mills must conform. From the characteristic curves of drive control the determination of pass times is shown which gives the optimum utilization and the shortest rolling time.

Dr. Szücs M.: **New trends of coal preparation in the coking plant** ..... P 361

The coal charge is prepared from a great many different quality coals. Some aspects of coal selection. Before blending the coals are subjected to fine grinding and this determines the bulk density of the charge. Addition of oil to the coal. Some variants of coal grinding, reduction index and curves. Advantages and methods of selective coal preparation. Description of selective preparation work performed on Polish, Soviet, Western and Indian coals after literature data. Economical questions.

Dr. Mossóczy R.: **Plans for development of the iron and steel production in the second Five Year Plan** ..... P 366

Development of the Hungarian iron and steel production after the second World War. Goals of the second Five Year Plan for the production of pig iron, steel and rolled stock.

Hegedüs Z.—Nováki Gy.: **Some data on the iron-smelting site at Sopron-Magashíd** ..... P 373

Three Roman iron-smelting furnaces have been discovered near Sopron-Magashíd. Some conclusions are drawn from the remains of walls and slag found there.

СОДЕРЖАНИЕ:

Бастиен, Р.: **Водород в стальных отливках . С** 169

Автор излагает вопрос влияния водорода на свойства стальных отливок и сварных швов, на основе лабораторных исследований, проведенных в лабораториях Центрального Научного Института Цветных Металлов и Завода „Creusot" (французский). Содержание водорода определяли в вакууме при температуре 600° экстракционным методом, используя диафрагму из палладия. Описаны результаты исследования, точные данные выделения водорода при затвердевании стали, далее описано действие водорода на хрупкость стали. Описаны некоторые методы, понижающие содержание водорода в стали, напр. вакуумная обработка стали, и изложение результатов, полученных этими методами.

Блашко, Ш.: **Потери при производстве стали и влияние их на легирование ..... С** 176

Состав одного сорта стали изменяется в широких пределах из-за неустойчивости производственных условий. Предельные изменения состава одного сорта стали можно обеспечить путём развития производственной технологии, применения лучших приборов и установления точных статистических данных. Зная относительные изменения состава, выход металла, можно обеспечить равномерные технологические условия, предел допуска изменения состава можно понизить и так можно увеличить качество металла.

Мидлетон, Й. М. и Мак Алрой, П. Г.: **Облицовочные смеси для форм сталелитейного производства ..... С** 184

Исследование некоторых переменных факторов, действующих на свойства облицовочных красок форм при комнатной температуре. Значительная роль количества суспендировавшегося вещества. Анализ причины образования трещины облицовки при сушке формы и резком увеличении температуры при литье. Исследование действия различных связующих материалов на увеличение твёрдости. Измерение пенетрации металла при увеличенном ферростатическом давлении.

INHALT:

Bastien, P.: **Verhalten des Wasserstoffes im Stahlformguss ..... P** 169

Der Verfasser behandelt den Einfluss des Wasserstoffes in Schweissungen und im Stahlguss auf Grund der Untersuchungen die er im Forschungszentrum für Metallphysik und in den Laboratorien der Creusot-Werke unternommen hat. Der Wasserstoffgehalt wurde in Stählen durch Extrahierung im luftleeren Raum bei 600°C in einem mit Palladiumfiltern ausgestatteten Apparat durchgeführt. Resultate der Experimente und genaue Angaben über die Wasserstoffabscheidung bei der Erstarrung des Stahlgusses und über das Brüchigwerden des Metalls unter dem Einfluss dieses Gases. Es werden verschiedene Mittel angegeben mit denen man den Wasserstoffgehalt des Stahlgusses verringern kann, besonders die Technik des Vakuumgusses als auch die Resultate die man von diesem erwarten kann.

Blaskó S.: **Verluste bei der Stahlerzeigung und ihre Wirkung auf die Legierung ..... P** 176

Die Zusammensetzung des Stahles kann wegen die Unsicherheiten in der Erzeugung nur binnen weiten Grenzen eingehaltet werden. Engere Toleranzgrenzen sind nur mit besseren Instrumenten, genaueren statistischen Angaben und durch Verbesserung der Technologie möglich. Eine gleichmässige Chargenführung ist nur durch die Kenntniss der relativen Aenderungen und der Ausbringung möglich, wodurch engere Tolerazen und hierdurch bessere Qualität erzielbar sind.

Middleton, J. M.—Mc Illroy P. G.: **Formschlichten für Anwendung in der Stahlgiesserei ..... P** 184

Es wurden die Einflüsse von mehreren Variablen auf die Eigenschaften der Formschlichten bei Raumtemperatur untersucht. Es wurde auf die grosse Wirkung der Menge des Suspensionsmittelts gezeigt. Es wurde die Ursache des Reissens der aufgetragenen Schlichteschicht während des Trocknens und Giessens beim momentanen Temperatursprung analysiert. Es wurden die Härteverbesserung, der Wirkung verschiedener Binder diskutiert. Es wurde bei höheren ferrostatischen Drücken die metalische Durchdringung Gemessen.

CONTENTS:

Bastien, P.: **Behaviour of hydrogen in cast steel P** 169

The autor deals with the influence of hydrogen on steel weldings and castings on the base of the results obtained in the course of a systematic research work carried out at the Research Center for Physics of Metals and in the Laboratory of the Creusot-Works. The measuring of hydrogen in steel was carried out by extraction under vacuum at 600°C by means of a palladium filter device. Experimental results and exact data of segregation of hydrogen on the solidification in cast steel, as well as on the embrittlement of metal caused by the effect of this gas are given. Different methods to lower the hydrogen content in steeland particularly the method of casting under vacuum is indicated with the results that are to be expected from them.

Blaskó S.: **Losses in producing steel and their influence on the alloying** ..... P 176

The composition of steel can only be kept between large limits in consequence of the incertitudes in manufacturing. It is possible to restrict the tolerance-limits by the use of better instruments more exact statistical data and developing the the technology. With full knowledge of the relative changes and yield, a more uniform control of the charge can be, made, the tolerances may be limited, whereby the quality improves.

Middleton, J. M.—Mc Illroy P. G.: **Mould paints and washes for use in the steel foundry** 18

The influence of some variables on the room temperature properties of mould paints have been studied. It has been shown the marked effect of the quantity of suspending agent on suspension properties. The caues of paint cracking during dryng and pouring by subsequent shock heating is analysed. Discussed are the various types of binders that my be added to improve the hardness of the dried paint films. Measuring of metal penetration under high ferrostatic pressures.

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA
94. évfolyam **8. szám** 1961. augusztus

A huzalhúzás optimális húzószögének meghatározása

BOCZOR E. ISTVÁN okl. kohómérnök

DK : 621.771.3

A huzalhúzáskor fellépő erő többek között a húzószög függvénye. Húzószög alatt a kúpos dolgozó felülettel bíró húzószerszám és a húzókúp alkotója által bezárt α szöget értjük. Sokszor ennek kétszeresét, vagyis a kúpszöget (2α) adják meg.

A huzalhúzás erőszükségletét vizsgálva azt tapasztalták, hogy a húzóerő a húzószög növekedésével kezdetben csökken és később növekszik. Van tehát egy olyan szög, vagy szögtartomány, amely mellett a húzóerő adott körülmények között a legkisebb. Ezt a szöget optimális húzószögnek nevezzük.

Irodalmi összefoglalás

Az optimális húzószög meghatározásával közvetve, vagy közvetlenül többen foglalkoztak. *Körber* és *Eichinger* [1], valamint *Siebel* [2] a húzás hatásfokának meghatározásából következtetnek az optimális húzószögre. *Weiss*[3] szerint az optimális húzószög a redukció függvénye :

$$\alpha \cong 30 \cdot \left(1 - \frac{F_1}{F_0}\right) \qquad (1)$$

Herrmann- [4] a Siebel-féle erőszükséglet képletét 2α szerint differenciálva, az alábbi képletet közli :

$$\sin 2\alpha = \sqrt{6 \cdot \mu \cdot \ln \frac{F_0}{F_1}} \qquad (2)$$

A Siebel-féle képletet α szerint differenciálva az optimális húzószögre az alábbi kifejezést nyertem :

$$\sin \alpha = \sqrt{1{,}5 \cdot \mu \cdot \ln \frac{F_0}{F_1}} \qquad (3)$$

Ez a fenti két képlet egymással egyenértékű és egyik a másikká átalakítható.

Az első képletekben F_0 a kiinduló, F_1 a húzott huzal keresztmetszete, μ a súrlódási tényező.

Dörling [5] könyvében *Reitzig* empirikus képletét közli :

$$\alpha = \frac{D - d}{D} \cdot K \qquad (4)$$

melyben D a kiinduló, d a húzott huzal átmérője, K állandó, mely az anyagtól függően 67—134 közt változik. Ebben a képletben szereplő α a kúpszöget jelenti.

Geleji [6] a huzalhúzás erőszámításának képletét differenciálva matematikailag bizonyítja az optimális húzószög létezését és annak meg határozására a következő képletet vezeti le :

$$\alpha_{opt} = \sqrt{\frac{K_k \cdot F \cdot \mu}{0{,}77 \cdot f_2 \cdot K_{fk}}} \qquad (5)$$

A képletben szereplő és a továbbiakban felhasznált jelölések értelme a következő :

α = húzószög (a dolgozó felület hajlásszöge) ívmértékben,

α_{opt} = az optimális, tehát a legkisebb húzóerőt biztosító húzószög,

k_{fk} = a huzal közepes alakítási szilárdsága kg/mm²-ben, ez a húzás előtt és a húzás után mért folyáshatár számtani középértéke,

μ = a szerszám és a huzal közt fellépő külső súrlódási tényező,

f_1 = a huzal keresztmetszete húzás előtt mm²-ben,

f_2 = a huzal keresztmetszete húzás után mm²-ben,

$F = f_1 - f_2$ = a keresztmetszet-csökkenés a húzás alatt mm²-ben,

$0{,}77 = \frac{4}{3\sqrt{3}}$ = *Körber* és *Eichinger* szerint a belső veszteségek legyőzésére szükséges munka képletének állandója,

k_k = a kg/mm²-ben kifejezett közepes alakítási ellenállás ; ez huzalhúzáskor *Geleji* szerint :

$$K_k = \frac{K_{fk} \cdot (1 - 0{,}385\,\alpha)}{1 + \frac{F + Q \cdot \mu}{2 \cdot f_2}} \qquad (6)$$

Q = a szerszám és a huzal érintkező kúpfelülete, vagyis a szerszám dolgozó felülete mm²-ben. Ez a következőképpen határozható meg :

$$Q = \frac{F}{\sin \alpha} \cong \frac{F}{\alpha} = \frac{F}{\alpha} \qquad (7)$$

Az optimális húzószög képletének levezetése

A következőkben az (5) (Geleji-féle) képletet kívánom általánosítva továbbfejleszteni.

Az (5) és (6) képletekben az optimális húzószög és az alakítási ellenállás többek között egyrészt az F fogyásnak, másrészt az f_2 kifutó huzalkeresztmetszetnek a függvénye. Ezek, a gyakorlatban jól használható kifejezések azonban eltakarják a keresztmetszet-viszonyokban rejlő redukciótól való függést. Az alábbiak szerint a redukciótól való függés mindkét esetben levezethető.

Jelöljük q-val a redukció tényezőt, mely a százalékos redukció századrésze és így 0 és 1 között változhat.

$$q = \frac{f_1 - f_2}{f_1} = \frac{F}{f_1} \tag{8}$$

A fogyást $F = f_1 - f_2$ egyenlettel határoztuk meg, melyből

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{f_1}{F} - 1 \tag{9}$$

kifejezés nyerhető.

A (8) és (9) egyenlet összevonásával levezethető a redukciós tényező bevezetésére alkalmas következő összefüggés :

$$\frac{F}{f_2} = \frac{q}{1-q} \tag{10}$$

Ha a (10) összefüggést az (5) képletbe helyettesítjük olyan átalakított képletet kapunk, melyben az optimális húzószög a redukciós tényező függvénye.

$$\alpha_{opt} = \sqrt{\frac{K_k \cdot \mu \cdot q}{K_{fk} \cdot 0{,}77 \cdot (1-q)}} = \sqrt{1{,}3 \cdot \mu \cdot \frac{K_k}{K_{fk}} \cdot \frac{q}{1-q}} \tag{11}$$

Ha a (6) képletben rendezést, majd $Q = \frac{F}{\alpha}$ helyettesítést és végül (10) összefüggés bevezetését elvégezzük, az alábbi átalakított Geleji-féle képletet nyerjük, melyben a közepes alakítási ellenállás szintén a redukciós tényező függvénye :

$$K_k = \frac{k_{fk} \cdot (1 - 0{,}385 \cdot \alpha)}{1 + \frac{q}{2 \cdot (1-q)} \cdot \left(1 + \frac{\mu}{\alpha}\right)} \tag{12}$$

A k_{fk} folyáshatár redukció és a húzószög növekedésével általában növekszik [7]. Az alakítási ellenállás a (12) képlet szerint a folyáshatárnak, a redukciós tényezőnek, a húzószögnek és a súrlódási tényezőnek függvénye. Ezért a (11) átalakított képletben szereplő $\frac{k_k}{k_{fk}}$ viszonyt csak mérések és számítások alapján lehet meghatározni. Azonban, ha a $\frac{k_k}{k_{fk}}$ viszonyt kiküszöböljük, úgy egyszerűbb és általánosabb összefüggést kell nyernünk. E cél érdekében az alakítási ellenállás (12) képletét $\frac{k_k}{k_{fk}}$-ra fejtjük ki, hogy azután azt a (11) képletbe helyettesítsük. A $\frac{k_k}{k_{fk}}$-ra kapott kifejezés minden α-ra és így az optimális α_{opt}-ra is érvényes, viszont a behelyettesítés után csak az α_{opt}-ra érvényes újabb húzószög képletet nyerünk.

A fentiek alapján

$$\frac{k_k}{k_{fk}} = \frac{1 - 0{,}385 \cdot \alpha}{1 + \frac{q}{2 \cdot (1-q)} \cdot \left(1 + \frac{\mu}{\alpha}\right)} = \frac{(1 - 0{,}385 \cdot \alpha) \cdot 2 \cdot (1-q)}{2 - q \cdot \left(1 - \frac{\mu}{\alpha}\right)} \tag{13}$$

A (13) egyenletet behelyettesítjük a (11)-be :

$$\alpha_{opt} = \sqrt{\frac{(1 - 0{,}385 \cdot \alpha) \cdot 2 \cdot (1-q) \cdot \mu \cdot q}{\left[2 - q \cdot \left(1 - \frac{\mu}{\alpha}\right)\right] \cdot 0{,}77 \cdot (1-q)}}$$

Az egyszerűsítések, átalakítások után az egyenletet α csökkenő hatványai szerint rendezzük és 0-ra redukáljuk :

$$\alpha^2 \cdot (2-q) + 2 \cdot \mu \cdot q \cdot \alpha - 2{,}6 \cdot \mu \cdot q \cdot = 0 \tag{14}$$

A (14) másodfokú egyenlet gyökei a következők:

$$\alpha_{opt_{1,2}} = \frac{-2 \cdot \mu \cdot q \pm \sqrt{(2 \cdot \mu \cdot q)^2 + 4 \cdot (2-q) \cdot 2{,}6 \cdot \mu \cdot q}}{2 \cdot (2-q)} \tag{15}$$

A műveletek elvégzése és egyszerűsítése után

$$\alpha_{opt_{1,2}} = \frac{-\mu \cdot q}{2-q} \pm \sqrt{\frac{(\mu \cdot q)^2}{(2-q)^2} + \frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2-q}}$$

A $\left[\frac{\mu \cdot q}{2-q}\right]^2$ igen kicsi, ezért elhanyagolhatjuk, tehát

$$\alpha_{opt_{1,2}} = \pm \sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2-q}} - \frac{\mu \cdot q}{2-q} \tag{16}$$

Az egyenlet fenti két gyöke kisebb pozitív, és nagyobb negatív abszolút értéksort szolgáltat. A két gyök abszolút értékei a következők :

$$+\sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2-q}} - \frac{\mu \cdot q}{2-q};$$

$$-\sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2-q}} - \frac{\mu \cdot q}{2-q} = -\left(\sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2-q}} + \frac{\mu \cdot q}{2-q}\right)$$

$$\left|\sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2-q}} - \frac{\mu \cdot q}{2-q}\right|$$

és

$$\left|\sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2-q}} + \frac{\mu \cdot q}{2-q}\right|$$

A két abszolút érték számtani közepesét képezve az optimális húzószög új képlete az alábbi lesz :

$$\sin \alpha_{opt} \cong \widehat{\alpha}_{opt} = \sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2-q}} \tag{17}$$

Az új képletben a nehezen számítható $\frac{k_k}{k_{fk}}$ viszony már nem szerepel és így benne az optimális húzószög elsősorban a redukciós tényező, másodsorban a súrlódási tényező függvénye.

Az *1. ábrán* a fenti függvény vázlatos képe látható, melyen a $\mu = 0{,}05$ súrlódási tényező figyelembevételével a gyökök valódi és abszolút, valamint átlagos abszolút értékeit tüntettem fel.

A *2. ábrán* a függvény (17) egyenlet szerint az abszolút átlagos értékek szerepelnek különböző μ súrlódási tényezők mellett.

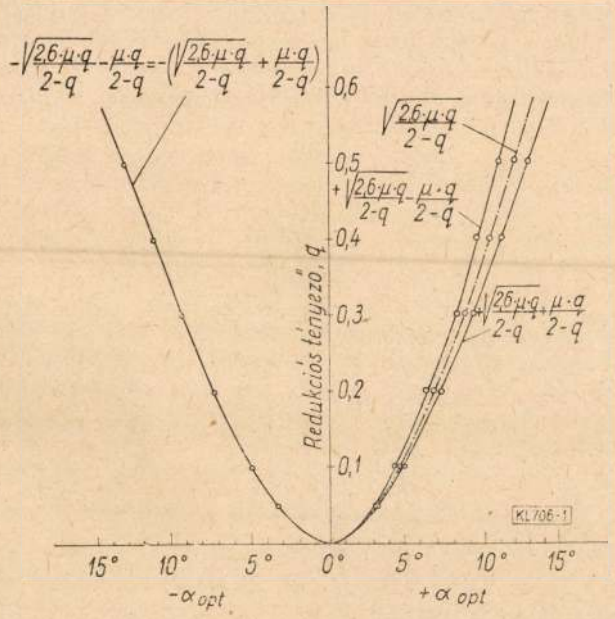
A húzószögre levezetett képlet összehasonlítása a mérési eredményekkel

A szakirodalomban szereplő alapvető mérések eredményei közül *Linicus—Sachs* [8] és *Wistreich* [9] által közölt diagramokba berajzolva a (17) képlet szerinti α-szögeket, úgy azok megfelelő μ mellett a mért minimumoknak lényegében megfelelnek. A Licinus—Sachs-féle mérések pontjait összekötő egyenesek nem adnak folyamatos görbéket. Folyamatos görbék a minimumok helyét jobban kihangsúlyoznák. Ezt a diagramok változtatása nélkül tekintetbe vettem.

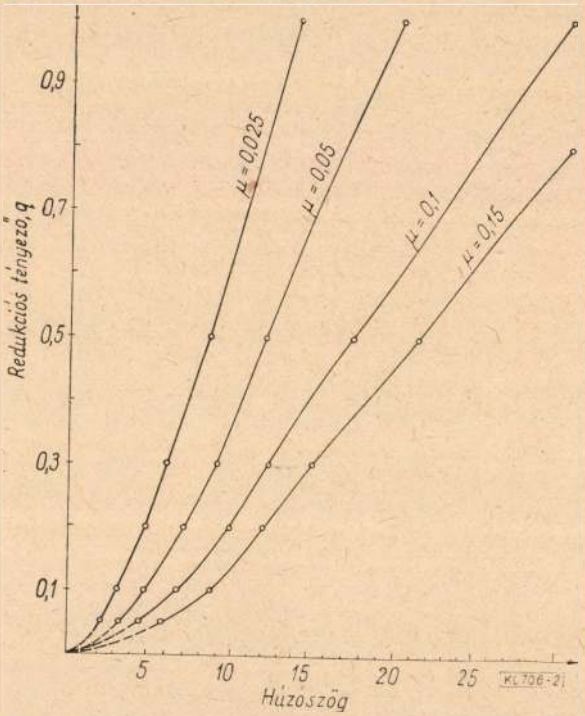
A *3. ábra* a húzófeszültség-húzószögfüggvényt ábrázolja *Linicus* nyomán. Az adatok lágy, 63-as sárgarézhuzal acélszerszámon keresztül végzett húzására vonatkoznak. Az ábrába berajzoltam a $\mu = 0{,}04$, $\mu = 0{,}08$ és $\mu = 0{,}12$ nagyságú súrlódási tényező figyelembevételével a (17) képlet alapján számított optimális húzószöget ábrázoló görbéket. *Linicus* szerint $\mu = 0{,}1$ tényező a helyes. Ennek megfelelően, valóban a $\mu = 0{,}08$ és $\mu = 0{,}12$ görbék közelítik meg a tényleges optimális húzószögeket.

A *4. ábra* szintén *Linicus* nyomán lágy, 0,04 C-tartalmú acélnak wolframkarbid szerszámon át repceolaj kenéssel végzett húzásakor fennálló helyzetet ábrázolja. A diagramban $\mu = 0{,}04$ — — 0,05, — 0,06 tényezővel számított optimális húzószögeket jeleztem. *Linicus* szerint a helyes $\mu = 0{,}04$. Az ábrából látható azonban, hogy a $\mu = 0{,}05$ ad helyes eredményt, különösen ha folyamatos görbét tételezünk fel.

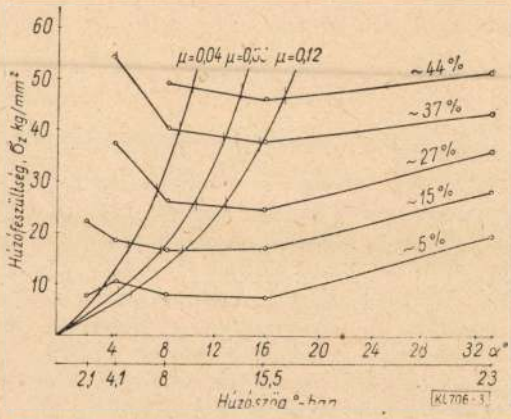
Az *5. ábrán* szintén *Linicus* mérései szerepelnek. Az adatok lágy Sr huzalnak WC szerszámon át, repceolaj kenéssel lefolyó húzására vonatkoznak. A diagramban a $\mu = 0{,}04$ — 0,05 — 0,06-tal számított optimális húzószögek görbéit szintén ábrázoltam. A helyes tényező *Linicus* szerint 0,06. Itt is megemlítem, hogy a folyamatos görbe



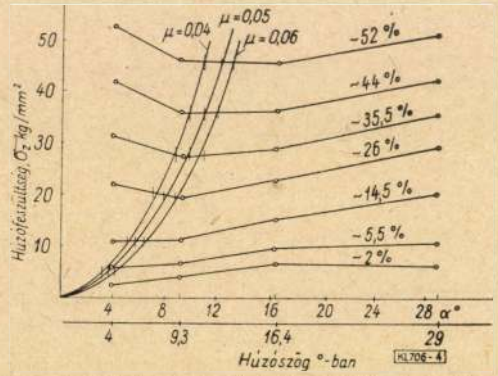
1. ábra. Az $\alpha_{opt_{12}} = \pm \sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2 - q}} - \frac{\mu \cdot q}{2 - q}$ *képlet gyökei és az abszolut nagyságok középértéke* $\mu = 0{,}05$ *súrlódási tényező mellett*



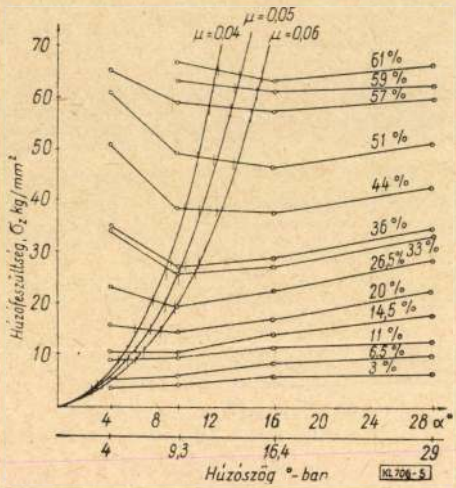
2. ábra. Az optimális húzószög, a redukciós tényező, és a súrlódási tényezők összefüggése az $\alpha = \sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2 - q}}$ *képlet szerint*



3. ábra. A húzószög és húzófeszültség összefüggése a redukció függvényében Linicus mérései szerint, α *húzószög* $\alpha = \sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2 - q}}$ *képlet szerint. Anyag: Sr. 63, lágy. Szerszám: Acél, kenőanyag: repceolaj. Linicus szerint:* $\mu = 0{,}1$



4. ábra. A húzószög és húzófeszültség összefüggése a redukció függvényében Linicus mérései szerint, α húzószög $\alpha = \sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2 - q}}$ *képlet szerint. Anyag: C = 0,04 %-os lágy acél. Szerszám: „Elmarid" (wolframkarbid). Kenőanyag: Repceolaj. Linicus szerint: μ = 0.04*

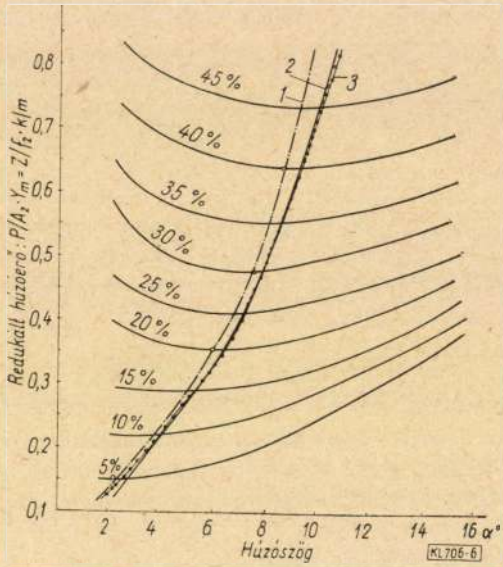


5 ábra. A húzószög és a húzófeszültség összefüggése a redukció függvényében Linicus mérései szerint, α húzószög $\alpha = \sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2 - q}}$ *képlet szerint. Anyag: Sr 63 lágy. Szerszám: „Elmarid" (wolframkarbid). Kenőanyag: Repceolaj. Linicus szerint: μ = 0,06*

$\mu = 0{,}05$-ös tényezővel adná az optimális húzószöget.

A *6. ábra Wistreichtől* származik és a „redukált húzóerőt" ábrázolja, a húzószög, illetve a redukció függvényében. A „redukált húzóerő" az előzőkben használt jelölések szerint $\frac{Z}{t_2 \cdot k_{fk}}$-nak felel meg. Ez a kifejezés tulajdonképpen $\frac{\sigma_z}{k_{fk}}$-val egyenlő, tehát a kifutó huzal húzófeszültségének és a közepes folyáshatárnak arányát jelenti, és így szükségképpen kisebb, mint 1. A diagramban megtalálhatók a Wistreich-féle mérések szerint kapott redukált húzóerő — húzószög görbék és berajzoltam a mérések szerint fekvő optimális húzószög görbét, valamint a levezetett képlettel számított görbét is. *Wistreich* kísérleteit jól polírozott acélszerszámon, előhúzott vörösrézzel, szappanporkenéssel végezte.

Az $\alpha_{opt} = \sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2 - q}}$ képlet szerint, $\mu =$



6. ábra. A húzószög és a redukált húzóerő összefüggése a redukció függvényében Wistreich mérései szerint 1 = α_{opt} *Wistreich szerint,* 2 = α_{opt} $\alpha = \sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2 - q}}$ *képlet* ($\mu = 0{,}04$) *szerint,* 3 = α_{opt} $\alpha = \sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2 - q}} + \frac{\mu \cdot q}{2 - q}$ *képlet* ($\mu = 0{,}025$) *szerint. Anyag: előhúzott réz, szerszám: polírozott acél, kenőanyag: nátron szappan,* μ = *Wistreich szerint 0,025*

$= 0{,}04$-gyel számolva az optimális húzószögek a *Wistreich* által mértnél kissé nagyobbra adódnak, de még mindig jól megközelítik a *Wistreich* által mérteket. Ha az

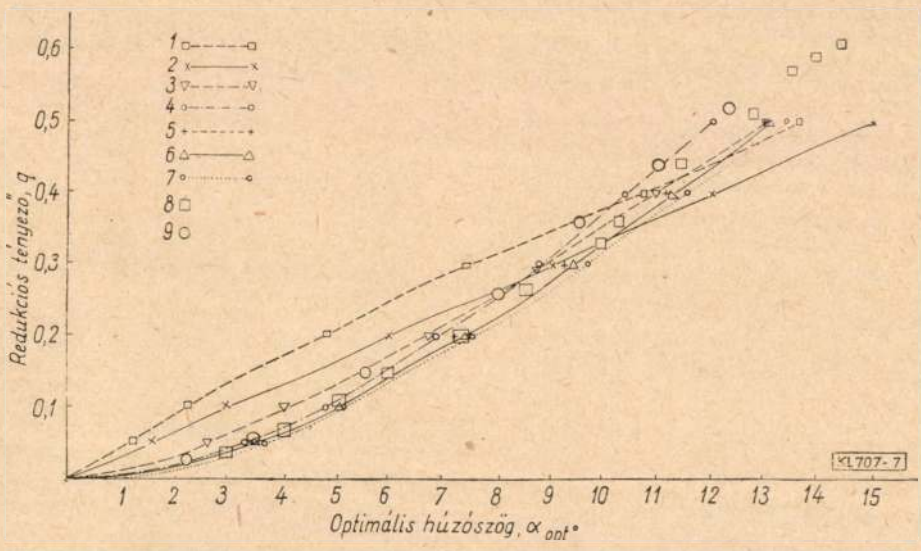
$$\alpha_{opt} = \sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2 - q}} + \frac{\mu \cdot q}{2 - q}$$

képlettel és $\mu = 0{,}025$-tel számolunk, akkor lényegében az előbbi eredményt kapjuk. Egyébként *Whitton* [10] cikkében *Francis* és *Thompsonra* hivatkozik, akik szerint a $\mu = 0{,}025$ egy kissé kicsi. *Hoffstein* és *Lindstrand*[11] szerint meglepő hogy *Wistreich*, aki a húzóerő mérésével kapcsolatban mind *Siebel*, mind *Körber* és *Eichinger* képleteinek használatát javasolja, ugyanezen munkájában olyan empirikus képletet ad meg, mely a μ-re ilyen nagy eltérést mutat ($\mu = 0{,}11$ és $0{,}03$). *Hoffstein* és *Lindstrand* kísérletei szerint a 0,06%-os C-tartalmú ötvözetlen lágyított acélhuzalok húzásakor a kalibráló hengeres furatban $\mu = 0{,}037$ súrlódási tényező mutatkozik.

A továbbiakban vizsgáljuk meg, hogy egységesen 0,05 súrlódási tényezővel a már említett szerzők egyes képletei különböző redukciókra milyen húzószöget adnak. Az így számítottakat a *7. ábrában* mutatjuk be. Megjegyzem, hogy a Reitzig-képlet szögeit sárgarézre megadott átlagos K-91 faktorral számítottam. A *Geleji* képletet a $\frac{k_k}{k_{fk}} = 0{,}81$ átlagos tényezővel számítottam, ami méréseim [7] és számításaim szerint lágyacél húzásakor a kísérleteim során használt redukciókra (32,2%) kb. meg is felel.

A Herrmann-féle

$$\sin 2\alpha = \sqrt{6 \cdot \mu \cdot \ln \frac{F_0}{F_1}}$$



7. ábra. Az optimális húzószög és a redukciós tényező összefüggése $\mu = 0{,}05$ súrlódási tényező mellett különböző képletek alapján

1 = Reitzig képlet szerint, 2 = Weiss és ebből átalakított képlet szerint, 3 = Geleji képlet szerint $\left(\frac{k_k}{k_{fk}} = 0{,}81 \text{ átlag mellett}\right)$, 4 = $\sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2-q}}$ képlet szerint, 5 = $\sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2-q}} + \frac{\mu \cdot q}{2-q}$ képlet szerint, 6 = Siebel erő szükségletből származtatott képlet szerint, 7 = Herrmann képlet szerint, 8 = Sr 63 lágy s. rézre, és 9 = C = 0,04 % lágyacélra Sachs és Linicus mérései szerint

képletből számított görbe a

$$\pm\sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2-q}} + \frac{\mu \cdot q}{2-q}$$

értékein alig ad nagyobb szöget, a

$$\sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2-q}}\text{-ból}$$

számítottnál pedig a szokásos 20—30%-os redukciókra kb. 1° többletet mutat.

Különböző képletekkel és redukciókkal, valamint $\mu = 0{,}05$ súrlódási tényezővel elvégezve a számításokat α_{opt}-ra nyert értékek adják a 7. ábra görbéit. A 7. ábrában a fentieken kívül a Linicus—Sachs-féle mérések közül a 4. és 5. ábrán szereplő húzófeszültség, húzószög-görbék valódi minimális értékeit folyamatos görbék segítségével külön meghatároztam és azokat az ábrában feltüntettem. Ezek az adatok, melyek lágy acél és sárgaréz wolframkarbid húzókövön át repceolajkenéssel való húzására vonatkoznak, a (2), (3) és a (17) egyenlet értékei közé esnek, de legjobban a (17)

$$\alpha_{opt} = \sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2-q}}$$

egyenletből származó görbét követik.

Végül megemlítem, hogy a Geleji-féle képlet és a fentiekben levezetett (17) képlet az alábbi módon összefüggésbe hozható:

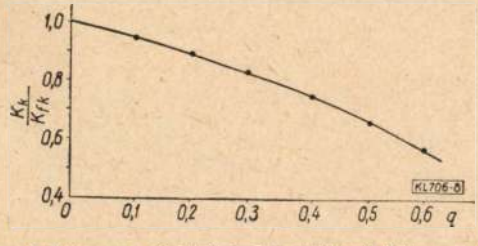
$$\alpha_{opt} = \sqrt{1{,}3 \cdot \mu \cdot \frac{k_k}{k_{fk}} \cdot \frac{q}{1-q}} \geqq \sqrt{\frac{1{,}3 \cdot \mu \cdot q \cdot 2}{2-q}} \quad (18)$$

A fenti egyenletből átrendezés és kifejtés révén új, közelítő összefüggés nyerhető:

$$\frac{k_k}{k_{fk}} \geqq \frac{2\,(1-q)}{2-q} \quad (19)$$

Ez az összefüggés nem szoros, de mindenesetre megmutatja, hogy az alakítási ellenállás és a közepes folyáshatár viszonya a redukció növekedésével csökken. Szélső esetben ez az arány 1 és 0 között változik. Ha $q \to 0$, akkor $\frac{k_k}{k_{fk}} \to 1$, ha $q \to 1$ akkor $\frac{k_k}{k_{fk}} \to 0$.

A *8. ábrán* a $\frac{k_k}{k_{fk}}$ változása látható a redukció mértékének a függvényében.



8. ábra. A közepes alakítási ellenállás és közepes folyáshatár arányának változása a redukciós tényező függvényében

a $\frac{K_k}{K_{fk}} \geqq \frac{2-2q}{2-q} = \frac{2(1-q)}{2-q}$ közelítő összefüggés szerint.

Következtetések

Az előbbiekben felsorolt összefüggések és diagramok alapján megállapíthatók a következők:

Az optimális húzószög elsősorban a redukciós tényező, másodsorban a súrlódási tényező függvénye. Az összefüggés négyzetes jellegű. A mért adatok és a különböző szerzők által javasolt négy-

zetgyököt tartalmazó képletekkel számított adatok lényegében azonosak. A számítások tehát a képletek segítségével kísérleti adatok nélkül elvégezhetők.

A húzásra kerülő anyagok lágy és kemény állapota, valamint a kenőanyag minősége a μ súrlódási tényezőt megváltoztatják. Jelentős különbség adódik a szerszám anyagából és felületi megmunkálásából, amiért is a fényesre csiszolt wolframkarbid szerszám használata messzemenően előnyös.

Az optimális húzószög számítására a logaritmikus függvényt nem tartalmazó (17) képlet javasolható. Az

$$\alpha_{opt} = \sqrt{\frac{2{,}6 \cdot \mu \cdot q}{2 - q}}$$

képlet — amint azt láttuk — helyes eredményt szolgáltat. A számításhoz javasolt súrlódási tényezők a következők :

acélszerszám, lágy huzal	$\mu \cong 0{,}1$
acélszerszám, kemény huzal	$\mu \cong 0{,}08$
keményfémszerszám, lágy huzal	$\mu \cong 0{,}05$
keményfémszerszám, kemény huzal ..	$\mu \cong 0{,}04$
keményf. szersz. kem. huzal, szappanpor ken.	$\mu \cong 0{,}036$

Az optimális húzószög képletének levezetése és más képletekkel való összehasonlításakor a

$$\frac{k_k}{k_{fk}} \cong \frac{2\,(1 - q)}{2 - q}$$

közelítő összefüggés volt levezethető, mely az alakítási ellenállásnak a redukciótól függő változását szolgáltatta.

IRODALOM

[1] *Weiss, L.:* Der Kaltwalz- und Ziehvorgang und sein Leistungsverbrauch. Z. f. Metallkunde 19. (1927). 61—67.

[2] *Körber, F.—Eichinger, A.:* Die Grundlagen der bildsamen Vervormung. Mitt. d. K. W. Inst. f. Eisenforschung 22, (1940). Lieferung 5. Abhandlung 395. 57—80.

[3] *Siebel, E.:* Die Formgebung im bildsamen Zustande. Verl. Stahleisen. Düsseldorf 1932.

[4] *Herrmann, O.:* Der günstige Öffnungswinkel der Ziehsteine. Stahl und Eisen. 73 (1953) jan. 29. 175.

[5] *Dörling, E.:* Die Profilzieherei. 71. old. Fachbuchverlag. Leipzig. 1954.

[6] *Geleji S.:* Die Berechnung der Kräfte und des Kraftbedars bei der Formgebung im bildsamen Zustande der Metalle. Akadémiai kiadó. Budapest 1952. 1958.

[7] *Boczor E. I.:* Alumínium és alumínium ötvözetek melegsajtolási és hideghúzási körülményeinek vizsgálata erőmérésekkel. (Huzalhúzáskor fellépő erők vizsgálata) 1958. Kézirat.

[8] *Linicus, W.—Sachs, G.:* Versuche über die Eigenschaften gezogener Drähte und den Kraftbedarf beim Drahtziehen. Mitt, d. deutschen Materialprüfungsanstalten. Sonderheft 16. Verl. J. Springer. Berlin. 1931. (Sachs : Spanlose Formung der Metalle.)

[9] *Wistreich J. G.:* The fundamentals of wire drawing. Metallurgical Reviews (3) 1958. N° = 10.

[10] *Whitton P. W.:* The calculation of drawing force and die pressure in wire drawing. Journ. Inst. of Metals 86 (1958) máj. 417—421.

[11] *Hofstein—Lindstrand :* Nagra experimentalla Sökwingar äver dragning av trad. Jernkontorets Annaler. 142 (1958) N° = 3.128—164.

Egyetemi hírek

Az OMBKE Egyetemi Csoportja rendezésében május 22-én *Dr. Nándori Gyula* adjunktus, a műszaki tudományok kandidátusa „Beszámoló a moszkvai és a freibergi tanulmányutakról" címmel vetítettképes előadást tartott.

*

A Kohómérnöki Kar III. és IV. évfolyamú hallgatói május 2—6-ig terjedő héten a szaktanszékek vezetésével a jelentősebb hazai kohászati üzemekben többnapos tanulmányi kiránduláson vettek részt.

*

A május 24—27. között Freibergben megtartott XIII. Bányászati és Kohászati Napokon a Kohómérnöki Kar részéről *Dr. Horváth Zoltán, Dr. Káldor Mihály és Dr. Kiss Ervin* vett részt. Ez alkalommal *Dr. Horváth Zoltán* „Die Theorie des Parkes-Processes" címmel előadást tartott. A megnyitó ünnepségen a NME és az OMBKE nevében *Dr. Horváth Zoltán* mondott üdvözlő beszédet.

*

A Nehézipari Műszaki Egyetemen június 3-án nyilvános egyetemi tanácsülést tartottak, melynek keretében *Czibere Tibor, Huszty László* és *Maschek Tivadar* okl. gépészmérnököket, *Nándori Gyula* okl. kohómérnököt, a műszaki tudományok kandidátusát és *Pethő Szilveszter* okl. bányamérnököt, a műszaki tudományok kandidátusát műszaki doktorrá avatták, s részükre a műszaki doktori oklevéleket átadták. Ez alkalommal kapták meg oklevelüket a korábban avatott műszaki doktorok is.

*

A Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán június 20-án megtartott államvizsgán *Árkovics Elemér, Csomós Zoltán, Farkas István, Kálmán Magda, Kiss József, Kollár Sándor, Németh József, Szabó Zoltán, Takács István, Tóth Ferenc* metallurgus kohómérnöki oklevelet, *Bánhidy Kálmán, Csohány Gyula, Dévényi Györgyné, Fiumei Attila, Hess Károlyné, Jakab István, Karsay Imre, Kovács Gyula, Korponai Gyula, Kőhalmi Kálmán, Pántya Imre, Rédei András, Szabics József, Szabó József, Ur György* pedig technológus kohómérnöki oklevelet kaptak.

*

Most kapták meg a IV. éves nappali tagozatos és az V. éves levelező tagozatos kohómérnökhallgatók diplomatervező feladatukat. A kiadott feladatok között 1 nyersvasgyártás, 7 acélgyártás, 6 öntészet, 7 fémkohászat, 3 hengermű, 3 kovácsmű, 3 csőgyártás, 1 dróthúzás tárgykörű van.

*

A MM leirata szerint a jövő tanévre, az első évfolyamra a nappali tagozaton 60, az esti és levelező tagozaton 50, a Kohóipari Gazdasági Mérnökszakon pedig 20 hallgatót fognak felvenni. *F. O.*

Tűzállóanyagok minőségi vizsgálatáról és szabványosításáról[1]

Dr. SÖVEGJÁRTÓ JÁNOS

Dk: 666.76 : 620.1 + 358.6

Korunk rohamos ipari fejlődésének időszakában elsőrendű műszaki és gazdasági feladat, hogy mind a megszokott és régóta gyártott, mind az újonnan fejlesztett termékek minőségi ismérveit gyorsan és szabatosan határozzuk meg.

Az első Tűzállóanyagipari Konferenciára a gyártó és a felhasználó ipar képviseletében megjelent szakemberek előtt szeretném a minőségi vizsgálat és szabványok egynéhány kérdését ezek, jelenlegi állását és az e téren előttünk álló néhány feladatot ismertetni. Remélem, hogy termékeny vita keretében kikristályosodik a helyes út, amelyen haladva ipari fejlődésünk nagy ügyét szolgálhatjuk.

A szabványosítás általános jelentőségéről úgy érzem nem kell beszélnem, hiszen mindnyájan tapasztaljuk mindennapi munkánkban annak szabályozó, egyszerűsítő, ezekből kifolyólag önköltségcsökkentő, végül ezeken túlmenően a szabványok betartásának minőségjavító hatását. A minőségjavító hatás kiemelésekor aláhúzom, hogy a szabványok e hatása csak akkor érvényesülhet, ha azokat mindenki betartja. Véleményem szerint az általános minőségi panaszok egyik fő forrása ez. Itt még sok a tennivaló.

Szűkebb szakterületünkön az MSZ 392-399 számú szabványok képviselték az egész egységesítő munka eredményét. Ezek főleg a DIN szabványokra támaszkodtak.

Fejlettebb ipari országok szabványainak figyelembevétele, sőt követése nem minősíthető szolgai utánzásnak, hanem igen egészséges folyamat, amelynek kimélyítését mindnyájunknak támogatni kell, a szabványosítás nemzetközi összehangolása természetszerűleg további előnyökkel jár. A nemzetközi síkon való szabványosítás során természetesen nem szabad figyelmen kívül hagyni az országon belüli adottságokat és lehetőségeket.

Hazánkban az utóbbi években bekövetkezett hatalmas méretű ipari fejlődés szükségszerűen együttjárt a szabványosítás nagymértékű fejlődésével is.

Szűkebb szakmánkban 1945-ig hét tűzállóanyagipari szabvány volt érvényben. Ma 38 szabványunk van. Szakmánkban az erősebb ütemű szabványosítás 1950-ben indult meg és 1952-ben érte el tetőfokát. A közeljövőben az a feladat vár reánk, hogy a megalkotott szabványoknak a termelésben és a felhasználásban gyakorolt jó és rossz hatásait mérlegeljük, ennek alapján a szükséges módosításokat végrehajtsuk és a még hiányzó szabványokat megalkossuk.

Szakmai szabványainkat jellegük szerint három csoportba oszthajtuk:

1. vizsgálati módszerekre vonatkozókra,
2. alak és méretszabványokra,
3. minőségi szabványokra.

[1] Az előadás elhangzott a Diósgyőrött 1961. VI. 2—4-én tartott tűzállóanyagipari konferencián.

Az első csoport, vagyis a vizsgálati módszereket rögzítő szabványainkkal kapcsolatban gyakran halljuk azt az — alapjában véve helytálló — kifogást, hogy a vizsgálati eredmények nem mindig reprodukálhatók, vagy pedig azt, hogy a kapott eredmények sokszor ellentétesek az üzemi gyakorlattal. A megjegyzések jogosak, ezek a szilikátkémiai nyersanyagok és késztermékek természetéből fakadnak. Vizsgálati módszereink még csak megközelítő módszerek, amelyeket igyekeznünk kell tökéletesíteni. A felhasználókat pedig a kellő műszaki indokolással fel kell világosítanunk, hogy munkájukban a vizsgálati módszerekkel megállapított ismérveket mikor és milyen mértékben hasznosíthatják a legeredményesebben. Emeljünk ki erre vonatkozólag egy-két példát. Elsőnek vegyük szemügyre a legismertebb és legáltalánosabb ismérvet és annak megállapítási módját, vagyis a *tűzállóságot*. Közismert és általános gyakorlat a felhasználó iparban, hogy a tűzállóanyagokat azok tűzállósága alapján ítélik meg. E szokás ellen mi — tűzállóanyagipari szakemberek — már régóta küzdünk és helyesebbnek tartjuk készítményeink megítélését lágyulási viselkedésük alapján. Tudjuk azonban azt is, hogy ez utóbbi szempont nem egyedül döntő a minőség megítélésében, már csak azért sem, mert a beépítés helyén a tűzállóanyagnak lényegesen eltérő körülmények között kell helyt állnia, mint a laboratóriumi vizsgálat alatt, de a gyakorlati felhasználás megítéléséhez mégis közelebb áll a lágyulás ismérve, mint a tűzállóságé.

Tudjuk, hogy tűzállóanyagaink zöme több összetevőjű rendszerből áll. Ez összetevők mindegyikének megvan a maga olvadáspontja és ilyképpen a késztermékek, mint az egyes összetevők keverékének saját meghatározott olvadáspontja nincsen. Izzításkor azok mineműségétől és mennyiségétől függően egy olvadási határközről van szó, amikor az egyes összetevők a saját olvadáspontjukon olvadnak és végül az egész próbatest megolvad. Tudjuk azt is, hogy reprodukálható értékek megállapítása kedvéért, a használandó kemence méreteit, a fűtés sebességét, a próbatest készítését és a kemencébe helyezését meghatározott módon kell végrehajtani és mégis gyakoriak a kisebb-nagyobb eltérések az egyes laboratóriumi vizsgálatok eredményei között.

Mindnyájan érezzük, hogy az alsó határnak megállapítása 1580 C°-ban, tehát egy aránylag nagy hőfokban nem ésszerű és nem is gazdaságos, mivel sok esetben egyes füstcsatornákban, melegítőkemencékben stb. gyakran kisebb tűzállóságú anyagok a követelményeknek tökéletesen megfelelnek. Eme alsó határ csökkenése tehát indokolt. Tudjuk, hogy hazai nyersanyagellátásunk nagy nehézségekkel küzd. Ha bekapcsolhatnánk termelésünkbe a görömbölytapolcai, az annavölgyi, vagy a bajai agyagelőfordulások egyes kiválasztott rétegeit, akkor éppen az annyira hiányzó képlékeny

anyagokban javíthatnánk meg ellátásunkat. A külföldi szakemberek is foglalkoznak ilyen feladattal és egy- két országban már tettek is ilyen irányú intézkedéseket. Az ISO-ban, vagyis a Nemzetközi Szabványügyi Szervezetben tömörült országok már az évekkel előbbi londoni ülésszakon tárgyalták ezt a témát és a kialakított ajánlások alapján egyes államok, mint pl. a NSZK 1500 C°-ra szállította le a tűzállóság eddig érvényes 1580-as alsó határát. Az amerikai tűzállóipari szakemberek ennél nagyobb csökkentést javasolnak. A Brick and Clay szakfolyóirat közlése szerint Tűzálló Bizottságuk az 1450 C°-os határ elfogadását inditványozta, pedig az USA sokféle és nagy kiterjedésű kiváló agyagelőfordulással rendelkezik. Javaslom, hogy vitassuk meg mi is ezt, és ha a határ leszállítását indokoltnak tartjuk, tegyünk ilyen irányú javaslatot az Országos Szabványügyi Hivatalhoz.

Tűzállótégláink minőségének megítélésében további zavart okoz az a szokás, hogy a termékek tömörségének vizsgálatakor a felhasználók gyakran az összporozitást vagy a látszólagos porozitás számszerűségét veszik csak figyelembe. A vonatkozó bel- és külföldi szabvány alkotói az összporozitás kiemelésével valóban a tűzállótéglák tömörségének megítélésére szolgáló egyik tényezőt akarták kihangsúlyozni, amelynek megállapítására a termék fajsúlyát is meg kell határozni. Ez a vizsgálat aránylag hosszadalmas. Ezért tért át a felhasználók és a gyártók zöme arra az elterjedt gyakorlatra, hogy a látszólagos porozitás nagyságából következtetnek a termék tömörségére. A műszaki adottságok mérlegeléséből az elmúlt évek alatt azonban az a helyes gyakorlat alakult ki, hogy az érdekeltek a termék tömörségére gyakran sem az összporozitás, sem pedig a látszólagos porozitás számszerű adatából, hanem a vízfelvétel %-ából következtetnek. Ennek a gyakorlatnak az a magyarázata, hogy a látszólagos porozitás a termék térfogatsúlyának és vízfelvételének szorzata. Ha a termék térfogatsúlyát valamely gyártási intézkedéssel felemeljük, ezzel nyilvánvalóan megjavítjuk a minőséget. A változatlanul hagyott vízfelvétel által a két tényező szorzata nagyobb lesz, vagyis a látszólagos porozitás számszerű értéke nő. Ebből a tényből viszont azt a téves következtetést lehetne levonni, hogy a termék tömörsége, vagyis a minősége romlott. Miután a nem szakember téves következtetéseket vonhat le a porozitás számszerű nagyságából, el kell térnünk ettől a gyakorlattól. A legreálisabb fizikai ismérv, amelyből a termék tömörségére következtethetünk a vízfelvétel mérve és ezért ezt a gyakorlatot kell elterjesztenünk és ezt kell a tűzállótéglák minőségi szabványaiban is kikötnünk.

Egy további, gyakran vitatott ismérveket nyújtó vizsgálati módszer a tűzállóanyagok terhelés alatti lágyulásának megállapítása. Az európai államok nagy része a német kísérleti berendezést, vagy annak némileg módosított alakját szabványosította, ezek közé tartozunk mi is. Ezek az államok tudvalevőleg egy elektromos ellenállás fűtésű kemencébe 50 mm ∅-jű és 50 mm magas hengeralakú pogácsát helyeznek el, azt 2 kg/cm² terhelés mellett izzítják és a próbatest lágyulási viselkedésétől függően beálló összenyomódásának mértékét mérik. Nyilvánvaló, hogy a fenti igénybevételi mód eltér a gyakorlati igénybevételtől, mind a mechanikai, hőtechnikai, mind az uralkodó atmoszféra szempontjából. Ez az oka annak, hogy egyes államok a fentiektől eltérő feltételek mellett vezetik le a lágyulási vizsgálatot. A franciák egy karcsúbb, 35 mm ∅-jű hengeres, vagy hasábalakú próbatestet használnak, ugyanakkor a németek által meghonosított 8 C°/perc felfütési sebesség helyett 4—5 C° sebességet írnak elő. Az angolok szintén a franciákhoz hasonlóan karcsúbb próbatestet használnak, emellett azt is megszabják, hogy a kísérlethez oxidáló légkört kell biztosítani. Végül pedig a 10%-os összenyomódást regisztrálják, a németek 0,6%-os ta és 40%-os te értéke helyett. Az amerikaiak pedig a téglák minőségétől függően különböző, de átlagban kb. 2,5 C°-os felfűtési sebességgel dolgoznak, de a próbatestet nem meghatározott összenyomódásig, hanem egy a tégla minőségétől függően meghatározott hőmérsékletig hevítik és ezen a hőmérsékleten tartják meghatározott ideig. A próbatest egyébként egy élére állított normáltégla, amelyet kb. 1,7 kg/cm² nyomással terhelnek. A kísérlet végén megállapítják a deformáció mértékét. A felsorolt módosított vizsgálatoknak az a célja, hogy jobban megközelítsék a gyakorlati, üzemi igénybevétel feltételeit.

1958-ban a Tűzállóanyaggyárak Európai Szövetsége közös összehasonlító vizsgálatokat határozott el azzal a céllal, hogy egyrészt tárgyilagosan megállapítsák az egyes államok előírásai szerint végzett vizsgálatokkal elérhető különbségeket, másrészt, hogy megállapítsák a különbségek okait, végül, hogy javaslatokat tegyenek azok kiküszöbölésére. A vizsgálatok kiértékelése még folyik, de néhány lényeges megállapítását már most is figyelembe vehetjük. Az egyik ilyen szempont a hőfokemelkedés sebessége, amely a mi szabványunk szerint 1000 C°-ig 15°/perc és 1000 C° felett 8°/perc. Megállapítást nyert, hogy ilyen sebesség mellett nem érhető el az 50 mm átmérőjű és magasságú próbatest egyenletes átmelegedése. Három C°/perc hőmérsékletemelkedés során a különbségek gyakorlatilag kiegyenlítődnek. A vizsgáló bizottság egyik javaslata szerint a zavaró hőmérsékletkülönbségek elkerülésére a próbatest magasságát és átmérőjét 50 mm-ről 35 mm-re kellene csökkenteni.

A ISO-ba, vagyis a Nemzetközi Szabványügyi Szervezetbe tömörült országok nyugatnémet bizottsága még külön és behatóan foglalkozott ezzel. Vizsgálatai alapján 1960 decemberében egy módosított szabványtervezetet adott ki. A módosított vizsgálat előírásai a hevítés sebességét akként szabályozzák, hogy a várható lágyulási kezdet alatt 200 C°-kal, de legalább 1000 C°-tól kezdve kell az addig engedélyezett 15 C°/perc hőfokemelkedést 4 C°/percre csökkenteni. A hőmérséklet mérését egy Pt—PtRh termoelemmel és egy össz-sugárzási prométerrel kell mérni. Ha a két berendezés által mért adat 1,5%-nál nagyobb mértékben tér el, akkor a mérő berendezések felülvizsgálata után a teljes lágyulási vizs-

gálatot meg kell ismételni. A vizsgálat befejezésének az eddigi 40%-os összenyomódása helyett a 10%-os összenyomódást tekintik. Figyelemre méltó végül, hogy a kapott vizsgálati eredmény tűrésében különbséget tesznek a saját készüléken ismételt vizsgálatkor kapott és más készülékkel mért vizsgálat adatai között. Ez a szabványtervezet az első, amely a magnezit és a krómmagnezittéglák vizsgálatára is közöl tűrési határokat. A javasolt tűrések az *1. táblázatban* láthatók.

1. táblázat

Az ISO által javasolt összenyomódási vizsgálat hőfok tűrés határai

	A vizsgálat ismétlésekor	Más készülékkel végzett vizsgálatkor
	C°	
Samott	± 15	± 25
Szilika	± 10	± 15
Magnezit	± 50	± 60
Krómmagnezit	± 50	± 60

Az új javaslat tehát az eddigi előírásokhoz viszonyítva lényeges szigorítást jelent a samott és a szilikatéglák vizsgálatára, új előírást a bázikus téglákra. Miután exportszállításaink alkalmával ügyfeleink gyakran kötik ki a német szabványok betartását, számolhatunk azzal, hogy rövidesen ezeket a kikötéseket kell majd figyelembe vennünk.

A tűzállóanyagipari termékek minőségének nem mindig egyértelmű meghatározására további példa a hőmérsékletváltozásokkal szemben tanúsított ellenállásnak a gyakorlati igénybevételhez közelálló megállapítása.

A legtöbb európai ország vizsgálati előírása szerint az egyes téglák 1/3-át izzítják magas hőfokra, majd ezt az izzított részt vízzel hűtik és az izzítási, valamint hűtési ciklusok számából következtetnek a tűzállótégla üzemi hőváltozásokkal szemben tanúsított ellenállóképességére.

Az amerikai szabvány itt is más úton jár. A vizsgálandó téglák 16 darabjából egy keretbe falat építenek be, ezt teszik ki levegő és vízpermet ráfúvása, továbbá újraizzítása útján előállított hőváltozási igénybevételnek. Ez a módszer közelebb áll a tűzállótéglák gyakorlati igénybevételéhez.

A vegyi hatások, azaz főleg salakbehatásokkal szemben tanúsított ellenállás mérése nehéz, akár a tégelyeljárás előírásait, akár a szóró eljárás előírásait követjük.

Ebből a néhány kiragadott példából láthatjuk, hogy milyen nehéz a tűzállóanyagok vizsgálati módszereit úgy meghatározni, hogy a kapott ismérvek megnyugtató módon tájékoztassanak a tégláknak az üzemben várható viselkedéséről. Igen sokrétű és kiterjedt kísérletekre lesz még szükség, hogy a felhasználó ipar állandóan növekvő igényeinek megfelelő tűzállóanyagok megítéléséhez és ellenőrzéséhez szabatos, gyorsan elvégezhető vizsgálati módszereket állíthassunk össze.

De térjünk át a szabványosítás második csoportjára az alak és méret szabványokra.

Itt is vannak nehézségek, de sokkal kisebb számúak és jelentőségűek, mint a tűzállóságvizsgálat módszereié. Az volna a kívánatos, hogy a fogyasztók berendezéseik falazásához egységes méretű idomokat használjanak, ezzel a rendszabállyal egyrészt lényegesen csökkenthetjük a termelési költségeket, másrészt a fogyasztóknak kisebb üzembiztonsági raktárkészletet kellene tartaniok. Váratlan és sürgős kemencejavításokhoz az egyes üzemek pedig könnyebben segíthetnék ki egymást. Az alak és méret szabványosításhoz további korszerűsítésekre, még további tevékenységre van szükség.

A tűzállóanyagipari szabványosítás harmadik csoportja a minőségi szabványok csoportja.

E szabványokkal kapcsolatban is sok a panasz és még több a nehézség. Tudjuk mindnyájan, hogy az ipar minden ága rohamosan fejlődik, a gyártási eljárások tökéletesednek, a folyamatok mind nagyobb hőigénybevételt jelentenek, ezért a fogyasztók is mind nagyobb igényeket támasztanak gyártmányainkkal szemben. A fokozódó igények kielégítésének egyik alapfeltétele, hogy a tűzállóipar a célnak megfelelő minőségű nyersanyagokat kapjon.

Mindnyájan tudjuk azonban saját mindennapi üzemi tapasztalatunkból, hogy mennyi bajunk van a kül- és belföldi nyersanyagokkal mind a minőség, mind a mennyiség szemszögéből. A készáru szabványok minőség szigorításának, vagyis annak, hogy gyártmányaink a fokozott üzemi igénybevételeknek ellenálljanak ez a legfőbb akadálya. A nem megfelelő nyersanyagok a legfőbb akadályai a minőségi ismérvek javításának. Mindezek a nehézségek azonban csak aláhúzzák ama kötelességünket, hogy a nyersanyagszállítók, a tűzállótégla-termelők a felhasználókkal együtt a közeljövőben egymás között megvitassák az érdekek összehangolásának lehetőségeit és a szabványok felülvizsgálata útján segítsék ipari fejlődésünk további javulását.

Befejezésül hadd szóljak még néhány szót az átvételi szabványok vizsgálati gyakoriságának és ezen keresztül a minőség biztosításának matematikai törvényszerűségeiről. A tűzálló termékekkel szemben állandóan növekvő követelmények folyamányaként mindnyájan gyakran kerülünk abba a helyzetbe, hogy a fogyasztókkal hosszabb-rövidebb vita után sikerül megegyeznünk abban, hogy egy szállítmányból hány mintadarab vizsgálati eredménye a mérvadó annak megítélésére, hogy a gyártott áru megfelel-e a szerződéses kikötéseknek és még ilyen körülmények között is sokszor az az érzésünk, hogy megállapításaink nem eléggé átlagoltak.

A vizsgálatok gyakoriságára szabványaink is tartalmaznak intézkedéseket, de azok nem megnyugtatóak.

Nyugodtan állíthatjuk, hogy a szilikátiparban az egyes gyártási fázisokat képtelenség ma még annyira kézben tartani, hogy teljesen azonos vizsgálati eredményeket biztosíthassunk. Természetes következménye ennek, hogy a gyártási

utasítások gyakorlatilag szabályos betartása után is, a vizsgálat eredményeinek aránylag erős szórásával kell számolnunk. A statisztikai matematika az az eszköz, amely ezen a téren komoly segítséget nyújthat. Külföldön ezeket a felismeréseket már tűzállóanyagipari vonatkozásokban is eléggé kiterjedten veszik tekintetbe. Így például *Chesters* „Steelplant refractories" című könyvében igen értékes és érdekes számításokat közöl, úgyszintén a holland *Gijn*, az olasz *Palazzi* és *Savioli* is beszámolnak a hazájukban használt tűzállóanyagipari statisztikai módszerek eredményességéről. A következőkben *Chesters* eszmefuttatását és megállapításait dióhéjban közlöm. Alapja a legegyszerűbb statisztikai kiértékelésnek a Gauss-féle, vagy normális megoszlás törvényszerűsége.

A statisztikai módszert ültessük át a mi mindennapi tűzállóanyagipari gyakorlatunkba és nézzük meg egy dolomit térfogatsúly sorozatvizsgálatból mit tudunk kiolvasni egyszerű matematikai átlagszámítással és mit tudunk kiolvasni statisztikai matematikai számításokkal. Tételezzük fel, hogy egy dolomit zsugorító üzem féléves termelése alatt a *2. táblázat* szerinti térfogatsúlyokat állapítja meg.

2. táblázat

Egy dolomitzsugorító műben féléves termelés alatt feltételezett térfogatsúly adatok

x	$(x-\bar{x})\ 10^2$	$(x-\bar{x})^2 10^4$	x	$(x-\bar{x})\ 10^2$	$(x-\bar{x})^2 10^4$
2,75	14	196			
2,73	12	144	2,65	4	16
2,65	4	16	2,66	5	25
2,63	2	4	2,49	—12	144
2,52	— 9	81	2,58	3	9
2,67	6	36	2,50	11	121
2,29	—36	1024	2,69	8	64
2,55	— 6	36	2,55	— 6	36
2,63	2	4	2,69	8	64
2,69	8	64	2,55	— 6	36
2,56	— 5	25	2,43	—18	324
2,61	0	0	2,08	—53	2 809
2,55	— 6	36	2,73	—12	144
2,60	— 1	1	2,57	— 4	16
2,65	4	16	2,63	2	4
2,75	14	196	2,60	— 1	1
2,55	— 6	36	2,74	13	169
2,61	0	0	2,82	21	441
2,62	1	1	2,77	16	256
2,65	4	16	2,72	11	121
2,67	6	36	2,35	—26	676
2,63	2	4	2,64	3	9
2,75	14	196	2,54	— 7	49
2,65	4	16	2,51	—10	100
2,67	6	36	2,68	7	49
2,64	3	9	2,52	— 9	81
2,67	6	36	2,58	— 3	9
2,51	—10	100	2,40	—21	441
2,54	— 7	49	2,51	—10	100
2,71	10	100	2,61	0	0
2,68	7	49	2,61	0	0
2,54	— 7	49	2,59	— 2	4
2,64	3	9	2,79	18	324
2,62	1	1	2,48	—13	169
2,54	— 7	49	2,59	— 2	4
2,50	—11	121	2,79	18	324
2,68	7	49	2,69	8	64
2,56	— 5	25	2,58	— 3	9
2,66	5	25	2,57	— 4	16
2,80	19	361	2,81	20	400
2,66	5	25			
			208,87		10 905

A mai szokásos vizsgálati módszerekkel a dolomit minőségét az átlagérték és esetleg annak ingadozása alapján állapítjuk meg. Ha statisztikai módszerekkel számolunk, akkor az értékeket először korlátozott számú térfogatsúly csoportokra osztjuk, pl. 0,1 g/cm³ szerint emelkedő térfogatsúly csoportokra és ezeket koordináta rendszerre vetítjük, akkor azok egy harang alakú görbét közelítenek meg. Az átlagos 2,61 g/cm³, a 2,60—2,70-es leggyakoribb csoportba esik. Minél több adatból szerkesztjük meg a görbét, amelyet hisztogramnak szoktunk nevezni, annál jobban közelíti meg a szabályos haranggörbét. A középérték körüli eloszlás nem feltétlenül szimmetrikus. Ha pl. erősen égetett szilikatéglák fajsúlyát ábrázoljuk, az átlagostól eltérő aszimmetrikus eloszlást kapunk, amelynek maximuma a skála alacsony fajsúlya oldalára esik. Ennek az az oka, hogy a szilikatégla fajsúlya égetéskor 2,65-ről kb. 2,32-es minimumra csökken. Ha az összes tégla jól ki van égetve, mindegyiknek a fajsúlya megközelíti a 2,32-őt, gyakoribb azonban, hogy a nagyobb fajsúly felé tolódnak el.

A dolomitnak viszont az égetési hőmérséklete, bár aránylag magas, sohasem elegendő ahhoz, hogy a maximális térfogatsúly elérhető, vagy legalábbis erősen megközelíthető legyen.

A gyengén égetett anyaggal elért minimumot mindenesetre jóval meghaladja, úgyhogy a téglaégetés stb. normális hullámzása normális téglaminőség eloszlást ad. Ha a statisztikai adatokat semmi egyébre, csupán egy hisztogram készítésére használjuk fel, akkor abból messzebbmenő következtetéseket tudunk levonni, mint a térfogatsúlyok táblázatából és azoknak átlagából. Ha húsz tégla vizsgálati adataiból készített hisztogramunk is hasonló képet mutat, mint egy egész évi szállítmány hisztogramja, akkor nyugodtak lehetünk, hogy a téglák, ha nem is voltak tökéletesek, de legalábbis a szokásos módon voltak kiégetve.

Különböző típusú samott-téglák hideg nyomószilárdságát vizsgálva hasonló hullámzást találunk, ami a gyártási eljárásban rejlő ingadozásoknak tulajdonítható. Sőt mi több, az erősebben égetett téglákban találhatók a legnagyobb eltérések, ami annak a következménye, hogy az üvegesedés felé haladva a nyomószilárdság hirtelen megnő. Ha ilyen téglákból csak egy-két darabot vizsgálunk meg, akkor nagyon megtévesztő eredményeket kaphatunk. Ezért igen helyes, hogy vonatkozó szabványunk 10 tégla vizsgálatát írja elő és azok átlagát tartja mérvadónak. Kívánatos azonban, hogy a szabvány a megengedett szélső határokat is rögzítse, nehogy túlságosan szélsőséges értékek egy szállítmány minőségének megítélését torzítsák. E hatás igazságos és műszakilag indokolt megállapításához a *szabványos eltérést* kell kiszámítanunk.

Ez a szám azt méri, hogy a számtani középaránytól jobbra, vagy balra milyen nagy eltérések mutatkoznak. Ha $x_1 - x_2 \ldots x_n$-nel jelöljük az egyes vizsgálatok adatait és N-nel az összes számértéket, valamint $\bar{x}$-sal a számtani közepest, akkor a *szabványos eltérés* egyenlő

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma\,(x-\bar{x})^2}{N}}$$

Ha az előbbi táblázatban felsorolt dolomit-térfogatsúlyokat e képlet felhasználásával dol-

gozzuk fel, akkor megállapíthatjuk, hogy $\sigma = 0{,}12$ g/cm³.

Normális értékelosztást feltételezve azt is megállapíthatjuk, hogy

$\bar{x} - \sigma$,
és $\bar{x} + \sigma$ nagyságrendű értékek 15,9%-ban,
$\bar{x} - 1{,}7\,\sigma$
és $\bar{x} + 1{,}7\,\sigma$ nagyságrendű értékek 4,5%-ban
$\bar{x} - 1{,}96\,\sigma$
és $\bar{x} + 1{,}96\,\sigma$ nagyságrendű értékek 2,5%-ban
$\bar{x} - 3{,}09$
és $\bar{x} + 3{,}09$ nagyságrandű értékek 0,1%-ban

fognak előfordulni. Általában a $2\,\sigma$ szabványos eltérést belső megengedhető határként, a $3\,\sigma$ értéket külső megengedhető határként szoktuk figyelembe venni.

Az eltérések megengedett határértékeit összesítve is kifejezhetjük és azt mondhatjuk, hogy az összes értékek

31,73% eshet az $\bar{x} + \sigma$ határon kívül
4,55% eshet az $\bar{x} + 2\sigma$ és
0,27% eshet az $\bar{x} + 3\sigma$ határon kívül.

A statisztikai kiértékeléskor még a relatív szórási tényezőt is ki szokás számítani, ez a számtani középarányos százalékában kifejezett szabványos eltérés, vagyis

$$p = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$$

Az előbb felsorakoztatott dolomit térfogatsúlysorozatnak pl. a relatív szórási tényezője:

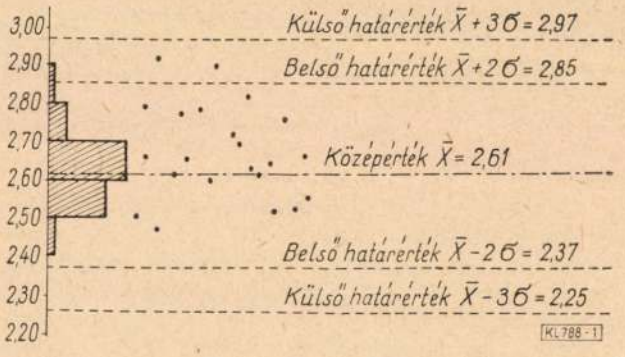
$$\frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 = \frac{0{,}12}{2{,}61} \cdot 100 = 4{,}5\%$$

A tűzállóanyagok szabványos minőségének ellenőrzése céljára végzett vizsgálatok során kapott megváltozott nagyságrendű ismérvek mindegyikének megítélésekor felmerül a kérdés, hogy a mutatkozó eltérés véletlen eltérés-e, vagy a minőségben beállott lényeges változást jelenti-e. Ha a fent vázolt matematikai összefüggéseket grafikusan ábrázoljuk, akkor egyszerű, áttekinthető módon érzékelhetjük készárunak minőségi javulását vagy rosszabbodását.

Az ilyen minőségellenőrző ábra lehetőséget ad arra, hogy készáruk ismérveinek eloszlását különböző időpontokban összehasonlítsuk, vagyis más szóval ez az ábra a számtani középarányos és a szórásban mutatkozó változásokat szembetűnő módon érzékelteti. Az ilyen ábrán az ordináták képviselik az egyes mérések eredményeit, az abszcisszák jelzik a vizsgálatok időrendi egymásutánját, függetlenül attól, hogy azokat egyenletes időközökben végezték vagy sem. A dolomit térfogatsúlyokra vonatkoztatva ezt az ellenőrző ábrát az *1. ábra* mutatja.

A középső vízszintes vonal jelzi a számtani középarányost, felette és alatta a 2-szeres, illetőleg 3-szoros szabványos eltérést, mint külső és belső ellenőrzési határt.

Ha most egy későbbi időszak térfogatsúlyairól meg akarjuk állapítani, hogy azok jobbak-e minőségileg vagy nem, akkor csupán azt kell



1. ábra. Dolomit térfogatsúlyok változási lehetőségei

megállapítanunk, hogy egyrészt az újabb eredmények a középértékhez közelebb, vagy távolabb esnek-e a régieknél, több vagy kevesebb esik a $2\,\sigma$ vagy $3\,\sigma$ határértékeken belülre *(3. táblázat)*.

3. táblázat

Két vizsgálat adatainak összehasonlítása

Térfogatsúly g/cm³	Százalékos eltérés a megadott térfogatsúlytól	
	1960. máj.—okt.	1961. május
2,30	2,5	0
2,40	3,8	0
2,50	8,8	4,3
2,60	40,0	26,1
2,70	82,5	65,2
2,80	96,3	91,3
2,90	100,0	95,6
3,00	100,0	100,0

A kiragadott példa minősége jobb a réginél, mert az új átlagérték nagyobb a réginél és egy sem esik a $2\,\sigma$ határ alá. Így tehát igen csekély hibakockázat mellett feltételezhető, hogy a minőség jobb mint az előző időszakban. A valószínűségszámítás törvényszerűségeinek ilyen grafikus ábrázolásban való kihasználásának, a szokásos számszerű táblázatokkal szemben két nagy előnye van:

1. Kiküszöböli a kiugró eredményekből való hamis következtetéseket, amelyek a leggyakrabban a helytelen mintavétel következményei.

2. Kimutatja a minőség fejlődését és ezáltal lehetőséget nyújt operatív intézkedésekre, mielőtt az esetleges minőségromlás már nagymérvű gazdasági károkat okozhatna.

Chesters említett könyvében még egyéb összefüggéseket is taglal, melyekre hely hiányában nem tudok kitérni. Fel szeretném hívni azonban a figyelmüket arra, hogy ez a tárgykör tűzállóanyagipari vonatkozásban igen érdekes és a minőségvizsgálattal, valamint a megállapításokkal szorosan összefügg. Az a véleményem, hogy e segédletek felhasználásával fogunk csak megnyugtató képet kialakíthatni arról, hogy a rendkívül heterogén rendszerű tűzállóanyagok vizsgált ismérvei, mely tényezők fennállásával biztosítják megnyugtató módon a gyakorlatilag legjobb minőséget.

Új módszerű áramhatásfokkutatás a kriolit-timföld olvadékok elektrolízisében

BALÁZS ENDRE—BELJAEV, A. I.
Moszkvai Színesfém Főiskola Könnyűfémkohászati Tanszék

DK : 621.317.66 : 669.713.7

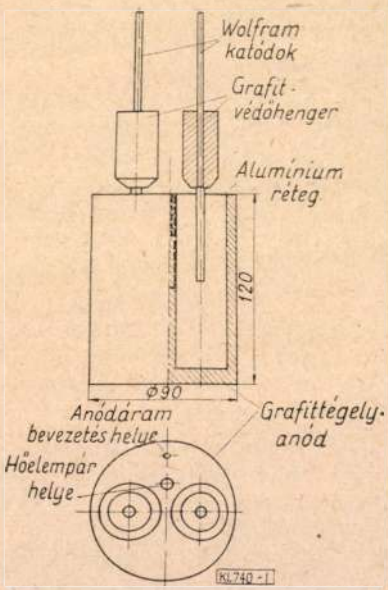
Az utóbbi időben megnövekedett az érdeklődés az alumínium elektrolízis timfölddel való folyamatos adagolásának problémája iránt [1], [2]. A kutatókra hárul a kriolit-timföld olvadékok azon aluminiumoxid-tartalmának meghatározása, amelynek fenntartása az alumínium elektrolizáló kemencék elektrolitjában a legkedvezőbb munkafeltételeket biztosítja. Az áramhatásfok a kemence termelékenységének és a fajlagos energiafogyasztásnak egyik fontos tényezője, ezért nagy jelentőségű a kriolit-timföld olvadékok vizsgálata az alumíniumoxid-tartalom függvényében.

E probléma vizsgálatával már több ízben foglalkoztak [3] — [5]. Az egyes kutatók vizsgálati módszerei elvben különböztek egymástól. A vizsgálandó összetételű elektrolitot grafit vagy korund tégelyben megolvasztották, majd katódpotenciálon, meghatározott áramerősség (5—10 A) fenntartása mellett — mért ideig — ismert súlyú alumínium gömböcskét tartottak benne. Az alumínium gömböcske a grafittégely fenekén (katódvezetőként maga a tégely szolgált) [3] vagy pedig wolframhuzalon függő grafit csészécskében (katódáramvezetőként a huzal szolgált) helyezkedett el. Az utóbbi esetben a grafit- [4] vagy korundtégely [5] csak az elektrolittároló szerepét játszotta. Az alumínium gömböcske felett meghatározott távolságra (pólustávolság) helyezték el a grafit vagy szénrúd-anódot, amely tehát részben belemerült az elektrolitba. Az alumínium mennyiség csökkentésére, mely az áramáthaladás eredményeképpen a katódáramvezetők polarizált felületein ellenőrizhetetlenül vált ki, a grafittégely belső felületét karborundum betéttel szigetelték [3]. Mások e célból a wolframhuzalt és a rajtafüggő grafitcsészécske alsó felét korunddal vették körül [5] vagy pedig semmiféle szigetelésük nem volt [4]. Az 1000 C° körüli hőfokon végzett, meghatározott időtartamú (45—60 perc) elektrolízis után az egyenáramot kikapcsolták, a tégelyt tartalmával együtt lehűtötték, a gömböcskét elválasztották és az elektrolittól mechanikus uton megtisztították, majd a súlyát lemérték. Az így meghatározott súlynövekedésből kiindulva határozták meg az áramhatásfokot.

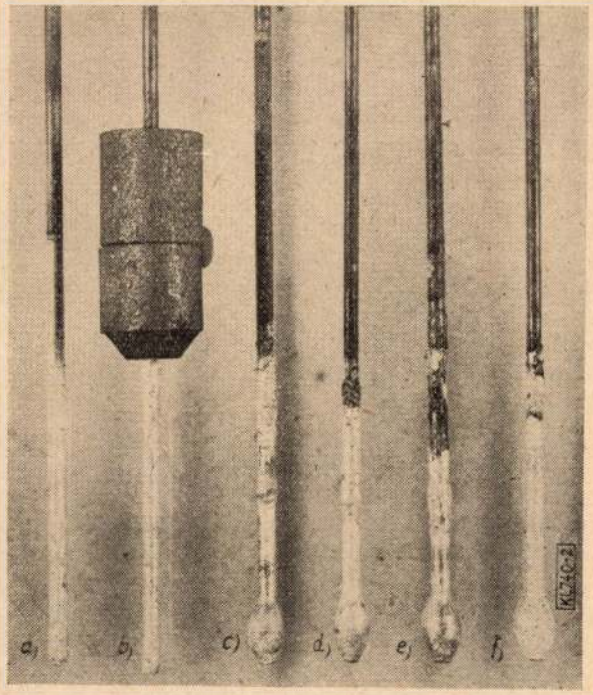
E kísérletek során az egyes kutatók eltérő jellegű összefüggést kaptak az áramhatásfok alakulása és az elektrolit alumíniumoxidtartalma között. *Lozskin* szerint [3] állandó molviszonyú olvadékokban az alumíniumoxid-tartalom növekedésével folyamatosan nő. *Szekér* szerint [4] 2,7 molviszony mellett az áramhatásfok 5—6% Al_2O_3 tartalmon élesen mutatkozó minimumot mutat. *Beljaev* és *Firszanova* kutatásai során [5] a 2,2 és 2,6 molarányokon és a timföld teljes feloldása után az áramhatásfok az alumíniumoxid-tartalom növekedésekor először csökken, majd megközelítőleg állandó szinten marad.

A kutatások ilyen eltérő eredményei a kísérleti módszerek meglehetős hasonlósága ellenére arra késztettek minket, hogy új, eltérő alapelven nyugvó kísérleti módszert dolgozzunk ki. E módszer jellegzetességei a következők :

1. Anódként olyan hengeres grafittömb szolgál, melyben két egyforma mélységű és körkeresztmetszetű tégelyteret munkáltunk ki. A tégelyterek mindegyike önálló cellát képez, melyekben egyidejűleg két különböző összetételű elektrolittal folytathatunk le elekrolízis-kísérletet *(1. ábra)*. Minden egyes kísérleti művelet során az egyik tégelytérben ugyanazzal az összetételű elektrolittal dolgoztunk, amely összehasonlítóként szolgált. Az összehasonlító cellában lefolytatott elektrolízisekre egy összehasonlító áramhatásfokot vettünk fel (ilyennek célszerű az ezen összetételre kapott középértéket venni), és mindegyik kettős kísérletben a kapott két abszolút áramhatásfok- és a felvett összehasonlító érték alapján számítottuk ki a másik, vizsgált (változó) elektrolitösszetételben nyert áramhatásfokot. A különböző elektrolitösszetételekre így kapott (az összehasonlító értékhez) arányított áramhatásfokok alapján rajzoltuk meg az összefüggést ábrázoló diagramot. Ily módon kizártuk a régebbi kutatások ama hibalehetőségét, amely eltérő minőségű grafittégelyanyag használatából és eltérő hőfokszabályozási viszonyokból adódott. A jövő kísérletek során célszerű az önálló tégelyterek számát a grafit anódtömbben tovább növelni (6—8 térre) azzal a céllal, hogy egy kísérlettel az egymásközött jól összehasonlítható kísérleti áramhatásfok-adatok egész sorát nyerjük, amelyek elégségesek az összefüggések grafikus ábrázolásához.



1. ábra. Két tégelyteres grafittömb és katódok



2. ábra. Wolfram katódpálcák

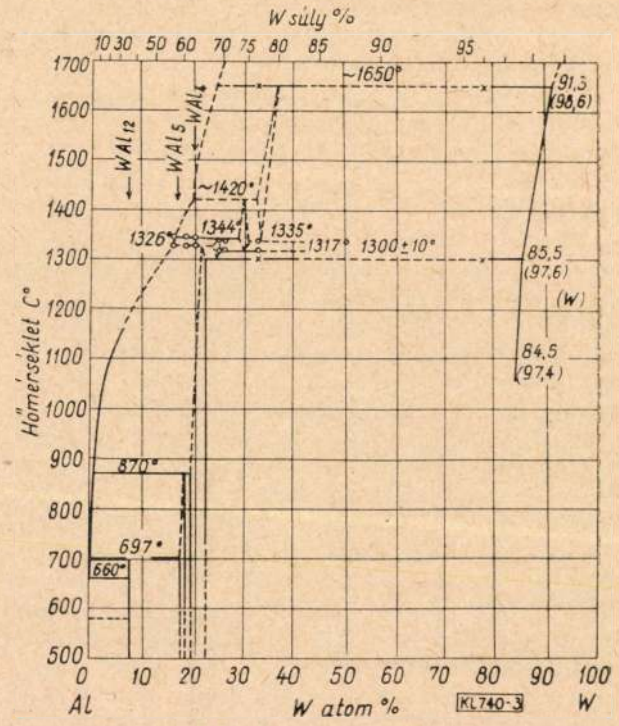
a — alumíniumréteg rávitele után, *b* — grafit védőburokkal (az olvadékgőzök lecsapódása ellen), az olvadékba merítés előtt, *c* — *f* — elektrolízis és tisztítás után, áramhatásfok 60—90 %

2. További jellegzetesség az alumíniummal nem fedett, a katódikusan polarizált felület teljes kiküszöbölése. Ezt katódként olyan, kb. 4 mm átmérőjű wolframhuzallal értük el, amelyre előzetesen (az olvadékba merülő részének teljes hosszában) alumíniumréteget vittünk. Ez az alumíniumréteg az elektrolízis során, kiinduló olvadt katódfémrétegként szolgált *(2. ábra, a és b)*. Ilyen módon kizártuk a régebbi kutatásoknak azokat a hibalehetőségeit, melyek az alumínium és grafit érintkezési felületén végbemenő alumíniumkarbid-képződés, továbbá a katódáramvezetők korundtárgyakkal való részleges elszigetelése következtében adódtak. Az utóbbival egyáltalán nem lehetett megbízható adatokat nyerni 4—5%-nál kisebb alumíniumoxid tartalmú elektrolitokra vonatkozólag [5].

Katódáramvezetőként azért választottunk wolframot, mert egyrészt ez egyike a magas olvadáspontú, ugyanakkor könnyebben beszerezhető fémeknek, másrészt pedig irodalmi adatok szerint a wolfram olvadt alumíniumban rendkívül lassan oldódik [7]. Kísérleteink hőfoktartományát a W—Al állapotábra liquidus görbéje csak a wolframtartalomnak kb. 15%-ra való csökkenésekor éri el *(3. ábra)*.

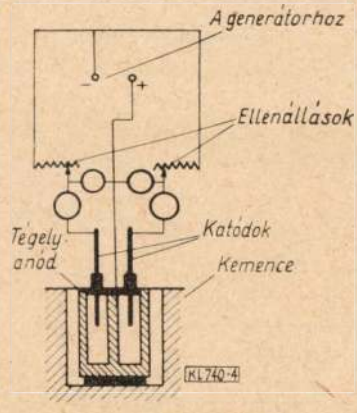
A katódpálcákat a következőképpen készítettük elő. A vékony kriolit fedőréteg alatt tartott 1000 C° hőmérsékletű olvadt alumíniumba (99,7%-os tisztaság) kb. 6 cm mélyen 20—25 cm hosszú wolframpálcákat mártottunk és azokat kb. 15 percen keresztül benne tartottuk. Ilyen körülmények között a wolframban való oldódás és a felületi feszültségviszonyok alakulása következményeképpen a pálcákon a kiemelés után egyenletes vastagságú rétegben 1—1,5 g alumínium maradt. Megjegyezzük, hogy a továbbiakban ismertetett viszonyok között lefolytatott elektrolízis eredményeként egy katódpálcán 1,1—1,8 g alumínium vált ki, ugyanakkor az említett átmérőjű wolframpálca súlya 6 cm hosszban kb. 12 g volt.

Az olvadt alumíniumból való kiemelés és lehűtés után megtisztítottuk a fedősó- és oxidmaradékoktól majd az analitikai mérlegen lemértük a katódpálcákat.



3. ábra. A W-Al rendszer állapotábrája [6]

A *4. ábrán* láthatjuk a kriolit-timföld olvadékok elektrolízise áramhatásfokának meghatározására szolgáló berendezés vázlatos rajzát. A kísérleteket 3,5 kW teljesítményű elektromos ellenállásfűtésű tégelykemencében végeztük. A hőfokot automatikusan MRSCS PR-54 típusú millivoltmérő és chromel-alumel hőelempár segítségével szabályoztuk. Az olvadékok hőmérsékletét Pt—



4. ábra. A kriolit-timföld olvadékok áramhatásfokának vizsgálatára használt berendezés vázlatos rajza

PtRh-hőelempárral és 1. osztálypontosságú millivoltmérővel ellenőríztük, melyeket analitikai tisztaságú nátriumklorid, nátriumszulfát és nátriumfluorid segítségével hitelesítettünk, graduáltunk.

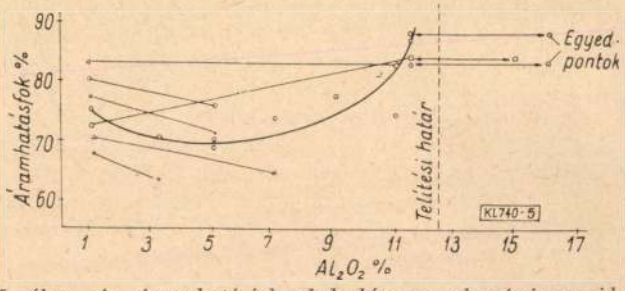
A felhasznált anyagok a következők voltak: RV (egyenirányító) tisztaságú grafit, analitikai tisztaságú nátriumfluorid és alumíniumfluorid, technikai tisztaságú timföld. Az elektrolit kiinduló anyagait előzetesen tisztítottuk.

Az elektrolitelegy kiinduló súlya egy tégelytérre 130, illetőleg 200 g volt, a tégelytérmélység ennek megfelelően egyes kísérletsorozatokban 70 mm, másokban 110 mm volt.

A sóelegyek megolvadása és a kísérleti hőfok beállítása után a katódokat kis ideig az olvadt elektrolitoszlopok fölött előmelegítettük. Ezután — a már katódpotenciálon levő — a katódpálcákat egyidejűleg, a tégelyterek középvonalában, az olvadt elektrolitba merítettük. A bemerülési mélység minden esetben megegyezően kb. 5 cm volt. Az áramerősséget két M-104 típusú, 0,5 osztálypontosságú ampermérővel mértük és két beépített ellenállás változtatásával mindkét párhuzamosan kapcsolt cellában 6 ± 0,05 A-en tartottuk. Ez kb. 1 A/cm² katódáramsűrűségnek felelt meg. A pólustávolság (a katódpálcától a tégelytér oldalfaláig) a 35 mm-es tégelyátmérőt figyelembevéve kb. 15 mm volt (4. ábra). A katódpálca vége és a tégelytér fenéklapja között levő jelentős távolság miatt a katódpálca vége és a tégelytér fenéklapja (az egyik esetben 110 mm mély tégelytéren, a másik esetben pedig a fenéklap ernyőzésére az 5 mm vastag magnezitkorong használata következtében 70 mm mély tégelytéren) a fenéklapon oxigén csak jelentéktelen mennyiségben vált ki. Ezt a kapott aránylag nagy áramhatásfok is bizonyítja. Az elektrolízis időtartama 1 óra volt.

Az elektrolízis befejeztével a kemence fűtőáramát kikapcsoltuk, az árambevezetőket az elektrolitfelszín megdermedése után megszabadítottuk a vezetékektől és a grafittömböt az elektrolitokkal és a katódokkal együtt kiemeltük és lehűtöttük. Ezután a grafittégelyt széttörtük, a katódokat kiemeltük, gondosan megtisztítottuk az elektrolitmaradéktól és lemértük. A kiinduló és végsúlyok különbsége, az áramerősségek nagysága és az elektrolízis időtartama ismeretében megállapítottuk az áramhatásfokokat. A 2. ábrán láthatjuk a wolfram-alumínium katódokat elektrolízis előtt és után. Látható, hogy a kivált alumínium nagyrésze az elektrolízis során lefolyik és a katód végén csepp alakjában összegyűlik. Az előzetesen, kísérleti úton kiválasztott viszonyok között (a kíváló alumínium súlya, az olvadt anyagok sűrűsége, a felületi feszültségviszonyok az alumínium-elektrolit fázishatáron) a csepp nem hull le a tégelytér fenekére és az egész kísérleti idő alatt a katódon maradva, lehüléskor ugyanazon helyzetben dermed meg. Megjegyezzük, hogy a katódoknak az elektrolittól való megtisztítását óvatosan kell végezni, különben a W—Al ötvözet egy része elválhat a pálca felületétől (lásd 2. ábra, *c*), ami pontos eredmény nyerését megnehezíti.

Az elektrolit összetétele a kísérlet során valamennyire változik, egyrészt nátriumfluoriddús sóoldadéknak a grafittégelybe való itatódása, másrészt alumíniumfluoriddús frakció elillanása, valamint magnezitkorong használatakor ennek bizonyos mérvű oldódása következtében. Az *1. táblázatban* néhány jellegzetes elemzési adatot közlünk az elektrolit összetételére vonatkozóan — a kísérlet előtti és utáni helyzetet rögzítve — 5% kiinduló alumíniumoxid tartalomra. Ez adatokból látható, hogy az olvadékok átlagos molviszonya a kísérleti időtartamra a kiinduló állapotra vonatkoztatva 0,05—0,15 egységgel változik (a kiinduló molaránytól függően). A magnezitkorong használatával végzett kísérletek elektrolitjainak elemzései azt mutatták, hogy a kísérlet végére az olvadék magnéziumtartalma 1,5—2%-ra emelkedik, ami kb. 4—5% magnéziumfluoridnak, illetve az egész kísérleti időtartamra átlagolva kb. 2—2,5% magnéziumfluorid tartalomnak felel meg. A mélyebb tégely-



5. ábra. Az áramhatásfok alakulása az alumíniumoxid koncentráció függvényében

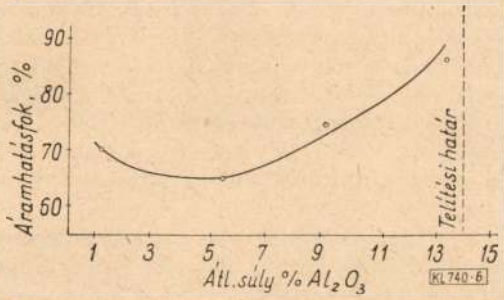
Kiinduló molviszony 2,7; a kísérleti hőmérséklet 1010—1020 C°. A pontpárok abszolút értékei és az arányított értékek. Az összehasonlító elektrolit kiinduló alumíniumoxid tartalma 2%, az összehasonlító áramhatásfokérték 75%

1. táblázat

Kriolit-timföld olvadékok összetételének változása grafittégelyben, 1000 C°-on, 1,5 óra alatt

Megjelölés	Összetétel kísérlet előtt			NaF/AlF_3 mol.	Összetétel a kísérlet után			NaF/AlF_3 mol.
	Al	Na	F + O		Al	Na	F + O	
	súly %				súly %			
I/1	14,87	32,86	52,27	3,0	15,12	31,87	53,01	2,78
II/1	14,87	32,86	52,27	3,0	15,08	30,24	54,68	2,65
I/2	16,53	29,87	53,60	2,4	16,22	28,93	54,85	2,33
II/2	16,53	29,87	53,60	2,4	16,68	28,39	54,93	2,22

térrel végzett kísérletek adatai azt mutatják, hogy ha a cellaátmérő és mélység arányát megfelelőnek választjuk, akkor nincs szükség a fenéklap külön ernyőzésére.



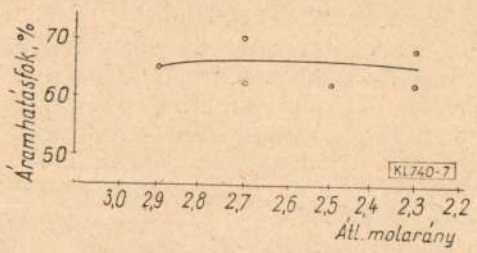
6. ábra. Az áramhatásfok alakulása az alumíniumoxid-koncentráció függvényében

A kiinduló molviszony 3,0. A kísérleti hőmérsékleti 1010—1020 C° Arányított adatok. Az összehasonlító elektrolit kiinduló alumíniumoxid tartalma 6 %, az összehasonlító áramhatásfok 65 %.

A diagramokon *(5. és 6. ábra)* a kiinduló molarányokat jelöltük meg. Az átlagos alumíniumoxid-tartalmat az elegy kiinduló összetétele és a kivált alumínium mennyiség figyelembevétele alapján adtuk meg. Az alumíniumoxid valódi koncentrációját 3 NaF/AlF_3, molviszonyra a kriolit-alumíniumoxid állapotábra irodalmi adatai alapján [8], 2,7 NaF/AlF_3, molviszonyra pedig saját vegyelemzési meghatározásaink alapján vettük. Összehasonlító (állandó) összetételként az első esetben 6% kiinduló alumíniumoxid-tartalmú olvadék, a másodikban pedig 2% kiinduló alumíniumoxid-tartalmú olvadék szolgált.

A kísérletek során nyert adatok megerősítik *Szekér* munkájában közölt [4] összefüggés jellegét. A 2,6—3 molviszony tartományában az áramhatásfok az Al_2O_3-tartalom változásával, egyéb vonatkozásban állandó viszonyok között 5—6% Al_2O_3-tartalmon minimumot ér el. A diagramon látható, hogy az alumíniumoxiddal való telítődéshez közeledve az áramhatásfok jelentős mértékben nő. A változás ilyen jellege az alumíniumveszteségek intenzitása, régebbi kutatásainkban az alumíniumoxid-tartalom függvényében kimutatott változásának tükörképét mutatja ugyanilyen molviszonyú olvadékokra (9). A veszteségek a maximum elérése után a telítettségi állapothoz való közeledés mértékében élesen csökkennek, majd a telített állapot elérésekor teljesen megszűnnek. Az áramhatásfok alakulásában a telített állapot körüli összetételeken laboratóriumi viszonyok között ritkán megfigyelt nagy áramhatásfok (kb. 90%) észlelhető. Az elektrolízis időtartama alatt az olvadékok alumíniumoxid-tartalma kísérleteink során 1,5—2%-kal csökkent. Ezért a telített állapotnak megfelelő kiinduló összetételű olvadékokban, a kísérleti időtartam elején, a pillanatnyi áramhatásfok valószínűleg az említett, a kísérlet alatt talált átlag alumíniumoxid koncentrációnak megfelelőnél is nagyobb.

Kísérleteink eredményei alapján célszerűnek mutatkozik a folyamatos timföldadagolású alumínium elektrolízis kemencék elektrolitjaiban kicsiny, vagy pedig (ami az áramhatásfok alakulása szempontjából különösen kedvezőnek tűnik) nagy (a telítéshez közeli) alumíniumoxid-tartalom fenntartása. Az alternatívák között választani azonban csak akkor lehet, ha az olvadékoknak összetételük függvényében változó egyéb fontos tulajdonságait is figyelembe vesszük. A tulajdonságok közül elsősorban az olvadékok elektromos vezetőképességére és timföldoldó képességére utalunk.



7. ábra. Az áramhatásfok alakulása az NaF/AlF_3-moll-viszony függvényében

Az átlagos alumíniumoxid-koncentráció kb. 5%. A kísérlet hőmérséklet 1000—1010 C°. Arányított adatok. Az összehasonlító elektrolit molviszonya 2,9 (a kísérleti ideje alatti átlag), az összehasonlító áramhatásfok 65 %.

Az ismertetett módszerrel megvizsgáltuk az elektrolit molviszonyának, valamint egyes sóadalékok jelenlétének befolyását az áramhatásfok alakulására a kriolit-timföld olvadékokban. A *7. ábrán* és a *2. táblázatban* láthatók ezeknek a

2. táblázat

Egyes sóadalékok befolyása az áramhatásfokra kriolit-timföld olvadékok elektrolízisében

Adalékok	CaF_2	MgF_2	NaCl	$BaCl_2$
Mol%	10	10	10	10
Súly%	4,2	3,3	3,2	10,2
Áramhatásfok (abszolút értékek) %	66,7	70,1		
	68,5		68,7	
	62,9			63,3
Áramhatásfok (arányított értékek) %	65,0	68,3	65,2	65,4

Megjegyzés: az átlag alumíniumoxid koncentráció mindegyik esetben kb. 3 % (súly). Kiinduló molviszony 2,7.

kísérleteknek eredményei. Az első esetben magnezit fenéklap-ernyőző korongokkal ellátott cellákat használtunk, a kiinduló sóelegyek súlya 130 g volt. Összehasonlító elektrolitként 3 NaF/AlF_3 molviszonyú olvadékkal dolgoztunk, összehasonlító áramhatásfoknak 65%-ot vettünk. A diagramon az átlagos molviszonyt és arányított áramhatásfokot tüntettünk fel. Az előbbieket a kiinduló molviszonynak 0,1 egységgel való csökkentése útján nyertük (az 1. táblázat adatai alapján). A második esetben mély tégelytérrel és 200 g kiinduló súlyú sóelegyekkel dolgoztunk. Ekkor összehasonlító elektrolitként 10 mol-% kalciumfluoridot tartalmazó olvadékot használtunk. Összehasonlító áramhatásfokként ugyancsak 65%-ot vettünk. Mindkét ízben a kísérleteket 1000—1010 C° olvadékhőmérsékleten végeztük.

A 7. ábrán látható az áramhatásfok és a molviszony összefüggésének alakulása, amely arra mutat, hogy a molviszony (az ipari értékek határán belül) lényegesen kevésbé befolyásolja az áramhatásfokot, mint az alumíniumoxid-tartalom.

A 2. táblázatból látható, hogy a vizsgált sóadalékok (az elektrolitban 10% molkoncentráción) különféleképpen befolyásolják az áramhatásfok alakulását. A legnagyobb hatásfokot magnéziumfluorid használatával kaptuk, ami jól egyezik az ilyen összetételű elektrolitokban mért alumíniumveszteségek adataival [9]. A kalciumfluorid-, nátriumfluorid- és báriumklorid-tartalmú elektrolitokkal kapott áramhatásfokok közötti különbség a vizsgálati módszer hibahatárain belül van. Az utóbbi két sóadalékot tartalmazó olvadékok térfogának lényegesen nagyobbmérvű csökkenését tapasztaltuk az elektrolízis során, mint a 10 mol% kalciumfluorid-tartalmú összehasonlító elektrolit térfogatáé volt. Ilyenkor a kísérleti eredmények összehasonlítási lehetősége az ismertetett módszer előnyei ellenére is lényegesen romlik, amit az értékelés során figyelembe kell venni.

Következtetések

1. Új módszert ismertettünk az áramhatásfok kutatására kriolitolvadékokban. Ez összehasolító cellával párhuzamos elektrolízis lefolytatásán alapszik, kombinált alumínium magas-olvadáspontú fémkatód segélyével.

2. Az ismertetett módszerrel vizsgáltuk az áramhatásfok alakulását kriolit-timföld olvadékok elektrolízise során az alumíniumoxid-tartalom, a molviszony és egyes sóadalékok jelenléte függvényében.

3. Megállapítottuk, hogy 2,6—3,0 molviszonyú kriolitolvadékokra az áramhatásfok alakulásában 5—6% alumíniumoxid tartalmon minimum tapasztalható. Az áramhatásfok ennél kisebb koncentráción nagyobb és különösen nagy az alumíniumoxiddal való telítődéshez közeli összetételű elektrolitokban, ami megfelel az alumíniumveszteségek alakulására vonatkozó régebbi vizsgálataink során mutatkozó törvényszerűségeknek [9]. A vizsgált sóolvadékok közül (10 mol% koncentráción) az adott viszonyok között a maximális áramhatásfokot magnéziumfluorid mellett kaptuk.

4. A párhuzamos cellás kísérletekben az egyes olvadékok térfogatának eltérő mértékű csökkenése folytán a nyert adatok összehasonlítási lehetősége lényegesen romlik.

IRODALOM

[1] Izvesztija viszsüh ucsebnüh zavedenij. Cvetnaja Metallurgija. 1960. 2. 166—168. o.
[2] Revue de l'Alumínium, 1960. juillet-aout, 844. o.
[3] *Abramov, G. A. dr.:* Teoreticseszkije osznovü elektrometallurgii aljuminija, 1953. Moszkva, 318—334. o.
[4] *Szekér Gy.:* Avtoreferat disszertacii na temu „Isszledovanie vihoda po toku pri elektrolize aljuminija" Moszkva, 1953.
[5] *Beljaev, A. I.—Firszanova, L. A.:* Izvesztija AN. SzSzSzR. Metallurgija i toplivo, 6. 1959. Moszkva, 27—34. o.
[6] *Hansen, M.:* Constitution of binary alloys, London, 1958. 147.
[7] *Hansen, M.:* Sztruktura binarnüh szplavov, I. 1. Moszkva—Leningrad, 1941. 163.
[8] *Philips, W. F.—Singleton, R. H.—Hollingshead, E. A.:* Journal of the Electrochemical Society. vol. 102. (1955), 11, 648—649. o.
[9] *Balázs E.—Beljajev, A. I.:* Kohászti Lapok, 1961. 4. sz. 165—168. o.

Műszaki eseménynaptár

Augusztus 1. 95 éve (1866) indult meg Pesten az első lóvasút a Széna-tér (Kálvin-tér) Országút (Váci út) Újpest útvonalon.

14. 150 éve (1811) született *CLARK, Ádám* angol mérnök, (megh. 1866) a Budát Pesttel összekötő Lárchíd építésvezetője, a budai alagút tervezője.

17. 75 éve (1886) halt meg *BUTLEROV, Alekszandr Mihajlovics* orosz vegyész (szül. 1828), a kémia tudományok egyik jelentős fejlesztője.

20. 85 éve (1876) adták át a forgalomnak a fővárosi Sugár-utat, a mai Népköztársaság útját.

21. 185 éve (1776) született *SCHITKÓ József* magyar fizikus és matematikus (megh. 1833), a hazai bányagépesítés egyik úttörője.

23. 195 éve (1806) halt meg *COULOMB, Charles August* francia fizikus (szül. 1736), az elektromosság egyik jelentős kutatója.

27. 115 éve (1846) kezdték meg a dob-szederkényi átvágással a Tisza szabályozását.

31. 140 éve (1821) született *HELMHOLTZ, Hermann Ludwig* német fizikus (megh. 1894), a szemtükör feltalálója, az energia megmaradása elvének továbbfejlesztője.

Az összeállított eseménynaptár nem teljes. Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtárban (Bp., VIII., Múzeum u. 17.) Tájékoztatást ad: Pap János. Tel.: 336-309.

Melegduzzasztási kísérletek rézzel, kis alakváltozási sebességgel

Dr. BELLA EDE
a műszaki tudományok kandidátusa

Dk : 621.948:669.3

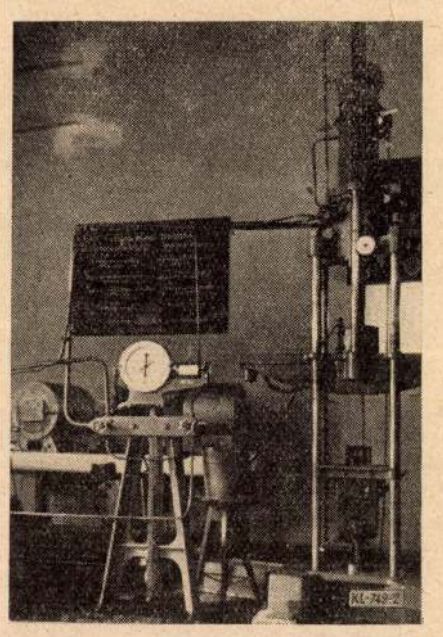
Melegduzzasztási kísérleteket különféle fémekkel — többek között rézzel is — *Gärtner* [1] végzett, de kísérletei elsősorban hideg kúpos-duzzasztásnak a nagyobb hőfokra való átvitelére, azaz a melegkúpos duzzasztás körülményeinek tisztázására irányultak. Az alábbiakban ismertetem a korábbi meleghengerlő vizsgálataink folytatásaként [2] a réz melegalakítási körülményeinek további megfigyelésére szolgáló kísérleteinket. A meleghengerlési kísérletekben az alakítási sebesség (a hengerek kerületi sebessége) állandó, $v = 470$ mm/sec volt és ennek megfelelően az alakváltozási sebesség ($\dot{\varepsilon} = \frac{\Delta h}{H_0 i}$, ahol Δh a vastagság csökkenés, H_0 az eredeti vastagság, $i = \frac{l_d}{v}$, azaz idő, ami alatt a befogás íve [$l_d = \sqrt{r \cdot \Delta h}$] a hengerek kerületi sebességével elfordul) az alsó kísérleti határtól, 2%-os deformációtól a felső határig, 40%-os deformációig $\dot{\varepsilon} = 300\%\ s^{-1}$ — $1350\%\ s^{-1}$ között változott. A melegduzzasztó kísérletek, $v = 0{,}35$ mm/sec átlagos alakítási sebességgel folytak — ami $\dot{\varepsilon} = 1\%\ s^{-1}$ átlagos alakváltozási sebességnek felel meg — és a melegalakítással összefüggő keményedés, lágyulás és a szövetváltozások megfigyelésére irányultak.

A kísérletek leírása

A kísérleti anyag ugyanabból az adagból származó 99,95% tisztaságú elektrolytréz volt, mint amellyel a hengerlési kísérleteket végeztük [2]. A kísérleti pálcák 18 mm ⌀-jű anyaga, 30 mm ⌀-jű melegen sajtolt rúdból hideghúzással és 600 C°-ú lágyítással készült. A nyomóvizsgálattal rögzített kiinduló 0,2-es határérték $\sigma_{0,2ny} = 6{,}5$ kg/mm² volt. A szövetet csiszolatonként 10 értékeléssel a 18 mm ⌀ × 35 mm-es nyomópálcák hosszmetszetén határoztuk meg. A kiinduló anyag átlagos szemnagysága 0,050 mm volt.

A duzzasztási kísérletek előkészítésekor figyelembe vettük azokat a zwickaui kísérleteket [1], amelyek a kúpos duzzasztási vizsgálat melegalakításra való átvitelét célozták. A hengeres nyomópróbákon az eltorzulásnak, a hordósodásnak megakadályozására és az egytengelyű feszültségállapot elérésére az alsó és felső nyomólapon $\alpha = 3°$ hajlásszögű kúpos bemélyítést munkáltunk ki *(1. ábra)*, a nyomószerszámokat pedig hasonlóan alakítottuk ki és grafit emulzióval kentünk. A nagyobb duzzasztások során a hordósodást emellett sem sikerült teljesen elkerülni.

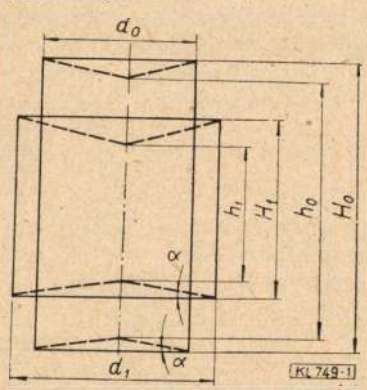
A duzzasztó kísérleteket 35 t-s olajnyomásos Amsler-szakítógépen végeztük *(2. ábra)* mégpedig



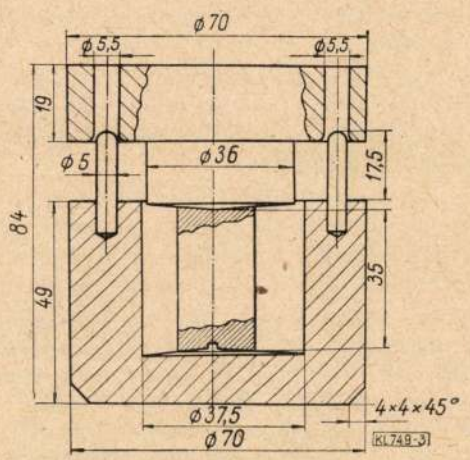
2. ábra. A kísérleti berendezés

úgy, hogy a próbát az alakítás alatt az említett kúpos kiképzésű kétrészes szerszámba helyeztük *(3. ábra)*. A szerszám tűzálló acélból készült és a szükséges alakítási hőfokra külön kemencében melegítettük. A próbadarabot a meleg szer-

[1] A Magyar Tudományos Akadémia Kohászati Munkaközösségének 13. sz. közleménye.



1. ábra. A próbatest vázlata



3. ábra. A szerszám vázlata

számba helyezve egy másik kemencében a szükséges hőfok eléréséig izzítottuk. Így a próba a felesleges szövetdurvulás elkerülése céljából alakítás előtt csak a szükséges minimális ideig volt izzítva. A szerszám lényegében melegtárolóként megakadályozta, hogy duzzasztás alatt a próba nagyobb mértékben lehűljön, amiről külön mérésekkel győződtünk meg. Az az idő, ami a próbának a kemencéből való kivételétől az alakítási művelet kezdetéig eltelt, kb. 4 sec volt.

A melegduzzasztó kísérlet hőfokai 500, 700 és 900 C° voltak, amelyek a korábbi meleghengerlő kísérletekével megegyeztek. Az alakítás tartama alatt a szükséges, átlagos hőfok biztosítására a próbákat 520 C°, 720 C°, és 920 C°-ra izzítottuk. Mind a szerszámok külön izzítási idejét, mind a próbáknak a szerszámokban való együttes szükséges izzítási idejét felmelegedési görbék felvételével határoztuk meg.

Ennek alapján a szerszámok külön előmelegítési ideje 520 C°-ú kemencében 50,720 C°-úban 31 és 920 C°-ú kemencében 19 perc volt. A próbák előmelegítési ideje a melegszerszámban 520 C°-ú kemencében, 21, 720 C°-úban 16 és 920 C-ú kemencében 12 perc volt.

Az alakítás (duzzasztás) sebessége (időegység alatti szerszámút) $v = 0{,}3—0{,}5$ mm/s közt változott (túlnyomóan 0,35 mm/s, ami $\dot{\varepsilon} = 1\%\ s^{-1}$ alakváltozási sebességnek felel meg

$$\dot{\varepsilon} = \frac{\Delta h}{H_0 \cdot i} = \frac{v}{H_0},$$

ahol H_0 az alakítás előtti magasság, Δh a magasság különbség alakítás után, i az alakítás ideje, v az alakítási sebesség).

A tervezett kísérleti alakváltozás : 2, 5, 10, 20 és 40% volt, ami a hengerlő kísérletekkel szintén megegyezik. Ennek megfelelően az alakítási idők 2, 5, 10, 20 és 40 s-ra voltak tervezve, a megadott alakváltozás sebessége szerint.

A jelenségeket a kísérlet alatt két szakaszban figyeltük meg.

1. Közvetlen alakítás szakasza. Ebben az alakítás közben keletkezett feszültségek változását, a keményedést és lágyulást figyeltük meg. Időtartama, az alakítási idő, az alakváltozás mértéke és sebessége szerint változott.

2. Az alakítás után a lehűlés szakasza. Ebben a próbák lehűtési módja szerint kétféle állapotot hoztunk létre:

a) közvetlen alakítás után, *A-állapot*, melyet vízben gyorshűtéssel rögzítettünk. Az ehhez szükséges tevékenység az alakítás befejeztétől számítva kb. 2—3 sec-ig tartott.

b) Az alakítás után lassú lehűlés, *B-állapot*, melyet a próbák alakítás után levegőn való hűtésével rögzítettünk. A lehűlés az alakítás befejeztétől számítva kb. 24—27 percig tartott.

A két szakaszban a módszer különböző volt. Az 1. szakaszban a feszültségek változását közvetlenül, az alakítási erőkkel mérhettük. A 2. szakaszban az *A*-és *B*-állapotot utólag vizsgálhattuk bizonyos jellemző mechanikai tulajdonságoknak és a szövetszerkezetnek meghatározásával és azok kiinduló állapotának jellemzőivel való összehasonlításával. (Megjegyzem, hogy az 1. és 2. szakasz — amint később látni fogjuk — nem választható el teljesen mereven egymástól, mert bizonyos deformáción túl az alakítás után nyert szövetképek az alakítás alatti folyamatra is jellemzőek.)

A kísérleteket 150 próbával végeztük. A főkísérletet a megadott három alakítási hőfokon, ötféle alakítással és kb. $1\%\ s^{-1}$ alakváltozási sebességgel, 500 C°-on két db, 700 és 900 C°-on négy-négy db párhuzamos próbával végeztük. A próbák fele vízben, fele levegőn hűlt le.

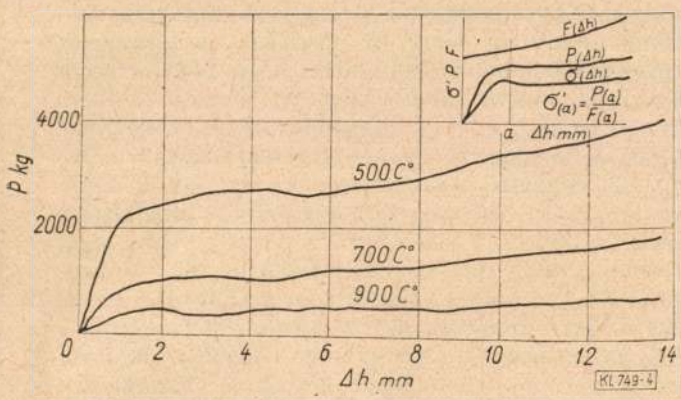
Kiegészítésképpen 20 C°-on is duzzasztottunk és a próbák egyrészét a szövetváltozás ellenőrzésére 750 C°-on sófürdőben hőkezeltük. Ezenkívül a viszonyok változásának megfigyelésére kisebb alakítási sebességgel ($v = 0{,}1—0{,}13$ mm/s, $\dot{\varepsilon} = 0{,}3—0{,}38\%\ s^{-1}$) is kísérleteztünk. Ekkor a kb. háromszoros alakítási idő miatt a lehűlés megakadályozására a sajtolás alatt még külön elektromos fűtést is be kellett kapcsolni. Végül annak megállapítására, hogy az alakítási szakasz vége felé a növekvő feszültségek a hőfokcsökkenés következményeinek foghatók-e fel, külön fűtéssel 900 C°-on 40% alakítással $v = 0{,}1$, 0,35, és 1 mm/s alakítási sebességgel is duzzasztottunk próbákat.

A próbatest vázlata az 1. ábrán látható. A $\frac{H_0}{d_0} \simeq 2$ választott méretarány a kihajlást kiküszöbölte. A pontosabb összehasonlítás érdekében tényleges kiinduló állapotot is rögzítettünk azáltal, hogy több próbát — az alakítási hőfokokon a szerszámba behelyezve — (pontosan azonos körülmények között, mint a sajtolandó próbákat) izzítottuk és aztán duzzasztás nélkül vízben hűtöttük (*M*-állapot). A különböző *M*-állapotokat mechanikailag és metallográfiailag vizsgáltuk. A nyomó kísérlettel megállapított átlagos $\sigma_{0.2\,ny} = 6{,}2$ kg/mm² volt.

A kísérletek értékelése, következtetések

1. Megfigyelés szakasza. Ebben az alakítás alatt a feszültségváltozásokat figyeltük meg. Ennek elérésére a duzzasztási folyamat alatt a nyomóerő változását mértük és azt a nyomószerszám megtett útja függvényében diagramban rajzoltuk fel. Ebből az alakítási folyamat bármely fázisában a megfelelő alakításhoz (Δh) a megfelelő alakító erő (P) meghatározható és az alakításhoz tartozó változott (F) keresztmetszet segítségével a fellépő valódi feszültséget (σ'), vagyis az alakítási szilárdságot (k_f) a $\sigma' = k_f = \frac{P}{F}$ képletből kiszámíthattuk *(4. ábra)*. A mindenkori változott keresztmetszeteket (F) — tekintettel a kúpos bemélyítésű próbatestekre — a Siebel-féle képlettel számítottuk ki [1], [3]. Eszerint

$$F = F_0 \frac{h_0 + 2/3 \operatorname{tg} \alpha \cdot d_0}{h_0 - \Delta h + 2/3 \operatorname{tg} \alpha \cdot d_0 \sqrt{\frac{h_0}{h_0 - \Delta h}}}\ \text{mm}^2\text{-ben}$$



4. ábra. Alakító erő diagramok az alakváltozás függvényében

ahol F_0 = a próbatest eredeti keresztmetszete mm²-ben,

H_0 = a próbatest eredeti magassága a szélen mérve mm-ben,

$h_0 = H_0 - d_0 tg\alpha$, az eredeti magasság a próbatest tengelyében mm-ben,

$\Delta h = H_0 - H_1 = h_0 - h_1$, magasság különbség az alakítás után,

H_1 = a magasság alakítás után a szélen mérve mm-ben,

$h_1 = H_1 - d_1 \cdot tg\alpha$,

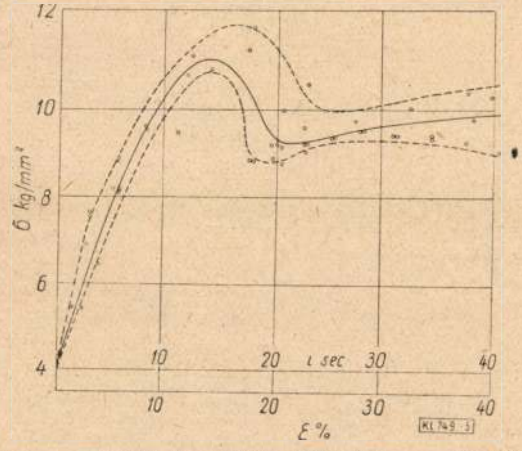
d_1 = megváltozott átmérő mm-ben,

α = a nyomófelületek hajlásszöge, 3⁰ (1. ábra).

Az alakváltozás mértékét

$$\varepsilon = \frac{F - F_0}{F} 100\,(\%)$$

képlettel számítottuk. A 4. ábra a legnagyobb duzzasztáshoz tartozó három különböző alakítási hőfokon erő-út diagramokat tüntet fel, amelyek a kísérlet kisebb alakításhoz tartozó viszonyait és így a kísérletileg vizsgált teljes folyamatot magukban foglalják. Abból a célból, hogy a feszültség viszonyok helyesebb átlagos képét lehessen visszatükrözni, a valódi feszültségeket egyrészt az összes próbákra az alakítás végső pontjában számítottuk ki, ezenkívül minden alakítási hőfokon több, a legnagyobb (40%-os) duzzasztáshoz tartozó diagramból a kisebb alakítások során fellépő feszültségeket is meghatároztuk. (A feszültségeket és a hozzájuk tartozó alakítási időket a nyomószerszám által megtett út mm-enként egyenletesen elosztott pontjaiban határoztuk meg.) A különféle alakítási hőfokhoz és a kb. 1% s^{-1} átlagos alakváltozási sebességhez tartozó főkísérletek végső pontjában számított nyomóerőt, alakváltozást és valódi feszültséget az *1. táblázat* tartalmazza.



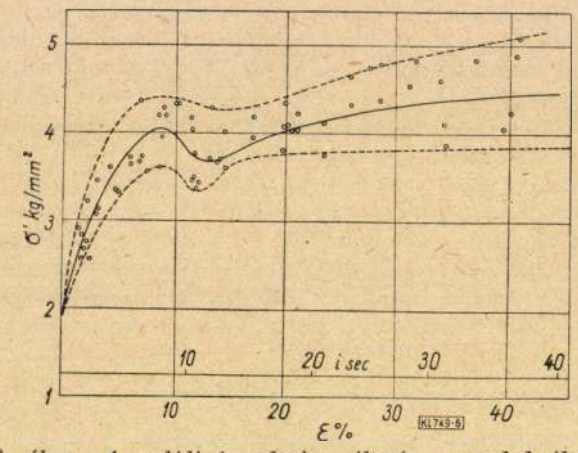
5. ábra. A valódi feszültség változása az alakváltozás függvényében 500 C°-on végzett melegduzzasztás folyamán

Alakítási sebesség $v = 0{,}35$ mm/s, $\dot{\varepsilon} = 1\%\ s^{-1}$ alakváltozási sebességgel

1. táblázat

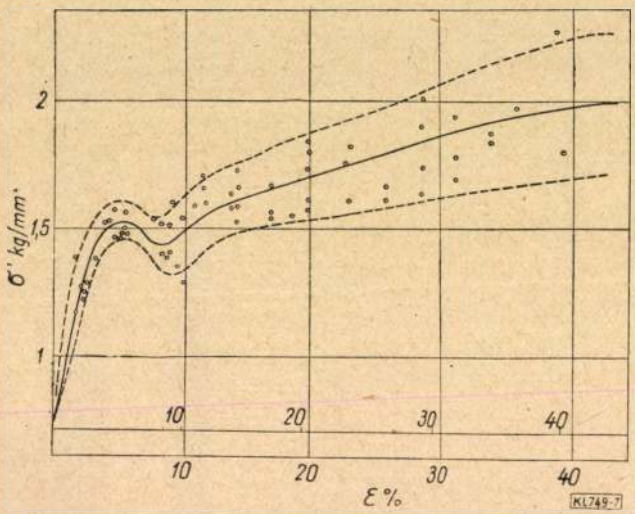
Kísérleti adatok a duzzasztás végén

Alakítási hőmérséklet C°	Tényleges duzzasztás %	Alakítás végén fellépő erő P kg	Tényleges keresztmetszet az alakítás végén F mm²	Valódi feszültség kg/mm²
	2,57	2 860	261	10,9
	2,57	2 560	261	10,2
	4,4	3 460	266	13,0
	5,1	3 830	268	14,3
20	9,8	5 940	282	21
	9,8	6 140	282	21,7
	20,8	8 400	321	26,2
	20,8	8 610	321	26,8
	38	13 740	409	33,6
	38	13 350	409	32,6
	1,06	1 400	257	5,46
	2,2	1 500	260	5,08
	2,2	1 400	260	5,4
	3,67	1 700	264	6,45
	4,4	1 700	266	6,4
	5,1	2 200	268	8,2
	5,8	2 200	270	8,15
	7,21	2 500	274	9,1
500	10,2	3 200	282	11,3
	11,7	3 100	288	10,8
	12,3	3 100	286	10,8
	12,6	3 300	291	11,3
	17,4	3 500	308	11,4
	23	3 500	330	10,6
	38	4 000	409	9,8
	39,8	3 800	422	9,0
	1,82	660	259	2,55
	1,93	735	259	2,84
	2,2	720	260	2,77
	2,94	820	262	3,13
	4,76	884	267	3,35
	5,22	1 110	268	4,15
700	6,7	990	269	3,69
	10,1	1 200	277	4,33
	11,7	1 200	288	4,17
	13,5	1 260	294	4,2
	14,7	1 200	298	4,02
	19,8	1 200	317	3,8
	20,1	1 300	318	4,09
	20,6	1 300	320	4,06
	21	1 360	322	4,22
	34,7	1 500	389	3,86
	39,4	1 700	418	4,06
	40,1	1 800	425	4,25
	40,5	2 100	427	4,9
	40,8	2 200	429	5,14
	1,93	300	259	1,16
	2,2	300	260	1,15
	2,3	330	260	1,27
	2,9	360	262	1,37
	4,5	405	266	1,52
	4,8	390	267	1,46
	4,8	420	267	1,57
	5,23	375	268	1,4
	5,8	400	270	1,48
900	8,64	405	278	1,46
	9,95	360	282	1,28
	10,8	450	285	1,58
	13,9	465	295,5	1,57
	18,8	480	313	1,53
	19	540	314	1,72
	20,5	495	320	1,54
	21	495	322	1,54
	22,6	570	328	1,74
	36	780	397	1,96
	37,6	660	407	1,62
	39,4	750	419	1,79
	43,3	900	430	2,09



6. ábra. A valódi feszültség változása az alakváltozás függvényében 700 C°-on végzett melegduzzasztás folyamán

Alakítási sebesség $v = 0{,}39$ mm/s, $\dot{\varepsilon} = 1{,}1\ \%\ s^{-1}$ alakváltozási sebességgel

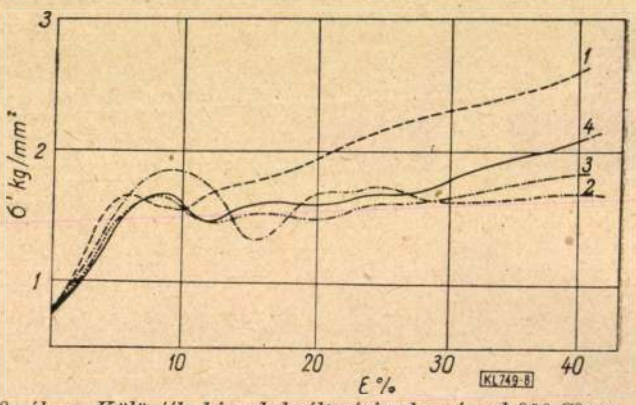


7. ábra. A valódi feszültség változása az alakváltozás függvényében 900 C°-on végzett melegduzzasztás folyamán

Alakítási sebesség $v = 0{,}34$ mm/s, $\dot{\varepsilon} = 0{,}97\ \%\ s^{-1}$ alakváltozási sebességgel

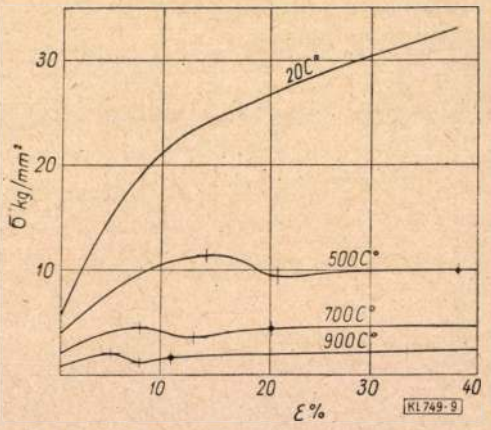
Az összes folyamat végén meghatározott, valamint a folyamat közben az alakváltozásokra vonatkozó, számított feszültség adatokból alakítási hőfokonként átlaggörbéket rajzoltunk meg, de nemcsak az alakváltozás, hanem az idő függvényében is *(5., 6. és 7. ábra)*. A diagramok kiinduló adatai, a melegduzzasztási diagramokból vett átlagos 0,2-es szilárdság határok voltak. (500 C°-on 3,9 kg/mm², 700 C°-on 1,95 kg/mm² és 900 C°-on 0,73 kg/mm²). Az alakváltozásokhoz tartozó teljes időtartamot minden kísérlet során pontosan mértük és így az átlagos alakítási sebességeket és ezekből valamely kisebb alakváltozás idejét is a kísérlet határain belül számíthattuk.

A görbék alakja lényegesen eltért a 20 C°-os alakítás, valamint a meleghengerlés során megfigyelt feszültségek görbéitől. Mindhárom alakítási hőfokon a duzzasztáskor felvett görbéket az jellemzi, hogy először egy bizonyos feszültség maximum alakul ki, majd a görbe esik és azután a duzzasztás növelésével emelkedik. A görbe ezen szakaszának növekedése a nagyobb alakítási hőfokon arányosan nagyobb mértékű. A feszültség növekedése a duzzasztás alatt a mégis bekövetkező bizonyos mérvű hűlés következménye, mert a kisebb (0,38% s^{-1}) és nagyobb (3% s^{-1}) alakváltozási sebességgel és az alakítás alatt külön melegítéssel végzett kísérletek ezt igazolják. A *8. ábrán* ugyanis a kis sebesség görbéje jobban emelkedik, mint az 1% s^{-1} sebességű, a 3% s^{-1} sebességű viszont alatta jár és vízszintesbe hajlik. A duzzasztáskor kialakult feszültség maximum és az azt követő minimum, minden bizonnyal a komplikált melegalakító folyamatnak a kisebb alakítási sebességen lejátszódó következménye. Kisebb sebességen ugyanis az alakítás részére rendelkezésre álló hosszabb idő alatt a folyamat úgy széthúzódik, hogy a kezdeti keményedést a hőfok hatása fokozatosan kiegyenlíti és növekedés helyett csökken és valószínűleg a minimum elérése után állandó szint felé törekszik. Az alakítás hőfokának döntő hatása abban is mutatkozik, hogy a hőfok növekedésével a maximum erősen csökken és a maximum és a minimum helye a kisebb duzzasztások felé tolódik el *(9. ábra)*. Látható ugyanis, hogy amíg 500 C°-on a maximum kb. 13—15%-os alakváltozás közt van, addig 700 C°-on kb. 7—9%-os



8. ábra. Különféle kis alakváltozási sebességgel 900 C°-on végzett duzzasztási kísérletek valódi feszültség-görbéinek összehasonlítása. Az alakítási idő növekedésével fokozódó lehűlés hatása

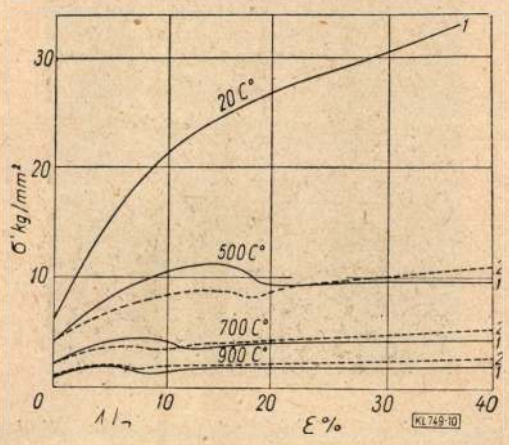
A görbék közül 1, 2, 3 alakítás alatt melegítve az 1-görbére $v = 0{,}13$ mm/s, $\dot{\varepsilon} = 0{,}38\ \%/s$, a 2-görbére $v = 1{,}1$ mm/s, $\dot{\varepsilon} = 3\ \%/s$, a 3-görbére $v = 0{,}35$ mm/s, $\dot{\varepsilon} = 1\ \%/s$, 4-görbe alakítás alatt nem melegítve $v = 0{,}35$ mm/s, $\dot{\varepsilon} = 1\ \%/s$



9. ábra. A valódi feszültség változása az alakváltozás függvényében különféle alakítási hőfokon $\dot{\varepsilon} = 1\%\ sec^{-1}$ alakváltozási sebességgel

és 900 C°-on 4—6%-os alakváltozás közt található. (A különféle hőfokok maximumai és minimumai — úgy látszik — egy-egy görbén fekszenek.) Ez természetesen azt is jelenti, hogy ez a jellegzetesség a hőfok növekedésével ugyanazon a sebességen egyre rövidebb idő alatt alakul ki.

Egynéhány próbával a kisebb sebességgel (v = 0,1—0,13 mm/s, $\dot{\varepsilon}$ = 0,3—0,38% s^{-1}) végzett duzzasztások eredményei a hőfok növekedésével a maximumok csökkenését, valamint a maximum és minimum helyének a kisebb alakváltozások felé való eltolódását hasonlóan mutatják



10. ábra. A valódi feszültségek változása az alakváltozás függvényében kisebb ($\dot{\varepsilon}$ = 0,38% s^{-1}) alakváltozási sebességek mellett különféle alakítási hőfokon és egyúttal összehasonlítás az $\dot{\varepsilon}$ = 1% s^{-1} alakváltozási sebességgel végzett kísérletek valódi feszültségeivel

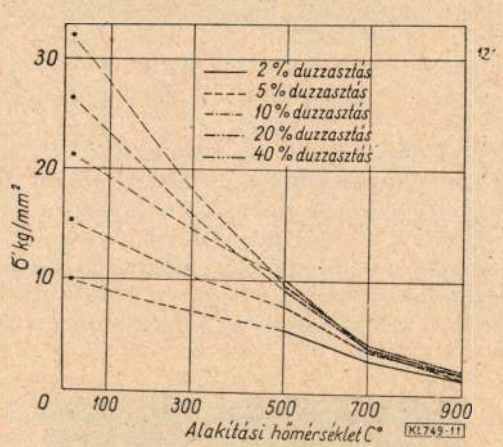
1. Görbére v = 0,35 mm/s, $\dot{\varepsilon}$ = 1%/s, 2. görbére v = 0,13 mm/s, $\dot{\varepsilon}$ = 0,38%/s

(10. ábra). Egyúttal azonban az is felfedezhető, hogy a kisebb sebességen a maximum és minimum helyei a hőfok növelésével még jobban a kisebb alakváltozások irányába tolódtak, mint a nagyobb sebességen. Tehát ugyanazon az alakítási hőfokon a sebesség csökkenés a kis duzzasztások, a növekedés a nagyobb duzzasztások irányában tolja el a lágyulást. (Megjegyzem, hogy a 10. ábrán a kisebb sebességen még jobban látszik a már említett hűlésnek a feszültség emelkedésére való hatása.) A sebesség csökkenésének tehát olyan irányú hatása van, mint a hőfok növelésének. Ez természetes is, mert pl. kisebb sebességen ugyanolyan mérvű alakváltozásig a folyamat lejátszódásához hosszabb idő áll rendelkezésre és így a hőfok mérséklő hatása hamarabb, kisebb alakváltozáson jelentkezik. A nagyságrendben nagyobb sebességgel végzett meleghengerlő kísérletek eltérő görbéi [2] pedig azt jelentik, hogy ebben a sebesség tartományban legalábbis állandó alakítási sebességen (az alakváltozási sebesség változott) csak keményedés van, kismértékű lágyulásnak sincs ideje az alakítás alatt kialakulni, a hőfok hatás a keményedés nagyságát csökkenti. Valószínűleg kell, hogy legyen tehát egy sebességhatár, amelyen felül a folyamat közben lágyulás nem észlelhető, de amelyen alul a keményedésnek maximuma és minimuma van. Sőt elképzelhető, hogy elég kis sebességeken ez a maximum és minimum hely kiegyenlítődik és kismértékű keményedés után állandó feszültségszint áll be. A 10. ábrán ilyen jellegű irányzat fedezhető fel, ha a kisebb sebességeken a maximum és minimum közti szintkülönbség csökken.

A melegduzzasztás folyamatáról vázolt fenti képet megerősítik azok a kísérletek, amelyeket *Gärtner* Zwickauban végzett [1]. Elektrolitrézzel 550 C°-ig végzett duzzasztási kísérleteinek eredményei 450 C° és 550 C°-on hasonlóan keményedési maximumot mutatnak (550 C°-on pl. 15%-os alakítás során). Azonban a hozzáfűzött indokolás, amely ezt a jelenséget a réz 350—650 C° közti bizonyos ridegségével igyekszik magyarázni — véleményünk szerint — nem helytálló. Ez a jelenség ugyanis a fentiek szerint a melegalakítás folyamatából ered és a hőfok lágyító hatásának következménye. *Rossard* és *Blain* különféle acélokkal végzett melegtorziós kísérletei lényegében a mieinkhez hasonló görbéket adtak [4].

A valódi feszültségeknek az alakítási hőfokkal való változását különféle alakváltozások mellett a *11. ábra* mutatja. Általában a szokásos görbe alakokat láthatjuk, az átmetszések a kisebb sebesség miatt bekövetkező feszültségesések (lágyulások) következményei.

Végül megjegyezzük, hogy a meleghengerlő kísérleteinkkel párhuzamosan segédeszközökként végzett melegszakító kísérleteink valódi feszültség görbéi [2] a melegduzzasztó kísérleteink alapján nagyobb hőfokon helyesbítésre szorulnak. Ez azonban a számított alakítási szilárdságot csak igen kis mértékben befolyásolja.[2]

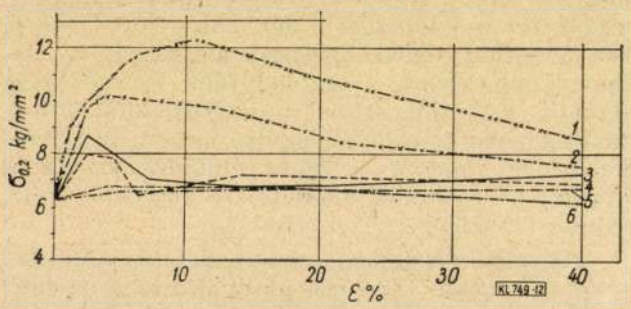


11. ábra. A valódi feszültségek változása az alakítási hőfok függvényében különféle alakváltozáson $\dot{\varepsilon}$ = 1% s^{-1} alakváltozási sebességen

2. Megfigyelés szakasza. Ebben a vízben gyors hűtéssel *A*- és a levegőn hűlt *B*-állapotokat figyeltük meg. A vizsgálatok a keményedésre legérzékenyebb mechanikai tulajdonságoknak a 0,2-es határnak és a szövet változásainak a megfigyelésére terjedtek ki. Miután a kiinduló állapo-

[2] A hivatkozott melegszakítási görbék (K. L. 1959. 7. sz. 288. 2. ábra) ugyanis ismételt kísérletek alapján a nagyobb hőfokon (500 C°-on felül) a melegduzzasztási görbékhez hasonlóan nem mutatnak állandó keményedést, hanem feszültség maximumot és aztán csökkenést. A 3. ábra alakítási szilárdság értékeit azonban a melegduzzasztási kísérlet valódi feszültség értékeivel ellenőrizve, a k_f görbék alakja változatlan marad, az értékekben van ugyan némi eltérés, de a különbség 10% alatt van.

tokat (*M*) szintén mechanikai és szövetvizsgálattal rögzítettük, ezekkel az eredményeket összehasonlíthattuk. A vizsgálatok érdekében a duzzasztott próbatesteket a hosszabbik tengely mentén, de a tengelytől 2,5 mm távolságban felmetszettük. Így az egyik félből a $\sigma_{0,2ny}$ meghatározására kis 10 mm ∅ × 15 mm-es nyomópróbát készíthettünk. A másik féldarab adta a szövetvizsgálat anyagát. A $\sigma_{0,2ny}$ adatait különféle alakítási hőfokon és alakváltozás mellett az *A*- és a *B*-állapotra határoztuk meg.



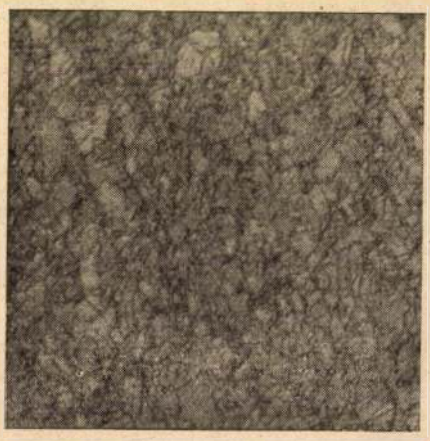
12. ábra. A nyomókísérlettel meghatározott 0,2-es határ változása az alakváltozás függvényében különféle alakítási hőfokon alakítás után vízben hűtött A- és levegőn hűtött B-állapotban

1. görbe 500 C°-on alakítva, utána vízben hűtve, 2. görbe 500 C°-on alakítva levegőn hűtve, 3. görbe 700 C°-on alakítva, vízben hűtve, 4. görbe 700 C°-on alakítva levegőn hűtve, 5. görbe 900 C°-on alakítva, vízben hűtve, 6. görbe 900 C°-on alakítva levegőn hűtve

Ezeknek az adatoknak az alakváltozás függvényében való változását a *12. ábra* szemlélteti. Az 500 és a 700 C°-on mind az *A*,- mind a *B*-állapotban határozott maximum látszik, éspedig 500 C°-on *A*-állapotban 11%-os és *B*-ben 4%-os alakváltozás során ; 700 C°-on *A*- és *B*-ben 2 és 3%-os alakváltozás között. A *B*-állapot maximumai a hosszabb hűlésnek megfelelően értelemszerűen kisebbek, mint az *A*-állapoté. 900 C°-on lényegében keményedés nem látszik, ami a meleghengerlés során tapasztaltakkal is egyezik. A hőfok növekedésével a maximumoknak a kisebb duzzasztás irányában való eltolódása látható, ami megegyező azzal, amit a σ és az ε görbék mutatnak. Ezenkívül 500 C°-on a *B* maximuma a kisebb duzzasztás irányába tolódik, ami a lassúbb hűléssel magyarázható. A $\sigma_{0,2ny}$ szilárdság természetesen a σ'-tel nem hasonlítható össze, hiszen a 0,2-es határt 20 C°-on határoztuk meg. Az tapasztalható azonban, hogy az *A*-állapotban a 0,2-es határ maximumai a valódi feszültség maximumaihoz képest ugyanazon a hőfokon a kisebb alakváltozás irányába tolódtak. Ez valószínűleg az *A*-állapotig eltelt időnek a befolyása.

13. ábra. A kísérleti anyag kiindulási szövete (∅ = 0,05 mm), nagyítás 75-szörös

14. ábra. 520 C°-on 21'-ig izzított és alakítás nélkül vízben hűtött állapot M5-szövete, nagyítás 75-szörös



15. ábra. 500 C°-on 17%-kal duzzasztott próba szövete Nyújtottság látszik, nagyítás 75-szörös

A szövetképek vizsgálata során az alábbiak észlelhetők. A kísérleti anyag kiinduló szövetét a *13. ábra* mutatja, a szemnagyság 0,05 mm. Az 500 C°-os alakítás tényleges kiindulási állapota (520 C°-on izzítva, alakítás nélkül vízben hűtve) lényegében ugyanez *(14. ábra)*. A deformáció növekedésével egyideig változás nem tapasztalható. A 17% alakítás körül azonban nyújtottság észlelhető *(15. ábra)*, ami 20% körül csak 1 : 1,3 arányban van meg *(16. ábra)*. Nagyobb alakváltozáson ($\varepsilon = 38\%$) pedig egy kisebb szemnagyságú (0,035 mm) megváltozott szövetkép látható *(17. ábra)*.

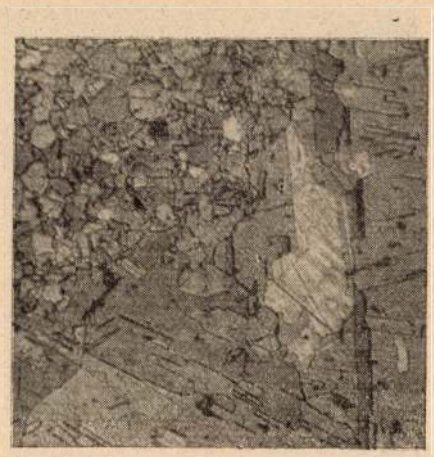
A 700 és 900 C°-on végzett alakítás szöveteinek értékelését nehezítette a tényleges kiindulási

(M)-állapotnak a kristallitok mérete szempontjából heterogén szövete. A 700 C°-ú alakítás előtt célszerűen 720 C°-on 16'-ig izzított és alakítás nélkül vízben hűtött próbák szöveteképe ugyanis elkülönült igen finom és igen durva szemű krisztallitokból áll *(18. ábra)*. A 920 C°-on képezett *M9-állapot* szövetképén a 24. ábra szerint kétféle, de egymástól méretben kevésbé különböző durva szemcsék láthatók. Az e célra 650 C° és 920 C° közt végzett izzítási kísérletek szerint a heterogenitás éppen 720 C° körül volt a legnagyobb, 650 C°-on még csak minimális mértékű és 750 C°-on felül pedig durvább jellegű kettős szövet volt nyerhető, de itt a méretkülönbségek már kisebbek voltak. Tekintettel arra, hogy az ilyen heterogenitás miatt a szemnagyság megváltozása az alakváltozás függvényében nem volt követhető, a kettős szövet eltűnését, azaz bizonyos egységesebb szövet kialakulását kellett itt szövetváltozásnak tekinteni.

Ezek alapján a 700 C°-on való alakítást a következő szövetképekkel rögzítettük. A 2%-os alakítás során nyert szövet lényegében a kiindulási állapothoz (18. ábra) képest változást nem mutat *(19. ábra)*. 7%-os alakítás körül a finom

16. ábra. 500 C°-on 20%-kal duzzasztott próba szövete. Az igen kis nyújtottság már a képen nem észlelhető, nagyítás 75-szörös

17. ábra. 500 C°-on 38%-kal duzzasztott próba szövete. Újrakristályosodott szövet, nagyítás 75-szörös



18. ábra. 720 C°-on 16'-ig izzított és alakítás nélkül vízben hűtött állapot M 7, nagyítás 50-szeres

19. ábra. 700 C°-on 2%-kal duzzasztott próba szövete, nagyítás 50-szeres

szemcsék kis növekedése, a durvák erősebb csökkenése látszik *(20. ábra)*. Még erősebb ez a tendencia kb. 14%-os alakításkor *(21. ábra)*. 20%-os alakítás körül csaknem egységes a szövet *(22. ábra)* és 40%-os alakításkor méretre is teljesen homogén finomabb szemű szövetet láthatunk *(23. ábra)*.

A 900 C°-on végzett duzzasztó folyamat a következő szövetképekkel ábrázolható. A kiinduló *(M9)-állapot* főként kétféle méretű durva szövete *(24. ábra)*, az 5% körüli melegduzzasztás után változni kezd és kisebb méretű szemcséből álló egységesebb szövet kezd már alakulni *(25. ábra)*. 11%-os alakításkor csaknem egységes méretűvé válik *(26. ábra)* s végül 40%-os alakítás során még teljesebb a méretegység és finomabb szemű lesz a szövet *(27. ábra)*.

Bár a valódi feszültség és a 0,2-es határ határértékei nem hasonlíthatók össze, azonban a változások irányzatából bizonyos következtetések levonhatók, amelyek a szövetképek értékelését is elősegítik. Így a 9. és 12. ábra 500 C°-os görbéi a valódi feszültségnek és 0,2-es határnak változását egy bizonyos deformáción túl hasonló tendenciájának mutatják. A valódi feszültségnek $\varepsilon =$

20. ábra. 700 C°-on 7%-kal duzzasztott próba szövete. A szemcse méretek heterogenitása csökken, nagyítás 50-szeres

21. ábra. 700 C°-on 14%-kal duzzasztott próba szövete. A szemcseméret heterogenitása még jobban csökken, nagyítás 50-szeres

22. ábra. 700 C°-on 20%-kal duzzasztott próba szövete. Csaknem egységes méretű szemcsék, nagyítás 50-szeres

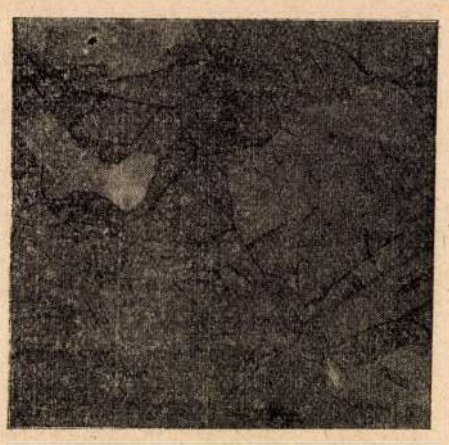
13—15% közt van maximuma, innen a hőfok hatására a keményedés csökken és a görbe az alakításnak és a hőfoknak együttes hatására kialakuló egyensúlyi állapot felé mutat törekvést.

A 0,2-es határ *A*-állapotban kb. 11%-ig mutat keményedést és innen a görbe esése lágyulásra vall. A *B*-állapotban ez még kisebb deformáción következik be. A 700 C°-os alakításkor, mivel a valódi

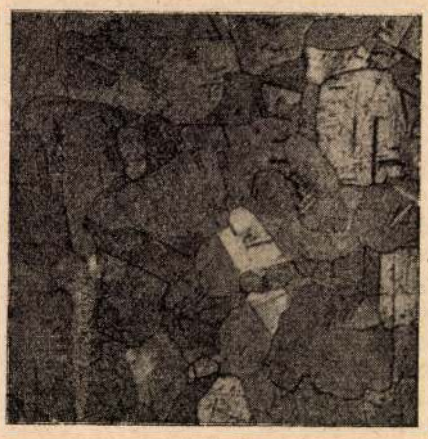
23. ábra. 700 C°-on 40%-kal duzzasztott próba szövete. Szemcseméret gyakorlatilag teljesen homogén, finomabb szemű szövet, nagyítás 50-szeres

24. ábra. 920 C°-on 12'-ig izzított alakítás nélkül vízben hűtött állapot M 9, nagyítás 50-szeres

25. ábra. 900 C°-on 5%-kal duzzasztott próba szövete. Méretváltozás már látszik, nagyítás 50-szeres



26. ábra. 900 C°-on 11%-kal duzzasztott próba szövete. Csaknem egységes méretű, nagyítás 50-szeres



27. ábra. 900 C°-on 40%-kal duzzasztott próba szövete. Még teljesebb méretegység, nagyítás 50-szeres

feszültség maximuma itt $\varepsilon = 7—9\%$ közt van, míg a 0,2-es határé 2—3%-os, a valódi feszültség maximumig a két feszültség eltérő viselkedést és nem egyforma keményedést mutat. A 900 C°-os alakításkor a 0,2-es határ változása alapján sem *A*-, sem *B*-állapotban nem látszik semmiféle keményedés. Tehát a valódi feszültség maximumig ($\varepsilon = 4—6\%$) itt is van eltérés. Azonban mindkét hőfokon a 0,2-es határ a megfelelő valódi feszültség maximumon túl már lágy állapotot jelez.

Arra való tekintettel, hogy a valódi feszültség maximális értékét meghaladó duzzasztások során 700 és 900 C° alakítási hőfokon az *A*- és *B*-kísérleti állapot lágynak mondható, 500 C°-on pedig erős törekvés tapasztalható a lágy állapot elérésére, továbbá, ha azt tekintjük, hogy mindhárom alakítási hőfokon az *A* és *B*-állapot szövetképei egy hőfokon belül lényegében megegyeznek, arra a megállapításra juthatunk, hogy a duzzasztás után rögzített kísérleti állapotok (*A*- és *B*- állapot) szövetképei az alakítás alatti folyamatra is jellemzőek. Ennek alapján tehát úgy látszik, hogy a kis alakváltozási sebességgel végzett duzzasztás alatt már az alakítás folyamán változik a szövet, éspedig a valódi feszültség állandó jellegű periódusában. A szövetváltozás az alakítási hőfok növelésével csökkenő deformáció mellett következik be. Azonban olyan mértékű lágyulás, amely a kiindulási állapotot eléri, vagy megközelíti — amint azt a 0,2-es határ változásai mutatják — csak az alakítás után képezett állapotokban (*A* és *B*) következik be.

A végzett kísérletek és a levont következtetések lényegében $v = 0{,}35$ mm/s alakítási és az ennek megfelelő $\dot{\varepsilon} = 1\%\ s^{-1}$ alakváltozási sebességre vonatkoznak. A sebességeknek a melegalakítási folyamatra gyakorolt hatásának a vizsgálata folyamatban van és az eredményekre még visszatérünk.

Összefoglalás

A dolgozat az elektrolitréz kis alakváltozási sebességgel (átlagosan $\dot{\varepsilon} = 1\%\ s^{-1}$) végzett melegduzzasztásának jelenségeivel foglalkozik. A kísérletek három alakítási hőfokon (500, 700 és 900 C°) az alakváltozás függvényében a keményedést, lágyulást és szövetváltozást vizsgálják. Az alakítás alatti állapotot a mért nyomóerőből és a mindenkori keresztmetszetből számított valódi feszültséggel, az alakítás utáni állapotot az utólag nyomóvizsgálattal megállapított 0,2-es határral jellemezzük. Megállapítható, hogy a melegalakítás alatt a valódi feszültség először egy maximális értékig növekszik, majd fokozatos csökkenés után állandó szint felé tart. Ennek a keményedésnek és lágyulásnak a mértéke az alakítási hőfok növelésével csökken. Azok az alakváltozások, amelyek a feszültséggörbék jellegzetes keményedési-lágyulási helyeinek felelnek meg, az alakítási hőfok növelésével a kisebb értékek felé tolódnak el. A 0,2-es határ görbéi az alakítás utáni állapotokra hasonló képet mutatnak. A melegduzzasztás folyamatának különböző szakaszában rögzített szövetképekből látható, hogy már a folyamat alatt szövetváltozás következik be.

IRODALOM

[1] *Gärtner, G.:* Versuche zur Übertragung des Kegelstauchverfahrens auf das Warmstauchen von Metallen. Freiberger Forschungshefte B. 27. 1958.

[2] *Bella E.:* Untersuchung der Verfestigung, der Entfestigung und der Veränderung des Gefüges während und nach dem Warmwalzen von Elektrolytkupfer. Acta Technica 1959. XXV. 1—2.

[3] Arbeitsblätter Fliesskurven metallischer Werkstoffe V. D. I. 5—3200. 1954.

[4] *Rossard, C.—Blain, P.:* Evolution de la structure de l'acier sous l'effet de la déformation plastique á chaud. Revue de Metallurgie 1959. N. 3.

Reverzáló hengersorok legkedvezőbb kihasználása

Dr. SZEGHEGYI ÁRPÁD
kohómérnök, a műszaki tudományok kandidátusa

Dk : 621.944.34.0031

1. Bevezetés

Különböző típusú hengersorok eltérő követelményeket támasztanak a villamos hajtással szemben. Alapvetően más-más villamos berendezés szükséges pl. reverzáló, trió, vagy folytatólagos hengersorhoz. Egy hengersortípuson belül is különbözők lehetnek a követelmények a gépi berendezésnek, a hengerelt termékfajtának és egyéb feltételeknek megfelelően.

Az előbbiekből következik, hogy új villamos hajtást a hengerlés követelményeivel teljes összhangban kell tervezni és beszabályozni. Adott villamos hajtásra a helyzet fordított. A hengerlés módozatait úgy kell kidolgozni, hogy az a szabályozási rendszer részére szokott feltételeket biztosítsa, másrészt a hengersor kihasználása az elérhető legkedvezőbb legyen.

Ez a tanulmány a reverzáló hengersorok villamos és hengerlő műveletek jellemzőinek összefüggésével foglalkozik. Ezeknek az összefüggéseknek az ismerete módot ad olyan hengerlőmódok kidolgozására, amely mellett legkedvezőbb a hengersor kihasználása.

2. Reverzáló hengersorok villamos hajtásával szemben támasztott követelmények

A reverzáló hengersorokat főként blokk- és brammahengerlésre, de nehéz profilvasak, illetve buga hengerlésére, valamint folytatólagos sorok előnyújtó állványaként is használják. Reverzáló hengersoron a szúrásokat legtöbbször ugyanabban az állványban végzik, a fordulatirány minden szúrás után megváltozik. A hengersorvonó motornak az alakítási munka mellett biztosítania kell a hengerek és a hengerelt darab gyorsítási munkaszükségletét. A gyakori reverzálás a hajtómotor, de a gépi berendezés számára is nagy igénybevételt jelent. A szúrásszám csökkenése érdekében célszerű szúrásonként nagy magasságcsökkenéssel dolgozni. Ennek a terhelés és a hajtás szab határt.

A termelékenység szempontjából jelentős a szerepe a szúrásközi mellékidőknek. Ezek időtartamát döntően a segédberendezések (hengerállító berendezés, terelőlécek, fordító berendezés, görgősorok) gépészeti és villamos tulajdonságai határozzák meg. A mellékidő rövidítésének a jelentősége főleg akkor döntő, ha a hengerelt darab rövid, mert ilyenkor a hengerlési idő túlnyomó részét a mellékidők képezik.

Az elmondott szempontok miatt korszerű reverzáló hengersoroknak mind a fő, mind a segédhajtásai egyenáramuak. A hengersorvonó motor vagy Ilgner, vagy szinkron primér motorral hajtott Leonard áramátalakítón, vagy higanygőz egyenirányítón keresztül táplált nagyteljesítményű egyenáramú motor. A segédberendezések nagy részét is többnyire Ward Leonard-hajtás, vagy higanygőz egyenirányító táplálja.

A hengersorvonó motor vezérlő és szabályozó rendszere a hengersor típusától, illetve a hengerelt termékfajtától függ. Nagy folyóméter-súlyú és aránylag rövid késztermék hengerléséhez csak alapfordulatszámig terjedő fordulatszámok szokásosak (blokksorok), míg ha a késztermék kis keresztmetszetű és aránylag hosszú, a szurások egy részében a fordulatszámot mezőgyöngítés révén szokták az alapfordulatszám fölé növelni (pl. folytatólagos sorok előnyújtó állványa). Utóbbi esetben terhelésszabályozó rendszerrel dolgoznak, amely a motorfordulatszám megfelelő beállítása révén biztosítja azt, hogy a motort a megengedettnél nagyobb áram nem terheli. A hengersorvonó motor mindig az adott fordulatszámon megengedhető áramot veszi fel, tehát a motor kihasználása a terhelő nyomatéktól függetlenül a lehető legkedvezőbb.

A terhelésszabályozó rendszer természetesen nem teszi feleslegessé a túláramvédelmet, hanem attól független. A túláramvédelem akkor lép működésbe, ha a hengerlés nem előírásos (a megengedettnél alacsonyabb hengerlési hőfok, vagy nagyobb nyomás) és emiatt a szükséges áram a névlegesnek 2,5—3,0-szorosát is meghaladja. Ebben az esetben a terhelésszabályozó rendszer már nem gondoskodhat a zavar kiküszöböléséről ([1] 556. oldal).

3. A terhelésszabályozó rendszer működési elve

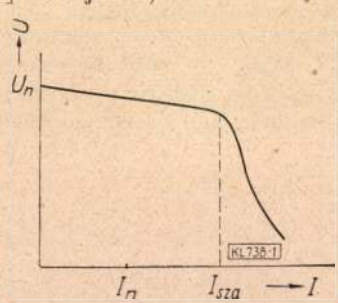
Egyenáramú motorok fordulatszámát az alábbi kifejezés határozza meg :

$$n = \frac{U - f(I)}{k_1 \Phi}, \qquad (1)$$

ahol U a motor kapocsfeszültsége (V),
I a terhelőáram (A),
Φ a motor fluxusa (Wb).

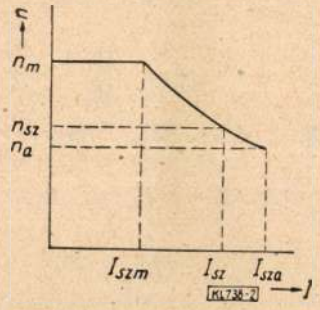
$f(I)$ függvény azt fejezi ki, hogy a terhelés növekedésekor a fordulatszám a terhelőáramtól függően változik.

A szabályozó rendszer fordulatszámot az alapfordulatszámig terjedő fordulatszámokon az U-feszültség, azon felül a Φ-fluxus, azaz a gerjesztés változtatásával szabályozza. A terhelés növekedésekor mindkét esetben a motor fordulatszáma csökken ([2] V. fejezet).



1. ábra. Egyenáramú hengersorvonó motor külső jellemgörbéje

A szabályozó működése a hengersorvonó motor külső és szabályozási karakterisztikáiból olvasható le. Amíg a motor armaturaárama kisebb mint I_{sza}, addig a motor kapocsfeszültsége az áram növekedésével arányosan kis mértékben csökken. Amint az áram I_{sza}-t meghaladta, a feszültségesés hirtelen megnő, tehát a fordulatszám csökken *(1. ábra)*. Az alapfordulatszám fölött a motor megengedett árama a fordulatszám növekedésekor csökken. Ezt az összefüggést fejezi ki a szabályozás jelleggörbéje *(2. ábra)*,



2. ábra. Egyenáramú hengersorvonó motor szabályozás jelleggörbéje

amely megadja, hogy a terhelőáram függvényében a szabályozó milyen fordulatszámot tesz lehetővé (n_a a motor alap-, n_m a mezőgyöngítéssel elérhető legnagyobb fordulatszám, I_{sza}, illetve I_{szm} az ezeknek megfelelő áramok).

Mivel

$$P = U \cdot I \cdot 10^{-3} \text{ kW} \qquad (2)$$

az alapfordulatszám fölött csökken a motor felvett teljesítménye is.

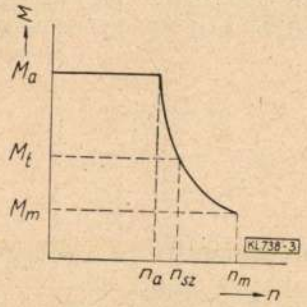
A terhelésszabályozó rendszer megkönnyíti a sorvonómotort működtető kormányos feladatát, mivel a gyorsulást és a legnagyobb fordulatszámot a terhelőáram, illetve nyomaték nagyságától függően automatikusan állítja be.

A továbbiakban adottnak vesszük a szabályozás jelleggörbéit és feltételezzük, hogy a szabályozás villamos jellegű tranziens folyamatai kielégítő minőségűek, a rendszer stabilis és a különböző gyorsított gerjesztések hatása következtében a szabályozó körök időállandói kicsik.

A motor által kifejtett nyomaték :

$$M = \frac{0{,}973\, U \cdot I}{n} tm \qquad (3)$$

Az 1. és 2. ábra jelleggörbéiből és (3)-ból megszerkeszthető a motor nyomaték-fordulatszám jelleggörbéje *(3. ábra)*. A jelleggörbéből



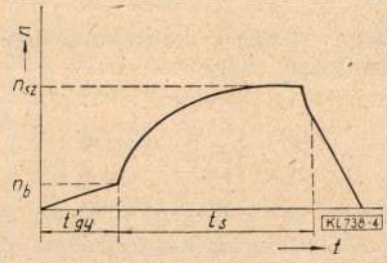
3. ábra. Nyomaték-fordulatszám jelleggörbe

kiolvasható, hogy M_t-nyomaték mellett a szabályozó milyen fordulatszámra állítja be a motort. *(*M_a az n_a, M_m az n_m fordulatszámon kifejtett nyomaték.)

Alapfordulatszám alatt a nyomaték állandó, mivel (3)-ban U/n állandó, ha eltekintünk az armaturakörben létrejövő $f(I)$ feszültségeséstől.

4. A hengerlés kinematikai viszonyai

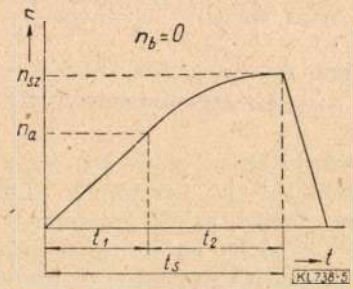
Terhelésszabályozó rendszerrel rendelkező hajtással szúrás közben a fordulatszám általában a *4. ábra* szerint változik. A kormányos a hengereket először n_b befogási fordulatszámig, majd



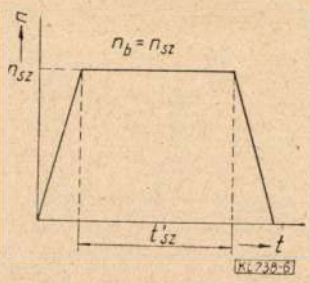
4. ábra. Fordulatszám változása szúrás közben

befogás után tovább gyorsítja a terhelőnyomaték által meghatározott n_{sz} fordulatszámig. A fékezés megkezdődik, mielőtt a darab vége kiérne a hengerek közül.

A t_s szúrásidőt, amely a termelékenység szempontjából jelentős tényező, több tulajdonság jellemző mellett az n_b befogási fordulatszám határozza meg. A következő fejezetekben két határesetre vonatkoztatva vizsgáljuk meg a szúrásidő nagyságát : a darabot *a* határesetben : álló állapotban ($n_{b_1} = 0$) *(5. ábra)*, *b* határesetben pedig a terhelésszabályozó által megszabott legnagyobb fordulatszámon fogják be a hengerek ($n_{b_2} = n_{sz}$)



5. ábra. Fordulatszám változása a befogás határesetében (a darabot álló állapotban fogják be)



6. ábra. Fordulatszám változása a befogás határesetében (a darabot a terhelés szabályozó által meghatározott maximális fordulatszámon fogják be)

(6. ábra). Feltételezzük, hogy a fékezés akkor kezdődik, amikor a darab a hengerrést elhagyta.

A tényleges befogás fordulatszáma a gyakorlatban a két határeset közé esik, megválasztásának szempontjait a 11. fejezetben vizsgáljuk.

5. A szúrásidő kiszámításának alapelvei

A forgó mozgásra vonatkozó dinamikai alapegyenlet :

$$M_{gy} = G' \frac{dn}{dt} tm \tag{4}$$

ahol M_{gy} a gyorsító vagy fékező nyomaték,

$$G' = \frac{GD^2}{375} \tag{5}$$

GD^2 a forgó tömegek lendítőnyomatéka (tm^2). (4)-ből következik, hogy :

$$n = \frac{1}{G'} \int_0^t M_{gy}\, dt \tag{6}$$

A motor M nyomatéka fedezi egyrészt a hengerlés M_h alakítási nyomatékát, valamint a hengerek csapján, a pörgőállványon és egyéb mozgó alkatrészekben fellépő M_s surlódási nyomatékot, másrészt biztosítja az összes mozgó tömegek felgyorsításához szükséges M_{gy} nyomatékot. Az első két nyomatékfajta a hengerlés jellemzőitől és a gépi berendezés tulajdonságaitól függ. Mivel ezek a nyomatékok külső eredetűek, összefoglaljuk őket M_t nyomatékká.

Az előbbiek szerint :

$$M_{gy} = M - M_t, \tag{7}$$

ahol

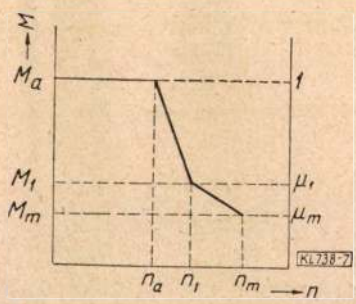
$$M_t = M_h + M_s \tag{8}$$

(7)-et (6)-ba helyettesítve :

$$n = \frac{1}{G'} \int_0^t (M - M_t)\, dt \tag{9}$$

A (9)-ben az integrálást elvégezve meghatározható az $n = n_{sz}$ fordulatszámig való gyorsulás ideje.

Alapfordulatszám alatt az integrál egyszerűen megoldható (M_t nyomaték állandó). Alapfordulatszám fölött az M motornyomaték a 3. ábra szerint csökken, az integrál pontosan csak grafikusan határozható meg. A számítás folytatásához, a nyomaték-, fordulatszám görbét egyenes szakaszokkal kell helyettesíteni *(7. ábra)*.



7. ábra. Egyszerűsített nyomaték-fordulatszám jelleggörbe

A terhelő és az alapfordulatszámra vonatkozó nyomaték viszonyát μ-vel jelölve :

$$\mu = \frac{M_t}{M_a} \tag{10}$$

A 7. ábra szerint, ha $M_a > M > M_1$, illetve $1 > \mu > \mu_1$ akkor :

$$M = M_a - \varepsilon_1 (n - n_a). \tag{11}$$

Ebből :

$$\varepsilon_1 = \frac{M_a - M_1}{n_1 - n_a} \tag{12}$$

és

$$\mu_1 = \frac{M_1}{M_a} \tag{13}$$

Ha $M_1 > M > M_m$, illetve $\mu_1 > \mu > \mu_m$ akkor :

$$M = M_1 - \varepsilon_2 (n - n_1) \tag{14}$$

Ebből

$$\varepsilon_2 = \frac{M_1 - M_m}{n_m - n_1} \tag{15}$$

és

$$\mu_m = \frac{M_m}{M_a} \tag{16}$$

Ha a hengersor alapfordulatszám fölött gyorsul, akkor (11), illetve (14)-et kell (9)-ben M helyére helyettesíteni, az integrálás ezután elvégezhető.

A szúrásidő kiszámításához szükséges a gyorsulási idő alatt kihengerelt hosszak ismerete. A t idő alatt kihengerelt hossz az alábbi egyenletből határozható meg :

$$L = \frac{1}{C_1} \int_0^t n(t)\, dt \tag{17}$$

ahol

$$C_1 = \frac{60}{d\pi} = \frac{19{,}1}{d} \tag{18}$$

d a hengerek dolgozó átmérője, $n(t)$ helyére a mindenkori fordulatszámfüggvényt kell behelyettesíteni.

6. A szúrásidő kiszámítása, ha az állandósult fordulatszám n_a és n_1 közé esik

Az állandósult fordulatszám a 7. ábra szerint akkor esik n_a és n_1 közé, ha $1 > \mu > \mu_1$

a) határeset : a darabot álló állapotban fogják be *(5. ábra)*. Az alapfordulatszám eléréséhez szükséges gyorsulási időt úgy kapjuk, hogy $M = M_a$-t (9)-be helyettesítjük és az integrálást elvégezzük.

$$t_1 = \frac{C_2}{1 - \mu}, \tag{19}$$

ahol

$$C_2 = G' \frac{n_a}{M_a} \tag{20}$$

A fordulatszámváltozás időfüggvénye (9)-ből

$$n = \frac{M_a}{G'} (1 - \mu) \tag{21}$$

A t_1 idő alatt kihengerelt hossz (17), (20) és (21)-ből

$$L_1 = \frac{C_3}{1-\mu}, \tag{22}$$

ahol

$$C_3 = \frac{G'\, d\, n_a^2}{38{,}2\, M_a} \tag{23}$$

A motort alapfordulatszám fölé gyorsítva a fordulatszámváltozás időfüggvénye (9) és (11)-ből

$$n = \frac{1}{G'} \int_{t_1}^{t} (M_a - M_t - \varepsilon_1 [n - n_a])\, dt \tag{24}$$

Az integrálást elvégezve

$$n = n_a + C_4 (1-\mu) \cdot \left(1 - e^{\frac{t-t_1}{T_1}}\right) \tag{25}$$

ahol

$$C_4 = \frac{M_a}{\varepsilon_1}, \tag{26}$$

$$T_1 = \frac{G'}{\varepsilon_1} \tag{27}$$

a gyorsulás elektromechanikai időállandója

Ha $t = \infty$, akkor

$$n = n_a + C_4 (1-\mu) = n_{sz} \tag{28}$$

n_{sz} az $M_t = \mu M_a$ terheléshez tartozó és a 7. ábrából is kiolvasható fordulatszám. Ezt a fordulatszámot a hajtás 2%-ra megközelíti, ha $t = 4\, T_1$ és azon túl a fordulatszám egyenletesnek tekinthető.

Az n_a alapfordulatszám elérése után a t_2 gyorsulási időt a darab hossza szabja meg. Ha a t_1 idő alatt L_1 hossz lett kihengerelve és L a darab hossza, $L_2 = L - L_1$ hossz jut t_2 időre.

A t_2 időt L_2 hossz ismeretében úgy számoljuk ki, hogy (25)-öt (17)-be helyettesítjük és az integrálást elvégezzük. A kapott eredményből t_2-t kifejezve és az eredményt (19)-hez hozzáadva kapjuk a teljes szúrásidőt :

$$t_s = \frac{C_2}{1-\mu} + \frac{1}{n_a + C_4 (1-\mu)} \left(C_1 L - \frac{C_5}{1-\mu} + T_1 C_4 [1-\mu]\right), \tag{29}$$

ahol

$$C_5 = \frac{G'\, n_a^2}{2\, M_a} \tag{30}$$

A számításban egy exponenciális tagot elhanyagoltunk, az ebből eredő, lehetséges legnagyobb hiba azonban nem haladja meg gyakorlati adatok mellett a 0,1—0,2 sec-ot.

b) határeset : a darabot a terhelésszabályozó által meghatározott legnagyobb fordulatszámon fogják be (6. ábra).

A szúrásidő a következő egyenlettel határozható meg

$$t_s' = C_1 \frac{L}{n_a + C_4 (1-\mu)} \tag{31}$$

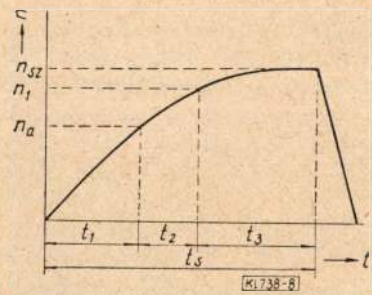
(29)-ből (31)-et levonva

$$t_s - t_s' = \frac{C_2}{1-\mu} + \frac{1}{n_a + C_4 (1-\mu)} \left(T_1 C_4 (1-\mu) - \frac{C_5}{1-\mu}\right) \tag{32}$$

$t_s - t_s'$ azt fejezi ki, hogy ennyivel hosszabb a szúrásidő álló befogáskor, mint a legnagyobb fordulatszámún.

7. A szúrásidő kiszámítása, ha az állandósult fordulatszám n_1 fölé esik

Az állandósult fordulatszám a 7. ábra szerint akkor esik n_1 és n_m közé, ha $\mu_1 > \mu > \mu_m$. A fordulatszám a *8. ábra* szerint változik. A szúrásidő egyes összetevői és a t_1, t_2, t_3 idők alatt



8. ábra. Fordulatszám változása, ha $M_1 > M_t > M_m$

kihengerelt hosszak az előbbi eljáráshoz hasonlóan határozhatók meg. Az alábbi összefüggések adódnak :

Az alapfordulatszám eléréséhez szükséges idő (19)-ből és a t_1 idő alatt kihengerelt hossz (22)-ből adódik.

Az n_a alapfordulatszámtól n_1 fordulatszámig való gyorsulás ideje :

$$t_2 = T_1 \ln \frac{1}{1 - \frac{C_6}{1-\mu}}, \tag{33}$$

ahol

$$C_6 = \frac{\varepsilon_1 (n_1 - n_a)}{M_a} \tag{34}$$

A t_2 idő alatt kihengerelt hossz :

$$L_2 = \frac{1}{C_1} [(n_a + C_4 [1-\mu])\, t_2 - T_1 (n_1 - n_a)] \tag{35}$$

Az állandósult fordulatszám :

$$n_{sz} = n_1 + C_7 (\mu_1 - \mu), \tag{36}$$

ahol

$$C_7 = \frac{M_a}{\varepsilon_2} \tag{37}$$

A szúrásidő harmadik összetevője :

$$t_3 = \frac{1}{n_1 + C_7 (\mu_1 - \mu)} [C_1 (L - L_1 - L_2) + T_2 C_7 (\mu_1 - \mu)], \tag{38}$$

ahol

$$T_2 = \frac{G'}{\varepsilon_2} \tag{39}$$

A teljes szúrásidőt (19), (33) és (38) összegezéséből kapjuk

$$t_s = t_1 + t_2 + t_3 \tag{40}$$

b) határeset : a darabot a terhelésszabályozó által meghatározott legnagyobb fordulatszámon fogják be.

A szúrásidő :

$$t'_s = C_1 \frac{L}{n_1 + C_7 (\mu_1 - \mu)} \qquad (41)$$

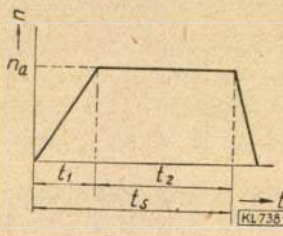
(40)-ből (41)-et levonva kapjuk a két befogási határesetre vonatkozó szúrásidők különbségét :

$$t_s - t'_s = \frac{C_2}{1-\mu} + t_2 - \frac{1}{n_{sz}} \left[\frac{C_5}{1-\mu} + C_1 L_2 - T_2 C_7 (\mu_2 - \mu) \right], \qquad (42)$$

ahol t_2 helyére (33)-at, n_{sz} helyére (36)-ot és L_2 helyére (35)-öt kell behelyettesíteni.

8. Szúrásidő kiszámítása fordulatszám korlátozásos hengerléskor

Gyakorlatban a terhelésszabályozó rendszert nem szokták teljesen kihasználni, de a motor legnagyobb fordulatszámát korlátozni szokták. Ez azt jelenti, hogy a motor a terhelőnyomaték nagyságától függetlenül csak egy adott fordulatszámig gyorsul, ennek elérése után fordulatszáma állandó marad. A fordulatszámot többnyire az első szúrásokban szokták korlátozni, amikor a fogyások nagyok és a darab még rövid. Ebben az esetben ugyanis szúrásidő szempontjából még nincs jelentősége a nagy sebességű hengerlésnek, másrészt a befogási viszonyok kedvezőbbek.



9. ábra. Fordulatszám változása fordulatszámkorlátozáskor

Az alábbiakban csak azt vizsgáljuk meg, hogy alapfordulatszámon való korlátozáskor a két befogási határesetben hogyan alakulnak a szúrásidők.

a) határeset : a darabot álló állapotban fogják be *(9. ábra)*. A szúrásidő az előbbiekhez hasonlóan határozható meg

$$t_s = \frac{C_1}{n_a} L + \frac{C_2}{2(1-\mu)} \qquad (43)$$

b) határeset : a darabot alapfordulatszámon fogják be. A szúrásidő :

$$t'_s = \frac{C_1}{n_a} L \qquad (44$$

(43)-ból (44)-et levonva kapjuk a befogás két határesetére vontkozó szúrásidők különbségét :

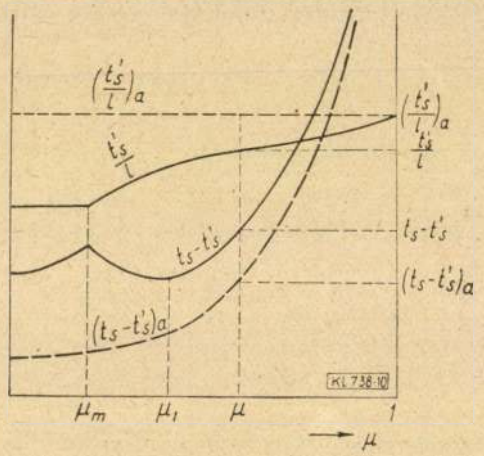
$$t_s - t'_s = \frac{C_2}{2(1-\mu)} \qquad (45)$$

A fordulatszámkorlátozó rendszerrel nagyobb fordulatszám is beállítható.

9. Nyomaték-szúrásidő diagram

A (32), (42) és (45) egyenletek vizsgálatából kitűnik, hogy a két befogási határesetre vonatkozó szúrásidők különbsége csak a hengersor jellemző adataitól, valamint a μ tényezőtől, azaz a terhelőnyomatéktól függ, a hengerelt darab hosszától nem. Egy adott hajtásra célszerű μ függvényében diagramban ábrázolni a $t_s - t$ különbséget. (32) és (42), illetve (45) egy-egy folyamatos görbét adnak.

A (31), (41) és (44) szerint a b határesetre vonatkozó szúrásidő a hengerelt darab hosszával egyenesen arányos. A három egyenletből az 1 m hossz kihengerléséhez szükséges időt kifejezve, t'_s/L hányadosok egy adott hajtásra μ függvényében szintén ábrázolhatók. A *10. ábra* vázlatosan mutatja a $t_s - t'_s$ és a t'_s/L görbéket. Fordulatszámkorlátozás nélküli hengerlésre vonatkozik a $t_s - t'_s$ és a t'_s/L görbe, míg alapfordulatszámon bekövetkező fordulatszámkorlátozásra a $(t_s - t'_s)$ görbe és a $(t'_s/L)_a$ egyenes.

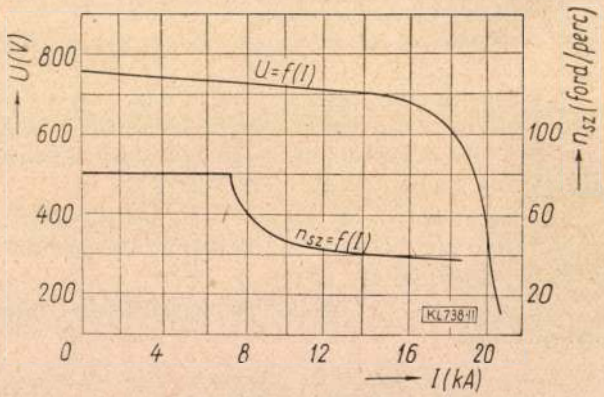


10. ábra. Szúrásidő görbék

Az előbbiekhez hasonló számítással meghatározhatók a szúrásidők arra az esetre is, ha $\mu < \mu_m$.

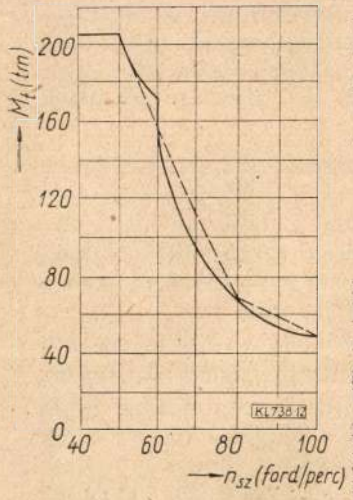
Mivel a görbéket az egyszerűsített nyomaték-fordulatszám jelleggörbe alapján szerkesztettük meg, az elméletileg pontos görbéktől annál kevésbé térnek el, minél jobban fedi az egyszerűsített nyomaték-fordulatszám görbe (7. ábra) a valódit.

A 10. ábra segítségével bármilyen terheléshez meghatározható a szúrásidő két határa. M_t terhelés ismeretében $\mu = M_t/M_a$ ordinátájánaa t'_s/L görbével való metszéspontja szabja meg az 1 m hossz kihengereléséhez szükséges legrövidebb időt. Ezt az L darabhosszal szorozva kiadódik a legrövidebb, illetve ehhez hozzáadva a $t_s - t'_s$ görbéből leolvasott, értéket az M_t terheléshez tartozó



11. ábra. Külső és szabályozási jelleggörbék

leghosszabb szúrásidő. A tényleges szúrásidő a két határ közé esik. Ha a darabot kicsiny fordulatszámon fogják be, akkor a felső, ha pedig az állandósult fordulatszámhoz közel fogják be, akkor az alsó határhoz esik közelebb.



12. ábra. Nyomaték-fordulatszám jelleggörbék

Fordulatszámkorlátozásos hengerléskor az eljárás hasonló, csak ilyenkor a $(t'_s/L)_a$ és a $(t_s - t'_s)_a$ görbékkel kell számolni.

10. A szúrásidők kiszámítására példa

Határozzuk meg egy reverzáló durvalemez-hengersor nyomaték-szúrásidő diagramját. A hengersor hajtása terheléssza-bályozó rendszerű, melynek külső és szabályozás jelleggörbéit a *11. ábra* mutatja. A két jelleggörbéből a (3) összefüggés felhasználásával adódott a nyomaték-fordulatszám jelleggörbe *(12. ábra)*. Ha a jelleggörbét két egyenes szakasszal helyettesítjük, akkor a számításhoz szükséges alábbi adatokat kapjuk:

$n_a =$ 50 ford/perc mellett: $M_a = 204$ tm, $\mu = 1$,
$n_1 =$ 80 ford/perc mellett: $M_1 = 68$ tm, $\mu_1 = 0{,}334$,
$n_m = 100$ ford/perc mellett: $M_m = 47$ tm, $\mu_m = 0{,}23$.

A két egyenes iránytangense (12) és (15)-ből:

$$\varepsilon_1 = 4{,}5 \text{ tm ford}^{-1} \text{ perc},$$
$$\varepsilon_2 = 1{,}05 \text{ tm ford}^{-1} \text{ perc}.$$

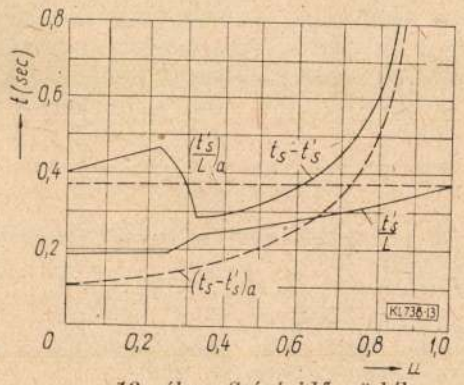
A motortengelyre redukált lendítőnyomatékok összege:

$$GD_r^2 = 310 \text{ tm}^2$$

A hengerek átmérője: $d = 1000$ mm
Az áttétel: $i = 1{,}0$

A felsorolt adatokból kiszámíthatók a szúrásidők egyenleteiben szereplő állandók:

$G' = 0{,}826$ tm perc sec ford^{-1} (5)-ből
$C_1 = 19{,}1$ ford sec m^{-1} perc^{-1} (18),
$C_2 = 0{,}203$ sec (20),
$C_3 = 0{,}266$ m (23),
$C_4 = 45{,}4$ ford perc^{-1} (26),



13. ábra. Szúrásidő görbék

$C_5 = 5{,}05$ ford sec perc^{-1} (30),
$C_6 = 0{,}662$ (34),
$C_7 = 194$ ford perc^{-1} (37),
$T_1 = 0{,}184$ sec (27),
$T_2 = 0{,}788$ sec (39).

Az állandókat az egyenletekbe behelyettesítve és a $t_s - t'_s$ különbségeket, valamint a t'_s/L viszonyokat, a különböző μ értékekhez kiszámítva adódtak a *13. ábrán* látható görbék.

11. A legkedvezőbb terhelőnyomaték megválasztása

A nyomaték-szúrásidő diagram görbéinek a menetéből az alábbi következtetések vonhatók le:

M_t terhelőnyomaték, azaz a μ tényező csökkenésekor csökken az adott hossz hengerléséhez szükséges t'_s legrövidebb szúrásidő.

Ha például a μ 0,8-ról, 0,4-re, azaz a felére csökken, a t'_s szúrásidő azonos darabhossz mellett a $0{,}25/0{,}32 = 0{,}78$-szorosára, azaz 22%-kal csökken. Ha a darabhossz például 10 m, a szúrásidő csökkenése: 3,2—2,5 = 0,7 sec. Figyelembe kell venni azonban azt, hogy a 22%-os szúrásidőcsökkenést a terhelőnyomaték, vagy ha a nyomatékot első közelítésben a fogyással arányosnak tekintjük, a fogyás 50%-kal való csökkenése révén értük el. A fogyás csökkenése azt jelenti, hogyha adott a kezdeti és végkeresztmetszet, akkor megnő a szükséges szúrások száma, ami egyrészt az összes szúrásidő növekedését okozhatja, másrészt figyelembevéve a többlet szúrásszámmal kapcsolatos mellékidőnövekedést, feltétlenül a teljes hengerlési idő növekedésével jár. Ebből a szempontból tehát előnyös, ha a terhelőnyomaték minél nagyobb, azaz a μ tényező közel van az egységhez.

A $t_s - t'_s$ és $(t_s - t'_s)_a$ görbék menetéből látható, hogy nagy terheléseken szúrásidő szempontjából lényeges különbséget jelent, hogy a darabot milyen fordulatszámon fogják be. A két görbe μ növekedésekor rohamosan emelkedik, a diagramon ezért nem is szerepelnek az alábbi adatok:

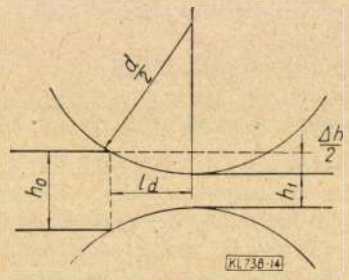
ha $\mu = 0{,}9$, akkor $t_s - t'_s = 1{,}12$ sec és $(t_s - t'_s)_a = 1{,}01$ sec,

ha $\mu = 0{,}95$, akkor $t_s - t'_s = 2{,}15$ sec és $(t_s - t'_s)_a = 2{,}03$ sec.

Fordulatszámkorlátozás nélkül való hengerléskor, ha $\mu = 0{,}9$ és a darab hossza 3 m, akkor $t'_s = 3 \cdot 0{,}35 = 1{,}0$ sec. A befogást álló állapotban végezve, ehhez hozzáadódik 1,12 sec, a szúrásidő 2,07 sec lesz, tehát az előbbinek több, mint kétszerese.

Hosszabb darabokra a két határeset közti viszony kisebb, de a szúrásidőkülönbségek összege egy teljes hengerlési ciklus alatt számottevő lehet. Szúrásidő szempontjából tehát, főleg nagy teljesítményekhez előnyös, ha a hengerek a darabot nagy sebességgel fogják be. Ennek a követelménynek azonban ellentmondanak az alábbi szempontok:

A nagy terhelés — egyéb tényezők mellett — a nagy fogyás következménye. Az abszolút fogyás növekedésekor növekszik az α befogási szög az



14. ábra. Alakváltozás a hengerrésben

alábbi összefüggés és a *14.*, valamint *15. ábra* szerint :

$$\sin \alpha = \sqrt{\frac{\Delta h}{d}\left(2 - \frac{\Delta h}{d}\right)} \qquad (46)$$

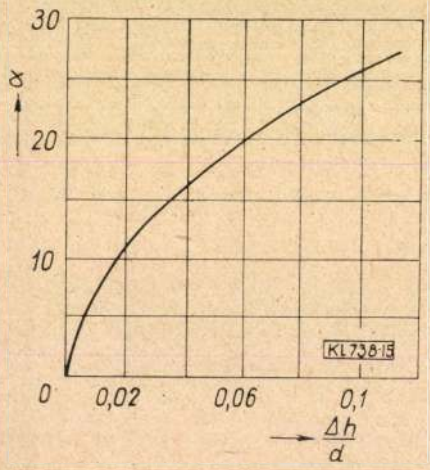
ahol h a magasságcsökkenés.

A biztos befogáshoz az szükséges, hogy a hengerek és a hengerelt darab közti súrlódási tényező bizonyos határ fölött legyen. A henger a darabot akkor fogja be ([3] 176. oldal), ha :

$$\alpha = \mu_s$$

ahol μ_s a súrlódási tényező.

A μ_s tényező, egyéb tényezők mellett a sebesség függvénye ([3] 182. oldal), a sebesség



15. ábra. Befogási szög változása a fogyás függvényében

növekedésekor csak kisebb befogási szögek engedhetők meg. Adott fogyás mellett tehát a sebességnek van olyan határa, amelynél kisebb sebességek mellett a befogás zavartalan, nagyobb sebesség mellett a darab nekiütközik a hengereknek, de nem jut be a hengerrésbe. A 14. és 15. ábra egybevetéséből megállapítható, hogy adott fogyás mellett a befogáshoz milyen legnagyobb fordulatszám tartozik.

A befogás sebességét korlátozó másik tényező a megengedett teljesítménylökés. Azonos terhelőnyomaték mellett a motor felvett teljesítménye a fordulatszámmal arányos. Nagyobb fordulatszámon való befogáskor a teljesítménylökés a hálózatban káros lengéseket okozhat. Ha a darabot alapfordulatszám fölött fogják be, akkor nemcsak a befogás teljesítménye, hanem azonos nyomaték mellett a fellépő áramlökés is nagyobb lesz, ami a motor szabályozáskörében okozhat káros lengéseket.

Az említett ellentétes szempontokat össze kell hangolni annak megállapítására, hogy adott terhelés, illetve fogyás mellett, melyik a befogás legkedvezőbb fordulatszáma. A szakirodalomban található sebesség-fogyás diagramok ezeknek az elméleti meggondolásoknak és a gyakorlati tapasztalatoknak az alapján készültek ([4] 417. oldal).

A $t_s - t'_s$ szúrásidőkülönbség kis terheléseken 0,3—0,5 sec között változik. Kis fogyásokkal való hengerléskor megengedhető a befogás nagy fordulatszámon, ami szúrásidő szempontjából kedvező, de nem pótolhatja azt a veszteséget, ami a szúrásszám növekedéséből adódik.

A nyomaték-szúrásidő diagramból levont következtetések az alábbiakban foglalhatók össze:

A szúrástervet úgy kell megválasztani, hogy a motort terhelő nyomaték a hengerlés feltételeinek legkedvezőtlenebb alakulásakor (kemény anyag, megengedett legalacsonyabb hengerlési hőfok) se haladja meg az alapfordulatszámra vonatkozó nyomaték 0,8-szorosát, de azt minél jobban közelítse meg. Így biztosítjuk azt, hogy a hengerlés a lehető legkevesebb szúrással megy végbe, de nem áll fenn annak a veszélye sem, hogy a motort a terhelésszabályozó teljesen legerjeszti, vagy a túláramvédelem kikapcsolja.

A befogás fordulatszámát a fogyások függvényében kell megválasztani, kis fogyásokra nagyobbnak, nagy fogyásokra kisebbnek.

A terhelőnyomatékok szúrásonkénti ismeretében diagram segítségével meghatározható a szúrásidők két határa, és ezekhez hozzáadva a mellékidőket, egy darab teljes hengerlésideje.

A felsorolt szempontok alapján meghatározható adott kiinduló és kész méretre az a legkedvezőbb szúrásterv, amely a legrövidebb hengerlési időt biztosítja. Az optimális szúrásterv meghatározásához követendő eljárással egy másik tanulmányban fogunk foglalkozni.

Összefoglalás

A tanulmány ismerteti azokat a hengerlő eljárásokból adódó követelményeket, melyeket a reverzáló hengersorok villamos hajtásának ki kell elégíteni. A hajtás szabályozásának jelleggörbéiből kiindulva foglalkozik a szúrásidők meghatározásával és a kapott eredményekből meghatározza azt a terhelést, amely mellett a hengersor kihasználása a legkedvezőbb, azaz a hengerlési idő a legrövidebb.

IRODALOM

[1] *Csudakov :* Gépipari enciklopédia 8/2 kötet. Műszaki könyvkiadó, 1956.
[2] *Cseljusztkin, A. B.—Rozenman, Je. A. :* Hengerművek önműködő vezérlése és szabályozása. Akadémiai kiadó, 1954.
[3] *Hoff, H.—Dahl, Th. :* Grundlagen des Walzverfahrens. Verlag Stahleisen, 1950.
[4] *Geleji S. :* Kohógéptan. Tankönyvkiadó, 1953.

A kokszolóüzemi szénelőkészítés újabb irányai

Dr. SZŰCS MIKLÓS
a kémiai tudományok kandidátusa

DK: 622.721.74 : 662.74

Bevezetés

A jó minőségű, metallurgiai célokra alkalmas kokszot egyre növekvő mennyiségben előállítani az utóbbi időben csak meglehetősen nagy nehézségek árán lehet. Mindinkább módosított, illetve alapjukban új kokszoló eljárások kerülnek előtérbe, melyek mind megegyeznek abban, hogy gyengén kokszolható, kisebb értékű szénféleségeket igyekeznek minél nagyobb mennyiségben a kohókokszgyártás nyersanyagai közé bevonni. A hagyományos kokszolástól merőben eltérő, új eljárás azonban nem tudott gyökeret verni. Az épülő új üzemek lényegében a hagyományos módszert követik, a kokszolókemencék szerkezetében és üzemében forradalmi változás nem következett be. A kigázosítási eljárás jelentős megváltoztatásával, például a lebegtető szénlepárlással vagy egyéb rendkívül gyors felhevítéses kokszolóberendezésekkel részben műszaki, részben gazdaságossági okok miatt ma még reálisan nem számolhatunk. Az is kétséges, hogy a nagyobb mennyiségű kötőanyagot felhasználó, esetleg brikettezést vagy oxidatív előkezelést használó eljárások bevonulnak-e a kokszgyártó eljárások közé. A Német Demokratikus Köztársaságban megvalósított Rammler—Birkenroth-eljárás mindenesetre figyelmeztet arra, hogy a kokszolás hagyományos módjától való eltérés nincsen eleve kudarcra ítélve.

Nagyobb fejlődésen ment át a kokszolóüzemen belül a szénelőkészítés (őrlés, keverés, szitálás). Ma már töltetkeverék összeállításakor kevésbé van megkötve az üzem és kisebb értékű, kokszolás céljára korábban szóba sem jövő szénféleségeket is tekintélyes mennyiségben be tudnak vonni a kohókokszgyártás nyersanyagai közé.

A széntöltetkeverék összeállításának néhány szempontja

A kokszolóipar kialakulásának időszakában általában egyetlen szénféleséget párolt le egy kokszoló. A későbbiek során — elsősorban a korlátozott koksz-szén készlet miatt — került sor arra, hogy nagy sülőképességű és kisebb értékű szenek keverésével állítsanak elő olyan elegyet, melyben az alkotók egymás tulajdonságait kiegészítik és többé kevésbé helyettesíteni képesek a jól kokszolható, 22—25% illórész tartalmú zsírszeneket. Ma kokszolásra felhasználják a szénféleségek széles skáláját a sovány szenektől a gáz-szenekig és nem ritkaság a 4—5, sőt ennél több féléből összeállított kokszolható szénelegy sem.

Lángszenek és kovácsszén megfelelő arányú keverékével igyekeztek jól kokszolódó szénelegytöltethez jutni. A gázszenek fokozottabb felhasználása jelenti a problémát napjainkban is mind Nyugat-Európában (Saar-Lotharingia), mind a sziléziai-medence szenét felhasználó népi demokratikus államokban. Bizonyos fokig Magyarország is az utóbbiak közé sorolható, mivel a mecsekvidéki szénből kohókoksz szükségletünknek csak egy része fedezhető és import igényünket a sziléziai szénből tudjuk kielégíteni.

A lengyel osztályozás szerinti 34-es típusú szén aránylag nagy sülőképességű, melyből homogén, tömör, jól összesült, azonban meglehetősen apró koksz keletkezik. A 33-as típusú szenek repedezett, nagy morzsalékonyságú kokszot adnak. Kis plaszticitású féleségeikből inkább összetapadt, mint összesült koksz állítható elő, ez kis szilárdságú, erősen aprózódik.

Ezek a szenek egymagukban nem használhatók fel nagyobb szilárdságú koksz előállítására, csak összetevőjét képezhetik az ilyen célra szolgáló szénelegynek. Általában soványító adalékok felhasználása szükséges. Soványításról szinonim értelemben beszélnek egyrészt akkor, ha a nagyobb illórész tartalmat, másrészt pedig, ha a szén feles plaszticitását csökkentik. Ha a nagy illórész tartalmú szén feles plaszticitással rendelkezik akkor soványítható kokszdarával is. A nem elegendően plasztikus, nagy illórész tartalmú gázszeneket azonban kis illójú, de egyben plaszticitással rendelkező sovány szénnel kell soványítani.

Az egyes szénféleségek arányait a kokszolható szénelegyben általában empirikus úton határozzák meg. A használatos laboratóriumi kokszolódás, illetve sülőképesség meghatározó módszerek nem alkalmasak egyértelműen arra, hogy a szénből előállítható koksz szilárdságára biztonsággal következtethessünk. Még kevésbé lehetséges azok alapján az optimális kokszminőséget adó töltetkeveréket összeállítani. Egy reménytkeltő próbálkozásról azonban hírt adott a Szovjetunió Tüzelőanyag Kutató Intézete (I. G. I.) [1]. A keveréket alkotó szénkomponensek szénültségi fokának, továbbá a petrográfiai módszerekkel meghatározott lágyuló és inert sávféleségek mennyiségének ismeretében egy soványító indexet és egy kokszolódási koefficienst számítanak ki és ez lehetővé teszi, hogy bármely szénkeverékből előállítandó koksz szilárdságát grafikonból előre leolvassák. A Kuznyecvidéki szenekre kidolgozott módszer jóságát nagyszámú kísérlettel ellenőrizték és kitűnő egyezést tapasztaltak a számított és talált kokszszilárdság között akkor, amikor több komponensű elegyben a gázszén mennyisége 25%-nál nem nagyobb.

A kokszolható szénelegyeket általánosságban még nem tudományos módszerek szerint állítják össze. Néhány jól ismert, vagy kialakulóban levő alapelv szerint készítik el a töltetkeveréket és a műszaki megfontolásokat a helyi viszonyok vagy gazdasági szempontok sokszor döntően befolyásolják.

A nagy illórész tartalmú gázszenek felhasználásának feltétele, hogy soványító szén álljon rendelkezésre. A nagy plaszticitású sziléziai szenek

számára a kevéssé plasztikus, idős (36—37-es típusú) sovány szenek használata előnyös. A még fiatalabb (33-as típusú) gázszeneket, melyeknek plaszticitása már kicsiny, csak erősen plasztikus (35-ös típusú), kisebb illójú szénnel lehet soványítani. Ha a szénkeveréknek feleslegesen nagy a plaszticitása, akkor a keletkező koksz kis dobszilárdságú, ha pedig a töltetkeverékben sok a 33-as típusú szén, akkor nagy morzsalékonyságú koksz képződik.

A soványító szeneknek általában nagy a duzzadási nyomásuk és kevéssé zsugorodnak. A keletkező koksz minősége szempontjából mindenesetre előnyösebb a használatuk, mintha a soványítást kokszdarával végezzük. Kokszőrlemény adagolása csakis a túlságosan képlékeny és emiatt hígfolyós olvadékot adó szenek lepárlásakor jár előnnyel. Több, főleg Saar-vidéki kokszolóüzem választja a soványításnak ezt a módját. A karlingeni kokszolóban 15% kokszdarát kevernek 60% erősen plasztikus, nagy illórész tartalmú lotharingiai szénhez és 25% jól sülő Ruhr-vidéki kokszszénhez [2]. A dillingeni kokszolóban a Saar-vidéki gázszénhez 13% Krupp—Lurgi-kemencében előállított és finomra őrölt svél-kokszot kevernek [3]. A kokszőrlemény jelentősen növelheti a keletkező koksz dobszilárdságát, egyúttal azonban rendszerint fokozza a morzsalékonyságot is, főleg, ha fiatalabb alapszénhez keverik. Egyaránt ezt tapasztalták Lengyelországban [4] és a Német Demokratikus Köztársaságban is.

A koksz vagy félkoksz inert soványító adaléknak tekinthető, ezért hatása nagymértékben függ a szemnagyságától. Általában 0,5 mm-nél finomabb kokszőrleményt célszerű használni [5], [6]. A durvább szemű és nagyobb mennyiségben adagolt kokszadalék főleg a morzsalékonyságot rontja. Olyan kokszdara, melynek 95%-a volt 0,5 mm-nél és 70%-a 0,2 mm-nél finomabb, még 20%-nyi mennyiségben adagolva is javította a 26,9% illórész tartalmú kokszszénből előállított koksz dobszilárdságát, morzsalékonyságát és szemhullását. Ilyen nagy mennyiségű kokszdara — egyébként alacsony beszerzési ára miatt — gazdasági érdekből is használható [7]. Az aprókoksz teljes mennyiségét általában 1 mm-nél kisebbre őrlik. A karlingeni kokszolóban 0,2 mm-nél kisebb a koksz szemnagysága. A gelsenkircheni kokszoló minden nehézség nélkül őröl nedves kokszdarát is, kettős hengermalom segítségével 0,5 mm szemnagyság alá [8].

Ha a kokszolható szénelegyet helyesen állították is össze, igen sok nehézség származhat abból, hogy nem tudják a szénminőség egyenletességét biztosítani. A kokszoló eljárást egy ismert és állandónak feltételezett szénminőséghez alakítják. Ha megváltozik a szénminőség, akkor vagy a gyártás körülményein próbálnak — a lehetőségek határain belül — változtatni, vagy pedig a szénkeverék összetételét módosítják. Az ilyenfajta próbálgatások azonban csaknem kivétel nélkül a termelt koksz minőségének és főleg egyenletességének rovására mennek. Még a Ruhr-vidéken is igen kevés kokszoló van, melyben a termelt koksz dobszilárdsága csak ±1%-on belül ingadozik. A kokszolók 30%-ában az ingadozás ±2%, a többi kokszolóban ennél nagyobb, egyeseké még a 10%-ot is eléri [8].

A töltetkeverék megváltoztatására okot adhat a bányászott szén mennyiségének ingadozása, mely nehéz helyzetek elé állíthatja a központi elosztó szerveket. A lengyelországi Radlin-kokszolóban pl. 9 hónap alatt 149-szer változott meg a kokszolásra kerülő szénelegy összetétele [4]. A szénminőség ingadozása részben a nagy bányaüzemek fokozatos gépesítésére vezethető vissza. Egyik Ruhr-vidéki bányában, bár átlagosan csak 30%-ot tett ki a rosszul sülő szén hányada, egyes órákban ez a mennyiség 70%-ig emelkedett. Eközben a kokszszén illórész tartalma 18,7—23,5% között váltakozott [8].

A kokszolható szénelegy összeállításában gyakran követik el azt a hibát, hogy feleslegesen sok szénféleséggel dolgoznak. Pl. 15 lengyel kokszoló közül 4 üzem 3 fajta, 8 üzem 4—6 fajta, 2 gyár 7 féle és egy kokszoló 8 féle szénből állítja össze töltetkeverékét. A sok szénféleség egyidejű kezelésével megnövekednek a kirakodási nehézségek, nehezebbé válik a pontos mennyiségek adagolása, bonyolultabbá válik az egyenletes elkeverés, fokozódnak a szállítási nehézségek és feleslegesen terhelik a helyi vasúti csomópontokat.

Helytelen, ha több hasonló kokszolódó tulajdonságú szenet egyidejűleg raknak egy keverékbe. Nyilvánvaló, ha a szénféleségek nem egymás tulajdonságait egészítik ki, akkor tőlük minőségjavulás nem várható. A lengyel kokszolók szénkeverékében gyakran túltengenek a nagy plaszticitású szenek. A helyesen összeállított szénkeverék általában 3—4 szénféleségből áll.

A széntöltetkeverék őrlésével kapcsolatos kívánalmak

A töltetkeverékek összeállításában merészebb megoldások választhatók korszerű szénelőkészítő üzemben. Finom őrléssel a szénelegyet alkotó egyes szénfajták benső, egyenletes elkeverése nem valósítható meg. Régebben a kokszolók durva őrléssel kb. 10 mm alá csökkentették a szén szemnagyságát, majd egyre finomabbra őrölt szénkeverékek lepárlására került sor. Ma ott tartunk, hogy a kokszolható szénelegynek a Szovjetunióban és Franciaországban 90—92%-a, Lengyelországban 93—96%-a kisebb 3 mm-nél, a Ruhr-vidéken pedig 70—80%-a finomabb 2 mm-nél.

A finomra őrölt szén jobban összekeverhető, ezen túlmenően még a koksz repedezettsége szempontjából is előnyös. A finom szénőrleménnyel töltött kamrában kedvezőbbek a hővezetési viszonyok. A nagy szénszemcsék a kisebb részekhez viszonyítva egyenlőtlenül zsugorodnak, az emiatt előálló mechanikai feszültség annál nagyobb, minél jobban különböznek a részecskék méretei. Az őrlési finomság fokozása azonban csak egy bizonyos fokig jár előnnyel. A túlőrölt szénnek kedvezőtlenül csökken a térfogatsúlya, s a szén sávféleségeinek kokszolódó tulajdonságai különböző szemnagyságok mellett lesznek optimálisak.

Az őrlési finomság és a térfogatsúly összefüggése

A jó elkeverés útján homogénebb és mechanikailag szilárdabb koksz keletkezését lehetővé tevő finom őrlésnek kellemetlen velejárója a térfogatsúly csökkenése. Ha a 0—5 mm-es szén szemnagyságát további őrléssel 0—3 mm-re csökkentjük, akkor térfogatsúlya kb. 5%-kal, 0—1 mm-re őrölve pedig kb. 25%-kal csökken, feltéve, hogy a szemmegoszlás jellege nem változik meg. A kisebb térfogatsúly egyrészt a kokszolóüzem kapacitását rontja, másrészt előnytelen a koksz minősége szempontjából. Főleg a rosszul kokszolható szenek térfogatsúlycsökkenése okoz kokszminőség romlást [9]. A töltetben levő nagy hézagtérfogat miatt ui. bőven van lehetőség fúvódásra és a megfelelő duzzadás okozta nyomás, mely jobb összesülést ad, nem jön létre. A gyengén sülő szenek duzzadás okozta nyomása úgy is általában elégtelen, a kis térfogatsúly pedig még ezt a gyenge duzzadást is csökkenti. A közepesen kokszolható szenek dobszilárdsága alig változik, a morzsalékonysága azonban kisebb, ha a töltetnek nagyobb a térfogatsúlya. Jól kokszolható szenek kokszának a minősége nem függ a térfogatsúlytól, csak a kamrakapacitás csökken.

Aránylag akkor csökken legkevésbé a térfogatsúly, ha az előnytelenül nagy szemeket már nem tartalmazó szénőrleményben a közepes méretű szemek hiányoznak. Az optimális térkitöltés szempontjából ez a legkedvezőbb állapot. Ebből is nyilvánvaló, hogy egy szénőrlemény nincsen egyértelműen jellemezve azáltal, ha megmondjuk, hogy hány %-a hullik át pl. a 3 mm-es szitán. Csak a szemmegoszlás ismeretében lehetséges a pontos megítélése.

A szénőrlemény térfogatsúlyát a szemnagyság és szemmegoszlás mellett a nedvességtartalom is jelentékenyen befolyásolja. Általában 8—10% víztartalom ad legkisebb térfogatsúlyt. Kis mennyiségű (0,2—0,5%) dieselolaj vagy könnyű fűtőolaj hatására a térfogatsúly gyakorlatilag függetlenné válik a nedvességtartalomtól [10]. Amikor a szén térfogatsúlya 0- és 12% nedvességtartalmon belül 640 és 860 kg/m³ között változott, 0,2—0,3% olaj adalék hatására ez az ingadozás 740—760 kg/m³ közé korlátozódott [11].

Kis mennyiségű olaj adagolásával az is elérhető, hogy a térfogatsúly csak kevéssé függ a szén szemnagyságától. Az olaj térfogatsúly növelő hatása annál jelentékenyebb, minél finomabbra őrölt a szén.

Ez a felismerés rendkívül nagy jelentőségű a gyenge sülőképességű gázszenek kokszgyártásra való felhasználásával kapcsolatban. Lehetővé teszi, hogy finom őrléssel ideális kokszolódó feltételeket teremtsünk számukra anélkül, hogy a kis térfogatsúly hátránya megnyilatkozna. Igen meggyőző az a kísérlet, mikor mosott aprószenet (15% 1 mm alatt, 35% 1—3 mm, 20% 3—5 mm, 30% 5 mm felett) 90%-ban 3 mm-nél és 30%-ban 0,5 mm-nél finomabbra őröltek. 0,5% olajat használva az őrölt szén térfogatsúlya 15,3%-kal nagyobb volt, mint az olajozatlan széné, és így az olajozott őrölt szén térfogatsúlya elérte az őrületlen mosott szén térfogatsúlyát [10].

A szénolajozás további előnye, hogy növekszik a malom teljesítménye, csökken az őrlési energia, javulhat a koksz szilárdsága, az olaj bomlása következtében növekszik a gázhozam, megrövidül a töltési idő, az olajozott mosott szén nem fagy meg és az olajozás megakadályozza a bunkerokban és a feldolgozógépek holt tereiben a szén összetapadását. Valamennyi felsorolt előny nem minden szén feldolgozása során jelentkezik ugyan, kétségtelen azonban, hogy az olajozás komoly segítséget jelent a finomra őrlés és a gyengén sülő szenek kokszgyártásra való felhasználásában.

A szén egyes sávféleségeinek legkedvezőbb őrlési finomsága

Régóta ismeretes, hogy a szén egyes sávféleségeinek kokszolódó tulajdonságai eltérőek. A vitritet tartják a legjobban lágyuló szövetelemnek. Ha ez elegendő mennyiségben van jelen, a kevésbé lágyuló vagy inert petrográfiai alkotókkal is homogén olvadékot képez és megfelelő szilárdságú kokszot ad [12]. A durit és főleg a fuzit soványító anyagként viselkedik [13]. Nagy gyakorlati jelentősége volt annak a felismerésnek, hogy az egyes sávféleségek kokszolódó tulajdonságai a szemnagyság függvényében számottevően — és az egyes szövetelemek különbözőképpen — változnak. Ennek felderítésében *Szapozsnyikovnak* [14] és *Burstleinnek* [15] nagy érdemei vannak.

A lágyuló alkotók (elsősorban a vitrit) nagysága legyen nagyobb a kokszolásra kerülő szénelegyben, mert finomra őrlésétől kokszolódási készsége kedvezőtlenné válik. A túlzott őrléstől bekövetkező sülőképesség csökkenést *Sziszkov* önsoványításnak nevezi [16]. Ezért a szénkeverék jól kokszolható alkotóját nem őrlik 3—5 mm-nél finomabbra. A nem lágyuló inert összetevők azonban nem lehetnek nagy szemnagyságban jelen. Ezeknek a már természetüktől fogva is rosszul kokszolható sávféleségeknek nagyobb darabjai különösen károsak, mert az újraszilárduláskor feszültségeket idéznek elő és a kokszszemek gyenge pontjait képezik. Az inert alkotók finomra őrölt állapotban a megolvadás alkalmával be tudnak épülni a kokszvázba [17] és a kokszminőséget rontó hatásuk kevésbé, vagy egyáltalában nem érvényesül [18]. A szénkeverékek összeállításakor az inert elegy összetevőkben gazdag szénféleséget 1—2 mm-es szemnagyságra célszerű őrölni.

A túlságosan finomra őrlés megint csak nem kívánatos. Túlőrlés alkalmával ui. a nem lágyuló részeknek olyan nagy lesz a felülete, hogy az olvadó, kokszolódó-képes alkotók mennyisége esetleg már nem elegendő ahhoz, hogy szilárdan beágyazzák, ez pedig a kokszminőség romlását vonja maga után. Ennek igazságát az is bizonyítja, hogy a Roga-módszer annál kisebb sülőképességet szolgáltat, minél finomabbra őrlik az antracitot [19].

Az optimális kokszolódás feltételeinek tehát olyan szénelegy tesz eleget, mely a jól kokszolódó

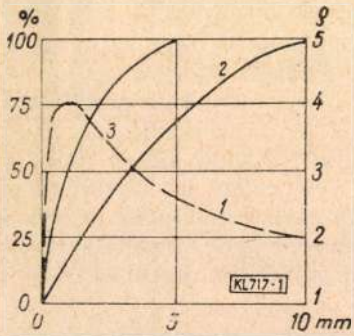
részeket nagyobb, az inert vagy gyengén sülő elegyösszetevőket pedig finomra őrölt szemekben tartalmazza. Ilyen összetételű őrlemény a szokásos aprítás alkalmával nem keletkezik. Ennek ellenkezője sokkal inkább előfordul márcsak azért is, mert a lágyuló, jó kokszolódóképességű alkotók puhábbak, az inert és gyengén sülő elegyösszetevők pedig keményebbek, ezért közönséges őrlés alkalmával előbbiek a finomabb, utóbbiak pedig a durvább frakcióban dúsulnak fel. Hogy a kívánt cél elérhető legyen, a szénőrlésnek és előkészítésnek különleges módszereit kellett kifejleszteni. A kíméletes aprítóberendezések és a szelektív szénelőkészítés vittek közelebb a kérdés megoldásához.

A szénőrlés gyakorlata

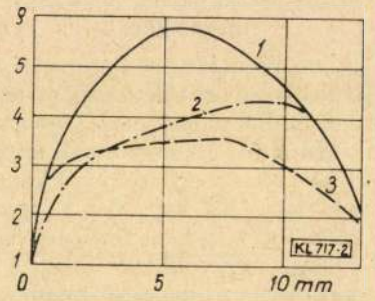
A szénőrlő berendezéseknek az a feladatuk, hogy a szénkeverék szemnagyságát egy megadott felső határ (pl. 3 mm) alá csökkentsék. Ugyanakkor törekedni kell arra, hogy az őrlemény lehetőleg kevés egészen finom, porszerű frakciót tartalmazzon, mert elsősorban a jól lágyuló összetevők fajlagos felületének növekedése, de az inert alkotók túlságos növekedése is a koksz minőség romlását okozza. A szénőrlésnek tehát kíméletes feltételek mellett kell végbemenni. A szénelőkészítő üzemekben használatos malmokkal ezt a feltételt általában igen nehéz teljesíteni. A legtöbb kokszolóműben kalapácsos malommal őrlik a szenet. Ritkábban használt őrlőberendezés a centrifugálmalom és újabban a röpítőmalom.

Ezek közül a kalapácsos malom dolgozik a legelőnytelenebbül, mivel túlőrölt terméket szolgáltat. A centrifugálmalom működése kedvezőbb.

Jellegzetesen mérsékelt őrlést végez a röpítőmalom. A szitával ellátott kalapácsos malom őrleménye mutatja a legkedvezőbb képet. Ettől a malomtól azonban a szita eldugulásának veszélye miatt idegenkednek. Mind a kalapácsos, mind pedig a centrifugálmalomnak az a hibája, hogy inkább azokat a szemeket aprítja, melyek már úgyis elegendően finom szemnagyságúak. Ennek a jelenségnek figyelemmel kísérésére igen alkalmas a redukciós görbe, melyet szita elemzés adataiból szerkeszthetünk meg. Megállapítjuk, hogy milyen szemnagyságig ment át a feladott anyagnak és az őrleménynek 10, 20, 30 .... 100%-a. Az azonos áthullott anyagmennyiséghez tartozó feladott szén szemméretét osztjuk az őrlemény szemméretével.



1. ábra. Őrlemények redukciós görbéi
1 = redukciós görbe, 2 = őrletlen szén, 3 = őrlemény



2. ábra. Különféle malmok őrleményeinek redukciós görbéi
1 = centrifugál malom, 2 = szitával ellátott kalapácsos malom, 3 = röpítőmalom

Az így kapott hányadosok a redukciós indexek, ezeket a feladott anyag szemnagyságának függvényében ábrázolva kapjuk a redukciós görbét. Az *1. ábrán* látható, hogy a redukciós görbe a malom működésére jellemző többé-kevésbé meredek emelkedés után maximumot ér el, majd fokozatosan csökken. A *2. ábra* a centrifugálmalomban, a szitával ellátott kalapácsos malomban és a röpítőmalomban keletkezett őrlemény redukciós görbéjét mutatja. A centrifugálmalom redukciós görbéjének van a legnagyobb maximuma. Legjobban a középső és kevésbé a kisebb szemnagyságú részeket aprítja, leginkább pedig a nagy szemeket kíméli meg. Ez utóbbi igen előnytelen, ezek a durva szemek kívánnák a legintenzívebb őrlést. A röpítőmalom kíméletesebben őröl, azonban görbéjének jellege hasonló, itt is tovább őrlődnek a már elegendő finom szemek.

A szitával ellátott kalapácsos malom redukciós görbéjének maximuma ezzel szemben a durva szemnagyság tartományban van. Itt a már eleve finom szemek jelentős része megmenekül a további aprózódás alól. A különböző őrlőhatás az őrlemények térfogatsúlyában is kifejezésre jut. A három őrlemény közül a centrifugálmalomhoz viszonyítva a röpítőmalomé 3,5, a szitával ellátott kalapácsos malomé 6,5%-kal nagyobb döngölt térfogatsúlyú volt.

A szénőrlés korszerűsítésének egyik módja az utóbbi időben az volt, hogy a legáltalánosabban használt kalapácsos malmokon bizonyos átalakításokat végeztek. Lengyelországban például eltávolították a kalapácsos malmokból a rostélyokat, ami által nagyobb teljesítmény volt elérhető és csökkent az őrlemény portartalma [20]. A kalapácsok számának változtatásával Lengyelországban és a Szovjetunióban [21] egyaránt foglalkoztak.

A fejlődés egy másik megnyilvánulása, hogy bizonyos fokig elterjedtek a röpítőmalmok. Ezek a szénszemet hozzáröpítik egy ütköző felülethez, ahol azok több-kevesebb részre törnek. A többi malomban többször egymásután érheti a szénszemcsét inzultus, itt ennek a lehetősége, tehát a túlőrlés veszélye is sokkal kisebb.

Ha a szénelegy nagy része fiatalabb, kis sülőképességű szénből áll, igen finomra őrlés szükséges, amit egy lépcsőben általában nem sikerül elérni. Ekkor kétlépcsős őrlésre van szükség, amikor nagy mennyiségű port tartalmazó, előny-

telen szemmegoszlású őrlemény keletkezik, tehát egyoldalúan csak a szemnagysággal szemben támasztott követelményt elégítik ki, a szemmegoszlásra pedig nincsenek figyelemmel.

Szelektív szénelőkészítés

A szénelőkészítés korszerűsítése a kokszolóüzemben leginkább a szelektív szénelőkészítés valamely módozatából áll. Szelektív szénelőkészítés alatt azt értjük, hogy vagy az egész szénelegyet különböző szemfrakciókra bontjuk és ezeket külön-külön őröljük (esetleg egy frakciót nem őrölve változatlanul hagyunk) végül pedig a frakciókat egyesítve és gondosan összekeverve kapjuk a kokszolható szénelegyet, vagy pedig a töltetkeveréket alkotó egyes szénféleségeket egymástól függetlenül, külön-külön készítjük elő és keverést csak a legvégén végzünk, amikor további őrlőműveletre már nem kerül sor. A szelektív szénelőkészítés előnyei a következők :

A legnagyobb szemek mérete leszorítható anélkül, hogy a szenet túlőrölnék. Nagyobb térfogatsúly érhető el. A különböző petrográfiai alkotók olyan szemnagyságban vannak jelen a szénőrleményben, mely kokszolódásuk szempontjából a legelőnyösebb (a jól lágyuló részek nagyobbak, az inert vagy rosszul sülő összetevők kisebbek). Nagyobb mennyiségű, egymagában nem kokszolható szénféleség felhasználása válik lehetővé.

A szénelőkészítés régi elve, mely szerint a szénféleségeket először keverni, azután őrölni kell, ma már feltétlenül túlhaladott. Ilyenfajta munkamenet figyelmen kívül hagyja többek között, hogy a töltetkeverék összeállítására használt szénféleségek rendszerint eltérő szemnagyságúak, ezért különböző mérvű őrlést kívánnak. Az eltérő szemnagyságú részekből összetevődő keverék együttes őrlése alkalmával az eredetileg durvább szemek később is a nagyobb szemfrakciókban dúsulnak fel, a finomabb részek pedig tovább aprózódva túlnyomórészt a legkisebb szemnagyságú frakcióban gyűlnek.

Teljesen azonos a helyzet, ha a töltetkeveréket alkotó szénféleségeknek eltérő a keménysége. Minden malom hajlamos arra, hogy a kemény szenet durva szeműnek hagyja meg, a lágyat pedig porráőrölje. Az eltérő keménységből eredő differenciálódás nemcsak szénkeverékek őrlése során lép fel, hanem a szenet alkotó sávféleségek eltérő keménysége miatt egyetlen szénfajta aprítása alkalmával is többé-kevésbé élesen jelentkezhet. *Burstlein* [16] a duritot tízszer keményebbnek találta, mint ugyanannak a szénnek a vitritjét.

Az őrlemény finom szemfrakcióiban a vitrites, a nagyobb méretű szemekben pedig a duritos, illetve inert részek dúsulnak fel [22]-[25]. A petrográfiai alkotók közül a duritnak a legnagyobb az illórész tartalma, ezért a nagy illórész általában a durvább szemfrakciókban jelentkezik. Az egyes sávféleségek szemnagyság szerinti szelektálódása nagy mértékben függ attól is, hogy milyen berendezésben végezték az őrlést. A kalapácsos malom jobban szelektál, mint a centrifugálmalom [25]. Ilyen szempontból legelőnyösebb a röpítőmalom, melynek őrleményében sokkal kevésbé szelektálódnak a szén egyes sávféleségei a szemnagyság függvényében, mint a többi elterjedtebb malomban [10], [26], [27].

A szelektív előkészítésnek egyszerű módja, mikor a töltetkeveréket alkotó szénféleségeket külön-külön őrlik, majd az őrleményeket egyesítik. Ebben az esetben a szokásos berendezésekkel a szén szelektíven előkészíthető.

Az általánosabban használt szénféleségek közül a kovácsszén igen kemény, hosszadalmas őrlést és nagy őrlési energiát kíván. A lágy zsírszén jelenti a másik végletet, míg a gázszenek őrlési szilárdsága középütt van.

A különböző keménységű szénféleségek szelektív őrlése jelentős energia megtakarítással járhat. A baglajszki kokszolóban megváltoztatva az eredeti eljárást, a gázszenet külön kalapácsos malomban őrölték 93%-ban 3 mm alá. A már megőrölt gázszenet keverték a zsírszénnel és így juttatták az utóőrlő kalapácsos malmokba, melyek teljesítménye az eredeti 170 t/óráról 250 t/órára volt növelhető. A megváltozott körülmények között a munkát 3 műszak helyett 2 műszakban el lehetett végezni és egy malmot tartalékba lehetett helyezni. A villamosenergia megtakarítás 14%-ot tett ki [21].

A töltetkeveréket alkotó szénféleségek fajtánkénti külön-külön őrlését Lengyelországban is szorgalmazzák [28]. Ennek egyik módja, ha kétlépcsős őrlés alkalmával az első őrlést végzik szeparáltan, ezután kevernek és másodszor már a szénkeveréket őrlik. Ilyenkor az észszerű feltételek között megvalósított első őrlés eredményeit a közös második őrlés megsemmisítheti. Ezért helyesebb, hogyha a második őrlést is fajtánként külön végzik (a jó sülőképességű elegyösszetevővel ez esetleg nem is szükséges) és a keverést csak legutoljára végzik el.

A szelektív szénelőkészítés fejlettebb módozatai azok, melyek közbeeső szitálással dolgoznak. A már elegendő finomságú szemeket elkülönítik és csak a durva szemeket őrlik tovább. Ennek a munkamódszernek az ipari megvalósítására csak akkor kerülhetett sor, mikor a nedves szénőrlemény szitálását gyakorlatilag megoldották. *Burstlein* elektromos fűtésű szitákkal ért el jó eredményt [29]. Szabadalma szerint Franciaországban több szelektív szénelőkészítő üzemet építettek. A Német Szövetségi Köztársaságban, Olaszországban, Svájcban, Indiában ugyancsak létesült hasonló üzem, a Szovjetunióban, a Német Demokratikus Köztársaságban és Lengyelországban pedig alapos kísérleti munka folyik az eljárás ipari bevezetésének vizsgálatára.

(Folytatjuk)

Fejlesztési tervek a vas- és acéltermelés növelésére a második ötéves tervben[1]

Dr. MOSSÓCZY RÓBERT

DK : 669.1.001.6(439.1)

A népgazdaság általános fejlesztésében kétségkívül elsőrendű fontosságú a népgazdaság vas- és acéltermékekkel való ellátása s ezzel összefüggésben a vas- és acélipar fejlődése. Nem túlzás, hogy az emberi haladás szempontjából a vas, illetve az acél igazi *nemes fém*. Az acél és termékei olyan tulajdonságokkal bírnak (húzószilárdság, kopásellenállás, keménység, rugalmasság stb.), amelyekkel más fémek és ötvözetek nehezen tudnak versenyezni. Jelenlegi ismereteink szerint az acélnak, illetve ötvözeteinek más anyagokkal való tömeges helyettesítése még megoldatlan. Természetesen vannak és lesznek olyan területek, ahonnan az acél kiszorul, de az így felszabaduló acélmennyiségnél jóval nagyobbak az új acéligények. A vaskohászat vezető szerepe a világ fémtermelésében előreláthatólag még hosszú időn át megmarad.

A magyar vas- és acélgyártás fejlődése a felszabadulás óta

Mielőtt rátérnék a második ötéves terv vaskohászati vonatkozásainak tárgyalására célszerű egész röviden áttekinteni a hazai vaskohászatnak a legutóbbi másfél évtizedben megtett útját.

A felszabadulás a vaskohászatunkat éppen úgy, mint iparunkat általában rendkívül leromlott állapotban találta. Nyersvastermelésünk 1945 második felében alig tett ki többet a háború előtti termelés 1/12-énél, acéltermelésünk pedig az 1938. évi szintnek csupán 1/4-ét érte el. A diósgyőri vasgyár bombatalálatot kapott, a nagyolvasztók lefagytak, és más üzemek is súlyosan megrongálódtak. A diósgyőri és az ózdi gyárból több termelő és meghajtó berendezést leszereltek, másokat megsemmisítettek, s az áramfejlesztő berendezéseket szétszerelték, a vágányhálózatot felrobbantották.

A legnagyobb nehézségeket azonban a súlyos alapanyag hiány okozta. Ebben a nehéz helyzetben nagy jelentőségű volt vaskohászatunk szempontjából az 1945 őszén kötött magyar—szovjet kereskedelmi egyezmény, amely egyebek között zömében biztosította a vaskohászat ellátását vasérccel és kohókoksszal.[2]

Közvetlenül a felszabadulás után a vaskohászat termelését a jóvátételen kívül az ország gazdasági élete, elsősorban pedig a közlekedés helyreállításához szükséges anyagok (sín, vasúti kapcsolószer, híd és mozdonyanyag stb.) gyártása kötötte le.

Az első hároméves terv időszakában a vaskohászat már számottevő beruházásokat kapott. Ezek a beruházások nem nagyszabású, új termelőberendezések létesítésére irányultak, hanem a meglevő üzemek korszerűsítésére és jobb kihasználására. A meglevő berendezések jobb kihasználására irányuló törekvések helyesnek bizonyultak ; Diósgyőr, Ózd, Csepel vasgyáraiból egyre több acél és hengereltárú áramlott az országba a háború okozta sebek eltüntetésére, hidak, vasutak, üzemek, lakóházak újjáépítésére [4].

A célkitűzések teljesítésének eredményeként jóval az 1938. évi fölé emelkedett a vaskohászat termelése. Az elért eredmény szemléltetésére az *1. táblázat* szolgál.

1. táblázat

Az 1938. és 1949. évi termelés szembeállítása (1000 t)

Megnevezés	1938. évi termelés	1949. évi termelés	Index 1938 = 100%
Nyersvas	335	411	123
Nyersacél	647	860	133
Hengereltacél .	361	472	131

A hároméves terv alatt elért eredményeinkre támaszkodva az első ötéves terv már az ország szocialista iparosítását tűzte ki feladataként. Ehhez természetesen közelebbről kellett megvizsgálni a vaskohászat fejlődésének kilátását is.

Hazánk közismerten a feketefémek termeléséhez szükséges alapanyagokban szegény, e tekintetben geológiai kutatások erősítésétől sem várható lényeges javulás, s adottságaink energiahordozókban is kedvezőtlenek. Ugyanakkor kétségtelen volt az is, hogy az ország iparosítása nem képzelhető el a belföldi vas- és acél-fogyasztásának számottevő növekedése nélkül. Egyre élesebben vetődött fel a kérdés : hogyan, illetve honnan látható el a gépipar és más ágazatok a fejlesztésük és folyamatos termelésükhöz egyaránt szükséges vas- és acélipari termékekkel.

A növekedő belföldi szükséglet kielégítésére a következő lehetséges változatok vetődtek fel :

1. az 1949-ben létrehozott KGST szervezet keretén belül a nyersanyagokban bőven ellátott országokból, elsősorban a Szovjetunióból, vagy valamelyik népi demokráciától beszerezni a szükséges vas- és acél késztermékeket,

2. hasonlóan beszerzés tőkés relációból ,

3. a hazai kohászati termelési bázis bővítése, számolva a kohókoksz és a vasérc behozatal megfelelő növekedésével.

Vizsgáljuk meg közelebbről mind a három lehetőséget.

1. A szocialista táboron belül a Szovjetunió rendelkezik a legnagyobb kohászati bázissal.

[1] Ebben a tanulmányban a vas- és acélgyártáson belül a szűkebb értelemben vett vaskohászattal foglalkozom, s nem térek ki a vas- és acélöntészet, valamint a kovácsolóipar fejlesztésére. A tanulmány az MSZMP VII. Kongresszusán jóváhagyott irányelvek alapján összeállított részletes számítási anyagra támaszkodva készült s a fejlesztés néhány legfontosabb kérdését tárgyalja.

[2] Szovjetunió szállitmányai 1945-ben az akkori magyar vasércszükséglet 40, kokszszükségletnek pedig 50%-át fedezték.

Kohászati termelése már 1948-ban a második helyet foglalta el a világon. A Szovjetunió a második világháború után hatalmas erőfeszítést tett szétrombolt nyugati kohászati bázisainak helyreállítására. Az ország acéltermék szükséglete szinte kielégíthetetlen volt.

A környező népi demokratikus országokat hazánkhoz hasonló gondok foglalkoztatták. Így az iparosítás akkori szakaszában egyik ország sem volt abban a helyzetben, hogy acélipari termeléséből rendszeresen lényeges mennyiséget adjon át a másik állam számára.

2. A másik lehetőség lényege a tőkés országokból való behozatal. De évi 300—500 ezer tonna hengereltacél importja, a választéktól függően 40—70 millió $ további devizakiadást jelentett volna, ami mind devizális okokból, mind pedig a tőkés piac bizonytalansága miatt (válság, áringadozások, embargó stb.) járhatatlannak mutatkozott.

3. A harmadik lehetőség a meglevő vaskohászati bázisunk bővítése, korszerűsítése és egy új vaskohászati gyár építése volt, feltételezve, hogy a baráti államokkal való együttműködés keretében az alapanyagok biztosíthatók.

A magyar vas- és acélipar fejlesztésére ez utóbbi változat bizonyult helyes útnak. Így került újból előtérbe egy új vasmű építése [4]. A hároméves terv idején, amikor a szocialista termelési viszonyok között megindult az ország gyors ütemű iparosítása, az acéltermékek belföldi felvevőpiacának ugrásszerű bővülésével lehetett és kellett számolni. Ezeket szem előtt tartva a a gazdasági vezetés 1948-ban határozatot hozott, hogy a magyar ipar általános fejlesztésének keretében, a vasipari termékekben egyre élesebben mutatkozó hiány fedezésére, korszerű vasművet kell építeni. Az új vasmű kapacitását végső kiépítésében évi 1 millió tonna acélban állapították meg.

Az üzembehelyezés előbbrehozatala, valamint a beruházási terhek csökkentése végett, s figyelemmel a szükségletek várható fokozatos növekedésére, a két lépcsős (500—500 ezer t) kivitelezés mellett döntöttek.

Az elmondottak alapján az első ötéves tervben (1950—1954) fejlesztettük a hazai termelő berendezést. A nyersvastermelés növelésére a Lenin Kohászati Művekben és a Dunai Vasműben egy-egy 700 m³-es nagyolvasztót helyeztek üzembe. Új acélgyártó kemencék épültek a diósgyőri és a csepeli acélművekben, félkapacitással üzembehelyezték a Dunai Vasmű martinacélművét. A hengereltáru-termelés növelésére elkészült a Lenin Kohászati Művekben az új középsor.

Az új termelőberendezések létesítése mellett fontos szerepet játszott a meglevő berendezések jobb kihasználása is, elsősorban a kiegészítő berendezések korszerűsítése, kisgépesítés, az acélgyártó kemencék fürdőmélységének növelése stb.

Mint ismeretes, az első ötéves tervet a közbejött gazdaságpolitikai változások miatt a vaskohászatban sem teljesítettük. Az iparág azonban így is hatalmas mértékben fejlődött. 1954-ben nyersvastermelésünk 251, acéltermelésünk 230, hengereltacél termelésünk pedig 226%-kal haladta meg az 1938. évi termelési színvonalat.

A tervidőszakban ugrásszerűen megnőtt belső szükségletet vaskohászatunk alapjában kielégítette, bár egyes termékfajtákban állandó hiány mutatkozott.

Az első ötéves tervidőszakot követő években a népgazdaság teherbíróképességének megfelelően folytatódott a vas- és acélgyártás fejlesztése, elsősorban a már megkezdett fejlesztési programok befejezése útján. Így, hogy csak a legfontosabbakat említsük, a Dunai Vasműben 1955-ben egy újabb martinkemencét, 1956-ban egy kokszolóblokkot, ércelőkészítőművet, 1957-ben a második 700 m³-es nagyolvasztót, 1957—1959. években a vegyiüzemeket, 1960-ban egy további martinkemencét, a második kokszolóblokkot és a meleghengerművet helyezték üzembe.

1960-ra a legfontosabb kohászati termékek termelése 1938-hoz viszonyítva több mint háromszorosára, 1949-hez viszonyítva pedig két és félszeresére emelkedett *(2. táblázat)*.

2. táblázat

A legfontosabb vaskohászati termékek termelése 1938—1960 között (1000 t)

	Nyersvas	Nyersacél	Hengerelt-acél
1938.	335	647	361
1949.	411	860	472
1954.	843	1492	819
1960.	1246	1885	1233
	Az 1938. év %-ában		
1949.	123	133	131
1954.	252	230	227
1960.	372	291	341

A vaskohászat fejlesztése a második ötéves tervben (1961—1965)

A Magyar Szocialista Munkáspárt VII. Kongresszusán elfogadott irányelvek szerint : *„A kohászati termelést elsősorban a korszerűbb értékesebb kohászati termékekből kell növelni, hogy minőségben és választékban jobban kielégítse a korszerű gépgyártás és gépimegmunkálás követelményeit"* [1]. A második ötéves terv vonatkozó vaskohászati számítási anyaga szerint 1965-ben a nyersvas termelés több mint 45%-kal, a nyersacél termelés kb. 50%-kal, a kohókoksz termelés pedig több mint 90%-kal fogja meghaladni az 1958. évi termelés szintjét.

Alapanyagellátás

Vasérc

A vaskohászati termelés tervezett emelkedése természetesen feltételezi a nyersanyag behozatal növekedését, bár a hazai alapanyag forrást is igyekszünk bővíteni. A hazai vasérc bányászatban a csekély készlet miatt a barnavasérc termelés növelésével nem számolhatunk.

A vasércen kívül lehetőségünkhöz képest az eddiginél nagyobb mértékben kívánjuk felhasználni a vastartalmú ipari melléktermékeinket, elsősorban a kénsavgyártásból származó piritpörköt és a timföldgyártás melléktermékét, a vörösiszapot.

Kohókoksz

A második ötéves terv időszakában kohókoksztermelésünk előreláthatólag megkétszereződik, s ehhez az alapanyag szükséglet nagyobbik felét hazai termelésből kívánjuk fedezni. A pécsi és a komlói szén elegyéből gyártott koksz megfelelő, a hazai gyártású kokszot már eddig is kedvező eredménnyel használták fel a Dunai Vasműben.

Nyersvastermelés

Nyersvastermelésünket az irányelvek szerint 1958-hoz képest 45%-kal kell növelni. A termelést a meglevő nagyolvasztókban 1965-re 1,6 millió tonnára tervezzük növelni, amihez lényegesen javítani kell a nagyolvasztók kihasználását. Erre minden lehetőségünk megvan. (A szovjet kohóüzemekben új, nagy teljesítményű nagyolvasztók építésével, az eljárás tökéletesítésével — a gőz és az oxigén felhasználás növelésével stb. — a hasznos térfogat átlagos kihasználási mutatóját az 1958. évi 0,77 m³/t-ról 1965-re 0,70-re tervezik javítani [3]).

A mi nagyolvasztóink hasznos térfogatkihasználási mutatója 1959-ben 1,23 m³/t volt. S ha nem is gondolhatunk a szovjet vaskohászatban elért eredmények elérésére, szovjet tapasztalatok alapján mégis van arra lehetőségünk, hogy a kapacitások jobb kihasználásával, új nagyolvasztók építése nélkül is megvalósítsuk a tervezett 45%-os termelésnövelést.

A nagyolvasztók nagysága (térfogata) és a kapacitáskihasználási mutató között szoros összefüggés van. Az 1959. évi tonnánkénti 1,23 m³-es országos átlag mellett a nagyolvasztók átlagos térfogata 501 m³ volt.

Ezért azt tervezzük, hogy a nagyolvasztókat a soron következő nagyjavítások alkalmával folyamatosan nagyobb térfogatura építjük át, a régieket 500, a 700 m³-eseket pedig 800 m³-re. Ezzel 1965-re nagyolvasztóink átlagos hasznos térfogatát a jelenlegi 501-ről 580—600 m³-re növelhetjük. (A szovjet vaskohászat 1958. évi 0,77 m³-es mutatóját 844 m³-es átlag mellett érték el és 1965-re 1115 m³ kohóátlagot terveznek [3].)

A nagyolvasztók termelésnövelésének fontos feltétele a betétanyag előkészítésének megjavítása. Az egyenlőtlen összetételű alapanyagellátás ugyanis zavarja a nagyolvasztók üzemét, egyenetlen kohójáratot ad. A vasércek osztályozásával átlagosításával és darabosításával a kis vastartalmú és kohósítás szempontjából kedvezőtlen ércek alkalmasabbá válnak a nyersvasgyártásra. Így a betétanyagok előkészítésével növelhető a nagyolvasztók termelése, tüzelőanyag takarítható meg, csökken a szállópor és egyéb hulladék veszteség, s egyúttal jobb és egyenletesebb minőségű nyersvas csapolható.

Az elmúlt tíz évben az ország valamennyi nagyolvasztóműve mellett létesítettünk ércdarabosító művet. Az egyes nagyolvasztóművek kapacitása azonban nincs összhangban a melléjük telepített darabosítóművek kapacitásával, ezért nagyon egyenetlen az egyes nagyolvasztóművek ellátása darabosított érccel. 1959-ben a darabosított ércek aránya országos átlagban az ércelegyben 51,1% volt.

Ezen belül a Dunai Vasműben 82,9%, az Ózdi Kohászati Üzemekben 30,3%, a Lenin Kohászati Művekben pedig 34,9% volt a darabosított érc részaránya. A borsodi kohóművek ércelőkészítése még nincs megoldva. A nagyolvasztóművek helyszűke miatt, továbbá a gazdaságosságot szem előtt tartva a két művet közösen kiszolgáló külön telepített ércelőkészítő és darabosító mű létesítésével kívánjuk a kérdést megoldani. Ennek részleges üzembehelyezésével — a termelés 45%-os növekedése mellett 1965-re az 1960. évi 51,1%-ról 60—65%-ra kívánjuk a nagyolvasztók elegyében a darabosított ércek arányát növelni. Ez a teljes üzembehelyezés után 85—90%-ot fog növekedni. (A Szovjetunióban a kohóbetétben a darabosított érc részaránya 1958-ban 75% volt, és a részarányt 1965-re pedig már 90%-ra tervezik növelni [3].)

Ezenkívül az üzemi kísérletek során bevált korszerű eljárások széleskörű bevezetését tervezzük. Például a befujtatott levegő hőmérsékletének emelése lényeges kokszmegtakarítást jelent.[3]

A nyersvas minőségét a nagyolvasztón kívül való kéntelenítéssel, valamint kis mangántartalmú nyersvas gyártásával tervezzük javítani. Ezenkívül oxigénnel dúsított levegő és földgáz felhasználására is gondolunk. Ezek a korszerű eljárások részben termelés növekedést, részben fajlagos tüzelőanyag csökkentést hoznak. A korszerű eljárásokkal a fajlagos kohókoksz fogyasztást az 1959. évi 1091 kg/t-ról 960—980 kg-ra lehet csökkenteni.

Nyersacél-termelés

Nyersacél termelésünket 1965-ig az irányelvek szerint 1958-hoz képest 50%-kal kell növelni. Az 1965. évre tervezett 2,4 millió tonna termelést meglevő martin- és elektrokemencéinkkel kívánjuk elérni, ezért a jelenlegihez képest jelentősen javítani kell az acélgyártó kemencék kapacitás kihasználását. Meglevő acélműveink közül az ózdi acélművet korszerűsítjük, a diósgyőri acélműben összhangot teremtünk, a kemence-, a daru- és az öntőcsarnoki kapacitás között, valamint korszerűsítjük a martin-kemencék adagolását.

A martinacél-gyártás szakaszos folyamat, amely lényegében három részre bontható: 1. az adagolás, 2. a beolvasztás és a frissítés, 3. csapolás.

Az acélgyártó kemencék jobb kihasználása érdekében a tervidőszakban korszerűsítjük a

[3] Irodalmi adatok szerint az alsóbb hőmérsékleti határokban a hőmérséklet 100 C°-kal (pl. 400 C°-ról 500 C°-ra) való emelésétől 8,5 százalék kokszmegtakarítás várható.

szilárd betétanyagok berakási rendszerét, fokozzuk a berakási sebességet és emeljük a berakandó szilárd anyag térfogatsúlyát. El kell érni a m^3-enkénti 1,2—1,4 tonnás térfogatsúlyt. Ebből a célból korszerűsítjük az acélhulladék feldolgozást. Az elmúlt két évben épített forgácsőrlő berendezés elegendő a keletkező szálasforgács megőrlésére. Új nagyteljestményű bálázóprést is üzembe helyezünk.

A beolvasztási időnek csökkentésére és a frissítés gyorsítására egyre nagyobb mértékben rátérünk az oxigén használatára. Az oxigénnek a martinacélgyártásban való gyors, széleskörű terjedésére jellemző, hogy míg a Szovjetunióban 1958-ban az összes acél termelés 25,4%-át termelték oxigén felhasználásával, addig 1965-re ez az arány — a terv szerint — el fogja érni a 70%-ot.

A korszerű acélgyártó eljárás oxigén-szükségletének fedezésére oxigéngyárat létesítettünk az Ózdi Kohászati Üzemekben, A tervidőszakban további oxigéngyárat építünk a Dunai Vasműben.

Az Ózdi Kohászati Üzemek oxigéngyárában óránkénti 1500 m^3 teljesítményű berendezést telepítettünk. A Dunai Vasműbe legalább 5000 m^3/óra teljesítményű mutatkozna célszerűnek. (A Szovjetunióban pedig már olyan berendezéseket terveznek, amelyek 35 000 m^3/óra teljesítményűek.)

Mivel hazánkban a villamos energia önköltsége aránylag magas, csak az ózdi üzemi eredmények alapján lehet majd véglegesen eldönteni, hogy milyen gazdasági eredménnyel jár hazai viszonyok között az oxigénnek martinkemencékben való felhasználása. Az említett eljárásokkal úgy kívánjuk javítani a kapacitáskihasználást, hogy a martinkemencék egy m^2 fürdőfelületére jutó acéltermelés a jelenlegi 5,8 t/óráról 1965-re 20—25%-kal emelkedjék. (A Szovjetunióban ez a mutató 1958-ban 7,6 t volt és 1965-re 8,7 t elérését tervezik [3].)

A második ötéves tervidőszakban a Dunai Vasműben egy új acélmű építésének megkezdését tervezzük. Az acélgyártó eljárások közül az oxigénes konverterezés látszik célszerűnek.

A konverterekben egy 30—35 tonnás adag kikészítési ideje 25—30 perc, míg a hasonló méretű Martin-kemencékben 6—8 órás az adagidő.

Hátránya a konverteres eljárásnak a nagyobb Fe-veszteség. A jó minőség elérésére nagy tisztaságú 99,5%-os oxigén szükséges. Az előnyök azonban túlnyomóak, amit az is bizonyít, hogy az oxigénes acélgyártás rohamosan terjed az egész világon.

Hengereltacél-termelés

Eddig azokat a módszereket ismertettem, amelyekkel a második ötéves terv időszakában a nyersvas és a nyersacél-termelést kívánjuk fokozni. Ezeken a területeken nem hozunk létre új termelőkapacitásokat, hanem a meglevők kihasználását javítjuk. Ezzel szemben a hengereltacél-termelés növeléséhez már a meglevők korszerűsítése mellett új termelőkapacitások létrehozására is törekszünk.

Figyelemreméltó ebből a szempontból a vaskohászat fejlesztésére fordított beruházások szerkezeti alakulása *(3. táblázat)*.

3. táblázat

A vaskohászati beruházások szerkezete 1947—1965. között %-ban

Fejlesztés céljának megjelölése	1947—1949.	1950—1956.	1957—1960.	1961—1965. terv
Kokszolómű	—	7,0	7,0	0,2
Ércelőkészítés	17,2	4,4	1,0	7,0
Nagyolvasztóművek	3,9	8,6	0,8	3,0
Acélművek	12,4	8,4	14,1	16,0
Hengerművek	7,2	11,6	48,2	46,7
Ebből: meleghengerlés	3,5	10,8	33,0	16,2
hideghengerlés	3,7	0,8	15,2	30,5
Acélcsőgyártás	—	3,1	1,0	3,4
Egyéb melegüzemek (vas- és acélöntödék, kovácsüzem)	15,8	1,4	3,0	1,7
Kohászati erőművek	10,3	9,4	2,4	0,2
Egyéb energiaszolgáltatás	7,3	7,5	2,4	4,0
Szállítás és közlekedés	9,7	13,7	1,5	5,9
Egyéb ipari beruházás	13,8	21,7	15,6	7,5
Tűzállóanyagipar	2,4	3,2	3,0	4,4
Vaskohászati beruházás összesen	100,0	100,0	100,0	100,0

A vaskohászati beruházások szerkezeti vizsgálatából jól következtethetünk az egyes terv időszakok fejlesztésére. Míg az elmúlt tervidőszakokban a beruházások jelentős részét a nagyolvasztók és az acélművek fejlesztésére fordítottuk, addig a hengerlő kapacitás bővítése háttérbe szorult. Az 1950—56. években erre a célra az összes beruházásoknak mindössze 14,7%-át fordítottuk. Ezzel szemben az 1961—1965. években a vaskohászati beruházások 50%-át új hengerművek építésére, valamint a meglevők korszerűsítésére, és gyártmányválasztékuk bővítésére fordítjuk.

4. táblázat

A meleg hengersorok életkorának és termelésének százalékos megoszlása az üzembehelyezés időpontja szerint

É v	1959. XII. 31-ig üzembehelyezett hengersorok	1959. évi termelés %	1965. XII. 31-ig üzembehelyezendő hengersorok	1965. évi tervezett termelés %
1850—1880.	4,1	5,9	4,0	3,4
1881—1900.	16,7	13,2	16,0	11,8
1901—1910.	16,7	9,5	16,0	5,3
1911—1920.	16,7	21,2	16,0	15,6
1921—1930.	20,8	11,9	20,0	7,8
1931—1940.	16,7	19,9	16,0	14,4
1941—1950.	—	—	—	—
1951—1959.	8,3	18,4	8,0	15,4
1960—1965.	***	***	4,0	26,3
Összesen	100,0	100,0	100,0	100,0

Közismert, hogy hengersoraink legnagyobb része korszerűtlen, gépesítési fokuk alacsony. A termelés szerkezete nem felel meg az igényeknek. A második ötéves tervben tervezett beruházásokkal e tekintetben már lényeges változást tudunk elérni.

A hengersorok átlagos életkora szerinti megoszlásáról meggyőződhetünk, ha azok üzembehelyezési időpont szerinti összetételét vizsgáljuk. Ugyancsak érdemes közelebbről megnézni a hengersorok üzembehelyezési időpontja alapján az egyes hengersorok termelésének részesedését az összes melegen hengerelt acélból. Az *4. táblázatban* Magyarország összes melegen hengerelt acélt termelő hengersorát és azok termelését korelosztás szerint csoportosítottuk.

A táblázat szerint míg 1959-ben a termelés felét az 1850 és 1920 között létesített hengersorok szolgáltatták, amely kormegoszlás szempontjából az összes hengersorok 54,2%-át képviselték, addig ezeken a hengersorokon 1965-ben már csak a termelés 36,1%-át tervezzük.

Igaz ezeket a hengersorokat már többször korszerűsítették (villamosították a meghajtást, gépesítették az anyagmozgatást stb.), mégis ezek elavult kis kapacitású hengersorok. Jellemző, hogy a Dunai Vasmű meleghengerműve tízszer annyit termel, mint az Ózdi Kohászati Üzemek középlemezsora, a Lenin Kohászati Művek új 1955-ben üzembe helyezett középhengerműve 8—9-szer termelékenyebb a régi immár 70 esztendős középsornál. 1965-ben már az összes termelés 41,7%-át 1950. után üzembehelyezett hengersorok fogják adni.

A hengereltacél-termelés az elmúlt tíz évben jelentősen, az 1938. évinek több mint háromszorosára nőtt, összetétele azonban a szükségletekkel ellentétes irányban változott.

1949 óta lényegesen csökkent a lemeztermelés, különösen pedig a finomlemeztermelés részaránya. Így lemez, s elsősorban finomlemez-termelésünk nem fedezte a hazai szükségletet, ennek folytán évek óta jelentős mennyiségűt kellett importálnunk.

A lemeztermelés további növelésére az új vasműben lesz lehetőség. A Dunai Vasműben két hengermű épül a meleg- és a hideg-hengermű, amelyek szorosan kapcsolódnak egymáshoz, de a meleg hengermű maga is bocsát ki kész hengerelt lemezt [2].

A meleghengerműben évenként mintegy 500 ezer tonna hengerelt acéllemez termelhető, amely nagyrészben a későbbi években üzembehelyezendő hideghengermű kiinduló alapanyagául fog szolgálni. A hideghengermű tervezett üzembehelyezésével megoldjuk a hazai feldolgozó ipar finomlemez ellátását. A jelenlegi évi 80—100 ezer tonnányi importot majdnem teljes egészében meg tudjuk szüntetni, sőt az első években feleslegünk is lesz, amit a KGST-n belül, számunkra is kedvező hengereltacél profilcsere révén fogunk hasznosítani. A hideghengermű üzembehelyezése évenként közel 15 millió $ lemez importot fog feleslegessé tenni. De a továbbiakban pl. 5—6 év mulva — a belföldi fogyasztás jelentős emelkedése miatt — a jelzett megtakarítás háromszorosával számolhatunk [5].

A Dunai Vasmű nagyteljesítményű lemezsorainak üzembehelyezése előtt nem számíthatunk a finomlemez-termelés növekedésére. Hengereltacél-termelésünk szerkezeti összetétele a meleg- és a hideghengermű üzembehelyezésével, illetve teljes felfutásával változik meg lényegesen [5].

A Dunai Vasmű meleg- és hideghengerművének üzembehelyezése tehát azt jelenti, hogy míg 1958-ban az összesen termelt hengereltacélnak 24,3%-a volt lemez, addig a hengerművek teljes felfutása után ez az arány meg fogja haladni a 46%-ot. Ez az arány megfelel a fejlett ipari országok színvonalának. Ennél nagyobb, vagy hasonló részesedési arányt ez idő szerint csak az Egyesült Államok és Japán kohászatában találunk (az előbbié meghaladja az 50%-ot, az utóbbié kb. 45%).

A lemeztermelésen belül jelentős arányváltozás lesz a durva- és finomlemezek között. Míg 1958-ban a finomlemez-termelés részesedése az összes hengereltacél termelésen belül 7,4% volt, a durva- és középlemezé pedig 16,9%, addig a vasmű hengerműveinek teljes felfutása után a finomlemez-gyártás részaránya 20,1%-ra nő.

Acélcső termelés

Magyarországon a felszabadulás előtt a Weiss Manfréd gyárban termeltek acélcsövet és a 30-as évek elején már egy aránylag eléggé teljes csőgyár működött. A felszabadulás után is itt került sor a termelés növelésére. Így 1950-ben a nagyhengersor, az új csőgyárban 1952-ben egy gyors pilgersor, 1953-ban pedig egy új csőnyomópad került üzembehelyezésre.

A hegesztett acélcsőtermelés kezdeti lépései a WM gyárban és a Roessemann Harmatta cégnél találhatók meg. A működő berendezések kistermelésűek részben kísérleti jellegűek voltak. E tekintetben a termelési kapacitás bővítésére — a korszerűsítéstől eltekintve — a felszabadulás után nem került sor. A hazai, 1938—1960. évek közötti acélcsőtermelés fejlődést az *5. táblázatban* közöljük:

5. táblázat

A hazai acélcsőtermelés fejlődése 1938—1960 között (1000 tonna)

Évek	Melegen hengerelt acélcső	Hegesztett acélcső
1938	38	—
1949	46	5
1954	92	11
1960	135	13
1949 : 1938 %	122	—
1960 : 1938 %	360	—
1960 : 1949 %	294	278

Külföldön acélmegtakarítás érdekében a gáz-, forr- és szerkezeti acélcsövek gyártásában a csökkentett falvastagságokra tértek át. A külföldi szabványok bevezetése hazánkban fajlagosan kb.

20—25 százalék acélmegtakarítást ad. Erre utal az acélcsőtermelés világstatisztikája is *(6. táblázat)*.

6. táblázat

Néhány ország acélcsőtermelésének szerkezete (összes acélcsőtermelés 100 százalék)

Ország	Az összes acélcső megoszlása			
	1938.		1954.	
	varratnélküli	hegesztett	varratnélküli	hegesztett
Egyesült Államok	46	54	39*	61
Anglia	46**	54	43	57
Franciaország	66	34	52	48
Olaszország	95***	5	84	16
Magyarország	100	—	90	10

* 1953., ** 1937., *** 1936—1938. átlag.

A hazai acélcsőgyártás egyik legszembetűnőbb lemaradását akkor látjuk, ha az acélcsőgyártás szerkezetét vizsgáljuk. A fejlett nagyiparral rendelkező országok hegesztett acélcső termelésének részesedése az összes csőtermelésükből többszöröse a hazai részesedésnek. Ez néhány ipari szerkezeti sajátosságon túlmenően, mint például az olajbányászat stb., annak következménye, hogy a gazdaságosabban termelhető hegesztett acélcsövek sok területről kiszorították a varratnélküli acélcsöveket (járműipar, kazáncsövek stb.) s új fogyasztók léptek fel, mint pl. építőipar. A hazai 9—10%-os részesedés mellett 1954-ben Angliában 57, az Egyesült Államokban 61, Franciaországban pedig 48% volt a hegesztett acélcsövek részaránya [6].

Az elmaradás felszámolására a Csepel Vas- és Fémművekben és a Dunai Vasműben csőhegesztő berendezések üzembehelyezését tervezzük. Így elérjük azt, hogy a varratnélküli acélcsőgyártás mérsékelt fejlesztés mellett 1965-re az összes acélcsőtermelésen belül az elektromosan hegesztett acélcsövek részesedési aránya az 1960. évi 8,2 százalékról 1965-re 38—40 százalékra emelkedjék.

Egyéb kohászati fejlesztés

A lemeztermelés fejlesztéséhez hasonlóan jelentős változást tervezünk az ötvözött acélok gyártásában is. A gépgyártás szerkezeti változása, első sorban a vegyipari és az élelmiszeripari gépgyártás fejlesztése és a golyóscsapágy-termelés fokozása nyomán egyre több ötvözöttacél szükséges. Ezért az ötéves tervidőszak alatt ötvözött hengerelt acél termelésünket megkétszerezzük, ennek megalapozására a Borsodnádasdi Lemezgyárban új, modern hengerművet létesítünk az ötvözött acéllemezek gyártására korszerű hengerlő eljárással és hőkezelő berendezésekkel.

Általános cél, hogy a rendelkezésre álló acélból értékesebb késztermékét, illetve továbbfel dolgozásra alkalmas terméket termeljünk. A hidegen hengerelt széles szalagacélok termelésének elterjedésével az egész világon előtérbe került a szalagokból közvetlen alakos szelvényhajlítás. Az ilyen alakos hajlító berendezésen kész ablaktokokat és kereteket, U, I és egyéb különleges szelvényeket stb. lehet gyártani. A hajlított szelvények termelésének meghonosítása kettős eredménnyel jár. A vaskohászatban jelentős mértékben javítja a fajlagos késztermék kihozatalát, a felhasználó iparágakban pedig sok acél takarítható meg ezáltal. A Dunai Vasműben a közeljövőben üzembehelyezünk egy alakos hajlítógépet.

Hazai viszonyok között az előregyártott betonelemek acélhuzalszálai nagykeresztmetszetű, kisszilárdságú huzalok. Külföldön már elterjedt a nagyszilárdságú, kis átmérőjű acélhuzalok használata, ami 30—40% anyagmegtakarítást jelent. A hazai viszonyok között való tömeges elterjedését a gyártási kapacitáshiány akadályozta. Ennek megszüntetése érdekében a miskolci December 4 Drótművekben nagyarányú bővítést tervezünk. Így biztosítani tudjuk, hogy már 1965-re 1959-hez viszonyítva hatszorosára növeljük az építőipar előfeszített acélhuzal ellátását.

Ezek alapján a második ötéves tervben jelentősen növeljük a hidegen hengerelt termékek gyártását. 1965-ben már az összes melegen hengerelt acél 15—16%-a továbbmegmunkálásra kerül, míg 1959-ben az arány mindössze 12% körül mozgott.

Nemzetközi együttműködés a vas és acélgyártásban

Mint ismeretes, a szocialista országok gazdasági együttműködési rendszerén belül szoros együttműködés alakult ki a KGST-ben résztvevő országok vaskohászata és a magyar vaskohászat között.

Szocialista partnereink — elsősorban a Szovjetunió — szilárd nyersanyagbázist biztosítottak vaskohászatunk fejlesztéséhez is. Vasérc és kohókoksz szükségletünk zömét a szocialista tábor országaival kötött hosszú lejáratú kereskedelmi szerződés keretében fedezzük.

A KGST fennállása óta a résztvevő országok és elsősorban a Szovjetunió, mint vezető kohászati ország nagy segítséget és sok értékes tanácsot adtak.

Korszerű kohászati berendezéseink túlnyomó részét a Szovjetunióból szereztük be. Az elmúlt tíz évben végrehajtott beruházások, korszerűsítések és egyéb fejlesztések nyomán a vaskohászatban szovjet gyártmányú,, vagy szovjet tervek alapján itthon készült berendezésekkel gyártjuk a hazánkban termelt kohókoksz 100, a darabosított érc 80, a nyersvas 75, az acél 25 és a hengerelt acél 35 százalékát.

Az előttünk álló tervidőszakra a KGST országok már egyeztették fejlesztési terveiket. Az európai népi demokratikus országok 1958-hoz viszonyítva 1965-ig 60—70 százalékkal növelik a vaskohászat termelését. Magyarország szerényebb, 40—50 százalékos növekedést tervez.

A második ötéves tervidőszakban szükséges legfontosabb alapanyagok behozatala már szintén biztosított. A KGST 11. ülésszaka megtárgyalta a vaskohászati nyersanyag-bázis fejlesztését. Például a Szovjetunió a tervidőszakban majdnem meg-

kétszerezi az európai népi demokráciáknak szállított vasérc mennyiségét.

Így a Szovjetunió vasércszükségletünk 95,6 százalékát fogja szállítani 1965-ben. A Szovjetunió, Csehszlovákia és Lengyelország távlati feketeszén és kohókoksz termelési tervüket úgy állították össze, hogy figyelembevették a magyar vaskohászat igényeit is. Így például 1965-ben a kohókoksz importnak 56 százalékát a Szovjetunióból, 22—22 százalékát pedig Lengyelországból, illetve Csehszlovákiából biztosítjuk.

A KGST vaskohászati állandó bizottsága nemcsak a fejlesztési terveket egyezteti, hanem sok új módszer bevezetéséről is gondoskodik a termelékenység, a gazdaságosság és a minőség további javítása céljából.

Ezek alapján a nyersvas kén- és szilíciumtartalmát csökkentő gyártási eljárást vezetnek be nagyolvasztóinkban. A martinkemencék kapacitáskihasználásnak javítására tett javaslatok alapján, a már kidolgozott eljárás révén öt év alatt 20—25 százalékkal növelhető a Martinkemencék egy m^2-ére jutó termelés.

A hengerművek termelésének további növelését célozza a hengereltacél gyártás szakosításáról hozott határozat. Eszerint a résztvevő országok az adottságaiknak leginkább megfelelő hengerelt acélfajták termelését növelik.

A hengerművek kapacitásának észszerű kihasználása érdekében kialakuló profilcseréből, valamint kooperációs tevékenységből Magyarország is jelentős mértékben kiveszi részét. Ezen lehetőségek kihasználásán túlmenően a hazai szükséglet biztosítása érdekében a vas- és acélkésztermékek importjának növekedését is tervezzük.

A vaskohászat fejlesztésével kapesolatos elgondolásokat, fejlesztési célokat természetesen még további gondos műszaki és gazdasági vizsgálatokkal kell megalapozni. A legfontosabb az, hogy az egyes elgondolások összhangban legyenek az általános fejlesztési programmal és a népgazdaság reális anyagi lehetőségeivel.

Mindenesetre a vaskohászati termelés szerkezeti átalakulását a lehető leggyorsabban meg kell valósítani, hogy ezáltal a vaskohászat lépést tartson a hazai feldolgozó ipar igényével, mennyiségben és minőségben egyaránt. Ily módon nemcsak a vaskohászat színvonalát emelhetjük, hanem jelentős mértékben hozzájárulhatunk a feldolgozóipar, elsősorban a gépipar színvonalának, gyártási kultúrájának növeléséhez is.

IRODALOM

[1] A MSZMP KB irányelvei gazdasági feladatainkról és a második ötéves terv elkészítéséről. Budapest 1959.

[2] *Árkos Frigyes—Dr. Kismarty Lóránd:* A lemezgyártás jövője a Dunai Vasműben: Kohászati Lapok, 1957. 8—9. szám.

[3] *Hlebnyikov, V.:* A vaskohászat alapvető feladatai az 1959—1965 közötti időszakra. Planovoje hozjásztvo Moszkva, 1959. III.

[4] *Dr. Mossóczy Róbert:* A vas- és acélgyártás fejlődése Magyarországon 1945—1960. Kandidátusi disszertáció (Kézirat).

[5] *Dr. Mossóczy Róbert:* A Dunai Vasmű népgazdasági jelentősége. Kohászati Lapok 1960. 11.

[6] The European Steel Pipe and Tube Industry. United Nation's Economic Commission for Europe. Genova 1955.

[7] Statisztikai Évkönyv 1949—1956, 1957, 1958, 1959. Központi Statisztikai Hivatal, Budapest.

Egyesületi hírek

Elnökségünk 1961. június 9-én ülést tartott.

Az ülésen megjelentek: *Lévárdi Ferenc* elnök, *dr. Gyulai Zoltán, dr. Tarján Gusztáv, dr. Verő József, dr. Zámbó János* alelnökök, *Selmeci Béla* főtitkár, *Heinrich József, Árkos Frigyes* főszerkesztők, *Bencze László, Bódi Gábor, Gagyi-Pálffy András, Gál Zoltán, Fekete Sándor, Hegedüs Ferenc, Horváth Antal, Kemény Kornél, Kövess Elemér, Serfőző Iván.*

Az elnökség megtárgyalta *Selmeci Béla* főtitkár beszámolóját, melynek alapján a következőket vetették fel:

A jövőben a pályázatokra konkrétabb feladatokat kell kitűzni. A lapokban az idegennyelvű rezümét is közölni kell. A Műszaki Életben többet kell hallatni az Egyesület munkájáról. A legközelebbi választmányi ülést szeptember folyamán fogjuk tartani. A lapok segítése érdekében az egyes szakosztályok munkája alapján egy szakbizottság állítsa össze a lapok bírálatát. A Gesellschaft Deutscher Berg- und Hüttenleute meghívására képviseltetni fogjuk magunkat a közgyűlésükön. A szabványosításban az Egyesület a Szabványügyi Hivatalnak segítséget nyújt. A nyár folyamán a Veszprémben tartandó nyári egyetemi vándorgyűlésen részt veszünk. Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület ipari energiagazdálkodási konferenciáján részt veszünk s azt támogatjuk. Még egyéb különféle kisebb ügy megvitatása után *Lévárdi* elnök az ülést bezárta.

Á. F.

Fémkohászati Szakosztályunk *magyaróvári csoportja* ismét megkezdte működését a májusi vezetőségválasztás után. A megnyitó keretében *Nagy Albert* az egyesület új titkára ismertette a helyi csoport célkitűzéseit.

N. A.

Vaskohászati Szakosztályunk keretében működő *kovács-szakcsoport* havonként ismétlődő összejövetelét június 6-án Diósgyőrben tartotta. A résztvevők autóbuszokkal utaztak Diósgyőrbe. Megérkezés után a Lenin Kohászati Művek nagykovácsműhelyébe látogattak, ahol *Valkó Márton* igazgató és a műhely vezetősége bemutatta a szovjet hosszúlejáratú hitel keretében beérkezett és üzembeállított 2 és 10 tonnás kovácsmanipulátort. Ezt követően szakszerű ismertetés mellett megtekintették a nagykovácsműhelyt, majd a gyár Műszaki Klubjában a vendéglátó *Valkó Márton* igazgató egyesületünk helyi csoportja nevében üdvözölte a kb. 150 kovács szakemberből álló hallgatóközönséget. *Bilek Károly* gyárrészlegvezető-előadó részletesen és szakszerűen vázolta a nagykovácsműhely rekonstrukcióját, valamint a rekonstrukció befejezésével várható önköltségcsökkentést és minőségjavulást. Előadása után *Regéczy Emil* kohómérnök vetítettképes előadása következett, melyben a helyszínen megtekintett szovjet manipulátor működését részletesen ismertette.

Latinák István

Adatok a Sopron-Magashídi vasolvasztó telepről

HEGEDÜS ZOLTÁN—NOVÁKI GYULA

DK: 669.162.041(439.1)„00/03"

1952-ben a soproni erdő Magashíd-nevű részén útjavítást végeztek, ennek során a hegyoldalban vassalakot és fúvóka darabokat találtak. 1952 októberben a soproni Liszt Ferenc Múzeum a jelzett helyen ásatásokat végzett, amikor is feltárták egy vasolvasztó maradványait. Ugyanakkor további két olvasztókemence-rom jelenlétét is megállapították. Ezek feltárására nem került sor.

Az ásatás eredményét *Nováki* ismertette rövid közlemény keretében [1], és *Sodró* is érintette a Sopron-környéki vaskohászattal foglalkozó tanulmányában [2]. A leleteket műszakilag azonban mind ez ideig nem vizsgálták meg.

1956 augusztus 7—11-e között a Kohászat Történeti Bizottság *Nováki Gyula* vezetésével és *Korompai Győző* irányításával újabb ásatást végzett Magashidon és ennek során feltárták az 1952-ben megállapított két másik olvasztó helyét is.

1959. évben a Kohászat Történeti Bizottság szerzőkkel elvégeztette a két ásatás során előkerült három olvasztómaradvány leleteinek részletes műszaki tudományos vizsgálatát és feldolgozását. Tanulmányunkban az elvégzett vizsgálatok eredményét, valamint a belőlük levont tanulságokat foglaltuk össze.

A salak leletek egyszerű szemrevételezése, valamint *Sodró* [2] részéről végzett elemzés is egyértelműen bizonyította, hogy vassalakokkal van dolgunk. Sopron környékén a vaskohászatnak nagy múltja van és napjainkig számos vassalak, bucavas, fúvóka, kemence-maradvány került elő [2]—[5]. E leletek korát *Romwalter* [4] — főleg *Baarb* [6] munkájára támaszkodva — Hallstatt-La Téne korúnak tartja.

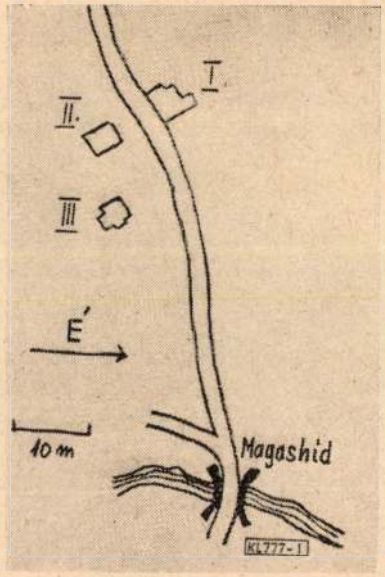
A Sopron Sztálin-téri kemence ezzel szemben kétséget kizáróan római korabelinek bizonyult [2]. A Magashídról előkerült olvasztó maradványokat — bár kormeghatározó lelet nem került elő — Nováki [1] kelta—római korúaknak feltételezte.

Sopron környékén a vaskohászat a római birodalom bukása után, ha vissza is esett, de a középkorban tovább folytatódott. Ezt bizonyítja a Kányaszurdokban előkerült vasbuca vizsgálati eredménye [7], továbbá egyes oklevelek homályos utalása is [8]. *Baarb* [6] és *Sodró* [2] részéről idézett irodalom szerint a vasérc bányászat és kohászat jelentősége ezen a vidéken egészen az 1700-as évekig megmaradt.

A két ásatás során előkerült összesen 80 darab fúvóka, több mázsányi különböző salak, kiégett, részben elsalakosodott faldarabok, kevés faszén és kevés érc is. Maguk az olvasztók teljesen elpusztultak és jelenlétüket csak az erősen kiégett agyagfoltok jelzik. Kormeghatározásra alkalmas leletet egyik ásatás során sem találtak.

A kormeghatározás céljából megpróbáltunk *Baarb* munkájára [6] támaszkodni. *Baarb* vasolvasztó lelőhelyeket bemutató térképén ui. ([6] 7. ábra) kitűnik, hogy Magashíd az Oberpullendorf terület Rittzing-i vaskohászati terület keleti szárnyát képezi. Sajnálatos módon *Baarb* Rittzingre vonatkozólag csak nagyon szegényes adatokat közöl, kormeghatározást nem ad meg, így ezen az úton sem jutottunk előre. Ezért a kemencemaradványok műszaki vizsgálatából levonható tanulságok és más olvasztókkal történő összehasonlításra voltunk kénytelenek szorítkozni.

A kemencemaradványokat I, II, III. jelzéssel láttuk el. Ezek a szűk völgyben folyó pataktól kb. 30—40 m távolságra helyezkedtek el kb. 15 m magasságban a jelenlegi vízszint felett, a meredek hegyoldalon levő kis teraszon.



1. ábra. Sopron-magashídi ásatás vázlatos helyszínrajza

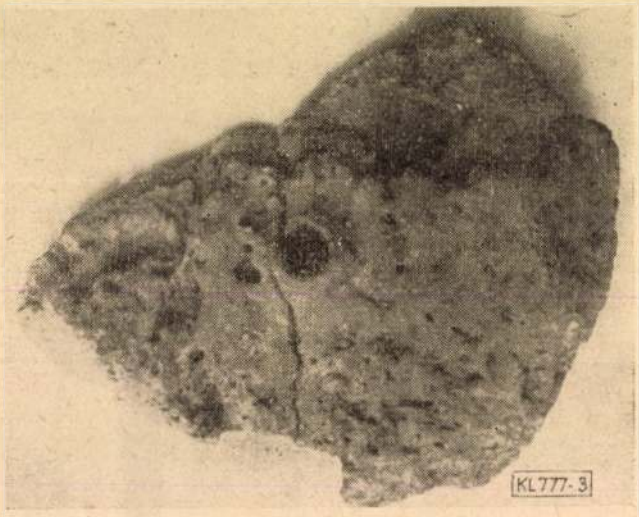
Az *1. ábra* a helyszínrajzot mutatja be vázlatosan. A kemencék egymástól 10—15 m távolságra voltak.

Az ásatás helyén, — az ásatási naplók tanúsága szerint [9] — a salakok és egyéb kemencefal maradványok kb. 4—6 m^2-es kis területről kerültek elő. A salakréteg vastagsága 20—30 cm közt változott és csak helyenkint érte el az 50 cm-t. Alatta 20—30 cm-es vörösre kiégetett földréteg következett.

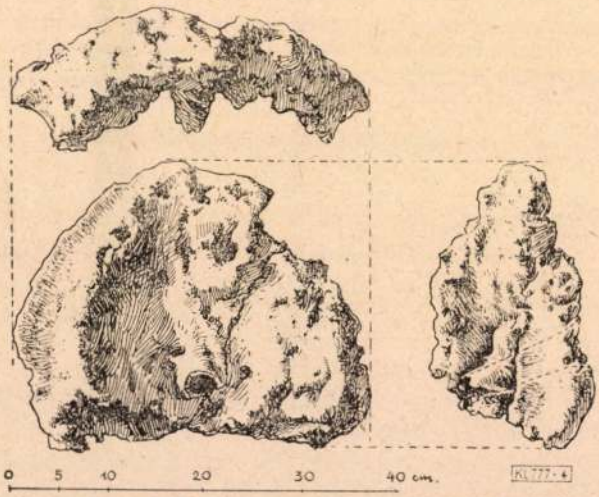
Az ásatások során helybenálló falazatot nem találtak. Viszont előkerült több 30—40 cm-es falazat-darab, melyekből bizonyos következtetések levonhatók a kemence méreteire. *Nováki* 80—100 cm körüli átmérőt becsült [1].

Az 1952-es ásatáskor az I. olvasztóhelyről előkerült két nagyobb falazat darab, melyek mindegyikében meglehetősen ép fúvóka volt. Egyik faldarab képét elöl-, hát-, oldal- és felülnézetben a *2., 3., és 4.* ábrán láthatjuk. Alaphossza: 35 cm, magassága 30 cm. Az alaprész belül erősen elsala-

2. ábra. Magashídi I. olvasztóhelyen előkerült mellfalazat külső felülete



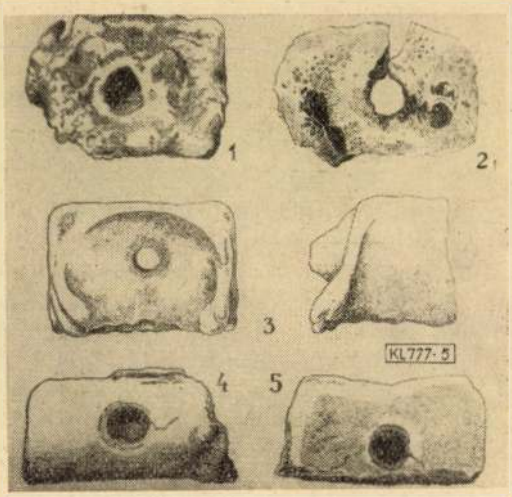
3. ábra. A 2. ábrán bemutatott mellfalazat kemencetér felöli elsalakosodott felülete



4. ábra. Magashídi I. olvasztóhelyen előkerült mellfalazat elől-, oldal- és felülnézete

kosodott és 20—30 mm-re elvékonyodott, egyébként a vastagsága 80—110 mm közt változott. Az ív alakú rész mindkét oldalán kb. 20—24 cm-es hosszúságban lapos háromszög alakú benyomódást lehet felismerni.

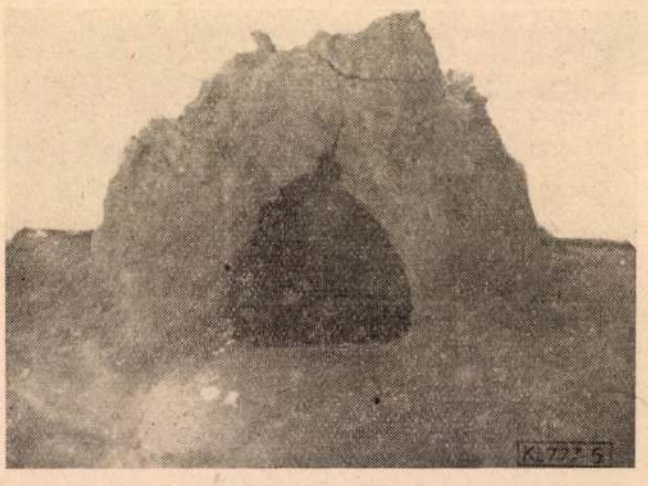
Első ránézésre e falazat darab bizonyos hasonlatosságot mutat *Pleiner* [1] részéről bemutatott római-korabeli fúvókatartó téglákkal: *5. ábra.*



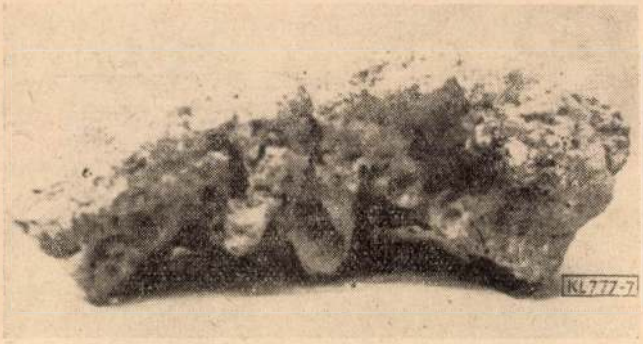
5. ábra. Különböző római korabeli fúvóka téglák Pleiner, R. nyomán [10] *(1 = Oberdielfen, 2 = Trupbach, 3 = Alschen, 4—5 = Mont Benvray)*

Alaposabb vizsgálat során azonban kiderül, hogy a falazatdarab lényegesen különbözik azoktól. Az első főkülönbség a méretekben van. *Pleiner* által Csehországban talált római-korabeli fúvóka tartó téglák[7] (Düsenziegel) kicsinyek: 5×8×12 cm és kiképzésük is meglehetősen más, ezért a falazat darabokat nem tekinthetjük fúvókatartó téglának.

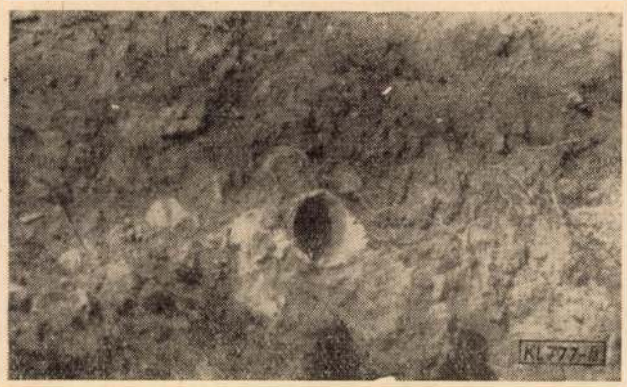
Rendeltetésüket könnyen megértjük, ha pillantást vetünk a Sopron Sztálin-téri építkezésen 1955-ben előkerült római vasolvasztóra: *6. ábra.* Ez jellegzetes nyitott mellű kemence, ami a római-



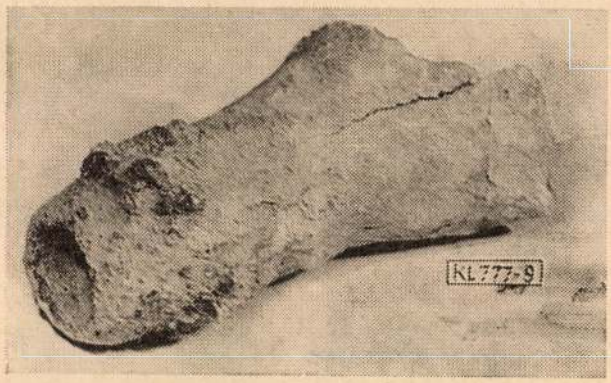
6. ábra. Sopron Sztálin tér 1. sz. alatti építkezésen előkerült római korabeli vasolvasztó



7. ábra. *Magashídi I. olvasztóhelyen előkerült ívelt mellfalazat felülnézetben*



8. ábra. *Magashídi II. olvasztóhelyen előkerült fúvóka*



9. ábra. *Magashídi fúvóka*

korabeli vasolvasztók között ritka és csak pár helyről ismeretes [11].[1]

A rómaiak két típusú zárt mellű bucakemencét használtak [10]. Az egyik típusnak a feneke ki volt mélyítve, a másiké nem. Minden bucitás után a vasolvasztót ki kellett javítani és a sok javítás miatt aránylag gyorsan tönkrementek. (A bucakemence üzemét itt nem ismertetjük, mert már több magyar nyelvű közleményben megtalálható [2], [7], [12].) A 6. ábrán látható olvasztóból a kész bucát könnyen ki lehetett emelni, mert ehhez elegendő volt a mellfalazat eltávolítása, miközben a falazat sértetlen maradt.

[1] Megjegyezzük, hogy a kemence környékén mellfalazatdarabok nem kerültek elő.

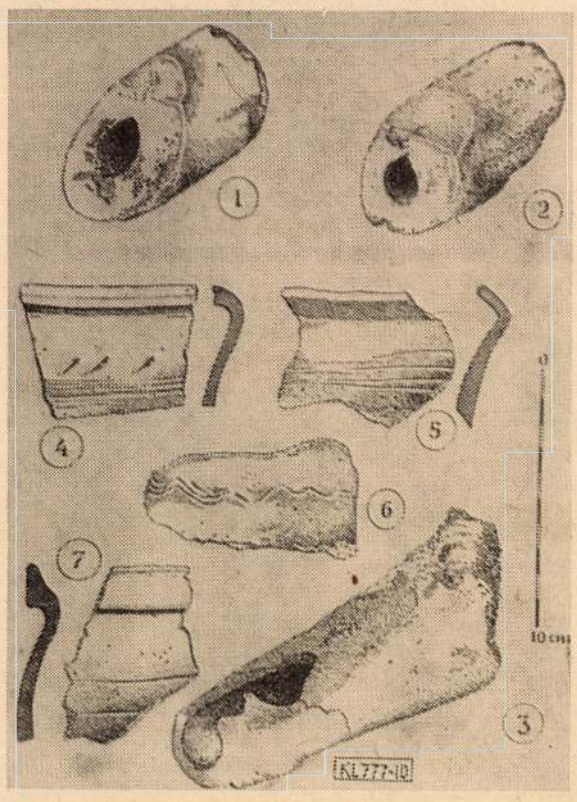
A Sztálin-téri olvasztó körszelvényű, fenék átmérője 36 cm, torok átmérője 22 cm. Jelenlegi magassága 60 cm. A mellnyílás méretei : hossza 23 cm, magassága 21 cm. Az olvasztófenék hátrafelé 17 cm mélységig lejt. Ez utóbbi tény nagyon fontos, mert ebből arra lehet következtetni, hogy a fúvóka megfelelő beállításával kemény acélt is tudtak benne előállítani.

Összevetve a Magashídon talált falazat darabokat a 6. ábrán látható olvasztóval, könnyű felismerni, hogy ezek az egykori mellfalazat épségben megmaradt darabjai, melyeket minden olvasztás után eltávolítottak. A lapos háromszögalakú lenyomatokat a kemencenyílás okozta. Maga a mellfalazat kissé ívelt *(4. és 7. ábra)*.

Feltételezve a magashídi és soproni olvasztók méretarányosságát, kiszámítottuk a magashídi olvasztók fenék átmérőjét és ez 55 cm-nek adódott, szemben a görbületből meghatározott 80—100 cm-es átmérővel. Amíg a soproni kemence olvasztótere kb. 50 liter volt, addig a magashídi olvasztóval 90 literes olvasztótérrel számolhatunk.

Az ásatások során összesen 80 darab fúvóka került elő : az I. olvasztónál 25 darab, a II—III. olvasztónál 55 darab. Ezek nagy része meglehetősen ép volt. A 8. ábra az ásatás közben előkerült egyik ép fúvókát mutatja.

Valamennyi fúvóka azonos típusú és méretű. Hossza 110—120 mm, külső vége tölcsérszerűen erősen kiszélesedik *(8. ábra)*, maximális átmérője 70—80 mm, falvastagsága 5—8 mm. A kemencébe torkolló rész külső átmérője 20 mm. A furat elhe-



10. ábra. *Csehországi római korabeli fúvókák Pleiner nyomán* [10]

lyezkedése kissé excentrikus és a cső ferdén le volt vágva. *(9. ábra)*. Falvastagsága itt 12—18 mm-re növekedett. A fúvókák nagyon hasonlítanak *Pleiner* [1] részéről leírt római-korabeli fúvókacsövekhez *(10. ábra)*.

A fúvókák barnásvörösre voltak kiégetve. Finoman iszapolt, sovanyító anyagot nem tartalmazó agyagból készültek. Belső felületük teljesen sima, szélük gondosan leperemezett. Külső felületük már kissé egyenlőtlenebb. Díszítést vagy bármiféle jelzést egyik darabon sem észleltünk.

A fúvóka kb. 75 mm magasságban ferdén helyezkedett el a mellfalazatban, dőlés-szöge 20° volt.

Hampl szerint [14] a tölcsérszerűen kiszélesedő fúvócsöveket csak természetes huzatú olvasztókban használták. A magashídi ásatásokból előkerült több olyan fúvóka. amely egyértelmű fel-

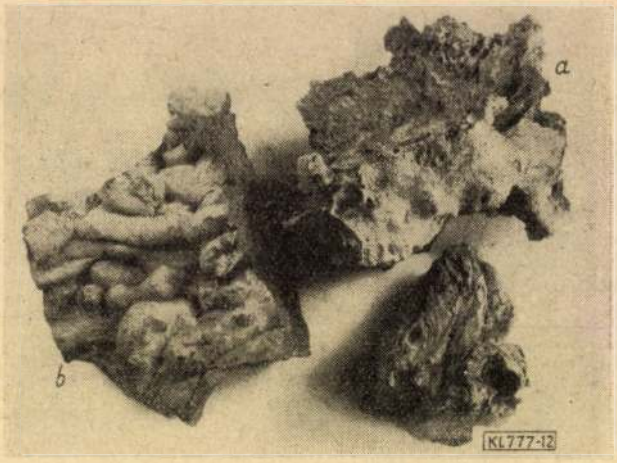
11. ábra. Épen megmaradt, tölcséres végződésű fúvóka az I. kemencehelyről

világosítást nyújt az olvasztó üzeméről. A *11. ábrán* látható egy faldarabba ágyazott, teljesen ép fúvóka, melynek tölcsérszerűen kiszélesedett vége 8—10 mm-re emelkedett ki a falazatból. Sem a fúvókán, sem a falazaton semmiféle fújtató berendezés csatlakozására utaló jelet nem sikerült felismerni.

A fúvókák vizsgálata azt mutatta, hogy az olvasztók természetes huzattal működtek. Ezt az alant ismertetendő salak vizsgálatokon kívül, a telepítési hely — szűk völgy meredek lejtőjén — is valószínűsíti. Hogy a természetes huzatú kis aknás kemencék vas kohósítására alkalmasak voltak, azt *Gilles* [15] kísérleti úton is bebizonyította.

A három kemencehelyről előkerült salakmennyiség aránylag kicsiny volt. A salak rétegvastagságából és területéből az alábbi mennyiségeket számítottuk ki :I. kemencehely 1,2 m^3, II. kemencehely 1,1 m^3, III. kemencehely 1,6 m^3. A salakréteg nem volt bolygatva, ezért nem kell feltételeznünk azt, hogy egy részét a későbbi időkben elhordták volna.

Az előkerült salakot külső megjelenése és szerkezete alapján, két csoportba oszthatjuk.



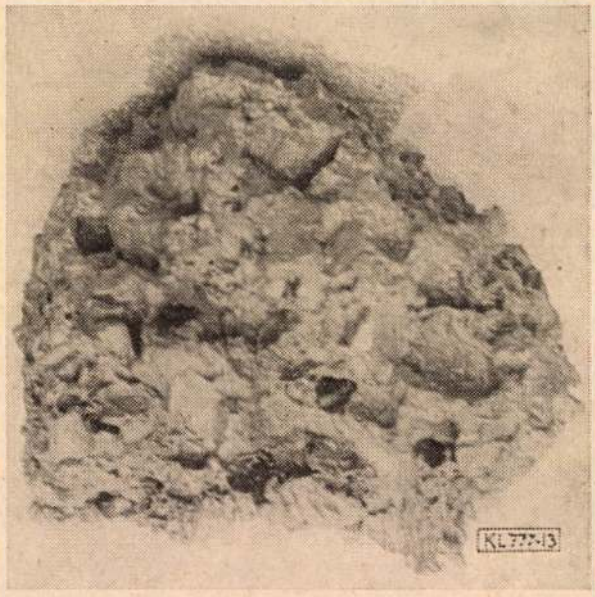
12. ábra. Magashídi salak típusok

Az I. csoport az összes salak mennyiségének 40%-a volt. Barnás-vörös színű, üreges, buborékos, kevés faszenet is tartalmazó kis fajsúlyú salak : *12a* és *13. ábra*. Kémiai összetétele elég tág határok közt változott : SiO_2 27,4—41,0%, Fe_2O_3 37,9—44,5%, P_2O_5 0,27—0,39%, CaO 4,6%, MnO 4,4%. A salak összes Fe-tartalmát az elemzés eredményében Fe_2O_3-ban fejeztük ki. A CaO- és MnO-tartalmat csak egy mintából határoztuk meg.

E salaktípus mikroszkópi szövete : sötétszürke színű, üveges, szilikátos alapban változó mennyiségű FeO-szemcse és dendrit, sok apró vascsepp és durva tűs fayalit ($2FeO \cdot SiO_2$) kristályok.

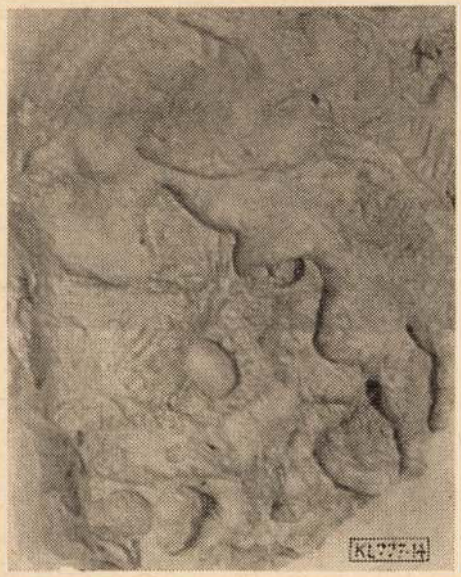
Olvadáspontjuk a kémiai összetételhez hasonlóan elég tág határ, 1200—1300 C° között változik.

A II. csoport a salakmennyiség 60%-a volt. Fekete színű, tömör, üveges, nehéz salak. Felületén ráncok, elfolyások, gyűrődések, cseppképződések voltak (12. ábra *b* salakja és *14. ábra*).



13. ábra. Jellegzetes I. típusú salak felülete

Kémiai összetétele: SiO_2 29—31%, Fe_2O_3 46,2—56,2%, CaO 21,5—4,0%, MnO 3,2—3,6%, P_2O_5 20,88%. A salak összes Fe-tartalmát itt is Fe_2O_3-ra számítottuk át, P_2O_5-ot csak egy mintából határoztuk meg. E salak kémiai összetétele kevésbé ingadozik, mint az I. típusé.



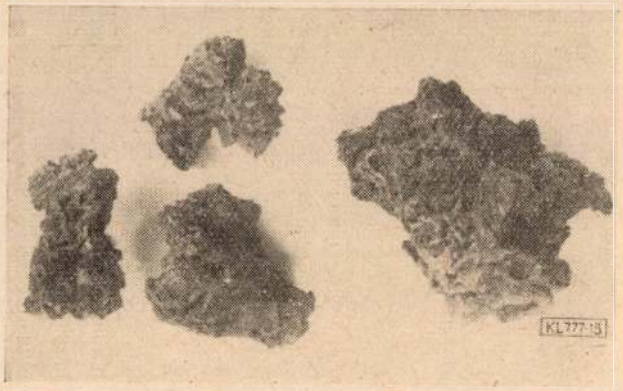
14. ábra. Jellegzetes II. típusú salakfelülete, rájolyásokkal

Mikroszkópi szövete: sötétszürke, üveges, szilikátos alapban durva fayalit tűkristályok, kevés FeO és vascsepp. Egyes mintákból a FeO teljesen hiányzott. A salak 1150 C°—1200 C°-on teljesen megolvadt.

Az előbb ismertetett salak beosztás jól megegyezik a *Oelsen—Schürmann* [13] és *Mayrhoffer—Hampl* [14] által bevezetett bucakemence salak osztályozásnak. Ezek szerint az I. típusú salak a kemence hidegebb részein képződött és a kemencében megdermedt salak. Ezt bizonyítják a salak faszén és nagy vascsepp tartalma. Az erős gázbuborékosság és habszerű szerkezet arra utal, hogy a tésztaszerű, nyúlós salak dermedését erős gázfejlődés (CO és CO_2) kísérte.

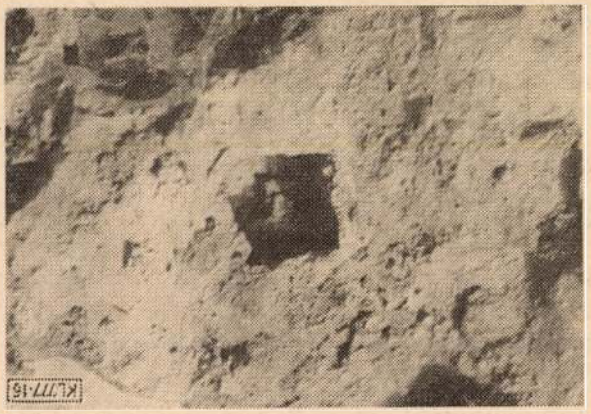
A II. salaktípus pedig a kemencéből kifolyt és a salakgödörben megdermedt hígfolyós salak (Laufschlacke). *Mayrhoffer—Hampl* [14] szerint, ez utóbbi salaktípus a természetes huzatú olvasztókra jellemző.

A III. olvasztóhelynél I. típusú salakból előkerült egy pár 200—300 mm ∅-jű, 20—30 mm vastag, majdnem köralakú lepény. Ezek felső felületét olvadt kéreg borította, míg alsó felületükre a kiégetett falazat részei tapadtak. A megolvadt felületen egy vagy több szabályos 18×20 mm-es négyszög alakú benyomódást lehetett észlelni *(15. ábra)*. A benyomódások szélei teljesen épek voltak, ezeken leolvadás, elfolyás nyomait nem találtuk *(16. ábra)*. A salak lepényeket a vasbuca kiemelése után, a kemence fenekén összegyűlt salaknak kell tekinteni, a négyzetes benyomódások a salaklepények kihúzására használt szerszámok (vasrudak) lenyomatai.



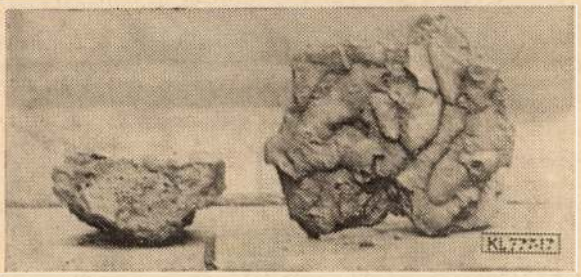
15. ábra. Faszenes I. típusú salakdarabok

A II. olvasztóhelyről kisebb mennyiségben előkerült I. típusú salakféleség 20—30% faszenet tartalmazott (16. ábra). Kémiai vizsgálat előtt eltávolítottuk a faszenet, amikor a következő összetételt kaptuk: SiO_2 19,8%, Fe_2O_3 5,6%, P_2O_5 0,41%. A salak összes Fe-tartalmát az előzőkhöz hasonlóan Fe_2O_3-ban fejeztük ki. Faszéntartalma

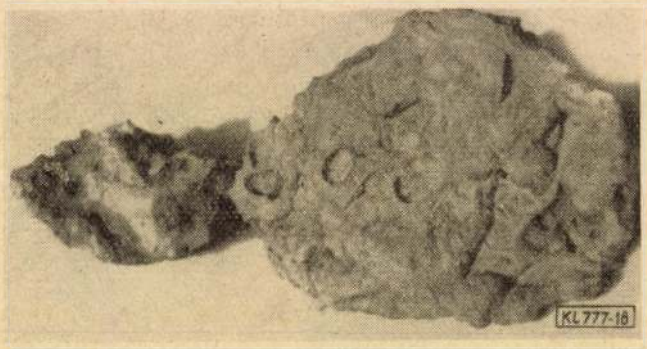


16. ábra. Négyszög alakú benyomódás I. típusú salakpogácsa megolvadt felületén

26%. A salak csak 1350 C°-on kezdett olvadni. Mikroszkópi szövete: sötétszürke üveges szilikátos alapban kevés vascsepp, sok FeO szemcse és dendrit, szögletes spinell kristályok (magnetit) és elég sok szilikát — FeO eutektikumos mező. Helyenkint teljesen redukálatlan nagyobb magnetit zárványok is előfordultak. E salakot félkész olvasztás termékének, vagy rosszul sikerült adag-



17. ábra. Salakcsatorna kitöltés a III. sz. olvasztóhelyről



18. ábra. Salakgödör és salakcsatorna kitöltés a III. sz. olvasztóhelyről

nak kell tekinteni. Utóbbira az irodalomban is találunk példákat [13].

A III. kemencehelyről előkerült sok salakcsatorna, valamint több elég ép salakgödör kitöltése is. A salakcsatorna háromszög szelvényű *(17. ábra)*. Szélessége 70 mm, maximális mélysége 80 mm. A csatorna kitöltés levegővel érintkező felületén számos ráfolyás található. A *18. ábrán* az épségben megmaradt salakgödör kitöltése és a hozzátartozó salakcsatorna látható. A csatorna hossza 18 cm, mélysége 6,8, szélessége 7 cm. A salakgödör szelvénye is háromszög alakú, hossza 28 cm, szélessége 17 cm, maximális mélysége 3,5 cm. A salak kitöltés súlya kb. 3,5 kg.

Az ásatások során kevés ércet is találtak. *Romwalter* és *Sodró* szerint az ércet a közvetlen környékről szerezték be és szerintük az minden valószínűség szerint gyepvasérc volt.

A III. kemencehelyről előkerült egy faldarab, melyre nagyobb mennyiségű 5—8 mm átmérőjű szögletes ércszemcsék tapadtak. Köztük kevés faszén is volt. Az ércszemcsék feketére színeződtek.

Az I. kemencehely ásatásakor találtak egy 1,5 kg súlyú, szögletes tömör ércdarabot. Ez vörösbarnás színű, részben feketére színeződött tömör hematitnak bizonyult. Kémiai összetétele : Fe_2O_3 63%, SiO_2 10%, MnO 3,5%.

Az ércdarab egy vastagabb törzsből vagy rétegből származott. Ilyen a közvetlen közelben ma már nem található. A tömör ércet pedig csak úgy tudták kohósítani, hogy borsószem nagyságúra aprították.

Összefoglalás

Végül megpróbáljuk rekonstruálni a feltárt olvasztókat. Az biztosra vehető, hogy nyitott mellű mellfalazatú, természetes huzatú aknás kemencékkel van dolgunk. Ezek az 6. ábrán bemutatott kis kemencéhez voltak hasonlóak. A hasonlatosság és méretarányosság alapján feltételezett valószínű méretek : fenék-átmérő 55 cm, torok átmérő 33 cm, olvasztótér űrtartalma 90 liter ; akna magasság 60 cm, összmagasság 140 cm. A kemencének külön salaklecsapoló csöve nem volt. A megolvadt salak a mellfalazat alsó részén tört ki és rövid salakcsatornán keresztül vezették a salakgödörbe. A salakgödör a mellfalazat alatt helyezkedett el, ami természetes huzatú kemencénél nem jelentett különösebb nehézséget. A telep aránylag rövid ideig működött. Olvasztásonként 30 kg salakkal számolva [4] életideje kemencénként 70—100 adagra tehető. Ennek több oka lehet : háborúban tönkrement a telep, a nehéz megközelítés, az érc beszerzés és szállítás nehézségei stb. miatt az olvasztót elhagyták. A kohótelep korát meghatározni nem tudtuk, de meg állapítható, hogy bizonyos hasonlatosság ismerhető fel egyes római olvasztókkal.

IRODALOM

[1] *Nováki Gy.* : Újabb adat a Sopron-környéki őskori vaskohászatra. Soproni Szemle 1955. I-2. sz. 136. o.

[2] *Sodró L.* : A Sopron-környéki őskori vaskohászatra vonatkozó eddigi kutatásokról. Soproni Szemle. 1956. 4. sz. 335. o.

[3] *Romwalter A.* : A Sopronban lelt ókori salakok és téglák. Soproni Szemle. 1937. 4. sz. 224. o.

[4] *Romwalter A.* : A Hallstatt-La Téne korabeli vaskohászat Sopron környékén. Soproni Szemle 1939. 1—2. sz. 51. o.

[5] *Vendl M.* : Egy soproni római kemenceboltozat téglájának kőzettani vizsgálata. Soproni Szemle. 1937. 4. sz. 229. o.

[6] *Baarb, A.* : Spuren alter Eisengewinnung in heutigen Burgenland. Wiener Prähistorische Zeitschrift. 1937. 113. o.

[7] *Hegedüs Z.* : Diósgyőri Kohászattörténeti Múzeum vasbucáinak vizsgálata. Történeti Szemle. 1961. évf. 1. szám.

[8] *Jakóby L.* : A Litschauer Lajos hagyatékában levő „A bányaművelés története évszámokban" című mű kohászati vonatkozásaiból. Kohászati Lapok Alumínium. 1952.

[9] *Nováki Gy.* : Sopron megashídi ásatás naplója 1956. (Kohászat Történeti Bizottság irattára).

[10] *Pleiner, R.* : Základy Slovanského zelezarského hutnictvi v ceskych Zennich. Praha. 1958.

[11] *Voigt, A.* : Eisengewinnung und- Verarbeitung zur Römerzeit im Gebiet der Erzprovinz um das Hohe Venn. Stahl u. Eisen 1959. (79) H 19. 1359. o.

[12] *Hegedüs Z.—Nováki Gy.* : Újabb adatok a vasvári vasolvasztó és Vasvár vaskohászati múltjáról. Sajtó alatt (megjelenik a Vasi Szemle 1961. évf. 3. számában).

[13] *Oelsen, W.—Schürmann, R.* : Untersuchungsergebnisse alter Rennfeuerschlaken. Archiv. f. Eisenhüttenwesen. 1954. H. 11/12 507. o.

[14] *Mayrhofer, R. J.—Hampel, F.* : Frühgeschichtliche Bauerrennfeuer im Südöstlischen Niederösterreich. 1958. Archeologia Austriaca, Beiheft 2.

[15] *Gilles, J. W.* : Versuchschmelze in einem vorgeschichtlichen Rennofen. Stahl. u. Eisen 1958. (78). H. 23. 1690. o.

Műszaki és gazdasági hírek

Az olasz alumíniumipar áttekintése

Az olasz alumíniumipar az alábbi három ipari érdekeltség kezében van :

1. Montecatini (Settore Alluminio), Milano,
2. S. A. V. A. (Societa Alluminio Veneto per Azioni) Porto Marghera, Venezia,
3. S. A. I. (Societa dell'Alluminio Italiano) Milano.

Bauxit termelés

Olaszország bauxit készlete kb. 11 millió tonna. A bauxit telepek főleg az Abruzzokban, a Campagnan és a Garganokban, továbbá les Pouilles-ben találhatók. Ezek a telepek a félsziget közepetáján fekszenek, a feldolgozó üzemek Északolaszországban vannak. Az olasz bauxit termelés 1959-ben kb. 299 000 t volt, a világ bauxittermelésének 1,5%-a és az Európai Közösség 14%-a. A jelenlegi termelés a belföldi szükséglet 55%-át fedezi.

A jugoszláv bauxitbányák 1950-ben 153 000 t-át, majd fokozatosan emelkedve 1959-ben 219 500 t bauxitot szállítottak az olasz timföldgyáraknak.

Olaszország második bauxit szállítója Franciaország. A szállított mennyiség nem jelentős, 1952-ben 33 000 t és 1957-ben kb. 39 000 t.

1959-ben használtak fel Olaszországban először középamerikai eredetű bauxitot, 13 000 t mennyiségben.

A bauxit termelést és importot az *1. táblázat* mutatja.

1. táblázat

Olasz bauxit termelés és import

Év	Olasz termelés	Import	(Ebből jugoszláv szállítás)
1950.	153 380 t	82 550 t	76 00 t
1952.	281 500 t	195 400 t	162 200 t
1954.	292 110 t	102 165 t	Teljes mennyiség
1956.	259 700 t	110 845 t	100 070 t
1958.	299 000 t	183 660 t	172 260 t

Timföldipar

Az olasz timföldgyártás két vállalat kezében összpontosul. Mindkét vállalat (a Montecatini és a SAVA) timföldüzeme Porto Maghera-ban (Velence) van. Az üzemeket 1928-ban építették. A Montecatini üzemének érdekessége, hogy eredetileg a német VAW. pénzügyileg érdekelve volt az üzemben. A német érdekeltség megszünte után az általánosan használt Bayer-eljárásra tértek át. A SAVA üzeme szintén Bayer-rendszerrel dolgozik. Ez utóbbi a svájci AIAG csoport érdekkörébe tartozik.

A Montecatini timföldüzeme 100 000 t kapacitású, a SAVA hasonlóan évi 100-110 000 t termelésre épült. Az összkapacitás évi 210-220 000 t. A belföldi szükséglet kielégítése után a fennmaradó mennyiséget exportálják. 1955-ben 35 100 t, 1956-ban 41 000 t, 1957-ben 39 000 t, 1958-ban 54 000 t timföldet exportáltak.

A timföldet főleg Svájc és Ausztria vásárolja. Az export timföld megoszlását a *2. táblázat* mutatja.

2. táblázat

A timföld export megoszlása

Év	Svájc	Ausztria
1955.	14 763 t	19 361 t
1956.	8 131 t	32 641 t
1957.	7 034 t	31 950 t
1958.	28 176 t	25 333 t

Az olasz timföldipar a korábban felhasznált metán energiát újabban szénnel helyettesíti. Az olasz szakemberek számításai alapján ez gazdaságosabb.

A kohóalumínium termelés

Kohóalumíniumot három vállalat gyárt Olaszországban. 1. a Montecatini, 2. a SAI és 3. a SAVA. Pénzügyi megoszlásuk szerint a Montecatini teljesen olasz érdekeltség, a SAVA svájci érdekeltség, a SAI pedig a kanadai Aluminium Ltd. érdekkörébe tartozik. Ez utóbbi vállalat 1917. évi alapításakor francia érdekeltség volt, később az Alcoa vette át, majd a kanadai Aluminium Ltd.

3. táblázat

Az alumínium kohók termelési kapacitása t-ban

Vállalat	Üzem helye	Kapacitás
Montecatini	Bolzano (Trentino)	38 500
	Mori	12 000
SAVA	Porto Marghera (Velence)	24 000
SAI	Borgo Franco d'Ivrea (Piemont)	5 500
	Összesen	80 000

Az olasz alumíniumkohók kapacitása *(3. táblázat)* elegendő a belföldi szükséglet fedezésére. Az energia ellátás is igen jó, a Montecatini Mori-i üzeme az Adige folyó vízienergiájával dolgozik, a Bolzano-i üzem a Val Gardena és a Bressano-i erőművekből kapja az elektromos energiát. A SAVA Porto Marghera-i üzemét a svájci anyavállalat tulajdonát képező Soc. Idroelectrica de Cismon látja el villamos energiával. A SAI üzem Borgo Francoban a Dora Baltea és Aias-i áramfejlesztő telepekről kap energiát. A villamosenergia ára alacsony, mert az erőművek közvetlen vagy közvetett támogatást kapnak az államtól.

4. táblázat

Az olasz alumínium termelés fejlődése t-ban

1950.	1951.	1952.	1953.	1954.
37 000	50 800	52 800	55 500	57 600
1955.	1956.	1957.	1958.	1959.
61 500	63 700	66 200	64 100	74 900

Az olasz kohók alumíniumtermelése az 1957-ben beindított Bussi-i kohó évi 700 t kapacitásával szemben 1959-ben elérte a kb. 75 000 t-át. A termelés fejlődését a *5. táblázat* mutatja.

5. táblázat

Színesfémek árai Olaszországban lira/kg

	1930.	1938.	1950.	1959.*
Alumínium	7,50	9,50	325	375
Réz	6,50	4,74	330	460
Ólom	2,10	2,85	233	175
Horgany	1,85	2,45	240	195

* Augusztus hónap végéig.

A saját termelésen kívül Olaszország kisebb mennyiségű kohófémet is importál. A rendelkezésre álló adatok szerint 1958-ban az összes kohófém import 5514 t volt.

A felhasználás várható növekedésére való tekintettel a meglevő kohók bővítését, illetve újabbak építését tervezik. A szaksajtóban található adatok szerint az olasz kohófémtermelést 1965-re 90 000 t-ra akarják fejleszteni.

Az Alluminio 1960. 6. sz. 320—324. oldalon megjelent „Olasz alumíniumipar és az európai közös piac" c. cikk foglalkozik az olasz alumíniumárak alakulásával *(5. táblázat)* és összehasonlítja az egyes színesfém árakkal.

Az olasz alumíniumipar számottevő mennyiségű másodlagos fémet gyárt, illetve használ fel. Az elsődleges és másodlagos nyersfém termelése 1958. évben 115 000 t körül volt.

A másodlagos olasz alumíniumfeldolgozó ipar kapacitása kb. 30-35 000 t. Ezek a vállalatok vegyes profilúak és színesfémek tömbösítésével, továbbá fémsalakok feldolgozásával is foglalkoznak.

Félgyártmány gyártás és felhasználás

A nyugateurópai országok aluminum félgyártmányiparának helyzetét tárgyalja a Metall 14. évf. 8. sz. (1960) 945—946. oldalakon. Olaszországra vonatkozóan megállapítja, hogy az 1958. évi mérsékelt pangás után 1959. év tavaszán ismét konjunkturális fellendülés következett be. A növekvő belföldi érdeklődés különösen a fogyasztási ipar területén élénkült. A javulást az olasz kormány által bevezetett „cillus-ellenes" gazdasági politika bevezetésében látják, mert ez közvetve a magángazdaságot is inspirálta, hogy a befektetések iránt nagyobb legyen az érdeklődés és a bizalom.

6. táblázat

Alakítható félgyártmányok termelése 1957—58-ban

	1957.		1958.	
	t	%	t	%
Hengerelt áru	41 500[1]	68,6	39 500[2]	69,3
Sajtolt áru	10 700	17,7	9 000	15,8
Huzal.....	6 000	9,9	6 000	10,5
Cső	2 300	3,8	2 500	4,4
Összesen	60 500	100,0	57 000	100,0

[1] Ebből fólia 3000 t.
[2] Ebből fólia 3200 t.

A félgyártmánytermelés *(6. táblázat)* 1958. évi 57 000 t-ról 1959-ben kb. 66 000 t-ra növekedett, ami kb. 26%-os emelkedésnek felel meg.

Az olasz alumínium félgyártmányipar termékeit kisebb részben exportálják. 1958-ban 5 818 t-t és 1959-ben 8 583 t-t szállítottak ki. A félgyártmány kivitelnek kb. a fele az USA felé irányult, jelentősebb átvevők még Törökország és Venezuela. Érdekes jelenség, hogy az olasz félgyártmányexport jelentős része vezetékalumínium. Ebből az USA-nak és Törökországnak szállítottak nagyobb mennyiséget. A félgyártmány import 1959-ig emelkedő irányzatú volt, jóllehet mennyiségileg jelentéktelen, mert a belföldi gyártásnak csak 1/4%-a.

Az olasz félgyártmányipar legnagyobb része vertikális felépítésű, tehát a feldolgozást is maguk végzik. A legnagyobb vállalat, mely az olasz összkapacitásnak kb. 1/3-a a Lavorazione Leghe Leggere (L. L. L.) vállalat, melynek üzemei Porto Margherában és Ferrara-ban vannak. Ez a vállalat a Montecatini és a SAVA közös érkekeltsége. Gyártmányai között gyakorlatilag az összes félgyártmány fajták szerepelnek. A fenti vállalaton kívül még jelentősebbek a Metallurgica Feltrina és a SILA (Olasz Alumíniumhengerlő Társaság). A három nagy félgyártmánygyártó üzemen kívül több kisebb üzem foglalkozik alumínium feldolgozással.

Az olasz félgyártmányipar fejlett, és különösen eredményes állomása a folyamatos öntőhengerlő, a Properzi-eljárás kidolgozása, amely ma már az egész világon ismert és Olaszországban is számos üzem dolgozik ezzel az eljárással, ami a vezetékalumínium fokozottabb szállításaiban jut kifejezésre.

Alumínium felhasználás

Az egy főre eső kohóaluminium fogyasztás 1951—1959 között a következőképpen alakult: 1951-ben 1,02 kg, 1955-ben 1,29 kg, 1957-ben 1,63 kg, 1958-ban 1,54 kg, 1959-ben 1,65 kg.

Az egy főre eső fogyasztás mennyisége kevésnek látszik, de figyelembe kell venni azt, hogy az egy főre eső termelés más országokkal összehasonlítva szintén nem magas (évi 310 $ értékű). A következő évekre a fogyasztás további növelését tervezik és 1960-67-es évekre a belső fogyasztást 100-120 000 t-ra kívánják emelni, ami kb. 2 kg-os fejenkénti fogyasztásnak felelne meg. A felhasználás közlekedési eszközökben és az építészetben van a legnagyobb hányaddal képviselve, ami megfelel az USA jelenlegi felhasználási sorrendjének, mert ott jelenleg ezt a két iparágat részesítik előnyben.

7. táblázat

Alumínium felhasználás az autóiparban

Ország	Kocsinként felhasznált átlagos mennyiség 1958-ban kg-ban
Olaszország	35,1
Franciaország	29,7
Németország	26,2
USA	21,2

Az 1959. évi felhasználásból *(7. táblázat)* kb. 70 000 t alakítható félgyártmány, 45 000 t öntvény és kb. 3000 t vaskohászat felhasználás és porgyártás.

Igen érdekes képet ad az egyes autómárkákhoz felhasznált alumínium változó mennyisége. Erre vonatkozóan a *8. táblázat* ad felvilágosítást.

8. táblázat

Olaszországban a különféle autómárkákhoz felhasznált alumínium

Autómárka	Kocsinként felhasznált alumínium kg-ban
Fiat 500	21
Fiat 600	24
Fiat 1100	38
Fiat 1800	49
Alfa Romeo Giulietta.....	96
Lancia Appia	106
Lancia Falaminia	215

(Allumino XXIX. No. 6. 1960. p. 320—321.)

Az építészeti felhasználás újabban falfelületet burkoló panellek, továbbá nyílászáró szerkezetek felé tolódik el. Jelentős mennyiséget képvisel a belső építészetben (függönyfalak, belső ajtók, fűtés, szellőzés) felhasznált alumínium is. Figyelemreméltó az olasz fémbútoripar alakulása, ahol az utóbbi időkben mindjobban tért hódít a könnyűfém. Mind kivitelben, mind formakiképzésben igen jó minőségűek, tetszetősek és jelentős mennyiséget exportálnak az Amerikai Egyesült Államokba. Az utóbbi évben az USA összes alumínium fémbútor importjának 49,4%-a Olaszországból származott. *Gyalókay György*

*

1961. márc végén az **Európai Gazdasági Közösséghez** tartozó államok megállapodtak abban, hogy *szabványaikat* egyeztetik. Erre a célra egy bizottságot létesítettek, melynek székhelye Páris és hivatalos neve „Comité Europen de Coordination des Normes" (CEN). A megállapodás tagjai: Anglia, Ausztria, Belgium, Dánia, Franciaország, Hollandia, Nyugat-Németország, Norvégia, Olaszország, Portugália, Svájc, Svédország.
St. u. E. 1961. 10. sz.

*

A világ *széntermelése* évenként, millió t-ban:

	1936—1938. átlagos	1959	1960
Kina	35	335	410
Szovjetunió	109	365	370
Népi Demokráciák	84	138	142
Montanunió.....	233	235	234
Többi Nyugat-Európa	84	138	142
Észak-Amerika.....	416	387	387
Kanada	12	8	8
Ázsia többi része.....	85	110	118
Afrika	17	42	43
Ausztrália	13	21	23
Amerika többi része	4	8	8

A világ ismert *kőszén készlete* 5 billió t-ra tehető.
St. u. E. 1961. 10. sz.

Kohász cseretanulmányút a Német Demokratikus Köztársaságban

A Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karának oktatói és hallgatói az NDK és a Magyar Népköztársaság között létrejött kulturális kapcsolatok alapján, az elmúlt évben tanulmányúton vettek részt az NDK-ban.

A tanulmányút a két testvéregyetem között 1956-ban a freibergi Bergakademie Fémkohászattani Tanszék új épületének avató ünnepségén létrejött elvi megállapodáshoz kapcsolódik, mely körvonalazta a két szak cseretanulmányútjának lehetőségét. A cseretanulmányút megvalósulásához a Művelődésügyi Minisztérium, a Vaskohászati Igazgatóság és néhány üzem nyújtott megértő támogatást. A tavalyelőtti tanulmányúttól eltérően a múlt évben a magyar csoport volt előbb vendég.

A Pannónia expresszel utazó, 25 főből álló csoportunk késő délután érkezett meg az ősi diákvárosba. Az akadémia szép diákotthonában nyertünk elhelyezést, mely korszerű berendezésével csakhamar megnyerte mindnyájunk tetszését. A következő nap délelőtt a vendéglátó freibergi Bergakademie kohász tanszékeit látogattuk meg. Legelőször a cseretanulmányutat kezdeményező Fémkohászattani tanszékre mentünk, ahol *Lange, Alfréd* professzor fogadott bennünket, és ismertette a környék kohászatát, a Bergakademie történetét és megmutatta a Fémkohászattani Tanszéket. A Bergakademie 1765-ben, tehát a selmecbányai Bányászati és Erdészeti Akadémia alapítása után, 30 évvel később alakult.

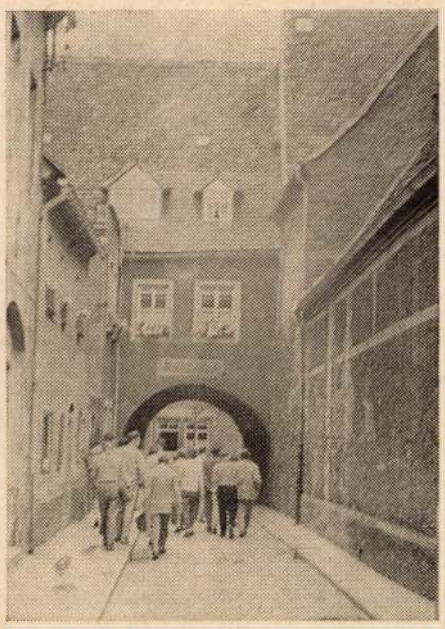
1945-ig az előadások a város középpontjában levő ősi épületekben folytak, de már előtte is felvetődött az a terv, hogy új épületekbe telepítik át a főiskolát.

A háború utáni felmérések megállapították, hogy az akkori egyetem kisméretű, hisz 200 hallgató tanult 10 szakon. A hallgatói létszám növelése új egyetemi városrész építését tette szükségessé. A hallgatói létszám jelenleg 2000 fő.

A Fémkohászattani Tanszéken oktatási munka mellett ipari jellegű és alapkutatás folyik. Kutatási témáik zömét üzemekből kapják. A Tanszék dolgozói létszáma — beleértve a segédmunkásokat is — 60 fő.

Sorrajártuk a kemencecsarnokokat, ahol kisüzemi és laboratóriumi méretű aknás, láng- és elektromos kemencéket láttunk.

Egyes fémek, így pl. a cink hidrometallurgiája, teljesen végigvezethető a berendezésekben.



1. ábra. Csoportunk Freibergben a Domkeller előtt

Bizony irigykedve néztük a műszerekkel, berendezésekkel jól felszerelt és segéderőkkel jól ellátott Intézetet. Megállapíthattuk, hogy a freibergi Fémkohászattani Tanszék ily tekintetben jóval előttünk jár. Az üzemektől gazdag támogatást kapnak nemcsak a kísérletekhez szükséges anyagokban, eszközökben, hanem sokszor kész berendezések átadásával is.

Délután a Vaskohászattani Tanszéket néztük meg. A kemencecsarnokban villamos ívkemence, nagyolvasztóvá átalakított kupolókemence, dobkonverter vonták magukra figyelmünket.

2. ábra. Drezda, a Zwinger

A Kémiai Tanszék szépen berendezett laboratóriumaival és modern előadótermével valamennyiünk elismerésével találkozott.

A következő nap Freiberg közelében levő halsbrückei kohóművet látogattuk meg. A klasszikus eljárással dolgozó kohó alapanyaga a 70% ólmot tartalmazó szulfidos színpor és a freibergi, kb. 45% ólmot tartalmazó színpor. A nyersólmot tűzi és elektrolitos úton finomítják.

Délután az Akadémia egész Európában híres ásványgyűjteményét tekintettük meg. Összesen mintegy 49 000 db szebbnél szebb ásványt tart nyilván az Intézet. Az igen értékes gyűjtemény megtekintése után Freiberg műemlékeivel ismerkedtünk meg. Szép fényképfelvételeket készítettünk a régi város Untermarkt és Obermarkt házairól, a Donatzturmról, a régi akadémiáról s a dómról.

Másnap Freibergtől nem messze fekvő riesai Acél- és Hengerműben tettünk látogatást, mely az NDK egyik fontos acélüzeme.

Riesából visszatérőben fél napot Drezdában töltöttünk, mely még ma is viseli háború okozta sérüléseit. A légitámadások során a kultúrváros rövid pár perc alatt 30 000 embert vesztett. Világhírű épületek, műemlékek dőltek romba. A város jelenlegi centruma még ma is borzongató képet mutat. Ily érzésekkel léptünk be a világhírű Zwinger képtárba, ahol viszont szebbnél szebb művészeti alkotásokban gyönyörködhettünk.

Drezdai látogatásunk után következő nap a freibergi Fémkohászati Kutató Intézetet látogattuk meg. Az Intézet fejlődésére jellemző, hogy az elmúlt 10 év alatt az ott dolgozók létszáma hússzoros fölé nőtt.

Kora délután esős időben ideiglenes búcsút mondtunk Freibergnek és autóbusszal elindultunk a mansfeldi iparvidék középpontja, Eisleben felé.

Verőfényes idő volt, amikor másnap a mansfeldi kombinát rézkohászati üzemének területére léptünk. A kohók az ismert mansfeldi palát (1,5% rezet, 1,5% cinket, 1,5% ólmot, vasat, szilíciumoxidot tartalmazó szulfidos ércet) dolgozzák fel, melyet közvetlenül, a réztartalom dúsítása nélkül visznek a kéneskőre való olvasztáshoz. Az aknás kemencéből salakot, kéneskövet, vasmedvét kapnak. Ezek közül a vasmedve feldolgozása okoz gondot. A kohósítást nehezíti az is, hogy a bányák változó összetételű nyersanyagot adnak. A könnyebben olvasztható termék 3%, a nehezebben olvasztható termék 17—25% kalciumoxidot tartalmaz.

A következő üzem, amelyben látogatást tettünk, a hettstetti hengermű volt, melynek termelése az elmúlt 15 év alatt tizenkétszeresére növekedett.

Az egész heti, szakmai szempontból rendkívül érdekes üzemlátogatás után, szombat délután a Kyffhäuseri emlékműhöz rándultunk ki. Az egykori vár 100 m-nél mélyebb kútját mindnyájan megcsodáltuk.

A vasárnapot a Harz-hegységben töltöttük, mely mesébe illő szép vidékeivel felejthetetlen élménnyel gazdagított bennünket.

Az előző napi kirándulás után felfrissülve kezdtünk hozzá a második heti üzemlátogatásunkhoz. Első nap a mansfeldi finomkohókat tekintettük meg, melyek a hettstetti és az ottani aknáskemencékben előállított rezeskéneskövet dolgozzák fel. A nyersréz finomítását kőszénnel fűtött lángkemencékben, utána pedig kaszkád rendszerbe kapcsolt elektrolizáló kádakban végzik. A katódákat rostélytüzelésű lángkemencékben olvasztják be s az oxidációs atmoszféra miatt még egyszer szívósra buzgatnak. A következő nap búcsút mondtunk Eislebennek és Ikarusz autóbuszunkkal elindultunk a kalbei alacsonyaknás kohómű felé.

3. ábra Weimar, színház Goethe és Schiller szobrával

A szakmai szempontból rendkívül értékes üzem megtekintése után délután továbbutaztunk Lipcsébe. A Napóleon felett 1813-ban aratott döntő győzelem emlékére emelt 93 m magas emlékműről messzire elláttunk e sokat szenvedett, de hamar talpraálló világvárosra. Másnap a bitterfeldi elektrokémiai gyár egyes üzemrészeit tekintettük meg. A gyár méreteire jellemző, hogy közel 2000 terméket állít elő és naponként több mint 14 000 t szenet használ fel. Csoportunk a ferroötvözeteket előállító, és a blokkanódás alumínium elektrolizáló művet tekintette meg. Még nagyon sok nézni való lett volna, de sajnos tovább kellett indulnunk másnapi útitervünk szerint az utolsó üzem, a jénai Zeiss Művek megtekintésére.

Délután érkeztünk meg Weimarba, Goethe és Schiller városába, mely gyönyörű parkjával, fasorával kellemes benyomást keltett. A város kedves bája mellett azonban megdöbbentő a Weimar közelében levő buchenwaldi haláltábor, közel 300 000 gyermek, asszony aggastyán, férfi kínzóhelye, az emberi gonoszság mészárszéke. Néma tisztelettel álltunk meg látogatásunk után a magyar mártírok pilonja előtt és egy perces néma tiszteletadással adóztunk a tömegsírokban örök álmukat alvó magyar mártíroknak.

Másnap reggel a jénai Zeiss Művekben tettünk látogatást. Bár az optikai termékek gyártásmenetét nem láthattuk, a gyár gazdag kiállítása ékesen bizonyítja a Zeiss Művek magas műszaki fejlettségét.

Tanulmányutunk utolsó napján jól sikerült kis csoportunk kirándulása a Szász-Svájcba. Az Elba partján levő vadregényes vidék komor sziklaóriásaival, a hegyek közt levő festői tavával — mindnyájunkat testileg lelkileg felüdített. Nagyon szép és sok kedves emlékkel búcsúztunk a Szász-Svájctól, azzal a kívánsággal, hogy még többször is szeretnénk viszontlátni ezeket a meseszép vidékeket.

Vasárnap a búcsú és visszaindulásunk napja. Hálás köszönetet mondtunk fáradhatatlan kedves kísérőinknek, akik igyekeztek széppé, tanulságossá tenni Németországban való tartózkodásunkat. Köszönjük mindnyájuknak, akik ebben közreműködtek és lehetővé tették tanulmányútunkat.

Az idő dél felé haladt már, amikor vonatunk kigördült a kedves Freibergből s sokáig néztük a hegyek ölében eltűnő aknatornyokat, a kohók búcsút intő, gomolygó füstjét.

Tanulmányútunk jól sikerült. Baráti, személyes kapcsolatokat építettünk ki testvér-egyetemünkkel, a valójában békeszerető német néppel.

Még egyszer köszöntjük a hazai intézmények segítségét, amellyel lehetővé tették kirándulásunkat.

Bebizonyosodott, hogy az ilyen tanulmányutak, termelési gyakorlatok cseréje, messzemenően hasznosak mindkét fél részére — ezeket a jövőben tovább kell fejleszteni. A felmérhetetlen szakmai érték mellett a baráti népekkel való kapcsolatok gazdagon kamatoznak, megerősítik a baráti országok tudományos, társadalmi, politikai kapcsolatait.

Riedl István
egyetemi tanársegéd

Műszaki és gazdasági hírek

A **sibiui (nagyszebeni)** Metalurgica üzemekben nemrégiben új, korszerű berendezést építettek. Ez lehetővé teszi, hogy *nagyfeszültségű árammal hevítsék* edzéshez az acéldarabokat. Az eddigi lángkemencés eljáráshoz képest az új módszer biztosítja a kezelt acéltermékek nagy keménységét, a termelékenység emelését, valamint a selejt és az energiafelhasználás csökkenését. *Nicolae Blejan*

*

Indiában a **Rourkelai** Acélműveket Nehru miniszterelnök avatta fel abból az alkalomból, hogy *széles-szalagsora* megindult. A gyár termelése 1 millió t folyékony acél.

St. u. E. 1961. 10. sz.

*

Norvégiában a **Mo i Rana**-ban épülő acélgyárban 700 000 t *nyersvasat* és 600 000 t *folyékony acélt* fognak termelni.

St. u. E. 1961. 11. sz.

Könyvismertetés

Stohn, Rudolf: **Stand der Aufarbeitungsverfahren von Schrott in der NE Metallindustrie.** Akademie—Verlag. Berlin 1960. A Montanwissenschaftliche Literaturberichte, Abteilung B. Metallurgie 7. sz. melléklete. Ára DM. 3.—.

A kis, alig 3 ív terjedelmű füzet tartalma szerint, hazánkban is fontos, időszerű témát, a nem vasfémek hulladék feldolgozásának egyes eljárásait ismerteti. Bár a tárgyalt terület anyaga rendkívül nagy és szerteágazó, gondosan, céltudatosan írja le az egyes eljárásokat, s emeli ki a hulladékfeldolgozáshoz használatos leggazdaságosabb eljárást.

A kis könyvecskében fontos szerepet szán az ócskaanyag begyűjtésnek. Elsősorban a begyűjtés megszervezése a későbbi anyagminőség biztosítása érdekében igen nagy fontosságú. Az anyag szétválasztás elveinek rövid ismertetése után külön foglalkozik a rézhulladékkal. Ebben a fejezetben a rézötvözeteket is tárgyalja aránylag részletesen s mindenütt kitér a veszteségek lehetőségére. A szállópor hasznosítását minden esetben, s különösen az ónbronzhulladék feldolgozásakor kiemeli. Gazdaságosság szempontjából vizsgálja és értékeli az egyes metallurgiai eljárásokat. Az egyszerűbb megértés érdekében mind a sárgaréz, mind a vörösötvözet, mind az ónbronzok feldolgozásának — a betétből kiindulva — egyes műveleteit, a köztes és végtermékeket törzsfaszerűen ábrázolja.

Az ólomhulladék feldolgozásához fontos és hasznos tanácsokkal szolgál. Berendezés szempontjából az aknás kemence helyett a jobb kihozatal miatt, a dobkemencét javasolja. A cinkhulladék feldolgozása mellett az alumíniumhulladék feldolgozását is részletesen tárgyalja, mivel a teljes alumínium termelésnek kb 45—50%-át ez képezi. Súlypontként a gondos szétválogatást hangsúlyozza minél rövidebb tárolási idő alatt Ismerteti számos eljárás, kemencetípus, előnyét és hátrányát.

Egyszerű nyelvezettel kizárólag szakemberek részére megírt füzetet mind a kezdők, mind a szakmában régóta dolgozók sok haszonnal forgathatják.

Maréchal Károly

Eisenkolb, Friedrich Prof. Dr.—Ing. habil Dr. rer. nat. **Einführung in die Werkstoffkunde IV. kötete. Nichteisenmetalle.** A könyv a VEB. Verlag Technik kiadásában jelent meg 1960-ban, 17 ív terjedelemben (100 ábrával és 19 táblázattal).

A könyv ezen a címen a szerzőnek — aki a Drezdai Műszaki Főiskola Anyagismereti Intézetének az igazgatója — negyedik kötete, melyben kizárólag a nem vasfémekkel, tehát az alumínium és egyéb színesfém ötvözetekkel foglalkozik. Tulajdonképpen egyetemi és főiskolai tanulmányokat folytatók részére készült tankönyv, de tartalmánál fogva a gyakorlati szakember is haszonnal forgathatja.

A tárgyalt anyag felosztása a szokásos, mivel az egyes fémeket részben a fajsúly alapján osztályozza, s ez osztályozáson belül — a fém felhasználási jelentőségét figyelembe véve — tárgyalja őket.

A szerző az anyag ismertetését szervesen építi fel, kezdve az ásványi előfordulástól a kohászati és ipari feldolgozáson át a felhasználási területig vezet végig.

Az egyes feldolgozási területek műszaki viszonyainak ismertetése, valamint a műszaki feltételek felsorolása a könyvet érdekessé teszi. A könyv tartalmánál fogva leíró jellegű, de nem riad vissza az elmélyültebb megértés érdekében, hogy tudományosan magyarázza és indokolja az egyes fémfizikai jelenségeket. (Pl. a réz alumíniumötvözet rendszer keményítésének magyarázatára Merica—Guinier és Preston-elméletet ismerteti, amelyet röntgenográfiai úton igazolni is tudtak, amivel a duralumin fajták nagy szilárdságát kétségtelenül igazolni lehet.)

Az ötvözet rendszerek ismertetésekor az állapotábrákra támaszkodik, s minden iparilag használatos ötvözet rendszert a legnagyobb alapossággal tárgyal. Kiemeli a rendszer egyes fontos fázisainak a jelentőségét és aláhuzza, hogy ezek gyakorlatilag milyen szerepet töltenek be az egyes ötvözetek jó vagy rossz tulajdonságainak kialakításában.

A kohászati műveleteket, folyamatokat közérthetően, vonalas ábrákkal szemlélteti, gondosan ügyelve a gyártás folyamatosságára.

Főtémája az alumínium, réz, cink, ólom, ón tárgykörének részletes ismertetése, de beszél ritka fémekről is. Az ábrákban bővelkedő könyv az egész nemvasfém területéről világos és érthető képet nyujt. Mondanivalóját egyszerű mondatokban közli, világosan és közérthetően. Ábrái szépek, gondosak, s a szövegben is és az ábrák alatti szövegben is jól magyarázottak.

A dimenziókat (kg) helyett kilopondban (kp) adja már meg. Minden anyag, félgyártmány és eljárás leírásakor — amennyiben érvényes szabvány van — erre is hivatkozik (ami hazai viszonyok között is követendő volna).

Nyomdai kivitele tetszetős, szép, kötése jó. Mint tankönyv példakép lehet, mint kézikönyv pedig egy érdekes, tartalmas, a gyakorlati szakember számára néha újat tartalmazó szakirodalmi forrásmunka. A könyvet kiegészíti egy bő szakirodalmi ismertető, név és tárgymutató.

Magyar nyelven ehhez hasonló tartalmú kézikönyv még nem forog közkézen s ezért minden fémanyaggal foglalkozó szakembernek melegen ajánlható, mivel hasznos segítőtársa lehet munkájában.

Maréchal Károly

Üzemi hírek

A Csepeli Fémmű a finomkohászati beruházások területén jelentős előrehaladást tett, mert a fémszalaggyártás minőségét javító áthúzó villamos lágyítókemence május hóban beindult.

Az osztrák Ebner-cég által épített elektromos fűtésű tolókemence óránkénti teljesítménye kb. 400 kg 0,7 mm vastag, 200 mm széles sárgaréz szalagra vonatkozólag. A lágyítókemencében 650 C°-os hőmérsékleten 0,1 mm-től 1,2 mm vastag szalag lágyítható 120, illetőleg 200 mm szálankénti szélességben. A kemencében egyidejűleg három, egyenként 200 mm széles, vagy négy, egyenként 120 mm széles szalag futhat át. A szalag áthúzási sebessége 1—10 m/perc között változik. Az izzítókemence maximális izzítási hőfoka 800 C°, a hálózati kapcsolás 90 kW teljesítményre 3 fázisú 380 V 50 per.

A lágyítókemencéhez egy előcsévélő berendezés, villamos kapcsoló és hőszabályozó, pácolóberendezés, mosóberendezés, áthúzó és felcsévélő berendezés tartozik.

A kemencének egyik fő jellegzetessége az áthúzóberendezés, s ezek egyike az izzítókemence előtt, a másik viszont a felcsévélő berendezés előtt van. Ezt a két áthúzó berendezést egy egyenáramú motor hajtja meg és az áthaladási sebességet állandó értéken tartja anélkül, hogy a szalagot megfeszítené.

A berendezés hossza kb. 40 m.

Ezzel a berendezéssel a Fémmű szép felületű, megfelelő és egyenletes szemnagyságú réz- és rézötvözetű szalagot gyárthat. *Krétai József*

Az *Ózdi Kohászati Üzemekben* jelentős lépéssel haladt előre a drótsor korszerűsítése. Május hó folyamán elkészült a Möller és Neumann cég által tervezett és szállított automatikus, fotocellás motollaberendezés, valamint a hengerhuzalkarikák kezelésére szolgáló horgos szállítópálya és karikaleszedő kereszt. A be-

rendezés a tüzes hengerhuzal karikák eddig nagyrészt kézi erővel végzett mozgatását, kötözését megszünteti és így az ózdi hengerműben az eddigi legnehezebb fizikai munkát sikerült teljesen kiküszöbölni. A hengersoron már végrehajtott és folyamatban levő egyéb korszerűsítések (nagyobb teljesítményű kemence üzembehelyezése, meghajtómű rekonstrukciója, nagyobb súlyú bugák hengerlésére és 50 periódusra való áttérés) együttes eredményeként kb. 15—20%-os termelésemelkedésre lehet számítani. *Ó. A.*

A *Salgótarjáni Acélárugyárban* május hó folyamán megkezdték az új hideghengerműi gépi berendezésének szerelését. *Ó. A.*

A *Salgótarjáni Acélárugyárban* folyamatban van a húzógépek átalakítása és így lehetővé válik, hogy az 5,5 mm-es hengerhuzal helyett 6,5 mm-esből történjék a húzás. Egy újítás révén az eddigi húzási sebességet a kétszeresére növelték. A kiinduló méret megváltoztatása az ózdi drótsoron is jelentős termelésnövekedést okoz. *Ó. A.*

A *Csepel Vas- és Fémművekben* három éve foglalkoznak a finomkohászattal, különleges tisztaságú híradástechnikai, műszer- és villamosipari anyagok előállításával. A Fémműben és az Acélműben megkezdték a szükséges létesítmények építését, különleges olvasztó, hőkezelő és gépi berendezések beszerzését. Üzembe helyeztek több indukciós olvasztókemencét, villamos fűtésű és hidrogén-atmoszférás hőkezelő kemencét, huzalgyártó és szalagkészítő berendezéseket, hengerköszörülő és polírozógépeket, vizsgáló berendezéseket, műszereket. A nagy tisztaságú fémek túlnyomó részét középfrekvenciás, vasmag nélküli indukciós vákuumkemencében olvasztják, mert a bennük elérhető ezred milliméter higanyoszlop vákuum minimálisra csökkenti a fémek gáztartalmát. Még ebben az évben üzembe helyeznek egy 20 és egy 12 hengeres hengersort század és ezred milliméter vastagságú szalagok gyártására és több vákuumos hőkezelőkemencét.

A beruházással egyidejűleg nagyarányú kutató munka kezdődött el, a szakirodalom segítségével é kísérletekkel eddig mintegy 50-féle ötvözetre gyártáseljárást dolgoztak ki, közülük 25-30-at már rendszerei sen gyártanak.

Ebben az évben kb. 3200 tonna finomkohászati félgyártmány készül a Csepel Vas- és Fémművekben, hogy híradástechnikai és más gyáraink egyre növekvő igényeit kielégítse. *Vissi Géza*

Egyesületi hírek

Borsodnádasdon *Pilter Pál*, vaskohászati szakosztályunk elnöke, vezetőségi tagok részvételével május hó elején a vállalatvezetőséggel tárgyalásokat folytatott egy helyi csoport alakításáról. Az Egyesület célkitűzéseit magukévá téve *Gyárfás János* igazgató, valamint *Neuhöffer Ernő* főmérnök, aki régi tagtársunk, messzemenő támogatásukat igérték és a helyi csoport megszervezésével közös megállapodás alapján, *Hamar Emil* gm-öt bízták meg. A szervezést megindító megbeszélés után remélhető, hogy rövidesen megindul, a régi tagok mellé felsorakozó új tagok bevonásával az aktív egyesületi élet Borsodnádasdon is. *Ó. A.*

Vaskohászati szakosztályunk múlt évben alakult *csepeli csoportja* az év első felében alábbi tárgykörökből tartott előadásokat :

A technológia nyomonkövetése. *Fodor József*,
Mikrometallurgiai ismeretek gyakorlati hasznosítása.

Cabelka, József,
Acélok vákuumos kezelése. *Szőke László*,
Korszerű csőhegesztési technológia. *Trunkwalter Henrik*,
Gyorsjáratú forgattyúsprések. *Vas Iván*,
Mintavétel szerepe a kohászati elemzésekben. *Bartha Endre*.
M. J.

Vaskohászati Szakosztályunk rendezésében máj. 27-én *Czecze László* igazgató, a Vaskohászati Igazgatóság vezetője „A magyar vaskohászat színvonala és fejlesztésének iránya" címmel nagy érdeklődéssel kísért előadást tarott, amelyen a budapesti tagjaink és a vidéki üzemek képviselői nagy számban vettek részt.

Az előadó összehasonlította vaskohászatunk jellemző adatait a fejlettebb ipari országok kohászatának mutatóival, figyelembe vette a nálunk járt KGST szakbizottságok véleményét és ezek alapján vonta le következtetéseit.

Azután gépiparunk, építőiparunk távlati fejlesztési terveit alapul véve, ismertette a vaskohászat 1980-ig nagy vonalakban már kialakított távlati fejlesztési tervét. Részletesen tárgyalta a nyersvasgyártásra, acélgyártásra, hengereltárugyártásra és a melegen hengerelt gyártmányok hideg feldolgozására vonatkozó fejlesztési elgondolásokat. Ezek eredményeként a Dunai Vasmű további korszerű berendezésekkel egészül ki, a régi üzemeink pedig részben rekonstrukció, részben új berendezések építése révén korszerű üzemekké alakulnak át.

A hozzászólók (Országos Tervhivatal, Vasipari Kutató Intézet, Vaskohászati Igazgatóság és a kohászati üzemek képviselői) elsősorban a nagy szilárdságú acélok felé való eltolódással, az LD-eljárás bevezetésével, hengereltáruk profileltolódásával és a nemesacélgyártással foglalkoztak.

Az előadás célját elérte, mert megismerték a kohászatban dolgozó szakembereink a gépipar strukturális átalakítása következtében a vaskohászatunk régóta várt korszerűsítésére tervbe vett beruházásokat és a vaskohászat műszaki fejlesztési célkitűzéseit.

Ó. A.

KOHÁSZATI LAPOK
Főszerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor
Műszaki Könyvkiadó. Budapest. V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Megjelenik: 1780 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em 306. — Telefon: 127-084
61-6691-689/2-Révai-nyomda, Budapest. V., Vadász utca 16.
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850.) vagy bármely postahivatalnál.
Előfizetési díj: egész évre 144.—Ft, egyesületi tagoknak 96.—Ft. Egyes szám ára: 12.—Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 08. sz. folyószámlájára)

Pályázati felhívás

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egysület Fémkohászati Szakosztálya pályázatot hirdet különböző fémkohászati hulladékok és melléktermékek racionális hasznosítását elősegítő tanulmányok kidolgozására.

A pályázat keretében elméleti, gyakorlati és gazdasági elgondolások alapján ismertetni kell, hogy a hazai viszonyaink között milyen eljárásokat célszerű megvalósítani, illetve továbbfejleszteni.

A tanulmány témája kiterjed bármely nehéz-, színes- és könnyűfémkohászati hulladék és melléktermékek fajtájára.

Pályázati díjak:

I. díj	5000 Ft,
II. díj	3000 Ft,
III. díj	2000 Ft.

A pályázat általános feltételei:

1. Pályázhat minden egyesületi tag mind egyénileg, mind munkacsoport keretében.

2. A pályázatok jeligések, tehát a tanulmány borítólapján és első oldalán a jeligét olvashatóan kell feltüntetni. A pályázathoz zárt borítékban mellékelni kell a pályázó nevét, lakcímét és munkahelyét. Ez utóbbi borítékon csak a jeligét szabad feltüntetni.

3. A tanulmány tartalma csak olyan dolgozat lehet, amely eddig még nem jelent meg nyomtatásban, vagy előadáson nem hangzott el.

4. A pályázatot felülvizsgáló bizottság az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Fémipari Kutató Intézet, valamint az illetékes minisztérium meghívott képviselőiből tevődik össze.

5. A pályázatot kiíró szervnek jogában áll a tanulmnáyt felhasználni. Nyomtatásban való közléskor a tiszteletdíj a szerzőt illeti. Ha a tanulmány újításnak, vagy találmánynak minősül, úgy a szerzői jog csorbítatlan marad.

6. A pályázat beadási határideje: 1961. december 31.

Cím: Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, Budapest, V., Szabadság tér 17.

Fémkohászati Szakosztály
vezetősége

A Műszaki Könyvkiadó hirdetéseket vesz fel az alábbi díjszabás szerint:

Egészoldalas hirdetés ára	1440,— Ft
Féloldalas hirdetés ára	720,— „
Negyedoldalas hirdetés ára	360,— „

HIRDESSEN A

KOHÁSZATI LAPOKBAN
és az
ÖNTÖDÉBEN

A hirdetések az alábbi címre küldendők:

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ BUDAPEST, V., BAJCSY-ZSILINSZKY ÚT 22

A befizetéseket az MNB 44 csekkszámlára kérjük

Példányonkénti eladási ára: 12.— Ft

„MF" mikrofoto berendezés

nagy teljesítmény

sokoldalú felhasználás

könnyű és kényelmes kezelés

6,5 × 9-es lemezekhez és kisfilmhez

Tájékoztatást ad a 30/MF jelű prospektus

VEB Carl Zeiss JENA

Megrendelhető:

Műszer- és Irodagépértékesítő Vállalat

Budapest, VI., Népköztársaság útja 2

KOHÁSZATI *lapok*

94. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

9. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 94. ÉVFOLYAM 9. SZÁM • 385—432. OLD. • BUDAPEST, 1961. SZEPT.

KOHÁSZATI LAPOK

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

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

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

Főszerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BALÁZS FÜLÖP
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DOMONY ANDRÁS DR.
HAJTÓ NÁNDOR DR.
KÁLMÁN SÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
KÖRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
ÓVÁRI ANTAL
PILISSY LAJOS
SOVEGJÁRTÓ JÁNOS Dr.
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÉCSEY BÉLA Dr.

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

TARTALOM

Dr. Horváth Zoltán—Véber József: Kénsavas cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállásának és fajsúlyának változása az oldat összetételével és a hőmérséklettel 385
Répási Gellért: Félig csillapított acélok gyártása 391
Domony András: Az alumíniumkohászat fejlődésének egyik nyitott kérdése, a nagytisztaságú 99,99 százalékos alumínium jövője .. 400
Dr. Schedel Andor: A vasércek felületének, porozitásának és darabnagyságának jelentősége a redukció lefolyására 403
Dr. Szűcs Miklós: A kokszolóüzemi szénelőkészítés újabb irányai .. 409
Szalai Jenő: A hazai alumíniumpigment gyártás helyzetének rövid összefoglalása 416
Neményi Rezső: A lángedzést megelőző hőkezelés és a kialakult szövetszerkezet befolyása a felület keménységére 418
Dr. Bujdosó Ernő—Tóth Lajos: Az aktiválásos elemzés az iparban és a tudományos kutatásban 424
Műszaki eseménynaptár 408
Műszaki és gazdasági hírek 415, 428
Egyesületi hírek 423
A Kohászati Lapok közvéleménykutatásának kiértékelése 429
Könyvismertetés 430
Megadott szabadalmak 431

ÖNTÖDE:

Varga Ferenc: A salak hatása az öntöttvas tulajdonságaira 197
Öntödei folyóiratfigyelő szolgálat 203
Kálmán Sándor: A vasöntvények beömlőrendszerének elosztócsatornáiban végbemenő jelenségek vizsgálata az egyenletes formatöltés szempontjából 204
Hédai Lajos: Vízüveges formázáshoz használt homokok és segédanyagok 208
Egyesületi hírek 213
28. Nemzetközi Öntőkongresszus 214
1961. első felében megadott öntészeti szabadalmak 216

MEGJELENIK HAVONKÉNT

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

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

ÖNTÖDE

СОДЕРЖАНИЕ:

Варга, Ф.: **Влияние шлака на свойства чугуна** ..... **С** 197

Лабораторные исследования показали, что с изменением состава шлака непосредственно изменяется и химический состав чугуна. С увеличением основности шлака уменьшается эвтектичность и в связи с этим ухудшаются механические свойства.

Калман, Ш.: **Исследование явлений, происходящих в распределительных каналах литниковой системы чугунных отливок с точки зрения равномерного наполнения формы** ... **С** 204

Гедаи, Л.: **Формовочные смеси и вспомогательные материалы, применяемые при формовке с жидким стеклом** ..... **С** 208

Для формовки с жидким стеклом применяют формовочные смеси имеющие или не имеющие прочность в сыром состоянии. Подробное исследование действия материалов, понижающих прочность формовочных смесей после литья так напр. кварцовый порошок, молотый шамот, каменноугольная пыль, графит, древесная опилка, жаропрочная глина, декстрин, сульфитная барда). Поведение формовочных смесей при высоких температурах и температурное расширение этих смесей.

INHALT:

Varga, F.: **Die Einwirkung der Schlacke auf die Eigenschaften des Gusseisens** ..... **P** 197

Im Laboratorium durchgeführte Experimente haben gezeigt, dass eine Änderung in der Schlackenzusammensetzung zuerst unmittelbar eine Zusammensetzungsänderung des flüssigen Eisens bewirkt, und zwar kann eine Zunahme der Schlackenbasizität für eine Sättigungsgradabnahme und demzufolge für eine Verbesserung der mechanischen Kennziffern des Gusseisens verantwortlich gemacht werden. Diese Veränderung kann auch an der Grösse und Anzahl der Graphitlamellen beobachtet werden.

Wird die Menge der Schlacke grösser, so erhöht sich der Sättigungsgrad und damit verschlechtern sich die mechanischen Eigenschaften. Eine Verlängerung der Überhitzungszeit wirkt ähnlich.

Kálmán, S.: **Untersuchung der in den Querläufen des Einlaufsystems von Eisengussstücken stattfindenden Erscheinungen von Standpunk der gleichmässigen Formfüllung** ..... **P** 204

Hédai Lajos: **Die in CO_2-Formverfahren gebrauchten Sande und Hilfsmaterialen** ..... **P** 208

Im CO_2 — Formverfahren werden Sandmischungen mit — und ohne Grünfestigkeit verwendet. Es wurden ausführlich die Wirkung der zwecks Verringerung der Nachguss-Festigkeit verwendeten Hilfsmaterialen (Quarzmehl, Schamottemehl, Staubkohle, Graphit, Sägespänse, ausgebrannter Ton, Dextrin und Sulfitlauge) auf die Eigenschaften der Mischung untersucht. Das Verhalten der Mischung an hoher Temperatur und ihre Wärmedehnung.

CONTENTS:

Varga, F.: **The Effect of Slag on the Properties of Cast Iron** ..... **P** 197

Laboratory experiments have shown that a change in the slag composition causes at first an immediate change in the composition of the liquid iron, viz. decrease of the slag basicity can decrease the carbon saturation value (S_c), and in consequence it may be that it is the factor responsible for the improvement of the mechanical properties of the cast iron. This change can also be observed on the size and number of the graphite lamellae.

When the slag volume incraeses the carbon saturation value increases and with this a worsening of the mechanical properties occurs. A protraction of the overheating period has similar effect.

Kálmán, S.: **Investigation of the Phenomena Occuring in the Runners of the Gating System of Iron Castings from the Point of View of Uniform Filling of the Mould** ..... **P** 204

Hédai Lajos: **Sodium-silicate bonded sands and auxiliary materials used in the moulding process** ..... **P** 208

Sand mixtures used in the sodium-silicate moulding process may be of such a kind which may possess green-strength or are without it. This paper studies in detail the effect of auxiliary materials used for decreasing the strength after pouring (silica flour, chamotte-flour, seacoal, plumbago, saw-dust, burnt-out clay, dextrin and sulphite-lye on the properties of the mixture. The behaviour of the mixture on high temperatures and their thermal-expansion.

Szalai, J.: **Kurze Zusammenfassung der Lage der ungarischen Aluminiumpigmentherstellung .. P 416**

Ein neues Verfahren zur Herstellung von Aluminiumpigment. Erzeugung einer spiegelnden Oberfläche bei Aluminiumpigment-Farben. Herstellung und Anwendung der Aluminiumpaste. Abschätzung des Aluminiumpasten Verbrauches.

Neményi, R.: **Wärmebehandlung vor dem Flammenhärten und der Einfluss der so ausgebildeten Gefüge auf die Oberflächenhärte ..... P 418**

Vorrichtungen für periodisches und kontinuierliches Flammenhärten. Beschreibung der Gefüge und Oberflächenhärte. Das Ausgangsgefüge soll entweder vergütet oder normalgeglüht sein.

Dr. Bujdosó, E.—Tóth, L.: **Aktivierungsanalyse in Betrieb und Forschung ..... P 424**

Auf Grund von Schrifttumsdaten werden die drei mit radioaktiver Bestrahlung arbeitenden Analysenmethoden beschrieben. Einige Analysenbeispiele werden gegeben.

CONTENTS:

Dr. Horváth, Z.—Wéber, J.: **Variation of the specific resistance and specific weight of zinc sulphate solutions containing sulphuric acid with the composition and temperature of the solution..P 385**

The specific resistance of zinc sulphate solutions containing sulphuric acid was determined at the temperatures and concentrations of zinc sulphate electrolysis. The variation of specific weight of zinc sulphate solutions containing sulphuric acid with temperature and solution composition was measured in the same conditions.

Répási, G.: **Production of semi-killed steel..... P 391**

Conditions of the development of billet structure in semi-killed steel. Structure of semi-killed bil lets. Determination of the amount of desoxidant. Practical applications. Casting in a narrow-neck mould.

Dr. Domony, A.: **An open question of the development of aluminium metallurgy : the future of high-purity (99,99 percent) aluminium .... P 400**

Because of its high cost the use of high-purity aluminium has gradually been restricted to some special cases. Future use depends on how far its properties can be reproduced by the increased-purity primary aluminium.

Schedel, A.: **Influence of the surface, porosity and grain size of iron ores on the reduction process P 403**

Relationship between the grain size, gas phase and the degree of reduction. Connection between the surface, the open and the closed pores. Influence of the active part of the pores. The carbon formed by decomposition during the reduction process does not influence the porosity of the ore. Porosity is caused by the water content, the decomposition of carbonates, sublimation of metal salts and by the reduction process.

Dr. Szücs, M.: **New trends of coal preparation in the coking plant ..... P 409**

The coal charge is prepared from a great many different quality coals. Some aspects of coal selection. Before blending the coals are subjected to fine grinding and this determines the bulk density of the charge. Addition of oil to the coal. Some variants of coal grinding, reduction index and curves. Advantages and methods of selective coal preparation. Description of selective preparation work performed on Polish, Soviet, Western and Indian coals after literature data. Economical questions.

Szalai, J.: **A short summary of the production of aluminium pigment in Hungary ..... P 416**

A new process for producing aluminium pigment. Ensuring the glazing of the aluminium pigment paint. Production and application of aluminium paste. Consumption of aluminium paste.

Neményi, R.: **The influence of the heat-treatment preceding flame hardening and of the obtained structure on surface hardening ..... P 418**

Description of apparatus used for continuous and batch flame hardening. Structure and surface hardness developed in the experiments. The original structure should be tempered or normalized.

Dr. Bujdosó, E.—Tóth, L.: **Activation analysis in industry and research ..... P 424**

A description based on literature data of the three analytical methods employing radioactive irradiation. Some examples of analysis.

СОДЕРЖАНИЕ:

Др. Хорват З.—Вебер Е.: **Изменение удельного веса и удельного сопротивления сернокислотного раствора сульфата цинка в зависимости от состава и температуры раствора** ..... **С** 385

Измеряли удельное сопротивление сернокислотного раствора сульфата цинка на температурах и в пределах концентрации, имеющихся место в процессе электролиза цинка. Определили изменение удельного веса раствора в указанных пределах в зависимости от температуры и состава.

Репаши, Г.: **Производство полуспокойных сталей** ..... **С** 391

Условия образования структуры полуспокойных слитков. Определение количества раскислителя. Способы практического применения. Отливка в изложницах закрытой горловыной.

Др. Домонь, А.: **Открытый вопрос развития металлургии алюминия: будущее высокочистотного —99,99%-ного- алюминия** ..... **С** 400

Настоящее время высокочистотный алюминий из-за его дороговатости применяется для некоторых целей. Будущее использование его зависит от того, что свойства первичного алюминия большой чистоты насколько приближаются к свойствам высокочистотного алюминия.

Шедел, А.: **Влияние поверхности, пористости и кусковатости руд на процессы восстановления** ..... **С** 403

Зависимость между кусковатостью, газовой атмосферы и степени восстановления. Зависимость между поверхностью, открытых и закритых пор. Влияние активной части пор. Расщепляющийся уголь во время восстановления не влияет на пористость руды. Поры возникаются из-за влаги, разложения карбонатов, сублимации солей металлов и в результате восстановления.

Др. Сюч, М.: **Новые направления подготовки угля на коксо-химических заводах** ..... **С** 409

Шихта дозируется из множества различных сортов угля. Некоторые вопросы выбора углей. Перед дозировкой уголь измельчается от которого зависит его обьёмный вес. Добавка мазута к углю. Несколько равновидностей измельчения угля, показатель восстоновления и кривые. Преимущества и методы селективной углеподготовки. Обзор селективных методов, проведенных польскими, советскими, западными и индийскими углями на основе литературных данных. Экономичность.

Салаи, Й.: **Краткая сводка о положении отечественного производства алюминиевого пигмента** ..... **С** 416

Новый метод производства алюминиевого пигмента. Обеспечение зеркальности краски из алюминиевого пигмента. Производство и применение алюминиевой пасты. Измерение потребления алюминиевой пасты.

Намени, Р.: **Влияние структуры и термообработки перед пламенной закалкой на твердость поверхности** ..... **С** 418

Описание аппаратуры для периодической и непрерывной пламенной закалки. Показание структуры и поверхностной твердости, образующихся при опытах. Выводы: Исходная структура должна быть улучшенной или нормализованной.

Др. Буйдошо, И.—Тот, Л.: **Анализ при помощи активаторов в промышленности и в научных исследованиях** ..... **С** 424

На основе литературных данных ознакомит тремя методами анализа основанных на радиоактивном облучении. Даёт несколько примеров.

INHALT:

Dr. Horváth, Z.—Wéber, J.: **Änderung des spezifischen Widerstandes und der Wichte von schwefelsäurehaltigen Zinksulfatlösungen mit der Zusammensetzung und Temperatur der Lösung** **P** 385

Der spezifische Widerstand von schwefelsäurehaltigen Zinksulfatlösungen wurde innerhalb der Temperatur- und Konzentrationsgrenzen der Zinkelektrolyse gemessen. Ebenfalls innerhalb dieser Grenzen wurde die Änderung der Wichte der schwefelsäurehaltigen Zinksulfatlösungen mit der Temperatur und Zusammensetzung der Lösung bestimmt.

Répási, G: **Erzeugung halbberuhigter Stähle** .. **P** 391

Die Voraussetzungen der Entstehung eines halbberuhigten Blockgefüges. Beschreibung dieses Gefüges. Bestimmung der Menge des Desoxydationsmittels. Das Giessen in Flaschenhalskokillen.

Dr. Domony, A.: **Eine offene Frage der Entwicklung der Aluminium-Metallurgie: die Zukunft des reinen, 99,99 prozentigen Aluminiums** ..... **P** 400

Infolge seines hohen Preises wird das Rein-Aluminium nur mehr zu einigen Spezialzwecken angewandt. Die zukünftige Anwendung hängt davon ab, in welchem Masse seine Eigenschaften bei dem gereinigten Primäraluminium reproduziert werden können.

Schedel, A.: **Die Bedeutung der Oberfläche, Porosität und Stückgrösse von Eisenerzen auf den Ablauf der Reduktion** ..... **P** 403

Zusammenhang der Stückgrösse und Gasraum mit dem Reduktionsgrad. Verhältnis der Oberfläche zu den offenen und geschlossenen Poren. Einfluss des aktiven Teils der Poren. Der bei der Reduktion abspaltende Kohlenstoff hat keinen Einfluss auf die Porosität der Erze. Die Porosität wird durch den Zerfall der Karbonate, durch die sublimierenden Salze und durch die Reduktion hervorgerufen.

Szücs, M. Dr.: **Entwicklungsrichtungen der neuzeitlichen Kohlenaufbereitung in den Kokereien** ..... **P** 409

Die Kohlenfüllung wird durch Mischung vieler Kohlensorten zusammengestellt. Richtlinien der Mischung. Ölzusatz zur Misch-Kohle. Varianten des Vermahlens der Kohle, der Reduktions-Index und die Reduktions-Kurven. Vorteile und Methoden der selektiven Kohlenaufbereitung. Selektive Aufbereitung von Kohlen aus Polen, aus der Sowjetunion, aus Indien und aus den westeuropäischen Staaten. Wirtschaftlichkeit.

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

94. évfolyam **9. szám** 1961. szeptember

Kénsavas cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállásának és fajsúlyának változása az oldat összetételével és a hőmérséklettel

Dr. HORVÁTH ZOLTÁN és WÉBER JÓZSEF

Dk: 621.317.33 : 669.537.4

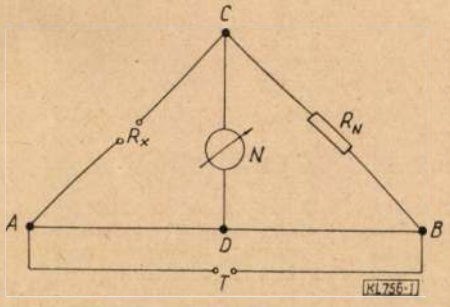
Az irodalomban ([1], 39. o. b. t., 48. o. 10-11. t.; [2], 22. o. 2. t.) csak a tiszta kénsavas, ill. a tiszta cinkszulfátos oldatok fajlagos ellenállására vonatkozó adatok találhatók, de a szabad kénsavat is tartalmazó cinkszulfátoldatok részletes adatai hiányoznak. Minthogy a cinkelektrolizáló üzemek optimális munkaviszonyainak (a kádfeszültségnek, a minimális fajlagos energiafogyasztást biztosító és a gazdaságos áramsűrűségnek) meghatározását célzó számításokhoz ismerni kell az elektrolit fajlagos ellenállását az üzemben előforduló koncentráció- és hőmérséklethatárok között, ezért a hiányzó adatokat méréssel határoztuk meg.

Egy másik kísérletsorozatban meghatároztuk a kénsavas cinkszulfátoldatok fajsúlyának a koncentrációval és hőmérséklettel való változását.

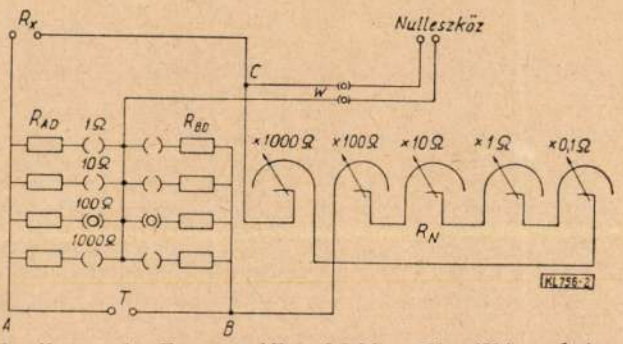
A fajlagos ellenállás meghatározása

A fajlagos ellenállás meghatározását Feussner-féle dekádos ellenállásszekrénnyel végeztük Wheatstone-hídkapcsolásban ([3], 296. o.). A kapcsolás elvi vázlatát az *1. ábra*, az ellenállásszekrény bekötésének vázlatát pedig a *2. ábra* tünteti fel. A két ábrán a megfelelő pontokat azonos betűkkel jelöltük.

A vázlat szerint a mérendő ellenállást R_X helyébe kell kapcsolni. A T áramforrás segítségével az A és B pontok között feszültségkülönbséget kell létrehozni, majd az R_N ellenállást addig kell változtatni, míg a C—D szakaszba iktatott nulleszköz, N árammentességet nem mutat.



1. ábra. A Wheatstone-híd kapcsolási rajza



2. ábra. A Feussner-féle dekádos ellenállásszekrény kapcsolási rajza

Ebben a helyzetben az ismert összefüggés szerint

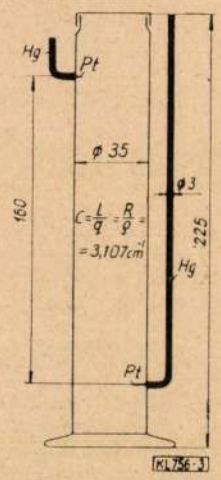
$$R_X = \frac{R_{AD}}{R_{BD}} R_N \qquad (1)$$

Ha $R_{AD} = R_{BD}$,

akkor

$$R_X = R_N \qquad (2)$$

A mérésekhez áramforrásként RC audió szignálgenerátort használtunk, amelyikről 2 V feszültségű, 1000 periódusú váltakozó áramot



3. ábra. A fajlagos ellenállás meghatározásához használt vezetőképességi edény

Cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállása 18 C°-on, Ohm cm *1. táblázat*

H_2SO_4, g/l oldat	Cinktartalom, g/l oldat								
	0	20	40	60	80	100	120	140	160
0	10^6	54,632	33,654	26,656	22,745	21,364	20,840	20,950	22,164
20	12,376	12,073	11,193	10,406	9,541	9,700	10,458	11,743	12,473
40	6,154	6,453	6,845	7,200	7,565	8,075	8,562	9,875	10,430
60	4,225	4,734	5,091	5,458	5,853	6,312	6,789	7,670	8,771
80	3,284	3,670	4,000	4,330	4,697	5,101	5,798	6,569	7,560
100	2,699	3,211	3,486	3,853	4,312	4,752	5,321	6,080	6,789
120	2,317	2,661	2,936	3,303	3,762	4,220	4,771	5,413	6,239
140	2,067	2,514	2,752	3,028	3,486	3,880	4,477	5,046	5,596
160	1,881	2,294	2,569	2,807	3,193	3,486	4,073	4,587	5,046
180	1,751	1,972	2,173	2,414	2,777	3,119	3,622	4,225	4,488
200	1,645	1,871	2,022	2,374	2,559	2,716	3,058	3,602	3,963
220	1,561	1,769	1,915	2,172	2,354	2,768	3,412	4,123	4,692
240	1,500	1,674	1,795	2,037	2,447	2,957	3,597	4,308	5,079
250	1,473	1,638	1,758	2,216	2,538	3,053	3,687	4,401	5,173

Cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállása 25 C°-on, Ohm cm *2. táblázat*

H_2SO_4, g/l oldat	Cinktartalom, g/l oldat								
	0	20	40	60	80	100	120	140	160
0	$0{,}83.10^6$	46,2963	28,0899	21,8341	19,5695	18,3824	17,9211	18,2149	19,0840
20	11,481	11,188	10,307	9,519	8,653	8,798	9,532	10,798	11,517
40	5,698	6,413	6,802	7,137	7,476	7,815	8,154	8,493	8,828
60	3,905	4,664	5,003	5,334	5,658	6,008	6,328	6,657	6,986
80	3,029	3,631	3,972	4,266	4,653	5,010	5,338	5,678	6,018
100	2,485	2,932	3,279	3,562	3,952	4,332	4,682	5,029	5,378
120	2,129	2,442	2,803	3,081	3,427	3,826	4,159	4,506	4,855
140	1,896	2,206	2,507	2,738	3,016	3,453	3,757	4,066	4,372
160	1,722	2,028	2,313	2,526	2,807	3,157	3,428	3,712	4,059
180	1,599	1,851	2,153	2,254	2,596	2,817	3,119	3,422	3,766
200	1,500	1,610	2,032	2,213	2,446	2,695	2,817	3,219	3,563
220	1,421	1,568	1,882	1,973	2,278	2,546	2,767	3,150	3,539
240	1,363	1,539	1,732	1,967	2,295	2,530	2,751	3,102	3,526
250	1,338	1,603	1,794	2,044	2,435	2,724	2,844	3,196	3,619

Cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállása 30 C°-on, Ohm cm *3. táblázat*

H_2SO_4, g/l oldat	Cinktartalom, g/l oldat								
	0	20	40	60	80	100	120	140	160
0	$0{,}63.10^6$	42,0168	25,7732	19,6464	17,6678	16,7224	16,3934	16,6113	17,3010
20	10,953	10,556	9,674	8,585	8,258	8,154	8,871	10,023	10,634
40	5,426	6,384	6,769	7,093	7,412	7,729	8,038	8,329	8,628
60	3,713	4,637	4,705	5,019	5,335	5,635	5,919	6,212	6,507
80	2,878	3,414	3,720	4,205	4,363	4,698	5,007	5,329	5,647
100	2,357	2,765	3,081	3,353	3,712	4,034	4,355	4,679	5,003
120	2,017	2,309	2,625	2,891	3,216	3,539	3,845	4,158	4,471
140	1,794	2,071	2,330	2,560	2,836	3,179	3,463	3,753	4,039
160	1,627	1,893	2,140	2,344	2,599	2,898	3,154	3,417	3,708
180	1,510	1,733	1,931	2,124	2,402	2,622	2,879	3,142	3,424
200	1,406	1,569	1,862	2,036	2,224	2,473	2,688	3,018	3,308
220	1,338	1,522	1,747	1,903	2,196	2,445	2,639	3,009	3,297
240	1,286	1,474	1,629	1,773	2,163	2,417	2,636	2,997	3,265
250	1,257	1,449	1,570	1,765	2,146	2,412	2,611	2,982	3,221

Cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállása 40 C°-on, Ohm cm *4. táblázat*

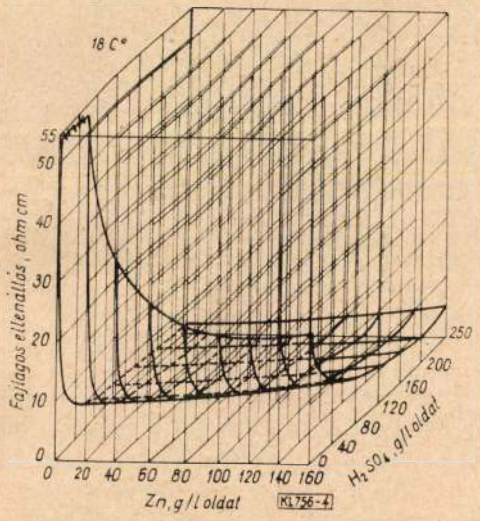
H_2SO_4, g/l oldat	Cinktartalom, g/l oldat								
	0	20	40	60	80	100	120	140	160
0	$0{,}42.10^6$	35,9712	22,5734	18,1159	16,4204	15,6006	15,3610	15,4799	16,1031
20	10,081	9,292	8,408	7,612	7,435	7,283	7,548	8,773	9,268
40	4,983	6,327	6,712	7,002	7,275	7,557	7,806	8,001	8,228
60	3,401	4,128	4,413	4,692	4,991	5,257	5,509	5,768	6,029
80	2,629	3,198	3,468	3,747	4,073	4,386	4,678	4,981	5,277
100	2,149	2,598	2,884	3,145	3,472	3,734	4,029	4,328	4,631
120	1,835	2,176	2,447	2,701	3,008	3,252	3,531	3,810	4,089
140	1,628	1,937	2,163	2,382	2,657	2,903	3,168	3,441	3,710
160	1,474	1,759	1,968	2,160	2,394	2,641	2,879	3,122	3,359
180	1,364	1,616	1,810	1,993	2,205	2,427	2,638	2,861	3,079
200	1,276	1,528	1,693	1,857	2,049	2,256	2,462	2,704	2,878
220	1,203	1,453	1,607	1,744	1,926	2,125	2,362	2,613	2,738
240	1,151	1,329	1,423	1,613	1,835	2,102	2,224	2,478	2,656
250	1,127	1,266	1,336	1,548	1,793	2,094	2,167	2,402	2,583

5. táblázat

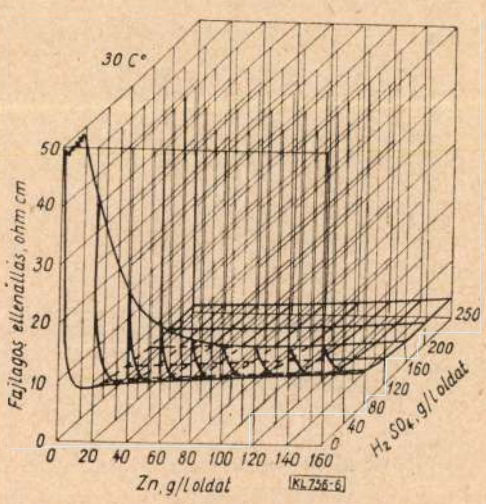
Cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállása 50 C°-on, Ohm cm

H_2SO_4, g/l oldat	Cinktartalom, g/l oldat								
	0	20	40	60	80	100	120	140	160
0	$0{,}29.10^6$	31,3480	20,0000	16,6389	15,1286	14,4928	14,2450	14,4092	14,9477
20	9,407	8,028	7,143	6,751	6,648	6,476	6,725	7,423	7,823
40	4,640	6,270	6,647	6,913	7,158	7,385	7,574	7,673	7,828
60	3,161	4,071	4,348	4,601	4,874	5,081	5,277	5,441	5,607
80	2,438	3,141	3,403	3,656	3,957	4,210	4,445	4,654	4,856
100	1,988	2,541	2,819	3,053	3,355	3,558	3,797	4,002	4,210
120	1,694	2,119	2,382	2,609	2,891	3,076	3,299	3,483	3,668
140	1,500	1,880	2,099	2,290	2,542	2,727	2,935	3,115	3,289
160	1,354	1,702	1,903	2,067	2,278	2,465	2,646	2,797	2,937
180	1,251	1,559	1,744	1,900	2,089	2,251	2,404	2,636	2,751
200	1,166	1,471	1,627	1,763	1,933	2,081	2,228	2,349	2,449
220	1,099	1,396	1,541	1,651	1,811	1,950	2,127	2,257	2,308
240	1,049	1,272	1,357	1,519	1,783	1,873	1,989	2,122	2,227
250	1,026	1,210	1,266	1,453	1,753	1,796	1,851	1,986	2,145

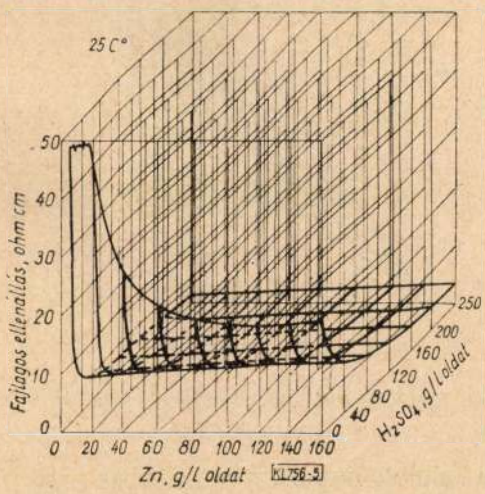
szedtünk le. A nulleszköz többfokozatú váltakozóáramú csővoltmérő volt, amelyik különféle erősítők bekapcsolásával 0,0005—1000 V-os feszültségek mérésére volt alkalmas. Vizsgálatainkban mi a 0,0005—0,03 V-os méréshatárt használtuk. Az elektrosztatikus kapacitás káros hatásának a kiküszöbölésére a kapacitásmentes ággal rádióforgókondenzátort kapcsoltunk párhuzamosan. A kapacitásmentes ágat esetenként a nulleszköz helyére kapcsolt telefon hangminimumának a megállapításával határoztuk meg.



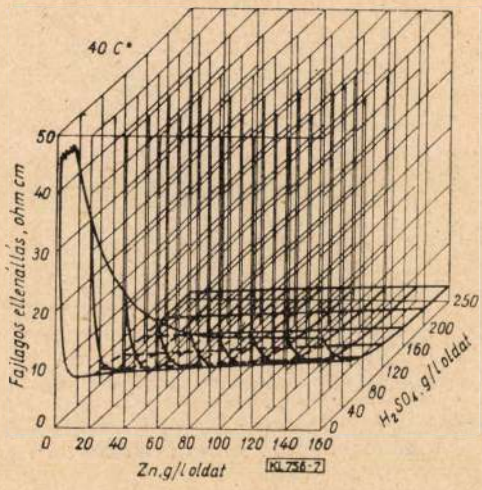
1. ábra. Kénsavas cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállása 18 C°-on, Ohm cm



6. ábra. Kénsavas cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállása 30 C°-on, Ohm cm

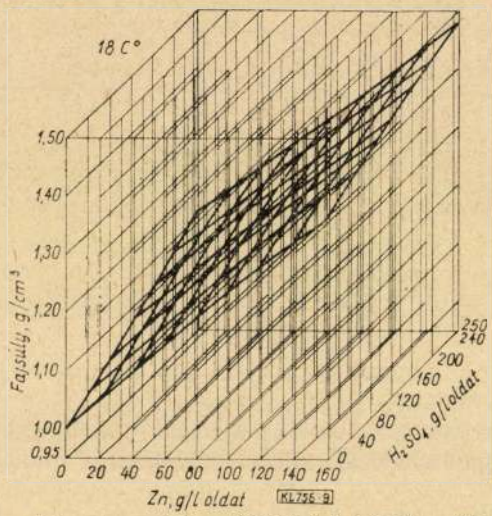


5. ábra. Kénsavas cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállása 25 C°-on, Ohm cm

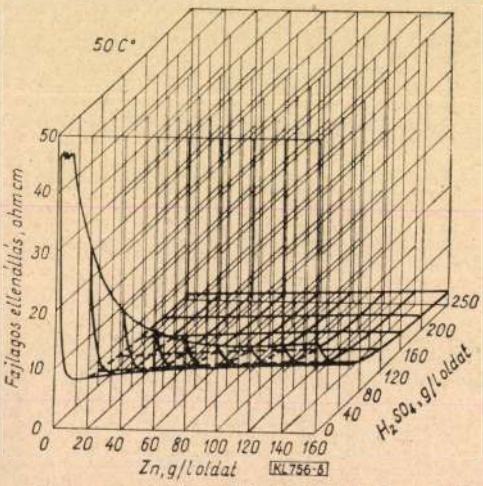


7. ábra. Kénsavas cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállása 40 C°-on, Ohm cm

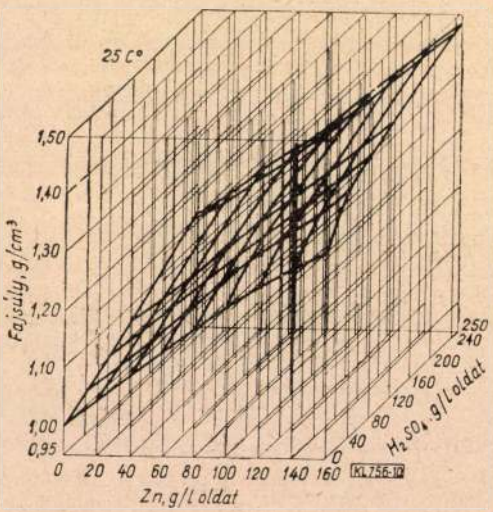
A fajlagos ellenállás meghatározásához a kénsavas cinkszulfátoldatot a *3. ábrán* látható vezetőképességi edénybe helyeztük. A kénsavat 0,15—1,8, a cinkszulfátot a cinkre vonatkoztatva 0,05—0,3% pontossággal tudtuk bemérni. Itt a



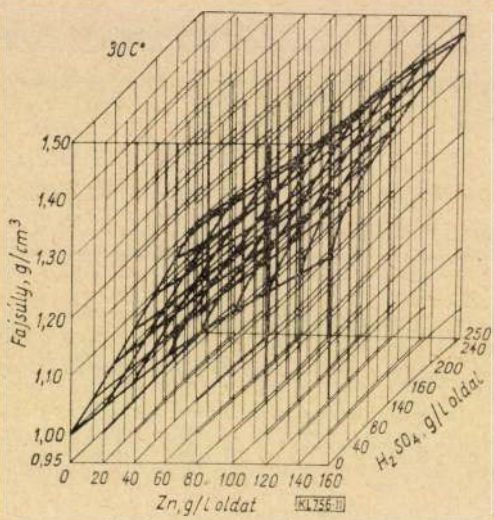
9. ábra. Kénsavas cinkszulfátoldatok fajsúlya 18 C°-on, g/cm³



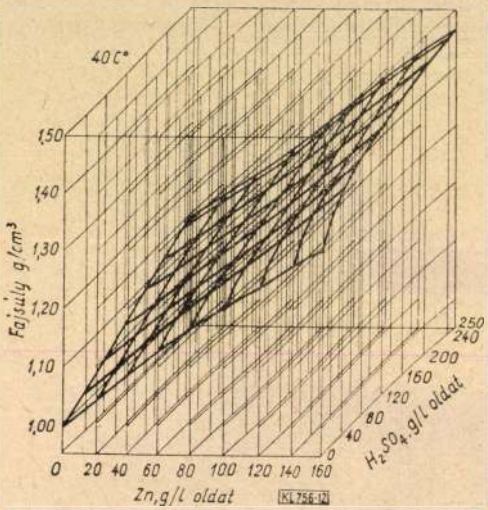
8. ábra. Kénsavas cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállásp 50 C°-on, Ohm cm



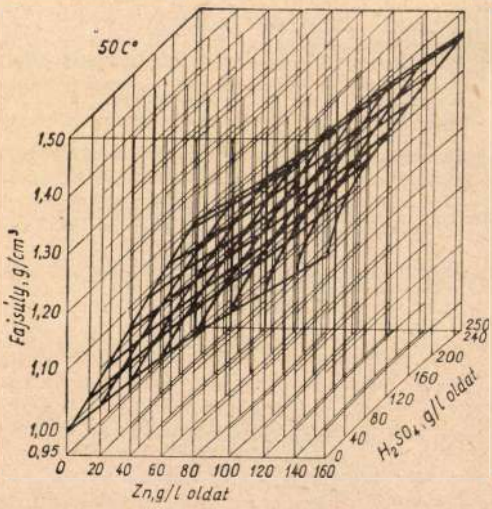
10. ábra. Kénsavas cinkszulfátoldatok fajsúlya 25 C°-on, g/cm³



11. ábra. Kénsavas cinkszulfátoldatok fajsúlya 30 C°-on, g/cm³



12. ábra. Kénsavas cinkszulfátoldatok fajsúlya 40 C°-on, g/cm³



13. ábra. Kénsavas cinkszulfátoldatok fajsúlya 50 C°-on, g/cm³

kisebb számok hígabb, a nagyobbak pedig töményebb oldatokra vonatkoznak. A vezetőképességi edénynek az oldat befogadására alkalmas része

6. táblázat

Cinkszulfátoldatok fajsúlya 18 C°-on, g/cm³

H_2SO_4, g/l oldat	Cinktartalom, g/l oldat								
	0	20	40	60	80	100	120	140	160
0	0,9986	1,0479	1,0954	1,1421	1,1879	1,2327	1,2775	1,3211	1,3631
20	1,0119	1,0627	1,1114	1,1637	1,2112	1,2588	1,3052	1,3516	1,3969
40	1,0249	1,0733	1,1233	1,1699	1,2164	1,2630	1,3091	1,3536	1,3982
60	1,0376	1,0863	1,1346	1,1836	1,2295	1,2750	1,3192	1,3642	1,4082
80	1,0502	1,0973	1,1431	1,1913	1,2367	1,2837	1,3260	1,3706	1,4169
100	1,0628	1,1095	1,1552	1,2010	1,2443	1,2880	1,3327	1,3720	1,4178
120	1,0751	1,1220	1,1655	1,2077	1,2542	1,2981	1,3394	1,3816	1,4243
140	1,0794	1,1342	1,1789	1,2240	1,2658	1,3070	1,3521	1,3916	1,4350
160	1,0997	1,1478	1,1876	1,2318	1,2765	1,3200	1,3615	1,4053	1,4492
180	1,1118	1,1509	1,1966	1,2369	1,2810	1,3239	1,3631	1,4103	1,4538
200	1,1239	1,1616	1,2063	1,2462	1,2908	1,3368	1,3765	1,4160	1,4614
220	1,1358	1,1719	1,2156	1,2557	1,2991	1,3409	1,3855	1,4258	1,4683
240	1,1476	1,1824	1,2253	1,2651	1,3075	1,3494	1,3962	1,4342	1,4757
250	1,1535	1,1875	1,2298	1,2699	1,3120	1,3536	1,4019	1,4418	1,4791

7. táblázat

Cinkszulfátoldatok fajsúlya 25 C°-on, g/cm³

H_2SO_4, g/l oldat	Cinktartalom, g/l oldat								
	0	20	40	60	80	100	120	140	160
0	0,9971	1,0459	1,0906	1,1337	1,1705	1,2081	1,2441	1,2785	1,3115
20	1,0102	1,0559	1,1059	1,1536	1,1995	1,2438	1,2894	1,3322	1,3761
40	1,0177	1,0674	1,1157	1,1631	1,2091	1,2528	1,2979	1,3408	1,3853
60	1,0353	1,0789	1,1251	1,1723	1,2188	1,2619	1,3062	1,3497	1,3941
80	1,0477	1,0904	1,1348	1,1817	1,2281	1,2707	1,3149	1,3581	1,4032
100	1,0601	1,1019	1,1446	1,1910	1,2380	1,2798	1,3229	1,3670	1,4119
120	1,0723	1,1126	1,1558	1,2013	1,2479	1,2897	1,3321	1,3768	1,4210
140	1,0845	1,1230	1,1671	1,2121	1,2580	1,2995	1,3419	1,3866	1,4303
160	1,0965	1,1333	1,1787	1,2226	1,2676	1,3093	1,3512	1,3963	1,4394
180	1,1085	1,1437	1,1896	1,2329	1,2773	1,3193	1,3603	1,4036	1,4487
200	1,1204	1,1548	1,1997	1,2428	1,2839	1,3283	1,3712	1,4111	1,4530
220	1,1322	1,1655	1,2101	1,2515	1,2947	1,3367	1,3809	1,4222	1,4680
240	1,1439	1,1762	1,2206	1,2607	1,3027	1,3455	1,3914	1,4318	1,4776
250	1,1497	1,1820	1,2254	1,2656	1,3066	1,3498	1,3968	1,4365	1,4808

8. táblázat

Cinkszulfátoldatok fajsúlya 30 C°-on, g/cm³

H_2SO_4, g/l oldat	Cinktartalom, g/l oldat								
	0	20	40	60	80	100	120	140	160
0	0,9957	1,0443	1,0884	1,1318	1,1686	1,2062	1,2422	1,2767	1,3096
20	1,0086	1,0561	1,1050	1,1520	1,1985	1,2414	1,2874	1,3295	1,3737
40	1,0211	1,0669	1,1148	1,1613	1,2072	1,2502	1,2955	1,3381	1,3819
60	1,0334	1,0773	1,1253	1,1706	1,2164	1,2585	1,3039	1,3466	1,3902
80	1,0457	1,0884	1,1345	1,1799	1,2254	1,2673	1,3116	1,3553	1,3988
100	1,0580	1,0990	1,1447	1,1897	1,2340	1,2760	1,3197	1,3635	1,4068
120	1,0701	1,1092	1,1549	1,1994	1,2433	1,2857	1,3279	1,3731	1,4166
140	1,0822	1,1196	1,1648	1,2087	1,2534	1,2959	1,3357	1,3833	1,4261
160	1,0941	1,1298	1,1746	1,2189	1,2626	1,3053	1,3441	1,3927	1,4357
180	1,1060	1,1399	1,1847	1,2281	1,2720	1,3150	1,3520	1,4027	1,4453
200	1,1179	1,1512	1,1951	1,2376	1,2809	1,3233	1,3633	1,4109	1,4526
220	1,1296	1,1627	1,2063	1,2468	1,2894	1,3319	1,3748	1,4189	1,4596
240	1,1412	1,1744	1,2168	1,2564	1,2986	1,3407	1,3862	1,4270	1,4674
250	1,1470	1,1794	1,2223	1,2610	1,3027	1,3452	1,3919	1,4311	1,4710

olyan 35 mm belső átmérőjű henger, amelynek oldalában egymástól 160 mm távolságban van elhelyezve az áram ki- és bevezetésére szolgáló platinázott platinaelektród. Az edény vezetőképességi kapacitását C az előírásoknak ([3] 302. o.) megfelelően 0,1, 0,5 és 1 n káliumkloridoldat segítségével határoztuk meg 18, 20 és 25 C° hőmérsékleten. A vezetőképességi kapacitást mérések közben telített nátriumkloridoldat ellenállásának a mérésével ellenőriztük.

Vizsgálatok során a kérdéses oldattal megtöltött vezetőképességi edényt a hőmérsékletet $\pm 0{,}05$ C° pontossággal tartó ultratermosztátba raktuk, majd a 2. ábrán R_X-szel jelölt helyre kapcsoltuk. R_X-et R_N értékéből (1), illetőleg (2) alapján határoztuk meg. Ebből az oldat fajlagos ellenállása

$$\varrho = R_x \frac{q}{l} = \frac{R_X}{C} \qquad (3)$$

összefüggés segítségével számítható.

Az előzőleg leírt módon a 18, 25, 30, 40 és 50 C°-os kénsavas cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállásának az oldat összetételével való válto-

9. táblázat

Cinkszulfátoldatok fajsúlya 40 C°-on, g/cm³

H_2SO_4, g/l oldat	Cinktartalom, g/l oldat								
	0	20	40	60	80	100	120	140	160
0	0,9922	1,0403	1,0843	1,1263	1,1634	1,2010	1,2369	1,2755	1,3044
20	1,0049	1,0524	1,0997	1,1478	1,1923	1,2354	1,2825	1,3269	1,3691
40	1,0172	1,0627	1,1094	1,1569	1,2014	1,2443	1,2906	1,3348	1,3771
60	1,0294	1,0731	1,1199	1,1661	1,2106	1,2535	1,2988	1,3424	1,3857
80	1,0416	1,0829	1,1289	1,1750	1,2198	1,2623	1,3065	1,3503	1,3934
100	1,0536	1,0936	1,1392	1,1843	1,2286	1,2713	1,3150	1,3579	1,4019
120	1,0656	1,1042	1,1497	1,1938	1,2384	1,2809	1,3232	1,3674	1,4108
140	1,0773	1,1150	1,1603	1,2034	1,2479	1,2906	1,3313	1,3765	1,4196
160	1,0892	1,1256	1,1711	1,2129	1,2584	1,3003	1,3396	1,3857	1,4293
180	1,1010	1,1363	1,1808	1,2228	1,2679	1,3096	1,3476	1,3949	1,4380
200	1,1127	1,1474	1,1911	1,2325	1,2767	1,3181	1,3581	1,4038	1,4467
220	1,1243	1,1583	1,2017	1,2423	1,2853	1,3259	1,3687	1,4130	1,4552
240	1,1359	1,1693	1,2133	1,2516	1,2938	1,3348	1,3796	1,4217	1,4632
250	1,1416	1,1748	1,2168	1,2569	1,2985	1,3390	1,3846	1,4260	1,4678

10. táblázat

Cinkszulfátoldatok fajsúlya 50 C°-on, g/cm³

H_2SO_4, g/l oldat	Cinktartalom, g/l oldat								
	0	20	40	60	80	100	120	140	160
	0,9881	1,0358	1,0807	1,1223	1,1591	1,1967	1,2326	1,2711	1,3002
20	1,0006	1,0481	1,0948	1,1442	1,1878	1,2324	1,2773	1,3229	1,3648
40	1,0126	1,0582	1,1043	1,1530	1,1968	1,2410	1,2852	1,3302	1,3726
60	1,0247	1,0686	1,1140	1,1617	1,2056	1,2497	1,2934	1,3378	1,3809
80	1,0367	1,0784	1,1238	1,1702	1,2149	1,2579	1,3011	1,3446	1,3884
100	1,0486	1,0886	1,1336	1,1791	1,2237	1,2664	1,3092	1,3520	1,3968
120	1,0605	1,0991	1,1440	1,1888	1,2330	1,2761	1,3174	1,3613	1,4055
140	1,0723	1,1098	1,1542	1,1983	1,2424	1,2865	1,3253	1,3704	1,4144
160	1,0840	1,1201	1,1644	1,2077	1,2517	1,2960	1,3338	1,3797	1,4231
180	1,0957	1,1309	1,1750	1,2175	1,2611	1,3059	1,3419	1,3889	1,4320
200	1,1074	1,1420	1,1858	1,2272	1,2703	1,3131	1,3524	1,3978	1,4404
220	1,1190	1,1531	1,1964	1,2366	1,2790	1,3208	1,3626	1,4069	1,4496
240	1,1305	1,1640	1,2071	1,2454	1,2878	1,3275	1,3736	1,4156	1,4578
250	1,1362	1,1696	1,2126	1,2509	1,2923	1,3308	1,3786	1,4197	1,4618

zását határoztuk meg. Az egyes hőmérsékleteken kapott eredményeket az *1—5. táblázatban* foglaltuk össze. A táblázatokban levő eredmények alapján szerkesztettük a *4—8. ábrát*. A táblázatokból és az ábrákból megállapítható, hogy a vizsgált oldatok fajlagos ellenállása a kénsavkoncentráció és a hőmérséklet növekedésével csökken, a cinktartalom növekedésével bizonyos határig csökken, azután újra nő. Az ábrákból és a táblázatokból az is kiolvasható, hogy a fajlagos ellenállást adott kénsavmennyiség nagyobb mértékben csökkenti, mint ugyanennyi cink-, illetőleg cinkszulfát-mennyiség.

A fajsúly meghatározása

A különféle összetételű kénsavas cinkszulfátoldatoknak a 4 C°-os vízre vonatkoztatott fajsúlyát 18, 25, 30, 40 és 50 C° hőmérsékleten Mohr—Westphal-féle mérleggel mértük ([3] 95. o.). Mérés előtt az oldat hőmérsékletét, a hőmérsékletet $\pm 0{,}05$ C° pontossággal tartó ultratermosztátban állítottuk be. A vizsgálatok során kapott fajsúlyadatokat a *6—10. táblázatba* foglaltuk és az itt levő eredmények felhasználásával szerkesztettük a *9—13. ábrát*.

A táblázatokból és az ábrákból az állapítható meg, hogy a kénsavas cinkszulfátoldatok fajsúlya annál nagyobb, minél kisebb az oldat hőmérséklete és minél több kénsavat, ill. cinkszulfátot tartalmaznak ezek az oldatok. Az ábrákból és a táblázatokból az is kiolvasható, hogy a cinkkoncentrációnak bizonyos értékű növelése nagyobb mértékben növeli a fajsúlyt, mint a kénsavkoncentrációnak ugyanilyen értékű nagyobbítása.

Összefoglalás

A cinkelektrolízis során előforduló hőmérsékleteken (18—50 C°) és koncentrációhatárok között (0—250 g/l H_2SO_4 és 0—160 g/l Zn) kénsavas cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállását mértük. Az előzőleg említett határok között meghatároztuk a kénsavas cinkszulfátoldatok fajsúlyának változását a hőmérséklettel és az oldat összetételével is.

IRODALOM

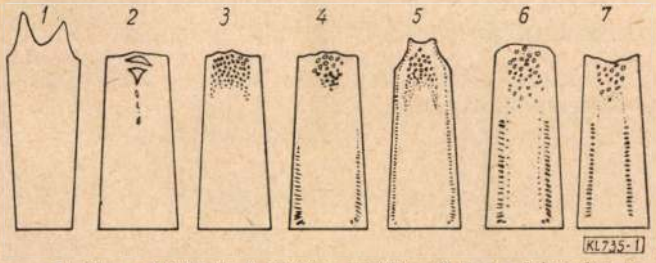
[1] *Agejenkow—Kakowski:* Elektrometallurgie der wässrigen Lösungen. Verlag Technik, Berlin. 1952.
[2] *Engelhardt:* Handbuch der Technischen Elektrochemie. Band I. 1. Teil. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig. 1931.
[3] *Erdey-Grúz—Proszt:* Fizikai-kémiai praktikum. VII. kiadás. Tankönyvkiadó, Budapest. 1955.

Félig csillapított acélok gyártása[1]

RÉPÁSI GELLÉRT okl. kohómérnök

Dk : 669.141.241.3:669.189

Az acél dezoxidációs állapotának egy kritikus pontján öntés vagy kristályosodás közben gázfejlődés az acélban oldott C és O_2 reakciója révén már nem jöhet létre. Ez a kritikus pont választja el a csillapított acélokat a félig csillapított és csillapítatlan acéloktól. A dezoxidáltság mérvének változtatásával különféle tuskószerkezetek állíthatók elő *(1. ábra)*, melyek sorozata az üstben teljesen megnyugtatott, felöntőfejes kokillába öntött acélokkal kezdődik és a kis C-tartalmú csillapítatlan acéllal fejeződik be.



1. ábra. Különböző módon öntött acélok tuskószerkezete

1. Nyugtatott acél felöntőfejjel. 2. Nyugtatott acél felöntőfej nélkül. 3. Az üstben dezoxidált félig nyugtatott acél. 4. A kokillában dezoxidált félig nyugtatott acél. 5. Palacknyakú tuskó. 6. Csökkent fövési idejű csillapítatlan acél. 7. C- és Mn-szegény csillapítatlan acél

Az ábrában levő sorozat középső (*3, 4, 5*) tuskóinak szerkezete nagyon hasonlít egymáshoz. A hasonlóság abból áll, hogy

a csillapított acélokra jellemző, kifejezett lunker helyett olyan mennyiségű elszórt gázhólyagot tartalmaznak, melyek össztérfogata közel egyenlő a várható zsugorodási üreggel, és

a csillapítatlan acélokra jellemző dúsulások kisebb mértékben mutatkoznak. A tuskók kémiai összetétele sokkal homogénebb, mint a csillapítatlan acélé és ebből a szempontból inkább a csillapított acélokhoz állnak közel.

Az acélgyártók régi törekvése, hogy a csillapított és a csillapítatlan acélok kedvező tulajdonságait egyesítsék, azaz olyan szerkezetű tuskót állítsanak elő, melynek felületi tulajdonságai a csillapítatlan acélhoz, a tuskó belsejének tulajdonságai inkább a csillapított acélhoz álljanak közelebb; de kifejezett zsugorodási üreg (lunker) ne képződjék.

Ezeknek a törekvéseknek a 3., 4. és 5. szerkezetű tuskók felelnek meg legjobban. Bár a szó eredeti fogalma szerint csak a 3. típus elégíti ki a félig csillapított acél hagyományos meghatározását, mivel ez a definíció inkább a dezoxidációs eljárást, és nem elsősorban a tuskószerkezetet határozza meg. Ha a *félig csillapítás* fogalmán a tényleges tuskó szerkezetét értjük, akkor mind a három félig csillapítottnak tekinthető, mivel a csillapított és csillapítatlan acélok közötti átmeneti szerkezet jellegzetességeit egyaránt mutatják.

[1] 1960 novemberben Ostravában tartott előadás.

A velük szomszédos szerkezetű tuskókon egyik vagy másik szélső esetre jellemző tulajdonságok láthatók.

A három egymáshoz hasonló típus előállításának módja azonban alapvetően eltér egymástól és éppen ezért az egyes öntési módok különböző feltételek mellett, különböző sikerrel használhatók. Előadásom egyik célja éppen annak a vizsgálata, mikor melyik módszer a célszerű.

A) Üstben félig csillapított acél

Az ilyen tuskószerkezetek kialakulásának legfontosabb feltételei a következők :

Az acélt lényegében csillapítva kell önteni, ennek megfelelően az adaggyártásra és öntésre vonatkozó szabályok ugyanazok, mint a csillapított acéloké. Következésképp a tuskó felületi tulajdonságai is a csillapított acélhoz állnak közelebb.

Ennek a feltételnek biztosítására az acélt olyan mértékben kell dezoxidálni, hogy a kokillában felfelé emelkedő acél felszíni rétegeiben se indulhasson meg a C—O reakció, ez ugyanis hólyagos felületű tuskókhoz vezet.

A reakció megindulását úgy lehet megakadályozni, ha az acél O_2-tartalmát olyan mértékig csökkentjük, hogy aktivitása a likvidusz hőmérsékletén érvényes egyensúlyi állandónak :

$$K_{CO} = \frac{[C]\cdot[O]}{P_{CO}} \leq 0{,}0020$$

feleljen meg.

Megdermedés közben viszont a C—O reakciónak meg kell indulnia, de lehetőleg minél vastagabb felületi réteg megdermedése után. Ennek a feltételnek pedig akkor teszünk eleget, ha az acél O_2-tartalmát csak kevéssel tartjuk az említett egyensúly alatt. Ez esetben az acél megdermedését kísérő dúsulási folyamat a reakció megindulását lehetővé teszi.

Ezt a dúsulási folyamatot a *2. ábra* teszi érthetővé. A Fe—C—O rendszer kristályosodásának eddig ismert görbéje szerint egy adott „1" összetételű acél kristályosodása közben az O és C-tartalom az ábrán látható nyíl irányában változik mindaddig, míg az egyensúlyi helyzetet jellemző görbét el nem éri. Ettől kezdve az O- és C-tartalom a nyíl irányában, a görbe mentén változik.

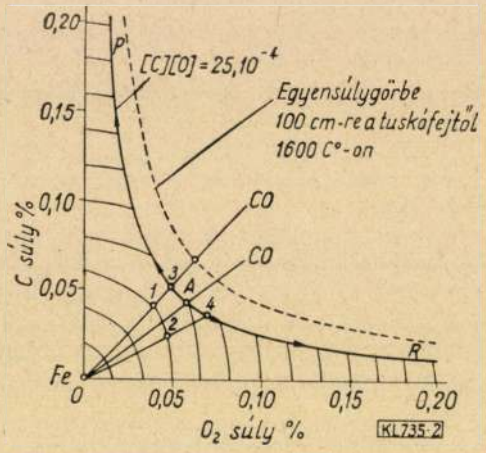
Ez a görbe 1 atm CO nyomás mellett érvényes. A tuskónak a felület alatt levő szelvényeire azonban a ferrosztatikus nyomás is hat. Ez a nyomás az egyensúlyi állandót módosítja, azaz

$$K_{CO} = \frac{[C]\cdot[O]}{P_{CO} + h\gamma}$$

ahol h = a felszíntől mért távolság, cm

γ = a folyékony acél fajsúlya, $7\cdot10^{-3}$ kg/cm^3

A C—O reakció megindulásának valószínűsége és a fejlődött gázok mennyisége tehát annál

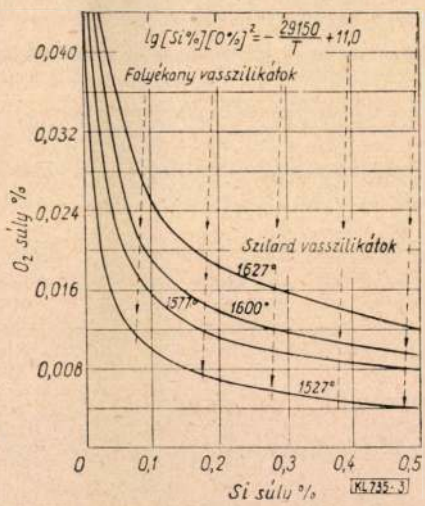


2. ábra. A Fe—C—O-ötvözőrendszer likviduszfelületének vázlata (Dr. Verő: Az ipari vasötvözetek metallográfiája 126. o.)

kisebb, minél távolabb van a kérdéses tuskószelvény a felülettől. A ferrosztatikus nyomás hatásából következik, hogy a mélyebben fekvő tuskószelvényekben a C és O-nek jobban kell dúsulnia ahhoz, hogy a reakció megindulhasson.

A reakció tehát a dúsulási folyamat következtében indul meg. Megindulását öntés közben a tuskófelületről távozó szikrák jelzik. Öntés után rövid idő múlva a tuskó teteje megdermed, a fejlődő gázok a megfagyott rétegeket kissé felemelik, a tuskó teteje kissé kidudorodik. A fejlődött gázok nyomása a reakciót ugyan lassítja, de a tuskó teljes keresztmetszetének megdermedéséig a reakció tovább folyik, mivel a zsugorodáskor fellépő üregek vákuumot létesítenek, így a reakció megindulásához kedvezők a feltételek. Ez automatikusan biztosítja a dermedés befejezéséig a reakció lassú lefolyását. Így lunker nem keletkezik.

A reakció megindulását az öntés kezdetén Si-nak (vagy egyéb dezoxidálószernek) az üstbe való adagolásával akadályozhatjuk meg. A C—O—Si—Fe-rendszer kristályosodási diagramja nem ismeretes ugyan, de a Si—O-rendszer segítségével következtetni lehet a várható folyamatokra.



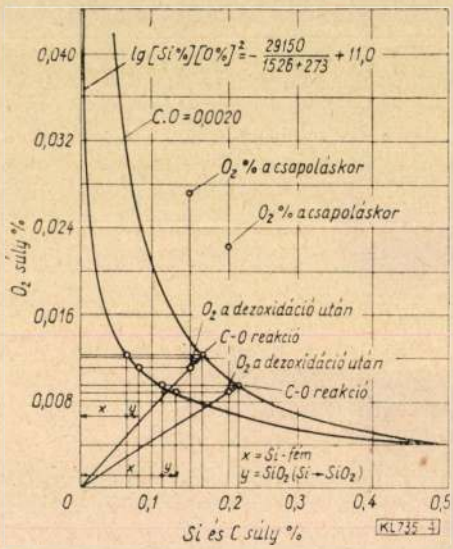
3. ábra. Az acél egyensúlyi diagramja Si-mal (Körber—Oelsen)

Eszerint *(3. ábra)* [1], a Si-mal egyensúlyt tartó oxigén mennyisége a hőmérséklet csökkenésével csökken, azaz öntés közben az üstben is és a kokillában is SiO_2 zárványok válnak ki. Kristályosodás közben a SiO_2 zárványok keletkezése folytatódik mindaddig, amíg a Si-mal egyensúlyt tartó oxigén el nem éri a kérdéses C-tartalomhoz tartozó egyensúlyt *(4. ábra)*. Ebből következik, hogy a tuskó-felszíntől távolabb fekvő rétegekben a gyakorlatban SiO_2 zárványok keletkezése közben, a Si csaknem teljesen kiég, míg a tuskó tetején maradó Si-tartalommal az acél C-tartalmától függően számolni kell.

A/1 *Az üstben félig csillapított tuskó szerkezete*

Ha tehát az öntés a fenti elvek szerint sikerült, az üstben félig csillapított acéltuskó szerkezetére az alábbiak jellemzők :

a tuskó felületének tulajdonságai egyeznek a csillapított acéléval,



4. ábra. A dezoxidálószer felhasználás megállapítása egyensúlyi diagram segélyével

a felső részben nincs lunker, hanem ezt több gázhólyag helyettesíti, melyek nyomása következtében a tuskó teteje kissé kidomborodik,

a tuskó belső részének dúsulásos képe az alsó rétegekben a csillapított acélhoz közel áll, a felső részben viszont közeledik a csillapítatlan acélokhoz. Mivel azonban a gázfejlődés csak korlátozott és lassú, az öntéskor vett elemzésre vonatkoztatott dúsulás ebben a rétegben nem haladja meg a 150—200%-ot,

a tuskó alsó része felé egyre növekvő mennyiségben szilikát zárványok keletkeznek. Ezek mennyisége a tuskók maximális vastagságával is arányos, mivel ezzel a mérettel az O_2-dúsulás mértéke is arányos.

Ettől az elméleti szerkezettől azonban az eltérések jelentősek lehetnek. Az eltérést az okozza, hogy rendkívül nehéz meghatározni a szükséges dezoxidálószer mennyiségét.

A/2 *A dezoxidálószer mennyisége*

Ha a dezoxidációs reakciók az egyensúlyi diagramoknak megfelelően mennek végbe, akkor a dezoxidálószer mennyiségét az alábbi úton kellene meghatározni: pl. egy 0,2% C-tartalmú acélra.

A 0,2% C-t tartalmazó acél O-tartalma csapoláskor (1600 C°)

$$0\% = \frac{0{,}0025}{C} + 0{,}007 \sim 0{,}014 \qquad (1)$$

egyenlettel számítható ki [2].

Ebből átlagban $0\% = 0{,}0125 + 0{,}010 \simeq \simeq 0{,}022$.

Azaz a 0,2% C-tartalmú acél O_2-tartalma

$$O = 0{,}0125 + 0{,}010 = 0{,}022$$

Ez az egyenlet az analitikai úton meghatározott adatokhoz hasonló pontosságú eredményt ad, különösen kisebb C-tartalmakra, mivel itt a súly %-ban kifejezett koncentráció gyakorlatilag az aktivitással egyenlő.

0,2% C-nak egyensúlyt tartó oxigén mennyisége a likvidusz hőmérséklet közelében:

$$O = \frac{0{,}0020}{0{,}2} = 0{,}010\%$$

Eltávolítandó: 0,022—0,010 =	0,012 %
Ehhez szükséges Si	0,0105%
A 0,010% O_2-nel egyensúlyt tartó Si % a likvidusz hőmérséklet közelében:	0,09 %
Az összes szükséges Si %	0,1005%

Ezek az adatok leolvashatók a 4. ábrából is. Mivel — mint ismeretes, és mint azt az (1) képlet is mutatja — az egyes adagok oxigén tartalma közel azonos mértékben múlja felül a reakció egyensúlyt, ez oxigén-mennyiségnek az eltávolításához szükséges dezoxidáló szer mennyisége az acél C-tartalmától függetlenül közel azonos. Az egyensúlyi oxigén tartalmat kismértékben felülmúló oxigénkoncentráció beállításához szükséges Si-tartalom azonban rohamosan nő az acél C-tartalmának emelkedésével. Az acélban jelenlevő egyéb dezoxidáló hatású elemek (elsősorban a Mn) azonban a Si—O egyensúlyt megváltoztatják, ezért az elméleti dezoxidálószer szükséglettől jelentős eltérések lehetségesek. Az eltérések valószínűsége egészen kis (0,010%) C mellett azért is nagyobb, mert ebben a határközben a C-tartalom már alig mérhető kis változása is ugrásszerűen változtatja az egyensúlyi oxigén koncentrációt. Kb. 0,20—0,35% határok között a C-tartalom változása gyakorlatilag jelentéktelen hatással van az acél oxigén-tartalmára, ezért a dezoxidáció sikerességének valószínűsége Si használata mellett kb. e C határok között a legnagyobb. Az acélban levő Mn (és esetleg egyéb dezoxidáló hatású elemek) miatt a diagramból kiszámított Si-szükségletnél 10—20%-kal kevesebb kell. A gyakorlatban szokásos maradó Si-tartalom, 0,06—0,15% között változik, ha az acél 0,15—0,35 C-tartalmú.

A jól sikerült részleges dezoxidációt az jelzi, hogy az öntés elején az acél teljesen csillapított acélként viselkedik, majd az öntés vége felé néhány szikra megjelenése jelzi, hogy az alsóbb rétegben gázfejlődés indult meg a már előrehaladt dermedéssel együttjáró dúsulás miatt. Az öntés befejezése után ez a jelenség néhány másodpercig tart, míg a tuskó tetejének megfagyása után a látható fövés megszűnik.

Ha a dezoxidáció gyengébb az ideálisnál, a fövés öntés közben megindul, mivel azonban nem elég élénk, a tuskó felületi rétege egy rosszul sikerült csillapítatlan adaghoz fog hasonlítani és egyidejűleg a tuskó úszni fog. Ha ezt az öntőmester idejében észreveszi, akkor a dezoxidációt Al hozzáadásával még megjavíthatja. Ezt az Al-ot öntés közben a tuskó hosszában kb. egyenletesen elosztva kis adagokban helyes adagolni. A legtöbb, üstben dezoxidált, félig csillapított acélt ezzel a módszerrel gyártják.

Ha közvetlenül késztermékké kell az ilyen — a kokillában korrigált — tuskót feldolgozni, akkor elég sok felületi hibával kell számolni. Ezek a felületi hibák a tuskó felületéhez közel eső hólyagok hengerlés közben bekövetkező felszakadásából származnak. Ezért az ily módon gyártott tuskókat nem célszerű egy melegből készárúvá (pl. lemezekké, idomacélokká) feldolgozni, hanem előzetes buga alakjában felületi tisztításra van szükség.

Ha viszont az előnyújtáskor a szelvény csökkenés igen nagy (80—90%), és a tuskókat nagy fogyással magas hőmérsékleten hengerlik, akkor célszerűbb kissé erősebben dezoxidálni és inkább vállalni kisebb lunkerek veszélyét. Ez a módszer az említett hengerlési feltételek mellett éppen olyan jó kihozatalt biztosít, mivel az esetleg képződő kis lunker — ha az nem nyitott — nagy hengerlő nyomás, azaz nagy szelvénycsökkenés során összeheged. Az ilyen eljárással a tuskókat közvetlenül késztermékké is lehet hengerelni, mert a felületi hibák keletkezésének veszélye csillapított acéloknál semmivel sem nagyobb.

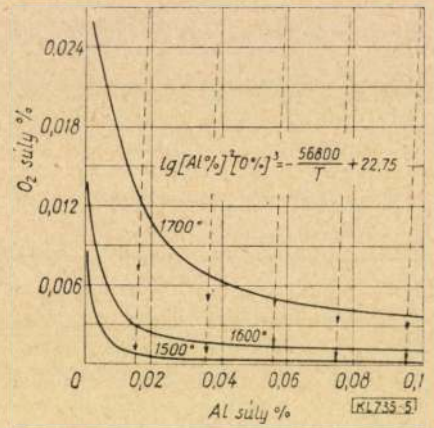
B) **Öntés közben félig csillapított acél**

Kézenfekvő az a gondolat, hogy a csillapítatlan tuskók kiváló felületi minőségből adódó előnyeit tartsuk meg, a tuskó belsejét pedig a félig csillapított tuskó szerkezetéhez közelítsük. E célból biztosítani kell, hogy

az öntést csillapítatlanul végezzék, viszont

a felületi kéreg kialakulása után az acél oxigéntartalma a kérdéses C-tartalomhoz tartozó egyensúlyi oxigén tartalom alá csökkenjen, de csak annyival, hogy a megdermedés közben bekövetkező dúsulás még lehetővé tegye a C—O görbe egyensúlyi O-tartalmának elérését.

Dezoxidálásra célszerű a legerősebb dezoxidálószert — Al-ot — adagolni, mivel ebből kell a legkevesebb. Az Al olyan erős dezoxidálószer, hogy az acél már igen kis fémes Al-tartalom mellett is dezoxidáltnak tekinthető, ezért mennyiségét úgy kell megszabni, hogy fémes Al ne maradjon az acélban *(5. ábra)*.



5. ábra. Acél és Al egyensúlyi diagramja

Az Al beadagolása után a CO-reakció néhány pillanatra megszűnik, majd a teljes Al-mennyiség kiégése után — éppúgy, mint a Si-mal dezoxidált acélokban — a dúsulási folyamat következtében újból megindul a már leírt lassított fövési folyamat.

B/1 *A tuskó szerkezete*

A kokillában félig megnyugtatott acéltuskó szerkezete a fentiek alapján az alábbiakkal jellemezhető :

A tuskó felületi kérgének szerkezete a csillapítatlan acéléval egyezik. Mindezek a felületi acélrészek, melyek a dezoxidálószer adagolása előtt dermedtek meg, ugyanolyanok, mintha az acélt csillapítatlanul öntöttük volna. Egy ilyen — a szükségesnél kissé jobban csillapított — 1,6 t súlyú lapostuskó hosszmetszete és Baumann-lenyomata *(6. ábra)* alapján megállapítható, hogy :

a csillapítatlanul megdermedt réteg vastagsága a tuskó aljától felfelé egyre csökken és megfelel a $d = k\sqrt{t}$ egyenletnek,

ahol t = az az időkülönbség, amely a kérdéses szelvény leöntése és a dezoxidáció időpontja között eltelt,

k = a hőelvonás erősségére jellemző állandó (ugyanazon kokillára közel állandó)

k-t egy-egy kokillatípusra az előző Baumann-lenyomat alapján egyszerűen ki lehet számítani. Jelen esetben pl. :

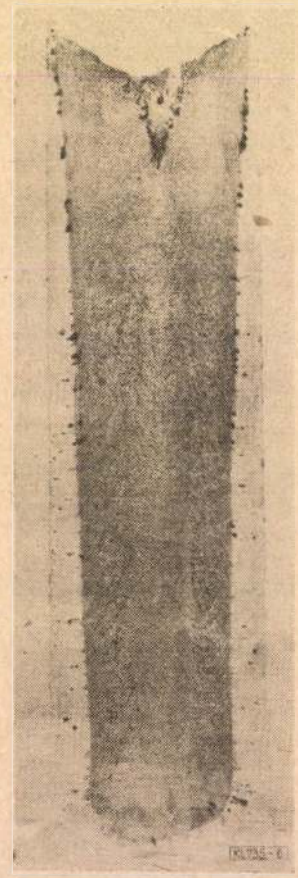
$$t = 6 \text{ perc}$$

A csillapítatlan kéreg vastagsága a tuskó alján :

$$d = 32 \text{ mm}$$

Így

$$k = \frac{32}{\sqrt{6}} = 13$$



6. ábra. Az 1,6 t súlyú lapostuskó hosszmetszetének Baumann-lenyomata. A hosszmetszet a szélesebb oldalra merőlegesen készült

A csillapítatlanul megdermedt kéreg vastagságának megfelelően a tuskó alsó részében megtaláljuk a részlegesen (esetleg teljesen) kifejlődött hólyagkoszorú rendszert. Ennek vastagsága felfelé haladva fokozatosan csökken, míg kb. a tuskó közepetáján megszűnik. Ettől kezdve csak a tiszta kéreg fejlődött ki, melynek vastagsága fokozatosan csökken és a tuskó tetején gyakorlatilag megszűnik.

A tuskó belső részének szerkezete a Baumann lenyomat szerint két, egymástól jól megkülönböztethető mezőre tagozódik. A csillapítatlanul megdermedt részhez csatlakozó mező, mely alul vékonyabb, felül vastagabb, kifejezetten mutatja, hogy gázhólyagok képződtek. Ezek felfelé és a tuskó közepe felé (a mindig nagyobb hőmérsékletű, tehát folyékonyabb rétegek felé) haladtak, és útjukat enyhe kéndúsulások jelzik. A gázhólyagok el tudtak távozni, mivel lunkerittel a tuskó tetejét kísérletképpen melegen tartottuk. A Baumann-lenyomat szépen mutatja az acéloszlop nyomásának hatását a gázfejlődés egyensúlyi állandójára : az a réteg amelyben a gázfejlődés lezajlott, alul keskenyebb, és felfelé szélesedik.

A Baumann-lenyomaton világosan megkülönböztethető egy harmadik mező is, mely csillapítva dermedt meg. Ezt a csillapított acélokra jellemző szabályos V-alakú dúsulások bizonyítják. Ez a tengelymenti mező (a Baumann-lenyomat alapján becsülve) a tuskó hosszanti metszetének kb. 20—30%-át teszi ki. Ez a mező viszont alul szélesebb, felül keskenyebb. Az utoljára csillapítva megdermedt mennyiségnek megfelelően a felső részben lunker képződött. Hídképződés nincsen. Ennek a csillapítottan megdermedt résznek a keletkezése valószínűleg abban leli magyarázatát, hogy az Al koncentrációja a középső részen valamivel nagyobb, ennek megfelelően ebben a réteg-

ben kevés fémes Al maradhatott vissza, mely megakadályozta a CO reakció létrejöttét.

Ha a tuskó tetejét nem tartjuk folyékonyan és valamivel kevesebb Al-mal dezoxidálunk, szélesedik a középső mező és a lunker helyét gázhólyagok foglalják el. A gázhólyagok nyomást gyakorolnak a megdermedt felületre, ezért a tuskó teteje kidudorodik. Elképzelhető, hogy a gáznyomás hatására a tuskó alján a C—O reakció megáll.

A csillapítva megdermedő rész csökkenésével eljuthatunk addig az ideális pontig — melyet a gázhólyagoknak egészen a megdermedés befejezéséig terjedő lassú képződése kísér —, és melynek látható jelensége az öntés befejezése után néhány másodpercig tartó fövési jelenség, amikor a tuskó felső része csak kevés, de aránylag nagy térfogatú gázhólyagot tartalmaz.

Ezt a jelenséget mutatja a 7., 8. és 9. ábrában bemutatott Baumann-lenyomat. A *7. ábra* Baumann-lenyomata a felső végtől mintegy 6% távolságra mutatja a hengerlés után a tuskó szerkezetét. Ezen a lenyomaton már nem található meg a tiszta kéreg, viszont a belső szerkezet kimondottan gázfejlődésre utal. A *8. ábra* olyan tuskó Baumann-lenyomatát ábrázolja, amelyen a tiszta kéreg részlegesen kifejlődött ugyan, de a primér hólyagrendszer képződésére már nem volt idő.

Végül a *9. ábra* Baumann-lenyomata a tuskót abban a helyzetben ábrázolja, amikor a primér hólyagkoszorú rendszer képződése megkezdődött, de kifejlődésre már nem volt lehetőség. Mindhárom esetben a tuskó felső részében még gázképződés volt, melyet a kéneloszlás mutat.

Ha a tuskót túlzott mértékben csillapítjuk, akkor mint az *10. ábra* Baumann-lenyomatából látható, a teljes középső részben csillapítva dermed meg és a szokásos V-alakú dúsulást mutatja.

Ha viszont a tuskót nem nyugtatjuk meg eléggé, akkor az űzni fog, ennek megfelelően belső szerkezete közeledik a csillapítatlan acélhoz.

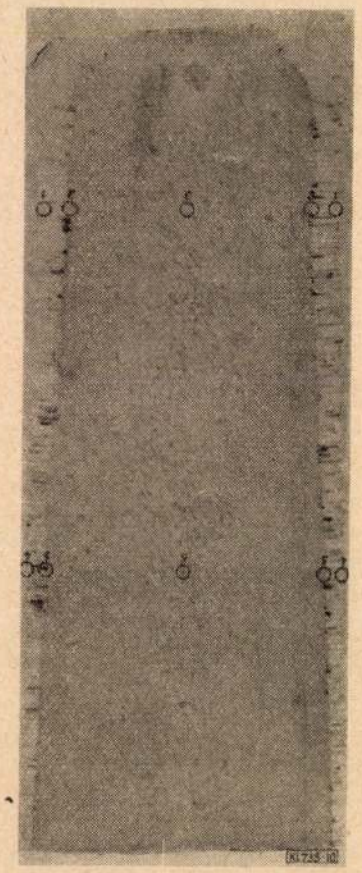
B/2 *A dezoxidálószer mennyisége*

Ha a dezoxidációt öntés közben hajtjuk végre, akkor a dezoxidálószer mennyiségét egyszerűbb meghatározni, mint az üstben félig csillapított acélét. Mivel ilyenkor a készacél fémes Al-t nem

7. ábra. 4,2 t-s tuskóból hengerelt lapos buga Baumann-lenyomata a felső végből 6% távolságban

8. ábra. 4,2 t-s tuskóból hengerelt lapos buga Baumann-lenyomata a tuskó közepén

9. ábra. 4,2 t-ás tuskóból hengerelt lapos buga Baumann-lenyomata a tuskó alsó 1/3-ában



10. ábra. 0,5 kg/t Al-mal az öntés befejezése előtt teljesen megnyugtatott 2,4 t súlyú lapostuskónak a szélesebb oldalra merőleges hosszmetszetének Baumann-lenyomata

tartalmazhat, a szükséges dezoxidálószer mennyisége csupán az acél tényleges oxigén tartalmának függvénye, mely viszont már az (1)-es képletből, az acél C-tartalmától függően megfelelő pontossággal meghatározható. A dezoxidálószer mennyiségét az acél hőmérsékletétől függően helyesbíteni szükséges, sőt ugyanazon adagon belül az öntés vége felé a dezoxidálószer mennyiségét általában 10—20%-kal növelni kell, mivel a salakhoz közelebb eső acélrétegekben valamivel több az oxigén.

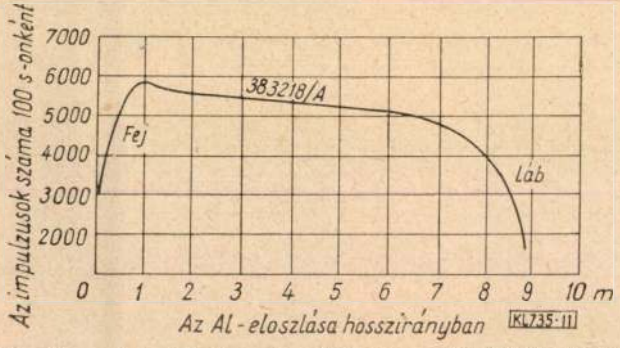
A gyakorlatban az öntőmester az acél C-tartalmától függően az első táblán 0,018—0,022% Al-ot adagol, melynek mennyiségét a következő öntőtáblákon helyesbíti az acél dermedését kísérő jelenségek alapján. Helyesen végrehajtott részleges dezoxidáció alapján az acél az öntés befejezése után 20—60 másodpercig szikrázik és a tuskó teteje kidomborodik.

A dezoxidációnak mindig a felületi réteg kialakulása után kell bekövetkeznie. Ezért az Al-ot közvetlen az öntés befejezése előtt adagolják.

B/3 *Az Al-eloszlás vizsgálata*

Ugyanazon öntőtáblán öntött tuskók Al_2O_3 eloszlása közötti különbség vizsgálatára és az egy tuskón belüli koncentráció különbségek meghatározása céljából radióaktív Zn 65-tel jelzett Al-ot a szokásos módon juttattunk a tölcsérbe.

A mi esetünkben minden kokilla az öntőlap külön ágáról közvetlenül kapta az acélt. Az öntőlap egyes tuskói közül a 100 s-ra eső impulzusok alapján számított koncentráció különbség nem haladta meg a ±10%-ot.



11. ábra. A tuskók hossztengelyében az Al eloszlás diagramja

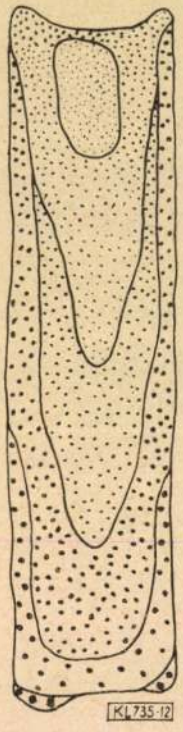
A tuskók hossztengelyében az Al eloszlás tipikus képét a *11. ábra* mutatja. Legtöbb Al a tuskó közepén a felső részben van, mely azonban a hossztengely átlagától csak 15—20%-kal tér el, nem számolva azt a gyakorlatilag Al-mentes részt, mely alul is és felül is a lemezhosszúság kb. 2,0—2,5%-át tette ki.

A *12. ábrán* egy ilyen izotópos lemezvizsgálat elvi ábráját látjuk, melyen a pontok sűrűsége arányos a 100 s-ra eső beütések számával.

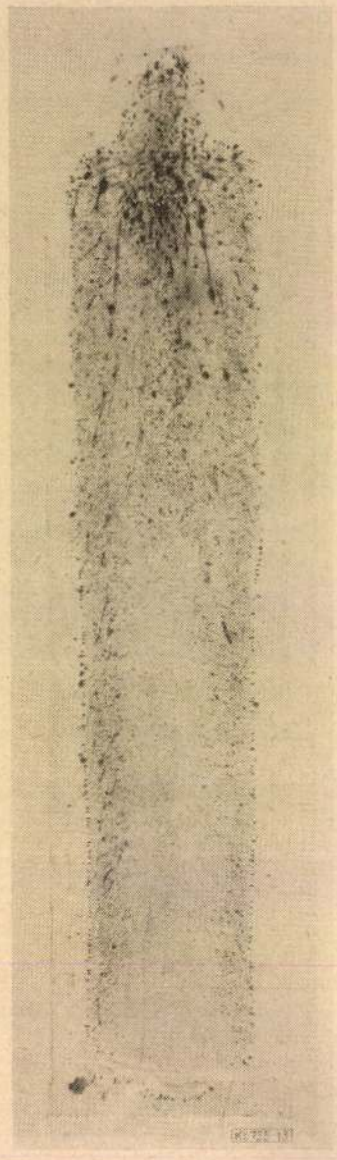
Hirtelen, ugrásszerű koncentráció változást a vizsgált lemezek és a tuskók sehol sem mutattak.

B/4 *Mechanikai tulajdonságok*

Végül megvizsgáltuk az ily módon öntött 4,2 t súlyú tuskókból közvetlenül hengerelt 6—8 mm-es lemezek fej- és lábvégének mechanikai tulajdonságait. Ennek eredményeit az *1. táblázatból* láthatjuk. A táblázat adatai bizonyítják, hogy a láb- és fejvégből vett próbák mechanikai értékei között a szokásos különbség mutatkozik.



12. ábra. Izotópos lemezvizsgálat elvi ábrája



13. ábra. A nyakkal ellátott kokillában légmentesen lezárt tuskó Baumann-képe

1. táblázat

Egy 4,2 t-ás tuskóból hengerelt lemez szilárdsági adatai

Adagsz	MSZ	Lemez vastagság mm	σ_B kg/mm²	σ_F kg/mm²	δ_{10} %	A_k mkg/cm²	
15 353	A 42,21	6	52,3	31,8	21,6	6,2	fej
			48,7	30,1	25,9	5,7	láb
26 719	A 42,21	8	44,7	27,6	24,2	7,4	fej
			44,3	28	30,1	8,7	láb
26 719	A 42,21	6	42,4	26,8	25,7	10,0	fej
			40,5	25,1	25,7	10,1	láb
46 468	A 42,21	8	44,3	28,1	27,0	7,1	fej
			43,8	27,8	30,1	8,4	láb

C) Zárt nyakú tuskók

A harmadik módszer, mellyel a lunker- és aránylag dúsulásmentes szerkezetű tuskót megközelíteni igyekeznek, az öntés zártnyakú kokillákban.

Zártnyakú kokillába az acélt ugyancsak csillapítatlanul öntik, de a fövési reakciót öntés után nem engedik kifejlődni. Ezt úgy érik el, hogy a kokillát nyakkal látják el és jól, csaknem légmentesen lezárják. Így a megdermedés első szakaszában, miután a fej mechanikus fagyasztása megtörtént, a fejlődött gázok okozta nyomásnövekedés rohamosan csökkenti, majd végleg leállítja a C—O reakciót. Az ilyen tuskókban a primér hólyagkoszorú közelebb kerül a tuskó felszínéhez, mintha ugyanezt az acélt nyitott kokillába öntötték volna. Mivel az öntés befejezése után 1—2 perc múlva a gázok eltávozásának lehetősége teljesen megszűnik, a tuskó alsóbb szelvényeiben a C—O reakció fokozatosan megszűnik. A tuskó teljes keresztmetszetére kiterjedő gázképződés csak kb. a tuskó felső harmadában van. Ha a tuskó felszínét a kokilla fedője révén lezárjuk, akkor ugyanaz a lassított fövési folyamat játszódik le, mint az előző esetben. A C—O reakció a tuskófejhez egyre közelebb eső és egyre szélesedő rétegben, de egyre lassabban folyik a teljes keresztmetszet megdermedéséig.

Ez a folyamat a *13. ábra* Baumann-lenyomatán látható szerkezetet hozza létre.

C/1 *A zárt nyakú tuskó szerkezete*

Ezt a tuskószerkezetet az alábbiak jellemzik :

A tuskó teljes hosszában a csillapítatlan acélokra jellemző tiszta kéreggel alakul ki. Ennek vastagsága mindenkor 2—3 mm-rel kisebb, mintha az acélt nyitott kokillába öntötték volna.

A tiszta kéreghez csatlakozik az elsődleges hólyagkoszorú mezője, melynek szerkezete ugyanolyan, mint a csillapítatlan acéloké, csak kevésbé kifejlett. A ferrosztatikus nyomás következtében ez a réteg alul következetesen szélesebb, mint felül.

Ezt követi a fejlődő gázoktól átjárt réteg, mely hólyagokat csak közvetlen a tuskónyak alatt tartalmaz. Ezt a réteget a rajtuk átvonuló gázok okozta dúsulások jellemzik. Ez a réteg alul keskeny és felfelé fokozatosan szélesedik, amit a ferrosztatikus nyomás reakciósebesség szabályozó hatása okoz. Itt a nem fémes elemek annál jobban megközelítik a csillapítatlan acélokra jellemző dúsulást, minél hosszabb ideig volt lehetősége az acélnak a kokillában a fövésre.

Az eljárás sikere azon múlik, hogy a fövést sikerül-e a kéreg megdermedése után 1—2 percen belül megállítani. Minthogy a látható reakció az öntés befejezése után az acélnak a zárófedélig való emelkedésekor szűnik meg, nagy jelentőségű a réteg minőségének kialakulása szempontjából nemcsak az az idő, mely alatt ez az emelkedés bekövetkezett, hanem az a távolság is, melyet az acél eközben megtett. Gyakorlati tapasztalat szerint, ha ez a távolság 4—5 cm-nél nagyobb, a tuskó felső részének szerkezete jobban megközelíti a csillapítatlan acélokét. Az öntés sikeres végrehajtásakor a fej alatti réteg dúsulása sem több az átlag dermedésre vontkoztatva 110—140%-nál.

A tuskó hosszának kb. 50%-ától lefelé a talp irányában egyre szélesedő harmadik réteget is jól meg lehet különböztetni, mely *csillapított* szerkezetre utal az itt-ott felismerhető *V* dúsulások révén.

A fövési idő csökkenésének az is következménye, hogy az acélban lebegő fémes és nem fémes zárványok nem tudnak eltávozni. Ezért ez a tuskó több nemfémes zárványt tartalmaz, mint a hasonló C-tartalmú csillapítatlan acél, vagy az 1. ábra 3. és 4. típusú félig csillapított acél. Ezek a zárványok főleg Fe- és Mn-oxidok keverékéből állnak, melyhez a tűzálló anyagokból származó SiO_2 és Al_2O_3 zárványok csatlakoznak. Ez az acél is tartalmaz a Si-mal való dezoxidációból származó SiO_2-t, melyek keletkezését az egyensúlyi helyzetnek a hőmérséklettel való változása magyarázza.

C/2 *A dezoxidálószer mennyisége*

Az üstben ezt az acélt csak kevéssé dezoxidálják, kb. 0,1 kg Al/t-val. Ennek célja csupán annyi, hogy a reakció hevességét az öntés kezdetén csökkentsék. Ez ugyanis intenzív C—O reakcióra utal, amikor a leírt egészséges belső szerkezet kialakulása nehezebb, és ez a reakció sebességével arányosan közeledik a csillapítatlan acélhoz.

Ezzel az öntési móddal is szokás a kokillában Al segítségével a fövést helyesbíteni. Erre akkor van szükség, amikor az öntés kezdetén túl heves reakcióval kell számolni. Ilyenkor tonnánként 0,10—0,12 kg Al-ot adagolnak az öntőtölcsérbe, ami lassítja a reakciót.

A részleges dezoxidáció sikerességének valószínűsége kis keresztmetszetű kokillákban a legnagyobb. Lapos és nagy keresztmetszetű négyszögletes kokillákba öntéskor teljes sikerre kisebb a valószínűség, mert a lapos kokillákban — az intenzívebb hőelvonás miatt, a nagy keresztmetszetű négyszögletes kokillában pedig fokozott O_2 dúsulás miatt — a C—O reakció élénkebb, ezért a belső gázfejlődéses réteg szélesebb és mélyebb lesz.

Az ideális szerkezettől való eltérés az egyes üzemekben bevezetett eljárástól és a felhasználási céltól függ, vannak akik inkább a felületi hólyagosság rovására térnek el az egészségesebb belső szerkezet érdekében, vannak, akik fordítva.

Az eljárás hátránya még, hogy a kokilla kiképzése miatt nagyobb a kokilla fogyasztása, mint a nyitott kokillába való öntés során.

Ha ezeket a tuskókat nem hengerlik ki közvetlenül melegen, amikor a hólyagkoszorú elhelyezkedését hidegen meg lehet vizsgálni, ekkor megfelelő válogatással a legkényesebb csőminőségek is nagy biztonsággal gyárthatók.

D) Gyakorlati felhasználás

A Dunai Vasműben legnagyobb részben az 1. ábra 2. és 3. típusú tuskóit gyártjuk éspedig : a 2. típust 1,6, 2,4, 4,2 és 6 t-s lemeztuskóhoz, melyek C-tartalma 0,12—0,25% határok között

ingadozik, Mn-tartalmuk 0,30—0,45%. Ezeket a tuskókat kizárólag ezzel az eljárással öntjük. Az így készített tuskók közül az 1,6 és 2,4 t-s lapostuskókat közvetlenül 8—30 mm vastagságú középlemezzé, a 4,2 és 6 t-s lapostuskókat részben közvetlenül 2—12 mm-es lemezzé és tekercscsé hengerlik, részben előbb laposbugává, azután újból felmelegítve 2—10 mm-es vastagságú lemezt készítenek belőle.

A középlemezek gyártásában már többéves tapasztalatunk van, ezért ez a módszer teljesen kiforrottnak és véglegesnek mondható. Régebben ezeket az acélfajtákat csillapítatlanul öntöttük; a tuskókat 6—8 perc fövési idő után vasfedővel lefedtük. Az említett eljárás bevezetése után a fajlagos kihozatal mintegy 4—6%-kal javult. Ezenkívül csökkentek a felületi és a belső szerkezet egyenetlenségéből származó hibák is.

1,6, ill. 2,4 t-s lapostuskók hengerlése során a jelenlegi veszteségek az alábbiak

Fejhulladék	5— 8%
Lábhulladék	3— 5%
Szélhulladék	10—12%
Leégés	3%

Ezeknek megfelelően az 1 t lemez előállításához szükséges acél mennyisége 1310—1360 kg/t között változik.

Az 1960-as évben a közvetlenül tuskóból hengerelt lemezek felületi hibáinak mennyisége 2—3% volt, a belső hibából (rétegesség) származó hibák mennyisége szintén 2% körül van.

A 4,2 t-ás lapostuskók az 1960. évben megindult lemezhengermű kiinduló anyagát képezik. Ezeket eleinte csillapítatlanul öntötték úgy, hogy 6—10 perc fövési idő után a fövést vasfedő segítségével megszakítottuk. Néhány hét után fokozatosan áttértünk a kokillában félig megnyugtatott acélok gyártására. Itt kb. 2% kihozatal javulás jelentkezett. A kihozatalt teljes pontossággal megadni még nem áll módunkban. 4,2 tonnás lapostuskók 100—200 mm-es lapos bugákra való hengerlésekor kb. 85% a kihozatal. Tuskóból közvetlenül gyártott lemezre a kihozatal az eddigi néhány kísérlet alapján várhatóan kedvezőbb lesz (becslés szerint 86—88% között).

Kizárólag alulról öntünk és minden kokilla külön csatornán kapja az acélt. Felső öntésre a közeljövőben nem kívánunk rátérni, ezért ezzel még kísérleteket sem végeztünk. Feltételezzük, hogy az Al-eloszlás az acélban kedvezőtlenebb lenne, és ennélfogva az eredmények is romlanának.

Az eljárás előnyei a csillapítatlan acélhoz képest az alábbiak:

0,12—0,25% C határközben jobb a kihozatal, mert a tuskók egyenlő magasságra önthetők, és mert a dúsulások elmaradása miatt a felső rész tisztább.

Kb. 0,12%-nál kisebb C-tartalmú acélok gyártásakor — ha az acél csillapítatlanul öntve semmit sem emelkedik öntés közben — a két tuskófajtából kb. azonos kihozatal érhető el.

Egyik gyárunk fajsúlyméréssel megállapította, hogy az ily módon öntött tuskók fajsúlya 7,15—7,25 kg/dm³ volt, a csillapítatlanul öntött acélok 6,9—7,05 kg/dm³ fajsúlyával szemben. Ez az eddig elmondottakat igazolja: a tuskó tömörebb, mivel kevesebb a gázhólyag térfogat.

További előny, hogy az öntés munkája, mivel elmaradnak az öntöttvas fedők, lényegesen egyszerűbb.

Ha ezeket az acélokat az 1. ábra szerinti 1. típusban öntenénk, kb. azonos kihozatal mellett lényegesen megnőne a felületi hibás lemezek száma és talán nem is volna lehetséges tuskóból közvetlen vékonylemezeket gyártani.

Mivel nálunk a szelvénycsökkenés igen nagy, meg van az a biztonság, hogy az esetleges kisebb lunkerképzés nem okoz zavart, mivel zárt lunkerű tuskók felülete eléggé tiszta ahhoz, hogy nagy hengerlő nyomások mellett elegendő mértékű szelvénycsökkenés alatt a lunker összehegedjen.

Az adaggyártás szabályai ugyanazok, mint a csillapítatlan acélé, de nagy előny velük szemben, hogy — ha azt a szennyezők megengedik — kisebb bazicitású, tehát kisebb mennyiségű és Fe-tartalmú salakkal lehet csapolni, mint a csillapítatlan acélt.

A szokásos bazicitás

$$V = \frac{CaO}{SiO_2 + P_2O_5} = 2{,}4$$

miközben az acél a nyersvas S-tartalmától függően 0,025—0,040% S-t és kb. 0,015—0,025% P-t tartalmaz.

A dezoxidációt részben az üstben végezzük. Itt 0,1 kg/t Al-ot kap az adag, a kokillában pedig közvetlen az öntés befejezése előtt 0,18—0,22 kg/t-t a C-tartalomtól és a hőmérséklettől függően.

Négyszögszelvényű kokillákkal — mivel erre eddig nem volt szükség — ezzel az eljárással nem végeztünk kísérleteket.

Kiterjedten használjuk a zártnyakú kokillákat 0,12%-nál kisebb C-tartalmú acélokra, 1,1 tonna súlyú tuskókhoz, csőgyártás céljaira. Az adagokat, melyek a legnehezebb csőgyártó igénybevételnek vannak alávetve, külön válogatjuk. Ez a válogatás nemcsak kémiai összetételre terjed ki, hanem annak a vizsgálatára is, mennyire sikerült a fent leírt tuskó szerkezetet öntés közben megközelítenünk. Erre a primér hólyagkoszorúnak a felülettől való távolságából és a dermedési időből lehet következtetni. Ha ezek bizonyos, jórészt a már említett szigorításoknak megfelelnek, akkor az említett *félig nyugtatott* tuskószerkezetet jól megközelítettük. Tapasztalatunk szerint a kémiai összetételtől eltekintve, csőgyártásra készült tuskók 80—90%-a a fenti követelményeknek megfelel.

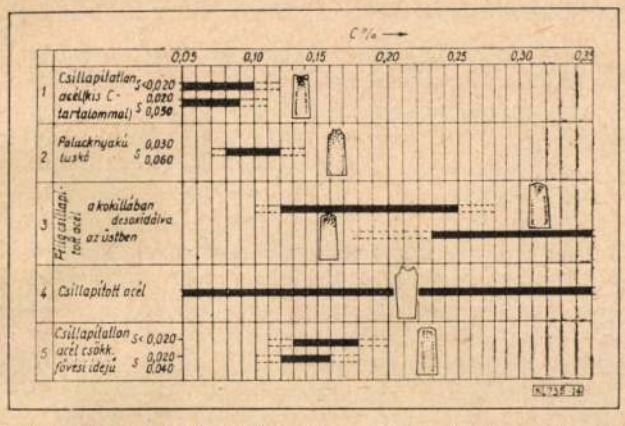
0,12% C felett ez a találati valószínűség gyorsan csökken és a tuskószerkezet egyre inkább hasonlít a megszakított fövési idejű, sőt a közönséges csillapítatlan acélhoz.

Többéves tapasztalat szerint az 1,1 tonnás tuskókból az összes kihozatal 90—91% között van, míg a csőgyártás céljaira kb. 85% felel meg, a különbségből alárendeltebb minőségű áru lesz.

Az 1. ábra szerinti 1. típusú félig csillapított acélokkal (0,25% C-tartalom felett) jelenleg kísérleteket végzünk, de ezek még nincsenek olyan

állapotban, hogy kiforrott gazdasági eredményekről számolhassak be.

Végül megkísérlem néhány főbb szempont összefoglalását, amelyeket — ismereteink mai állása szerint — az egyes acélfajták öntési módjának meghatározásához célszerű figyelembe venni (*14. ábra*).



14. ábra. Különböző módszerekkel öntött acéltuskók felhasználási területe

Csillapítatlan acél. Az acélok öntésének célszerűségét az a max. C-tartalom határozza meg, amelyen a kokillában való fövési viszonyok még normálisak, azaz az acéltuskó emelkedés nélkül dermed meg. Ha a fövési idő kielégítően hosszú, akkor kevés gázhólyagot, aránylag kevés nemfémes zárványt tartalmazó és vastag, tiszta kéreggel rendelkező egészséges tuskót kapunk. Ha azonban a tuskó úzni kezd, akkor, mivel az úzés mértéke bizonytalan, a tuskók egyenlőtlen hosszúak és súlyúak lesznek, a tuskó felső része már sok gázhólyagot tartalmaz és nemfémes zárványban dúsabb. Ezek a kihozatal romlására vezetnek.

Az említett felső határ kb. 0,1% C, amit azonban a Mn- és kéntartalom emelkedése csökkent. Ideálisan főnek a kokillában a 0,06—0,08% C-tartalmú acélok. Ha azonban a Mn-tartalom meghaladja a 0,4%-ot, akkor már 0,1%-C-tartalmon is űző tuskót kaphatunk.

A gyártás sikerének valószínűségét a kokilla mérete és alakja nem befolyásolja.

Zárt nyakú tuskó. Az olyan acélfajtákra, amelyek öntésekor már kisebb emelkedésre lehet számítani, célszerűbb a zárt nyakú tuskók használata. Ezek ideális területe aránylag kicsi, 0,08—0,15% C-tartalom, leggyakrabban pedig a 0,10—0,14% C-tartalom között van. Az ilyen acélfajták öntésének felső határát az olyan C- és Mn-tartalom szabja meg, amelyen az emelkedés 40—50 mm-nél nagyobb. Ez kb. 0,15% C és max. 0,45% Mn. Ennek az eljárásnak sikere a kis keresztmetszetű és négyszögszelvényű kokillákra a legvalószínűbb.

Csillapítatlan acél részleges csillapítása a kokillában. 0,15%-nál nagyobb C-tartalommal célszerűbb félig megnyugtatott acélokat önteni, méghozzá tölcsérben való csillapítással. Az ilyen acélok öntésének alsó határa az a C-tartalom, amelyen már csillapítatlanul öntött acélokat nem lehet emelkedés nélkül önteni. Ilyen acélok öntésének felső határa egyezik a csillapítatlanul való öntés lehetőségének felső határával, azaz kb. 0,25% C-tartalommal. A Mn-tartalom felső határának a 0,5% tekinthető éppúgy, mint a csillapítatlanul öntött adagokénak. A dúsulás hiánya miatt a kéntartalom kevésbé veszélyes, mint akár a csillapítatlan, akár a zártnyakú tuskókban.

Mindkét eljárás igen nagy előnye, hogy felületi minősége egyenértékű a csillapítatlanul öntött acéléval.

Félig csillapított acél az üstben dezoxidálva. Ilyen acélok öntése akkor célszerű, ha a tölcsérben való megnyugtatással már nem lehet az acélt előállítani, azaz a C-tartalom a 0,25%-ot meghaladja. Nagy előnye, hogy összetétel szempontjából nincs korlátozva kisebb C-tartalmakra, sem kisebb Mn-tartalmakra. Blokksori kihozatal szempontjából egyenértékű a kokillában félig csillapított, a kis C-tartalmú csillapítatlan acélokkal és a zártnyakú tuskókkal. Ez utóbbiakkal szemben előnye, hogy a felső rész P-ban és S-ben sokkal kevésbé dúsul. Kis és nagy C-tartalmú acélok, dezoxidációjának sikere egyre bizonytalanabbá válik.

A kokillában megnyugtatott és a zártnyakú tuskókkal szemben felületi hibák szempontjából kimondottan nagy hátrányban van.

Ilyen acélok gyártásának elterjedését főleg az indokolja, hogy olyan C határok között lehet a siker legnagyobb valószínűségével önteni, ahol egyébként az acélt csillapítva felöntőfejes kokillába kellene önteni. A csillapított acélokhoz képest 6—8%-os kihozatal javulás érhető el.

Az elmondottak az öntési mód kiválasztásának alapjául csupán abban a tekintetben szolgálhatnak, hogy az egyes eljárások milyen feltételek között hajthatók végre a siker legnagyobb valószínűségével.

Esetleges egyéb kívánalmak az acélt felhasználók részéről, vagy a szokásostól eltérő üzemi körülmények, esetleg árkérdések stb. az általam elmondottakat módosíthatják. Minden üzemnek gondosan mérlegelnie kell, hogy saját körülményei között melyik eljárás a célszerű.

IRODALOM

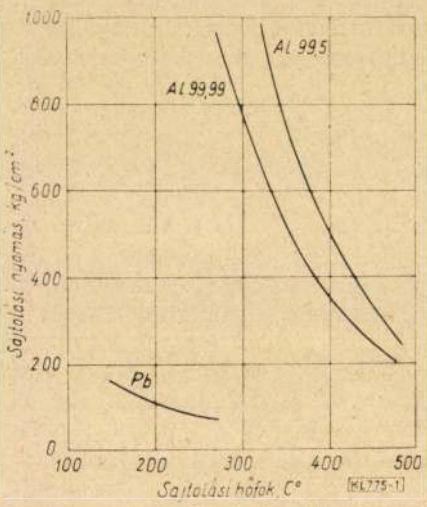
[1] *Leitner, F.—Flöckinger, E.:* Die Edelstahlerzeugung, 79. old. 40/b ábra.
[2] *Dr. Verő I.:* Ipari vasötvözetek metallográfiája, 169. old.

Az alumíniumkohászat fejlődésének egyik nyitott kérdése, a nagytisztaságú 99,99 százalékos alumínium jövője

DOMONY ANDRÁS
a műszaki tudományok doktora

Dk : 669.71—165

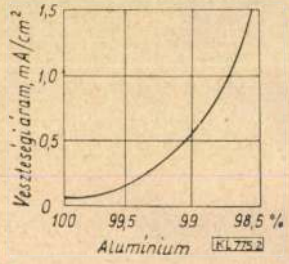
A kohóalumínium finomítása — ipari méretekben — ismételt tűzfolyékony elektrolízissel, azaz a fordított elektrolízissel az 1930-as évek második felében indult meg. Abban az időben



1. ábra. Nagytisztaságú alumínium, kohóalumínium és ólom sajtolásakor fellépő erőszükséglet a hőmérséklet függvényében

jelentős műszaki haladást jelentett, hogy a kohókban átlagosan 99,4—99,5%-os tisztaságban előállított alumínium helyett — bár kétszeres, azaz összesen 45—50 kWó/kg-nyi egyenáramú villamos energiával — sikerült 99,99%-os tisztaságú alumíniumot előállítani. Az első finomító üzemek 5000 A-es egységekkel, 25—30 kWó/kg-os egyenáramú energiafogyasztással 6—8 voltos feszültségen dolgoztak [1].

Az 1940—1955-ös évekig igen nagy reményeket fűztek a nagytisztaságú alumínium előállításához és felhasználásának elterjedéséhez. A nagytisztaságú alumínium tulajdonságai közül kiemelték jó korrózióállóságát, főként erős savakban *(1. táblázat)* az ólmot megközelítő képlékenységével párosuló aránylag jó szilárdsági tulajdonságait *(1. ábra)*, jó villamos vezetőképességét, felületének jó kémiai nemesíthetőségét, (vegyi és elektrokémiai polírozódó, valamint kitűnő anódos oxidálódó készségét), oxidhártyájának kiváló dielektromos tulajdonságait *(2. ábra)*, végül a belőle készült ötvözeteknek igen előnyös mechanikai és fizikai sajátosságait *(2. táblázat)*. Kedvezőnek látszott az a gondolat is, hogy fordított elektrolízis segítségével hulladék alumíniumból közvetlenül nagytisztaságú fémet lehet előállítani.



2. ábra. Aluminium tisztasága és a formált elektrolit kondenzátorszalag felületén áthaladó veszteségi áram nagysága közötti összefüggés (Muriset nyomán) [11]

1. táblázat

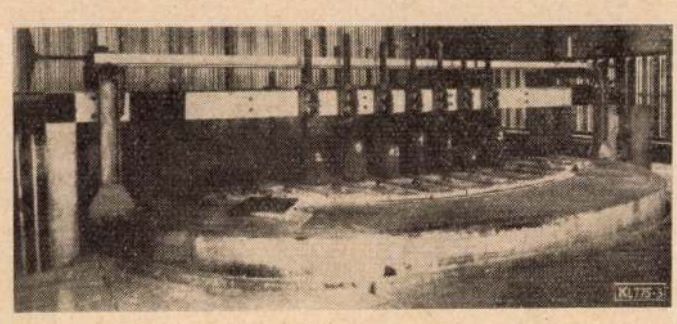
Néhány erősen agresszív közeg, melyekben a 99,99%-os alumínium korrózióellenállása a kohóalumíniuménál nagyobb

Anyag	Súlyveszteség, g/m²·nap (8 nap 20 C°)											
	HCL	H_2SO_4					H_3PO_4		HNO_3			
	1	1	10	25	78	96	1	10	11	10	25	50
	%-os oldat											
99,99% Al	0,57	0,67	0,86	1,3	11,7	26	1,52	4,61	0,63	2,86	3,8	0,6
99,62% Al	2,90	1,07	1,56	2,0	86,7	27	1,52	14,80	0,99	4,52	7,5	14,3

2. táblázat

Ólom, 99,99%-os Al, 99,5%-os Al fém néhány jellemző tulajdonságának összehasonlítása

	Ólom	99,99% Al	99,5% Al
Szakítószil., kg/mm²	1,3—1,8	4—5	7—9
Nyúlás, %	55	40—48	30—40
Brinell-keménység, kg/mm²	3, 5—4	13—15	18—25
Villamos vezetőképesség, (n/Ω·mm²)	4,8	38—40	34,5—36,5
Hajlítási száma, (r = 10 mm)	25	22—25	16—18
Rekrisztallizációs hőfok, C°	20	180	300

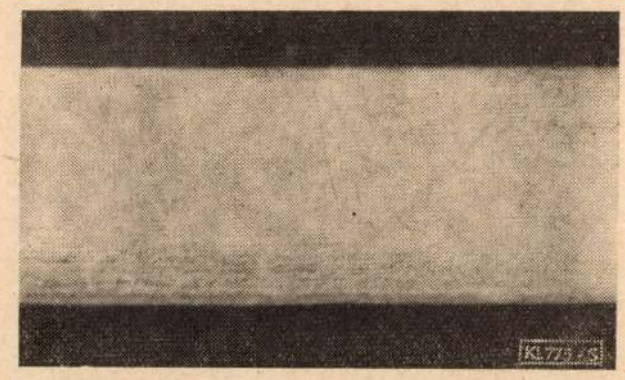


3. ábra. Új típusú, 40 000 A-es alumínium finomító kád [2]

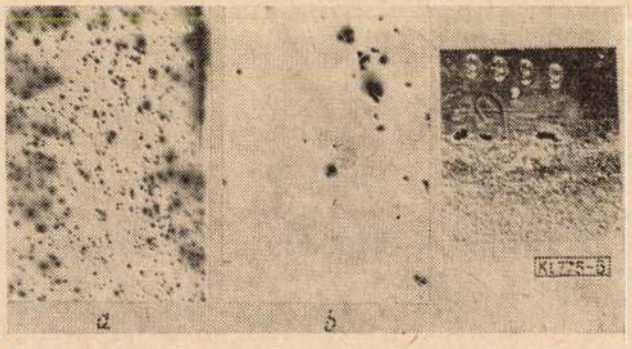
A 99,99%-os alumíniummal szemben táplált reményeket még az a tény is növelte, hogy a finomítási művelet energiaszükségletét 16 kWó/kg-ra sikerült csökkenteni, az önköltség pedig 40 000 amperes nagy egységek üzembehelyezésével érezhetően mérséklődött [2] *(3. ábra)*.

Az új eljárással kapcsolatos első csalódást az okozta, hogy az alumínium hulladékok tisztítása fordított elektrolízissel gazdaságilag nem bizonyult időtállónak. Hulladékokból dolgozó finomítók üzeme bizonytalan volt, a termelt fém legtöbbször csak 99,8—99,9% tisztaságot ért el. A gazdaságosság hiányában a finomítók által a hulladékokért fizetett ár nem haladta meg a 2,0—2,5 kg timföld árát. Két további nehézség is mutatkozott. Egyrészt, bár a felhasználók a nagytisztaságú fém előnyeit ismerték, nem fogadták szívesen a kohóalumíniumnál kb. kétszerte drágább új anyagot, másrészt a vizsgálatok azt mutatták, hogy a nagytisztaságú alumínium — sok tekintetben előnyösnek hirdetett — tulajdonságai ban is vannak hátrányok. Ez elsősorban a korrózióellenállásban jelentkezett. Az atomreaktorok építésével kapcsolatos, 1952-es évben kezdődő részletes vizsgálatok kimutatták, hogy a költséges nagytisztaságú fém korrózióellenállása, a kohóalumíniumhoz képest nem mindig jobb. A nagytisztaságú fém használata előnyös a vegyiparban, erős ásványi savakkal (pl. salétrom-, kénsav), vagy lúgos közegekkel való érintkezéskor [3], kedvező minden fajtájú agresszív atmoszféra hatásának kitett alkatrész és berendezés építésekor (pl. tetőfedés, járművek díszlécei, szabadban elhelyezett reflektorok stb.) [4], 20—100 C°-os víz behatására — annak összetételétől függetlenül — ellentállóbb (tehát vízmelegítők, desztillálók építésére megfelelő) [5]. Ezzel szemben a nagytisztaságú fém a kohóalumíniumnál kedvezőtlenebbül viselkedik nagynyomású és nagy hőfokú vizes közegben [6] *(4. és 5. ábra)*, alkalikus építőanyagokkal érintkezve [7] *(6. ábra)*, valamint számos gyengén savas és lúgos környezetben (pl. élelmiszeripari felhasználás gyenge SO_2-os vagy szerves savas

4. ábra. 260 C°-os 46,3 ata nyomású vizes közeggel érintkező nagytisztaságú alumíniumhuzalok képe [6]



5. ábra. 260 C°-os, 46,3 ata nyomású vizes közeggel érintkező kohóalumínium huzalok képe [6]



6. ábra. Betonba ágyazott 0,1 mm vastag 99,99%-os és 99,5%-os tisztaságú alumíniumszalag minták [7]

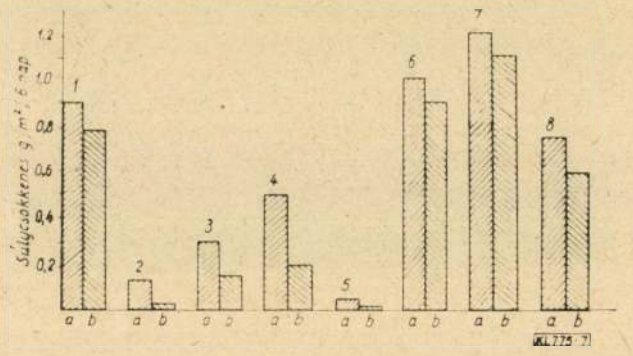
a = 99,99%-os nagytisztaságú Al szalagok korróziós átlyukadása 3 napig tartó betonba ágyazás után, *b* = (99,5) Al szalagok korróziós átlyukadása 3 napig tartó betonba ágyazás után, *c* = teljesen elroncsolódott felületű, nagytisztaságú, Al szalagminták levegő beton határfelülete 60 napos kísérleti időtartam után

közegekben) [8] *(7. ábra)*. Nem igazolódtak továbbá azok a remények sem, amelyeket a nagytisztaságú alumínium alapon felépített ötvözetekhez fűztek.

Igaz, hogy ezek az anyagok (főleg a kis magnézium tartalmú ötvözetek) igen jól fényesíthetők, anódosan oxidálhatók és tartósan színezhetők, azonban szilárdsági és képlékenységi tulajdonságaik nem javulnak annyira, hogy indokolnák a költséges alapanyag felhasználását. Ezért kizárólag csak a diszítő jellegű felhasználásra tudtak a finomított alumínium alapú ötvözetek teret hódítani. A megmunkáló berendezések (például kábelköpenyprések) tökéletesítése következtében a kohóalumínium kiszorította a nagytisztaságú alumíniumot azokról a helyekről is, ahol igen jó képlékenysége miatt használták.

A tőkés államok nagytisztaságú alumínium termelése tonnában 3. táblázat

Ország	1952	1956	1957	1958	1959	1960
Franciaország	900	1 882	2 048	2 044	2 150	2 730
NSZK	1 200	—	4 250	1 500	1 541	1 595
Olaszország	70	152	143	165	150	147
Norvégia	—	2 619	2 756	2 727	2 369	2 880
Svájc és Ausztria	70	1 300	1 450	1 500	1 598	2 307
Anglia	—	671	846	846	480	629
Japán	—	461	590	700	1 018	1084
Kanada	—	949	327	388	3	753
USA	—	—	175	500	2 900	3 314
Összesen	2 240	8 034	11 739	10 370	12 154	16 339



7. ábra. Alumínium súlycsökkenése különböző gyengén agresszív közegben 6 napos, 20 C°-ú korróziós vizsgálat után [8]

a = 99,99 %-os, *b* = 99,5 %-os alumínium, 1 = 0,2 %-os H_2SO_3 + 10 %-os CH_3COOH, 2 = 1 %-os H_2O_2, 3 = 10 %-os H_2O_2, 4 = 20 %-os H_2O_2, 5 = 10 %-os borkősav, 6 = 0,5 %-os H_2SO_3, 7 = 1 %-os H_2SO_3, 8 = 2 %-os H_2SO_3

A másik nehézség, amivel a finomított alumíniumnak az utóbbi időben szembe kell néznie, a kohók által első elektrolízismenetben előállított 99,90%-os tisztaságú alumínium megjelenése. E tisztaság elérését az elsődleges elektrolízis rohamos fejlődése tette lehetővé. A finomított alumínium és a kohókban előállított 99,9%-os tisztaságú fém tulajdonságai között még jelentős különbségek vannak [9], [10]. Ezek a különbségek elsősorban ott érezhetők, ahol az anyag mesterségesen erősített oxidhártyájától, sőt az anyagtól magától fokozott mértékű együttes korróziós ellenállást várnak (pl. elektrolit kondenzátorok gyártása, reflektoroknak, járművek díszléceinek, díszműipari termékeknek előállítása stb.). Ezek a felhasználási lehetőségek, kiegészítve a vegyipar előbb említett igényeivel (erős savas és lúgos közegek), még ma is nélkülözhetetlen alapanyaggá teszik a finomított 99,99%-os alumíniumot.

A világ nagytisztaságú alumínium termelésére csak igen hiányos adatok állnak rendelkezésre. Ezek szerint 1952-ben a Szovjetunió nélkül összesen 2240 tonna finomított alumíniumot állítottak elő. A nagytisztaságú alumínium gyártásának érdekessége, hogy az USA a termelést csak 1957-ben indította meg, amikor elektrolit kondenzátor szalagban, valamint a járműipar díszlécben jelentkező felfokozott igénye olyan mértékűvé vált (2700—3000 t), hogy kizárólag import útján fedezni már nem tudták. A *3. táblázat* az egyes tőkés államokban előállított nagytisztaságú alumíniummennyiségeket foglalja össze. A táblázattal kapcsolatosan megjegyzendő, hogy a felsoroltakon kívül a Szovjetunióban, Lengyelországban, a Német Demokratikus Köztársaságban, Magyarországon és Kínában is nagytisztaságú alumíniumot termelő, számottevő kapacitású üzem épült.

Az alumínium szaksajtóból ismeretes, hogy finomított alumínium termelése az 1958—1961 időszakban jelentősen csak az USA-ban és Japánban bővült, ezzel szemben az NSZK-ban csökkent.

A nagytisztaságú alumínium felhasználása világviszonylatban kb. az alábbiak szerint tagozódik :

Kondenzátor fólia	20%
Reflektorok és járművek díszlécei	35%
Díszműipar és lakberendezés	35%
Vegyipar és egyéb	10%
Együttesen	100%

Az alumínium tűzfolyékony elektrolízisének jövőjére vonatkozóan ma még korai lenne véglegesen állást foglalni. Annyi azonban már megállapítható, hogy nagytisztaságú fémet jelenleg csak néhány célra használnak. A finomított alumíniumnak az említett célokra való felhasználása azon fog múlni, hogy a kohókban feleannyi villamos energiával előállított 99,9%-os elsődleges alumínium tulajdonságai mennyire fogják a finomított fém sajátosságait megközelíteni.

IRODALOM

[1] *Domony A.:* Alumíniumhulladékok feldolgozása. (Nehézipari Könyv- és Folyóirat kiadó) 1951. 115—136. o.
[2] *Bloch, E.—Müller, P. H.:* Metal Progress *72.* 1957. aug. 91—96. o.
[3] *v. Vogel, H.:* Aluminium *20.* 1938. 85—94. o.
[4] *Champion, F. A.—Spillett, E. E.:* Sheet Metal Ind. *33.* 1956. 25—36. o.
[5] *Wolf, H.—Neunzig, H.:* Aluminium *26.* 1944. 17—22. o.
[6] *Domony A.:* Kohászati Lapok *90.* 1957. 542—550. o.
[7] *Raju, G.—Domony, A.:* Acta Polytechnika 1961, megjelenés alatt
[8] *Domony—Lichtenbergerné:* Kohászati Lapok, *90.* 1957. 550—554. o.
[9] *Ginsberg, H.—Lattey, R.—Neuzig, H.:* Metall *12.* 1958. 497—501. o.
[10] *Ginsberg, H.—Lattey, R.—Neuzig, H.:* Metall *14.* 1960. 183—186. o.
[11] *Muriset, G.:* Aluminium Suisse 1957. 110—115. o.

A vasércek felületének, porozitásának és darabnagyságának jelentősége a redukció lefolyására

Dr. SCHEDEL ANDOR

Dk : 669.162.12 : 669.046.552

A vasércek redukálása a redukáló gázok által hozzáférhető felületen folyik le, ezért a redukció mértéke az érc felületének nagyságától is függ. A pornak van a legnagyobb relatív felülete. Az elegyalkotók azonban a nagyolvasztókba por alakjában nem adagolhatók, mert az áramló gáz kifújja. Az egyenlőtlen méretű darabos érc sem ideális, mert egyenetlen a darabnagysága s emiatt a gázáram sem oszlik meg egyenletesen a teljes keresztmetszetben. Az anyagoszlop lefelé haladásában az előzés, vándorlás jelenségei miatt könnyen és nehezen átfújható részek keletkeznek. Ha a nagyolvasztóba egyenlő nagyságú gömbökben adagolhatnánk az ércet, akkor az érc mennyisége és a hézagtérfogat független volna a gömbök nagyságától, s a hézagtérfogat tetraéderes rakodással 25,94% lenne. Ha azonban a gömbök különböző nagyságúak, éspedig a kisebb éppen akkora, hogy a nagyobb golyók közötti hézagban a körülötte fekvő minden golyóval érintkezik, akkor a hézagtérfogat 7,6%-ra csökken.

Amorf anyagok — ahová durva szerkezete miatt a legtöbb vasérc is tartozik — természetes, vagy mesterséges darabolásakor — a legkisebb ellenállás irányában végbemenő kitérés törvényének megfelelően — oly darabnagyságúra törnek, hogy a kisebb darabok a nagyobbak közét lehetőleg teljesen kitöltsék. A szemcseeloszlás finomabb aprításkor rendszerint közel áll a Rosin—Rammler-féle szemcse eloszlási függvényből számított értékhez. E függvény szerint

$$S_D = 100\, e^{-\left(\frac{d}{a}\right)^b}$$

ahol S_D a d szemnagyságúnál nagyobb rész súlyszázaléka, az a és b állandók és e a természetes logaritmus alapszáma.

A kisebb törőszilárdságú, könnyebben morzsolódó vasércek és egyéb elegyalkotók — bizonyos határokon belül — rendszerint e függvénynek megfelelő szemcseeloszlásúak és hosszabb ideig tartó egymáson gördülés után már oly tömören töltik ki a teret, hogy az anyagoszlop ellenállása a gázárammal szemben igen nagy lehet. Az elegy tömörsége és ezzel együtt a térfogatsúlya levonulás közben növekszik. Ez a tömörödés az elegyalkotók alakjától, törő és koptató szilárdságától, valamint a nagyolvasztó magasságától is függ, s az eredeti térfogatsúlynak 10—20%-át teszi ki.

A nagyolvasztó fűtése és a redukció annál élénkebb lehet, minél nagyobb tér áll a fűtő és redukáló gázok rendelkezésére. Ez pedig a darabnagyságtól függetlenül csakis a darabok egyenlő nagyságától, valamint attól függ, hogy a darabok alakja mennyire közelíti meg a gömbalakot. Teljesen egyenletes szemnagyság mellett is a kisebb szemnagyság a nagyobb felülete miatt a súrlódási veszteség növekedése következtében a gáz áramlási sebességét és ezzel a gázcsere gyorsaságát csökkenti.

Az egyenlő darabnagyság jelentőségét számos kutató vizsgálta. *Furnas* [1] kísérleti adatai szerint osztályozatlan érc kokszfogyasztása 1180 kg/t volt. A darabnagyság szerint kétfelé osztályozotté 1070 kg/t, a háromféle osztályozotté 960 kg/t nyersvas. *Visztavkin, Katajev* és *Osztaskevics* a Domez 1930. évi 12. számában közölt kísérletei szerint kiváló eredményeket értek el a kokszfogyasztásban, ha a vasércet 3—75 mm határok közt három kategóriára osztályozták.

A redukció gyorsasága elsősorban a redukáló gázok számára hozzáférhető felület nagyságától, valamint a redukáló gáz mennyiségétől függ. Ez vezetett a fluidizáló redukálási kísérletekhez, amikor vasércporon meleg CO gázt fúvatnak át úgy, hogy az ércszemecskék a gázban lebegnek. Így a maximális felületet nyújtják a redukáláshoz és az igen gyorsan lejátszódik. Bár nagyüzemi megoldásuk még nincs, mégis a fluidizáló redukálással szerzett tapasztalatok igen értékesek.

Az érc felülete annál nagyobb, minél apróbb szemű. Így például egy 10 cm átmérőjű gömb felülete 314 cm², köbtartalma 523 cm³. Ha ebből a gömbből 1 mm átmérőjű gömböket készítenénk, változatlan össztérfogat mellett egymillió darab keletkezne, melyeknek felülete az eredeti 314 cm² helyett 31 400 cm²-re, tehát ezerszeresére növekednék. Ha csak a felület nagyságától függene a redukció gyorsasága, — akkor azonos időegység és megfelelő gázsebesség mellett — azonos hőmérsékleten az 1 millió gömböcskéből ezerszer több vasnak kellene redukálódnia. Természetesen a gyakorlatban ez nem egészen így van. *Stalhane* és *Malmberg* [2] kínai ércet 950 C°-on tiszta szénmonoxid gázban 15 percig tartva, a szemnagyságtól függően az *1. táblázat* szerinti redukciós fokokat érték el.

1. táblázat

Különféle méretű ércszemek méretének és redukciófokának összefüggése [2]

Az ércszemek átmérője, mm ...	4	3	2	1	0,5
A redukció mértéke, %	30	41	56	80	95,0
A felület növekedése a 4 mm Ø-jű szemcséhez viszonyítva	100	133	199	389	774
A redukció meggyorsulása ...	100	137	187	267	316

Az 1. táblázatból látható, hogy 4 mm átmérőről 3, vagy 2 mm szemcseátmérőre való töréssel a redukció gyorsulása nagyjában követi a felület növekedését, 2 mm alatt azonban a felület gyorsabban növekszik, mint a redukció.

Struve [3] számos kísérletet végzett annak megállapítására, hogy az érc darabnagyságának és a gázsebességnek a redukció gyorsaságára milyen hatása van. E vizsgálatok eredményei szerint minden ércfajtához és darabnagysághoz azonos hőmérsékleten olyan gázsebesség tartozik, amelyen a redukció gyorsasága optimális. Minthogy minden nagyolvasztó járatára bizonyos gázáramlási sebesség jellemző s annak megváltoztatása az optimális hőeloszlást is megváltoztatja, az érc darabnagyságával kell alkalmazkodni a kohójárat jellegéhez. A nagyolvasztóban a gázsebesség a keresztmetszet területének változása, az elegy tömörödése, a gázmennyiség szaporodása és a hőmérséklet változása miatt (nem beszélve az egyoldalas járat, vagy csatornásodás következtében előálló gázsebesség különbségekről) a különböző szinteken más és más. Jó elegyeloszlást és egyenletes kohójáratot feltételezve azonban akár számítás útján is megállapítható a nagyolvasztóban valószínű legkisebb és legnagyobb gázsebesség. Ez a két sebesség *Struve* kísérleteihez hasonlóan meghatározhatja az abban a nagyolvasztóban felhasználandó ércdarab optimális mérethatárait, amelynél kisebb, vagy nagyobb darabnagyság már nem kedvező.

A darabnagyság nemcsak a redukció gyorsaságát, hanem a karbonátok bomlási idejét, valamint a betét felmelegedésének idejét is befolyásolja. Így például a siegerlandi pátvasérc bomlási sebességét a szemnagyság és a hőmérséklet függvényében a *2. táblázat* tünteti fel [4].

2. táblázat

A felmelegedés ideje

Átmérő, mm	450	500	550	600	650
	C° min.				
0,50—0,75	11,0	9,3	8,0	5,0	3,6
1,75—2,00	17,0	14,0	9,6	6,0	5,3
3,00—4,50	17,0	13,5	11,0	8,5	8,0

Nem szorul külön bizonyításra az sem, hogy a hőátadásra rendelkezésre álló nagyobb felület következtében — bizonyos határon belül — az érc szemnagysága fordítottan arányos a felmelegedés gyorsaságával.

Colclough [5] a következő elgondolás alapján kísérelte meg a megengedhető legnagyobb darabnagyság meghatározását. Az érc redukálhatóságától függően meghatározható az a gömbhéjvastagság, ameddig az érc a redukáló környezet 900 C°-ig való fölmelegedése alatt *indirekt redukálódik*. Ezt úgy határozta meg, hogy ércgömböt feltételezve, a gömb középpontjában a hőmérsékletnek meg kell haladni a 700 C°-ot, a Brandwandgörbe inflexiós pontját mielőtt a környezete a 900 C°-ot eléri. Ez a kritikus átmérő. Eddig a határig ugyanis indirekt redukció folyik le s a fejlődő CO_2 még nem redukálódik CO-dá, ami jelentős kokszfogyasztással jár. E határon túl az addig már redukálódott héjon belül levő rész már csak közvetlenül C-nal redukálható, tehát a kritikus átmérőnél nagyobb darabok kohósítása nem gazdaságos.

A kritikus darabnagyság azonban függ az érc kémiai összetételétől, hővezetőképességétől, valamint a felület érdességétől. A kritikus átmérő még a felfűtés gyorsaságának is függvénye, mert ha a felmelegítés lassú, a 900 C°-os külső és a 700 C°-os belső hőmérséklet közötti távolság lényegesen kisebb lehet, mint gyors felmelegítés során. E sok tényező miatt *Colclough* egyébként igen szellemes elgondolásának nem tulajdoníthatunk különös gyakorlati jelentőséget, annál kevésbé, mert arra a feltevésre van alapozva, hogy a direkt redukció hőgazdálkodás, s így gazdasági szempontból kedvezőtlenebb az indirekt redukciónál. Ez a felfogás azonban legalább is egyoldalú. Így például *Pavlov* [6] szerint az indirekt redukció kedvezőbb kokszfogyasztása „... csak azokban a nagyolvasztókban mutatkozik *ideálisnak*, amelyek a hőgazdaság szempontjából kedvezőtlen feltételek közt dolgoznak. Számos modern nagyolvasztó ma már *egységnyi nyersvasra, vagyis a nagyolvasztóban lejátszódó összes folyamatokra kevesebb tüzelőanyagot fogyaszt, mint a kizárólag közvetett redukcióra kiszámított fogyasztás.* Ez az eredmény *csak a közvetlen redukció fokozott kiterjesztésével érhető el* . . ."

Redukció csak a redukáló gáz és az érc érintkezési felületén következhet be. E szempontból azonban a külső és a belső felületnek, azaz a pórusok felületének jelentősége különböző. A vasércek porozitásának jelentőségét a redukció lefolyásában számos kutató hangsúlyozza anélkül azonban, hogy a porozitás fogalmát definiálnák. Kíséreljük meg a porozitás megjelenési alakját osztályozni.

Az első fogalom a felület. Ha egy ércdarab felületét fokozatosan durvábbnak tételezzük fel, el kell érnünk egy oly határhoz, amelyen túl a felület már nemcsak az érc külső szerkezetéhez, hanem belső struktúrájához is tartozik és az ezen túlfekvő felület már nem az érc külső, hanem a pórusok és csatornák belső felületét jelenti. A felület ily értelmű elhatárolására nem találtam irodalmi adatot. Ezért javaslom, hogy a felületnek három típusát különböztessük meg, éspedig

(a) a külső felületet,
(b) a nyitott pórusok felületét és
(c) a zárt pórusok felületét jelentse.

A zárt pórusok felülete *(c)* egyértelműen definiálható fogalom és jelentősége a redukció lefolyásakor mindaddig elenyésző, míg meg nem nyílnak. A nyitott pórusok felületének (*b*-nek) és az érc külső felületének (*a*-nak) elhatárolása már nehezebb feladat. A továbbiakban az érc külső felületének, azaz az ércdarab palástjának azt a részét nevezzük, mely kívülről egyenes vonallal elérhető, de a bemélyedések mélysége a bemélyedés nyílása átlagos átmérőjének legfeljebb kétszeresére terjed. A nyílt pórusok felülete *(b)* kívülről egyenes vonallal el nem érhető és az egyenes vonallal elérhető, de a pórusnyílás átlagos átmérőjének kétszeresénél mélyebben levő felület összege.

Ezt a megkülönböztetést az teszi indokolttá, hogy ha a külső gázatmoszféra molekulái egyenes

vonalú mozgással elérik az ércet, illetve az ércből kiszabaduló gőz és gázmolekulák ütközése nélkül, egyenes vonalú mozgással távozhatnak, a gázcsere és ezzel a redukció mértéke a legnagyobb. Ha azonban a molekulák csak többszörös ütközés után juthatnak az ércbe, vagy abból ki, nyilvánvaló, hogy az ily felületeken a gázcseréhez kötött folyamatok intenzitása csak kisebb lehet, mert a gázmolekulák mozgási energiájának túlnyomó részét már az előző ütközések felemésztik.

A gáz redukálóképessége *Eucken* [7] szerint a gázmolekulák mozgási sebességétől függ, mert a nagyobb mozgási sebesség nagyobb diffúziósebességet is jelent. Ezt az összefüggést a következő képlet adja :

$$w = 0{,}92 \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T}{M}}$$

ahol w a gázmolekulák közepes sebessége, R az egyetemes gázállandó, T az abszolút hőmérséklet és M a gáz molekulasúlya. Eszerint minél kisebb a gáz molekulasúlya, annál nagyobb a gázmolekulák sebessége, s így a redukálóképessége.

Szükséges azonban az egyenes vonalban elérhető felület hosszát, mint külső felülethez tartozót a behatoló nyílás átmérője alapján korlátozni.

Az egyenes cső belső falának bármelyik pontja, bármelyik végéről egyenes vonallal, tekintet nélkül a cső hosszára, elérhető. A csőből, vagy a csőbe egyenes vonal mentén ki- vagy bejutó molekulák száma azonban a nyílásátmérő kétszeres hosszán túl már oly rohamosan csökken, hogy e határon túl fekvő felület nem tekinthető a külső felülethez tartozónak, hanem csak nyitott pórusfelületnek.

Megjegyzem, hogy e definíció mellett a porozitás okozta felületnövekedés nagysága csakis a pórustérfogat %-ának függvénye és független a pórusok számától. Így például, ha egy 100 cm^2 nagyságú felülethez 10%-nyi pórustérfogat tartozik, s azt 10 db 1 cm^2 keresztmetszetű nyílás képviseli, a felület szaporodása $10 \cdot 8 = 80$ cm^2. Ha ugyanezt a 10%-nyi pórustérfogatot 1000 db 1 mm^2 keresztmetszetű pórus adja, a felületnövekedés $1000 \cdot 8 = 8000$ mm^2, azaz változatlanul 80 cm^2.

Egy ércdarab felülete a geometriai idom felületéből, valamint az érdessége következtében előálló felülettöbletből áll. Minthogy a porozitás növekedése az előbbi definíció mellett az érdességet növeli, a gyakorlatban előforduló határesetben ez a geometriai felületnek négy-ötszöröséig terjedő felületnövekedést okozhat, tehát a redukció sebessége szempontjából nagy jelentőségű.

A redukció szempontjából teljes értékű felület a gömbfelület, mert annak bármely pontja az érintősík fölött levő bármely pontból egyenes vonallal elérhető. Az érdesség növekedésével mind kevesebb lesz az ily pont és szaporodik az olyan pontok száma, melyek az érintő sík fölött a térnek csak kevesebb helyéről közelíthetők meg egyenes vonallal. Ezeken a pontokon a redukció sebessége a teljes értékű pontokéhoz viszonyítva kisebb. Az érdesség növekedése következtében előálló redukciótöbblet nem növekszik egyenes arányban a felület növekedésével, hanem fokozatosan csökken.

A legtöbb kutató csak %-ban megadott pórustérfogatról beszél, ami lényegében nem más, mint az érc térfogatsúlya és fajsúlya közötti különbség %-ban kifejezve. A redukció azonban csak felületen folyhat le s így a pórusokban indirekt redukció csak akkor lehet jelentős, ha a pórus belső felületéhez a redukáló gáz befogadására elegendő térfogat tartozik és ezenfelül meg van a folyamatos gázcsere lehetősége is. Ha figyelembe vesszük azt, hogy a nagyolvasztóba bevitt C mennyiségének mintegy 20%-a szükséges a redukcióhoz, s ha a pórusokban csak indirekt redukció folyna, 1 g Fe redukálásához még abban az esetben is legalább 0,8 Ndm^3 gáznak kellene a póruson keresztülhaladni, ha a fűtőgáz mennyiségét — ami közel négyszerese a redukáló gáz mennyiségének — elhanyagoljuk.

A pórustérfogatot nem lehet közvetlen egyenes arányú összefüggésbe hozni a redukció gyorsaságával, mert nemcsak a pórusok, hanem az érc felületén is redukció folyik. Ezenfelül a pórus felülete nem a pórus köbtartalmának, hanem a kerületének függvénye. Így például, ha egy pórus köbtartalmát 100 kisebb pórusra osztjuk el, a pórustérfogat nem emelkedett, de a pórusfelület tízszeres lett. Nyilvánvaló, hogy e kétféle porozitás a redukció szempontjából nem lehet egyenértékű. *Diepschlag*, *Zilgen* és *Poetter* [8] vizsgálataik során a pórusfelület és térfogat összefüggését is figyelembe vették (cm^2/cm^3) és ezek alapján is meghatározták a redukció mértékét. Ezeket az eredményeket sem fogadhatjuk el azonban fenntartás nélkül, mert igaz ugyan, hogy bizonyos határokon belül ugyanazon térfogat mellett a pórusok felületének növelése elősegítheti a redukciót, azonban ugyanakkor megnehezíti a gázcserét. Az összefüggés tehát nem olyan egyszerű, mint amilyet *Diepschlag* grafikonjai feltüntetnek.

Ha változatlan a pórustérfogat és teljesen egyenlő a pórus keresztmetszete és ha a pórusok keresztmetszetét az eredeti 2-, 3-, 4-, 5- stb.-szörösére növeljük, a pórusok felülete

$$\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{3}}, \frac{1}{\sqrt{4}}, \frac{1}{\sqrt{5}}$$

stb. arányban csökken. Fordítva pedig ha a póruskeresztmetszeteket

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}\text{-ére}$$

csökkentjük, változatlan pórustérfogat mellett a pórusfelület a természetes számsor négyzetgyökeinek arányában növekszik.

Alapvető hiba, hogy a redukciós kísérletek alatt a pórus felületét nem lehet a külső felülettől elhatárolni. A porozitás növekedésével ugyanis az érc külső felülete is érdesebb, tehát nagyobb lesz, s így nem lehet meghatározni azt, hogy a redukcióban a megnövekedett porozitás, vagy a felületnövekedés jelentősebb-e. Így például, ha

sík felületet hullámossá teszünk úgy, hogy a hullámok keresztmetszete félkör, a felületnövekedés 1,57-szeres lesz. Ha a felületet félgömbszerű kidudorodások és bemélyedések sora képezi, felülete a síklappal szemben mintegy kétszerese lesz.

Joseph [9] amerikai ércekkel azonos körülmények között végzett vizsgálatai során azt az időtartamot mérte, amely alatt a 10—60% porozitású ércben a redukció a 90%-ot elérte és a *3. táblázatban* közölt időket kapta :

A pórusnövekedés és a redukció gyorsulásának összefüggése *3 táblázat*

Porozitás %	Redukció ideje min	A külső palást felülete	A külső pórus felülete	Összes mm²	Redukció gyorsulás, %	Felület növekedés, %	Külső felületre jut a növekedésből %	Pórus felületre jut a növekedésből %
10	65	540	480	1020	100,—	100,—		
20	45	480	960	1440	144,4	141,2	92,8	7,2
30	34	420	1440	1866	191,1	182,1	90,2	9,8
40	26	360	1920	2280	250,—	223,5	82,4	17,6
50	22	300	2400	2700	295,5	256,9	80,4	19,6
60	19	240	2880	3120	342,1	305,9	85,—	15,—
66	17,5	204	3168	3372	371,4	330,6	85,—	15,—

E vizsgálatokban a redukció meggyorsulását *Joseph* teljesen a porozitás növekedésének tulajdonította. Ennek helytelensége a következő gondolatmenettel is bebizonyítható.

Vegyünk egy 10 cm élhosszúságú kockát, melynek felülete 600 cm² és tételezzük fel, hogy bármily mértékű is a porozitás, a pórusok minden határlapon egyenletesen oszlanak el és mind nyilt pórusok. Ekkor a pórusos érc felülete úgy számítandó, hogy az oldalak területéből levonjuk a pórustérfogatnak megfelelő %-ot, viszont hozzáadjuk a keletkezett pórusoknak az átlagos pórusátmérő kétszeresének megfelelő mélységig terjedő felületét. A kocka felülete, ha 10%-os a porozitás, a következő :

$$F = 6(10 \cdot 10 - 10) + 4\sqrt[3]{10} \cdot 2\sqrt[3]{10} = 1020 \text{ cm}^2$$

A $6(10 \cdot 10 - 10) = 540$ cm² a kocka felületéből, a $4\sqrt[3]{10} \cdot 2\sqrt[3]{10} = 480$ cm² pedig a pórusok felületéből a külső felülethez számítandó rész (10%-nyi porozitás). Ebben az esetben tehát 1% porozitásnövekedés 48 cm² — 6 cm² = 42 cm² felületnövekedést okoz. Ha most táblázatba állítjuk az így számított felületeket és melléje írjuk a *Joseph* által meghatározott redukciós időket, a porozitás növelésekor mért redukciógyorsulás és a külső felület növekedése olyannyira közel áll egymáshoz, hogy a redukció gyorsulásának 80,4—92,8%-a a felület növekedésének is tulajdonítható és így a porozitás szerepe legfeljebb 7,2—19,6%-ig terjed.

Mint a 3. táblázatból látható a redukció gyorsulása a felület növekedésével is magyarázható. Az ily matematikai összefüggés keresésnek azonban nem sok az értelme, mert ha a pórusátmérőnek csak egyszeres mélységét számítanók a külső felülethez, a pórusok belső felületének jelentősége igen megnőne, ha pedig 2,2-szeresét, a pórusok belső felületének jelentősége megszűnne. Ettől eltekintve a *hideg* pórusokban, vagy hideg felületen redukciós folyamat nincs és a különböző hőfokokon e két tényezőn kívül még számos más folyamat is befolyásolja a redukció gyorsaságát.

A hideg porozitás nagy jelentőségét más okok miatt sem ismerhetjük el. A nagyolvasztóban ugyanis a pórusok eredeti hideg gáztartalma minden foknyi hőemelkedés folyamán térfogatának 1/273-ad részével növekszik. Ehhez járul még az érc nedvesség és hidrátvíz tartalmából származó vízgőz és a karbonátok felbomlásából eredő, valamint a redukció során képződő CO_2 gáz. Az áramló gázok nyomása Bernoulli-törvénye szerint a sebesség növekedésével csökken. A legkisebb gázsebesség a torokban könnyen kiszámítható a következő módon. Egy 700 m³-es nagyolvasztó teljesítménye 0,5 t/min nyersvas, melynél a torokgáz mennyisége 2100 Nm³. A torok keresztmetszeti területe 19,6 m², tehát ha a torok teljesen szabad, e keresztmetszeten kell percenkint a 2100 m³-nek megfelelő mennyiségű, a torokban uralkodó hőmérsékletű gáznak kiáramlani. Ha a torokgáz hőmérsékletét 200 C°-ra tesszük, a teljes gázmennyiség

$$2100 + \frac{200}{273} \cdot 2100 = 3634{,}4 \sim 3640 \text{ m}^3/\text{min}$$

a gáz sebessége pedig 3,640/19,6 = 185,7 m³/min/m², azaz 3,01 m³/sec/m². Ez a 185,7 m/min, illetve 3,01 m/sec a legkisebb sebesség, mert egyrészt a a torok keresztmetszete rendszerint nem teljesen szabad, másrészt a torokgáz hőmérséklete 200 C°-nál számottevően magasabb is lehet. A nagyolvasztóban a magasabb hőmérsékletek miatt lényegesen nagyobbak a gázsebességek. E sebességek mellett a gázok nyomása az ércdarabokra kisebb, mint sztatikus állapotban azon a hőmérsékleten lenne és számottevően kisebb, mint az érc pórusaiban levő, aránylag kis sebességű, alacsonyabb hőmérsékletű, de a kémiai reakciók folyamán állandóan szaporodó gázok nyomása. A pórusokon belül tehát oly túlnyomást lehet feltételezni, ami mellett a redukáló gáz behatolása még diffúzióval is csak akkor lehet nagyobb mértékű, ha már ezek a folyamatok túlnyomórészt befejeződtek, tehát oly magas hőmérsékleten, ahol esetleg már az érc zsugorodása is megindult.[1]

[1] Bizonyos mértékű gázbeszívódás tapasztalható azonban annak következtében, hogy a hőmérséklet növekedése során a nyitott pórusok nyomáskülönbsége nem folyamatosan, hanem lüktetésszerűen, lökések sorozatával egyenlítődik ki. Egy-egy ily kitörés után a belső nyomás a külső nyomás alá eshet és a pórus légzésszerűen szippant a külső gázból.

Ezt a felfogást támasztja alá *Horunov* [10] megállapítása, akinek vizsgálatai szerint a szén CO-nak a nagyolvasztó aknájában végbemenő felbontásakor a $2CO = CO_2 + C$ folyamatból kiváló finom eloszlású szén túlnyomó része a darabok felületén rakodik le, az ércbe csak csekély része és csak kis mélységig hatol be. *Baukloch* és *Eger* [11] kísérleteik során az érceket 30—50 percig tartották 550 C° hőmérsékletű redukáló atmoszférában és mérték a lerakodó hasadásból származó szén mennyiségét. Nyolc ércel a *4. táblázatban* látható eredményeket kapták.

4. táblázat

7-féle érc redukálásakor a CO_2 hasadásából lerakódott C

Az érc megnevezése	A lerakódott szén	
	g/20 g érc	%
1. Darabosított érc	0,150	0,75
2. Siegeni pátérc nyers	0,057	0,29
3. Siegeni pátérc pörkölt	0,050	0,25
4. Gransbergi magnetit	0,150	0,75
5. Minette érc	0,050	0,25
6. Gelivaarai magnetit	0,011	0,06
7. Kiirunavaarai magnetit	0,160	0,80
8. Új-Foundlani vörös érc	0,057	0,29

Ezek az adatok is azt igazolják, hogy az érc eredeti porozitásának nagysága a redukció gyorsaságával nem hozható oly egyszerű összefüggésbe, mint számos kutató állítja, hiszen a közismerten tömör kiirunavaarai magnetit felületére e kísérlet során több hasadt C rakódott le, mint a sokszorosan nagyobb porozitású darabosított ércre. Bár a pörköléskor az érc pórustérfogata jelentősen növekszik, a pörkölt és nyers siegeni pátércre lerakódott hasadt C mennyisége közt alig van különbség.

A hasadt C-nak az érc felületére való lerakódása egyes kutatók szerint az érc felületének fellazulásával, felduzzadásával jár, mert a szén a hézagokba berakodva repedéseket idéz elő. Ez a felfogás nem látszik bizonyítottnak és meg van a valószínűsége annak, hogy az érc felületének fellazulását a redukció következtében fellépő szilárd anyaghiány, illetve az ezzel kapcsolatban keletkező porozitásnövekedés okozza. Az így megnövekedett felületen rakodik azután le a hasadt szén. Így a pórusokban lerakodó C nem oka, hanem következménye a felület fellazulásának.

Edström [12] vizsgálta a vasoxid kristályoknak a redukció folyamán előálló méretváltozását és úgy találta, hogy 4 mm élhosszúságú Fe_2O_3-kristálynak 1000 C°-on CO-ban végzett redukciójakor az érc erősen duzzadt és ekkor képződött a jellegzetes porózus szerkezet. A látszólagos térfogatnövekedés a 40—50%-ot is elérte. A Fe_2O_3-tartalmú érceknek a redukció folyamán tapasztalt duzzadása tehát nem a berakodott elemi C következménye. A magnetit nem is duzzad, hanem térfogata csökken.

Edström szerint: „Üregképződés a diffúziós folyamat lényeges része. Különböző, jellegzetes diffúziós együtthatókkal rendelkező, diffúziós elempárok metallográfiai vizsgálatkor jelentős porozitás alakul ki a mintának abban a részében, amely az egyenlőtlen diffúzió következtében anyagot veszít és így tömege csökken. Ez a „Kirkendall-hatás." *Wiberg* szerint az anyagvándorlás szilárd oldatban diffúzióval megy végbe.

Egyes kutatók (*Diepschlag, Zilgen* és *Poetter*, [8] *Feldmann* [13], *Szokolov* [14] stb.) a porozitás és a redukálhatóság között közvetlen összefüggést mutatnak ki. Ezeket az eredményeket mégis kétkedéssel kell fogadnunk, mert 5%—66% porozitású ércek 90%-os redukciójáig mért időtartamának a porozitással való egyszerű összefüggése legalábbis kétes. Nem ismerünk ugyanis olyan vasércet, melynek 5-től 60% porozitásig terjedő változatai volnának, hiszen a nyers ércek pórustérfogata még kivételesen is ritkán éri el a 20%-ot. A pörkölt, vagy darabosított ércek 50—60%-os pórustérfogata lehetséges, de az így előkészített ércekre még nincs megbízható pontos módszer annak megállapítására, hogy a pörkölés, vagy a darabosítás folyamán a redukcióból és a nagyolvasztóban lejátszódó egyéb folyamatokból mennyi folyik le már az előkészítés folyamán. A porozitás és a redukálhatóság közötti kétes értékű összefüggésre vonatkozóan az *5. táblázatban* közöljük *Szokolov* [15] vizsgálatai közül öt nyersérc redukálási adatait és pórustérfogatait.

Mint az 5. táblázatból is látható, a porozitás szempontjából számbajövő 5 mm-nél nagyobb darabnagyságú rész redukálódása és a porozitás között összefüggés nem állapítható meg.

Az eredeti hideg porozitás jelentőségét szükségtelen felnagyítani, mert a redukció folyamán a

$$3Fe_2O_3 + CO = 2Fe_3O_4 + CO_2$$

kezdő redukciós fokon 3,34%, a további

$$Fe_3O_4 + CO = 3FeO + CO_2$$

folyamatban újabb 6,63% és végül a

$$FeO + CO = Fe + CO_2$$

5. táblázat

Nyersércek redukálódó készségének és pórustérfogatának összefüggése

	Az érceben		Porozitás %	Szemcseátmérő, mm				
	Fe	FeO		Por	5	10	20	30
	%			Redukált érc, %				
1. Krivoj-rogi vörös v. érc	55,7	—	3,0	66	55	55	48	43
2. Magashegységi martit	69,6	13,1	3,2	65	64	30	—	20
3. Viszkoja-gorai magnetit	66,4	23,9	6,0	51	21	19	9	8
4. Magnitkaja-gorai martit	62,4	5,0	10,0	69	62	56	47	30
5. Krivoj-rogi kvarcit	26,5	—	18,0	69	48	35	43	—

redukciós fokon további 20%, azaz összesen 29,97 ~ 30% súlycsökkenés, szilárd anyaghiány keletkezik, s így joggal feltételezhetjük, hogy a zsugorodásig az így képződő oxidfokozat, vagy fémvas fajtérfogatával arányos mennyiségű új pórus keletkezik, természetesen nem egyszerre, hanem a redukció előrehaladásával az érc felületéről befelé haladva. Hangsúlyoznunk kell, hogy a redukció folyamán felszabaduló oxigénmennyiség helyén nem képződik szükségszerűen a fajtérfogattal arányos mennyiségű pórus, mert — bizonyos, eddig még nem tisztázott mértékig — a rácsszerkezet is módosulhat úgy, hogy a teret továbbra is kitölti. Ennek a valószínűsége azonban csak pár % anyaghiányig terjedhet és semmi valószínűsége sincs annak, hogy ez az állapot a redukció folyamán fellépő 30%-os anyaghiánykor is lehetséges lenne.

Edström előbb említett vizsgálatai szerint a magnetitből képződött vas finoman porózus, míg a Fe_2O_3-ból származóban nagyobb erősen megnyúlt pórusok vannak. Ez utóbbi szerkezet már a wüstit fokozatban is látható. A $Fe_2O_3 — Fe_3O_4$ redukciós fokon a pórusszaporodás jelentéktelen. A wüstit és a fémvas redukciós fokon azonban a pórusnövekedés meghaladhatja a redukció során fellépő anyaghiányból származó teret és az érc nagyobb mértékben is duzzadhat. Ennek oka valószínűleg az, hogy a vasoxidokból a redukció alatt kilépő oxigénnek azon a hőmérsékleten sokszorosan nagyobb térre van szükség, mint vashoz kötött alakjában.[2]

[2] A különböző vasoxidok fajtérfogatai a következők:

Oxid	Fajtérfogat	%
Fe_2O_3	0,272 cm³/g Fe	100,0
Fe_3O_4	0,270 cm³/g Fe	99,4
FeO	0,231 cm³/g Fe	85,0
Fe	0,128 cm³/g Fe	47,1

A FeO 0,231 cm³/g Fe fajtérfogata a wüstitnek felel meg ahol az FeO-ban levő Fe valamivel kisebb, mint 1, s így az O_2-tartalma az elméletileg számítottól eltérően 23,5%.

A pórustérfogat tehát az érc felmelegedése folyamán a zsugorodásig az összetételtől függően a hőmérséklet függvényeként növekszik és ezzel együtt növekszik az érc külső felülete is. Az elmondottak alapján megállapíthatjuk, hogy a nagyolvasztóban az érc külső és pórusfelülete, valamint a pórustérfogata a hőmérséklettel együtt állandóan változik s ezzel a redukció feltételei is folyton változnak. E változás az elegy összetétele szerint is különböző. Az érc hideg pórustérfogata és a redukció mértéke közt nincs közvetlen összefüggés és a redukálhatóság ily leegyszerűsítésének nincs kellő alapja.

Összefoglalva az elmondottakat, a redukció szempontjából a legfontosabb tényező az ércnek teljesen egyenlő és a kohójárat szempontjából még megengedhető legkisebb darabnagysága, mert ez adja a legnagyobb felületet, és ekkor a darabok közötti hézagok a redukáló gázok részére a legtöbb teret biztosítják. Az érc hideg porozitásának csak annyiban van nagyobb jelentősége, hogy a külső felületet is növeli. Ez a felületnövekedés azonban az indirekt redukció folyamán hideg porozitás nélkül is bekövetkezik.

IRODALOM

[1] *Furnas, C. C.:* Blast Furnace, 1941. 635—630. és 668—669. o.
[2] *Stalhane, B.—Malmberg, T.:* Stahl u. Eisen, 1931. 716. o.
[3] *Struve, G. V.:* Ein Beitrag zur metallurgischen Beurteilung der wichtigsten in der DDR verhütteten Eisenerze. Freiberger Forschungshefte. 1957.
[4] *Luyken, W.—Bierbauer, E.:* Untersuchungen über die Stückigmachung von Siegerländer Feinspat durch Verkoken mit Kohlen, K. W. Inst. Mitt. *13.* 1931. 161—167. o.
[5] *Colclough, T. P.:* Blast Furnace, 1945. *9.* sz. 1101—1105. és *10.* sz. 1253—57. o.
[6] *Pavlov, M. A.:* A nyersvas kohászata. Budapest. 1951. 89. o.
[7] *Eucken, A.:* Grundriss der Phisikalischen Chemie, 5. kiad. 1942. 26. o.
[8] *Diepschlag, E. Zilgen, M. Poetter, G.:* Stahl u. Eisen 1932. 1154, és 1933. 296. o.
[9] *Joseph, T.:* Technology, 1936. 2. sz.
[10] *Horunov, D. Sz.:* Metallurgie, 1937. 9—15. sz.
[11] *Baukloch, V.—Eger, F.:* Sztal, 1939. 11. sz.
[12] *Edström, J. O.:* Vasoxidok redukciómechanizmusa. Sinposium on Sinter, Special Report, 53. sz.
[13] *Feldmann, W.:* Stahl u. Eisen, 1933. 289—300. o.
[14] *Szokolov, I. A.:* A vasércek redukálódó készségéről, 1933. 3. kiadás.
[15] *Szokolov, I. A.:* A nagyolvasztó nyersanyagai, I. rész. Ércek 52—61. o.

Műszaki eseménynaptár

Szept. 6. 55 éve (1906) halt meg *Boltzmann, Ludvig Eduard* osztrák fizikus (szül. 1844), a Magyar Tudományos Akadémia külső tagja, a kinetikai gázelmélet továbbfejlesztője, a statisztikus mechanika megalapítója.

6. 195 éve (1766) született *Dalton, John* angol fizikus és kémikus (megh. 1844), a modern atomelmélet egyik megalapozója, a róla elnevezett gáztörvény felfedezője.

15. 145 éve (1816) halt meg *Sipos Pál*, az első magyar matematikus, akinek kora színvonalán álló eredeti értekezéséről tudunk.

17. 70 éve (1891) halt meg *Petzvall József* magyar matematikus és fizikus (szül. 1807), az első fotográfiai objektív megalkotója.

21. 105 éve (1836) halt meg *Adam, Mac* skót mérnök (szül. 1757), a róla elnevezett makadám út feltalálója.

21. 160 éve (1801) született *Jakobi, Borisz Szemjonovics* német származású orosz fizikus (megh. 1874), a galvanoplasztika feltalálója.

22. 170 éve (1791) született *Faraday, Michael* angol fizikus (megh. 1867), az elektrotechnika egyik legjelentősebb úttörője, az elektromágneses indukció és önindukció felfedezője.

30. 25 éve (1936) halt meg *Ilosvay Lajos* magyar vegyész, egyetemi tanár (szül. 1851), a Magyar Tudományos Akadémia tb. tagja. Kutatásai főként az analitikai és szervetlen kémia területén jelentősek.

Az összeállított eseménynaptár nem teljes.

Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtárban (Bp. VIII. Múzeum u. 17.)

Tájékoztatást ad: *Pap János.* Tel.: 336-309.

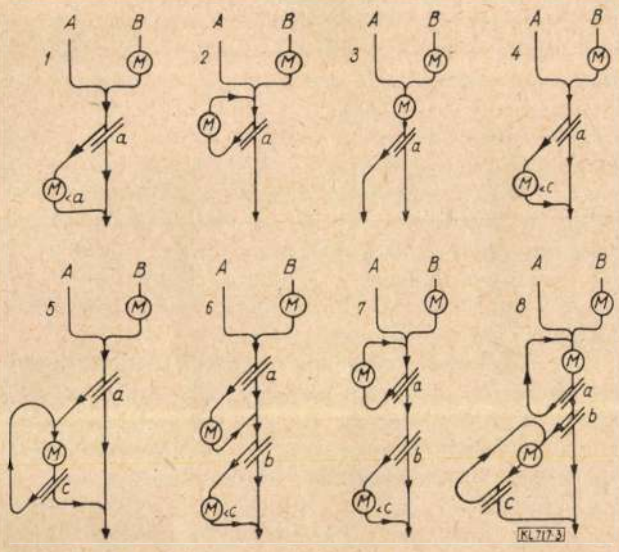
A kokszolóüzemi szénelőkészítés újabb irányai[1]

Dr. SZŰCS MIKLÓS
a kémiai tudományok kandidátusa

(Folytatás)

Dk: 622.721.74 : 662,74

A szelektív előkészítés őrlő és szitáló műveletei különbözőképpen követhetik egymást, a variációk száma elég nagy. A helyes munkafolyamat megválasztásakor a mindenkori körülmények mérlegelése alapján és elsősorban a feldolgozásra kerülő szén minőségét figyelembe kell venni. A *3. ábra* néhány jellegzetes munkamenetet mutat be. Ezekben a *B* variáns a darabos vagy diószén előtörését



3. ábra. A szelektiv szénelőkészítés munkafolyamatainak elvi rajza

M = malom, b, c, d = szita, A = aprószén útja, B = a darabos szén útja

jelzi. Az *1.* és a *2.* munkamenet a legegyszerűbb, ezek csak egy meghatározott szemnagyság alá igyekeznek a szenet őrölni. A szitán fennmaradó részt az *1.* esetben *a* mm alá őrlik, a *2.* esetben az őrleményt körfolyamatban visszavezetik a szitára, amíg teljes mennyisége az előírt szemnagyságnál finomabb nem lesz. Utóbbi esetben az őrlés kíméletesebb. Az előírt legkisebb szemnagyság a szén kokszolódó készségének a függvénye. Jól kokszolható szeneket 3—6 mm, gyenge kokszolódó képességűeket pedig 1—1,5 mm alá kell őrölni.

Az *1.* és *2.* munkamenet olyan szenek feldolgozására alkalmas, melyek petrográfiai szempontból meglehetősen egységesek. Petrográfiailag különböző szenek és szénkeverékek előkészítésére a további folyamatok egyikével kell dolgozni. Ebben az esetben a durva osztályt vagy egy kisebb szemnagyság *c* alá őrlik, vagy második szitálással közbeeső szemnagyságot *b* különítenek el, s a durva és közbeeső frakciót két malomban elkülönítve őrlik, *b* 2—4 mm, *c* pedig 1—1,5 mm között szokott lenni.

A *3.* munkamenet őröl, majd szitál és kokszolásra csak a finom, szitán áthuló frakciót használja fel, a durva részt eltüzelik.

Főleg aknaszén előkészítésére használható, ahol a meddő a durva szemekben dúsul fel. A *4.* munkamenet annyiban tér el az *1.*-től, hogy a szitán fennmaradó durva részt az első szita méreténél finomabbra, 1—1,5 mm alá őrlik. Az *5.* munkamenetben a szitán fennmaradó durva részt nem egyetlen őrlési művelettel aprítják *c* szemnagyság alá, hanem körfolyamatosan visszavezetik az őrleményt a második szitára, míg azon teljes mennyisége át nem hull. A *6.*, *7.* és *8.* munkamenetnek az a jellegzetessége, hogy nemcsak a durva frakciót választja el, hanem még egy közbeeső frakciót is elkülönít. A *6.* munkamenet szerint nincs körfolyamat a durva rész őrlésére. A közbeeső frakció aprítását a 7. munkamenet egyszeri őrléssel, a 8. munkamenet pedig körfolyamatos visszavezetéssel valósítja meg.

A közbeeső szitálással dolgozó szénőrlés nagy előnye, hogy a szén szemnagyságának csökkenésével nem jár együtt a térfogatsúly csökkenése, mert az őrleményben a középső szemnagyság mennyisége aránylag kisebb. Közbeeső szitálással szórásos üzemben kb. 10%-kal, döngöléses üzemben pedig kb. 5%-kal lehet a töltet térfogatsúlyát növelni a szokásos őrlési móddal szemben. Az is nagy előny, hogy ki van zárva az őrlemény szemmegoszlásának az a változása, melyet az őrlőberendezés (pl. kalapácsok) kopása egyébként előidéz. A sziták az őrlőberendezés állapotát is ellenőrzik, ha az őrleménynek a szokásosnál nagyobb hányada marad fenn egy bizonyos lyukbőségű szitán, ennek egyik oka a malom kopott állapota lehet, ez figyelmeztet a karbantartás szükségességére.

A többlépcsős őrlés és közbeeső szitálás számos lehetősége közül esetenként más és más módozatban találják meg a legmegfelelőbb előkészítést. Nemcsak műszaki meggondolások alapján kell választani, hanem döntően szólnak közbe a gazdasági szempontok. A legtöbb esetben nagyobb minőségjavulást csak bonyolultabb előkészítéssel lehet elérni. Minden felállított malom és szita azonban terheli a termék önköltségét.

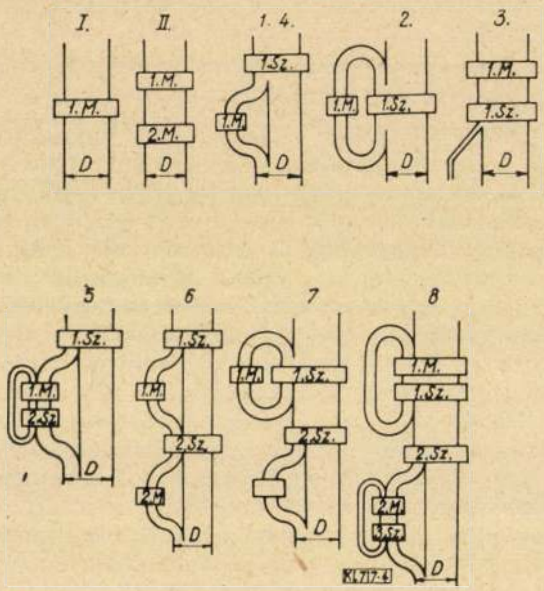
1. táblázat

Szelektiv előkészítési munkamenetek terheltsége

	I.	II.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
	terheltségi tényező									
1. szita	—	—	1,0	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,3	1,3
1. malom	1,0	1,0	0,3	0,3	1,1	—	—	0,3	1,3	1,3
2. szita	—	—	—	—	—	—	—	1,0	1,0	1,0
2. malom	—	1,0	—	—	—	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4
3. szita	—	—	—	—	—	—	0,4	—	—	0,4
Összesen	1,0	2,0	1,3	1,6	2,2	1,3	1,8	2,6	3,9	4,4

[1] A dolgozat első része megjelent a K. L. 1961. évi 8. számában.

Nyilvánvaló, hogy a bonyolultabb szénelőkészítéssel akkor lehet dolgozni, ha ennek többletköltsége megtérül a jobb minőségű termékek nagyobb értékében.



4. ábra. Szelektiv szénelőkészítés — 3. ábra változatainak — Sankey diagramjai
M = malom, Sz = szita

A *4. ábra* a 3. ábra egyes elvi elrendezéseinek Sankey-diagramját mutatja, az *1. táblázat* pedig a különböző előkészítési módok terheltsége felől nyújt felvilágosítást. 100 t/óra kapacitású üzem a bázis, ahol az egymást követő szitálások 6, 3 ill. 1 mm lyukbőségű szitán folynak, 7, 3 ill. 0,5 t/m² óra teljesítménnyel. További feltétel, hogy az első szitálás durva része és a második szitálás közbeeső frakciója 30%-ot tegyen ki, végül hogy a harmadik szitán a teljes anyag 10%-a hulljon át. Az I. munkamenet az egyszeres, a II. pedig a kétszeres őrlést jelenti [29].

A legkisebb terhelés közbeeső szitálás során 1, 3, míg ha körfolyamatos kapcsolással dolgozunk, akkor minimum 1,6. Ugrásszerűen növekszik a terhelés, ha közbeeső frakciót is elkülönítünk (min. 2,6). Még kifejezőbb összehasonlításra nyílik mód, ha a különféle munkamenethez szükséges szitafelületet számítjuk ki. 100 t/óra kapacitású üzemre vonatkoztatva ez a *2. táblázatban* látható.

2. táblázat

Szelektív előkészítési folyamatokhoz szükséges szitafelületek m²-ben

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
	kapcsolódási mód száma a 3. ábra szerint							
1. szita	15	19	16	15	15	15	19	19
2. szita	—	—	—	—	—	34	34	34
3. szita	—	—	—	—	78	—	—	78
Összes szitafelület m²	15	19	16	15	93	49	53	131

Az *1—4* munkamenetben csak egy szitálást végeznek 6 mm lyukbőségű szitán, ezért a szükséges szitafelület kicsi, még aránylag a körfolyamatos kapcsolás (2. munkamenet) a legigényesebb. Rohamosan növekszik a szitafelület, ha két egymástól eltérő méretű szitát használunk. Aránytalanul nagy szitafelületre van szükség, ha 1 mm-es szita is szerepel az előkészítési folyamatban. Érdekes eredménnyel szolgál a *4.* és *5.* folyamat összehasonlítása. Ezek csak annyiban térnek el egymástól, hogy a kiszitált durva rész utóőrlését a *4.* folyamat a malmon való egyszeri áteresztéssel végzi, az *5.* munkafolyamat pedig ebből az őrleményből kiszitálja az 1 mm-nél nagyobb szemeket és ezt körfolyamatosan visszavezeti a második malom elé. Ez a második szitálás több, mint hatszorosára növeli a szükséges szitafelületet.

A nagy szitafelület növeli az üzemköltségeket, ezért arra törekednek, hogy a szitálások száma ne legyen sok és ezek is lehetőleg nagy lyukbőségű sziták legyenek. Kis szemnagyságok mellett idegenkednek a körfolyamatos kapcsolástól és ehelyett igyekeznek olyan őrléssel dolgozni, mely a kívánt szemnagyság alá aprítja a szenet és így a szitálás és a durva rész körfolyamatos visszavezetése szükségtelenné válik. Természetesen ilyenkor kíméletes őrlésről aligha lehet szó és így a gazdasági cél elérése csak műszaki kompromisszum árán lehetséges.

A közbeeső szitálásos szelektív szénelőkészítésnek nincs olyan folyamata, mely minden esetben a legelőnyösebben használható. Rendszerint hosszadalmas kísérletsorozatok eredményeképpen alakítható ki a legmegfelelőbb munkamód. Az eljárás alkalmas akár a szénbázis kiszélesítésére, amikor a szokásos kokszminőséget kisebb értékű szenek felhasználásával érik el, akár pedig a kokszminőség javítására, mikor változatlan szénféleségekből szilárdabb kokszot állítanak elő. Több szerző egybehangzó véleménye szerint [11], [29], [30] a dobszilárdság 8—20, a morzsalékonyság 2—4 abszolút egységgel javítható helyesen megválasztott szelektív előkészítéssel. A darakoksz mennyiségét üzemi tapasztalatok szerint kokszolók ban 6, gázgyárakban 15%-kal lehet a legszerencsésebb esetben csökkenteni. A javulás főleg akkor nagy, ha gyengébben kokszolható szénről van szó.

A szelektív szénelőkészítés bevezetését célzó kísérletek

Az újabb szakirodalomban számos kísérleti munkáról adnak hírt, melyek a szelektív szénelőkészítés eredményességét vizsgálják. A nálunk is felhasználásra kerülő lengyel gázszenek helyes szelektív előkészítési módjának megkeresésével foglalkozik az Institut für Energetik leipzigi kísérleti gázgyárában.

3. táblázat

Néhány lengyel szén kokszának átlagos dobszilárdsága

	1.	2.	3.
Nowa-Ruda	48	70	74
Bielczowicze	24	35	54
Pawel	35	43	46
Polska	38	55	62

A *3. táblázat* néhány megvizsgált lengyel szén kokszának átlagos dobszilárdságát mutatja (1 = = 0—10 mm-es szénre, 2 = finomra őrölt szénre, 3 = közbeeső szitálással finomra őrölt szénre). A finomra őrölt szén koksza minden esetben jobb minőségű volt, mint a 0—10 mm-es széné. A közbeeső szitálás is legtöbbször jelentősen növelte a koksz szilárdságát, bár a jól kokszolható szenekkel (pl. Nowa-Ruda, Pawel), amelyek az egyszeri őrléssel is megfelelő szilárdságú kokszot adtak az előkészítés módjának változtatásával sok javulást már nem lehetett elérni. Ha a szén a petrográfiai alkotók előnytelen aránya miatt nem alkalmas a kokszolásra, a közbeeső szitálással sem lehet a kokszminőséget megjavítani (pl. Bobrek).

Lengyel szenekkel végzett más előkészítési kísérletek szerint minél előnytelenebb a koksz eredeti szemhullása, annál többet segít a közbeeső szitálás. A darakoksz mennyiségének növekedésétől nem jelentős a javulás [25].

Engshuber a 3. ábrán feltüntetett alternatívák közül a *3.* folyamat használatának lehetőségét egy Dombass-szénnel kapcsolatban próbálta ki. A 19% hamutartalmú szén őrleményében a 10 mm feletti frakció 10,5%-ot tett ki és ennek hamutartalma 52,1% volt. Ezt elkülönítve a szén hamumennyiségének 28,9%-ától sikerült megszabadulni. *Szwejda* [23] ellenkezőleg a legfinomabb, 0,3 mm alatti frakciót távolította el a Walentyszénből, miután megállapította, hogy fuzit feldúsulás következtében ennek hamutartalma aránylag igen nagy és sülőképessége kicsiny. Ezzel az egyszerű fogással az egyébként változatlan összetételű töltetkeverékből előállított koksz dobszilárdsága 51-ről 58—62-re növekedett. Későbbi kísérletei során [32] bebizonyította, hogy a porfrakciónak a petrográfiai összetételen túlmenő egyszerűbb hatása is van. Különböző mennyiségben adagolva az optimális hányadhoz viszonyítva a porfrakció hiánya és feleslege is kokszminőség romlást okozott. *Szwejda* kiterjesztette kísérleteit az egyszeri őrlés, a kétszeres őrlés és a közbeeső szitálás kokszszilárdságra gyakorolt hatásának tanulmányozására. A 33-as típusú szenekből az egyszeri őrléshez viszonyítva a kétszeres őrlés mintegy 10, a közbeeső szitálás pedig mintegy 20 egységgel nagyobb dobszilárdságú kokszot adott. 34-es típusú szenekből a javulás már nem volt ilyen jelentős (mintegy 6 egységgel növekedett a dobszilárdság). Itt előnyösebb volt 3 mm helyett az 5 mm feletti részt kiszitálni. Négy komponensű szénkeverékekből is a közbeeső szitálás 13—20 egységgel növelte a dobszilárdságot az egyszeri őrléshez viszonyítva. Ilyen módon 70—74-es dobszilárdságú kokszot lehetett előállítani közepes minőségű lengyel szenekből. Egyszeri őrléssel a dobszilárdság annál kisebb volt, minél több 3 mm feletti szemet tartalmazott az őrlemény.

A Szovjetunióban igen nagy érdeklődés nyilvánul meg a szelektív szénelőkészítés iránt. Az első munka 1951-ben került közlésre [33]. Kuznyec-vidéki szenekből eltávolítva a 3 mm feletti szemeket és a megmaradt részt kokszosítva a dobszilárdság növekedését és a morzsalékonyság csökkenését tapasztalták [24].

A bonyolultabb szelektív szénelőkészítés (elsősorban a 7. folyamat) használatát vizsgálva kuznyeci szenek őrlésekor [34], a közbeeső frakciót 6 és 3, illetve 4 és 2 mm-es szitával különítették el. 300 feletti Sundgren-szilárdságú kohókokszot kaptak olyan keverékből, mely 40% gázszenet és 20% gyengén sülő szenet tartalmazott. A szelektív előkészítés főleg akkor bizonyult hatékonynak a közönséges finom őrléssel szemben, ha döngöléssel is párosult, bár bizonyos keverékekkel a döngölés nem járt további előnnyel. Az irkucki és karagandai szénnel végzett számos kísérlet eredménye azt bizonyította, hogy az előkészítés folyamán az őrlés fokát és a döngölés mértékét mindenkor a szénkeverék tulajdonságainak figyelembevételével kell megállapítani. Az őrlési finomság és a döngölés módjának számos összefüggését és a kokszszilárdságra gyakorolt hatását állapították meg.

A közbeeső szitálással dolgozó őrlés a petrográfiai alkotók sokkal egyenletesebb megoszlását mozdítja elő a különböző szemnagyságú frakciókban [35]. Közönséges őrlés után a vitrit tartalom 51—83%, a durit tartalom 7—31%, a fuzit tartalom pedig 6—1% között ingadozott az egyes szitafrakciókban. Közbeeső szitálással a különbségek 62—74%, 8—13%, illetve 2—3% közé szűkültek. Úgy találták, hogy az ilyenfajta előkészítésnek akkor nagyobb a jelentősége, ha a lepárlásra kerülő szénelegyben sok a gázszén.

Számos előkészítési munkamenetet vizsgálva meg különböző — gázszenet is jelentékeny mennyiségben tartalmazó — szénkeverékekre megállapították, hogy a szitálást követő második őrlés nem lehet túlságosan erélyes, helyesebb ekkor a szenet 1 mm helyett csak 2 mm alá őrölni, így a térfogatsúly és a kokszszilárdság is kedvezőbb [36], [37], [38]. A nagyobb gázszén tartalmú keverékekkel akkor értek el jobb eredményt, ha a duritos részt kivonták és ismételt őrlésétől eltekintettek. Egyébként nagyon megnőtt az inert felület, melynek homogén beágyazásához nem állt elegendő plasztikus szénanyag rendelkezésre. Kétszeri szitálással kohókoksznak megfelelő terméket állítottak elő olyan szénkeverékből, melyben a gázszén hányada 65%-ot tett ki.

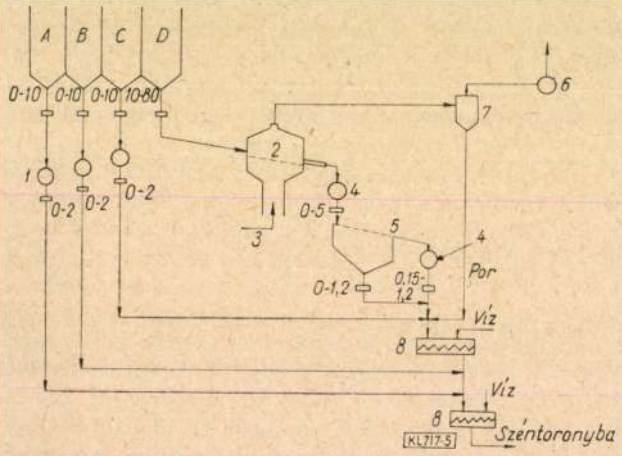
A Szovjetunió keleti üzemei petrográfiailag nem homogén szeneket dolgoznak fel. Az 50 mm-nél nagyobb szemnagyságú részben az inert fuzitcsoport mennyisége 20—30%-kal nagyobb, mint a 2 mm-nél kisebb osztályban. Az 5—6 összetevőből álló és gyengébb, valamint jobb kokszolódó készségű szenet egyaránt tartalmazó keverék teljes mennyiségét 1 mm alá őrölve 67-es dobszilárdságú koksz állítható elő. Ha őrlés előtt a már elegendő finomságú részt kiszitálták, a dobszilárdság 71-re volt növelhető. Érdekes és jellemző, hogy a 3 mm feletti szénből csak 18,4-es dobszilárdságú kokszot lehetett előállítani. Közönséges egyszeri őrlés alkalmával (95% 3 mm alatt) a 0,5 mm-nél kisebb porfrakció 42%-ot tett ki az őrleményben. Közbeeső, ill. kétszeri szitálással a porfrakció mennyiségét 31%-ra lehetett csökkenteni [39].

Szelektív őrléssel előkészített szenek térfogatsúlya mintegy 20% nagyobb szemcséjű 4—12 mm-es gázszén utólagos bekeverésével növelhető [40]. Ezáltal nagyobb kokszszilárdságot értek el, mint a gázszén adagolása nélkül, a dara-frakció mennyisége is csökkent. Még 70% nem sülő gázszenet, illetve antracitos szenet tartalmazó keverékből is megfelelő szilárdságú kokszot tudtak így előállítani. Viszont döngöléses üzemben a szelektív szénelőkészítés finom őrléssel helyettesíthető.

Szelektív szénelőkészítéssel dolgozó üzemek

A petrográfiai szempontokat figyelembevevő szénelőkészítés és szénkeverés első próbálkozásai a második világháború előtti időre nyúlnak vissza. A hamburgi gázgyárban dezintegrátor segítségével 85%-ban 3 mm alá őrölt duritban gazdag szenet fölös plaszticitású vitrites szénnel keverve olyan dobszilárdságú kokszot állítottak elő, mely egymagában egyik szénfajtából sem volt gyártható [41].

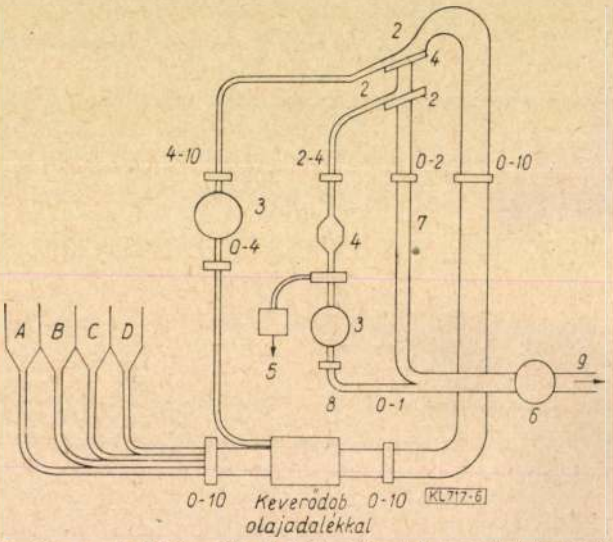
A Hoffmann-eljárás [42], melyet a Saar-vidéken a völklingeni kokszolóban vezettek be petrográfiai szempontokon nyugvó szelektív őrlést végez *(5. ábra)*. Különösen fontos a diószén



5. ábra. Hoffmann-eljárás munkafolyamatának elvi rajza
A, B = mosott daraszénbunker, C = sóványszénbunker, D = diószénbunker, 1 = centrifugál malom, 2 = szárítószita, 3 = füstgáz, 4 = kalapácsos malom, 5 = vibrátor, 6 = ventillátor, 7 = ciklon, 8 = keverő csiga

előkészítése, mely 50%-át teszi ki a szénkeveréknek. Megállapították, hogyha ennek durit tartalma 0,2—1,2 mm közötti szemnagyságú, akkor nem fejt ki káros hatást, sőt határozottan előnyös sajátságú [43]. Amíg a bitumen a nagyobb duritszemekből a felszínre jut, hosszú utat kell megtennie, eközben jelentős része elbomlik. Az egész finom duritszemből pedig idő előtt eldesztillál a bitumen, mindkét esetben gyenge minőségű, habszerű koksz keletkezik. Az optimális durit szemnagyság elérése érdekében a diószenet először lengőszitán szárítják 280 C°-os füstgázzal, majd kalapácsos malomban 0—5 mm szemnagyságúra őrlik. Innen vibrátorra kerül a szén, az 1,2 mm-nél finomabb vitritdús frakciót közvetlenül a keverőbe juttatják. Az 1,2 mm feletti duritos frakciót pedig különleges kalapácsos malomban 1,2 mm-nél finomabbra őrlik, de úgy, hogy 0,2 mm-nél kisebb szemnagyságú rész csak jelentéktelen mennyiségben keletkezzék. Ezt is a keverőbe juttatják, ahová még a töltetkeveréknek kb. 10%-át kitevő kis illójú sováyítószenet, mintegy 40%-nyi vitritben dús mosott darát, ciklonport és a szükségnek megfelelően vizet vagy olajat táplálnak. A kokszolást nagy hevítési sebesség mellett döngöléses üzemben végzik. Igen jóminőségű, erős cellafalú, homogén koksz keletkezik, melynek használata révén a nagyolvasztóban 4% koksz megtakarítás érhető el. A Hoffmann-eljárás még nem használt elektromos fűtésű szitákat, főleg ezért volt szükség az őrlést és szitálást megelőző szárításra.

A Longwy—Burstlein-féle szabadalom szerinti Sovaco-eljárással működő első üzemet Thionvilleben építették és 1951-ben helyezték üzembe. Az itt feldolgozásra kerülő töltetkeverék 60%-a nagy illójú egymagában nem kokszolható, lotharingiai gázszén és 40%-a jól sülő kis illórész tartalmú Ruhr-vidéki kokszszén. Az előkészítés folyamatát a *6. ábra* mutatja. Az egyes bunkerekből pontosan adagolják a szénféleségeket a



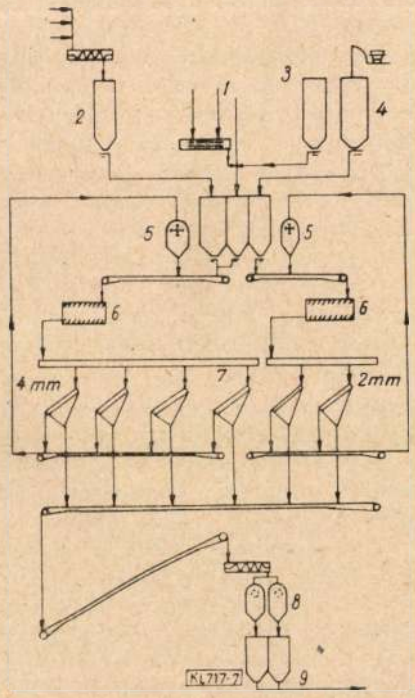
6. ábra. A Thionville-i kokszoló elvi munkafolyamata
A, B, C, D = szénbunkerek, 2 = szita, 3 = röpítőmalom, 4 = légszerelő, 5 = pala, 6 = keverő, 7 = vitrit és klarit dúsulás, 8 = durit, 9 = kész kokszszén

keverődobba, ahová még 0,5—1,0% hígfolyós pakurát adagolnak. Utóbbi növeli a szita teljesítményét és növeli a térfogatsúlyt. A keveréket 4 és 2 mm lyukbőségű szitákkal három szemfrakcióra bontják. A 2 mm alatti vitritben dús frakció közvetlenül a keverődobba jut. A 4 mm-nél nagyobb részt röpítőmalomban kíméletesen 4 mm alá őrlik és körfolyamatosan visszavezetik. A 2—4 mm-es frakcióban dúsulnak fel az inert alkotók, többek között a mikrinit-dús durit, a pala, és a meddő, de ugyanakkor nagy bitumentartalmú klarit is van ebben a frakcióban. Az ásványi alkotókat elkülönítik, majd a megmaradó részt ugyancsak röpítőmalomban 1 mm alá őrlik. Az 1 mm-nél finomabb duritos rész a keverődobban találkozik a 2 mm-bél kisebb szemnagyságú vitritben dús frakcióval. Így a töltetkeverék gyakorlatilag teljes mennyiségben áthull a 2 mm-es

szitán és az egyes sávféleségek olyan szemnagyságban vannak jelen, mely kokszolódó tulajdonságaiknak a legjobban megfelel.

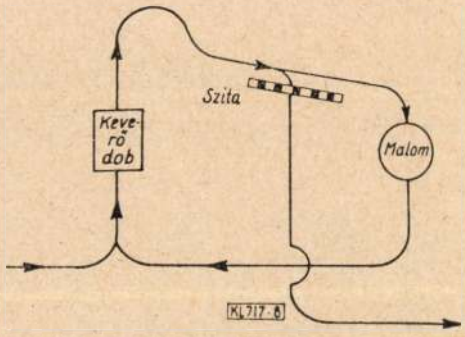
Az üzem kezdetben naponként 1400 t szenet dolgozott fel, azóta ezt a mennyiséget növelték. Az eljárás lehetővé tette, hogy a Ruhr-vidékről importált kokszszén mennyiségét a korábbi 60%-ról 40%-ra csökkentsék és mellette olyan nem sülő lotharingiai gázszenet használjanak fel, melyet korábban a kokszolható szénelegybe kismennyiségű adalékként sem lehetett adagolni. Ennek ellenére a koksz dobszilárdsága növekedett, morzsalékonysága pedig csökkent, szerkezete egyenletes. A nedvességtartalom egyenletes elosztása a kokszszénben lehetővé tette, hogy csökkentsék a kigázosítási hőfelhasználást.

Még nem volt üzemben a Thionvillei kokszoló, amikor elkészítették a gelsenkircheni Consolidation kokszoló terveit. A kivitelezés megkezdése előtt 500 tonna Ruhr-vidéki kokszszenet küldöttek Thionvillebe és az azóta üzembehelyezett kokszolóban üzemkísérletet végeztek. Ennek során nagyobb szilárdságú kokszot állítottak elő, mint amilyent az eredetileg tervezett munkamód adott. Ennél az őrlemény különböző szemnagyságú részei petrográfiailag erősebben különböztek egymástól. A thionvillei munkamód szerint a különbség az illórész tartalomban 3,1%, a durit tartalomban pedig mindössze 1,4% volt. Főleg utóbbi jelent igen figyelemreméltó előnyt, az eredeti előkészítési mód 9,3%-os durit tartalom különbségével szemben. Az üzemi kísérlet eredményei annyira meggyőzők voltak, hogy az eredeti terveket megváltoztatva Sovaco-eljárásra építették az üzemet, mely 1955-ben meg is kezdte a termelést. Kapacitása napi 3000 t szén (250 t/óra).



7. ábra. A Gelsenkirchen-i kokszoló elvi munkafolyamata
1 = mosott iszap és porszén, 2 = gázlángszén, 3 = zsír és gázszén (tört, darabos), 4 = kovácsszén és kokszdara, 5 = malom, 6 = keverődob, 7 = szíták, 8 = dezintegrátor, 9 = széntoronyba

Az üzem munkafolyamata a *7. ábrán* látható. Két ágon, egymástól elkülönített szimultán előkészítésről van szó. A töltetkeverék 85%-át kitevő zsír, gáz és gázlángszén pontosan adagolt mennyiségben szalagon jut a keverődobba, ahova szükség szerint olajat is permeteznek. Innen vízszintes rédler viszi a szénkeveréket 4 mm lyukbőségű rezonánsz-szitákhoz. 4 mm-nél nanyobb szemeket röpítőmalomba juttatják, ahol kevés porképződés közben megőrlik. Az őrlemény körfolyamatosan visszakerül a keverődobba, illetve a szitákra. A másik ágon a kovács-szenet és a kokszdarát az előbbihez hasonló módon készítik elő azzal a különbséggel, hogy itt a sziták lyukbősége 2 mm. A két rendszernek a szitákon áthulló őrleményét keverőcsigában összekeverik és dezintegrátorban homogenizálják, végül a kokszoló széntornyába juttatják.



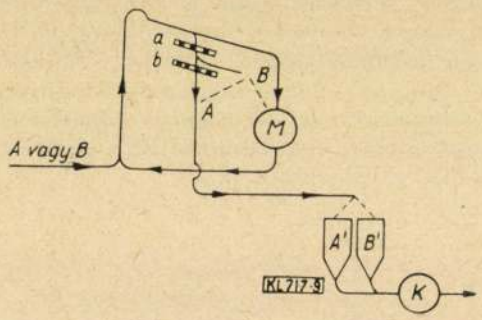
8. ábra. Az Orán-i gáz és kokszmű elvi munkafolyamata
1 = keverődob, 2 = szita, 3 = malom

Egy másik nyugat-németországi kokszolóban Didienhofenben ugyancsak sor került az üzemi szelektív szénelőkészítésre [44].

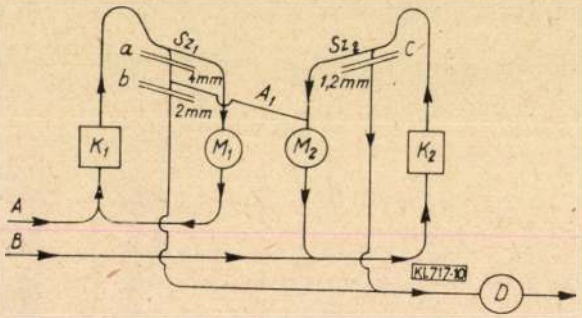
A szelektiv szénelőkészítésnek egy egyszerű folyamatát valósítják meg az orani koksz és gázművekben. Ez a *8. ábrán* látható. Az itt feldolgozásra kerülő szénkeverékben csak jól kokszolható szénféleségek vannak, itt tehát csak a homogenizálást kell megvalósítani. A szén keverődobba, majd 2—3 mm-es szitára kerül, a már elegendően finom rész megmenekül a további aprózódástól. A szitán fennmaradó durvább szemcsék malomba jutnak, az őrleményt pedig körfolyamatosan visszavezetik a keverődobba. Így olyan őrleményt kapnak, melynek minden szemtartománya petrográfiailag homogén. Ha volt különbség a szénkeverék egyes alkotóinak keménységében és szemnagyságában, ez pusztán annyiban jut kifejezésre, hogy a keményebb és durvább szemek tovább időznek az őrlési folyamatban.

Érdekes példája a szelektív szénelőkészítéses üzemeknek az algíri gázgyár. Naponként mindössze 300 tonna szenet dolgoz fel, ez egyben azt is bizonyítja, hogy az eljárás kisebb kapacitású üzemekben is jól használható. A töltetkeverék egyharmadát észak-franciaországi szén teszi ki, kétharmadát pedig Saar-vidéki szén alkotja. Hogy a beruházási költségeket csökkentsék, mindkét szenet ugyanabban a berendezésben őrlik, de időben elkülönítve, egymás után és természetesen külön bunkerokban is tárolják. Az üzem munka-

menetét a *9. ábra* mutatja. Az észak-francia szén megfelelően kokszolható, ezért elegendő 3 mm-nél finomabbra őrölni. A Saar-vidéki szén jóval inertebb és kb. 65%-kal keményebb az előbbinél, ezt 1,8 mm-nél finomabbra kell őrölni. Amikor a francia szenet adják fel, akkor a 3 mm-es szita van üzemben, ha pedig a Saar-vidéki szén feldolgozása folyik, akkor mindkét szita dolgozik, a fennmaradó részek kerülnek a malomba, az áthulló részek pedig a bunkerokba. A két bunker aránylag kis kapacitású és a szén csak néhány



9. ábra. Algiri gázgyár elvi munkafolyamata



10. ábra. A Pont a Mousson-i kokszoló elvi munkafolyamata

órán át tartózkodik bennük. A bunkerekből adagolt mennyiségben keverőbe juttatják a szenet, majd a kemenceüzem bunkerébe.

Az algíri gázgyárban aránylag szerény anyagi erők felhasználásával sikerült a koksz minőségét javítani és egyenletességét biztosítani. A termelt koksznak szabályos a cellaszerkezete, a szövete tömör és a dobszilárdsága 75—80 között változik. A darakoksz mennyisége kevés, az 5 mm-nél kisebb részt őrlik és visszavezetik a szén töltetkeverékbe.

A Pont á Mousson-i kokszoló előkészítési munkamenete bonyolultabb az előbbieknél. A *10. ábra* mutatja. Elkülönítve két ágon végzik a jól, illetve gyengén kokszolható szén őrlését. A jól kokszolható szénből a 4 mm-nél durvább rész kíván őrlést. A 2—4 mm-es frakcióban az inert részek koncentrálódnak, a jól sülő szénnek ezt a részét átvezetik a gyengén kokszolható szén őrlési folyamatába és ott körfolyamatosan maradék nélkül 1,2 mm alá őrlik. Ez a malom kíméletesen őröl, kevés por keletkezik, nehogy az inert részek fajlagos felülete tulságosan megnövekedjék. A két rendszer őrleményét dezintegrátorban keverik össze, majd a kokszoló széntornyába vezetik. Döngöléses üzemben folyik a kigázosítás. A termelt koksz dobszilárdsága 75, morzsalékonysága 6,7, jól használható kohókoksz gyanánt. Ez igen figyelemreméltó eredmény, mert a kigázosításra kerülő (80% Saar—Lotharingia-i lángszén, és 20% kisebb értékű német gázszén) szénelegynek 33% az illórész tartalma (száraz hamumentes anyagra számítva).

Indiában, a Nyugat-Bengália-i Durgapurban szelektív szénelőkészítésű, napi 1500 tonna szenet feldolgozó kokszoló működik. A szén előkészítetlenül érkezik 150 mm szemnagyságban. Hengertörővel 0—50 mm-re aprítják, majd röpítőmalomban 0—3 mm szemnagyságúra őrlik. Az egyik gyengén kokszolható szénfajtát elkülönítve kíméletesen aprítják 0—10 mm szemnagyságúra, az az őrleményből lengőszitával elkülönítik a 0—3 mm-es részt, az ennél durvább szemeket, melyek főleg inert, rosszul kokszolható részekből állnak, hengermalomban 1 mm alá őrlik. Ugyanilyen szemnagyságúra őrlik a töltetkeverékbe szánt kokszdarát is. Az egyes őrleményeket külön tárolják, majd pontosan ellenőrzött mennyiségben adagolják és keverőcsigában homogenizálják.

A szelektív szénelőkészítés gazdaságossága

Bár a szelektív szénelőkészítéssel kitünő eredményeket értek el és az utóbbi 10 év alatt bizonyos mértékben el is terjedt, jövőjét és kilátásait illetően megoszlanak a vélemények. Nincsen nézeteltérés abban a tekintetben, hogy a szelektív szénelőkészítés által nyujtott előnyök igen jelentősek. Sokan azonban arra törekednek, hogy a szénőrlemény kedvező összetételét és jellegét a szitálásokkal megszakított többlépcsős őrlésnél egyszerűbb és kevésbé költséges módszerekkel érjék el. A célravezető kíméletes őrlést elsősorban röpítőmalommal kívánják elérni. Az ellenzők legtöbbje jól kokszolható szén feldolgozásával foglalkozik. Ebben az esetben az ilyenfajta állásfoglalás valóban helyénvaló. A szelektív előkészítés ui. főleg gyengén kokszolható szenek kokszminőségének biztosítja a jelentős javulását. A szelektív szénelőkészítés, illetve annak bonyolultabb módozatai akkor tarthatnak majd számot általánosabb elterjedésre, ha a jól kokszolható szenek hiánya a jelenleginél még érezhetőbbé válik. Szigorú gazdasági mérlegelések eredményeként azonban már ma is sokhelyütt érdemes az új munkamódot bevezetni.

A szelektív szénelőkészítés költségeire vonatkozóan kevés megbízható adat áll rendelkezésre. *Burstlein* úgy nyilatkozik [15], hogy a szelektív szénelőkészítő üzemrész beruházási költsége a kokszolóüzem létesítési költségének 3—6%-át teszi ki. A thionvillei kokszoló szénelőkészítő részlege 250 millió frankba (250 000 angol fontba) került [46]. A gelsenkircheni üzem beruházási költsége mintegy 3,5 millió nyugatnémet márka volt. Ennek az összegnek fele esett az épületekre és bunkerekre, másik fele pedig a gépi berendezésekre [8]. *Burstlein* szerint az amortizációs költségek a feldolgozásra kerülő szén árának — 100 t/ó kapacitású üzemben — 0,4—0,8%-át,

a 0,7—1,4%-át az üzemi és a karbantartási költségek teszik ki. *Abramsky* közlése szerint Thionvilleben az előkészítés energiaszükséglete 1 kW/t [42]. A gelsenkircheni beruházási költséget 15 éves értékcsökkenés leírással számolva 1 t szén szelektív előkészítésének (őrlés, szitálás, keverés) költsége 63—70 nyugatnémet pfennig, ez megfelel a Burstlein-féle kalkulációnak. *Grosskinsky* [47] úgy tudja, hogy Thionvilleben a szelektiv előkészítés többletköltsége a szokásos előkészítési eljárással szemben szén tonnánként mintegy 20 nyugatnémet pfennig. A két adat összevetéséből (ha ezek egyáltalán összemérhetők) következik, hogy a szelektív szénelőkészítés kb. 50%-kal költségesebb, mint a szénőrlés és keverés hagyományos módja.

Könnyen elhihető, hogy ezek a többletköltségek sok esetben megtérülnek azokból az előnyökből, melyeket a szelektív szénelőkészítés biztosítani tud. Gondolni kell itt többek között arra, hogy a térfogatsúly növekedése 5%-nál feltétlenül nagyobb kapacitás növekedést jelent. A kokszminőség javulása összegszerűen nehezen fejezhető ki, de nyilvánvaló, hogy ez nem jelentéktelen. A minőségjavulás akkor is elérhető, ha a töltetkeverék számottevő részét kisebb értékű, gyengén kokszolható gázszenek képezik. Ez a körülmény igen jelentős a kokszszénbázis kiszélesítésének szempontjából. Eddig nem használt szénféleségek vonhatók be a nyersvasgyártás szolgálatába. Másrészt figyelemreméltó előnyt jelent, hogy szelektív szénelőkészítéssel nagyobb illórésztartalmú töltetkeverék készíthető, ami a gázgyárak részéről tarthat érdeklődésre számot.

IRODALOM

[1] *Ammoszov, I.—Jeremin, I.—Szuhenko, Sz.—Osurkova, L.:* Koksz i Himija Nr. 12,9 (1951)
[2] *Pamart, M.:* Centre d'etudes et recherches des Charbonnages de France 7, 1 (1949).
[3] *Gruson, G.:* Freiberger Forschungshefte *A. 69*, 50 (1951).
[4] *Nadziakiewich, J.:* Koks, Smola, Gaz *4*, 113 (1959).
[5] *Loison, R.:* 3. Intern. Kong. d. Steinkohlenaufbereitung. Brüsszel 1958.
[6] *Reerink, W.—Echterhoff, H.—Beck, K.:* Glückauf *94*, 102 (1958).
[7] *Schulz, E.:* D. P. 833. 189.
[8] *Jenkner, A.:* Glückauf 91, Beiheft August 202 (1955).
[9] *Kunc, J.—Holub, J.:* National Fuel Congress, Karlovy Vary A/a/10 (1958).
[10] *Echterhoff, H.:* Glückauf *94*, 110 (1958).
[11] *Abramski, C.:* Glückauf *91*, 714 (1955).
[12] *Reim, E.:* J. chem. metallurg. Mining, Soc. South Africa *52*, 156 (1952).
[13] *Stopes, M.—Wheeler, R.:* Fuel 2, 29 (1923).
[14] *Szapozsnyikov, A.:* Coke and Smokeless Fuel Age 1, 27 (1939).
[15] *Burstlein, E.:* Chaleur et. Ind. 31, 215 (1950).
[16] *Sziszkov, K.:* Izv. Akad. Nauk. Sz.Sz.Sz.R. Otd. Techn. Nauk Nr. 5, 128 (1958).
[17] *Sies, H.:* Erdöl u. Kohle 6, 332 (1953).
[18] *Littleichild, J.:* Gas World, Coking Section 137, 91 (1953).
[19] *Grossmann, A.:* Koks, Smola, Gaz 3, 168 (1958).
[20] *Szwejda, F.:* Koks, Smola, Gaz 3, 25 (1958).
[21] *Csernisev, M.—Szmoljankin, M.:* Koksz i Himija Nr. 12, 16 (1957).
[22] *Engshuber, M.:* Energietechnik 6, 556 (1956).
[23] *Szwejda, F.:* Koks, Smola, Gaz 3, 113 (1958).
[24] *Cinovnyikov, A.—Musztafin, F.—Guszev, A.:* Koksz i Himija Nr, 8, 10 (1956).
[25] *Gruson, G.:* Koks, Smola, Gaz 2, 273 (1957).
[26] *Schranz, H.:* Glückauf 94, 825 (1958).
[27] *Lemke, K.:* Glückauf 94, 121 (1958).
[28] *Kaziszyn, I.:* Koks, Smola, Gaz 2, 138 (1957).
[29] *Burstlein, E.:* Chaleur et. Ind. 35, 351 (1954), 36, 14 (1955).
[30] *Schmidt, J.—Engshuber, M.:* Bergakademie 10, 292 (1958).
[31] *Schmidt, J.—Engshuber, M.:* Bergakademie 10, 567 (1958).
[32] *Szwejda, F.:* Koks, Smola, Gaz 4, 79 (1959).
[33] *Csernov, G.:* Sztal Nr. 3, (1951).
[34] *Jorkin, L.:* Koks, Smola, Gaz 2, 246 (1957).
[35] *Csu-Csi-Csian—Sziszkov, K.:* Koksz i Himija Nr. 9, 36 (1957).
[36] *Lazovszkij, I.—Cinovnyikov, A.—Lackaja, M.:* Sztal Nr. 3. (1955).
[37] *Lajovszkij, I.—Feldbrin, M.—Griaznov, N.:* Koks i Himija Nr. 4, 8 (1957).
[38] *Jorkin, L.—Griaznov, N.:* Zavodszkaja Lab. Nr. 1, 104 (1953).
[39] *Szuhenko, Sz.—Kuznyecova, A.:* Koks i Himija Nr. 9, 3 (1957).
[40] *Griaznov, N.:* National Fuel Congress, Karlowy Vary A/a/14 (1958).
[41] *Plücktun, J.:* Gas und Wasserfach 91, 139, 167 (1950).
[42] *Abramski, C.:* Brennstoff Chemie 34, 51 (1953).
[43] D. P. 209. 669.
[44] *Abramski, C.:* Glückauf 88, 694 (1952).
[45] *Choulat, G.:* Gas und Wasserfach 98, 1173 (1957).
[46] *Minchin, R.:* Coke and Gas 167 (1953).
[47] *Grosskinsky, O.:* Handbuch des Kokereiwesens, Düsseldorf, 1957.

Műszaki és gazdasági hírek

Olaszország mérsékelte a melegen hengerelt szélesacélszalag vámját arra az esetre, ha az import melegtekercsből hideg szalagot hengerelnek.

Montan 1961. V. 15.

*

Az **Európai Közös Piac** országai a világpiac *nyersvas* kínálatának, három millió t-nak kb. egyharmadát vásárolta meg. A nyervas világpiaci árak a kereslet és kínálattól függően változnak. 1953—54-ben 40, 1955—57. között 70, 1958—59-ben 40, 1960-ban 50 $ volt tonnánként.

L. Usine. Nouvelle 1961. V. 18.

*

A **Chambre Syndicale de la Sidérurgie Francaise** ez év augusztus 15-től szeptember 15-ig Moszkvában kiállítást rendez azzal a céllal, hogy áttekintést nyújtson a francia acélipar *műszaki színvonaláról* és *termeléséről*.

A Chambre Syndicale de la Sidérurgie elnökének adatai szerint 1960-ban a Szovjetunióba irányuló francia acélexport 172 000 tonna volt, több mint 20 milliárd régi Ffr. értékben. A Szovjetunió Franciaország acélvásárlói között a negyedik helyen áll.

Industriekurier 1961. V. 20.

*

A **Szovjetunió** 20 000 t hidegenhengerelt *karosszérialemez* rendelést helyezett el a Steel Company of Vales vállalatnál — majd új szerződést kötött a céggel 38 000 t szovjet meleg szélesszalagtekercs áthengerlésére finomlemezzé.

Metal Bulletin 1961. VI. 9.

A hazai alumíniumpigment gyártás helyzetének rövid összefoglalása

SZALAI JENŐ

Dk: 669.717 : 667.622.2

Az alumíniumpigment előállítása sok évi laboratóriumi munka eredményeként, 1958. év folyamán a Kőbányai Könnyűfémműben megindult. A kísérleti jellegű üzemigyártás igazolta a sok éves kutatómunka eredményét. Ezek szerint beigazolódott, hogy a régebbi eljárás szerint csak rendkívül robbanásveszélyes körülmények között gyártható finom, lemezes alumíniumport teljesen üzembiztosan nedves eljárással elő lehet állítani.

Az alumíniumpigment gyártás kiindulási nyersanyaga az alumíniumfólia hulladék, melyet golyósmalmokban nedves őrléssel dolgoznak fel. A finom por által okozott robbanásveszély azáltal volt kiküszöbölhető, hogy a műveletek folyamán a finom alumíniumszemcsék a levegő oxigénjével közvetlen nem érintkezhetnek és így a hirtelen oxidációs veszély mind az őrléskor, mind az azt követő műveletek során megszűnt.

Az új eljárással a gyártási folyamat rendkívül egyszerűvé és üzembiztossá vált. Elmaradt a költséges távirányítás és a száraz eljáráshoz feltétlenül szükséges védőgázas atmoszféra alatt dolgozó rendszerek beiktatása. A tulajdonképpeni gyártás néhány egyszerű aprítási és keverési műveletre korlátozódott. Így a beruházási és termelési költségek is jelentősen csökkentek.

A kísérleti gyártás közben mutatkozó nehézségek fokozatos kiküszöbölése révén ma már teljesen kiforrott, nagyüzemi gyártásra alkalmas, félautomatikus eljárás áll tervezőink rendelkezésére.

Az őrléssel előállított finom, lemezes alumíniumport nevezik pikkelyes alumíniumpornak, illetve alumíniumpigmentnek. A lemezes alumíniumpornak az olvadt fém porlasztásával előállított alumíniumporral szemben fő jellemzője, hogy míg az előbbi egyes részecskéinek vastagság és szélesség aránya 1 : 50—1 : 150 között változik, addig a porlasztás útján előállított részecskék alakja megközelítőleg gömbszemcsés, mely eltérés indokolja azok eltérő tulajdonságait. A porlasztással gyártott alumíniumport elsősorban pirotechnikai és aluminotermikus célokra használják fel. A lemezes alumíniumport azokra a célokra használják, melyek megkívánják, hogy az egyes szemcsék szélességének és vastagságának viszonyszáma minél nagyobb legyen, így a festékipar, az építőanyagipar stb.

A nedvesőrléssel előállított, és kb. 60—65% alumíniumpigment tartalmú terméket nevezik alumíniumpasztának. Ez a pasztaszerű termék a fémtartalmon kívül zömében lakkipari oldószereket és kisebb mennyiségben különleges szerves adalékanyagokat tartalmaz.

A minőségi vizsgálatok igazolták, hogy a nedves eljárással előállított alumíniumpaszta több szempontból jobb minőségű, mint a száraz eljárással előállított alumíniumpigment.

A kísérleti gyártás alatt elsősorban meg kellett oldani az alumíniumpaszta tükrösödését, majd ennek tartósítását. Tükrösödés alatt értjük azt a jelenséget, hogy bár az alumíniumpigment fajsúlya nagyobb, mégis felúszik a kötőanyag felületére és ott rendezetten, tetőcserépszerűen helyezkedik el. Ez biztosítja az alumíniumpigment festékbevonatok tükörszerű fényét.

A tükrösödés kialakulását és tartósságát számos tényező befolyásolja. Döntő hatással van a tükrösödésre az őrlés, ami a lemezes szemcsék kialakítását szabályozza, továbbá az őrlés hőfoka, a gyártáshoz felhasznált alumínium tisztasága, az őrléskor használatos szerves közeg összetétele, a zsírozó és adalékanyagok tisztasága, minősége, mennyisége, végül pedig a tárolás körülményei gyártás alatt, valamint után. E tényezők összehangolása által sikerült az azonos minőségű külföldi termékkel egyenértékű, tükrösödő alumíniumpasztát előállítani. Ez a termék közel két éves tárolás után is megfelelő minőségű és tükrösödése alig néhány százalékkal csökken.

A festékipari célokra gyártott alumíniumpaszta, miután csak alumíniumpigmentet és lakkipari hígítókat tartalmaz, közvetlenül festésre nem alkalmas. Felhasználás előtt hozzá kell keverni a filmképző anyagot tartalmazó kencéhez vagy lakkhoz. Egyes lakkok filmképző anyagai, illetve oldószerei káros hatással vannak a tükrösödésre. Ennek következtében a bekevert termék tükrösödése rohamosan csökken és néhány nap alatt az alumíniumfesték elveszti fényét. Ezért régebben mind külföldön, mind belföldön a száraz alumíniumpigmentet külön csomagolva mellékelték a kötőanyaghoz és összekeverésükre csak a felhasználás előtt került sor.

Ujabban külföldön előállítottak olyan típusú alumíniumpasztát, is, amely a kötőanyagba bekeverve tartósan tárolható anélkül, hogy tükrösödése, illetve fénye csökkenne. Szükséges, hogy a lakkgyárak a kísérleti pigment üzemmel összefogva azon munkálkodjanak, hogy mind az alumíniumpaszta, mind a hozzá szükséges lakk a külföldi minőséget ebből a szempontból is elérje.

Az építőipar a gázbeton gyártáskor vízben elkeverve adagolja az elkészített habarcshoz az alumíniumpigmentet. A szerves oldószerben őrölt és zsírozott alumíniumpaszta eredeti állapotában vízzel nem keverhető egyenletesen. Az alumíniumpaszta az előbbi célra csak úgy volna használható, ha a nedves terméket utólag szárítanák és poliroznák. Ez a művelet ugyancsak robbanásveszélyes, ami a gyártást veszélyessé teszi és a beruházási költségeket is jelentősen növeli.

A kísérleti üzem egyik nagyjelentőségű eredménye a vízben emulgálható alumíniumpaszta kidolgozása volt. Ez bármilyen vizes kötőanyagban a kívánt arányban elkeverhető és az alumíniumpigment szemcsék passziválása, vagy akti-

válása kívánság szerint szabályozható. A passzivált termék a festékiparban bármilyen szokásos vizes hígítású kötőanyaggal felhordható. Az aktivált termék — az építőanyagiparban — a száraz alumíniumpigmenttel azonos értékű a gázbeton előállításakor.

Külön említem az egyik legközkedveltebb korszerű festéket az „effekt" lakkok családjába tartozó, alumíniumpigment tartalmú, kalapácspasztát. A kalapácslakk bevonatok külalakja rendkívül sok tényezőtől függ ; úgymint a paszta, lakk, hígító és szilikonok mennyiségétől, minőségétől, keverési arányától és sorrendjétől, a szórási körülményektől, a bekeverés és szórást végző személy gyakorlati jártasságától és lelkiismeretességétől. Változó a hazai szilikonféleségek összetétele, habár az utóbbi időben minden sorozattal — kellő kísérletek után — a kívánt hatás kihozható. A fogyasztók a kiadott recepturákat gyakran egyáltalán nem veszik figyelembe, illetve egyéni elképzelésük szerint végzik el a kalapácslakkozást.

A fogyasztóknak mind a kalapácslakkra, mind a kalapácspasztára vonatkozó minőségi igényei csak úgy elégíthetők ki, ha a paszta és lakkgyártó vállalatok eljárásaikat, készáru ellenőrzésüket összehangolják, továbbá a fogyasztók a kiadott recepturákat, valamint a gyártási előírásokat lelkiismeretesen és pontosan betartják.

A kísérleti gyártással egyidejűleg megindult a belföldi alumínium- és kalapácspaszta mennyiségi és minőségi igényének, valamint újabb gazdaságos felhasználási lehetőségének felderítése. A kísérleti üzemre hárult az a feladat, hogy a felmerült igények alapján az egyes fajták összetételét kidolgozza és azokat a hazai piacon bevezesse.

A belföldi fogyasztók gyakran nem rendelkeztek kellő szakismerettel az alumíniumpaszta és különösképpen a kalapácspaszta felhasználásával kapcsolatban, ezért sok minőségi reklamáció érkezett a gyártó üzemhez. Célszerű lenne, ha a kísérleti üzem a műszaki népszerűsítést növelné egyrészt jól érthető tájékoztatók kibocsátásával, másrészt a számításba jövő nagyobb fogyasztóknál a kísérleti üzem szakemberei bemutató próbafestést is végezhetnének.

Az alumíniumpigment festék egyike a legkiválóbb korrózióvédő anyagoknak, jelentős szerepe lesz a szabadban elhelyezett vegyipari gépek korrózió elleni védelmében is. Pillanatnyilag több kísérlet van folyamatban a szabadban álló vasszerkezetek védő festésére. Ilyenek pl. a bányászatban a külső, belső vasszerkezetek, az olajvidékek fúrótornyai, az elektromos távvezetékek tartóoszlopai, a gáztartályok és vezetékeik, a hidak, külszíni gépek védő festése, valamint a bitumenes tetőfedő és szigetelő festés.

A kísérleti üzem tevékenysége gazdasági szempontból is hasznosnak bizonyult. Az elvégzett piackutatás feltárta a jelenlegi tényleges belföldi festék- és építőipari igényeket. Továbbá felmérték azokat az új lehetőségeket is, ahol az alumíniumpigment festék gazdaságos lenne.

A festékipar jelenlegi éves szükséglete 80—100 tonna alumíniumpasztára becsülhető. Hasonló igénnyel számolhatunk az építőiparban is. Korrózióvédelmi célokra a felhasználást további évi 50 tonnás nagyságrendű alumíniumpaszta fogyasztásra becsüljük. Előzetes számítások alapján az alumínium festék jobb korrózióvédő hatása, valamint fokozottabb fedőképessége miatt a jelenlegi festékekkel szemben 1,80—5,70 Ft/m^2 megtakarítást jelent.

Az alumíniumpasztának a festékiparban elért gazdasági eredményén felül a hazai gázbeton gyártás bevezetésének jelentősége a lakásépítkezések meggyorsításában, az építkezési költségek jelentős csökkenésében mutatkozik. Az építőipar megítélése szerint két gázbeton gyártó üzemmel az elérhető megtakarítás évi 46 millió Ft, ami 280 lakás teljes felépítési költségének felel meg.

A belföldi szükségletek felmérése mellett piackutatás folyt külföldön is. A beérkezett adatok azt igazolták, hogy az alumíniumpaszta elhelyezési lehetősége mind a népi demokratikus, mind tőkés viszonylatban jelenleg korlátlan.

Az alumíniumpaszta hazai gyártásának gazdaságosságát legjobban az bizonyítja, hogy az alumíniumpaszta exportja egyik legkedvezőbb deviza szerző.

A felsorolt közvetlen eredmények mellett, közvetett eredmények is mutatkoznak. Ilyen pl. a jelenleg csak nagy leégési veszteséggel hasznosítható fóliahulladéknak rendkívül gazdaságos feldolgozása alumíniumpasztára. Ez a hazai fóliagyártás gazdaságosságát jelentős mértékben növeli.

A felsorolt iparágak, valamint a baráti államok növekvő alumíniumpaszta igényeinek kielégítése, igen fontos. Ebből az okból egy nagyobb kapacitású termelő üzem sürgős megépítése népgazdasági érdek, mégpedig olyan nagyságban, hogy a növekvő hazai szükségletek kielégítésén felül még egy jelentős mennyiség baráti és egyéb országba exportálható legyen.

A gyors beruházás megvalósításával Magyarország számos baráti ország és tőkés állam piacát is megszerezheti.

A lángedzést megelőző hőkezelés és a kialakult szövetszerkezet befolyása a felület keménységére[1]

NEMÉNYI REZSŐ

Dk: 621.785.542

Bevezetés

Megegyező kémiai összetételű tárgyakkal is előfordult lángedzéskor, hogy teljesen azonos edzéssel és azonos edzési paraméterek között edzett munkadarabok felületi keménysége és rétegmélysége különböző, sőt a felületen a keménységeloszlás sem egyenletes. Mindezek oka az acél edzés előtti szövetszerkezetében keresendő.

E tanulmány célja az, hogy rámutasson az edzést megelőző hőkezelés szerepére a lángedzett réteg mélysége, a felületi keménység és az edzett réteg szerkezete szempontjából.

Irodalmi és tapasztalati adatok egyaránt bizonyítják, hogy a lángedzés eredményét a melegítési sebességen, a fajlagos hőteljesítményen és az edzés hőmérsékletén stb.-n kívül az acél edzés előtti szövetszerkezete is befolyásolja.

Ismeretes, hogy a „ferrit-perlites" acél melegítésekor keletkezett austenit, nem homogén. A perlitszemcséken belül, a cementit lemezek helyén, az austenit szénben dúsabb, mint az átalakult ferrites részeken. Egyenletes összetételű, homogén austenit kialakulásához megfelelő időre van szükség. Ez az idő a szénatomok diffúziós sebességétől és a diffúziós út hosszától függ. A diffúzió sebességét a hőfok emelésével lehet növelni. A túlhevítés azonban rontja a kéreg mechanikai tulajdonságait, fokozza a fellépő deformációkat és a repedési veszélyt.

A szénatomok diffúziós útja annál rövidebb, minél finomabb eloszlású a cementit és a ferrit s minél nagyobb felületen érintkezik a cementit a ferrittel, ill. az austenittel. A szemcsés perlites vagy durvalemezes perlites szerkezetű acélban az austenit képződése hosszabb időt vesz igénybe, mint a finomlemezes perlites szerkezetű acélban.

Az acél átalakulás előtti szövetszerkezetének minősége az átalakulási hőfok hiszterézisét is befolyásolja. *Mirkin* és *Blanter* kísérleti eredményeiből [4] kiderül, hogy a nemesített acél átalakulása lényegesen alacsonyabb hőfokon kezdődik és fejeződik be, mint a durvább szerkezetű lágyított vagy normalizált acéloké. Ebből következik, hogy lángedzéssel alacsonyabb hőfokról edzhetők a nemesített acélok, annál is inkább, mert az átalakulásukhoz kevesebb időre van szükség.

A) A kísérleti anyagok és azok előzetes hőkezelése

1. A kísérleti anyagok összetétele

Kísérletsorozatot végeztünk az edzés előtti hőkezelésnek a lángedzés eredményeire való befolyásának tisztázására. A kísérleti anyag a lángedzésre leggyakrabban használt C 45 szénacél és Cr 135 krómacél volt.

A kísérleti anyagok %-os összetétele az *1. táblázatban* található.

1. táblázat

A kísérlethez használt anyagok összetétele

A kísérleti anyagok jele	C	P	S	Si	Mn	Cr
	%					
Cr 135	0,32	0,016	0,024	0,24	0,31	1,05
C 45	0,43	0,028	0,034	0,3	0,6	—

A próbatesteket 80-as ∅-jű köracélból esztergáltuk ki. Az egyes próbadarabokat különbözőképpen hőkezeltük. A próbadarabok méreteit és anyagát a *2. táblázat*, a hőkezelések adatait a *3. táblázat* tartalmazza.

2. táblázat

A próbadarabok jelzése, mérete és összetétele

A próbadarabok jele	Méret	Anyag
11 lágyított 13 normalizált 15 nemesített	∅ 50 × 200	C 45
11 lágyított 13 normalizált 15 nemesített	∅ 75 × 100	Cr 135

3. táblázat

Az előzetes hőkezelések adatai

A hőkezelés jellege	Próbadarab jele	Hőfok, C°	Hőntartás, óra	Hűtési mód	Keménység, HB kg/mm²
Lágyítás (csomagolva)	11	680	5—6	Kemence	165
	31				170
Normalizálás	13	840	1	Levegő	205
	33				185
Nemesítés					
edzés	15	840	½	Víz	230
megeresztés	15	840	1	Levegő	270

A hőkezelt munkadarabokat hőkezelés után átesztergáltuk, a felületből 2 mm-t leforgácsoltunk, hogy a dekarbonizálás esetleges befolyását kikapcsoljuk.

B) A kísérletek végrehajtása

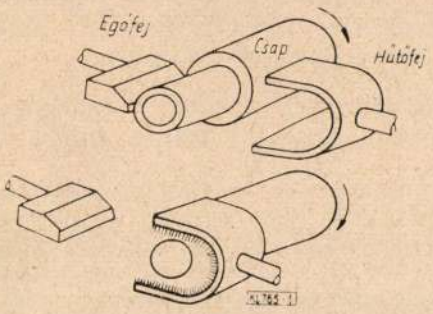
A kísérleteket szakaszos jellegű edzéssel, palástedzéssel és folytonos jellegű edzéssel, mégpedig a forgóelőtolásos eljárással is elvégeztük. A kísérletek során acetilén-oxigén lánggal dolgoztunk. Az ecetilént palacktelep szolgáltatta.

[1] Elhangzott 1961. III. 6-án az esseni nemzetközi felületedzési konferencián.

1. Szakaszos jellegű edzés (palástedzés)

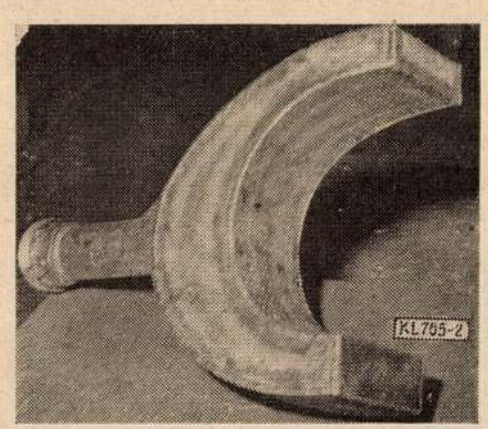
a) *A melegítőberendezés és az edzőgép*

Szakaszos jellegű edzés során (palástedzés) az *1. ábrán* látható elv szerint dolgoztunk. A edzendő próbadarab forgott a mereven rögzített égőfej előtt. A szokásos fordulatszám 30—40/min



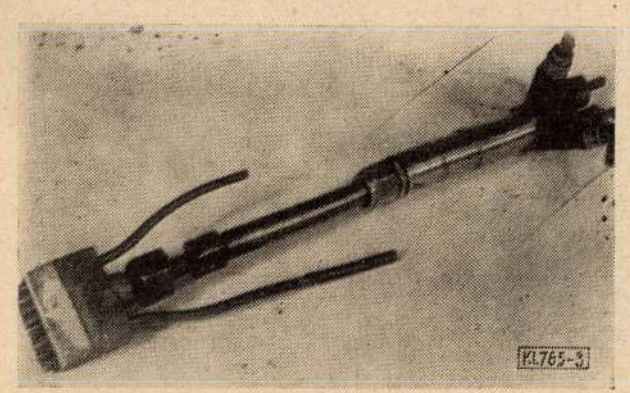
1. ábra. Szakaszos edzés (palástedzés) elve

volt. Mihelyt a próbadarab palástján megfelelő mélységben austenites kéreg keletkezett, elhúztuk az égőfejet a forgó csaptól, elzártuk a gázáramlást és ezzel lezárult a melegítés szakasza. A hűtőfejet *(2. ábra)* ráhuztuk az izzó csapra és

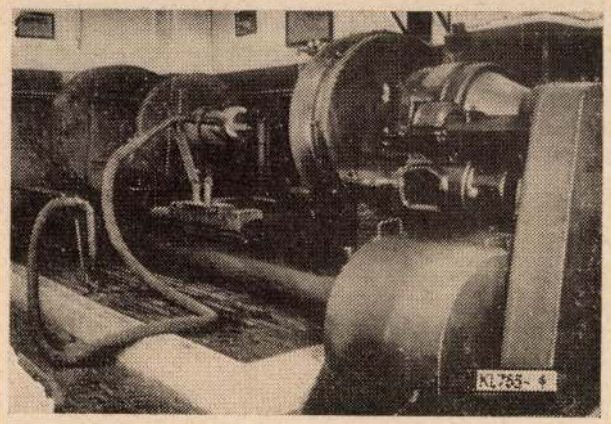


2. ábra. Hűtőfej szakaszos edzéshez

sugárirányban lehűtöttük áramló vízsugárral a csapot. Ez az edzés második szakasza. A kísérleti célra használt égőfej fúvókás rendszerű volt *(3. ábra)*. Az égőfejbe összesen 13 db. fúvóka



3. ábra. Fúvókás égőfej szakaszos edzéshez



4. ábra. Célgép szakaszos edzéshez

volt becsavarva. Az égőfejnyílás keresztmetszete 57,5 mm², az egyenértékű furatátmérő 8,5 mm. Az egész kísérlet a forgattyústengelyek palástedzéséhez készült esztergapadon folyt le *(4. ábra)*.

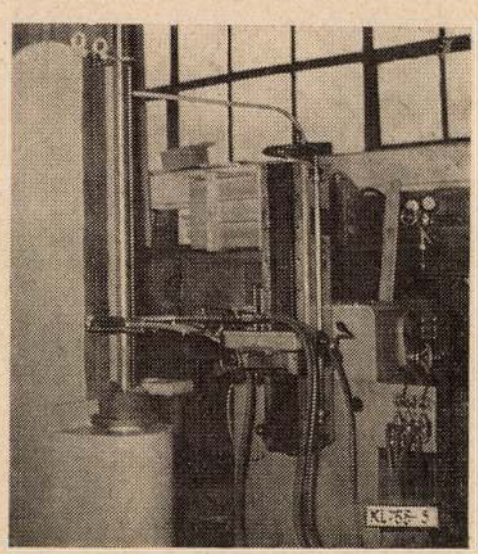
b) *Kísérleti adatok*

Oxigénnyomás	8 ata
Disszugáznyomás	1,8 ata
Fordulatszám	36/min,
Lehűtési idő	45 s,
Víznyomás	5 ata,
Vízhőfok	20 C°.

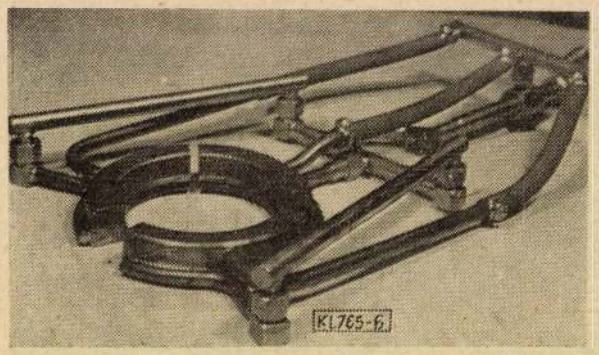
2. Folytonos jellegű edzés (forgó-előtolásos edzés)

a) *A melegítőberendezés és az edzőgép*

A folytonos jellegű edzéshez az *5. ábrán* látható gépre fogtuk fel az edzendő próbadarabokat. A próbadarab edzés közben a saját tengelye körül forgott, a melegítőberendezés *(6. ábra)* pedig alkotómenti előtoló mellékmozgást végzett. A melegítőberendezés háromrészes szitarendszerű szegmenségő volt. A hűtőfej itt az égő-



5. ábra. Célgép folytonos edzéshez



6. ábra. Melegítőberendezés folytonos edzéshez

fejjel egybeépített, így az égőfej hűtésére szolgáló víz végzi a munkadarab edzését is. Az égőfej három szegmensdarabból áll, melyekben összesen 51 db 0,7 mm-es ∅-jű furat van. Az égőfejnyílás-keresztmetszet 19,5 mm, az egyenértékű furatátmérő 4,59 mm.

b) *Kísérleti adatok*

Oxigénnyomás	2 ata,
Disszugáznyomás	0,2 ata,
Előtolás	15 cm/min
Hűtési idő	80 s,
Edzési idő	80 s,
Víznyomás	3 ata,
Vízhőfok	20 C°.

C) Kísérleti eredmények

1. Az induló szövetszerkezet

a) *Izzítás után*

A 11. és 31. jelű próbatesteket 680 C°-on 5—6 órán át hőn tartottuk, majd kemencében hűtöttük le, tehát lágyítottuk őket. A próbatesteket a lehűlés sebességének csökkentése céljából kokszporba csomagoltuk. A próbatestek keménysége a hőkezelés után:

C 45-ös anyag ... HB = 165 kg/mm²,
Cr 135-ös anyag . HB = 170 kg/mm².

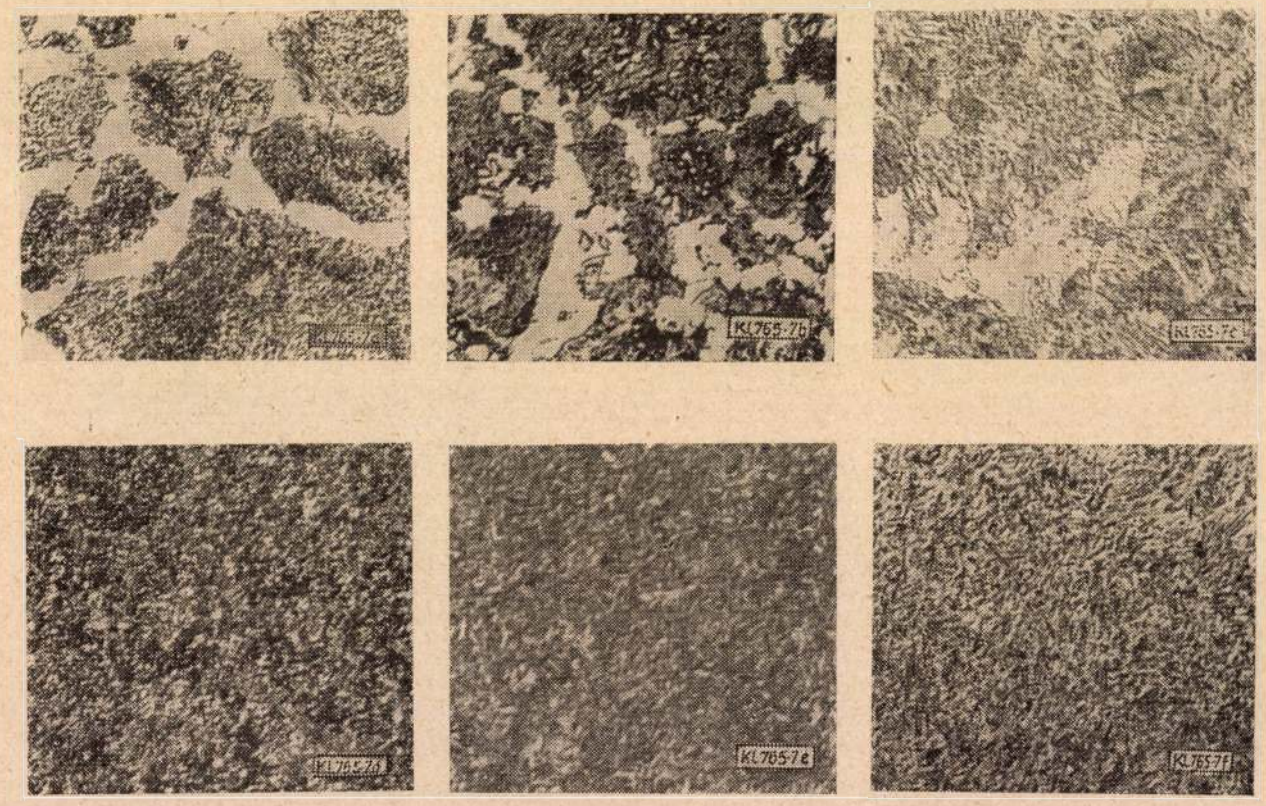
A próbatestek magjának szövetszerkezete ferrit és perlit, mely részben szemcsés, részben lemezes. (Az összes felvétel 400-szoros nagyítással készült.) A mikroképek a 7., ill. *8. ábrasorozat* baloldalán felül láthatók *(a* jelű kép). A 7. ábrasorozat vonatkozik a C 45-os anyagra, a 8. ábrasorozat a Cr 135-ös anyagra.

b) *Normalizálás után*

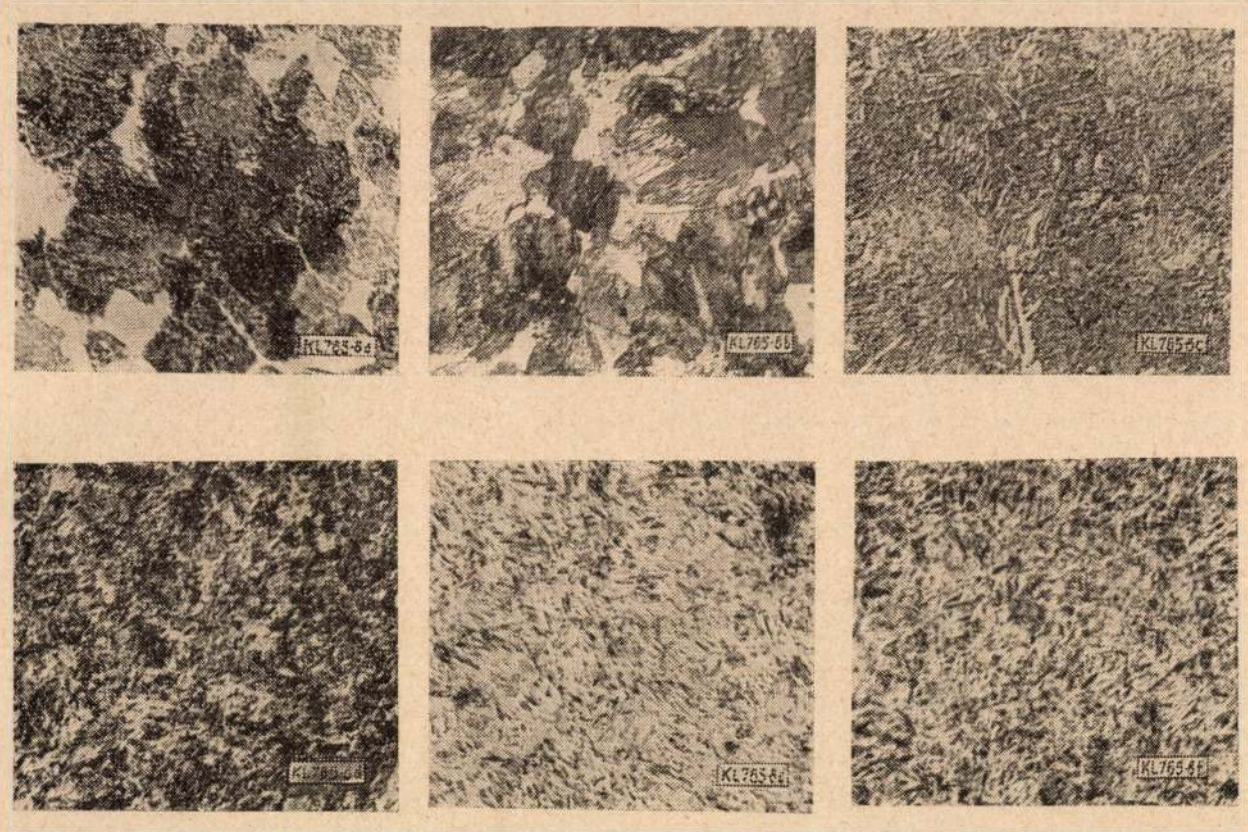
A 13. és 33. jelzésű próbatesteket 840 C°-on 1 órán át hőn tartottuk, majd levegőn hűltek le (normalizálás). A próbatestek keménysége hőkezelés után:

C 45-ös anyag ... HB = 205 kg/mm²,
Cr 135-ös anyag .. HB = 185 kg/mm².

Ez a szövetszerkezet finomabb már az előzőnél: lemezes perlit és részben hálós ferrit. A keménység



7. ábra. A C 65-ös anyag szövetszerkezetének mikroképei, 400-szoros nagyítás



8. ábra. A Cr 135-ös anyag szövetszerkezetének mikroképei, 400-szoros nagyítás

is lényegesen nagyobb, mint az előző esetben. A mikroképek a 7., ill. 8. ábrasorozat közepén, felül láthatók (*b* jelű kép).

c) *Nemesítés után*

A 15. és 35. jelzésű próbatesteket 840 C°-ról ½ óra hőntartás után vízben hűtöttük le, majd 580 C°-on eresztettük meg. Tehát nemesítettük őket. Megeresztés után levegőn hűltek le. A próbatestek keménysége a hőkezelés után :

C 45-ös anyag ... HB = 230 kg/mm²,

Cr 135-ös anyag . HB = 270 kg/mm².

Egész finom eloszlású perlit a szövetszerkezet. A mikroképek a 7., ill. 8. ábrasorozat jobboldalán, felül látható (*c*. jelű kép).

2. Az edzett szövetszerkezet

a) *Izzított próbatestek*

A durva kristályszerkezet miatt egyenletes szénkoncentrációjú, homogén austenit nem tudott kialakulni. A martensites kéregben a kiinduló szövetszerkezet ferritmaradványait meg lehet találni. Ezen kívül még egy közbenső szövetelem Bainit is van a kéregben, ez azonban jól csak jóval nagyobb nagyításban észlelhető. A tökéletlen átalakulás, a martensites kéregben visszamaradt, át nem alakult ferrit miatt, a felületi keménység nem eléggé egyenletes és aránylag kicsi. A mikroképek a 7., ill. 8. ábrasorozat baloldalán alul láthatók (*d* jelű kép).

b) *Normalizált próbatestek*

Az edzett martensites kéregben már lényegesen kevesebb a ferritmaradvány, mint az előző, aránylag durvább szerkezetű, lágyított próbatest kéregben. A kéreg szövetszerkezete finomabb, mint az előző próbadaraboké. Nem annyira heterogén s nincs benne az ott említett közbenső szövetelem („Zwischenstufe") sem. A mikroképek 7., illetve 8. ábrasorozat közepén, alul láthatók (*e* jelű kép).

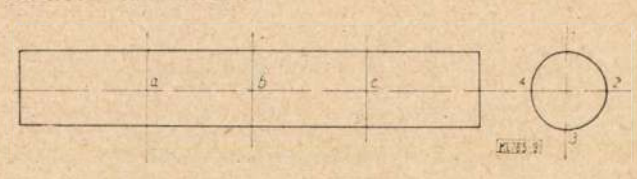
c) *Nemesített próbatestek*

A felületi keménység az előzőhöz képest lényegesen egyenletesebb és nagyobb. A mikroképek 7., ill. a 8. ábrasorozat jobboldalán, alul láthatók (*f* jelű kép).

3. Felületi keménység

A keménységet Rockwell vizsgálattal mértük. A hengeres próbatestek palástján 12 mérést végeztünk. Ebből 3×4 mérést a próbatest elején, közepén, illetve a végén egymástól 90°-kal elforgatott helyzetben (*9. ábra*).

A mért keménységi adatok a 4., ill. 5. táblázaton találhatók.



9. ábra. Mérési helyek

4. táblázat

A szakaszos jellegű edzés után a felületi keménység (C 45-ös anyag)

A próbatestek jelzése	a_1	a_2	a_3	a_4	b_1	b_2	b_3	b_4	c_1	c_2	c_3	c_4	Maximális keménység HRC	Átlagos keménység HRC	Szórás HRC
	H R C														
11	52,9	59,9	61,2	60,8	59,8	55,2	56,0	54,8	54,2	55,1	59,0	55,5	61,2	56,7	7,2
13	61,2	61,8	61,9	62,5	62,0	61,2	62,1	61,8	59,7	60,6	60,8	60,9	62,5	61,3	2,8
15	63,1	63,1	63,1	63,1	63,1	63,0	63,0	63,0	61,0	61,2	61,2	61,0	63,1	62,4	2,1

5. táblázat

A folytonos jellegű edzés után a felületi keménység (Cr 135-ös anyag)

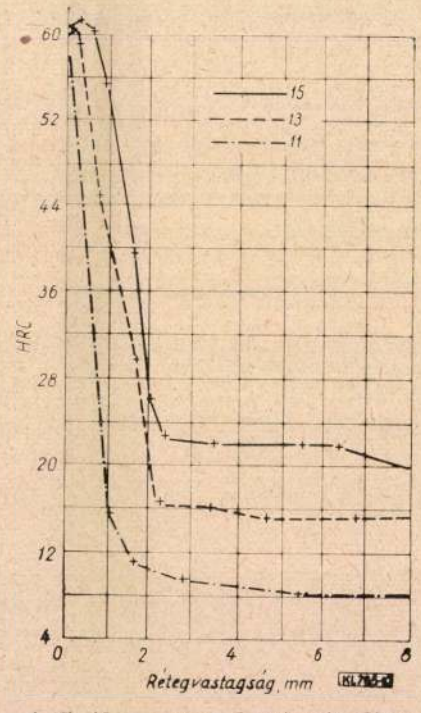
A próbatestek jelzése	a_1	a_2	a_3	a_4	b_1	b_2	b_3	b_4	c_1	c_2	c_3	c^4	Maximális keménység HRC	Átlagos keménység HRC	Szórás HRC
	H R C														
31	59,9	56,2	58,7	56,6	56,3	54,8	56,1	54,0	55,2	54,1	55,8	57,0	59,9	56,2	5,9
33	59,9	57,2	58,7	56,7	61,4	61,6	59,2	61,0	59,7	61,0	60,9	59,8	61,6	59,6	4,9
35	61,9	60,8	59,8	60,5	61,0	56,0	61,0	60,9	60,8	60,9	59,9	60,3	61,9	60,7	21,

a) *C 45-ös anyag*

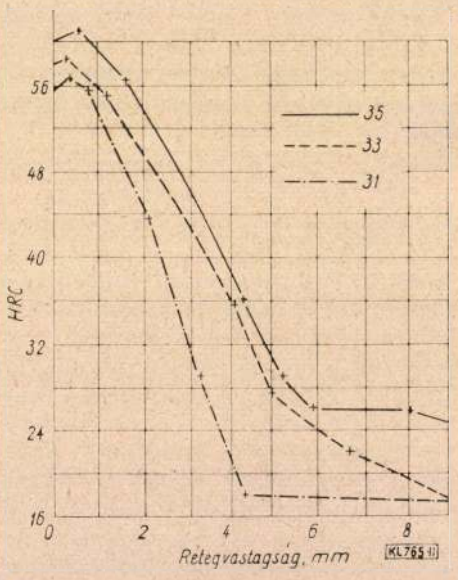
A *4. táblázatból* látható, hogy a lágyított próbatestek maximális keménysége a legkisebb (61,2 HRC). A nemesített próbatesteké a legnagyobb (63,1 HRC). A normalizált próbák keménysége a kettő közt van (62,5 HRC). A lágyított próbatestek keménységi szórása a legnagyobb (7,2 HRC), a nemesítetteké a legkisebb (2,1 HRC).

b) *A Cr 135-ös anyag*

A C 45-ös anyaghoz képest kisebb a széntartalom s ezért a felületi keménysége is kisebb *(5. táblázat)*. Az elért keménység itt is az előzetes hőkezeléstől függ. A lágyított próbák maximális



10. ábra. A C 45-ös anyag keménység diagramjai



11. ábra. A Cr 135-ös anyag keménység diagramja

keménysége itt is a legkisebb 59,9 HRC, a nemesítetteké a legnagyobb 61,9 HRC. A lágyított próbák szórása 5,9 HRC, a nemesítetteké 2,1 HRC. A normalizált próbák értékei a kettő közé esnek.

4. A beedzés mélysége

A C 45-ös anyag keménységi diagramja a *10. ábrán*, a Cr 135-ös anyagé a *11. ábrán* látható. Teljesen azonos edzési feltételek mellett a lágyított próbák rétegmélysége a legkisebb.

Összefoglalás

A két kísérletsorozat eredményeinek áttekintése után megállapítható, hogy bár két különböző anyagot (C 45 és Cr 135) és kétféle edzési módszert vizsgáltunk (folyamatos és szakaszos edzés), az eredmények jellege ugyanaz. Annak ellenére, hogy az edzési paraméterek mindegyik esetben ugyanazok voltak, a nyert keménység nagysága, a keménység szórása és a rétegmélység nem volt azonos. A legnagyobb keménység szórást a lágyított próbadarabokból (11, 21) kaptuk és itt volt legkisebb a felületi keménység. A legkisebb keménység szórást a felületen, a legnagyobb keménységet a legfinomabb szerkezetű (15, 35. sz.) nemesített próbatestekből értük el. A normalizált próbatestek eredményei inkább a nemesítettekhez állnak közelebb. Látható, hogy normalizált szövetszerkezet is megfelel. A lágyított állapot azonban semmiképp sem felel meg a lángedzéshez.

Az elvégzett kísérletek bizonyítják, hogy az előzetes hőkezelés a kéregkeménységet döntően befolyásolja. Az az acél, melynek kiinduló szövetszerkezete durvább, gyorsabban éri el a magszilárdságot, vékonyabb az edzett réteg, a keménység meredekebben esik.

A végső következtetés tehát az, hogy a munkadarabokat, az egyenletes és nagy felületi keménység, továbbá a minél mélyebb edzett réteg érdekében lángedzés előtt nemesíteni, de legalább normalizálni kell.

IRODALOM

[1] *Dr. Ing. Grőnegress, H. W.:* Brennhärten und örtliche Wärmebehandlung
[2] *Kontorovics, J. E.:* Az acél és öntöttvas hőkezelése, Moszkva, 1950.
[3] *Lozinszkij:* Poverchnostnaja zakalka i indukcionüjj nagrev sztáli. Masgiz, 1949. Moszkva
[4] *Mirkin—Blanter:* Kinetika prevrascsenyij v. ausztenit Metallurgizgyat. 1937. No. 1.
[5] Dipl. Ing. *Ruhfus, Heinrich:* Wärmebehandlung der Eisenwerkstoffe 1958. Verlag Stahleisen. Düsseldorf.
[6] *Strachota—Havlicek—Tikal:* Povrchové kaleni plamenem v. praxi. Praha 1960. Statni Nakladatelstvi Technické Literatury.
[7] *Szombatfalvi:* Hőkezelés. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1960.
[8] *Schön Gyula:* A nagyfrekvenciás edzést megelőző hőkezelés. Gép. 1953. XI.
[9] *Verő József:* Az ipari vasötvözetek metallográfiája 1948.
[10] *Zorkóczy Béla:* A hőkezelés Technológiája. Nehézipari Könyvkiadó Vállalat. Budapest, 1952.

Egyesületi hírek

Vaskohászati Szakosztályunk máj. 11-én vezetőségi ülést tartott. Résztvevők: *Pilter Pál elnök, Kemény Kornél titkár, Árkos Frigyes, Czeke Arisztid, Csépai Dezső, Éles László, Hamar Emil, Horváth Aurél, Hauszner Ernő, Kovács Sándor, Latinák István, Marosvári László, Markó József, Martin Imre, Nagyenyedi József, Nándori Gyula, Óvári Antal, Szele Mihály, Szeless László, Szőke László, Szücs Endre, Tuboly János, Visnyovszky László.*

Első napirendi pontként a szervezés alatt álló munkabizottságok vezetői ismertették az egyes munkabizottságok programmját és javaslatot tettek a munkabizottságok összetételére. A vezetőségi ülés a javaslatok megvitatása után kiegészítésekkel a tervezeteket jóváhagyta. A csehszlovák tanulmányút részletes megvitatása az előadó távolléte miatt a következő vezetőségi ülésre lett halasztva.

Hamar Emil az alakulásban lévő borsodnádasdi helyi csoport szervezőtitkára ismertette ezután terveiket és a szervezés állását, majd *Nándori Gyula* a miskolci egyetemi csoportról adott rövid tájékoztatást. Beszámolójából kitűnt, hogy az egyetemi csoport egyesületi élete hosszabb idő óta visszafejlődést mutat, ezért a vezetőségi ülés úgy határozott, hogy az egyetemet a szakosztály vezetőségének megbízottai rövid időn belül keressék fel és állapítsák meg, az egyetemi csoport miért szakadt el az egyesületi élettől.

Markó József a csepeli csoport eredményes munkájáról számolt be, *Latinák István* pedig a kovácstagozat terveit ismertette. Múlt évi nemzetközi kovácskonferenciához hasonló konferenciát rendeznek ezidén Olaszországban Terniben, a kovácstagozat erre néhány képviselőt szeretne küldeni, Csehszlovákiába pedig külön kovácstanulmányutat terveznek. *Czeke Arisztid* a tűzállótagozat ujjászervezésével kapcsolatos első eredményekről adott tájékoztatót.

Kemény Kornél titkár ezután ismertette a múlt év nov. 11-i sztálinvárosi választmányi ülés óta végzett szakosztályi munkáról összeállított beszámolót. A beszámoló kitért a rendezvényekre, szervezési kérdésekre, pályázatokra és a taglétszám alakulására. A szakosztály taglétszáma jelentősen gyarapodott, jelenleg 430, ez 70%-al több, mint 1960. elején. Különösen vidéki csoportok taglétszám növekedése volt jelentős. A beszámolót a vezetőségi ülés elfogadta és úgy határozott, hogy a tagozatok és a vidéki csoportok munkájának ismertetésével kiegészítve kell az elnökség elé terjeszteni.

Ezután a második félévi munkaterv került megtárgyalásra. A munkaterv kiemelkedő pontjai: szabadegyetem Balatonszéplakon, üzemlátogatás Csehszlovákiában, ankét a vaskohászat távlati fejlesztéséről. A belföldi előadók mellett két külföldi előadót is felkérünk szakelőadások tartására korszerű hideglemez hengerlési, ill. nemesacélgyártási tárgykörből. Tagtoborzás továbbfolytatását tervezzük, különösen a kohásztechnikusok körében.

Végül a vezetőségi ülés jóváhagyta az új tagfelvételi kérelmeket.

Ó. A.

Az aktiválásos elemzés az iparban és a tudományos kutatásban

Dr. BUJDOSÓ ERNŐ és TÓTH LAJOS
Fémipari Kutató Intézet

Dk : 541.15 : 545.82

A nagytisztaságú fémek előállításakor egyre inkább nőnek az elemzési követelmények. Egyes esetekben, mint például a félvezetők gyártásakor olyan nagytisztaságú anyagok szükségesek, melyek elemzésére a hagyományosnak mondható elemző módszerek érzékenysége már nem kielégítő. Az atomtechnika fejlődésével azonban mód nyílt az eddigieknél sokkal érzékenyebb módszerre, az aktiválásos elemzésre. Míg a gravimetria, volumetria méréshatára 10^{-2} %, a kolorimetriáé, spektroszkópiáé és a tömegspektrometriáé 10^{-5} %, addig az aktiválásos elemzésé 10^{-8} — 10^{-10}% [1].

Cikkünkben rövid áttekintést szeretnénk adni e módszer elvéről és pár példával az ipari és metallurgiai kutatásokban a használhatóságát is bemutatni.

Az aktiválásos elemzés eltérően az eddigi analitikai módszerektől nem az elektronhéj, hanem az atommag karakterisztikus tulajdonságait használja ki. Kifejlődéséhez az atommagfizikai ismereteink és adataink növekedésére és nagypontosságú ismeretére volt szükség. Lehetősége csak *Joliot, F.* és *Curie, I.* vizsgálatai alapján felfedezett mesterséges radioaktivitás után 1934-ben merülhetett fel. Két évvel később *Hevéssy G. H.* és *Levy, H.* végezték el az első aktiválásos elemzést: lassú neutronok segítségével ritkaföldfémek keverékében diszpróziumot és európiumot határoztak meg. Az aktiválásos elemzés azonban csak a nagy részecskefluxust szolgáltató berendezések : az atomreaktorok és részecskegyorsítók elterjedésével indulhatott rohamos fejlődésnek. Ma már sok reaktor mellett működik önálló elemző csoport, ahol a kívánt minta elemzése megrendelhető. A módszerről megjelent cikkek száma pedig kb. félezerre tehető [2], [3].

A módszer elve

Az aktiválásos elemzés lényege, hogy besugárzás hatására a minta alkotóiból radioaktív izotópok keletkeznek, melyek fizikai módszerekkel azonosíthatók. Aktivitásuk pedig a minta alkotóinak mennyiségére jellemző. A besugárzást legtöbbször lassú neutronokkal szokták végezni, de ez végezhető részecskegyorsítóval előállított gyors neutronokkal, proton-, deuteron-, alfa-nyalábokkal, egyes esetekben betatronból származó, nagyenergiájú gamma-sugarakkal is. A cél az, hogy a keresett, vagy meghatározni kívánt elem valamelyik izotópján olyan magfolyamat menjen végbe, amely radioaktív izotópot hoz létre. A besugárzás alatt tehát egyrészt növekszik a keletkezett radioaktív atomok száma (N^*), másrészt a bomlásuk miatt ugyanakkor csökken is. Ezt a következő egyenlettel fejezzük ki :

$$\frac{dN^*}{dt} = \Phi\sigma_{ac} N - \lambda N^*,$$

ahol $\frac{dN^*}{dt}$ a radioaktív atomok számának időbeli változása, Φ a bombázó részecskék fluxusa (részecske/cm^2·s), σ_{ac} a radioaktív izotóphoz vezető magreakció létrejöttének valószínűsége, az aktiválási hatáskeresztmetszet (egysége a barn = $= 10^{-24}$cm^2), N a mintában bomlásnak kitett atomok száma, λ a keletkezett radioaktív izotóp bomlási állandója. Az egyenletet megoldva [4] és figyelembe véve, hogy a minta aktivitását a besugárzás után eltelt t' idő múlva mérik, megkapjuk a keresett M atomsúlyú elem mennyisége (G gramm) és aktivitása A_t (bomlás/min) közötti összefüggést :

$$G = \frac{A_t' M}{6{,}02 \cdot 10^{23} \Phi\sigma_{ac} S e^{-\lambda t'}}$$

ahol S a telítési faktor, amely a besugárzás idejétől, t-től függ :

$$S = 1 - e^{-\lambda t}$$

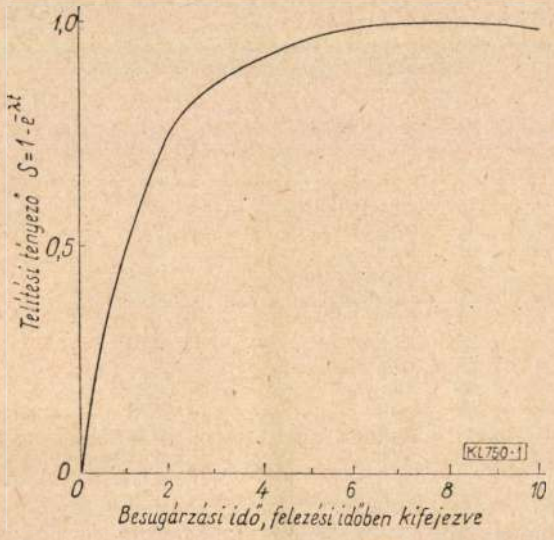
Ebből az egyenletből le tudjuk olvasni, hogy az érzékenység függ a használt részecske fluxustól, az aktiválási keresztmetszettől, a besugárzás idejétől, a besugárzott minta mennyiségétől, az aktivitásmérés érzékenységétől, valamint a besugárzás és a mérés között eltelt időtől.

Gyakorlati kivitel

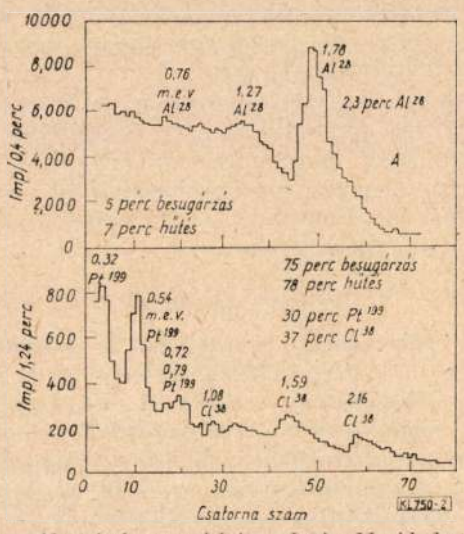
A minta besugárzását nagy neutronfluxusa miatt legtöbbször atommáglyában szokták elvégezni. Kisebb érzékenységi követelményekhez még nagy intenzitású *Ra-Be*, *Po-Be* stb. neutronforrások is használhatók. Az elemzés legnagyobb problémája a keletkezett radioizotópok azonosítása. Ezt a kibocsájtott sugárzás milyensége, energiája és az izotóp felezési ideje alapján lehet eldönteni. Kvantitatív elemzéshez általában ismert összetételű összehasonlító mintákat, standardokat szoktak a vizsgálandó tárggyal együtt besugározni. Ekkor az egyes izotópok azonos körülmények között mért aktivitásának hányadosa egyenlő a mennyiségük hányadosával. Az energia mérését gamma-sugárzáson végzik szcintillációs spektrométerrel.

Sok alkotó elemzésekor az energiacsúcsok túl közel esnek egymáshoz. A felezési idő szerint való szétválasztás azonban legfeljebb csak 3—4 eléggé különböző felezési idejű elemre lehetséges, ezért a minták vizsgálatához három fajta módszer alakult ki. Mindháromhoz használják a besugárzási idő, valamint a besugárzás és a mérés között eltelt időtartam változtatását, a *hűtést*. Ezzel ugyanis szabályozni lehet a keletkezett és az elbomlott izotópok egymáshoz való arányát. Az utóbbit a telítési tényezőből lehet kiszámítani, bomlásukat pedig a felezési idejük szabja meg. Az *1. ábrán* a telítési tényező változását láthatjuk a felezési időegységekben kifejezett besugárzási idő függvényében. E három módszer a következő :

1. *Kémiai szétválasztás izotóphordozó technikával.* A besugárzott mintát feloldják, majd a



1. ábra. A telítési tényező függése a besugárzási időtől



2. ábra. Alumíniumra felvitt platinaklorid katalizátor gamma-sugarainak energiaspektruma

keletkezett izotópok koncentrációját inaktív elemek — hordozók hozzáadásával megnövelik. Ezután az egyes elemeket kémiailag szétválasztják. A frakciókban együttesen lesznek jelen aktív és inaktív atomok, de aktivitásuk, csak a mintában levő szennyező mennyiségére jellemző.

2. *Kémiai szétválasztás egyes elem-csoportok szerint.* Változtatott időtartamú besugárzás során sokszor nincs szükség a minta teljes szétválasztására, elegendő nagyobb elem csoportokra elkülöníteni, amelyek azután már a gamma-sugárzás energiaeloszlása alapján azonosíthatók. A rövid felezési idejű izotópok szétválasztásában nagy jelentősége van az aránylag gyorsan elvégezhető ioncserélő gyantával való szétválasztásnak.

3. *Tisztán műszeres elemzés.* A legújabb törekvések tisztán műszeres, tehát kémiai beavatkozás nélküli aktiválásos elemzés felé irányulnak. Ilyen módon egy besugárzással három, esetleg négy szennyező határozható meg. Itt a besugárzási idő és a hűtés igen fontos paraméter. A *2. ábrán* alumíniumra felvitt platinaklorid katalizátor gamma-energia spektrumait láthatjuk [5]. 5 perc besugárzás és 7 perc hűtés után az Al^{28} három gamma vonala emelkedik ki az elég nagy háttérből. 75 perces besugárzási idő és 78 perces hűtés után a 2,3 perc felezési idejű alumínium izotóp lebomlott, és a Pt ^{199} és Ce ^{38} izotópok gamma-vonalai tűnnek fel. A vízszintes tengelyen a szcintillációs spektrométer csatornáinak számát tüntettük fel, ami energiaskálának felel meg.

A Radiation Counter Laboratories Inc. teljes besugárzó és elemző berendezést készít [6] ipari és kutatóintézeti laboratóriumok céljaira. A neutronokat kis neutrongenerátor állítja elő 10^8 neutron cm^{-2} sec^{-1} neutronfluxussal. A mintákat pedig 128 csatornás impulzus analizátorral mérik. A berendezést jól fel lehet használni gyorsan elvégzendő elemzésre.

A továbbiakban néhány gyakorlati példát ismertetünk az aktiválásos elemzés használatára, különös tekintettel a kohászati jellegű vizsgálatokra, azzal a céllal, hogy szemléltessük a módszer felhasználási lehetőségeit a metallurgiai kutatásban.

Ércek, színporok vizsgálata

Az aktiválásos elemzés a geológiai kutatásokban, az ércdúsítási folyamatok vizsgálatakor, ércek és színporok elemzésekor a fejlett kutatás fontos eszköze lehet. A módszert először az igen kis mennyiségekben jelenlevő ritkafémek kutatására vezették be. Ma már használják az ipari fontosságú ércek elemzésére is. Előnye rendkívüli érzékenysége, pontossága, amely gyakorlatilag független a meghatározandó elem koncentrációjától. Ezért használható az igen kis mennyiségben jelenlevő szennyezők, ritkafémek meghatározására, ércek, színporok elemzésére. Ha a kutatott elem rövid felezési idejű izotópjait vizsgáljuk, az elemzés gyorsan, hordozható sugárforrás használatával a geológiai mintavétel kielégítő pontossággal helyszínen is elvégezhető.

Szovjet kutatók [7] érdekes módszert dolgoztak ki bauxitok Al- és Si-tartalmának, illetve modulusának gyors meghatározására. Az eljárás szerint az ásványból vett, porított mintát duplafalú, polietilénből készült kazettában kb. 2 Curie aktivitású 10^7 neutron cm^{-2} sec^{-1} neutronfluxust adó Po-Be neutronforrással sugározták be. Első lépésként a minta együttes Al- és Si-tartalmát határozták meg. Ugyanis a sugárforrásból kilépő gyors, illetve lassú neutronok hatására a Si^{28} (n, p), Al^{28}, illetve Al^{27} $(n,$ gamma$)$ Al^{28} reakciók szerint keletkezett Al^{28} aktivitása a minta Al- és Si-tartalmára jellemző. Második lépésként a minta Si-tartalmát határozták meg. A lassú neutronokat kadmium fóliával kiszűrték, és így csak a Si-on jött létre magfolyamat a gyors neutronok hatására. A minta aktivitása most már csak a Si-tartalommal arányos.

Az ismertetett módszer segítségével meghatározható a bauxitok, nefelinek, agyagok, kaolinok

Al- és Si-tartalma, illetve modulusa. Az elemzés hibája 3—5%. Egy besugárzás időtartama 5 perc, a mérés időtartama 10 perc.

Hasonló módszer használható a Mn-tartalmú vasércek Fe—Mn viszonyának, vanádium ércek In-tartalmának meghatározására is [7]. A gyors aktiválásos elemzési módszer használható továbbá az ércdúsítási, ércfeldolgozási folyamatok menetközben való ellenőrzésére.

Fémek vizsgálata

Az aktiválásos elemzésnek a tudományos kutatásban és ipari vonatkozásban egyik legfontosabb felhasználási területe a nagytisztaságú fémek, fémötvözetek szennyezőinek és ötvöző elemeinek meghatározása. Ma már az egyes fémekben, így pl. alumíniumban több, mint 40 elemet tudnak nagy pontossággal meghatározni [8], ezáltal a módszer lehetőséget nyújt a különböző fémtisztítási módszerek hatásosságának ellenőrzésére is. A fémek elemzésében az aktiválásos elemzés használata kezdetben csak olyan területekre szorítkozott, ahol az elemzés különleges jellege, a rendkívül kis mennyiségben jelenlevő szennyezők nagy pontosságú meghatározása, aránylagos drágasága mellett is indokolttá tette használatát. Ilyen területek a nagytisztaságú fémek, félvezetők, ritkafémek kutatása. Újabban az atomtechnika fejlődésének eredményeként — a rövid felezési idejű izotópok mérésének lehetősége, a hordozható sugárforrások hozzáférhető volta, a részecske számlálás automatizálása — az aktiválásos elemzés ma már az ipari folyamatok ellenőrzésére az ipari elemzések gyors, megbízható elvégzésére is használható. [9]

Sokat kutatott probléma az *alumínium nyomszennyezőinek meghatározása*. E vonatkozásban ismertetjük *Albert*, és munkatársai munkásságát [10], akik 1 g-os mintákat $2 \cdot 10^{12} ncm^{-2}s^{-1}$ neutronfluxust szolgáltató atomreaktorban sugároztak be 1 hétig. A szennyezőket hordozók hozzáadásával, az analitikában ismert módszerrel, kémiailag hat osztályra választották szét. Az egyes osztályokból ezután az elemeket további elemző műveletekkel izolálták, majd aktivitásukat mérték. Összehasonlító standardok segítségével meghatározták mennyiségüket. Hasonló módszerrel végezték el a réteges olvasztással tisztított vas nyomszennyezőinek elemzését is. Az egyes elemek meghatározásának érzékenységét az *1. táblázatban* közöljük.

Ipari vonatkozásban fontos probléma a nagytisztaságú félvezető *szilícium és germánium* előállítása és nyomszennyezőinek meghatározása. Az elemzés menete ebben az esetben is azonos az alumínium elemzésével; a besugárzott mintát feloldják és az egyes elemeket kémiai eljárásokkal elkülönítik. *Jakovlev* és munkatársai [11] szilíciumban Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Sb nyomszennyezőket 10^{-5}—10^{-7} %-os, germániumban pedig Ga- és Sb-ot 10^{-5}—10^{-6} %-os mennyiségben határoztak meg.

Neutron aktiválásos módszerrel ellenőrizték a *magnézium tisztítási folyamatát* [12]. A vizsgálat

1. táblázat

Az egyes elemek meghatározásának érzékenysége nagytisztaságú alumíniumban és vasban

Sorszám	Z	Elem	p. p. m.* (10^{-6} g/g = 10^{-4}%)
1.	11	nátrium	0,2**
2.	19	kálium	0,01
3.	20	kalcium	0,5
4.	21	szkandium	0,001
5.	25	mangán	0,01
6.	26	vas	1
7.	27	kobalt	0,01
8.	28	nikkel	0,5
9.	29	réz	0,002
10.	30	cink	0,01
11.	31	gallium	0,001
12.	33	arzén	0,0004
13.	34	szelén	0,004
14.	37	rubidium	0,01
15.	38	stroncium	0,5
16.	39	yttrium	0,003
17.	40	cirkonium	0,2
18.	42	molibdén	0,04
19.	46	palládium	0,001
20.	47	ezüst	0,1
21.	48	kadmium	0,002
22.	51	antimon	0,0004
23.	52	tellur	0,5
24.	55	cézium	0,01
25.	58	cérium	0,01
26.	59	prazeódium	0,0003
27.	62	szamárium	0,0001
28.	67	holmium	0,00006
29.	73	tantál	0,01
30.	74	wolfram	0,0004
31.	80	higany	0,004
32.	83	bizmut	0,1
33.	92	uránium	0,01

* p. p. m = parts per million
** Meghatározásának érzékenységét csökkenti az Al^{27} (n, d) Na^{24} reakció

folyamán a magnéziumban Fe, Cu, As, P, K, Na, Sc, Ca, Cr és S elemeket határoztak meg. A meghatározás érzékenysége 10^{-5}—10^{-8}g/g. Az elemzést kémiai szétválasztással és hordozók hozzáadásával végezték el. A mérés hibája 10%.

Titán nyomszennyezőiként Cl-t, V-ot, Mn-t, Si-ot, W-ot, Ni-t, Cu-ot határoztak meg 3—200 p. p. m. mennyiségben [13]. A keresett elemektől függően különböző ideig 0,1—1 gramm mintát sugároztak be reaktorban. A szennyezőket izotóp hordozó technikával választották szét, mennyiségüket pedig a mintával együtt besugárzott standardokkal való összehasonlítás útján állapították meg.

Az aktiválásos elemzés lehetőséget nyújt a fémek O_2-C- és Na-tartalmának meghatározására. Figyelembe véve az eljárás jelentőségét a fémek vizsgálatában, ezeket az eljárásokat külön ismertetjük.

Az *O_2-tartalom meghatározására* két eljárást dolgoztak ki. Az egyik közvetett magfolyamaton alapszik. A mintát LiF-dal veszik körül. A besugárzás alatt a neutronok a litiumon Li^6 (n, alfa) T magfolyamatot hoznak létre. A keletkezett tritonok hatására a fémben levő oxigénből O^{16} (T, n) F^{18} magreakció szerint radioaktív fluór keletkezik,

amelyet desztillálással leválasztanak, aktivitása az oxigén mennyiségére jellemző. A módszer érzékenysége 0,1—0,01% [14].

A második eljárás [15] a 14 MeV-es neutronáramban létrejött O^{16} (n, p) N^{16} magfolyamatot használja fel. A keletkezett N^{16} izotóp felezési ideje 7,3 s. A rövid felezési idő nem teszi lehetővé a kémiai szétválasztást, de a kb. 10 MeV energiájú beta-sugárzása kellő pontossággal mérhető. A meghatározás érzékenysége 0,1%, hibája ± 10%

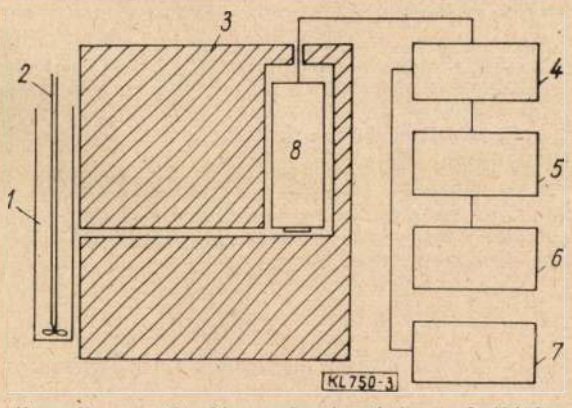
A *fémek C-tartalmát* [16] a részecske-gyorsítóból nyert deuteron besugárzással a C^{12} (d, n) N^{13} magreakció szerint keletkező N^{13} izotóp aktivitása alapján határozzák meg. A N^{13} izotóp beta- és gammasugárzó, felezési ideje kb. 10 perc. A besugárzás után a feloldott mintából a N_2-t hordozó hozzáadásával elpárologtatják, kénsavban elnyeletve mérik aktivitását. A módszer érzékenysége 0,0001%, hibája 25%.

Az aktiválásos elemzés a *fémek Na-tartalmának* meghatározására is használható. Az alumínium Na-tartalmát *Plumg*, és *Silverman*, [17] a Na^{23} (n, gamma) Na^{24} magreakció szerint keletkezett Na^{24} aktivitása alapján határozták meg. A besugárzást kellő gondossággal és előzetes kísérletek alapján kell elvégezni, mivel Na^{24} keletkezhet Al^{27} (n, alfa) Na^{24} és Mg^{24} (n, p) Na^{24} reakciók eredményeiként is. $10^{11} ncm^{-2}s^{-1}$ neutronfluxus mellett a meghatározás érzékenysége 0,0001%, hibája 1%.

Szemcseméret-eloszlás vizsgálata

Az aktiválásos elemzés kohászati vonatkozásban érdekes felhasználási területe fémek, fémoxidporok és bármilyen aktiválható izotópot tartalmazó anyag szemcseeloszlásának meghatározása [18].

A meghatározás menete a következő : a vizsgálandó elegyet előzetesen atomreaktorban vagy más neutronforrással aktiválják. Ezután az ülepítő folyadékban diszpergálják, majd ülepedni hagyják. Az ülepítő edény külső falára meghatározott geometria szerint elhelyezett sugárzásmérő műszer segítségével mérik az ülepedés folyamán bekövetkező aktivitás változást. Az aktivitás változás és a Stokes-törvény alapján összefüggés állítható fel a vizsgált por szemcseeloszlásának meghatározására. A mérés fizikai alapját az képezi, hogy az egyes szemcsékben képződött aktivitás arányos a szemcsék méretével, azaz a szemcsékben levő atomok számával, és így az ülepedés folyamán egy meghatározott rétegben az idő függvényében mért aktivitás arányos az adott rétegben levő anyag mennyiségével. A mérés elvi vázlatát a *3. ábra* szemlélteti.



3. ábra. Szemcseeloszlás meghatározására szolgáló berendezés elvi vázlata

1 = ülepítő edény, 2 = keverő, 3 = ólomárnyékolás, 4 = nagyfeszültségű tápegység, 5 = rateméter, 6 = regisztráló műszer, 7 = scaler, 8 = szcintillációs mérőfej

Az aktiválásos szemcseméret meghatározás előnye az, hogy a mérés érzékenysége nagyobb, mint a többi módszeré, valamint szcintillációs spektrométer használatával több alkotós rendszer szemcseeloszlása is meghatározható. A zagy mintavétellel nincs felkavarva és ülepítő közegként tűzzelfolyó közeg is használható.

Az aktiválásos analízis előnyei és hátrányai

A módszer első hátránya inkább szerves vegyületek vizsgálatakor jelentkezik, ugyanis a reaktorban végzett besugárzáskor a minta 70—90 C°-ra felmelegedik, ami egyes szerves vegyületek elbomlásához vezethet. Az elemzés nem roncsolásmentes, és legtöbbször bonyolult kémiai szétválasztás szükséges, amikor olyan hordozót kell használni, amely a vizsgált elemmel azonos kémiai alakban van jelen. A besugárzás alatt a mintán sugárhatáskémiai változások mehetnek végbe a neutronok és a gammasugarak hatására, amelyek kémiai változásokat okozhatnak és így zavarják a meghatározást. A besugárzott minta aktivitása általában nagy lesz és így az elemzések lefolytatásában sugár- és egészségvédelmi rendszabályok betartása szükséges.

2. táblázat

Az aktiválásos elemzésben az elemek érzékenysége

Elemek	Érzékenység g
Bi, Ca, Fe, S, Si	10^{-6}
Ce, Cr, Hg, Mo, Nd, Pt, Ru, Ag, Sr, Te, Tl, Sn, Zr	10^{-7}
Ba, Cd, Cs, Cl, Co, Er, Gd, Ge, Hf, Ni, Os, P, K, Rb, Se, Y, Zn	10^{-8}
Al, Sb, As, Br, Cu, Ga, Au, J, La, Pd, Sc, Na, Pr, Ta, Tb, Tu, W, V, Yb	10^{-9}
Ho, In, Ir, Lu, Mn, Re, Sm	10^{-10}
Eu, Dy	10^{-11}

A módszer hátrányaiért kárpótol bennünket nagy érékenysége [19] *(2. táblázat)*, specifikussága, ugyanis a kémiai tulajdonságok mellett még az atommagfizikai tulajdonságok is jellemzők. A szétválasztáskor nem szükségesek nagytisztaságú vegyszerek, mert a mintához keveredett szennyezőknek — mivel ezek nem radioaktívak — nincs jelentésük. Sok esetben nem szükséges a kémiai szétválasztást teljesen végig vinni, és a hordozókkal megnövelt koncentráció miatt nem szükséges mikrokémiai módszereket használni.

A hazai aktiválásos elemzés bevezetésének lehetősége a kísérleti atomreaktor beindításával elvileg megszületett. Gyakorlati megvalósítását tudomásunk szerint tervbe vették.

IRODALOM

[1] *Kiss I.:* Radioaktivációs analízis symposium. Atomtechnikai Tájékoztató. II. No. 5, 34—43. (1959).
[2] *Bujdosó E.—Tóth L.:* Aktiválásos analízis bibliográfiája. Nukleáris dokumentáció szolgálat. No. 3, 1—81 (1961).
[3] Fémipari Kutató Intézet zárójelentése, Tsz. 0201/60/100, 1960.
[4] *Boyd, G. E.:* The method of activation analysis. Anal. Chem. 21, 335—47. (1949).
[5] *Guinn, V. P.—Wagner, S. C.:* Instrumental neutron activation analysis. Anal. Chem. 32, 317—23. (1960).
[6] Anal. Chem. 32, 51A (1960).
[7] *Leipunskaja, D. J.—Gauer, Z. E.—Flerov, G. N.:* Neutron activation analysis rock and ore concentrate specimens. Atomnaja Energija 6, 315—20 (1959).
[8] *Albert, P.—Gaittet, J.:* Use of radioisotopes in the systematic analysis of impurities in metals of very high purity. Conf. on the Use of Radioisotopes in the Phys. Sci. and Ind. (Copenhagen 1960.) RICC/82.
[9] *Meinke, W. W.:* Activation analysis utilizing fast radiochemical separations and portable neutron generators. ibid RICC/283.
[10] *Gaittet, J.—Albert, P.:* Analyse systématique des impurities de l'aluminium et du fer de „zone fondue" par irradiation a la pile atomique. Compt. rend. 247, 1861—3. (1958).
[11] *Jakovlev, Ja. V.—Kulak, A. J.—Ryabukhin, V. A.—Rytchov, R. S.:* Determination of trace impurities in pure metals by radioactivation analysis. Geneva Conf. 1958. P/2023.
[12] *Atchison, G. J.—Beamer, W. H.:* Determination of trace impurities in magnesium by activation analysis. Anal. Chem. 24, 1812—15. (1952).
[13] *Brooksbank, W. A.—Leddicotte, G. W.—Reynolds, S. A.:* Determination of trace elements in titanium by neutron activation analysis. Anal. Chem. 28. 1033—35. (1956).
[14] *Osmond, R. G.—Smales, A. A.:* Determination by radioactivation of oxigen content of powdered metals with particular reference to beryllium. Anal. Chem. Acta 10, 117—28. (1954).
[15] *Lbov, A. A.—Naumova, J. J.:* Aktivierungsanalyse unter Verwendung 14 MeV Neutronen. Kernenergie 2, 276. (1960).
[16] *Albert, P.—Nouvaille, A.—Chaudron, G.—Süe, P.:* Le microdasage du carbonne dans les aluminiums de haute pureté. Congres Aluminium (Paris 1954) Tome I. 191—3.
[17] *Plumg, R. C.—Silverman, R. H.:* Activation analysis determines sodium content of aluminium alloys. Nucleonics. 12, No. 12, 29—31. (1954).
[18] *Abraham, B. M.—Flotow, H. E.—Carlson, R. B.:* Particle size determination by radioactivation, Anal. Chem. 29, 1058—61. (1957).
[19] *Leddicotte, G. W.—Reynolds, S. A.:* Determination of trace elements by neutron radioactivation. A.S.T.M.Bull. No. 188. 29—31 (1953)

Műszaki és gazdasági hírek

Anglia fontosabb *acéltermékeinek* 1957. évi tényleges termelési adatait, az 1960-as becslést és az 1965-re tervezett kapacitást az alanti táblázat mutatja: (1000 t-ban)

	1957.	1960.	1965.
Durvalemez	2,877	2,880	3,900
Nehézsínek, vasalj, hevederek és alátétlemezek	715	562	650
Egyéb nehéz hengereltáru	2,788	2,796	3,000
Hengerhuzal és rudak karikában	1,225*	1,519*	2,280
Meleg szalag	1,227	1,744	2,200
Könnyű profilok és rudak	2,987.	3,271	4,280
Hid. heng. szalag	397	542	650
Fényesrehúzott rúdacél	435	584	700
Finomlemez	2,200*	2,828*	4,400
Ónozott lemez	1,042	1,235	1,475
Csövek és fitting	1,244	1,342	1,800
Nehéz kovácsolt darabok, kerékabroncsok, kerekek és tengelyek	544	364	477

* Kiszállítás.
Montan 1961. VI. 5.

*

Az **angol** hulladékpiacon az *alumíniumhulladék*-szektor csalódást keltő tendenciát mutatott. Bár az újraolvasztó-üzemek aluminium hulladék-készlete jelentősen lecsökkent, a vélemények szerint erről az oldalról még nem mutatkozik említésreméltó hajlandóság vásárlásokra és a kereslet ennek megfelelően rendkívül vontatott. Az új alumínium-hulladék árát csökkentették.

NE-Metalle 1961. V. 31.

*

Az 1960-as év az **osztrák** vaskohászati ipar eddigi legnagyobb eredményeit hozta. Nyersvas és hengereltáruban Ausztria először lépte túl a 2 millió t-s határt, valamint nyersacélban a 3 millió t-t.

Az előző évhez viszonyított termelésnövekedésben Ausztriát csak Japán és Kína előzte meg. A fejenkénti nyersacéltermelés 447 kg, így a nyugateurópai országok között a negyedik helyen áll Luxemburg, Belgium és az NSZK mögött.

Az osztrák nyersacéltermelés erős növekedése elsősorban az LD-acéltermelés kibővítésére vezethető vissza. A nyersacéltermelés 650 000 t-s össz-növekedéséből 480 000 t esik az LD-acélra. Az 1960. évi termelésből 56% esik az LD-acélra, míg 31% az SM-acél és 13% az elektroacél.

A hengereltáru termelés 21%-kal emelkedett 2,1 millió t-ra. Igen erősen növekedett a lemeztermelés. A 360 000 t-s hengereltáru-termelésnövekedésből 266 000 t. esett a lemezre, azaz 74%.

Montan, 1961. VI. 6.

A „Kohászati Lapok" közvéleménykutatásának kiértékelése

Lapunk a múlt év őszén először tett kísérletet rendszerezett és mélyrehatóbb közvéleménykutatásra azért, hogy az olvasók széles rétegeinek kritikáját, igényeit jobban megismerje és azt a lapszerkesztés munkájában hasznosítsa.

A számos és sokirányú kérdést tartalmazó kérdőívet olvasóinknak csak mintegy 10%-a válaszolta meg s így felvetődhet, hogy ez a számarány „közvéleményt" jelent-e. Minthogy azonban a választ adók a *vas- és fémkohászat, valamint az öntészet* 40 különböző szakágazatában működnek, hivatali beosztásukban pedig a felső oktatás, az üzemek, a tervező- és kutató intézetek legkülönbözőbb funkcióit töltik be, joggal feltételezhető, hogy az olvasótábor létszámához aránylag nem nagy számú válasz, lapunk közönségének véleményét mégis meglehetősen hűen tükrözi.

A szerkesztőbizottság a beérkezett válaszokat statisztikai alapon részletesen feldolgozta s ebből itt csak néhány érdekesebb és jellemzőbb adatot ismertetünk.

1. táblázat

A választ adók érdeklődési körének megoszlása

Szakágazat	Az olvasók hány %-át érdekli
Műszaki és gazdasági hírek	91,0
Egyesületi hírek	91,0
Technika történet	83,0
Könyvismertetések	83,0
Folyóiratszemle	77,5
Tüzeléstechnika	73,0
Anyagvizsgálat	72,2
Acélöntés	68,0
Vasöntés	67,8
Acélgyártás	64,5
Fémöntés	62,0
Alumíniumkohászat	58,9
Nyersvasgyártás	57,6
Hőgazdálkodás	56,5
Temperöntés	54,4
Tűzállóipar	53,3
Nehéz színesfémkohászat	52,0
Meleghengerlés	47,7
Alumínium készgyártmányok	45,5
Ritka fémek és hasadó anyagok	43,2
Alumínium félgyártmányok	43,2
Timföldgyártás	43,2
Kohógépészet	43,2
Ércelőkészítés	42,3
Hideghengerlés	41,1
Kovácsolás	38,8
Kokszgyártás	38,8
Nehéz és ritka fémek felhasználása	34,4
Csőgyártás	33,3
Nehéz és ritkafém félgyártm.	30,0

Lapunkban rendszeresen tárgyalt szakágazatok az olvasók érdeklődését kisebb-nagyobb mértékben kötik le. Az *1. táblázatban* feltüntetjük szakágazatonként az érdeklődők százalékarányát. Mint látható, legnagyobb kedveltségnek örvendenek a nem kimondottan műszaki — tudományos rovatok és közlemények, de a szakmai cikkek nagy része is az olvasóknak több mint felét érdekli. Még a számszerint legkevésbé olvasott cikkek is megértésre találnak az olvasótábor egyharmadánál.

Azok a szaktársak, akik külön megjegyzéssel is kifejezésre juttatták, hogy szűkebb szakmájukról több cikket szeretnének kapni lapjukban, a táblázat alapján könnyen beláthatják óhajuk teljesítésének nehézségeit. A Kohászati Lapok nem túlságosan bő terjedelmét több iparág sokrétű tematikája között kell megosztani, s ezért a szerkesztőség helyes törekvése csak az lehet, hogy ez a megoszlás az olvasók érdeklődésével arányos legyen.

A statisztika ebből a szempontból is útmutatást adott. Egyrészt megállapítható volt, hogy cikkeink szakmai megoszlása elég jól hozzásimult eddig is az érdeklődés arányához, másrészt azonban az is kitűnt, hogy egynémely szakágazatot jobban kell dotálni cikkekkel. Ilyenek pl. a képlékeny alakítás — meleg-, hideghengerlés, hidegalakítás, kovácsolás — továbbá a tűzállóipar.

Érdekes és értékes tanulságot szolgáltat a szakcikkek jellegének kedveltsége és az utóbbi években kimutatható valóságos megoszlása között vont párhuzam *(2. táblázat)*. Az az aggodalom, hogy túlságosan sok elméleti cikket közöl a lap, nyilvánvalóan alaptalan. Az üzemi tapasztalatokról, eredményekről szóló dolgozatokat azonban feltétlenül szaporítani kell a tisztán irodalmi összefoglalások és ismertetések rovására. Mindenképpen gondoskodni kell továbbá közgazdasági jellegű munkákról, amelyek eddig úgyszólván teljesen hiányoztak lapunk hasábjairól.

2. táblázat

A cikkek jellegének megoszlása

A cikk jellege	A cikkek szükséges megoszlása az érdeklődés alapján, %	1956—59. évek átlagos megoszlása, %
Elméleti cikkek	12	5
Kutatási eredmények	29	39
Üzemi beszámolók	32	18
Irodalmi összefoglalók	15	38
Közgazdasági cikkek	12	—
Összesen	100	100

Csak örülni lehet annak, hogy lapunk közleményeit az olvasók 30%-a gyakran és rendszeresen, további mintegy 65%-a ritkán, de mégis felhasználja szakmai tevékenységében. Minden szaklapnak legfőbb célja éppen a szakmai továbbképzés és ezen keresztül a képviselt iparágak fejlesztése.

A laphoz való ragaszkodás jele az is, hogy az olvasók, illetve előfizetők 96,5%-a megőrzi, sőt egynegyed részük még be is kötteti szakismereteinek állandó forrását.

A lap szerkesztőbizottsága hálás mindazoknak, akik feleleteikkel és észrevételeikkel segítséget nyújtottak a szerkesztési munka további javításához, a lap megkedvelésének és értékelésének fokozásához. Több olvasónk kívánta a cikkek idegen nyelvű összefoglalóit s ezt sürgősen máris megvalósítottuk. Néhányan — nagyon helyesen — a magyar műszaki szaknyelvezet még gondosabb ápolását javasolják. Ez ügyben a Tudományos Akadémia nyelvművelő osztályával felvettük a kapcsolatot. Elvileg helyeselni lehet az olyan kívánságokat is, hogy egy-egy szűkebb szakma — pl. kovácsolás — külön szaklapot kapjon, vagy pedig a Kohászat két folyóiratban, egy magas színvonalú tudományos lapban és egy üzemi szaklapban adja közre dolgozatait. Ennek az egészséges javaslatnak egyelőre gazdasági akadályai vannak.

A szerkesztés nem tekinti lezártnak a közvéleménykutatást, vagy méginkább *az olvasók bírálatát, kívánságait és észrevételeit.* Ezeket mindig szívesen veszi. Legfőképpen pedig *arra kéri az* egyre bővülő *olvasótábort*, hogy közülük minél többen az aktív lapszerkesztésbe is kapcsolódjanak be, *elsősorban cikkek írásával, üzemi hírek közlésével is.*

A lapszerkesztés jó munkája nemcsak a tucatnyi szerkesztőbizottsági tag vállán nyugszik, hanem az olvasók százainak — sőt ma már talán ezreinek — segítő készségén és szakmai lelkesedésén is múlik.

Célunk az, hogy valamennyi olvasónk egyetértsen azzal a magyarul nem is tökéletesen tudó külföldi kollégánkkal, aki kérdőívünkre záradékul rávezette, hogy „a Kohászati Lapokkal nagyon meg vagyok elégedve".

Szeless László

Könyvismertetés

Murski, Cezar—Ó'Donnel, Ryszard: **Hengerelt áruk hibái** Műszaki Könyvkiadó 1961. 304 oldal, 44 Ft.

A szerzők lengyel kohómérnökök, elsőrangú gyakorlati szakemberek. *Murski* többször járt hazánkban, ismeri a magyar hengerműveket. A Lengyelországban 1955-ben megjelent könyvre szakembereink már régen felfigyeltek és nagy gyakorlati értékét látva, hasonló bőséges gyakorlati tapasztalatokkal rendelkező hengerészeink ültették át lelkes munkával magyar nyelvre. A könyvet *Pataricza Imre* fordította, *Szeless László* lektorálta és az ellenőrző szerkesztést *Árkos Frigyes* végezte.

A nagy szakértelemmel és szakmaszeretettel összeállított könyv logikus felépítésben tárgyalja a gyakorlatban legtöbbször előforduló hengereltáru hibákat. Felépítése révén a hengerész szakemberek és anyagvizsgálók igen értékes útbaigazítást kapnak ahhoz is, hogy a gyakorlatban mutatkozó hibajelenségek okát is felismerjék és ami döntő, azt követően ezeket hosszas kísérletezgetés nélkül ki is küszöböljék.

A szerzők négy részre tagolva csoportosítják az anyagot.

Az első rész a technikai folyamatoknak a hengerelt áruk minőségére gyakorolt hatásáról szól. Ebben az acél öntésével, az öntési és tuskóhibákkal, a hevítés, hengerlés, izzítás és pácolás okozta hibákkal foglalkoznak.

A *második rész* az alakhibákkal foglalkozik. Kitöltetlen, túltöltött szelvény, elcsavarodás, kardosság, ferdeség, hullámosság és egyéb méretthibák azok a főcsoportok, amelyeket kitűnő ábrákkal és fényképekkel bőven illusztrálva, igen sok gyártási tapasztalatot megemlítve ismertetnek.

A *harmadik rész* a felületi hibákat elemzi. Itt tárgyalják az előidéző okok szakszerű ismertetésével, a behengerléseket, pikkelyeket, felhasadásokat, repedéseket. Bőven kitérnek az egyes acélminőségek (szerkezeti acélok, szerszámacélok stb.) jellegzetes, gyakori hibáira. Igen részletes a nemesacél vonatkozása miatt nálunk is egyre nagyobb fontosságú, pácolási hibákkal foglalkozó fejezet.

A befejező, *negyedik részben* a belső hibákat tárgyalják. A felderítés módszereinek, a makroszkópos, mikroszkópos és roncsolásmentes vizsgálatoknak rövid ismertetése után a fogyási üreg, gázhólyagok, réteges dúsulások, nemfémes szennyeződések, a kagylós töret, dekarbonizálódás, szemcsehibák, végül a túlhevítés fejezet címek alatt jól rendezetten közölnek igen jól hasznosítható megfigyeléseket és tapasztalatokat, bőséges irodalmi utalásokkal tarkítva.

Az olvasók bizonyára örömmel veszik, hogy az irodalomban ismert nevek közt a szerzők a hengerkopás elemzésével kapcsolatban magyar hengerészre, *Temesszentandrási* eredményeire is hivatkoznak.

A könyv igen nagy érdeme, hogy összegyűjtve, rendezve adja azokat a gyakorlati tapasztalatokat, amelyeket az üzemi szakemberek évek, évtizedek alatt szereznek meg, és a szakirodalomban is csak elvétve, szétforgácsolva találhatók.

Könyvismertetésekben gyakran olvasható, hogy a könyv olyan érdekes, hogy nem lehet letenni, erről a szakkönyvről emellett a megállapítás mellett joggal lehet elmondani azt is, hogy aki áttanulmányozta biztos, hogy igen gyakran fogja munkája során forgatni.

A könyvet igen tetszetős kivitelben, szép ábrákkal adta ki a Műszaki Könyvkiadó. Igen jó példa arra, hogy a legnagyobb kohászattal rendelkező országok szakirodalma mellett nagyon érdemes figyelemmel kísérni a környező országok szakirodalmát is.

Óvári Antal

Nyárády—Szilágyi—Várhelyi: **A világ műszaki múzeumai.** Műszaki Könyvkiadó 224 old. 28,50 Ft.

Sem a hazai, sem a külföldi szakirodalomban nem jelent meg eddig hasonló összefoglaló munka a világ tudományos és műszaki múzeumairól. Már ezért is külön elismerés illeti a szerzőket a nagy gonddal, fáradsággal összeállított munkájukért, pedig a könyv tartalma, az anyag feldolgozása és a könyv kiállítása még tovább növeli értékét.

A szerzők, miután egyéb rendszerezést nem találtak indokoltnak, ABC-sorrendben országonként ismertetik 18 ország 30 tudományos-műszaki múzeumát. Az ismertetések érdekesek, szakszerűek, nagy hivatástudattal, többnyire személyes tapasztalatok vagy a múzeumok begyűjtött ismertetői alapján készültek. Az egyes múzeumok anyagát természetesen szemelvényes válogatással mutatják be, a legjellemzőbb részleteket ügyesen emelik ki. Nagy országok közismert műszaki sikereinek, hírnevet szerzett kiváló alkotóinak bemutatása mellett a köztudatban méltatlanul mellőzött feltalálókról és azokról az értékekről is megemlékeznek, amelyekkel a kis népek járultak hozzá a technikai művelődés közös kincseihez.

A közel 200 képet jó érzékkel válogatták ki és közöttük nagyon sok érdekességet találhatnak azok az érdeklődők, akik nincsenek abban a szerencsés helyzetben, hogy személyesen tanulmányozhassák az egyes gyűjteményeket.

A zárófejezetekben a szerzők a magyar műszaki múzeum régóta vajúdó kérdését ismertetik. 1777-ben létesült első gyűjteményünk sajnos még a mai napig sem egészült ki teljessé és megfelelő otthont sem lelt. *Lósy—Schmidt Ede* lelkes technikatörténészünk ért el eddig átmeneti sikert, mert egyéni áldozatkészségével összegyűjtött anyaga rövid időre 1934-től Budapesten, majd 1939-ben Kassán otthont talált. Sajnos, a gyűjtemény nagy része a második világháború végén megsemmisült és így a gyűjtést lényegében újból kellett kezdeni. A MTA hathatós támogatásával már eddig is sok elfelejtett vagy ismeretlen műemléket vettek nyilvántartásba, nyilvánítottak védetté és a gyűjtést lelkes szakemberek támogatásával rendszeresen folytatják.

A már működő magyar szakmúzeumok leírásából kitűnik, hogy a soproni bányászati, budapesti közlekedési, posta és tűzoltó múzeumok mellett, a diósgyőri kohászati múzeum korszerű, értékes gyűjtemény. A szerzőknek azt a célkitűzését, hogy munkájuk egy téglája legyen a magyar tudományos és műszaki múzeumnak, sikerült elérni. *Óvári Antal*

A **freibergi** Bergakademie levelező tagozatán a távoktatás céljára nyomtatott tanleveleket bocsájtott közre. Az 1961. évi oktatólevelek rövid tartalmát 32 oldalas füzetben ismertetik. A füzet Egyesületünk könyvtárában az érdeklődők rendelkezésére áll. Ha valaki kívánja, akkor a keresett tanlevél a bejelölt áron a szabályszerű úton meghozatható. Egy-egy füzet általában 64 oldal terjedelmű s 2—4 DM-ba kerül. *Á. F.*

Freiberger Forschungshefte B 49. 1960. április.

Weber, Karl Heinz: **A hengerlési nyomás és nyomaték kiszámítása hideghengerléskor szalagfeszítéssel és szalagfeszítés nélkül.**

Szerző tanulmányának első részében összefoglaló áttekintésben tárgyalja a hideghengerlés erő- és nyomatékszükségletének kiszámítására szolgáló ismertebb elméleteket. A különféle számítási eljárások használhatóságát különböző kutatók kísérleti eredményeinek felhasználásával elemzi. Ennek során megállapítja, hogy amíg a hengerlési nyomás számítása általában említésre méltó hiba nélkül elvégezhető, addig a hengerlési nyomaték számítása nehézségekel jár, mert a lehetséges alakítási tartományra általánosan érvényes nyomatékképlet hiányzik.

A szalagfeszítés nélküli hideghengerlésre vonatkozóan bemutatja *Ekelund* hengerlési nyomás, *Bland* és *Ford* hengerlési nyomás valamint nyomaték kiszámítására levezetett képleteit.

A szalagfeszítéssel végzett hideghengerlés erőszükségletét a fékező és a feszítő erő csökkenti. Ismerteti *Ford, Ellis* és *Bland* elméletét, amelyek *Orowan*

gondolatmenetére épülnek. Külön foglalkozik *Hill* elméletével, amely a hengerrésben feltételezett idealizált nyomáseloszlásból indul ki.

Tárgyalja *Zelikow, Koroljev* és *Nikolajewski, Lueg* és *Greiner* elméleteit.

Külön fejezet keretében ismerteti azokat a grafikus, ill. nomografikus eljárásokat, amelyek az előbbiekben bemutatott igen körülményes és időtrabló matematikai számításokat könnyen kezelhető szakaszban adják. Ezeknek a nomografikus eljárásoknak előnye, hogy aránylag egyszerű használatukkal a számítási hibák lehetőségeit messzemenően kiküszöbölik. Tárgyalja *Trink, Sims*, valamint *Lianis* és *Ford* nomogramokra felépített grafikus számítási eljárását.

A hengerlési nyomás kiszámítására különösen *Bland* és *Ford* egyenleteit, valamint *Trinks* nomografikus módszerét találja legalkalmasabbnak.

A számítások helyes elvégzésének előfeltétele a megfelelő összefüggések és az egyenletekben előforduló egyes faktorok pontos ismerete. Ezért a meghatározó egyenletek mellett részletesen tárgyalja a hengerek belapulása következtében megváltozott hengersugár kiszámítását, továbbá a súrlódási tényező, a közepes alakítási szilárdság megválasztásához szükséges adatokat és irányelveket. Különös figyelmet fordít az alakítási szilárdság meghatározására, amely a súrlódási tényező mellett a legdöntőbb hatással van az erő és nyomatékszükségletre. Ezzel kapcsolatban számítási segédletként közli 11-féle ötvözetlen, 12-féle ötvözött acél, 7-féle színes és 8-féle könnyűfém, ill. ötvözet keményedési görbéjét.

A *Ford, Ellis* és *Bland*-féle összefüggéseken alapuló számítási eljárás menetét egy részletesen kidolgozott számpélda keretében mutatja be.

A tanulmány tehát egészében a hideghengerlés erő- és nyomatékszükségletének meghatározására szolgáló elméleti alapok, számítási eljárások és adatok értékes összefoglalása. Eredményesen világít rá a rendelkezésre álló számítási lehetőségekre és kétségtelenül igen hasznos segédeszközt ad a hideghengerléssel foglalkozó üzemi szakemberek kezébe. *Kis Ervin*

Freiberger Forschungshefte, Heft B 48. 1960. január, füzetben *Weber, Karl Heinz* két dolgozata található.

Az első tanulmány: **A Sims-féle számítási eljárás használhatósága a meleghengerlésre.**

A tanulmány két fő fejezetből áll: a *Sims*-féle számítási eljárás használhatóságának vizsgálata, és az alakítási szilárdság, valamint az alakítási ellenállás változása meleghengerléskor. *Sims* 1954-ben tette közzé azokat a hengerlési nyomás és nyomaték számítására szolgáló képleteit, amelyeket a *Kármán*-féle differenciálegyenletből és *Orowan* folyási feltételeiből vezetett le. Mint a szerző megállapítja, *Simsnek* sikerült az *Orowan*-féle nehezen kezelhető összefüggéseket azok gondolatmenetének megtartásával az üzemi szakemberek számára könnyen kezelhető összefüggésekké átalakítani. Szerző *Sims* képleteinek helyességét acélhengerlési kísérletekkel vizsgálta meg. A kísérleti és a számított eredmények aránylag jó egyezése igazolni látszik egyszerű négyszögletes keresztmetszetekre vonatkozóan a *Sims*-féle képlet használhatóságát. A számításokhoz azonban számítási segédeszközök nélkülözhetetlenek (táblázatok, diagramok vagy nomogramok).

A második tanulmány: **Az alakítási szilárdság és az alakítási ellenállás viselkedése a meleghengerlés folyamán.**

A melegalakítás folyamán az alakítási szilárdság a hőmérséklet, az alakváltozás, az alakítási sebesség és az anyagminőség függvénye. Szerző egyenként részletesen tárgyalja e tényezők hatását. Végkövetkeztetésként megállapítja, hogy lapos termékek hengerlésekor legnagyobb befolyással a közepes alakítási szilárdságra és az alakítási ellenállásra a hőmérsékletnek és az R/h_1 viszonynak van. Szerző a tanulmányban jól rendszerezett, áttekinthető formában foglalja össze és vizsgálja meg a hengerlési elméleteket, valamint számítási eljárásokat. A számított értékeket saját kísérleteinek adataival veti egybe. A tanulmány lapos termékek meleghengerlésére vonatkozóan tanulságos elméleti és gyakorlati útmutatásokkal szolgál. *Kis Ervin*

Montanwissenschaftliche Literaturberichte: B, Kohászat, 6. melléklet. Akademie Verlag, 1960. Berlin.

Stohn, Rudolf: **Allgemeine Betrachtungen über die Zinkgewinnungsverfahren unter besonderer Berücksichtigung der Schachtofenentzinkung. (Általános megfontolások különös tekintettel az aknás kemencében végzett cinkelőállításra.)** 32 oldal, 1 ábra, 1 diagramm, 1 táblázat.

A cinkkohósítás a legtöbb esetben pörköléssel kezdődik, mert az ezt követő redukálás vagy elektrolízis jól pörkölt anyagot kíván. A számításba jöhető pörkölő berendezéseket ezek követelményei szerint kell kialakítani. Az új típusú pörkölő berendezések, a régiekhez képest, sokkal jobb hőhasznosítással, gyorsabban dolgoznak s mindezt kisebb munkatérben. Mindez elsősorban a fluidizáló pörkölésre vonatkozik.

A redukáló eljárások három fő típusát különbözteti meg: tokos, elektrolitikus és kamrás- vagy aknáskemencés eljárásokat. Összehasonlítja mindegyik előnyeit és hátrányait. Igen melegen méltatja az Avonmouth-ban kidolgozott aknáskemencés eljárást. Fejtegetéseit az NDK speciális viszonyaira vonatkoztatva gazdasági megfontolásokkal támasztja alá. *P. L.*

Megadott szabadalmak

Acélgyártás

Gyorsacél forgácsoló szerszámok részére 144 500 (18 d) Magy. Állam *(Weigl Ernő* km) 1955. III. 28/1957. 12.

Eljárás acéltuskók öntésére 144 502 (18b 8—23) Magy. Állam *(Csépai Dezső* km) 1956. IV. 10/1957. 12.

Eljárás és berendezés tuskók előállítására 145 300 (18c 1—15) Magy. Állam *(Türr Imre* gm) 1955. X. 6/1958. 8.

Nitrálható acél, főleg nemesacélok pótlására 145 631 (18b 1—20) Magy. Állam *(dr. Gillemot László* műegy. tan.) 1955. VII. 1/1958. 11.

Eljárás lágy mágneses anyag előállítására 145 715 (40b 4—21) Magy. Állam *(dr. Dénes Péter)* 1954. X. 19/1958. 12.

Eljárás Ti tartalmú salak előállítására az acélgyártásban Ti ötvözés céljából és eljárás acél kéntelenítésére 146 399 (18a 3—10) Vasip. Kut. Int. *Ágotai Béla* km, *Martin Imre* km, *Szücs Endre* km, 1958. XI. 27/1959. 7 (SzT).

Berendezés gázszegény acélok, fémek és ötvözetek előállítására 146 659 (18c 5—9) Lenin Koh. Művek, *Weigl Ernő* km, (Miskolc) 1958. VII. 21/1959. 10.

Eljárás csőgyártáshoz szükséges tuskó előállítására 146 660 (31a) *Szücs Endre* km, 1957 XI. 15/1959. 10.

Eljárás acél öntésére 147 108 (18b 8) *Farkas István* km, *György Sándor* techn. *Ibrányi László* techn. *Kertész Ede* km, *Tóth Béla* vtechn. *Zelenák János* techn, 1958. VII. 4/1960. 2.

Eljárás két vagy többrétegű, de különböző anyagösszetételű félkészárú előállítására lemezgyártáshoz 147 953 (7b 1—17). *Szücs Endre* km, *Diószegi István* techn. 1958. XII. 20/1960. 9.

CrNi-mentes elektromos fűtőellenállás anyag 148 054 (21c 54—56) *Németh Emil, Ligeti Sándor, Zelenák János* (Miskolc) 1956. IX. 24/1960. 10.

Görgőjáratú aprítógép, különösen szívós anyagok (hulladék) aprítására 148 043 (50c) *Urbán Dezső* gm, *dr. Gönczy Jenő* 1960. III. 3/1960. 10.

Berendezés kohászati üstök és hasonlók szárítására és melegítésére 148 136 (18c 9—15) *Budinszky Tibor* km, 1959. VII. 22/1960. 11.

Eljárás permanens oxidmágnesek előállítására 148 203 (21g 29—35) Vasipari Kut. Int., *Nagy Endre* gm, *dr. Schedel Andor* ém, *Kacsó Illés* gm, 1959. VIII. 10/1960. 12 (SzT).

Hengerelés, kovácsolás (hőkezelés, felületkezelés)

Berendezés és eljárás acéltárgyak edzésére 143 768 (18c 5) (pótszab. 143 187 törzsszab.-hoz) Magy. Állam *(Herendi Imre)* 1953. VIII. 1/1957. 4.

Eljárás fémlemezek hengerelésére és ahhoz szükséges oldat előállítására 144 140 (7a) Magy. Állam *(Soós György* Borsodnádasd) 1955. VII. 13/1957. 8.

Eljárás sülyesztékes kovácsolással gyártott munkadarabok előállítására 144 153 (49i) Magy. Állam (*Mausz Péter, dr. Lettner Ferenc, Terény Aladár, Lakatos Bertalan, Tomez Rezső, Sári Imre)* 1954. III. 9/1957. 9.

Belső vízhűtéssel ellátott pilgertüske 144 656 (7a) Magy. Állam (*Hantos Rezső, Köves Ferenc, Spitkó Ernő, Torma Nándor)* 1956. II. 11/1958. 2.

Hőátadó eljárás és berendezés 145 341 (17f) Hőtechnikai Kut. Int. *Kun László* 1955. VII. 2/1958. 8.

Eljárás acélok, ötvözött acélok nitridálására ammónia-nitrogén gázkeverékkel 145 394 (18c 3—4) *Tömöriné, Rónay Mária* vm, 1956. IV. 14/1958. 9.

Hengerelhető idomok és ezekből hegesztéssel összeépíthető idomszelvényű tartók 145 555 (7a) *dr. Gondár Jenő* műegy. tan. 1957. XI. 30/1958. 10.

Fedőpor, fedett ívhegesztéshez 145 888 (49h 34—37) *Blaskó Sándor* km, *Megyeri Béla* techn. *Turi Kovács Szilárd* m, *Kőhidi Ferenc* főm. (Győr—Magyaróvár) 1957. IV. 3/1959. 2.

Eljárás vastartalmú porkohászati testek galvanizálására 145 996 (48a 3—6) Ált. Gépterv. *Széki Pálma* kand, *dr. Eöllős Zoltánné* vm, *Neményi Izidor* gm, 1957. VII. 12/1959. 3.

Eljárás és berendezés acél- vagy fémcsődarabok előállítására hengerelt szalag-, vagy lemezanyagból 146 036 (7b 1—13) *Ivanits Zoltán, Jánossy Vilmos* 1957. II. 20/1959. 3.

Eljárás a szilárd fázisban végbemenő hőkezelés meggyorsítására 146 134 (80b 8) *dr. Korrach Mór* műegy. tan. 1958. IX. 12/1959. 5.

Eljárás vasúti kerékabroncsok és effélék gyártására 146 270 (49hi 1—11) *Weigl Ernő* km, 1958. IV. 21/1959. 6.

Hengerlő berendezés profilos szálanyagok és rudak hengerlésére 146 823 (7a 1—13) Magy. Állam *(Papp László)* 1956. IV. 13/1959. 11.

Eljárás fémből, elsősorban vasból készült tárgyak, kiváltképpen tömegcikkek kombinált korróziógátló felület kezelésére 147 456 (48d) Ált. Gépterv. Ir., *Széki Pálma* vm, kand. *Erdős Elemér* vm, *Eöllös Zoltán* vm, *Magda Livia* vm, *Mucsi Endre* km, 1959. IV. 30/1960. 5 (SzT).

Eljárás fémfelületek fémszórás előtti érdesítésére elektromos és mechanikus úton 147 656 (21g 1—16) Autóközl. Tud. Kut. Int., *Nádasi Endre* gt, 1959. IV. 16/1960. 7 (SzT).

Eljárás és berendezés acél- és fémanyagú munkadarabok méretpontos és sorjanélküli sajtolására 148 150 (49h 1—11) Csepel Autógyár, *Sütő Ferenc* techn. 1959. II. 18/1960. 11 (SzT).

Hengerlés közben is belülről állandóan hűthető pilgertüskével rendelkező berendezés 148 191 (7b 1—13) Csepel Vas és Fémművek, *Hantos Rezső* km, *Köves Ferenc* km, *Spitkó Ernő* gt, *Torma Nándor* gm, 1959. VI. 3 /1960. 12 (SzT).

Kohászati anyagvizsgálat

Eljárás fémek, főleg öntöttvas, acél stb. oxigén áramban elégethető alkotóinak, ill. szennyezőinek, C- és S-tartalmának meghatározására 143 657 (42 l 13—18) Közp. Fiz. Kut. Int., *Vorsatz Bruno* 1956. III. 22/1957. 2.

Eljárás és berendezés ultrahangos immerziós anyagvizsgálatra 144 120 (42k 20—29) Magy. Állam *(Egri Imre* gm) 1956. II. 13/1957. 8.

Eljárás és berendezés fémes anyagokra felvitt, vagy azokon előállított (hőkezelés, edzés, nitridálás stb.) rétegek vastagságának roncsolásmentes mérésére 144 904 (20—29) *Alkér Tibor* gm, *Schalk Ervin* em, 1954. VII. 27, 1958. 4.

Teljes kiértékelő készülék színképelemzéshez 145 506 (42m 10—16) *dr. Török Tibor* egy. doc. 1956. IV. 25/1958. 10.

Hordozható berendezés fémtárgyak roncsolásmentes metallográfiai vizsgálatához 146 129 (42 1—3) *Králik István* fm, 1957. III. 22/1959. 5.

Kézi fémmikroszkóp roncsolásmentes metallográfiai vizsgáló berendezéshez 146 141 (42h 14—16) *Mester István* gm, *Fuchs Erik* km, 1958. VI. 10/1959. 5.

Spektrokémiai elemzés időben felbontott színképek segítségével és berendezés hozzá 146 777 (42h 17—22) *dr. Bardócz Árpád* műegy. m. tan. 1955. X. 26/1959. 11.

Eljárás acéladagok minőségének gyors meghatározására 147 549 (4i 1—2) *Weigl Ernő* km, 1959. VII. 17/1960. 5.

Mérőórás nyúlásmérő 147 794 (42k 20—29) *Huszár István* gm, 1959. IV. 30/1960. 8.

Kemencék, tűzállóanyagok, energiagazdálkodás

Eljárás füstgáz hőhasznosítására utókezeléssel 143 670 (24 g) Magy. Állam, (*Vadas Zoltán* gm, *Zátony Andor* gm.) 1955. VII. 22/1957. 2.

Hőmérsékletjelző berendezés 143 774 (42i 3—20) Magy. Állam, *(Kocsis László* gm) 1955. VII. 14/1957. 4.

Hőboltozatú kemence 143 880 (18c 5) *Lazin S. Béla* 1951. III. 12/1957. 4.

Függőleges csőkemence 144 087 (24b) Magy. Állam, *(Vajta László* vm, *Néber Elemér* vm, *Filló József* gm, *Magyar Ferenc)* 1955. IX. 12/1957. 8.

Nagyfrekvenciás hevítőkemence 144 432 (21h 1—12) Magy. Állam *(Balázs József* techn.) 1955. X. 29/1957. 11.

Eljárás szilikatégla gyártására 144 480 (80b 10) Magy. Állam, *(Csurgay István* vm, *Előd István* vm, *Grofcsik János* vm, *Vágó Elek* vm Sztálinváros, Veszprém) 1954. VI. 11/1957. 11.

Gyorsegető alagútkemence 144 841 (80c 1—6) Magy. Állam *(dr. Korrach Mór* ig., *Bréda Gyula* m) 1954. V. 15/1958. 3.

Gázcementáló kemence közvetlen petróleum vagy egyéb cementáló folyadék adagolására 144 933 (18c 3—4) Járműfejlesztési Int, *Németh Lajos* techn, *Bíró Ferencné* gm, 1957. IV. 27/1958. 4.

Lángfúvóka és eljárás annak előállítására 145 508 (49h) Magy. Állam *(Zorkóczy Béla, dr. Gruber József, Kristóf György, Pákay Imre, Gacsek Mihály)* 1956. IV. 29/1958. 10.

KOHÁSZATI LAPOK

Főszerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor

Műszaki Könyvkiadó. Budapest. V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450

Megjelenik: 1800 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em 306. — Telefon: 127-084

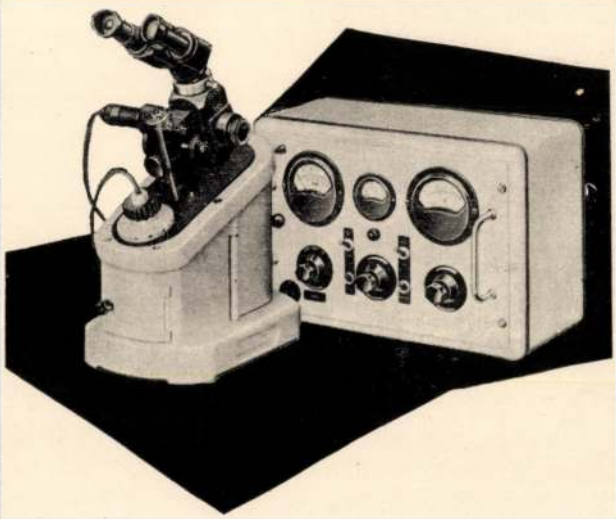
61-7014-689/2-Révai-nyomda, Budapest. V., Vadász utca 16.

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850.) vagy bármely postahivatalnál.

Előfizetési díj: egész évre 144.—Ft, egyesületi tagoknak 96.—Ft. Egyes szám ára: 12.—Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 08. sz. folyószámlájára)

CARL ZEISS JENA

Elektrolitikus polírozó készülék



egyidejű mikroszkópiai megfigyeléssel

a polírozás folyamata alatt

fémek nem-egyenletes leválasztására (fényezés)

és egyenletes (szelektív) leválasztására (maratás),

főleg metallográfiai vizsgálathoz.

Kérjen felvilágosítást 30/ jel alatt.

VEB Carl Zeiss JENA

Példányonkénti eladási ára: 12.— Ft

CENTROZAP

Külkereskedelmi Vállalat
Katowice, Plebiscytowa 36, Lengyelország
Postafiók 825

Exportál:

gépeket és berendezéseket szürkeöntvény-, acélöntvény- és színesfém-öntödék számára

vállalja:

különféle iparágak különféle ipari célokra szolgáló öntödéinek modernizálását, gépesítését és rekonstrukcióját (mezőgazdasági, villamosipari, gépjárműipari, háztartásigépipari géprészek)

A Centrozap gépek jellemzői:

könnyű konstrukció
egyszerű kezelés
nagy teljesítmény

KOHÁSZATI *lapok*

94. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

10. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 94. ÉVFOLYAM 10. SZÁM • 433—480 OLD. • BUDAPEST, 1961. OKT.

KOHÁSZATI LAPOK

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

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

Венгерский Журнал Металлургии

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

Főszerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BALÁZS FÜLÖP
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DOMONY ANDRÁS DR.
HAJTÓ NÁNDOR DR.
KÁLMÁN SÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
KÓRÓS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÚSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
ÓVÁRI ANTAL
PILISSY LAJOS
SÖVEGJÁRTÓ JÁNOS Dr.
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÉCSEY BÉLA Dr.

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

MEGJELENIK HAVONKÉNT

TARTALOM

Répás Pál: Módszerek a nyersvasak és acélok gáztartalmának meghatározására 433
Egyesületi hírek 440, 467
Dr. Szeghegyi Árpád: Teljesítményszabályozóval rendelkező reverzáló hengersorok optimális szúrástervének meghatározása 441
Műszaki és gazdasági hírek 448, 451, 460, 472, 477
Zachár László: Alumínium zománcozása 449
Neuhöffer Ernő: Tűzionozású és elektronikusan ónozott fehérlemezek 452
Krétai József—Garai László—Kiss Tibor: Általános rendeltetésű híradástechnikai fémanyagok és ellenálláshuzalok gyártásának fejlődése 457
Pilter Pál: Úrkúti karbonátos Mn-érc vagyonunk hasznosítása 461
Terény Aladár: A süllyesztékes kovácsolás termékenységének növelése kovácshengerrel 463
Dr. Szántó István—Czoboly Ernő: Egy 30 éve működő acél-autokláv öregedés-vizsgálata 468
Vastagh Gábor: Egy XVIII. századi magyar vasolvasztó-kemence .. 473
Egyetemi hírek 475
Vastagh Gábor: Középkori vasolvasztókemence Imolán 476
Könyvismertetés 476
Műszaki eseménynaptár 479
Megadott szabadalmak 480

ÖNTÖDE:

Kálmán Sándor: A vasöntvények beömlőrendszerének elosztó csatornáiban végbemenő jelenségek vizsgálata az egyenletes formatöltés szempontjából 217
Dr. Podrzucki Czeslaw: A koksz lineáris elégési sebességének meghatározása a kúpoló kemence égési övében 226
Kelemen Lajos—Szende György: Az öntvénytisztításról 236
Lapszemle 240

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

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

ÖNTÖDE

СОДЕРЖАНИЕ:

Калман, Ш.: **Исследование явлений, происходящих в распределительных каналах литниковой системы чугунных отливок с точки зрения равномерного наполнения формы ... С** 217

Подрзуцки, Ц.: **Определение линейной скорости горения кокса в зоне горения вагранки .... С** 226

Келемен, Л. и *Сенде, Д.:* **Об очистке отливок С** 236

Необходимость механизации очистки литья с экономической и гигиенической точки зрения. Значительная роль правильного экономического и технического руководства технологическими фазами, предшествующими очистке отливок. Примеры гидропескоструйной машины и реактивного пистолета для очистки отливок, по литературе. Описаны различные советские очистные машинные ряды и очистная машина непрерывного действия, далее электроконтактный и электрохимический методы очистки отливок.

INHALT:

Kálmán, S.: **Untersuchung der in den Querläufen des Einlaufsystems von Eisengussstücken stattfindenden Erscheinungen von Standpunk der gleichmässigen Formfüllung ..... P** 217

Podrzucki, C.: **Bestimmung der linearen Verbrennungsgeschwindigkeit des Kokses in der Verbrennungszone des Kupolofens ..... P** 226

Kelemen L., Szende Gy.: **Über das Gussputzen . P** 236

Die wirtschaftliche und sanitäre Begründung der Mechanisierung in den Gussputzereien. Die richtige technische und wirtschaftliche Leitung der vor dem Gussputzen stattfindenden Arbeitsgänge spielt eine grosse Rolle. Beispiele aus der Weltliteratur für kleinmässiger Mechanisation mittels der reaktiven-Pistole, Wasser- und Sandstrahl-Gebläse. Beschreibung verschiedener sowjetischer Putzmaschinen-reihen und kontinuierlichen betriebs Putzmaschinen sowie der kontaktelektrischen und modernen elektrochemischen Putzereieinrichtungen.

CONTENTS:

Kálmán, S.: **Investigation of the Phenomena Occuring in the Runners of the Gating System of Iron Castings from the Point of View of Uniform Filling of the Mould ..... P** 217

Podrzucki, C.: **The Determination of the Linear Velocity of Combustion in the Combustion Zone of the Cupola ..... P** 226

Kelemen L., Szende Gy.: **About cleaning of castings ..... P** 236

The economic sanitary motivation for mechanizing the cleaning process of castings. The right direction of the technical and economical work prior to the cleaning operation plays an important part. Examples from the world-literature for a small sized mechanization of the cleaning work with the help of the reaktive-gun, water- and sandblasting. Description of different sowjet cleaning-machine-lines and continuous-plantcleaning machines as well as contact-electric and up to date electrochemical cleaning equipment.

СОДЕРЖАНИЕ:

Репаш, П.: **Методы определения содержания газа в чугунах и сталях** ..... С 433

Происхождение газа. Методы взятия проб. Старые методы определения H_2, $Я_2$, O_2. Аппаратура для определения при помощи вакуумэкстракционной, высокочистотной печи. Оценка метода. Метод определения несущим газом. Спектрографическое определение.

Др. Сегхеди, А.: **Определение оптимального плана пропусков на реверсивных станах, имеющие регулятор мощности** ..... С 441

При помощи расчётов и диаграмм показывает метод определения оптимального обжатия, при котором время прокатки самое короткое. При помощи оптимального обжатия можно определить самые благоприятные планы пропусков.

Захар, Л.: **Эмалирование алюминия** ..... С 449

Требования к материалам эмаля. Эмали с окисью свинца и без неё

Неухоффер, Е.: **Белые жести, изготовленные огневым и электролитическим лужением** ... С 452

Статистика производства луженной жести. На основе литературных данных подбор качественных коррозионных свойств, пористости, лакировки коробок и внешней коррозии. Подбор белой жести для консервных коробок.

Кретаи, Й.—Гараи, Л.—Киши, Т.: **Развытие производства металлическух материалов общего назначения в промышленности техники связи резистивных проводов** ..... С 457

Излогается короткое описание технических мероприятий до настоящего времени и результаты, достигнутые в улучшении качества материалов, электродов, резистивных проводов и сплавов металлических пружин

Пилтер, П.: **Использование отечественных карбонатных марганцваых руд месторождения Уркута** ..... С 461

Из-за низкого соотношения марганца к железу в карбонатной руде, невозможна её переработка непосредственно в ферромарганец. Краткое ознакомление результатами 11 опытов, проведенных в лабораториях и на производстве

Терень, А.: **Увеличение производительности ковки с помощью штамповых ковочных валцов** ..... С 463

На наших ковочных цехах вводили метод синхронной, многоручейной, штамповочной ковки. После этого, для удовлетворения требований по качеству, установлены Максима-прессы. оценка преимуществ и недостатков Максима-прессов. Преимущества и недостатки ковки с помощью штамповых ковочных валцов

Др. Санто, И.—Цобой, Е.: **Исследование старения стального автоклава, работающего 30 лет** ..... С 468

Исследование старения производили на пластинчатой пробе диаметром 70 мм, вырезенной из автоклава. Рэнтгендиффракционным методом изготовили эталоны о первичных и прошедших старение проб, при помощи которых можно сделать новые контрольные исследования без разрушения объекта.

Вашпаг, Г.: **Венгерская железоплавильная печь из 18-ого века** ..... С 473

На основе данных, найденных в библиотеках, познакомит данными и мощностью железоплавильной печи Гомбасег.

Вашпаг, Г.: **Средневековая железоплавильная печь в г. Имола** ..... С 476

Ознакомление железоплавильной печю, установленной 1000—1200 лет до нашей эри.

INHALT:

Répás, P.: **Bestimmung des Gasgehaltes von Roheisen und Stahl** ..... P 433

Herkunft der Gase im Roheisen und Stahl. Probeentnahme der Gase. Ältere Methoden für die Bestimmung von H_2, N_2 und O_2. Bestimmung des Gasgehaltes mit dem Hochfrekvenz-Vakuumextraktionsofen, die Bewertung dieses Verfahrens. Bestimmung der Gase mit dem Trägergasverfahren und mit dem Spektrographen.

Szeghegyi, Á. Dr. Ing.: **Bestimmung des optimalen Stichplanes einer reversierbaren Blockstrasse mit Leistungsregelung** ..... P 441

Berechnungsmethode zur Bestimmung der optimalen Abnahmen, bei welchen die Stichzeiten am kürzeste sind. An Hand der optimalen Abnahmen wird der günstigste Stichplan aufgestellt.

Zachár, L.: **Das Emaillieren von Aluminium** ... P 449

Anforderungen an die Emailmasse. Bleihaltige und bleifreie Emails

Neuhöffer, E.: **Warm- und elektrolytisch verzinnte Weissbleche** ..... P 452

Statistik der Weissbelcherzeugung. Innere und äussere Korrosionserscheinungen, Porosität, Lackierung der Weissbleche. Auswahl der Weissblechsorten zur Herstellung von Konservenbüchsen.

Krétai, J.—Garai, L.—Kiss, T.: **Fortschritte in der Hertsellung der Metallwekstoffen und Wiederstandsdrähte für allgemeine Zwecke der Nachrichtentechnik** ..... P 457

Der Aufsatz umfasst die kurze Beschreibung der technischen Massnahmen, die die technologische Eigenschaften der metallegierten Federn und Widerstandsdrähte verbesserten.

Pilter, P.: **Die Nutzbarmachung der Mangankarbonat Erze von Urkut** ..... P 461

Wegen des ungünstigen Mn/Fe Verhältnisses dieser Karbonaterze eignen sie nicht gut zur normalen Ferromangan—Erzeugung. Beschreibung der Laboratoriums- und Betriebsversuche zwecks Verarbeitung der Erze.

Terény, A.: **Eröhung der Produktivität des Gesenkschmiedens durch Schmiedewalzen** ..... P 463

Zur Erhöhung der Produktivität wurde zuerst das synchron mehrfach Gesenkschmieden eingeführt. Nachdem wurden aus qualitativen Gründen Maxima-Pressen in Betrieb gesetzt. Vor- und Nachteile dieser Pressen. Vor- und Nachteile der Schmiedewalzen.

Szántó, I. Dr.—Czoboly, E.: **Alterungsprüfung an einem seit 31 Jahren in Betrieb stehenden Druckbehälter** ..... P 468

Die Prüfung wurde an einem aus dem Druckbehälter entnommenen Blech von 70 mm Durchmesser durchgeführt. Von den nicht gealterten und gealterten Proben wurden mit der Röntgen-Diffraktions-Methode Vergleichmuster (Etalone) hergestellt, mit deren Hilfe zerstörungsfrei Kontroll-Untersuchungen auch später durchgeführt werden können.

Vastagh, G.: **Ein ungarischer Eisenschmelzofen aus dem XVIII-ten Jahrhundert** ..... P 473

Beschreibung des Eisenschmelzofens von Gombaszög und seiner Leistung, auf Grund von Archiv-Forschung.

Vastagh, G.: **Der mittelalterlicher Eisenschmelzofen von Imola** ..... P 476

Beschreibung des aus den Jahren 1000—1200 stammenden Eisenschmelzofens.

CONTENTS:

Répás, P.: **Methods of determining the gas content of pig iron and steel** ..... P 433

Origin of the gas content. Sampling methods. Previous methods of hydrogen, nitrogen and oxygen determination. Instruments of the vacuum extraction high frequency furnace method and evaluation of this method. Determination with carrier gas. Spectrographic method.

Dr. Szeghegyi, Á.: **Determining the optimum rolling schedule for reversing mills with load governors** ..... P 441

Calculations and diagrams are presented for the determination of the optimum reductions which give the shortest rolling time. This optimum reduction series can be used to establish the most suitable rolling schedules.

Zachár, L.: **Enameling of alu inium** ..... P 449

Required properties of the enameling material. Enamels with and without lead oxide.

Neuhöffer, E.: **Hot dipped and galvanized white tinplate** ..... P 452

Statistics of tinplate production. Corrosion resistance, porosity, varnishing of the cans, external corrosion, selection of the cans are described after literature data.

Krétai, J.—Garai, L.—Kiss, T.: **Development of the production of resistance wire and metals for general use in the telecommunication industry** ..... P 457

The quality development of spring alloys, resistence wires, electrode materials and the attendant technical arrangements are described

Pilter, P.: **Utilisation of the manganese carbonate ore resources of Urkut** ..... P 461

The low Mn/Fe ratio of the carbonate ore prevents the direct production of regular grade ferromanganese. The laboratory and plant experiments and their results are briefly described.

Terény, A.: **Increasing the productivity of die forging with forging rolls** ..... P 463

In our forge shops synchronous multiple cavity die forging was first introduced. Then — to satisfy quality requirements — Maxima presses were installed. Evaluating the advantages and disadvantages of Maxima presses. Advantages and disadvantages of roll forging.

Dr. Szántó, I.—Czoboly, E.: **Aging tests on a steel autoclave after 30 years service** ..... P 468

Aging tests were performed on a plate of 700 mm dia. taken from the autoclave. From the original and the aged test pieces standards were made by X-ray diffraction method and these can be used in the future for non-destructive control tests.

Vastagh, G.: **A Hungarian Iron smelting furnace of the XVIIIth century** ..... P 473

On the basis of the existant records the iron smelter of Gombaszög and some particulars of its performance are described.

Vastagh, G.: **A mediaeval iron smelter at Imola** P 476

An iron smelting furnace dating from the period 1000—1200 B. C. is described.

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

94. évfolyam **10. szám** 1961. október

Módszerek a nyersvasak és acélok gáztartalmának meghatározására[1]

RÉPÁS PÁL

Dk : 545.7 : 669.13/14

A metallurgiai folyamatok során az acél, az öntöttvas, a nyersvas érintkezésbe kerül különféle gázokkal, így levegővel, vízgőzzel, különféle égéstermékekkel. Ezekből a forrásokból a vas és az acél mindig tartalmaz oxigént, nitrogént és hidrogént.

A H_2 részben mint oldódó elemi hidrogén, részben pedig a

$$Fe + H_2O = FeO + H_2$$

reakcióban keletkező H_2 oldódása folytán kerül az acélba. A kohászati folyamatok során a levegő páratartalma, valamint az olvasztáshoz felhasznált tüzelőanyagok révén érintkezik a vas vízgőzzel. A vízgőz mennyisége pl. olyan Siemens—Martin-kemencében, amelyben gőzzel porlasztott olajjal fűtenek 25% páratartalmat is elér.

A hőmérsékletnek és a nyomásnak megfelelően a fenti reakció termékei mind az FeO, mind a H_2 oldódnak.

Olyan ötvöző fémek, amelyek a H_2-t a vasnál jobban oldják, növelik az acél H_2-oldóképességét. Az oldóképesség növekedésről egyelőre még keveset tudunk.

Az acél pácoláskor is szennyeződhet H_2-nel.

Az acélok H_2-tartalma igen kicsiny, általában 0,0001—0,002% között változik. Általában nem százalékban, hanem $cm^3/100$ g acélban adják meg.

Az acél N_2-tartalma a betétanyagok N_2-tartalmából, valamint a kemence gázteréből származik. A gázok oldódási törvényéből következik, hogy a konverter acélok N_2-tartalma a legnagyobb, ez 240 cm^3/kg-ot is elér (0,03%).

Krómot, mangánt tartalmazó folyékonyacélok néhány tized, sőt több százalék (7%) N_2-t is tartalmazhatnak. Itt a N_2 nitrid alakban van jelen.

Az acél mindig tartalmaz O_2-t, hiszen az egész acélgyártás lényegében oxidációs folyamat.

A folyékony vasban oldódó O_2 mennyisége függ a hőmérséklettől, valamint az olvadékot borító salakréteg összetételétől. Legtöbb O_2 a színvasban oldódik, ha azt tiszta FeO-salak borítja.

A fémolvadékban — ha az a C-t és az O_2-t együtt tartalmazza — a következő reakció játszódik le :

$$C + O \rightleftarrows CO$$

A reakció egyensúlyi helyzetét állandó hőmérsékleten a következőképpen fejezhetjük ki :

$$\frac{[C] \cdot [O]}{P_{CO}} = \text{konst.}$$

Mivel az olvadékra — üzemi viszonyok között — kereken 1 at légkör nyomás hat, ezért mindaddig, amíg a fenti reakció értelmében fejlődő CO nyomása ezt meghaladja, a CO el fog távozni az olvadékból. Ha a $P_{CO} = 1$ at-át a fenti képletbe behelyettesítjük, megkapjuk az acélban visszamaradó C és O_2-tartalmat.

A vasnál könnyebben oxidálódó elemek elvonják az olvadékból az oldott O_2-t. Ilyen elemekkel tehát a fürdő oldott O_2-tartalmát csökkenthetjük, dezoxidálhatjuk.

A nyersvasban, öntöttvasban, acélban visszamaradó O_2 különféle oxidok alakjában van jelen.

A jól dezoxidált acél O_2-tartalma általában 0,01—0,04% között van, míg az öntöttvasak 0,005—0,02% O_2-t tartalmaznak.

Mintavétel

A H_2 meghatározásakor arra kell nagyon ügyelnünk, hogy a mintákból a H_2 könnyen el ne illanjon, különösen vonatkozik ez a pácolás során felvett H_2-re. Ezért mintavétel után szénsavhó alatt szoktuk a mintát tartani, míg sor nem kerül a meghatározás elvégzésére. Más eljárásban az elillanásból származó hibát úgy küszöbölik ki, hogy a mintákat higany alatt tárolják. Ennél korszerűbb eljárás az, amikor a mintavételkor a megolvasztott ónba mártják. A minta felületére tapadó ónréteg megakadályozza a H_2-diffúzióját.

Sieverts [19] vizsgálatai szerint az acél a hőmérséklet emelkedésével egyre több H_2-t képes oldani, és oldatban tartani.

Zitter és *Krainer* [2] megállapítása szerint a folyékony acélból való mintavételkor, a H_2-tar-

[1] Az előadás elhangzott Ózdon, az 1960. év júniusában tartott anyagvizsgáló napokon.

talom csökkenésének elkerülésére két lehetőség áll fenn. Mégpedig:

1. a megszilárdulás ideje alatt szabaddá váló gázt fel kell fogni,
2. az oldott H_2-t gyors lehűtéssel az acélba be kell fagyasztani.

Az első esetben az anyagot lehűtés alatt vákuumban kell tartani, majd a meghatározást elvégezni.

A második módszernek az a lényege, hogy gyorsan kell az alacsony hőmérsékletet elérni. Ezt úgy érték el, hogy az anyagot rézkokillába öntötték — 7 és 50 mm ∅-jű hengerek alakjában —, majd a felületi réteg megdermedése után vízben hűtötték le. Az 50 mm ∅-jű próbadarabból jobb eredményt kaptak, ui. a diffúziósebesség négyzetesen függ az átmérőtől.

A vízben lehűtött darabot a meghatározás elvégzéséig folyékony levegő, vagy aceton és szénsavhó keverék alatt tartják el.

Zitter és *Krainer* használ még egy más módszert is a mintavételre. A mintát kvarc pipettával veszik ki a fürdőből. A pipettákat az USA-ból rendelték, ahol ez a mintavételi mód mind gázmeghatározásokhoz, mind spektrál vizsgálatokhoz használatos. A pipetták két oldalt elkeskenyedő kvarccsövek, — amelyek evakuáva vannak —, az egyik végük könnyen olvadó üveggel van leforrasztva, amely az acélolvadékba való bemerüléskor könnyen leolvad, miáltal a minta a csőben felszívódik. Ha a mintavevő csövet folyékony levegő alatt törik össze, úgy elkerülhető, hogy a minta a fürdőből való kikerüléstől a meghatározókészülékbe való jutásig bármivel is érintkezzék. A kvarc pipetta helyett használhatunk „durán 50" vagy „vulkán" üvegből készült pipettákat, viszont ezek túl korán leválhatnak a mintáról, ami újabb hibaforráshoz vezet. Az *1. táblázat* összehasonlítja a kokillás és az üveg pipettával vett próbák eredményeit. A táblázatból kitűnik, hogy

1. táblázat

Kokillás és üvegpipettás próbák eredményének összehasonlítása

Anyag jele	Kvarc v. üvegpipettás eljárás	Cu-kokillás eljárás	A pipettás és Cu-kokillás eljárás különbsége
	cm^3 H_2/100 g		
1	3,16	3,67	—0,51
2	3,36	3,97	—0,61
3	5,42	6,03	—0,61
4	4,45	4,40	+0,05
5	2,71	3,51	—0,80
6	3,65	3,55	+0,10
7	3,05	5,37	—2,52
8	3,33	6,03	—2,70

a kokillás öntőpróbák eredményei kisebb szórást mutatnak. Tehát megállapíthatjuk, hogy a H_2-tartalomra vonatkozó legjobb eredményeket az osztott Cu-kokillákban értük el. A hűtés igen gyors, a módszer könnyen keresztülvihető, és gyors meghatározásokra nagyon jól fel tudtuk használni.

Hidrogén-meghatározás

A H_2-tartalom közelítő meghatározására két eljárást is ismerünk. Ezek közül az egyikben a próbát hígított kénsavban oldják, és mérik. A mért, oldásidő alatt képződött H_2 mennyiségének térfogata legyen V_1. Ezután egy ugyanolyan alakú és súlyú, de előzőleg izzítással hidrogéntelenített próbát kezelnek hasonlóan, itt is mérik a képződött H_2-gáz térfogatát, ez legyen: V_2. Ebben az esetben a minta százalékos H_2-tartalmát a következő képlettel számíthatjuk ki:

$$H\% = 100 \cdot \frac{V_1 - V_2}{V_1}$$

Egy másik, az előbbinél régebbi eljárásban, úgy járunk el, hogy a mintát higany alatt tartjuk több napon keresztül és a felszabaduló H_2-t higannyal töltött kalibrált csőben fogjuk fel. Az így nyert gáz térfogatából következtethetünk az acél H_2-tartalmára.

A H_2-tartalmat pontosan meghatározni azonban csak vákuumextrakciós eljárással lehet. Megjegyzem azonban, hogy a vákuumextrakciós eljárásban használatos kb. 1700 C°-os hőmérséklet nemcsak felesleges, hanem káros is a hidrogén meghatározás szempontjából. Ui. az ilyen magas hőmérsékletű olvasztáskor keletkező fémgőzök a hidrogén egyrészét adszorbeálják. Mi ezt úgy küszöböltük ki, hogy a hidrogén meghatározásra szánt próbát nem nagyfrekvenciával melegítettük ki, hanem 600—800 C°-on elektromos kemencével, kvarccsőben. Az itt keletkezett gázt az O_2 meghatározásra épített készülékkel szívtuk el, gyűjtöttük össze és határoztuk meg.

Nitrogén-meghatározás

Az acélban jelenlevő nitridek egy része kénsavban az alábbi reakció szerint oldódik:

$$2Fe_2N + 10\,H^+ = 2NH_4^+ + 4Fe^{2+} + H_2$$

A kénsavban nem oldódó nitrideket, mint pl. a Cr-, V-, W-stb.-nitrideket kénsav és káliumszulfát keverékével tárjuk fel az alábbi reakció szerint:

$$2CrN + 5H_2SO_4 + K_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2S_2O_7 + H_2O + H$$

Amint a fenti reakcióegyenletből láthatjuk, a különféle nitridek oldásával vagy feltárásával ammónium-iont kapunk. A ma általában használatos N_2 meghatározások éppen az ammóniumion desztillálásán alapulnak. A vízgőzzel ledesztillált NH_4^+-ot meghatározhatjuk acidimetriásan, ha 0,02% feletti a N_2 mennyisége. Itt a végpont jelezhető indikátor segítségével, vagy vezetőképesség változás mérésével.

A 0,02% alatti N_2-tartalomból a ledesztillált NH_4^+ mennyiségét Nessler-oldat segítségével foto-

méteren határozzuk meg. Az alábbi reakció értelmében :

$$2(HgJ_4)^{2-} + NH_4OH + 3OH^- =$$

$$= O\begin{matrix}\diagup Hg \\ \\ \diagdown Hg\end{matrix}\!\!\diagdown\!\!\diagup NH_2 - J + J^- + 3H_2O$$

A nitridek meghatározhatók a vákuumextrakciós eljárással is, mivel nagy részük ilyen magas hőmérsékleten, vákuumban kvantitative termikusan disszociál.

Oxigén-meghatározás

Az O_2 meghatározásokat négy csoportra oszthatjuk :

1. Az alumíniumos redukálás, 2. a hidrogénes redukálás, 3. a vákuumolvasztásos gázextrakció, 4. a hordozógázos eljárás.

Az O_2-tartalmat meghatározhatjuk az oxidok kémiai izolálásával is. Ezt az eljárást azonban most nem tárgyaljuk, mivel ez messze vezetne.

1. Az alumíniumos redukálás során az egyik eljárás szerint, evakuált térben, 1150 C°-on alumíniummal olvasztják össze a forgácsot. Az Al redukálja az oxidokat, az alábbi reakcióegyenlet értelmében :

$$3MeO + 2Al = 3Me + Al_2O_3$$

Az olvasztás során nyert terméket HCl-ben melegítés közben feloldjuk, majd HNO_3-al oxidáljuk. A kivált Al_2O_3-at leszűrjük, Pt-tégelyben elhamvasztjuk, az esetleg kivált SiO_2-ot HF-dal elfüstöljük, izzítjuk, és végül az Al_2O_3 mennyiségét mérjük. Az eredmény kiszámításakor a fém Al-oxidtartalmát figyelembe kell venni.

Ez a meghatározás üzemi elemzésekre bizonyos esetekben alkalmas. *Stengel* [3] végzett méréseket — az utóbbi időben — ezzel a módszerrel. Azt találta, hogy ezzel az eljárással kapott eredmények ötvözetlen acélok vizsgálatakor elég jól egyeznek a vákuumextrakciós eljárással kapott eredményekkel. A kapott eredmények ugyan reprodukálhatók, de a relatív hiba nagyobb, mint a vákuumos eljárásé. Nagyobb O_2-tartalom mellett — különösen a SiO_2 nehéz redukálódása miatt — mindig O_2 hiánnyal kell számolnunk.

2. A H_2-es redukciós eljárást ma már nem használják, mivel a jelenlevő oxidok egy része — mint pl. a SiO_2, Al_2O_3, MnO stb. — ezzel az eljárással nem redukálható. Ezzel a módszerrel a redukciót 1000 C°-on, csőkemencében Sn vagy Sb jelenlétében végezték, a keletkező H_2O-t valamilyen módon megkötötték és ebből számították az O_2-tartalmat.

3. A vákuumextrakciós eljárásban az anyagban jelenlevő oxidokat, illetőleg oxidvegyületeket vákuumban megolvasztva redukáljuk C-nal. Ennek következtében az O_2 teljes egészében CO-dá alakul, és mint ilyent fogjuk fel és gyűjtjük össze a H_2-nel és a N_2-nel együtt. Míg a H_2 és a N_2 1700 C°-on vákuumban felszabadul, ill. termikus disszociációt szenved, addig az O_2 parciális nyomása még ezen a hőmérsékleten és nyomáson is oly csekély, hogy kvantitatív felszabadulása szóba sem jöhet.

Al-tartalmú acélokban az O_2 legnagyobb része Al_2O_3 alakban kötődik meg. Bár az Al_2O_3-nak C-nel végbemenő redukciója ezen a hőmérsékleten is csak részben folyik le, Fe jelenlétében azonban a redukció már 1500 C°-on végbemegy. C-tartalmú Fe-olvadékban az Al_2O_3-nak csak kis része redukálódik fém Al-má.

A redukció folyamán keletkezett $Fe^{II}O$ feloldódik az olvadékban, ott reagál a C-nal CO és Fe képződése mellett, ezáltal azután újabb Al_2O_3 redukálódhat és $Fe^{II}O$ képződhet.

Az Al_2O_3 tökéletes redukciója függ a készülékkel elérhető vákuumtól és hőmérséklettől. Minél nagyobb a vákuum és minél magasabb a hőmérséklet, annál nagyobb Al-tartalmú acélok O_2-tartalma határozható meg vákuumextrakciós eljárással. 1550 C°-on lejátszódik már a redukció, ha elegendő hosszú idő áll rendelkezésre az extrakció lefolytatására. Az extrakció lényeges meggyorsulása azonban csak 1600 C° felett következik be. Tehát a hőmérséklet kellő emelésével és hőfokon tartással az Al_2O_3 redukciója ezen az úton megoldható.

A SiO_2 és a szilikátok redukciója nagyjából az Al_2O_3-ra említett módon folyik le. A SiO_2 redukciója szilárd állapotban már 1000 C°-on megidul, Fe jelenléte a redukciót lényegesen meggyorsítja. Acélokban a SiO_2 redukciója teljes, tehát extrakciós eljárással a szilíciumhoz kötött oxigén meghatározható. Nagyobb mennyiségű SiO_2, ill. szilikát csak az extrakciós időt hosszabbítja meg. A kezdeti kis reakciósebesség 1200 C°-on lényegesen meggyorsul, és 1300 C°-on már gyors redukcióhoz vezet. Nagy Si-tartalmú acélokra is teljesen elegendő 1500 C°.

A $Mn^{II}O$ redukcióját lényegesen befolyásolja a Mn elpárolgása, amely a hidegebb részeken lecsapódik. A redukció 900—1000 C°-on megindul és a vákuumextrakciós eljárásokban uralkodó feltételek mellett 1180 C°-on teljessé válik.

Az acélokban levő $Fe^{II}O$ redukciójára az alábbi egyenletek írhatók fel :

$$\begin{aligned}
FeO + C &\rightleftarrows Fe + CO \\
FeO + CO &\rightleftarrows Fe + CO_2 \\
3FeO + 5CO &\rightleftarrows Fe_3C + 4CO_2 \\
3Fe + 2CO &\rightleftarrows Fe_3C + CO_2 \\
2FeO + Fe_3C &\rightleftarrows 5Fe + CO_2 \\
FeO + Fe_3C &\rightleftarrows 4Fe + CO
\end{aligned}$$

Hogy a fenti reakciók közül melyik szerint folyik le a redukció, azt a külső körülmények szabják meg. E feltételek részletes tárgyalása kissé messze menne, ezért most eltekintünk ettől [4].

Már a múlt század vége felé kezdtek foglalkozni fémek, elsősorban acélok és vasak gáztartalmának meghatározásával. Az idők folyamán ezek az eljárások korszerűbbé, tökéletesebbé váltak. A követelmények és a tudomány ugrásszerű fejlődése hozta magával a napjainkban már nélkülözhetetlen gázmeghatározó eljárások egész sorát. A téma igen vonzotta a kutatókat, amit az

irodalmi hivatkozások, és tanulmányok nagy száma is bizonyít.

Először az angolok kezdtek foglalkozni a témával, majd a német, orosz, amerikai, japán és francia kutatók is, és ezek mindegyike előbbre viszi a gázmeghatározás elméletének és gyakorlatának tisztázását.

Tucker már 1881-ben megkezdte a gázmeghatározás feladatának tisztázását [5].

A századforduló idején egyre inkább a gyakorlati módszerek lépnek előtérbe, és szakítanak az addigi elavult, régi eljárásokkal.

Igen fontos volt a megfelelő elégető —, illetőleg olvasztókemence helyes megválasztása. *Diergarten* 1929-ben írt cikkében [6] a nagyfrekvenciás kemencéket túl drágának tartja, azonkívül a hőfokingadozásuk is nagyobb, mint a szénellenállásfűtésű kemencéké. A szerző új, szénspirálos ellenálláskemencét javasol, amelyet — szerinte — tökéletesen lehet használni O_2, N_2, H_2 meghatározáshoz.

Diergarten már 1500 C°-on dolgozik. Higanydiffúziós szivattyúkat használ. Az izzítást grafit tégelyben végzi, a vizsgálandó anyag súlya 1—2 g. A N_2-t csaknem hiba nélkül, az O_2-t, ill. a CO-ot 5% hibával tudja reprodukálni [6].

Diergarten a már említett típustól eltérő további kétféle kemencét ismertet. Az egyik szilitrudas kemence, a másikban pedig a szénszálat Mo-huzallal helyettesíti [6].

1928-ban *Bardenheuer* és munkatársai a SiO_2 és Al_2O_3 redukciójával kezdtek behatóan foglalkozni [7].

A nagyfrekvenciás kemencék megjelenését az 1926-os esztendőre tehetjük, amikor *Jordan* és *Eckermann* a St.u.E.-ben megjelent cikkében [8] először javasolja használatát. Már ők is előnyben részesítik a grafit tégelyt. Eljárásuk már ötvözött acélra is jó eredménnyel használható.

1937-ben három amerikai kutató : *Thompson*, *Vacker* és *Bright* már kvarccsőben izzít nagyfrekvenciás árammal 1200 C°-os hőmérsékleten. Az extrakcióval nyert CO-t Ni—Th-katalizátoron égetik el CO_2-dá, amelyet abszorpciós csőben fognak fel és határoznak meg [9], [10].

Igen sok kutató foglalkozik az Al_2O_3 és az aluminátok redukciójával. *Oberhoffer* 1925-ben megjelent tanulmánya szerint még 1350 C° sem elegendő a redukcióhoz [17].

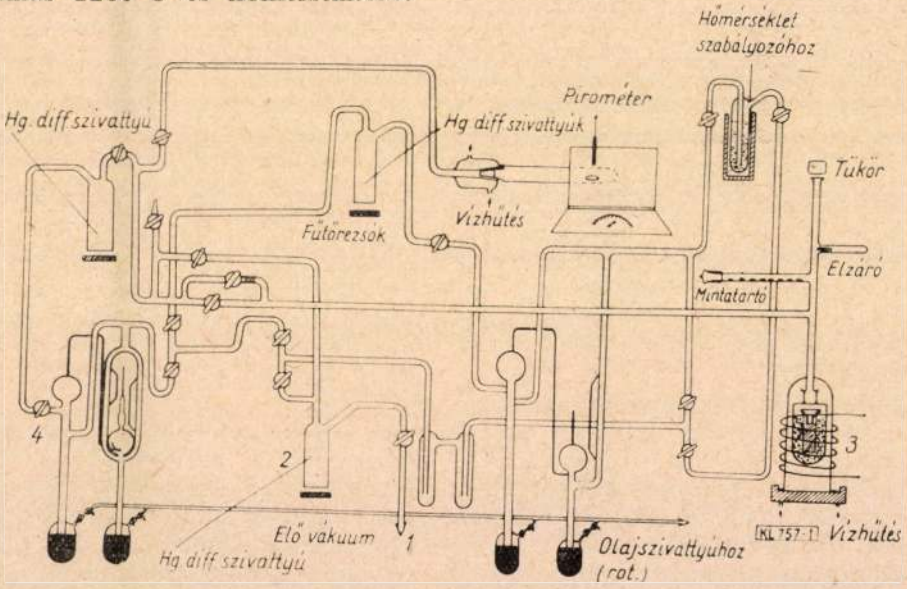
A kovasav és szilikátok redukciója is sok kutatót foglalkoztatott. *Bardenheuer* és *Schneider* [4] vizsgálataikat 1300 C°-on végezték, és azt találták, hogy ezeknek az oxidoknak redukciója ilyen hőmérsékleten már elég nagy sebességgel jól és könnyen megy végbe.

A továbbiakban néhány jelenleg leginkább elterjedt vagy nálunk meghonosodott vákuumextrakciós eljárást, ill. készüléket ismertetek. Elsőnek azt a berendezést, amelyet a Vasipari Kutató Intézetben néhány év előtt terveztünk, összeállítottunk és amely — sajnos — sokáig az ország egyetlen működő O_2 meghatározó készüléke volt.

A készülék vákuumextrakciós nagyfrekvenciás kemencével működő berendezés. Az acélban levő gázokat az előzőekben már ismertetett elvek és reakciók alapján kapjuk itt is, tehát az O_2-t CO, a H_2-t és N_2-t pedig ezen a magas hőmérsékleten elemi állapotban. A felszabaduló gázokat összegyűjtjük egy módosított Mac—Leod-féle manométerben, amellyel a mérendő gáz nyomását adott térfogaton mérjük, és analízisnek **vet**jük alá, amikor is a H_2-t H_2O-vá; a CO-t CO_2-dá égetjük el, és a H_2O, ill. a CO_2 fagyasztása révén meghatározzuk a gáz összetételét.

Készülékünk *(1. ábra)* öt főrészből áll :

1. elővákuum,
2. nagyvákuum (1 db háromlépcsős Hg-diffúziós szív.),
3. nagyfrekvenciás olvasztó berendezés,
4. összgáz meghatározó,
5. analizátor.



1. ábra. Melegextrakciós gázmeghatározó

1. elővákuum, 2. nagyvákuum (1 db 3 lépcsős Hg-diffúziós szivattyú), 3. nagyfrekvenciás olvasztóberendezés, 4. össz. gáz meghatározó

A teljes készüléket egy kb. 1,5×2 m-es vasállványra szereltük a kemence kivételével, amelyet külön helyeztünk el.

A vákuumos kemence kvarcból készült, amelynek közepében egy platinadróttal felfüggesztett kvarctégelyben foglal helyet a grafitdarába ágyazott grafitból készült izzítótégely. A kemence alját vízhűtéses vörösrézcsőtekercs veszi körül, amely a nagyfrekvenciás áram hozzávezetésére szolgál. A nagyfrekvenciás áramot 10 kW-os csőgenerátor szolgáltatja.

A H_2 és a CO elégetésére szolgáló égetőkemence rézoxiddal és ritkaföldfémoxidokkal töltött üvegcső, amelyet ellenállás kemencével fűtünk fel 380—400 C°-ra, az oxidálás hőmérsékletére.

A készülék üzembehelyezésekor az elővákuumot a vákuumszivattyúk állítják elő. A higanydiffúziós szivattyúk kb. 20 Hg mm-en kezdenek dolgozni, és 10^{-6}—10^{-7} Hg mm vákuumot állítanak elő.

A készülék üzembehelyezésekor nagyon gondosan vigyázni kell arra, hogy a szükséges helyeken a vízhűtést megindítsuk, és azokat a mérés folyamán állandóan vízhűtés alatt tartsuk.

Az összes csapot és csiszolatot nagyvákuumzsírral kell kenni.

A meghatározáshoz legcélszerűbb 0,6—0,8 g súlyú, hengeralakú próbatesteket használni. Ezeket mérés előtt gondosan zsírtalanítani kell éterrel, vagy egyéb zsíroldóval. Gondosan ügyelni kell arra is, hogy a mintavétel után az anyagot exszikkátorban tartsuk, nehogy megrozsdásodjék. A zsírtalanított mintadarabokat, miután a kemencét légtelenítettük, a tárolócsőbe úgy helyezzük, hogy azok kb. 2—3 cm távolságban legyenek egymástól. Így egyszerre 8 próbadarabot tudunk behelyezni. A berakással a lehető leggyorsabban végezzünk, nehogy a grafit tégely sok levegőt adszorbeáljon. Ezután megindítjuk az elővákumot szolgáltató szivattyúkat. A megfelelő elővákuum elérése után bekapcsoljuk a Hg-diffúziós szivattyúkat. A kívánt vákuum elérése után bekapcsoljuk a nagyfrekvenciás generátort és a tégelyt előizzításnak vetjük alá. Az előizzítást a lehető legmagasabb hőmérsékleten folytatjuk (kb. 2000—2200 C°) 10 percig és ezt 20 percenként addig ismételjük, míg a kemence vakértéke (a tégely gázleadása) 0,005 cm^3/5 perc, vagy ennél kisebb nem lesz.

Amikor a kívánt vakértéket elértük, a nagyfrekvenciás áramot bekapcsoljuk, és ennek erősségét a tolóellenállással úgy szabályozzuk, hogy a grafittégely hőmérséklete 5 perc alatt az 1500—1600 C° hőmérsékletet elérje, amelyet optikai pirométerrel ellenőrzünk. Az 5 perces időtartamot a grafittégely sötétvörös izzásától kezdve stopper órával mérjük, amely idő alatt a hőmérsékletnek legalább 1550 C°-ig kell emelkednie. A próbadarabot mágnes segítségével dobjuk be a kemencébe. A felszabaduló gázokat egy diffúziós szivattyú gyűjti össze a gázgyűjtőben. Az 5 perc letelte után a gázt átvisszük a nagy Mac-Leodba, megmérjük, miközben a kemence fűtését leállítjuk.

Az összegyűjtött gáznak egy bizonyos mennyiségét átvisszük az analizáló körbe, egy másik diffúziósszivattyú segítségével, és a kis Mac-Leodban megmérjük a nyomást. Mérés után 5 perces keringési idővel átengedjük a gázt a kb. 400 C°-ra fűtött rézoxid kemencén, ahol a H_2-gáz H_2O-vá, a CO pedig CO_2-vé oxidálódik. Ezután ismét összegyűjtjük a gázt és megmérjük a nyomást (P). Ezután a kemencét kiiktatjuk, majd kifagyasztjuk a H_2O-t, és mérjük a nyomáscsökkenést (P_1), majd a CO_2-t fagyasztjuk ki, és utána ismét megmérjük a nyomásváltozást (P_2). A maradék (P_3) megfelel a gáz N_2-tartalmának.

A H_2O-et szénsavhó és alkohol keverékével —80 C°-on, a CO_2-ot cseppfolyós levegő segítségével —180 C°-on fagyasztjuk ki.

A százalékos gáz tartalmat a következőképpen számítjuk ki:

Az összgáz mennyiségének kiszámítása:

a következő jelöléseket használjuk:

p_1 = a mért gáz nyomása V_1 térfogaton,
p_2 = 760 Hg mm = 1 at,
V_2 = a mért gáz térfogata 1 at nyomáson,
m = a próba súlya g-ban,
V = az összgáz mennyisége cm^3/100 g acél,

$p_1 v_1 = p_2 v_2$ (általános gáztörvényből $pV = RT$)

$$V_2 = \frac{p_1 v_1}{p_2}$$

$$V = 100 \frac{v_2}{m}$$

A H_2, N_2 és O_2 térfogatos és százalékos mennyiségét a következőképpen számíthatjuk ki:

P_1 = a H_2,
P_2 = a CO_2,
P_3 = a N_2 parciális nyomása,
P = az eredő nyomás (az elemzésre felhasznált gázmennyiség nyomása).

Akkor a térfogatok:

$$V_1 = \frac{P_1 \cdot V}{P}; \quad V_2 = \frac{P_2 \cdot V}{P}; \quad V_3 = \frac{P_3 \cdot V}{P}$$

$$V_{H_2} = V_1; \quad V_{O_2} = \frac{V_2}{2}; \quad V_{N_2} = V_3$$

A százalékos eredményt a következő képletekkel számoljuk:

$$H_2\% = \frac{2 \cdot V_{H_2}}{22\,400}$$

$$O_2\% = \frac{32 \cdot V_{O_2}}{22\,400}$$

$$N_2\% = \frac{28 \cdot V_{N_2}}{22\,400}$$

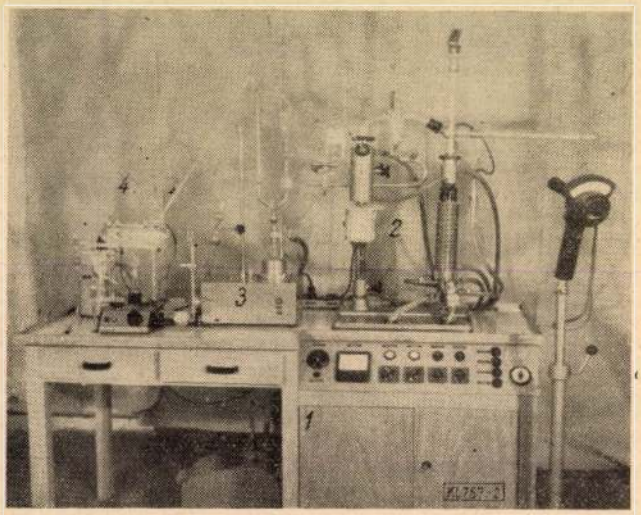
Az előzőekben ismertetett hazai összeállítású készülék legfőbb hibája az, hogy igen lassú, kb. napi 8—10 elemzést lehet vele elvégezni. A gáztartalom meghatározása azonban az utóbbi években egyre gyakoribb, tehát szükségessé vált az eljárások gyorsabbá és pontosabbá tétele. Az eddig használt vákuumextrakciós eljárások, a gázelemzést valamilyen makroszkopikus gázelemzési módszerrel — abszorpció, kifagyasztás stb. —

oldják meg. Ezek az eljárások kissé nehézkesek és pontosságuk már nem minden esetben elégíti ki a követelményeket.

A Ströhlein-cég által forgalomba hozott új gázmeghatározó készüléknek az előbbiekkel szemben számos előnye van. Egyrészt a meghatározás időtartamát nagymértékben lecsökkenti, így átlag napi 24 elemzés végezhető el, szemben az eddigi 8—10 meghatározással.

A készülék egy 70×180 cm²-es kapcsolóasztalon helyezkedik el, kezelése egyszerű, kényelmes. A meghatározás alapelve lényegében nem különbözik a leírt eljárásokétól. Döntő eltérés abban mutatkozik, hogy *dr. H. Feichtinger* nyomán teljesen újszerű membránkompresszort használnak az extrahált gázok összegyűjtésére, valamint a gázelemzés mikroanalitikai rendszerben folyik.

A Feichtinger-rendszerű új gázgyűjtő szivattyú a kemencéből kiszívott gázt néhány másodperc alatt mennyiségileg összegyűjti és a nagyvákuumról a gázt normál atmoszferikus nyomásra hozza *(2. ábra)*.



2. ábra. Ströhlein-féle gázmeghatározó
1. kapcsolóasztal, 2. nagyvákuum, 3. membránkompresszor, 4. mikroelemző

A készülék az alábbi négy főrészből tevődik össze :

1. Kapcsolóasztal, melyben a transzformátor, a hűtővízcsatlakozások és a biztosítékok vannak.

2. A nagy vákuumrész az olvasztókemencével és a Hg-diffúziós szivattyúval.

3. Membrán kompresszor, amely az extrahált gázokat igen gyorsan atmoszferikus nyomáson összegyűjti.

4. Mikroanalizátor, ahol az összegyűjtött gázt megelemezzük.

Az olvasztókemence szénellenállásfűtésű, amely a hőfokszabályozás szempontjából igen előnyös. Az általa elérhető hőmérsékletek igen jók, és nem maradnak el jelentősen a drágább nagyfrekvenciás kemencékétől. A kemencével normál kivitelben 1950 C°, de speciális fűtőcsövek és tégely használatával 2250 C° is elérhető. A pontosan beállítható hőfok mindig reprodukcióképes, és független a tégelyben olvasztott próbák mennyiségétől.

A kemence és a diffúziós-szivattyú összekötő részeinek ésszerű kiképzésével elérték azt, hogy a vákuum igen kicsiny, csak néhány Hg mm a gáztalanítás időtartama alatt.

A készülék lényeges része a membránkompresszor, amely a motorikus meghajtású automatikus Töpler-szivattyú elve alapján működik, és a diffúziós-szivattyú által a kemencéből elszívott gázt gyorsan és veszteségmentesen atm. nyomáson gyűjti össze. A membránkompresszor nagy teljesítménye elvileg feleslegessé teszi az elővákuum beállításához az olajszivattyú használatát.

A készülék másik lényeges része a mikrogázelemző berendezés, amellyel az extrahált gázokat egyszerű kezelés mellett és rövid idő alatt meghatározhatjuk. 0,1 ml-es gázpróbákat még pontosan meg lehet elemezni, mivel a készülékkel 0,001 ml-t pontosan le lehet mérni, 0,0002 ml-t pedig becsülni lehet. A térfogatot Hg-al töltött dugattyú rendszerrel mérik, amellyel 0,0002 ml max. pontosság érhető el. Ezt a nagyfokú pontosságot azáltal sikerült elérni, hogy a rendszerben nincsenek holt-térfogatok, vagyis egyik mérési fokozat közvetlenül a következőbe torkollik. A mikroanalizáló rész kapillárisában a gázbuborék továbbítását Hg-dugattyú végzi, amelynek elmozdulását egy mutatószerkezet méri.

A készülékhez különböző elemző feltétek tartoznak, amelyekkel egyaránt meghatározhatjuk a CO-t, CO_2-t, H_2-t, N_2-t, sőt a speciális feltétek kombinálásával a CH_4-et is.

Az elemző részhez tartozik még egy O_2 fejlesztő is, amely a gáz elégetéséhez szükséges oxigént állítja elő elektrolitikus úton.

Tekintettel arra, hogy a mikrogázanalizáló igen kis gázmennyiségekkel dolgozik, igen fontos az elemző környezetén állandó hőmérsékletet tartani. Ennek biztosítására az elemző részt és a Hg-dugattyúkat temperált vízfürdő veszi körül. A hűtővíz állandó hőmérsékletét egy Feichtinger-termosztát állítja be, amely 18—45 C° között bármely hőfokra beállítható. A szabályozás pontossága : ±0,002 C°.

A gázmeghatározó készülék üzembiztos működését ezenkívül különféle kapcsolórelék biztosítják, amelyeknek automatikus kapcsolása nagymértékben leegyszerűsíti a készülék kezelését. A biztosítórelék csak akkor kapcsolják be a készüléket, ha a megfelelő elővákuum megvan, és a hűtővíz hőfoka nem lépte át a megállapított határt.

A Ströhlein-cég új készülékének előnye tehát : a meghatározás gyorsasága, pontossága, a kis súlyú próbák használata (ami maga után vonta a grafittégelycserék csökkentését), a gázelemzés atm. nyomáson.

A Ströhlein-cég ezt a típust is javította már, mégpedig a membrán-szivattyú helyett automatikus Töpler-szivattyút építettek be, ahol látható, ha a gázból valamennyi rész visszamarad a szivattyúban.

Az aacheni vaskohászati intézetben [12] tovább fejlesztették az előbbiekben ismertetett berendezést. A még *Thanheiser* és *Brauns* által tervezett kemencét úgy alakították át, hogy a tégelyben tartósan 2400 C°-ot is elérhessünk. A kvarccső 65 mm külső ∅-jű, hűtésére egy vízárammal működő üvegköpeny szolgál, melyet jobbnak tartanak, mint a rézspirál hűtést. Ez a hűtés olyan jól bevált, hogy még 2400 C°-on dolgozva sem tapasztaltak semmiféle homályosodást a kvarccsövön. A fémlerakódások megakadályozása azért is fontos, mert ez a CO-bomlásához vezethet.

Ezzel az új eljárással tanulmányozták a szerzők a Mn- és Al-oxidok bomlását. A kísérleteket először 1700 C°-on végezték, és metszeteket készítettek a megdermedt fémről. Megállapították, hogy az acélban gázzárványok voltak, tehát a redukció nem játszódott le teljesen. Ennek valószínű magyarázata az, hogy a C-nal telített olvadéknak ezen a hőmérsékleten (1700 C°) olyan nagy a viszkozitása, hogy a meg nem olvadt oxid részecskék felfelé való törekvését megakadályozza. Ezekben a lebegő részecskékben játszódik le az a redukció, amely a CO képződéséhez vezet. Ez a CO gáz búborék, amíg egy meghatározott nagyságot el nem ér, körülveszi az oxidrészecskét és megakadályozza annak további redukcióját.

Magasabb hőmérsékleten azonban az olvadék viszkozitásának csökkenése miatt ezek a jelenségek nem játszódnak le. Megállapították, hogy Al_2O_3-t a normális extrakciós hőmérsékleten (1650 C°-on) nem mindig sikerül megbontani. Az Al_2O_3 biztonságos megbontási hőmérséklete 2000—2050 C°.

Az acélok gáztartalmának meghatározására az eddigiekben a nagy vákuummal dolgozó készülékeket ismertettem. A gáztartalom meghatározására azonban használatos még más eljárás is, mégpedig a hordozógázos.

Már régebben is kísérleteztek inert hordozógázos eljárással. *Singer* [20] nitrogént használt hordozógázként. A CO-t $Cu^{II}O$-don oxidálja CO_2-vé. A CO_2-t Na-azbeszten abszorbeáltatja, és súly szerint határozza meg. A készülék hátránya az volt, hogy egyszerre csak egy mintát tudott meghatározni, és a tégelyt folyton cserélni kellett, mivel a próba súlya kb. 15 g volt.

Smiley [18] a mintát olvasztott platinában hevíti fel, hordozógázként Ar-t használ. A CO_2-t kifagyasztással határozza meg, amikor is nyomástérfogat méréssel számol. A meghatározás olyan drága volt, hogy elterjedése szóba sem jöhetett.

Abresch és *Lemm* [14] fejlesztették tovább ezt az eljárást, ahol a próbát nem vákuumban, hanem argongáz atmoszférában melegítik ki. A próba súlyát kb. 0,5 g-ra csökkentették. A keletkező CO-ot CO_2-dá oxidálják, és ezt coulombmetrikusan határozzák meg. A tulajdonképpeni elemzési időt 7 percre csökkentették le, miáltal az O_2 meghatározás sorozatelemzések végzésére alkalmassá vált. Egy műszak — azaz 8 óra alatt — a szerzők szerint mintegy 50 db O_2 meghatározás végezhető el ezzel az eljárással. A vákuumextrakciós eljárással jól egyező adatokat kaptak, az egyes paralel meghatározások közötti eltérések nem haladták meg a vákuumos módszerét.

A felhasznált argongáznak mentesnek kell lenni O_2-től és annak minden vegyületétől. Nedvességet sem tartalmazhat. Ezektől a szennyeződésektől egy kifagyasztó egységben tisztítjuk meg az Ar-t.

A megtisztított Ar-t a kvarckemencébe vezetjük, amely lényegében megyezik a már régen használt Thanheiser és Brauns-féle kemencével. Az Ar bevezetés sebességét úgy szabályozzák, hogy az izzítás tartama alatt a kemencét CO-mentesre öblítse ki.

A CO oxidálására a *Smiley* [18] által ajánlott szilikagél hordozóra vitt J_2O_5-t és H_2SO_4-t használnak. Ez azért is jó, mert az oxidáló anyag elhasználódását a kivált jód jelzi.

A készülékbe 150 db 0,5 g-os mintát tudnak egyszerre behelyezni.

A CO-t coulomb-metrikusan határozzák meg *Abresch* módszerével. Indikátor elektródként üvegelektródot használnak. A feszültséget csővoltmérővel mérik. A ki- és bekapcsoláskor fellépő hirtelen feszültségugrást úgy küszöbölték ki, hogy az üvegelektródot egy vékony Pt-szállal leföldelték.

Az üveg és kalomel elektródok közötti potenciálkülönbséget mérik. Az abszorpciós folyadék Ba-perklorát, a szükséges OH-koncentrációt elektrolitikusan biztosítják.

Alacsony vakérték biztosítása céljából a grafittégelyt 200—300 C°-kal magasabb hőfokon izzítják, mint az üzemi hőmérséklet. Az előizzításkor keletkező gázokat Hg-diffúziós szivattyúval szívják el.

A szerzők — *Abresch* és *Lemm* — megvalósíthatónak látják az oxigénmeghatározás teljes automatizálását.

A csehszlovák vaskutató intézetben is foglalkoznak a hordozógázas eljárással. Ők nem coulomb-metrikusan határozzák meg a CO_2-térfogatát, hanem kifagyasztják a CO_2-t, majd elpárologtatják és így mérik a gáz térfogatát kalibrált kapillárisban.

A legmodernebb melegextrakciós eljárásokban az extrakció aránylag kevés ideig tart, a meghatározást az összegyűjtött gázok elemzése nyújtja el. Ezen a problémán sokan úgy igyekeznek segíteni, hogy az extrahált gázok összetételét spektrográfikus úton határozzák meg.

Rosen [15] tudósít egy spektrografikus eljárásról, amely extrakció után az összegyűjtött gázokat Ar jelenlétében határozzák meg. A módszer nem terjedt el, mert semminemű időmegtakarítás nem nyújtott és az Ar erős vonala miatt a meghatározás nem volt kielégítő pontosságú.

Koch [16] és munkatársainak eljárása szerint a gázokat először extrahálják, majd nagyfrekvenciás mezőben gerjesztik. Módszerüket összehasonlították a szokásos vákuumextrakciós eljárással nyert elemzési eredményekkel. A két módszert egymás mellett használták, és a nyert adatokat összehasonlították, 30 paralel mérését végeztek

és megállapították, hogy az eredmények nem mutatnak nagyobb szórást a spektrografikus módszerrel sem, mint a vákuumos eljárással.

A spektrografikus eljárás igen gyors: 4 perc alatt végezhető el egy meghatározás. A módszer igen kis gáztartalomra is jól repdodukálható eredményeket ad.

A dolgozat összeállításban való közreműködésért köszönetet mondok *Karabélyos Péter*, *Rausch Henrik* és *Újváry János* vegyészmérnököknek.

IRODALOM

[1] *Dr. Verő József:* Az ipari vasötvözetek metallográfiája. (Akadémiai Kiadó, Bp.)
[2] *Zittner, H., Krainer, H.:* Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1958. július 29. 401—410. o.
[3] *Stengel, E.:* Arch. f. d. Eisenhüttenwesen, 1958. jun. 29. 351—352. o.
[4] *Gmelin:* Eisen (System—Nummer 59), 1939.
[5] *Tucker, A.:* Journal Iron & Steel Inst. 1881.
[6] *Diergarten, H.:* Arch. f. d. Eisenhüttenwesen, 1929. 12. 813—828. o.
[7] *Bardenheuer, P.—Müller, A.:* Arch. f. d. Eisenhüttenwesen, 1928. 11. 707—715. o.
[8] *Jordan, L.—Eckmann I. R.:* Stahl u. Eisen 1926, 42. 1428—1432. o.
[9] *Thompson, J. G.—Vacher, H. C.:* Amer. Inst. Metall. Engr. Techn. Publ. Nr. 758. 44. (1936).
[10] *Vacher, H. C.—Jordan, L.:* Bur. Stand. I. R. I. (1931), 275—40. o.
[11] *Srauch, H.—Obenhoffer, P.:* Stahl u. Eisen, 1955. 37. 1559—1562. o.
[12] *Unger, K. D.—Schmitz, K. I.:* Arch. f. d. Eisenhüttenwesen, 1959. 7. 411—415. o.
[13] *Singer, W.:* Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 12. (1940) 127—130. o.
[14] *Abresch, K.—Lemm, H.:* Arch. f. d. Eisenhüttenwesen, 1959. 1. 1—7. o.
[15] *Rosent, B.:* Rec. univ. Mines 9. Ser. 96 (1953), 445—454. o.
[16] *Koch, W.—Eckhard, S.—Stricker F.:* Arch. f. d. Eisenhüttenwesen, 1959. 3. 137—144. o.
[17] *Hessenbruch, W.—Oberhoffer, P.:* Arch. f. d. Eisenhüttenwesen, 1928. 9., 583—600. o.
[18] *Smiley, W. G.:* Anal. Chem. 27. (1955) 1098—1102 o.
[19] *Sieverts, A.:* Z. phys. Chem. 77 (1911), 591—613. o
[20] *Singer, W.:* Ind. Eng. Chem. anal. Ed. 12 (1940) 127—130. o.
[21] Handbuch für das Eisenhüttenlaboratorium, Düsseldorf, 1941. Verlag Stahleisen M. B. H.

Egyesületi hírek

Beszámoló a diósgyőri Tűzállóanyagipari Konferenciáról

A vaskohászati szakosztály tüzállóipari tagozatának konferenciáját 1961. június 2—3-án a Lenin Kohászati Művek Művelődési Házában tartották. A Konferencia Elnöke *Valkó Márton* az LKM igazgatója volt. Az elnökség tagjai voltak: *Czecze László* a KGM Vaskohászati Igazgatóság vezetője és *Balsay István* az Igazgatóság főmérnöke, továbbá *Dr. Diószeghy Dániel*, *Dr. Sövegjártó János*, *Matyus Béla*, *Pál József*, *Nagy Ferenc*, *Gácsi Miklós*, a MÉTESZ, valamint az MSZMP Borsodmegyei titkárai.

Az elnöki megnyitó után a Konferencia nagy érdeklődéssel hallgatta meg *Czecze László* előadását, melyben a tűzállóipar történeti áttekintése és jelenlegi helyzetének ismertetése után a tűzállóanyaggyártás műszaki feltételeinek fejlesztésével, különösen a második ötéves tervvel kapcsolatban foglalkozott.

Sövegjártó János dr. a műszaki tudományok kandidátusa a tűzállóanyagok minőségének vizsgálati módszereiről tartott érdekes előadást. Ennek során ismertetésre kerültek a vizsgálati módszerek nehézségei és a tűzálló szabványok átdolgozására vonatkozó javaslatok.

Gácsi Miklós és *Sziklaváry János* közös tanulmányát *Sziklaváry János* ismertette a nagyolvasztók, az SM-kemencék és hengerműi kemencék tűzállóanyagairól.

A délutáni előadáson szintén három előadás hangzott el; *Czeke Arisztid* az acélgyártó kemencék téglái nak melegszilárdságáról; *Antal Boza József* gyárrészlegvezető a hazai szilikatéglagyártás jelenlegi helyzetéről és fejlesztési irányáról; *Nagy Ferenc* Kossuth-díjas mérnök pedig a tűzállótéglák tömörségének növelési feltételeiről tartotta előadását.

A Konferencia második napján négy előadás hangzott el. *Barczi Mátyás* ismertette a Budapesti Tűzállóanyaggyárban saját erőből végrehajtott műszaki fejlesztési intézkedéseket. Egyúttal párhuzamot vont a külföldi és hazai téglagyártó eljárások között.

Molnár Pál a Robur-téglákkal szerzett üzemi tapasztalatokat ismertette. Beszámolt az SM-kemencék boltozataival elért tartósságemelkedésekről.

Czeke Arisztid ismertette az Ózdi és Dunai Vasmű SM-kemencéin elért eredményeket. Részletesen tárgyalta a kemenceépítés költségkihatásait az acélgyártásra, párhuzamot vonva a különböző konstrukciók (Venturi-Maerz) felújításai között.

Vörös Tibor és *Tóbik Pál* előadása a samott-tégla gyártás keverési eljárásairól és a keverés automatizálásáról szólt. Ismertetésre került a Dunai Vasműben használt keverőgép munkájának automatizálása.

Az előadásokhoz többen hozzászóltak. A Konferencia résztvevőinek száma kb. 230 fő volt és úgyszólván minden tűzállóanyagot felhasználó kohászati üzemünk képviseltette magát. A Konferencia rendezőbizottsága *Nyizsnyánszky Tibor* és *Gácsi Miklós* vezetésével tökéletes szervezőmunkát végzett. A résztvevők körültekintő elszállásolása, a vendégszeretettel rendezett közös étkezések emelték a Konferencia harmónikus hangulatát.

Czeke Arisztid

Vaskohászati Szakosztályunk csepeli csoportja tanulmányi kirándulást szervezett a Dunai Vasmű melleghengerművének megtekintésére. A jún. 14-i tanulmányúton az Acélműben és a Csőgyárban dolgozó tagok vettek részt. A Szakosztály sztálinvárosi csoportja részéről *Hauszner Ernő* titkár fogadta a csepeli szakembereket, akik az üzemismertető előadás meghallgatása és az üzem csoportos megtekintése után, az érdeklődésük szerinti üzemrészek munkáját részletesen tanulmányozták. *K. L.*

Vaskohászati Szakosztályunk rendezésében a hidegalakítási előadássorozat keretében jún. 27-én *Széky Miklós* Korszerű pácolás és pácfeldolgozás címmel vetített képekkel kiegészített előadást tartott. Az előadást követő szakmai vitában az érdekelt üzemek szakemberei nagy számban vettek részt. *Ó. A.*

Ózdon jún. 27-én tartotta újjáalakuló és vezetőségválasztó gyűlését Vaskohászati Szakosztályunk helyi csoportja, több mint 50 résztvevővel.

A vezetőség tagjai lettek: *Fürjes Emil*, *Horváth Károly* és *Temesszentandrási Guidó* elnökök, *Csépe Ferenc* titkár, *Halász József*, *Lőrinc Oszkár*, *Mácsay József* és *Mustos István* szakcsoport-titkárok, továbbá *Balikó Mihály*, *Kiss Antal*, *Komár László*, *Schottner Lajos* és *Sebők Balázs* vezetőségi tagok.

Nyizsnyánszki Tibor a diósgyőri csoport titkára bejelentette, hogy a diósgyőri csoport szívesen segíti az újjáalakult csoportot és javasolta, hogy a borsodi csoportok gyakrabban cseréljék ki tapasztalataikat és szervezzenek közös rendezvényeket. *Cs. F.*

Teljesítményszabályozóval rendelkező reverzáló hengersorok optimális szúrástervének meghatározása

Dr. SZEGHEGYI ÁRPÁD kohómérnök, a műszaki tudományok kandidátusa

Dk : 621.944.34

1. Bevezetés

A teljesítményszabályozóval rendelkező reverzáló hengersoroknak a szabályozó nélküli hajtásokkal szemben több előnye van. A teljesítményszabályozó rendszer biztosítja a hengersor üzemét, a kormányos akaratától függetlenül olyan gyorsulásokat és fordulatszámokat szab meg, melyek mellett a motor árama nem haladja meg a megengedett mértéket. Másrészt a rendszer biztosítja a motor optimális kihasználását, mivel kisebb terhelőnyomatékokon nagyobb, nagyobb terhelőnyomatékokon kisebb fordulatszámon folyik a hengerlés. Ebből következik, hogy adott hossz mellett a szúrásidő a terhelőnyomatéktól függ.

A teljesítményszabályozóval rendelkező reverzáló meghajtás átmeneti üzemállapotainak vizsgálatával és a szúrásidő meghatározásának módszerével egy másik tanulmányban foglalkoztunk [1]. Az volt a megállapításunk, hogy célszerű a fogyásokat minden szúráshoz úgy megválasztani, hagy $\mu = M_t/M_a \approx 0{,}8$ legyen M_t a motort terhelő, M_a az alapfordulatszám mellett kifejtett maximális nyomaték.

2. Az optimális szúrásterv alkalmazásának gyakorlati akadályai

Elvileg megállapítható olyan szúrásterv, amely mellett a szúrásonkénti μ tényező a lehető legkisebb hengerlési időt adja. A terhelőnyomaték azonban számos tényezőtől függ, az optimális szúrástervvel dolgozni csak akkor lehet, ha a hengerlés jellemzőinek minden változását, minden fázisban pontosan nyomon követnénk és ennek megfelelően módosítanánk egy megadott esetre vonatkozó szúrástervet. Ez azonban a gyakorlatban kivihetetlen, valóságban a terhelőnyomatékot meghatározó tényezők darabról darabra, sőt egy darabon belül is változhatnak, így a μ tényező előre csak közelítő pontossággal határozható meg.

Ha olyan fogyásokat választottunk, hogy pl. $\mu = 0{,}85$ legyen és a terhelés előre nem látott körülmények miatt megnő, a szúrásidő [1] 13. ábrája szerint rohamosan növekedni fog. 10%-os nyomatéknövekedés a szúrásidő 45%-os növekedését okozza és amikor a nyomatéknövekedés meghaladja a 18%-ot, a szúrásidő elvileg végtelenné válik. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a terhelésszabályozó a motort nem engedi felgyorsulni.

A továbbiakban megvizsgáljuk azokat a feltételeket, melyek a μ tényező, azaz a terhelőnyomaték meghatározását adott szúrásterv mellett is pontatlanná teszik.

3. A motort terhelő nyomaték meghatározása

A motort terhelő nyomaték vagy méréssel, vagy számítással határozható meg. Mérés során a kapott eredményekből a hengerlés adatai ismeretében ellenőrizhetők a számított eredmények. A méréskor követendő eljárás a vonatkozó szakirodalomból [9] megismerhető.

A hengerlés nyomatékszükségletét számítással többféle hengerlési elmélet alapján lehet meghatározni [2]—[8]. Itt azokból az összefüggésekből indulunk ki, melyek minden számítási eljárásban azonosak, illetve hasonló alakra hozhatók.

M_h alakítási nyomaték az alábbi képlettel határozható meg :

$$M_h = \beta \cdot b \cdot l_d^2 \cdot k_k \qquad (1)$$

ahol b a darab szélessége, l_d a befogási ív hossza, β tényező a hengerlés adatainak függvénye és azt az egyes hengerlési elméletek különféleképpen határozzák meg. k_k közepes alakítási ellenállás a különböző jellemzőkön kívül az anyag k_f alakítási szilárdságától, azaz folyáshatárától függ :

$$k_k = \psi\,(k_f) \qquad (2)$$

ahol ψ a hengerlés jellemzőinek (fogyás, vastagság, hengerátmérő, surlódási tényező, hengerlési sebesség stb.) többnyire bonyolult függvénye. Az egyes elméletek ezt a függvényt más és más képlettel, vagy diagrammal határozzák meg.

A motort terhelő M_t nyomaték a következőképpen fejezhető ki :

$$M_t = \frac{M_h\,(1 + \alpha_{cs})}{\eta i} \qquad (3)$$

ahol i a hajtómű áttétele

$$\alpha_{cs} = \frac{d_{cs}\,\mu_{cs}}{\beta\, l_d} \qquad (4)$$

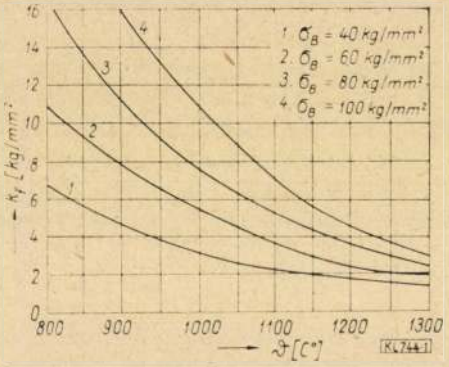
α_{cs} a csapsúrlódásból adódó nyomatékot, η hatásfok a hajtómű, a pörgőállvány és egyéb mozgó alkatrészek súrlódási veszteségeit veszi figyelembe. μ_{cs} csapsúrlódási tényező a csapágyazás módjától függ, d_{cs} a csap átmérője, β a hengerlés adataitól függő tényező.

Azonos kiinduló adatok mellett a kapott eredmények egymástól többé-kevésbé eltérnek, illetve a különböző elméleti és gyakorlati képletek alapján kiszámított alakítási nyomatékok több-kevesebb pontossággal közelítik csak meg a valódi, csak mérések segítségével meghatározható alakítási nyomatékot.

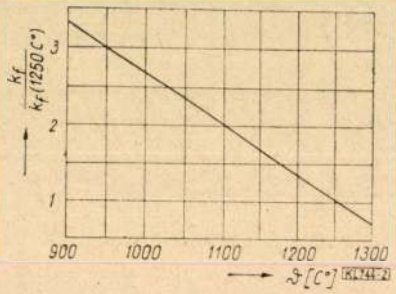
4. Hengerlési hőfok változásának hatása az alakítási szilárdságra

Az alakítási szilárdság, illetve nyomaték a hőfok csökkenésével arányosan növekszik. Ezt a hatást a számításhoz természetesen figyelembe

lehet és kell venni. Előre pontosan meghatározott hengerlési hőfokot tartani azonban nem lehet, az egy darabon belül és darabonként is az előírt határok között változik. Ennek megfelelően az alakítási szilárdság és a terhelő nyomaték, egyébként változatlan feltételek mellett a mindenkori hőfok függvényében bizonyos határok között változik.



1. ábra. Acélok alakítási szilárdsága



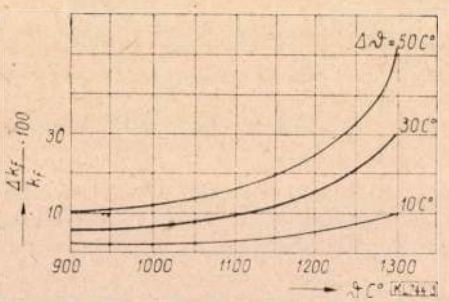
2. ábra. Alakítási szilárdság változása a hőfok függvényében

Az alakítási szilárdság és a hőfok közti összefüggés meghatározására a szakirodalomban kísérletek útján nyert többféle diagramot (*1. ábra*) [4] és az alábbi képletet találjuk [2] (380. oldal)[6] :

$$k_f = (14 - 0{,}01\ \vartheta).(1{,}4 + C + M_n + 0{,}3\ Cr)\ \text{kg/mm}^2 \qquad (5)$$

ahol ϑ a hengerlési hőmérséklet, C, Mn, Cr az acél %-os szén, mangán és krómtartalma.

A *2. ábra* az (5) képlet alapján azt ábrázolja, hogy az 1250 C°-ra vonatkozó alakítási szilárdságot egységnek tekintve, hogyan változik az alakítási szilárdság a hőfok függvényében. A *3. ábra* azt mutatja, hogy különböző hőfokokon



3. ábra. Alakítási szilárdság viszonylagos változása a hőfokesés függvényében

hány %-kal növekszik meg az alakítási szilárdság, ha a hőfok 10, 30, illetve 50 C°-ot csökken és a hengerlés egyéb körülményei azonosak maradnak.

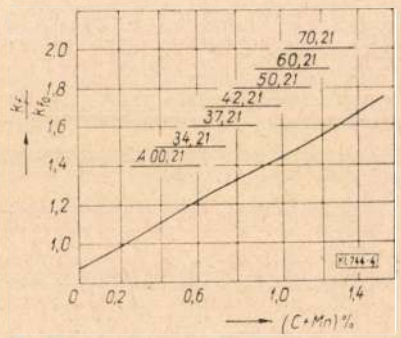
A 3. ábrából és az alakítási szilárdság többi hőfokdiagramjaiból következik, hogy kis hőfokesés már jelentős nyomaték változást okozhat. Ahhoz, hogy a hengersort optimálisan ki tudjuk használni, fontos, hogy a hőfok megengedhető alsó határát magasan szabjuk meg. A biztonságos, üzemzavar mentes hengerlés érdekében biztosítani kell a feltételeket ahhoz, hogy a hengerelt darab hőfoka ne süllyedjen a megengedett hőfok alá.

5. A hengerelt anyag minőségváltozásának hatása az alakítási szilárdságra

Az (5) képlet, ill. 1. ábra szerint az anyag alakítási szilárdsága összetételétől függ. Az (5) képlet szerint, ha egy C_0 % és Mn_0 % összetételű acél alakítási szilárdsága ϑ_0 hőfokon k_{f0}, akkor ugyanezen a hőfokon a C- és Mn-tartalom megváltozásakor az alakítási szilárdság arányos változása az alábbi egyenlettel fejezhető ki :

$$\frac{k_f}{k_{f0}} = \frac{1{,}4}{1{,}4 + C_0 + Mn_0} + \frac{1}{1{,}4 + C_0 + Mn_0}(C + Mn) \qquad (6)$$

Az acélszabványok előírják, hogy az egyes acélminőségeknek mekkora a minimális és maximális szakítószilárdsága. A két határesetben szénacéloknak, egy minimális és maximális C- és Mn-tartalom, ötvözött acéloknak pedig ezenfelül egy minimális és maximális Cr-, Ni- stb.-tartalom, azaz adott hőfokon az (5) képlet szerint egy minimális és maximális alakítási szilárdság felel meg. Ez azt jelenti, hogy különböző adagokból származó, azonos minőségű acélokat azonos körülmények között hengerelve az alakítási nyomaték is két határérték között változik.



4. ábra. Alakítási szilárdság változása az összetétel függvényében

A *4. ábra* diagramban ábrázolja a (6) egyenlettel kifejezett függvényt. A függvénygörbe fölött bejelöltük az egyes durvalemez minőségek C + Mn-tartalmának alsó és felső határértékét. Az alakítási szilárdságnak egy minőségen belül végbemenő maximális változása a két megfelelő ordináta viszonyából egyszerűen meghatározható. Az *1. táblázat* összefoglalja az egyes durvalemez

minőségekre így kapott viszonyszámokat. A táblázat szerint ugyanazon acélminőség alakítási szilárdsága, illetve nyomatéka a C-, illetve Mn-tartalomtól függően kb. 1 : 1,2 arányban változhat.

1. táblázat

Durvalemez minőségek szakítószilárdsága, vegyi összetétele és az alakítási szilárdság viszonyszámai

Minőségi jel	σ_B, kg/mm²	C, %	Mn, %	$\frac{k_{f\max}}{k_{f\min}}$
A 00.21	max. 50	0,05—0,18	0,20—0,50	1,26
A 34.21	34—42	0,09—0,15	0,30—0,60	1,20
A 37.21	37—46	0,14—0,23	0,40—0,70	1,20
A 42.21	42—50	0,18—0,27	0,40—0,80	1,20
A 50.21	50—60	0,28—0,37	0,50—0,80	1,18
A 60.21	60—70	0,38—0,47	0,50—0,80	1,17
A 70.21	70—85	0,53—0,67	0,50—0,80	1,18

Gyakorlatilag kivihetetlen az a megoldás hogy minden anyagfajtához más-más szúrástervet állapítsunk meg, egy-egy szúrástervet az anyagminőségek egy-egy csoportjára kell használni. Így pl. egy adott szúrástervvel kell hengerelni az 50 kg/mm²-nél kisebb szilárdságú, egy másikkal (kisebb fogyásokkal) az 50—70 kg/mm² szilárdságú és egy harmadikkal a 70 kg/mm²-nél nagyobb szilárdságú acélokat. A minőségi szabványok szerint ez azt jelenti, hogy az 1. csoportba tartoznak a 0,25%-nál kisebb, a 2. csoportba a 0,25—0,50, a 3. csoportba a 0,50%-nál nagyobb C-tartalmú acélok, melyeknek Mn-tartalma is növekszik a szilárdság növekedésekor.

Az egyes szúrástervcsoportokra az alakítási szilárdság felső és alsó határértékeinek viszonyát a 4. ábra alapján a *2. táblázat* tartalmazza. A táblázat szintén durvalemez minőségekre vonatkozik. A táblázatban nem szerepel a III. szúrástervcsoport. Ebbe tartoznak az ötvözött acélok, ahol a felső és alsó határ az ötvözők mennyiségének ismeretében az előbbiekhez hasonlóan meghatározható.

2. táblázat

Szakítószilárdságok, vegyi összetételek és az alakítási szilárdság viszonyszámai az egyes szúrásterv csoportokban

Csoport száma	σ_B kg/mm²	Acél minőség,	C, %	Mn, %	$\frac{k_{f\max}}{k_{f\min}}$
I.	max. 50	A 00.21 A 34.21 A 37.21 A 42.21	0,05—0,27	0,20—0,80	1,5
II.	50—70	A 50.21 A 60.21	0,28—0,47	0,50—0,80	1,23

Egyéb acélfajták (gépacél, szerkezeti acél, közép, ill. finomlemez stb.) minőségi szabványaiból és összetételéből kiindulva hasonló eredményeket kapunk. A fentiekből következik, hogy az alakítási nyomatéknak az összetételtől függő változása nagymértékben függ attól, hogy hány fajta minőséget hengerelünk egy szúrástervtípus szerint és melyek ezek a minőségek. A változás egyes esetekben igen jelentős lehet és az 1 : 1,5 arányt is elérheti.

A szúrásterv megválasztásakor az illető minőségi csoportba tartozó legnagyobb alakítási szilárdságú anyagból kell kiindulni. Így biztosítjuk azt, hogy keményebb anyag hengerlésekor se haladja meg a terhelésszabályozó által megengedett nyomatékot.

Az optimális kihasználás érdekében a μ tényezőt a hengerlés folyamán célszerű nagyra venni. Ebből a szempontból tehát előnyös minél több szúrástervtípus használata, hogy egy-egy típuson belül $k_{f\max}/k_{f\min}$ tényező minél kisebb legyen. Lágyabb anyag hengerlésekor ui. a μ tényező az alakítási szilárdság csökkenésekor csökken, tehát romlik a sor kihasználása is. Az elméleti és gyakorlati szempontok összehangolása révén kell megszabni adott kiinduló és kész méretre a szúrástervtípusok számát.

6. Hengerlési sebesség hatása az alakítási ellenállásra

Az alakítási ellenállás egyébként azonos körülmények között annál nagyobb, minél nagyobb az alakváltozás sebessége, vagyis a hengerlés sebessége. Ezt a tapasztalati és elméletileg is megalapozott tényt a különböző hengerlési elméletek különféleképpen veszik figyelembe az alakítási ellenállás meghatározására szolgáló képletekben.

A szúrásterv megállapításakor a dolgozó legnagyobb sebességből kell kiindulni, így biztosítjuk azt, hogy a sebességnövekedés hatása miatt az alakítási ellenállás a számítottat nem fogja meghaladni.

7. Súrlódási tényező hatása az alakítási ellenállásra

A súrlódási tényező hatását a (2) képletben ψ függvény veszi figyelembe. A súrlódási tényező függ a hengerlési sebességtől, a hengerek anyagától és felületi minőségétől, valamint a hengerelt anyag hőfokától és a revésedés minőségétől. Mindezek a tényezők változhatnak a hengerlés folyamán. A súrlódási tényező változását pontosan nyomon követni nem lehet.

A súrlódási tényezőt általában az alábbi képletből szokták acélhengereken meghatározni:

$$\mu_s = 1{,}05 - 0{,}0005\,\vartheta - 0{,}056\,v \qquad (7)$$

A (7) képlet szerint a hőfok csökkenésekor μ_s növekszik, ami a hengerrésben létrejövő erők növekedése miatt az alakítási ellenállás növekedését okozza. A terhelő nyomaték kiszámításához tehát a megengedett legalacsonyabb hengerlő hőfokra vonatkozó súrlódási tényezőt kell figyelembe venni és álló állapotra ($v = 0$).

8. Egyéb tényezők hatása az alakítási nyomatékra

Adott magasságcsökkenés mellett l_d befogási ív, tehát az (1) képlet szerint a nyomaték a hengerátmérő növekedésekor növekszik. A nyomaték kiszámításakor tehát a legnagyobb hengerátmérőt kell figyelembe venni.

M_t nyomaték meghatározásakor figyelembe kell venni azt a szubjektív szempontot is, hogy a megadott szúrástervet a kormányos milyen pontosan tudja követni. A szúrásterv pontos betartása függ egyrészt a kormányos figyelmétől és ügyességétől, de függ a gépi berendezés adottságaitól is (hengerrésmutató berendezés pontossága, hengerrés rugalmas változása stb.).

9. Optimális fogyások meghatározásának módszere

Az előbbiek szerint a szúrásonkénti fogyásokat úgy kell megválasztani, hogy μ közel legyen a 0,8-hoz, de azt ne haladja meg a legkedvezőtlenebb esetben sem. M_t számításához tehát a megengedett legalacsonyabb hőfokból, az illető minőségi csoportba tartozó legkeményebb anyagból, a figyelembejövő legnagyobb hengerlési sebességből és a legnagyobb hengerátmérőből kell kiindulni. Így biztosítjuk azt, hogy a hengerlés a legkedvezőtlenebb feltételek fellépésekor is zavartalanul végbemegy, még akkor is, ha előre nem látott okok miatt a nyomaték az elméleti maximumhoz képest is 10—15%-kal megnövekszik.

Arra egyik számítási eljárás sem ad lehetőséget, hogy adott μ tényezőből, azaz M_t terhelőnyomatékból egyszerűen meghatározzuk a hozzátartozó fogyást. Ezért úgy kell eljárni, hogy felveszünk egy szúrástervet, ennek az adataiból meghatározzuk a szúrásonkénti μ tényezőket és ezeknek ismeretében módunkban áll a fogyásokat megfelelően módosítani.

Legyen a b szélességű, h_{k-1} bemenő vastagságú darab előzetesen felvett magasságcsökkenése Δh_k (2—8. fejezetek), valamint (1) és (3) képletek alapján meghatározható a legkedvezőtlenebb esetre vonatkozó M_t terhelőnyomaték és μ tényező :

$$\mu = \frac{l}{\eta i M_a} \beta b l_d^2 k_k (1 + \alpha_{cs}) = \frac{l}{\eta i M_a} \beta b r \Delta h_k k_k (1 + \alpha_{cs}) \qquad (8)$$

mivel

$$l_d = \sqrt{r \Delta h_k}$$

Ahhoz, hogy $\mu = 0{,}8$ legyen, a fogyást Δh_{ko}-ra kell változtatni. A fogyás változásakor megváltozik β és α_{cs} tényező, valamint k_k alakítási ellenállás és így (8) képlethez hasonlóan :

$$0{,}8 = \frac{l}{\eta i M_a} \beta_0 b r \Delta h_k k_{ko} (1 + \alpha_{cs}) \qquad (10)$$

Jelöljük δ-val az optimális és a felvett magasságcsökkenés viszonyát :

$$\delta = \frac{\Delta h_{ko}}{\Delta n_k} \qquad (11)$$

(10) egyenletet (8) egyenlettel osztva az alábbi kifejezést kapjuk :

$$\frac{0{,}8}{\mu} \cdot \frac{\beta}{\delta \beta_0} = \frac{k_{ko}}{k_k} \qquad (12)$$

mivel $1 + \alpha_{cs}$ változása Δh_k változásához képest elhanyagolható.

A (12) képletből δ egyértelműen meghatározható, mivel β és k_k ismertek, β_0 és k_{ko} pedig az ismert tényezőkön kívül csak δ-tól függnek. δ-t kiszámítva az optimális magasságcsökkenés :

$$\Delta h_{ko} = \delta \Delta h_k \qquad (13)$$

A (12) és (13) képletek segítségével meghatározhatók a különböző kiinduló vastagságokra vonatkozó optimális magasságcsökkenések.

A szélesség, a hőfok, az acélminőség, vagy a hengerlési sebesség megváltozásakor megváltozik az alakítási nyomaték, tehát a μ tényező. Ahhoz, hogy a μ tényező állandó, 0,8 maradjon, az szükséges, hogy a magasságcsökkenést megfelelően megváltoztassuk. A megváltozott feltételeknek megfelelő optimális magasságcsökkenés meghatározása érdekében nem szükséges az ismertetett számítást a megváltozott adatokkal újra elvégezni, a számítás leegyszerűsíthető az alábbi meggondolás alapján :

Ha a szélesség b-ről b'-re változik és a többi tényező változatlan marad, a magasságcsökkenést úgy kell megváltoztatni, hogy az alábbi feltétel teljesüljön :

$$0{,}8 = \frac{l}{\eta i M_a} \beta'_o b' r \Delta h'_{ko} k'_{ko} (1 + \alpha'_{cs}) \qquad (14)$$

A (14) egyenletet (10) egyenlettel elosztva :

$$\frac{b}{b'} \cdot \frac{\beta_0}{\delta \beta'_o} = \frac{k'_{k0}}{k'_{ko}} \qquad (15)$$

ahol δ' a b' és b szélességekre vonatkozó optimális magasságcsökkenések viszonya. A b szélességre vonatkozó optimális fogyás ismeretében (β_0 és k_{ko} tényezők ismertek) (15) képletből δ' tényező egyértelműen meghatározható. A b' szélességre vonatkozó optimális fogyás :

$$\Delta h'_{ko} = \delta' \Delta h_{ko} \qquad (16)$$

Hasonló eljárást kell követni akkor is, ha az alakítási szilárdság változik meg, vagy azért, mert más minőségű acélt hengerlünk, vagy azért, mert a hőfokviszonyok változnak. Ha az alakítási szilárdság k_f-ről k''_f-re változik és a többi tényező változatlan marad, a magasságcsökkenést úgy kell megváltoztatni, hogy az alábbi feltétel teljesüljön :

$$0{,}8 = \frac{l}{\eta i M_a} \beta''_o b r \Delta h''_{ko} k''_{ko} (1 + \alpha''_{cs}) \qquad (17)$$

A (17) egyenletet (10) egyenlettel elosztva :

$$\frac{\beta_o}{\delta'' \beta''_o} = \frac{k''_{ko}}{k_{ko}} \qquad (18)$$

ahol k''_{ko} a k''_f alakítási szilárdságnak megfelelő

alakítási ellenállás és δ'' a k_f' és k_f alakítási szilárdságokra vonatkozó optimális magasságcsökkenések viszonya. A k_f alakítási szilárdságra vonatkozó optimális fogyás ismeretében a (18) képletből δ'' tényező egyértelműen meghatározható. A k_f' alakítási szilárdságra vonatkozó optimális magasságcsökkenés :

$$\Delta h_{ko}'' = \delta'' \Delta h_{ko} \tag{19}$$

Ha a hengerlési sebesség v-ről v'''-ra változik, akkor az előzőkhöz hasonlóan kell δ'''-t kiszámítani :

$$\frac{\beta_o}{\delta''' \beta_o'''} = \frac{k_{ko}'''}{k_{ko}} \tag{20}$$

ahol k_{ko}''' a v''' sebességnek megfelelő alakítási ellenállás és δ''' a v''' és a v sebességekre vonatkozó optimális magasságcsökkenések viszonya. A v sebességre vonatkozó optimális magasságcsökkenés ismeretében (20) képletből δ''' egyértelműen meghatározható. A v''' sebességre vonatkozó optimális magasságcsökkenés :

$$\Delta h_{ko}''' = \delta''' \Delta h_{ko} \tag{21}$$

Az optimális magasságcsökkenések számszerű meghatározása céljából ismernünk kell a β tényezőt és k_k alakítási ellenállást meghatározó függvényeket. A további számításokhoz a Geleji-féle képleteket használjuk fel [3], [4].

10. Optimális fogyások meghatározása Geleji képleteivel

Az alakítási ellenállás és nyomaték meghatározására szolgáló Geleji-féle képletekben a β és k_k tényezőket az alábbi kifejezések határozzák meg :

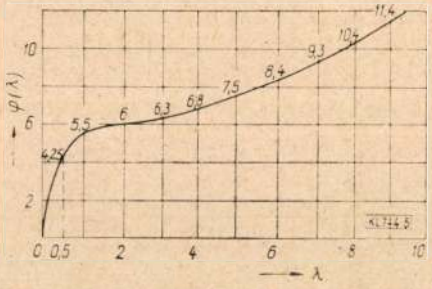
$$\beta = 1{,}05 - 0{,}8 \frac{h_k}{h_{k-1}} \tag{22}$$

$$k_k = k_f (1 + \varphi(\lambda) \mu_s \sqrt[4]{v} \tag{23}$$

ahol k_f alakítási szilárdság a hengerlési hőfok és az anyag minőségének ismeretében az 1. ábrán látható diagramból olvasható ki, és φ (λ) tényezőt λ függvényében az *5. ábra* alapján kell megválasztani [4].

$$\lambda = \frac{2 l_d}{h_{k-1} + h_k} \tag{24}$$

Az optimális magasságcsökkenés meghatározása céljából különböző h_{k-1} vastagságok mellett fel kell venni a Δh_k fogyásokat. β, λ, k_k és μ tényezők az ismertetett képletek és diagramok segítségével kiszámíthatók.



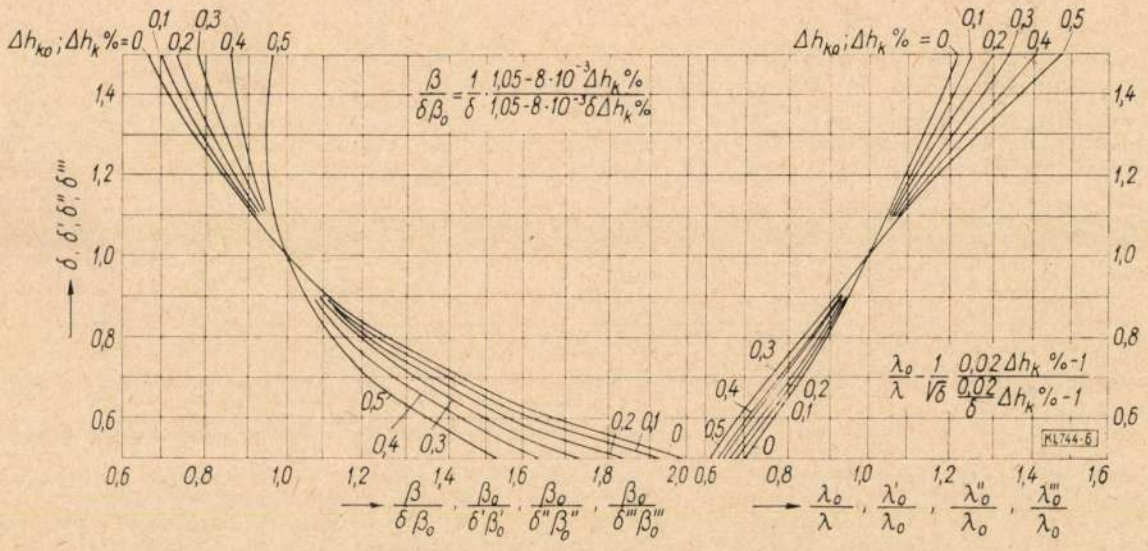
5. ábra. Diagram az alakítási ellenállás meghatározásához

δ változásakor $\beta/\delta\beta_0$, valamint λ_0/λ a *6. ábra* diagramjai szerint változik. A görbeseregek (13), (22) és (24) képletek alapján készültek.

δ-t első közelítésben tanácsos $0{,}8/\mu$-nek felvenni. A diagramokból a felvett százalékos fogyások ismeretében kiolvasható a $\beta/\delta\beta_0$, valamint λ_0/λ kifejezés. Utóbbit λ-val szorozva kapjuk λ_0-t és az 5. ábrából φ_0-t. φ_0 ismeretében k_{ko}/k_k az alábbi összefüggésből határozható meg :

$$\frac{k_{ko}}{k_k} = \frac{\left(\frac{k_k}{k_f} - 1\right)\frac{\varphi_0}{\varphi} + 1}{\frac{k_k}{k_f}} \tag{25}$$

A diagramból kiolvasott $\beta/\delta\beta_0$ és a (25) képletből kiszámított k_{ko}/k_k értékeit (12) képletbe kell behelyettesíteni. δ megválasztása akkor helyes,



6. ábra. Diagram az optimális fogyások meghatározásához

ha az egyenlet két oldalán azonos adatokat kapunk.

A b szélességre vonatkozó optimális fogyási sor ismeretében a b' szélességre vonatkozó optimális fogyási sort, illetve δ' tényezőt az előzőkhöz hasonlóan a 6. ábrából és a (15) képletből határozhatjuk meg. δ' tényezőt első közelítésben tanácsos b/b'-nek felvenni. A b szélességre vonatkozó optimális százalékos fogyás ismeretében a diagramokból kiolvasható a $\beta_0/\delta'\,\beta_0'$, valamint a λ_0'/λ_0 kifejezés. Utóbbit λ_0-val szorozva kapjuk λ_0'-t és az 5. ábrából φ_0'-t. φ_0' ismeretében k_{ok}'/k_{ko} az alábbi összefüggésből határozható meg :

$$\frac{k_{ko}'}{k_{ko}} = \frac{\left(\frac{k_{ko}}{k_f} - 1\right)\frac{\varphi_0'}{\varphi_0} + 1}{\frac{k_{ko}}{k_f}} \qquad (26)$$

A diagramból kiolvasott $\beta_0/\delta'\beta_0$, és a (26) képletből kiszámított k_{ko}'/k_{ko} adatait (15) képletbe kell behelyettesíteni. δ' megválasztása akkor helyes, ha az egyenlet két oldalán azonos adatokat kapunk. A b' szélességre vonatkozó optimális magasságcsökkenés δ' ismeretében a (16) képletből számítható ki.

A más anyagminőségre, vagy más hengerlési hőfokra vonatkozó optimális fogyások a 6. ábrából határozhatók meg az alábbi összefüggés alapján [(27) képlet (18) és (23) képletek egybevetéséből adódott) :

$$\frac{k_f}{k_f''} \cdot \frac{\beta_0}{\delta''\,\beta_o''} = K \qquad (27)$$

δ'' tényezőt első közelítésben tanácsos k_f/k_f''-nek felvenni. φ_o'' tényezőt az előzőkhöz hasonlóan meghatározva K tényező az alábbi összefüggésből határozható meg :

$$K = \frac{\left(\frac{k_{ko}}{k_f} - 1\right)\frac{\varphi_0''}{\varphi_0} + 1}{\frac{k_{ko}}{k_f}} \qquad (28)$$

A számítást addig kell végezni, amíg (27) egyenlet két oldalán azonos adatokat nem kapunk. A k_f'' alakítási szilárdságra vonatkozó optimális magasságcsökkenés δ'' ismeretében a (19) képletből számítható ki.

Ha a sebesség v-ről v'''-re változik, az optimális fogyás az előbbiekhez hasonlóan a 6. ábrából és a (20) képletből határozható meg. δ'''-t első közelítésben tanácsos $\sqrt[4]{v/v'''}$-nek felvenni. φ_o''' tényezőt az előzőekhez hasonlóan meghatározva k_k'''/k_{ko} az alábbi képletből határozható meg :

$$\frac{k_{ko}'''}{k_{ko}} = \frac{\left(\frac{k_{ko}}{k_f} - 1\right)\frac{\varphi_0'''}{\varphi_0}\sqrt[4]{\frac{v'''}{v}} + 1}{\frac{k_{ko}}{k_f}} \qquad (29)$$

A számítást addig kell végezni, amíg a (20) egyenlet két oldalán azonos adatokat nem kapunk. δ''' ismeretében a v''' sebességre vonatkozó optimális magasságcsökkenés a (21) képletből határozható meg.

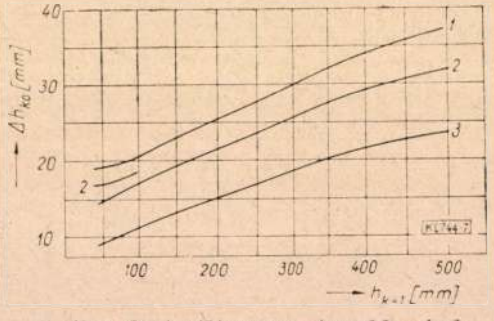
11. Példa az optimális fogyások meghatározására

Meghatározandók egy reverzáló durvalemez-hengersor optimális fogyásai. A fogyásokat az 1000 és 1200 mm széles, A 42.21 és A 70.21 minőségű (maximális szakítószilárdság $\sigma_B = 50$ kg/mm², illetve $\sigma_B = 80$ kg/mm²) acélok hengerléséhez kívánjuk használni. Az előírt minimális hengerlési hőfok a darabvastagság csökkenésekor csökken 1150 C°-tól 1050 C°-ig. A felvett hőfokokat és az 1. ábra alapján megválasztott alakítási szilárdságokat a bemenő vastagság függvényében a *3. táblázat* tartalmazza. A hengerek maximális átmérője 1100 mm, 50 ford/perc alapfordulatszámmal hengerelnek, amíg a darab bemenő vastagsága 100 mm-nél nagyobb. Ennél kisebb vastagságok $n = 80$ ford/perc fordulatszámon is hengerelhetők. A két üzemmódnak megfelelő hengerlési sebességek : $v_a = 2{,}88$ m/sec és $v_{max} = 4{,}6$ m/sec. A motor alapfordulatszám mellett megengedett legnagyobb árama 15 kA, az ennek megfelelő nyomaték : $M_a = 204$ tm [1]. A hengercsap átmérője : $d_{cs} = 680$ mm, a csapsúrlódási tényező a műanyag csapágyazás miatt : $\mu_{cs} = 0{,}02$ [2] (386. oldal). A hajtómű hatásfokát $\eta = 0{,}95$-nek vesszük fel.

3. táblázat

Hengerlési hőfokok az alakítási szilárdságok a bemenő vastagság függvényében

h_{k-1}, mm	ϑ, C°	k_f, kg/mm²	
		$\sigma_B = 50$ kg/mm²	$\sigma_B = 80$ kg/mm²
400 fölött	1150	2,50	4,30
400—300	1140	2,55	4,50
300—200	1130	2,60	4,65
200—150	1120	2,70	4,80
150—120	1110	2,80	4,95
120— 90	1100	2,90	5,10
90— 70	1090	3,00	5,30
70— 60	1080	3,15	5,50
60— 50	1070	3,30	5,70
50— 40	1060	3,40	5,95
40 alatt	1050	3,50	6,20



7. ábra. Optimális magasságcsökkenések

1. görbe : $b = 1000$ mm, $\sigma_B = 50$ kg/mm², $v = 2{,}88$ m/s
2. görbe : $b = 1000$ mm, $\sigma_B = 50$ kg/mm², $v = 4{,}6$ m/s
3. görbe : $b = 1200$ mm, $\sigma_B = 50$ kg/mm², $v = 2{,}88$ m/s
4. görbe : $b = 1000$ mm, $\sigma_B = 80$ kg/mm², $v = 2{,}88$ m/s

Kiindulásul az 1000 mm széles, 50 kg/mm² szakítószilárdságú acélok v_a sebességre vonatkozó optimális fogyási sorát határozzuk meg. A számítás menetének egyes lépéseit tartalmazza a *4. táblázat*. A számítást különböző bemenő vastagságok mellett hasonlóan elvégezve egy optimális fogyási sort kapunk *(7. ábra* 1. görbéje).

4. táblázat

Optimális fogyások kiszámításának menete

b mm	1000	Kiinduló adat
σ_B kg/mm²	50	Kiinduló adat
v m/sec	2,88	Kiinduló adat
h_{k-1} mm	260	Felvéve
Δh_k mm	26	Felvéve
Δh_k %	10	100 $\Delta h_k/h_{k-1}$
k_f kg/mm²	2,60	III. táblázatból
λ	0,485	(24) képletből
φ	4,05	5. ábrából
μ_s	0,485	(7) képletből
k_k/k_f	3,55	(23) képletből
k_k kg/mm²	9,22	(23) képletből
β	0,97	(22) képletből
$1 + \alpha_{es}$	1,117	(4) képletből
M_h tm	128,0	(1) képletből
M_t tm	150,0	(3) képletből
μ	0,733	M_t/M_a
$0{,}8/\mu$	1,092	
δ	1,08	Felvéve
$\beta/\delta\beta_o$	0,935	6. ábrából
λ_o/λ	1,045	6. ábrából
λ_o	0,506	
φ_o	4,2	5. ábrából
k_{ko}/k_k	1,027	(25) képletből
k_{ko} kg/mm²	9,45	
k_{ko}/k_f	3,64	
Δh_{ko}	28,0	(13) képletből

Az egyes technológiai tényezők megváltozásakor ezt az optimális fogyási sort vesszük alapul a többi optimális fogyási sorok meghatározásához.

Ha a bemenő vastagság 100 mm-nél kisebb, a darab $v''' = v_{max}$ sebességgel is hengerelhető. Az optimális fogyások meghatározásának egyes lépéseit tartalmazza az *5. táblázat* és az eredményeket a 7. ábra 2. görbéje foglalja össze.

5. táblázat

Optimális fogyások kiszámításának menete a hengerlési sebesség megváltozásakor

b mm	1000	Kiinduló adat
σ_B kg/mm²	50	Kiinduló adat
v''' m/sec	4,6	Kiinduló adat
h_{k-1} mm	80	Felvéve
Δh_{ko} mm	20,0	Ismert
Δh_{ko} %	25,0	100 $\Delta h_{ko}/h_{k-1}$
δ	0,90	Felvéve
$\beta_o/\delta\beta_o'''$	1,09	6. ábrából
λ_o'''/λ_o	0,935	6. ábrából
λ_o'''	1,40	λ_o ismert
φ_o	5,88	Ismert
φ_o'''	5,82	5. ábrából
v'''/v	1,123	Ismert
k_{ko}/k_f	4,83	Ismert
k_{ko}'''/k_{ko}	1,09	(29) képletből
$\Delta h_{ko}'''$ mm	18,0	(21) képletből

A $b' = 1200$ mm széles, $\sigma_B = 50$ kg/mm² szakítószilárdságú durvalemezek hengerlésére vonatkozó optimális fogyásokat a *6. táblázat* szerint lehet meghatározni. Különböző bemenő vastagságok mellett hasonló számítással kaptuk a 7. ábra 3. görbéjét.

6. táblázat

Optimális fogyások kiszámításának menete a szélesség megváltozásakor

b' mm	1200	Kiinduló adat
σ_B kg/mm²	50	Kiinduló adat
v m/sec	2,88	Kiinduló adat
h_{k-1} mm	260	Felvéve
Δh_{ko} mm	28,0	4. táblázatból
Δh_{ko} %	10,8	100 $\Delta h_{ko}/h_{k-1}$
b/b'	0,833	
δ	0,86	Felvéve
$\beta_o/\delta'\beta_o'$	1,15	6. ábrából
λ/λ_o	0,92	6. ábrából
λ	0,465	λ_o a 4. táblázatból
φ	3,95	5. ábrából
k_{ko}'/k_{ko}	0,96	(26) képletből
$\Delta h_{ko}'$ mm	24,0	(16) képletből

A $b = 1000$ mm széles, $\sigma_B = 80$ kg/mm² szakítószilárdságú durvalemezek hengerlésére vonatkozó optimális fogyásokat a *7. táblázat* szerint lehet meghatározni. A számítást különböző bemenő vastagságok mellett elvégezve adódott a 7. ábra 4. görbéje.

7. táblázat

Optimális fogyások kiszámításának menete az acélminőség megváltozásakor

b mm	1000	Kiinduló adat
σ_B kg/mm²	80	Kiinduló adat
v m/sec	2,88	Kiinduló adat
h_{k-1} mm	260	Felvéve
Δh_{ko} mm	28,0	4. táblázatból
Δh_{ko} %	10,8	100 $\Delta h_{ko}/h_{k-1}$
k_f' kg/mm²	4,65	3. táblázatból
k_f''/k_f'	0,56	3. táblázatból
δ	0,61	Felvéve
$\beta_o/\delta''\beta_o''$	1,585	6. ábrából
λ_o'	0,385	λ_o a 4. táblázatból
φ_o''	3,55	5. ábrából
K	0,89	(28) képletből
$\Delta h_{ko}''$ mm	17,1	(19) képletből

Hasonló módon a hengerlési feltételek bármilyen ismert változásához meghatározható az optimális fogyássor.

12. Szúrásterv összeállításának szempontjai

Az optimális fogyási sorok ismeretében bármilyen kiinduló és végkeresztmetszethez meghatározható az optimális szúrásterv. A diagramokból kiolvasható, hogy az egyes bemenő vastagságokhoz milyen fogyás engedhető meg, ezt a fogyást a bemenő vastagságból kivonva kapjuk a következő szúrás bemenő vastagságát. Az eljárást addig kell folytatni, amíg az előírt kész vastagságot el nem érjük. Ha az utolsó szúrás kimenő vastagsága ennél kisebbnek adódik, úgy egyes fogyásokat megfelelően módosítani kell.

Van néhány hengerlési szempont, melyet az ismertetett számítás nem vesz figyelembe és

ezért az elméletileg optimális fogyásokkal nem lehet minden esetben dolgozni. Ilyen szempontok a következők :

Az első egy-két szúrásban általában nem használható akkora fogyás, mint amekkora a számításból adódik, a tuskó öntési durvakristályos szövetszerkezete és a revés felület miatt. Megnövelheti az alakítási ellenállást a további szúrásokhoz képest az, hogy ilyenkor a tuskóban a hőfokeloszlás még nem egyenletes. A mélykemencétől a hengersorig való szállítás közben lehűlhet az anyag felülete a belsejéhez képest, de előfordulhat az is, hogy a rövid hőntartási idő miatt a tuskó belseje hidegebb. A hengerlés előrehaladtával bekövetkezik a hőkiegyenlítődés a darab külső és belső részei között. Az első szúrás során megengedhető fogyás függ a tuskó kúposságától is és attól, hogy a vastagabb, vagy vékonyabb vége jut-e be először a hengerek közé.

Az utolsó egy-két szúrásban a hengerelt darab szelvényének jó kialakítása érdekében csak kis fogyásokkal lehet hengerelni (simító szúrások). Amikor a darab már aránylag vékony, akkor határt szabhat az optimális fogyásoknak a megengedhető maximális százalékos fogyás. A példában adott esetben (7. ábra 1. görbéje) 40—50 mm-es bemenő vastagság mellett a motorterhelés szempontjából optimális magasságcsökkenés 19 mm, a 40—50%-os magasságcsökkenés azonban nem engedhető meg hengerlési szempontból.

Az elméletileg kapott optimális fogyásokat tehát mindig össze kell hangolni a gyakorlati szempontokkal. Használatuk akkor indokolt, amikor a fogyás nagyságának a motorterhelés szab határt.

Az optimális szúrásterv szúrásonkénti darabhosszait kiszámítva μ tényezők ismeretében meghatározható a tiszta és ehhez hozzáadva a mellékidőket (reverzálási idő, hengerelt darab manipulációs ideje) a teljes hengerlési idő [1]. A hengersor teljesítménye adott hengerlési program mellett az optimális szúrástervekkel érheti el a legmagasabb szintet, mivel a hengerlés ekkor a lehető legkevesebb szúrással folyik.

Az ismertetett elméleti számításokat a gyakorlat jól igazolta a Dunai Vasmű meleghengerművének előnyújtó hengersorán. A 7. ábrán látható és azokhoz hasonló optimális fogyási sorok a gyakorlatban jól beváltak. Az optimális fogyások előre való meghatározása döntő jelentőségűvé azonban azokon a hengersorokon válik, ahol a hengereket automatikusan programvezérléssel állítják és a kormányosnak nincs, vagy csak korlátozott a lehetősége arra, hogy az előre megszabott szúrásonkénti hengerréseket módosítsa.

Összefoglalás

Teljesítményszabályozóval rendelkező reverzáló hengersorokon az ismertetett számítások és diagramok segítségével meghatározhatók azok az optimális szúrásonkénti fogyások, melyek mellett a szúrások száma, tehát a hengerlési idő minimális, de a hengerlés a legkedvezőtlenebb üzemi feltételek mellett is biztonságosan elvégezhető. Egy optimális fogyási sor ismeretében a hengerlési jellemzők bármilyen megváltozása során az ismertetett eljárással meghatározható az új feltételeknek megfelelő optimális fogyássor. Az optimális fogyássorokból bármilyen kiinduló és kész mérethez meghatározhatók az optimális szúrástervek, melyeknek használata a hengersor legkedvezőbb kihasználását, illetve termelésének a növekedését hozza.

IRODALOM

[1] *Szeghegyi Á.:* Reverzáló hengersorok legkedvezőbb kihasználása. Kohászati Lapok, 1961. 8. sz.
[2] *Csudakov, J. A.:* Gépipari enciklopédia 8/2 kötet. Műszaki Könyvkiadó 1956.
[3] *Geleji S.:* Kohógéptan. Tankönyvkiadó, 1953.
[4] *Geleji S.:* Die Berechnung des mittleren Verformungswiderstandes beim Warmwalzen von Stahl. Stahl und Eisen 1957. 14. sz.
[5] *Mathea, A.:* Nomogramme zur Ermittlung von Walzkräften auf Grund der Gleichung von S. Ekelund. Stahl und Eisen 1958. 20. sz.
[6] *Hoff, H.—Dahl, Th.:* Grundlagen des Walzverfahrens. Verlag Stahleisen, 1950.
[7] *Weber, K.:* Berechnungsunterlagen zur Ermittlung von Walzkraft und Drehmoment beim Warmwalzen (nach R. B. Sims). Freiberger Forschungshefte B. 46. 1959.
[8] *Larke, E.:* The rolling of strip sheet and plate. Chapman and Hall Ltd. 1957.
[9] *Müller—Marx—Lueg—Nürnberg:* Ergebnisse von Betriebsuntersuchungen an Blockstrassen. Stahl und Eisen 1957. 22. sz.

Műszaki és gazdasági hírek

Indiában, Madrasban a Montecatini cég a Madras Alumínium cég részére egy 1000 t kapacitású *alumínium kohót* épít.
Alumínium, 1961. 6. sz.

Indiában karwartan (Mysore államban) Murarji Vaidya gyáros megrendelésére a Reynolds Metals Co cég *egy alumínium kohót* épít, melynek termelése teljes kiépítés után 90 000 t/év lesz.
Alumínium, 1961. 6. sz.

Norvégiában Rogaland kerületben Koldal és Fuldal folyókra támaszkodva 2 millió mW fehéráram termelő vízierőművet építenek. Az erőmű mellé egy 100 000 t évi kapacitású *alumínium kohót* telepítenek.
Alumínium, 1961. 6. sz.

Dél-Amerikában, Angol-Guyanában Pakaraima hegységben Kopinang térségében igen jelentős *bauxit előfordulást* találtak.
Alumínium, 1961. 6. sz.

Argentínában, Mendozában egy *alumínium* kohó építését kezdték el. Évi teljesítménye 10 000 t nyers alumínium lesz.
Alumínium, 1961. 6. sz.

Franciaországban a Pechiney cég **Noguéresben** egy újabb *kemencesort* épít. A kemencesor teljesítményével az alumínium kohó termelése 60 000 t-ról évi 90 000 t-ra fog emelkedni.
Alumínium, 1961. 6. sz.

Alumínium zománcozása

ZACHÁR LÁSZLÓ

DK.: 669.718:666.293

Az utolsó évtizedben készáruk gyártására zománcozott alumíniumból jelentős kísérleteket végeztek. Az alumínium zománcozásának első kísérletei 1920-ban kezdődtek ; ipari méretű gyártás a második világháború után indult meg. A zománcozott alumíniumok előnye, hogy az anyagot vágni, darabolni, fúrni, hajlítani és csavarni lehet anélkül, hogy a zománc lepattogzásától vagy megrepedésétől kellene tartani.

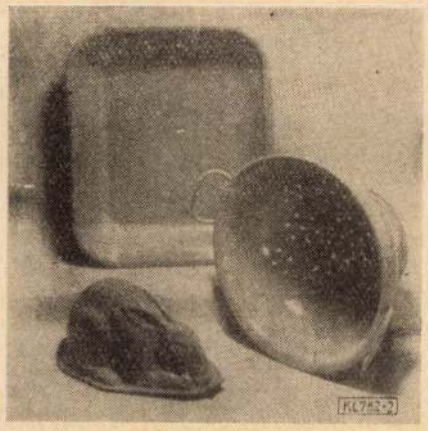
A zománcozott alumíniumot felhasználják tetőfedő cserepek, burkoló cserepek, mennyezeti panellok, címtáblák, bútorok, hűtő- és mosógépek, szárító szekrények, lámpaernyők, közszükségleti

1. ábra. Közszükségleti tárgyak zománcozott alumíniumból

és egészségügyi tárgyak (*1.* és *2. ábra*), villamos szigetelők, csövek stb. készítésére. Az Egyesült Államokban 12 színű zománcozott alumínium cserepeket készítenek és 1970-re évi 100 000 t zománcozott készáru gyártását tervezik [5].

Az alumínium zománcozás legfőbb problémája, hogy kis olvadáspontú, az alumínium felületére jól tapadó keverékre van szükség, amelynek hőtágulási tényezője az acéliparban használatos zománcoknak kb. kétszerese.

Az alumínium és ötvözeteinek olvadáspontja 600—658 C° között változik, sőt az Al-Si eutektikus ötvözeteké csak 570 C°. Ezzel szemben az acél olvadáspontja 1500—1600, az öntöttvasé 1130—1200 C°. A könnyűfémek lágyítási hőmérséklete 350—400, az acélé 800 C°. Az acélt és az öntöttvasat 700—1000 C° hőmérsékleten zománcozzák.



2. ábra. Zománcozott alumínium tárgyak

A könnyűfémek és az acélanyagok olvadáspontjainak, valamint lágyítási hőmérsékleteinek összetevéséből kitűnik, hogy az alumínium és ötvözeteihez használt zománcok olvadáspontjának 550 C° alatt kell lennie, de még jobb, ha ez csak 500 C°. Még így is a beégetése és a fém olvadáspontja között a hőfok különbség csak egy negyede a vasanyagokénak.

Az öntöttvas és lágyacél hőtágulási tényezője $10—16 \cdot 10^{-6}$/C°, míg zománcaiknak hőtágulási tényezője $7{,}7—11 \cdot 10^{-6}$/C°. Ebben az esetben a fém és a zománc hőtágulási tényezői között nem nagy a különbség és a keletkező belső feszültség elégtelen ahhoz, hogy a zománc és a fém kötését megszakítsa. Viszont az alumínium hőtágulási tényezője $20—24 \cdot 10^{-6}$/C°, ami az acélanyagokénak kétszerese.

Az öntöttvas és az acélok zománcozásakor különleges alapzománc használata szükséges, hogy a fém felülete és a zománc között megbízható kötés létesüljön. Alumínium zománcozásakor ez szükségtelen, mivel a mesterségesen erősített felületű alumíniumoxid védőréteg már a fedőzománcnak is kifogástalan tapadást biztosít és így az alapzománc használata szükségtelenné válik. Ennek következtében alumíniumot elegendő egy rétegben zománcozni. A zománcozott alumíniumnak a felhasználásától függően megfelelő vegyi ellenállással, keménységgel, szép fénnyel és tartós színnel kell rendelkeznie.

Az alumínium bevonásra alkalmas zománcokat az alábbi három csoportra osztják :

a) ólomoxid tartalmúakra,
b) ólomoxid nélküliekre,
c) foszfát tartalmúakra.

Az egyes zománcfajták pontos összetételét nem közlik, ezekre csak szabadalmi leírásokban és egyéb szakcikkekben találunk utalásokat.

a) Ólomoxid tartalmú zománcok

Az első időben az igen költséges litiumsók mennyiségének csökkentése miatt ólomoxidban dús zománcokkal dolgoztak. A kisolvadáspontú zománcok felhasználása egyszerű és semmiféle felületkezelést nem kívánt a közönséges tisztításon kívül. A zománcok vegyi ellenállása viszont igen csekély volt, különösen alkálikus oldatokkal szemben. A fényüket pedig 100%-os nedves környezetben 6 nap alatt már elvesztették. A fenti hátrányok megszüntetésére a zománcok ólomoxid tartalmát csökkentették és kismértékben növelték az olvadáspontot. Az így gyárott termékek a vegyi hatásokkal szemben ellenállóbbakká váltak anélkül, hogy a zománcozáskor nehézség állott volna elő.

Az ólomoxid tartalmú zománcok felhasználását mérgező hatásuk erősen korlátozza, függetlenül attól, hogy dekoratív célú táblákra, feliratokra a kellemes színük igen alkalmassá teszi őket.

b) Ólomoxid nélküli zománcok

Miután az ólomoxid zománcok számos felhasználási területen (pl. vegyipari gépgyártás, élelmiszeripar, egészségügyi cikkek előállítása) nem feleltek meg, a zománc előállító és felhasználó vállalatok ólomoxid helyett alkáli fémek oxidjainak keverékéből készítettek zománcokat. Ezeknek a zománcoknak olvadáspontja kb. 500 C° ; a vegyi ellenállásuk viszont nem kielégítő.

Az *1. táblázat* néhány alkáli fémoxid tartalmú zománc összetételét foglalja össze [1], [3].

c) Foszfát tartalmú zománcok

A foszfát tartalmú zománcokhoz alapzománcot is kell használni, ami csökkenti ezeknek a zománcfajtáknak gazdaságosságát.

A *2. táblázat* néhány foszfát tartalmú alumínium zománc összetételét tartalmazza [1], [8].

A szovjet kutatók a 2. táblázat 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9. sorszámú zománcaiból kísérleti adagokat készítettek kereskedelmi minőségű alumínium lemezek zománcozására. A kísérleti darabokat a következő összetételű fürdőben zsírtalanították :

50 g/l nátriumfoszfát,
50 g/l nátriumkarbonát,
30 g/l vízüveg.

Fürdési idő 60—70 C°-on 4—5 perc. Öblítés után a kísérleti darabokat szobahőmérsékleten 0,1%-os tiokarbamid és 6%-os kénsav oldatában 15 percig kezelték, ezután a vegyi oxidálás következett az 1,2 g/l krómszulfátot, 120 g/l krómsavanhidridot 145 g/l marónátront tartalmazó fürdőben.

A kezelést 45—50 C°-on 4—5 percig folytatták. A leöblített és leszárított darabokat 580—600 C°-on 5 percig hőkezelték és utána bevonták zománccal.

Ugyancsak jó eredményt értek el a *3. táblázatban* feltüntetett zománctípusokkal is. Ezeket a zománcokat 1050—1100 C° hőmérsékleten tégelyben olvasztották és vízben granulálták. Szárítás után a zománcokat porcelán dobokban 4800-as szitafinomságúra őrölték, 100 g finoman őrölt zománchoz még 1,5 súlyrésznyi krimi bentonitot, 0,3 súlyrésznyi nátriumnitritet és 38 súlyrésznyi vizet adagoltak. A zománcokat gondos keverés után 3—4 óráig állni hagyták. A kísérleti darabokat merüléses módon vonták be zománccal. A bevont darabokat 70—80 C°-on szárították és elektromos kemencékben 580—600 C°-on 5 percig égették be. A bevonást és égetést kétszer, illetve többször is megismételték.

A 2. és 3. táblázatban közölt 3. számú zománc zöld színű fényes bevonatot, az 5. számú zománc világos nyírfa színű bevonatot adott. A zománcok jól bírták a 4%-os ecetsavban az áztatást, 5%-os kénsavban fényüket viszont gyorsan elvesztették.

1. táblázat

Néhány alkáli fémoxid tartalmú zománc összetétele

Zománcok összetevői	Zománcok összetétele súly részekben											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Li_2CO_3	5,1	6,8	6,3	5,1	5,6	7,8	8,1	8,6	9,0	6,4	7,8	—
Na_2CO_3	5,8	5,2	5,0	5,8	5,9	7,5	7,9	6,7	8,1	8,9	7,8	10,2
K_2CO_3	3,8	7,2	6,6	9,8	6,4	4,3	6,6	7,1	10,9	11,4	10,6	15,6
$SrCO_3$	1,8	—	—	—	—	—	—	—	3,5	—	—	—
$CaCO_3$	6,7	10,8	11,4	—	16,7	10,0	12,7	13,0	13,2	15,7	14,5	13,9
$BaCO_3$	25,0	24,9	28,8	36,4	19,0	18,7	12,8	13,0	12,4	14,3	14,2	13,7
ZnO	15,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$Na_2B_4O_7$	15,7	22,0	20,2	23,0	20,0	19,3	21,8	21,6	19,7	20,8	21,6	1,4
SiO_2	11,0	5,0	9,1	7,2	7,1	8,6	8,5	9,1	9,0	7,6	6,9	19,9
Al_2O_3	13,2	10,9	10,7	9,1	12,4	10,9	10,9	11,0	12,5	13,3	15,0	9,1
TiO_2	6,2	6,1	1,1	2,4	5,6	9,9	6,2	6,0	—	—	—	16,2
ZrO_2	1,0	1,0	1,0	1,2	1,7	1,0	1,0	1,5	1,7	1,7	1,6	—
SnO_2	4,7	—	—	—	—	2,0	3,0	2,3	—	—	—	—

2. táblázat

Néhány foszfát tartalmú zománc összetétele

Zománcok összetevői	Zománcok összetétele súly részekben								
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Li_2O	3,6	3,5	2,7	3,3	3,4	2,9	2,7	2,9	2,96
Na_2O	13,5	13,1	10,9	14,2	14,9	11,9	11,3	11,9	7,67
NaF	8,2	7,8	7,4	8,1	8,5	8,1	7,7	8,1	14,56
Al_2O_3	20,7	19,9	18,7	20,6	21,5	20,4	19,4	20,4	21,03
B_2O_3	7,0	6,8	6,4	7,0	11,8	6,9	6,6	7,0	2,00
P_2O_5	43,1	41,5	46,9	42,9	35,9	42,6	40,6	42,6	43,91
CuO	3,9	3,7	7,0	3,9	4,0	7,2	—	—	7,78
CdO	—	—	—	—	—	—	11,7	—	—
NiO	—	—	—	—	—	—	—	71,0	—
TiO_2	—	3,7	—	—	—	—	—	—	—

Néhány zománcanyag összetétele 3. táblázat

Zománcok összetevői	Zománcok összetétele súly részekben						
	2.	3.	5.	6.	7.	8.	9.
Lítiumacetát	—	—	8,41	—	7,01	7,37	7,96
Lítiumoxalát	7,51	5,75	—	6,23	—	—	—
Kristályos borax	—	—	19,33	—	11,32	11,75	3,55
Borsav	7,74	7,53	—	8,20	—	—	—
$NaNO_3$	—	—	15,38	—	13,97	14,36	11,73
Kalcinált szóda	14,10	11,62	—	13,08	—	—	—
NaF	4,91	4,62	4,78	5,11	4,55	4,67	8,90
2 vegyértékű foszforsavas amóniák	48,56	54,44	37,52	49,97	44,56	45,74	49,92
Al_2O_3	12,52	11,67	12,33	12,87	11,68	12,08	13,12
CuO	2,33	4,37	2,25	—	—	—	4,81
CoO	—	—	—	4,54	—	—	—
NiO	—	—	—	—	—	4,10	—
CdO	—	—	—	—	6,91	—	—
TiO_2	2,33	—	—	—	—	—	—

A 2, 6, 8, 9-es zománcok fénye nem volt kielégítő, a 7-es számú zománc lehűtéskor viszont megrepedt.

A kísérleti darabok bevonatainak szilárdságát csak hajlítási próbák alapján ítélték meg. A 3. és 5. számú zománcok a hajlítást kielégítően bírták.

A kísérleti eredmények alapján a 3. és 5. számú zománctípusokkal a Szovjetunióban ipari méretű kísérleteket kezdtek el.

A zománcozott alumíniumok jövője ma még biztosan nem ítélhető meg. A szervetlen zománcoknak vetélytársa az egyre tökéletesebb anyagokat felhasználó műanyagbevonat. Az utóbbiak viszont az időjárás behatásait színelváltozás és öregedés nélkül ma még nem bírják el. A közeljövő ipari fejlődésén fog múlni, hogy az alumínium időtálló zománcozása szervetlen vagy szerves bevonatokkal oldódik-e meg.

IRODALOM

[1] *Perzold, Á.:* Email. VEB Verlagtechnik Berlin, 1955.
[2] *Fraser, R. P.:* Al. Ciachi és I. M. Connor: „The vitreous enamelling of light alloys" Sheet Metal Industries 1950. máj.
[3] *Märker, R.:* Alumínium és ötvözeteinek bevonása mázzal. Silikattechnik 1954. nov.
[4] *Azarov, K. P.—Gorbatenko, V. E.:* Ob. emalirovanii aluminija. Cvetnüje Metallü 1959. jan.
[5] Alumínium bevonása porcelán mázzal. Foundry Trade Journal 1956. szept.
[6] *Hafen, R. F.:* Les traitements de surface de L'aluminium et leur application dans L'architecture Américaine. Revue de L'aluminium. 1958. nov.
[7] Könnyűfémek zománcozása üveggel. V. D. I. Bd. 97. 1955. №—18 jún. 21.
[8] USA Pat. 2 608 490. Glass Ind. 1953. 33№ 11.
[9] GOSZT 506—55. Zománcozott háztartási edények. Műszaki előírások.
[10] *Andrews, A. I.:* Enamels 1935.
[11] *Sigler, S. R.:* Ceram. Age 1951. 58. № 10.
[12] *Oliver, I. C.:* Prod. Finish. 1956. 9. № 7.
[13] *Huppert, P. A.:* Cerman. Ind. 1957. 68. № 2.
[14] Mat. und Meth 1959. № 5.
[15] *Aldinger:* Glas — Email — Keramo — Techn. 1951. № 2.
[16] USA patent 2 544 139
[17] Metalloberfläche 1949. № 8.
[18] Angol szab.: 665 880 Ref. Chem. Zbl. 1954. 1069. old.
[19] Francia szab. 968 583 Ref.. Chem. Zbl. 1951. I. 2792 old.
[20] *Sigler, S. R.:* Better Enamel. 1951. № 11, 22, 29. old.
[21] Ceram. Ind 1953. № 4.
[22] Svájci szab. 79 967, 85 577.
[23] *Eyer:* Emailwaren Ind. 1941. 103 old.
[24] Glas — Email — Keramo — Techn. 1953. 250 old.
[25] *Bailey:* Whitaker Light Metals 1949. 139 old.
[26] Angol szab. 642 104. Ref. Chem. Zbl. 1954. 400 old.
[27] Angol szab. 63 655.
[28] Francia szab. 989 421. Ref. Chem. Zbl. 8032 old.
[29] Francia szab. 989 883 Ref. Zbl. Chem. 1952. 7876 old.
[30] Angol szab. 666 637 Ref. Chem. Zbl. 1953. 7164 old.
[31] *Caroll:* Amer. Ceram. Soc. Bull. 1951. 232 old.
[32] *Donahey, Morris, Sweo:* Intern. Enamelist 1952. № 4, 6, 32 old.
[33] *Beals, Blair:* Journ. Ceram. Soc. 1951. 110 old.
[34] Ceram. Ind. 1953. № 50, 73 old.
[35] *Carlisle, Dyrup, Short:* Finish. 1949. № 1, 2, 43 és 33 old.
[36] Angol szab. 648 279. Ref. Chem. Zbl. 1954. 1331 old.
[37] *Rao:* Finish. 1953. № 5, 31 és 72 old.
[38] Ceramics 1949. № 6, 201 old.
[39] *Guy, N. C.—Vaughan, T. B.:* The vitreous enamelling of aluminium. Product Finishing 1957. 6.
[40] Metal Industry 1949. febr. 25.

Műszaki és gazdasági hírek

Görögországban Athén körzetében egy *alumínium feldolgozó üzem* épül, mely drótot és foliát fog termelni.
Alumínium, 1961. 6. sz.

Angliában Falkirkben egy új *alumínium hengermű* épül. A teljesítménye évi 100 000 t-val növekszik s ezzel a mű 150 000 t-ás évi kapacitással fog rendelkezni.
Alumínium, 1961. 6. sz.

Csehszlovákiában Kassa mellett ez év januárjában megkezdték az *új vasmű* építését. A beruházást 1975-ben fejezik be. A gyár Európa legjelentősebb kohászati centruma lesz. A termelő kapacitása a világ első tíz legnagyobb üzeme közé emeli. A legújabb tervek szerint a vasműben finom és durva lemezt fognak termelni. 1965-ben a beruházás első ütemében 3,8 millió t folyékony acélt, 2,4 millió t hengerelt árut (ebből 2 millió t finomlemez) és 3,5 millió t kokszot fognak termelni. 1970-re 7 és 1975-re 9 millió t folyékony acél termelésre fejlesztik a termelést.
L'Usine Nouvelle, 1961. 6. 15.

Tűziónozású és elektrolitikusan ónozott fehérlemezek

NEUHÖFFER ERNŐ főmérnök

Dk : 669.686.5

Az ónozott fehérlemezeknek jelentőségét a csomagolástechnikában és a lemezgyártásban a termelés nagyságából és annak állandóan növekvő irányzatából lehet megítélni. A világ összes fehérlemez termelése ma már meghaladja az évi 8 millió tonnát. Az 1957. évi termelés országonkénti megoszlását az *1. táblázat* mutatja.

1. táblázat

A világ ónozottlemez termelése 1957-ben [1]

Ország	Termelés tonnában		
	Tűzi-ónozású	Elektrolitikus ónozású	Összesen
USA	580 924	4 279 624	4 860 558
Anglia	589 382	397 439	986 821
Franciaország	273 709	116 214	389 923
Kanada	39 188	210 000*	249 188
Japán	141 329	101 000*	242 329
Szovjetunió ...	240 000*	—**	240 000*
Németország	149 063	75 000*	224 063
Belgium	34 000	76 354	110 354
Olaszország ...	98 220	1 000*	99 220
Brazília	37 889	32 856	70 745
Saar-vidék	69 109	—	69 109
Hollandia	66 496	—	66 496
India	65 066	—	65 066
Dél-Afrika	32 211	—	32 311
Mexikó	15 000*	17 743*	32 743*
Csile	18 000*	—	18 000
Ausztrália ...	14 819	—	14 819
Spanyolország	13 248	—	13 248
Lengyelország	5 100	—	5 100
Ausztria	2 342	—	2 342
			7 792 365

* Becsült mennyiségek.
** A Szovjetunióban nagy mennyiségű elektrolitikusan ónozott lemez készül. A statisztikába nyilván azért nem került be, mert a Tin And Its Alloys szerzői előtt ismeretlen volt a statisztikai adat. Hazánk tűziónozású fehérlemez termelése átlagosan évi 2500 tonna. A fenti statisztikából ez is hiányzik.

A hazai tűziónozású lemez felhasználása konzervgyártáshoz és egyéb célra megközelíti az évi 10 000 tonnát. Elektrolitikusan ónozott lemezt a hazai csomagoló ipar még nem használ. Gazdasági érdek, hogy akkor, amikor az olcsóbb, elektrolitikus ónozású lemez is megfelel, importunkból ilyen is kerüljön felhasználásra. Az 1. táblázat statisztikájából látható, hogy már 1957-ben az amerikai termelés 88%-a elektrolitikus ónozású fehérlemez volt. Meg kell tehát vizsgálni a hazai felhasználási lehetőségeket is, melynek megkönnyítésére szolgálhatnak az alább leírtak.

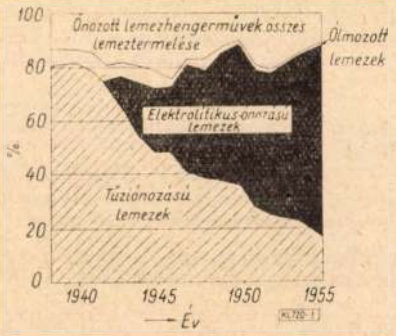
Fehérlemez minőségek

A tűzionozású fehérlemezek mellett az utóbbi két évtizedben egyre nagyobb mennyiségben kerülnek felhasználásra az elektrolitikusan ónozott lemezek. A tűzionozású és az elektrolitikusan ónozott lemezek között legjellemzőbb különbség az ónbevonat vastagságában van. A tűziónozással előállítható legkisebb súlyú ónbevonat 22,4 g/m², a lemezfelület mindkét oldalát számítva, azaz 2 m² felületen elosztva. Ennél vastagabb súlyú ónbevonat, 50—60 g/m² nagyságig, könnyen gyártható a szokásos ónozó berendezésekkel.

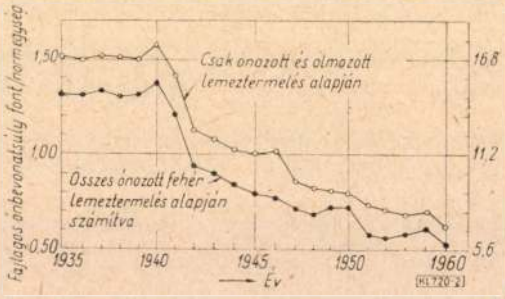
Elektrolitikus ónozással elvileg mindenféle súlyú ónbevonat előállítható. Ha azonban a gazdasági szempontokat is figyelembe vesszük, akkor tűziónozással is előállítható 22,4 g/m² és ennél nagyobb ónbevonatú lemezek olcsóbbak az elektrolitikusnál. Ezért a gyakorlatban kialakult szokás az, hogy a tűziónozással nem gyártható 5,6, 11,2 és 16,8 g/m² súlyú ónbevonatok elektrolitikus eljárással, a 22,4 g/m², 25 g/m², 27 g/m², 30 g/m² súlyú bevonatok pedig tűzi eljárással készülnek. Jelenleg 30 g/m² súlynál vastagabb ónbevonat használata csak igen kivételesen fordul elő (33 és 40 g/m²).

Mint már megállapítottuk, gazdasági érdek, hogy az egyes célokra a legmegfelelőbb lemez kerüljön felhasználásra, azaz az a minőség, amely a csomagolás-technikai és korróziós követelményeket kielégíti, de annál sem rosszabb, sem jobb. Az előbbi esetben a konzerv idő előtt romlik, az utóbbiban pedig a lemez drágább. Ezért fontos azt helyesen meghatározni, hogy mikor milyen minőségű lemezt használjunk. Ennek gazdasági eredményét — az USA-ban kimutatott adatok alapján — a következőképpen szemléltetem.

Az *1. ábra* [2] mutatja 1941-től 1955-ig az elektrolitikus ónozású lemezek térhódítását a



1. ábra. USA ónozott lemez termelése 1938—1955 között



2. ábra. A fajlagos ónbevonatsúly változása az USA-ban 1935—1955 között

Fehérlemezek ónbevonatsúlya a szokásos konzervdoboz minőségek részére *2. táblázat*

Minőség	Bevonatsúly			Ónbetét súlya
	oz/basis	lb/basis	g/m²	lb/basis
Elektrolitikus	4,0	0,25	5,6	0,29
Elektrolitikus	8,0	0,50	11,2	0,55
Differenciális*	8/2	0,50/0,125	11,2/2,8	0,75
Elektrolitikus	12,0	0,75	16,8	0,81
Elektrolitikus	16,0	1,00	22,4	1,10
Angol tűziónozású	16,0	1,00	22,4	1,14
Általános tűziónozású	17,6	1,10	25,0	1,25
Francia tűziónozású	18,0	1,12	24,0	1,25
Angol A tűziónozású	20,0	1,25	27,0	1,40
Angol Standard-tűziónozású	21,6	1,35	30,0	1,50
Francia kiváló tűziónozású	21,6	1,35	30,0	1,50
Angol B tűziónozású	24,0	1,50	33,0	1,70
Amerikai tűziónozású	24,0	1,50	33,0	1,70
Angol C tűziónozású	28,0	1,75	40,0	1,95
Amerikai „Canners" speciál tűziónozású	29,0	1,80	40,0	2,00

* A differenciális minőség elektrolitikus úton készül. Egyik oldalon az ónbevonatsúly 11,2 g/m², a másik oldalon pedig 2,8 g/m². Olyan dobozok készítésére használják, melyeknek a palástja belül lakkozatlan a 11,2 g/m² ónbevonatú oldallal, kívül pedig a 2,8 g/m² ónbevonatú oldal esik. Ilyen dobozok fedelei kis ónbevonatsúlyú lemezekből készülnek és belül lakkozottak.

tűziónozásúak rovására, az összes fehérlemezt termelő üzemek lemeztermelésének százalékában. Látható, hogy a tűziónozású lemezek részaránya kb. 80%-ról 20%-ra csökkent. Ma már csak 10% körül van.

A 2. ábra [2] szerint ugyanezen idő alatt az ónfogyasztás átlagában 31 g/m² lemezről 13,5 g/m² lemezre csökkent. A kb. 4,5 millió t ónozott lemez termelést véve alapul, az évi ónfelhasználás kb. 31 500 tonnával volt kevesebb annál, ami szükséges lett volna a tisztán tűziónozású lemezek gyártásához.

Hazánkban ez a probléma jelenleg azért fontos, mert a konzervdobozok egy része importált lemezekből készül és jelentős deviza megtakarítás érhető el a megfelelő minőségű és nem fölöslegesen drága lemezek vásárlása útján. A jövőre nézve pedig fontos annak eldöntése, hogyan történjék az ónozott lemezek hazai gyártása.

A *2. táblázatban* tüntettük fel a konzervdobozgyártáshoz szokásosan használt fehérlemez minőségeket az ónbevonatsúly szerint.

Az ónozott lemezek minőségi tulajdonságai. Mechanikai tulajdonságok

A mechanikai tulajdonságok két szempontból fontosak. Egyik szempont az, hogy a kívánt alakú dobozok a leggazdaságosabb eljárással legyenek kialakíthatók. A másik pedig az, hogy a megtöltött dobozok az előforduló belső és külső mechanikai igénybevételeket jól bírják. Az első szempontból a lemezek mélyhúzható és hajlítható volta mellett azok rugalmassága is fontos tényező. A második szempontból a lemezvastagságon kívül a merevség, illetve szilárdság szerepét kell kiemelni. A szilárdság, a doboz alakjától és méreteitől is függő merevség egyik összetevőjeként játszik szerepet.

Ónozott lemezek mechanikai tulajdonságai [1] *3. táblázat*

Jel	Temper minőség	Rockwell 30 T	Vickers DPN	Szilárdság kg/mm²	Jellemző felhasználás
1	T1	46—52	87—98	33	Mélyhúzással gyártott dobozok és részek
2	1A Extra mélyhúzó	49—56	92—104		
2	1B Mélyhúzó	49—56	92—104		
3	Mélyhúzó	56-ig	104		
1	T2	50—56	93—104	35	Kisebb mélyhúzással gyártott dobozok és részek
2	2 Sajtolható	54—60	100—112		
1	T3	54—60	100—112	39	Doboz palástok és fedelek
2	3E normál minőség	56—63	104—121		
3	Folyó minőség	54—64	100—124		
1	T4	58—64	108—124	41,5	Nagyobb és merevebb palástok és fedelek
2	3B normál minőség	58—65	108—125		
1	T5	62—68	118—136		Nagy átmérőjű dobozok, vákuum dobozok stb.
3	Merev minőség	62—72	118—151		
1	T6	67—73	133—155	53	Sörös kannák, nyomás alatti kannák

Jel: 1 amerikai, 2 angol, 3 francia előírás

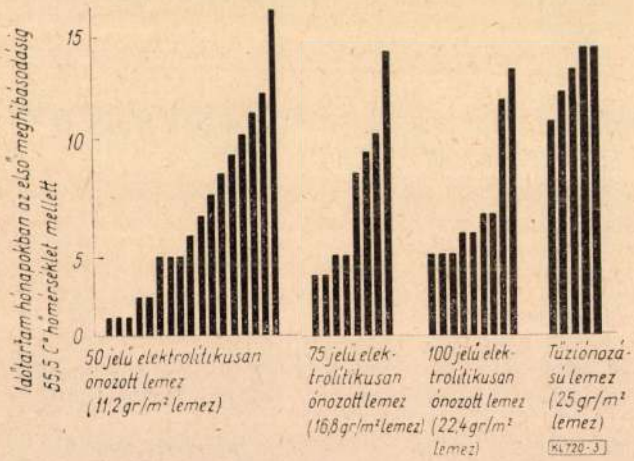
Ezek a tulajdonságok az acél összetételétől, struktúrájától és a lemezgyártás utolsó fázisaként végzett dresszírozás mértékétől függnek. Az utóbbinak jelölésére a *„temper minőségű"* kifejezés használatos az amerikai, angol és francia gyakorlatban a *3. táblázat* szerint.

Az acél összetételének megválasztásakor a korróziós szempontok játszanak főszerepet, a szilárdság növelésére a *P* tartalom növelése a szokásos.

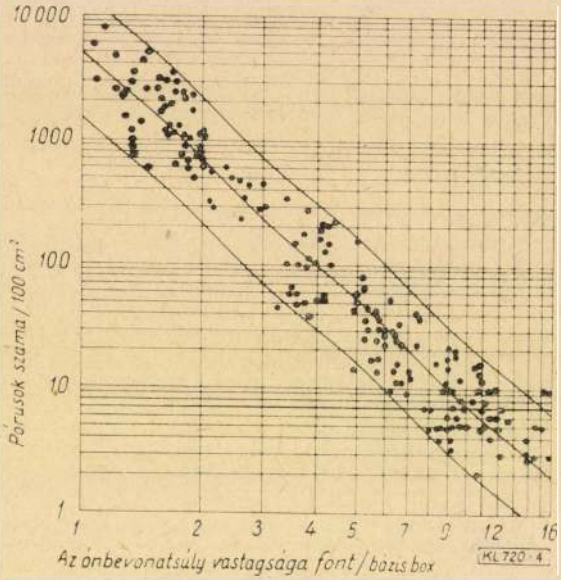
Korróziós tulajdonságok

A különböző behatások sokféle variációja miatt, amelyeknek az ónozott lemez változó atmoszferikus körülmények között ki van téve, a hőmérséklet-változásokat is beleértve és az élelmiszerek, valamint egyéb anyagok sokfélesége miatt, amelyeknek csomagolására szolgál, lehetetlen a korróziós viselkedést röviden áttekinteni. Nagy általánosságban mégis azt lehet mondani, hogy a dobozok külső felületére jellemző a rozsdásodás a pórusok helyein. A belső felületeken a feltételek nagyon változóak, de a gyümölcssavak kivételével a hatások olyanok, hogy az ón elektrolitikus korróziót szenved és a pórusokon át szabadon maradó vasfelületet ezúton védi a korróziótól. A hatás mechanizmusa kettős, ugyanis a direkt elektrokémikus védelmet kiegészíti az oldott ónionoknak a pórusok helyén a vasfelületekre gyakorolt inhibitív hatása.

Fentiekből nyilvánvaló, hogy a kisebb porozitású felület elvileg nagyobb védelmet nyújt a korrózió ellen. A gyakorlatban azonban egyéb tényezők hatása is befolyásolja a korróziós jelenségeket. Ilyenek a gyártás folyamán a felületre került és rajta maradó olajfilm, a természetesen keletkező oxidfilmek, az ón tisztasága és vastagságának egyenletessége, az acél alapanyag összetétele, struktúrája és felületi minősége. Ezek és az előző bekezdésben érintett sokféle tényező komplex hatása miatt előfordul a gyakorlatban, hogy kisebb súlyú és így porózusabb ónbevonatok egyenértékű, vagy kivételesen jobb eredményt mutatnak fel nagyobb súlyú és így kisebb porozitású ónbevonatokkal szemben, egyébként azonos behatások alatt.



3. ábra. Dobozélettartam-változás a feltüntetett ónbevonatsúlyú lemezekre



4. ábra. Tűzionozású lemezek porozitásának változása az ónbevonat függvényében

A *3. ábra* [2] különféle ónbevonatú elektrolitikus és tűzionozású fehérlemezekből és ezeken belül egyes különböző adagokból készült konzervek tartósságát szemlélteti. A lakkozatlan konzervdobozokban az 1943. évben grapefruit-lé volt csomagolva.

Mint az ábrából látható, előfordul olyan eset is, hogy az „50" elektrolitikus minőségű lemez (11,2 g ón/m²) jobb eredményt ad, mint a 25 g ón/m² tűzionozású lemez. Az ábrákból azonban az is kitűnik, hogy a 25 g/m² tűzionozású lemez minősége — a vizsgált töltet mellett — adagonként alig változik, egyenletesen jó és megbízható, míg az elektrolitikus eléggé változó, bár a növekvő ónbevonatsúllyal együtt javul.

Porozitás

Az ónozott lemezek porozitása a *4. ábra* szerint változik az ónbevonatsúly függvényében. Eszerint a porozitás az ónbevonatsúly növekedésével logaritmikusan csökken. Az előzőkben foglaltak értelmében a kisebb porozitású, azaz nagyobb ónbevonatsúlyú lemezek korróziós szempontból általában jobbak. Az azonos ónbevonatsúly mellett előforduló porozitás-változás hatása nem jelentős, illetve az előbb ismertetett egyéb tényezők befolyásának határain belül van, ezért szükségtelen a porozitást külön megjelölni, elégséges a minőségi megkülönböztetés a 2. táblázat szerint az ónbevonatsúly alapján.

Az acél kémiai összetétele

A konzervdobozok belső korróziójára igen sok kísérletet végeztek a kísérő és szándékosan ötvözött elemek, valamint a zárványok hatásának megállapítására. Egyes töltetekben bizonyos elemek mint pl. P, S, Cu stb. növelték a korróziót, más töltetekben viszont csökkentették. Végeredményben megállapították, hogy általánosságban legmegfelelőbb a még gazdaságosan előállít-

4. táblája

Az ónozásra kerülő acélok kémiai összetételének határai

Típus	Felhasználás	Elemek max. %-a									Acélgyártó eljárás
		C	Mn	P	S	Si	Cu	Cr	Ni	Mo	
L	Erősen és mérsékelten korrodáló élelmiszerekhez ..	0,12	0,60	0,015	0,050	0,010	0,06	0,06	0,04	0,05	Martin
MR	Mérsékelten és enyhén korrodáló töltetekhez	0,12	0,60	0,020	0,050	0,010	0,20	—	—	—	Martin
MC	Enyhén korrodáló és nagy mechanikai igénybevételnek kitett dobozokhoz ..	0,12	0,60	0,15	0,050	0,010	0,20	—	—	—	Martin vagy Bessemer

ható legtisztább acél. A kísérő elemek és metalloidok megengedett mennyiségét az Amerikában rendszeresített három acélminőségre a *4. táblázat* tartalmazza.

Az ónozott fehérlemezek korróziós viselkedését az egyes közegekben az ónbevonat és az acél tulajdonságai határozzák meg a fentebb már felsorolt egyéb tényezők befolyása mellett. Az acéllal szemben támasztott követelményeket aszerint állapítják meg, hogy milyen korróziós hatású töltetek behatásának lesz kitéve. A tölteteket korrodáló hatásuk erőssége alapján az *5. táblázat* szerint három csoportba sorolták: erősen korrodáló, mérsékelten korrodáló, és enyhén korrodáló csoportba.

5. táblázat

Különféle töltetek korróziós hatása

Erősen korrodáló	Mérsékelten korrodáló	Enyhén korrodáló
Almalé	Alma	Bab (sima szósz)
Cseresznye (vörös)	Barack	Bab (paradicsom szósz)
Cseresznye (fehér)	Füge	Bab (zöld)
Szilva (szárított)	Grapefruit	Hús és mártás
Sayanyú káposzta	Őszibarack	Borsó
		Lazac
		Paradicsom

A 4. táblázatban foglaltak szerint az L-minőségű acél használatát rendszeresítették az erősen és a mérsékelten korrodáló töltetekhez, az MR-minőségű acélt a mérsékelten és az enyhén korrodálókhoz. A 0,15% P-tartalmú MC-minőség nagy mechanikai igénybevételeknek kitett dobozok készítésére szolgál, enyhén korrodáló töltetek csomagolására is használatos.

Az acél minősítésére annak elektrolitikus oldási tulajdonságait használják fel. Egyrészt mérik azt az időt, ami eltelik az elektrolitikus folyamat megindításától az állandó mennyiségű hidrogén fejlődés kezdetéig. Ez az idő az acélfelület oxidosságának mértéke, mert az oxigén víz képződése mellett leköti az elektrolízis folyamán felszabaduló hidrogént mindaddig, amíg oxigén van jelen. Olyan acélok korróziós eredménye jó, melyeknek ez a próbaideje kisebb 10 másodpercnél. Az elektrolízist 90 C°-os meleg sósavban végzik. Másrészt, *vas oldási kísérlettel* mérik az időegységben oldódó vas mennyiségét, ez mértéke annak a hatásosságnak, mellyel az ónbevonat védi az acélt. Minél kevesebb az oldódó vas mennyisége, annál megfelelőbb az ónozás minősége.

Az ónozott dobozok belsejének lakkozása

A konzervdobozok belsejének lakkozása kétféle célból szokásos. Először a töltetek bizonyos íz- és színtartóssága, másodszor kisebb ónbevonatsúlyú fehérlemezek használata érdekében.

Az első szempontból tapasztalat szerint 5,6 g/m² bevonat rendszerint megfelel, ha enyhén korrodáló töltetről van szó, bár néha 11,2 g/m² bevonat is szükséges. Erősen korrodáló töltetek részére leggyakrabban a 25, vagy 30 g/m² tűzión-ozású minőség használatos. A lakkréteg legmegfelelőbb, ha porozitás nélküli, amit több réteg felvitelével lehet elérni és tökéletes akkor, ha az utolsó réteget a már kész doboz bepermetezése útján viszik fel.

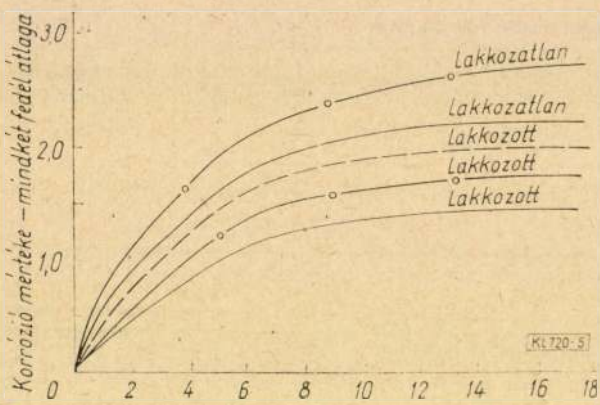
A második szempontból különbséget kell tenni aszerint, hogy a töltet hatásával szemben a vas védelme elektrolitikus jellegű-e, vagy a töltet közvetlen kémiai hatást gyakorol az ónra és ezúton csökkenti az ónbevonat vastagságát.

Elektrolitikus folyamatot indító töltethez a dobozpalástot nem szokás lakkozni a vas elektrolitikus védelme miatt s azért sem, hogy az ónionok inhibitor hatású vasvédelme érvényesülhessen. Ha ezek a védőhatások nem érvényesülhetnek az ónfelületek belakkozása miatt, akkor az ón és lakk rétegek egybeeső pórusain a doboz gyors kilyukadása következik be. A dobozok fedeleit 5,6 g/m² súlyú bevonattal bíró lemezből készítik és lakkozzák. Ezúton helyettesíthető a 25—30 g/m² ónbevonatú tűzión-ozású lemez. Ilyen töltetek leginkább a mérsékelten korrodáló csoportba tartozók, de az enyhén korrodálók között is van ilyen.

Az ónra közvetlen kémiai hatást gyakorló töltethez a doboz fedelének és palástjának belső felületét is lakkozott, kis ónbevonatsúlyú lemezből lehet készíteni. Ilyen töltetek a hal- és húskonzervek nagy része.

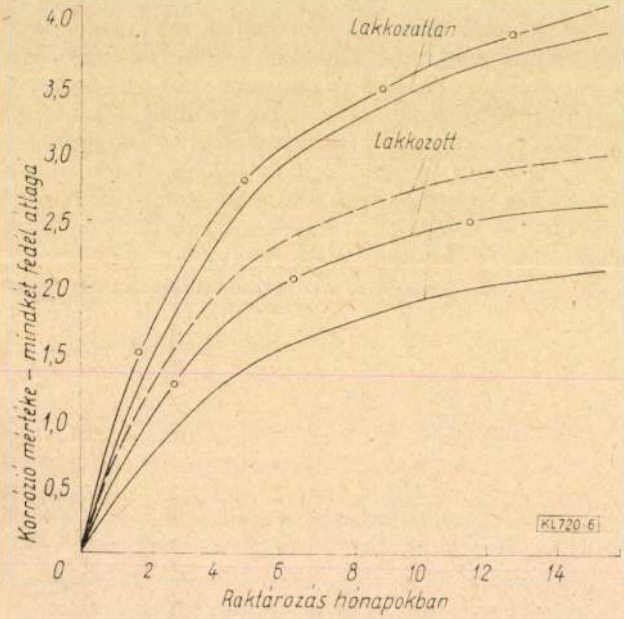
A lakkok kiválasztása

A lakkokat mindenegyes különleges célra külön kell kikísérletezni. Ez a munka még távolról sincs befejezve. Állandóan folyik a kutatás jobb



5. ábra. Konzervdobozok fedelének korróziója temperált raktározás folyamán

— — — 5,6 g/m² lemez ónbevonatsúly, — 0 — 11,2 g/m² lemez ónbevonatsúly, ——— 25,0 g/m² lemez ónbevonatsúly



6. ábra. Konzervdobozok fedelének korróziója tropikus raktározás folyamán

— — — 5,6 g/m² lemez ónbevonatsúly, — 0 — 11,2 g/m² lemez ónbevonatsúly, ——— 25,0 g/m² lemez ónbevonatsúly

minőségű lakkok előállítására. Az egyes lakkoknak a velük szemben támasztott különleges tulajdonságok mellett általánosságban flexibilisnek, megfelelően keménynek és jól tapadónak kell lenni. Részletes tárgyalásba bocsátkozni a jelen munka kereteit meghaladó feladat.

A dobozok külső korróziója

A dobozok külső felületének korróziója nagy mértékben a raktározási körülményektől függ. Rossz körülmények között a vastag ónbevonatú lemez is gyakran rozsdásodik, míg vékony ónbevonatú doboz is — megfelelő raktározás mellett — rozsdamentes maradhat.

Ha rozsdásodást okozó feltételek állanak fenn, akkor a rozsdásodás mindenféle vastagságú ónbevonat mellett bekövetkezik, de a rozsdásodás nagyobb mérvű a vékonyabb és kisebb mérvű a vastagabb ónbevonatsúlyú lemezeken.

Az *5.* és *6. ábra* egy kiterjedt kísérlet eredményét szemlélteti. A kísérletet 5,6, 11,2 és 25 g/m² súlyú ónbevonattal készült lemezekkel végezték. Az 5,6 g/m² minőségű ónbevonat csak lakkozva, a 11,2 és 25 g/m² minőségű lemezek lakkozva és lakkozatlanul kerültek kísérleti raktározásra temperált és tropikus körülmények között. Az ábrák a raktározási idő függvényében tüntetik fel a rozsdásodás mértékét. Látható, hogy a tropikus körülmények hatására a rozsdásodás sokkal nagyobb a temperáltnál. Az is látható, hogy az 5,6 g/m² minőségű lakkozott lemez rozsdásodása mindenkor kisebb a lakkozatlan, nagyobb ónbevonatsúlyú lemezekénél. A dobozok külső lakkozása tehát célravezető.

A dobozok kiválasztása

A dobozokat a különböző töltetek számára legcélszerűbben a fentiekben előadott elméleti szempontok figyelembevételével, de mindenkor kísérleti eredmények és gyakorlati tapasztalatok alapján választják ki. Erről *Hartwell* [2] a következőket mondja :

„Egy töltet számára a doboz kiválasztása az acél, az ónbevonatsúly és a lakkozás természetének megfontolásával kezdődik. Az a mód, ahogyan ezeket használjuk szorosan összefügg a gyártási eljárással. Az anyagok és a gyártási eljárás együttvéve határozzák meg azokat a szempontokat, amelyek fontosak a kész konzervdoboz viselkedésére és vannak esetek, amikor a követelményt nem lehet kielégíteni egyik módon sem.

Elvileg a konzervdobozok sikeres kiválasztása a töltet és a felhasználás követelményeinek az anyagjellemzőkkel való leggazdaságosabb összehangolása. Nincsen elméleti alap annak megítélésére, hogy mi szükséges ahhoz, hogy az összes feltételek a doboz leendő igénybevételét illetően ki legyenek elégítve. Kétségtelen, hogy az olcsóbb, korrózióállóbb és megfelelő erősségű konzervdobozok irányában számos technikai szempont megismerése alapján jelentős haladás történt, mégis a kísérlet és tapasztalat marad a főtényező egy adott célra szolgáló doboz kiválasztásában."

IRODALOM

[1] *Hedges, Ernest S.* : Tin and its Alloys 192—236. o. Kiadó : Edward Arnold LTD, London, 1960.

[2] *Hartwell, R. R.* : Choise of Containers for Various Products, 3rd Internationel Congress on canned foods, Rome-Parma 1956. 128—148. o. Kiadó : Comité International Permanent de la Conserve, Páris, 1957.

[3] *Lewis, W. R.* : The Use of Elektrolitic Tinplate, 3rd International Congress on canned foods, Rome-Parma 1956. 119—127. o. Kiadó : Comité International Permanent de la Conserve, Páris, 1957.

[4] *Liebmann, H.* : Internal Corrosion of Tinplate Containers, 3rd International Congress on Canned foods, Rome-Parma, 1956. 107—118. o. Kiadó : Comité International Permanent de la Conserve, Páris, 1957.

[5] Elektrolic Tinplate. A technical report on its uses in Industry, prepared with the assistance of The Metal Box Company LTD. Page 9. Kiadó : The Steel Company of wales LTD Carmarthen Road-Swansea-Glamorgan.

Általános rendeltetésű híradástechnikai fémanyagok és ellenálláshuzalok gyártásának fejlődése[1]

KRÉTAI JÓZSEF—GARAI LÁSZLÓ—KISS TIBOR okl. kohómérnökök

DK.: 621:39:669

A csepeli Fémmű félkészárutermelése 1960-ban 14%-kal emelkedett 1959. évihez képest, viszont finomkohászati félgyártmány termelése ugyanezen idő alatt 77%-kal növekedett. A fenti számadatokból megállapítható, hogy a Csepeli Fémmű termelésében a finomkohászati gyártmányok gyártásának fejlődése lényegesen nagyobbmérvű az összgyártás emelkedésénél.

Következőkben ama általános rendeltetésű híradástechnikai félkészgyártmányokban elért haladásról szólunk, amelyek voltaképpen a Fémmű hagyományos gyártmányait képezik és beszámolunk a fűtő és szabályozó ellenállásanyagok előállításában eddig elért eredményeinkről.

Elsősorban néhány példával szeretnénk ezen a téren végzett munkát jellemezni.

A mélyhúzásra kerülő lágy sárgaréz szalagok a híradástechnikai ipar részére szállított fontos gyártmányok. Az *1. táblázat* mutatja a szalagoknak szövetszerkezetére jellemző szemnagyságot, mely jelentős mértékben befolyásolja felhasználhatóságukat.

1. táblázat

Híradástechnikai anyagok szövetszerkezetének adatai

Névleges szemnagyság mm	Jellegzetes felhasználás
0,015	Könnyű alakítási művelet, alakítás után kiváló felület
0,025	Kismértékű húzás, igen jó felület
0,035	Közepes mélyhúzás, jó felület
0,050	Erős mélyhúzás, gyengén ripacsos felület
0,060 és ennél nagyobb	Húzás után durva, rücskös felület

A felhasználóink többször és jogosan kifogásolták a Csepel által szállított szalagok egyenlőtlen és durva szövetét. A nálunk szokásos tekercsben végzett hőkezelés a teljes szalaghossz egyenletes lágyulását nem biztosította. A jelenleg üzembehelyezés alatt álló[2], áthúzórendszerű lágyító kemencénkben az áthúzási sebesség 1—10 m/perc közt szabályozható és a lágyítási hőfok pontosan beállítható. Ez ennek a hibának kiküszöbölését biztosítani fogja. Az új berendezéssel a hőkezelt szalagok átlagos szemnagysága ± 5 μ-os határon belül biztosítható lesz.

Rugóanyagok

A híradástechnikai berendezések és készülékek fontos részét alkotják az alpakka vagy bronz *rugólemezből, szalagból, vagy huzalból* készített rugók, fogaskerekek és egyéb alkatrészek. E készülékek és berendezések jó működését és hosszú élettartalmát döntő mértékben az említett anyagok tulajdonságai szabják meg. Az általunk előállított 58% réz, 18% nikkel, maradék cink (Alp 58); 62% réz, 12% nikkel maradék cink összetételű (Alp 62) ötvözet, valamint az 5%-os óntartalmú Bz5 és 8% óntartalmú Bz8 bronz garantált mechanikai tulajdonságait a *2. és 3. táblázatok* tartalmazzák.

2. táblázat

Alpakka rugólemezek és szalagok szilárdsági adatai

Szilárdsági tulajdonságok	Alp 58		Alp 62
	rugókemény	különl. rugókem.	rugókemény
	kg/mm²		
σ_B min.	65	72	65
$\sigma_{0,02}$ min.....	47	56	43
HB min.	180	200	180

Az adatok az MSZ 765-52 és 12398-53 sz. szabványban találhatók.

3. táblázat

Bronz rugólemezek és szalagok szilárdsági adatai

Gyártmány	Ötv. jele	Keménységi fokozat	Szakítószil. σ_B, kg/mm² min.	Rugalm. határ, $\sigma_{0,02}$, kg/mm²	Keménység, HV, kg/mm² min
Lemez és szalag	Bz8	Rugókemény	72	52	200
		Különleges kemény	82	59	215
	Bz5	Rugókemény	65	45	190
		Különleges rugókemény	72	53	200
Huzal	Bz8	Rugókemény	85	60	—
	Bz5	Rugókemény	75	53	—

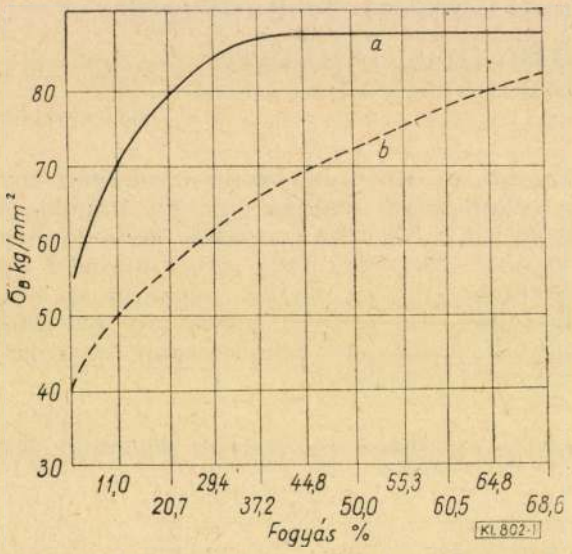
Az adatok az MSZ 762-52 és 12383—52 sz. szabványban találhatók.

A megfelelő szilárdsági tulajdonságokat a lágyított anyagnak megfelelő mértékű hidegalakításával biztosítják. Az alpakka rugókemény lemezek és szalagok előírt szilárdságát lágyítás után 40%-os, a különleges rugókemény minőségre előírtat pedig 50%-os fogyással érhetjük el. Figyelembe kell azonban venni a lágyított anyag szemnagyságát is. Az *1. ábra* mutatja, hogy azonos redukciók után a szemnagyság a mechanikai tulajdonságokat jelentősen befolyásolhatja.

E felismerés alapján a rugóanyagok mechanikai tulajdonságainak gyakran kifogásolt szórása miatt bevezettük a kész előtt méreten, lágyítás után az anyag szövetszerkezetét is figyelembe vevő gyártásközi ellenőrzését.

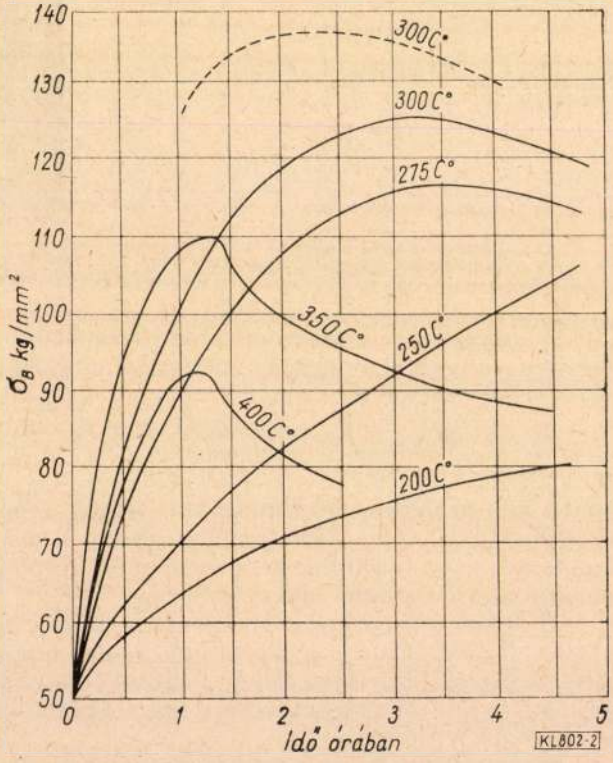
Megemlítjük, hogy kiterjedt vizsgálattal állapítottuk meg a Bz8 rudakon és huzalokon jelentkező repedések okát. Vizsgálataink szerint ez az

[1] 1961. máj. 9-én a Híradástechnikai Tudományos Egyesület és az OMBKE közös ankétján elhangzott előadás.
[2] 1961. év elején



1. ábra. Különböző szemnagyságú lágy Alp 58 lemez keményedési görbéje
a = 0,015 mm-es, b = 0,080 mm-es kiinduló szemnagyság

ötvözet felmelegedés közben bizonyos hőfokon rendkívül rideggé válik. Főleg nagy átmérőjű rudak húzása kelt a rúd keresztmetszetében az egyenlőtlen alakváltozás miatt nagy maradó feszültséget. Eddig a húzott rudakat lágyításkor gyorsan melegítettük fel, s ekkor a maradó feszültségek az előbb említett rideg hőfokközben repedéseket idéztek elő. Jelenleg olyan lágyítási móddal dolgozunk, mely a repedések kiküszöbölése érdekében — főleg a rideghőfok közben — megfelelő lassú felmelegedést biztosít.



2. ábra. Homogenizált és edzett Be-bronz szakítószilárdságának változása különböző megeresztési hőmérsékleten (Delmont, I. szerint)

Az eddigi rugóötvözetek választékának bővítésére bevezettük a berilliumbronz rugóanyagok (továbbiakban Be-bronz) gyártását.

Az előzőkben említett bronz és alpakka anyagok hideg alakításával értük el a rugóanyagokra előírt mechanikai értékeket. Viszont a Be-bronz jó mechanikai értékeit hőkezeléssel érjük el, mert *ez az ötvözet nemesíthető.*

A nemesítés menete a következő :

1. homogenizálás nagy hőmérsékleten,
2. gyorshűtés, edzés,
3. a metastabilis állapotban levő anyag kis hőmérsékleten való megeresztése megfelelő időtartammal.

A Be-bronz Be-tartalma 1,75—2,5% között mozog.

A réz szobahőmérsékleten 0,2%-nál kevesebb Be-ot old szilárd oldatként, míg 864 C°-on maximálisan 2,1%-ot. Lehűlés közben a Be, CuBe vegyület alakjában válik ki. Ez a kemény γ fázis teszi nemesíthetővé a Be-bronzot.

A Be-bronzot 780—800 C°-os homogenizálását követően vízben, vagy olajban edzzük. Az ötvözet edzett állapotban alakítható a legjobban. Ilyenkor

$$\sigma_B = 50 \text{ kg/mm}^2$$
$$\delta_{10} = 40\%$$

250—350 C°-os megeresztéskor a σ_B és a keménység emelkedik, a nyúlás viszont esik.

A *2. ábra* a megeresztésnek a Brinell-keménységre való hatását mutatja. Megállapíthatjuk, hogy a keménység maximumos görbe szerint változik, ezért fontos az, hogy mennyi ideig és milyen hőmérsékleten megy végbe a megeresztés.

A *4. táblázat* a különféle minőségű Be-Bz2 szalagok és huzalok szilárdsági és villamos vezetőképességi adatait tartalmazza.

4. táblázat

Különféle minőségű Be-Bz2 szalagok és huzalok szilárdsági és villamos vezetőképességi adatai

Gyártmány	Szakító szilárdság, kg/mm²	Nyúlás, 50 mm jeltáv, %	Vickers-keménység HV, kg/mm²	Vill. vez. kép. a rézben, %	Megjegyzés
BeBz2-E	42— 55	**35**	87—138	17	Edzés
BeBz2 ¼K	52— 62	10	130—180	16	780 C°-ról
BeBz2-½K	60— 70	5	170—220	15	Vízbehű-
BeBz2-K	70— 84	2	210—250	15	téssel
BeBz-En	110—120	8	320—350	22	Nemesítés
BeBz2-¼KN	115—125	3	330—370	22	315 C°-on
BeBz2-½KN	120—130	2	340—390	22	
BeBz2-KN	125—135	1	350—400	22	

A Be-bronz nagyon drága anyag, ezért csak azon a helyen célszerű felhasználni, ahol kedvező szilárdsági tulajdonságai azt indokolják.

A különböző rugóanyagok használatának és terhelési lehetőségének jellemzésére a *5. táblázatban* bemutatjuk a különböző réz ötvözetfajtákból készülő rugóanyagok felhasználásakor megengedhető terheléseket.

5. táblázat

Nyomó és lemezrugók megengedhető feszültségei (nikkelötvözetek)

Anyag	Rugalmassági és csúsztató rug. modulusz, kg/mm²	Igénybevétel módja	Megengedhető feszültség, kg/mm²	
			nyomórugó	lemezrugó
Monel	E = 18 000 G = 6700	Gyenge	35,0	43,5
		Közepes	28,5	35,5
		Erős	22,0	27,5
K-monel	E = 18 000 G = 7750	Gyenge	41,0	51,0
		Közepes	35,0	43,5
		Erős	25,4	31,5
Inconel	E = 21 500 G = 7750	Gyenge	41,0	51,0
		Közepes	35,0	43,5
		Erős	25,4	31,5
Nikkel	E = 21000 G = 7000	Gyenge	25,4	31,5
		Közepes	22,0	27,5
		Erős	19,0	23,5
80/20 NiCr	E = 22 000 G = 7750	Gyenge	42,5	53,0
		Közepes	36,5	45,5
		Erős	26,2	32,5

Megjegyzés. Hirtelen terhelésekkor a megengedhető feszültségek 50%-kal csökkentendők. A húzórugók megengedhető feszültsége a nyomórugók megadott értékeinek 67—75%-a.

Ellenállásanyagok

Az ellenállásanyagokat felhasználás szempontjából három csoportba oszthatjuk:

1. precíziós — és normál ellenállások,
2. előtét- és szabályozó ellenállások,
3. fűtő ellenállások.

Az ellenállásanyagokkal szemben villamos szempontból támasztott követelmény a nagy ellenállás és az ellenállás kis hőfokténye zője. Mivel ezeket a követelményeket a színfémek — mindenekelőtt nagy villamos ellenállási hőfokténye zőjük miatt — nem elégítik ki, ellenállásanyagként ötvözeteket használunk. Az ötvözetek közül olyanok jöhetnek számításba, melyek fő alkotói nagy olvadáspontú szilárd oldatot képező fémek. A fűtőellenállás anyagokkal szemben más követelmény is van, ez a hőállóság.

Fontos, hogy nagy hőmérsékleten is jól tapadó, oxigént átnemeresztő, nagy olvadáspontú védő oxidréteg keletkezzék, amely védi az anyagot a további oxidációtól.

Az ellenállások előállítására használt fontosabb ötvözet típusok a következők:

Rézalapú:

Cu-Ni (konstantán-cuniresist)

Cu-Mn (manganin, izabellin)

Vasalapú:

Fe-Si-Cr (sikroresist)

Fe-Cr-Al (kanthál—alkroresist)

Ni alapú:

Ni-Cr (cekas II-nikroresist 80)

Ni-Cr-Fe (cekas-nikroresist 60).

A felsorolt ötvözetek közül a rézalapú ötvözetek precíziós, előtét- és normál ellenállások előállítására szolgálnak. A vas- és nikkelalapú ötvözetek főbb felhasználási területe fűtőellenállások előállítása, de előtét ellenállásokat is készítenek belőle. A Csepeli Fémműben cuniresist (konstantán) ellenálláshuzal gyártása már több év óta folyik. Ez 45% Ni-, 55% Cu-tartalmú ötvözet, melynek 0,475 ± 2% ohm · mm²/m fajlagos ellenállása és 0,00002/C° hőfokténye zője van. A gyártmány minősége a hidrogénatmoszférás hőkezelő kemence üzembeállítása után felület szempontjából is megfelel a szabvány előírásainak.

A cuniresist nagy Ni tartalma miatt drága ötvözet, ezért igyekeztek más anyagokkal helyettesíteni.

Ilyen ötvözet a manganin. Ez 86% Cu-t, 12% Mn-t és 2% Ni-t tartalmaz. Fajlagos vill. ellenállása 0,43 ohm · mm²/m, hőfokténye zője 0,00001/C°, valamint az izabellin, melynek összetétele, 84% Cu, 13% Mn, 3% Al, fajlagos villamos ellenállás ténye zője 0,45 ohm · mm²/m, hőfokténye zője 0,00002/C°.

A manganin és izabellin huzal gyártási kísérletei is előrehaladott állapotban vannak. Különösen az olvasztás és öntés kíván gondos munkát, mivel az összetétel változása az elektromos tulajdonságok szórását okozza. Főképpen az izabellin, de a manganin is hajlamos gáz felvételére, ezért az olvasztást célszerű vákuumkemencében végezni. A melegalakítás hőfokát is pontosan be kell tartani, mert elég szűk hőfokközben alakítható az anyag.

A Ni-Cr-Fe ötvözet és Ni-Cr típusú fűtőellenállásanyagok gyártási kísérletei is eredményre vezettek. Kb. 400 kg saját gyártású fűtőspirált építettünk már be a Fémmű elektromos kemencéibe, s azok viselkedését figyelemmel kísérjük.

A Ni-Cr-Fe ötvözet, mint fő alkotót 63% Ni-t, 15% Cr-t és 27% Fe-t, a Ni-Cr ötvözet pedig 80% Ni-t és 20% Cr-t tartalmaz. Az újabb vizsgálatok azonban megállapították azt, hogy különböző adalékanyagokkal (Ca-mal, valamint ritka földfémekkel) az ötvözet hőállósága többszörösére növelhető. A vákuumkemencében az olvasztás kisebb C-tartalmat, valamint kevesebb oxidzárványt ad, ami ugyancsak kedvezően befolyásolja az anyag hőállóságát. Szemcsefinomítók adagolásával az alakítás során kedvezőbb szövetszerkezetet hozunk létre. Azonban a melegalakítás hőfokának pontos betartása itt is elengedhetetlenül fontos. A hidegalakítás vagy hengerlés, vagy húzás. Húzáskor lényeges a felület tökéletes tisztítása, mert a huzal felületén levő oxid a húzást nagyon megnehezíti, sőt lehetetlenné is teszi.

Az ötvözetben levő Cr oxidálódik elsősorban. Ez a krómoxid erősen állandó vegyület, melyet sem a hidrogénatmoszféra nem redukál, sem a kénsav, vagy sósav nem old. Ezért a reve eltávolítására különleges eljáráshoz kellett folyamodni. Ez abból áll, hogy a huzalt 500 C°-os NaOH olvadékba, majd $H_2SO_4 + NaNO_3 + NaCl$-tartalmú pácoldatba mártjuk, miáltal tökéletes tiszta felületet nyerünk. Az eljárást csak laboratóriumi méretekben próbáltuk ki, üzemi kísérletünk kivitelezése folyamatban van. A húzáshoz használt kenőanyag kiválasztása is körültekintést kíván. A nagy felületi nyomás miatt nagy viszkozitású, jó kenőképességű anyagra van szükség, amely azonban a fellépő nagyobb hőmérsékleten sem veszti el kenőképességét, de a húzás befejeztével a huzal felületéről könnyen eltávolítható. Jelenleg szappanport használunk erre a célra, de jobb kenőanyagra fogunk áttérni.

A vizsgálatok meggyorsítása és tökéletesítése érdekében gyorsított élettartam vizsgáló berende-

6. táblázat

Pont- és varrathegesztéshez alkalmas elektródák néhány jellemző adata

	Összetétel %					Hővezető képesség 20 C°-on	Villamosvezető képesség		Brinell-keménység HB	
	Cd	Ag	Be	Co	Cu		S	%	kemény állapotban	500 C°-os 5 órás hőntartás után
Kadel	1,5	—	—	—	Marad-	0,74	42	68—72	130	55
Argel	—	5,5	—	—	dék	0,78	48	78—85	130	80
Kobel	—	—	0,4	2,6		0,50	30	45—48	—	—
Kobargel	—	1,0	0,4	1,6		0,52	30	43—52	180	160
Réz.....	—	—	—	—	—	0,81	58	100	90	45

zést készítettünk. Ezzel 2 percig fűtjük, 2 percig hűlni hagyjuk a 0,8 mm-es ∅-jű próbadarabokat. Az élettartamot az elégésig eltelt idő jellemzi. A vizsgálati idő így 50—100 órára csökkent le és az élettartam jellemzésére számszerű adatot kapunk. Ezáltal lehetővé vált különböző eredetű és összetételű anyag összehasonlító vizsgálata is, ami a minősítés szempontjából nagyon fontos.

Az elmúlt időszakban szerzett gyártási tapasztalatok alapján további kísérleteket kívánunk végezni a minőség javítása, valamint a gyártási eljárás tökéletesítése érdekében, hogy amikorra a Csepeli Fémműben a fűtőellenálláshuzal üzemszerű gyártása megindulhat, a külföldi anyagokhoz hasonló minőséget biztosíthassunk.

Elektródaanyag

Végezetül még egy témáról számolunk be. A hazai ipar pont- és varrathegesztéshez elektródaanyagként vörösrezet használ, ami a követelményeknek nem mindenben felel meg. Az elektródaanyagtól megköveteljük, hogy meglehetősen nagy hővezetőképessége, lehetőleg kis villamosellenállása és minél nagyobb keménysége legyen.

Az első két feltételt a tiszta réz elégíti ki legjobban, nincs azonban elegendő keménysége. Kísérleteket folytattunk olyan ötvözettípusok előállítására, melyek a pont- és varrathegesztés követelményeinek a keményrehúzott réznél jobban megfelelnek. Kísérleteink során több ötvözettípus tulajdonságát vizsgáltuk meg és olyan eljárásokat dolgoztunk ki, amelyek az anyag lehető legnagyobb keménységét és legnagyobb villamos vezetőképességét biztosítják. Kidolgozott ötvözeteink néhány jellemző adatát az *6. táblázatban* ismertetjük.

A táblázatból a hegesztési körülmények figyelembevételével a legalkalmasabb ötvözettípus kiválasztható.

Megemlítjük még, hogy az itt leírt ötvözettípusok jól felhasználhatók olyan helyeken is, ahol tartósabb ideig nagy hőmérsékleten kell az anyagnak dolgozni és megfelelő szilárdsággal kell rendelkeznie. Az ötvözetek felhasználásának köre még jelentősen kibővíthető.

Műszaki és gazdasági hírek

A norvégiai Narvik kikötő forgalma állandóan nő, néhány éven belül eléri a maximális kapacitást, azaz 15 *millió t/év érc* behajózását. Luleai kikötő építése teljes erővel folyik, behajózó képessége 8 millió t/év svéd érc lesz.

Montan, 1961. 6. 10-ei sz.

Finnország a Szovjetunióból rendelt egy évi 350 000 t teljesítőképességű *nagyolvasztó művet*, a hozzátartozó ércelőkészítő és zsugorítóművel együtt. A szállítások 1962. év elején kezdődnek.

St. u. E. 1961. 12. sz.

Japán 1960-ban 22 millió t *folyékony acélt* és 15,7 millió t *hengerelt acélt* termelt.

Montan, 1961. 6. 24.

Románia részére az Innocenti cég *hegesztett csőgyárat* épít.

Metal Bulletin 1961. 6. 23.

Franciaországban 1960-ban 66 millió t *vasércet* bányásztak.

St. u. E. 1960. 11. sz.

NSZK-ban Brandenburgban 1963-ban egy 300 millió m³-es gáztároló kerül üzembe. A gáztárolóba nyáron át nagy nyomással juttatják a gázt s télen át a középnémetországi ellátó távhálózatba juttatják.

St. u. E. 1961. 13. sz.

Kapitalista *kobaltfém termelés* t-ban

	1957	1958	1959	1960[1]
Katanga	8 115	6 501	8 503	8 240
Észak-Rhodezia .	1 421	1 521	2 152	1 749
NSZK	982	1 106	1 470	1 488
Kanada[2]	2 044	1 461	1 365	1 560
Marokko	423	926	1 262	1 338
USA	1 496	1 823	1 179	803
Egyéb ország[3] ...	81	44	34	35
Összesen ...	14 562	13 382	15 965	15 213

[1] „Cobalt" folyóirat szerint kiegészítve.
[2] Az angol termelést is tartalmazza.
[3] Becslés alapján.

Metall, 1961. 7. sz.

Lengyelország délkeleti részén 1959-ben 455 millió m³ *földgázt* termeltek. A termelést 1965-ig évi 980 millió N/m³-re szándékoznak növelni. A földgáz elosztását egy 1600 km hosszú vezeték végzi.

St. u. E. 1961. 13. sz.

Bulgária *színesfémlelőhelyek* szempontjából Európában a harmadik helyen áll. 1958-ban 2,4 millió t ólom- és horganyércet és több mint 1 millió t rézércet bányásztak. 1965-re az ólom és horganyérc termelés 4,5 millió, a rézérc termelés 6 millió t-t fog elérni.

Comtel Reuter 1961. 6. 27.

Urkuti karbonátos Mn-érc vagyonunk hasznosítása

PILTER PÁL

DK.: 622.341.2(234.373.1):669.743.001.4

A jelenlegi geológiai ismereteink szerint az ércvagyon Urkuton 4 millió t oxidos és 36 millió t karbonátos-szilikátos jellegű Mn-ércből áll. Az utóbbi jellemző összetételét az *1. táblázat* mutatja.

1. táblázat

Az urkuti karbonátos Mn-érc jellemző összetétele

Nedvesség	= 12—14%	CaO	= 3— 4%
Fe	= 9—10%	MgO	= 2— 3%
Mn	= 17—19%	P	= 0,35—0,45%
SiO_2	= 18—20%	CO_2	= 15— 17%
Al_2O_3	= 2— 3%		

Az említett ércvagyon lehetővé tenné nagyobb mennyiségű karbonátos Mn-érc kitermelését is, azonban a kis Mn-tartalmú nyersvasgyártásra megkezdett fokozatos áttérés miatt nagyolvasztóink mind kevesebb Mn-ércet fogyasztanak.

A karbonátos Mn-érc nagy SiO_2- és P-tartalma, valamint kis Mn/Fe aránya miatt nem lehet belőle közvetlenül szabványos összetételű ferromangánt gyártani.

A kérdés bonyolultsága miatt az 1. nyersvasgyártó konferencia határozata alapján *Czecze László* iparigazgató vezetésével egy munkacsoport alakult, amely a megoldás keresésében több úton indult el és végzett tanulságos laboratóriumi, illetőleg üzemi kísérleteket.

1957-ben az első kísérletet dr. *Horváth Zoltán* egyetemi tanár irányításával a Dunai Vasmű 400 mm átmérőjű kupolójában hajtották végre. A hőmérséklet növelése érdekében a forrószél oxigén-tartalmát 26—28%-ra növelték. Az olvasztást pirit és szóda hozzáadásával végezték abból az elgondolásból, hogy a Mn-t P szegény kéneskő alakjában választják el a vastól és a salakalkotóktól. Az ezirányú két kísérlet nem hozta meg a várt eredményt, mert a kupolóban nem lehetett biztosítani a kívánt hőmérsékletet, többletkoksz és oxigén adagolásával sem. Ezt követően a 3-ts villamos-ívkemencében lefolytatott kísérlet sem járt sikerrel. Bár a megömlesztett termék forró volt és hígan folyt, a várt fajsúly szerinti salak, fém és kéneskő elkülönülés határozott jelleggel nem következett be.

1958. április hóban dr. *Nahoczky Alfonz* javaslatára tűzi úton további kísérleteket végeztek a Metallokémia nagytétényi telepén az egyik 1 m^2 keresztmetszetű fémkohászati aknáskemencében. Az olvasztás célja Mn dús kéneskő előállítása volt pirit és gipsz adagolással 12, ill. 18% koksz felhasználásával. Feltehetően a kis hőmérséklet miatt a Mn nagyrészt a salakban maradt, s a kéneskőbe igen kevés ment át.

1958. július hóban a Fémtermia vállalat dorogi elektromos kemencéjében végeztek további kísérleteket *Wieder Nándor* vezetésével. A kísérlet két irányban folyt le. Az egyik elgondolás célja az volt, hogy a korábban kupoló- és fémkohászati aknáskemencékben elvégzett olvasztásokhoz hasonlóan a Mn-t kis P-tartalommal kénpótlékkal kéneskő alakjában kinyerjék. A másik út volt savanyú salakvezetéssel az érc Mn-tartalmát a salakba vinni, amikor is a P a nyersvasba kerül. A kénező olvasztáshoz kvarcitot használtak. A kénező olvasztás során a salak megengedhetetlenül sok Mn-t vitt magával. A savanyú salakvezetéssel egynéhányszor a salak MnO-tartalma elérte ugyan a 20—23%-ot, 0,04—0,06% P-tartalom mellett, — ami a továbbfeldolgozás céljából P tekintetében már kielégítő volna —, de a salak MnO-tartalma igen kicsi volt.

A kísérleteket a továbbiakban *dr. Visnyovszky László* irányításával a Vasipari Kutató Intézet végezte 10 kW-os egyfázisú elektromos kemencében két lépcsős eljárással, abból a célból, hogy szilikomangánt állítsanak elő. A hozaganyag nélküli olvasztás eredményét a *2. táblázat* mutatja.

2. táblázat

Nyersvas- és salakösszetétel az urkuti karbonátos Mn-érc villamos kemencés olvasztásakor

Nyersvas összetétel:		*Salak összetétel:*	
C	= 4,72%	MnO	= 38,6%
Mn	= 2,24%	SiO_2	= 32,5%
Si	= 0,01%	Al_2O_3	= 5,8%
P	= 3,20%	FeO	= 3,6%
		P_2O_5	= 0,015%
		CaO	= 8,7%
		MgO	= 6,8%

A vasnak 66%-a redukálódott és a Mn-nak 98%-a salakult el. Mivel az érc Fe-tartalma kevés, 1 t ércből csak 57—58 kg nyersvas képződött. A Mn dús salak 1 t nyersvasra 12—13 t volt. Gazdasági okok miatt a betét Fe-tartalmát 20% krivojrogi érc hozzáadásával növeltük. Ekkor a vasnak 87%-a redukálódott, a Mn-nek pedig 99%-a salakult el, a salak MnO-tartalma pedig 35—36 százalékra rugott.

Ezután az Intézetben a kísérleteket 120 kW-os háromfázisú villamos kemencében végezték urkuti karbonátos mangán- és krivojrogi vasércpelletekkel. A vasmennyiség növelésére az elegybe még 17% vasforgácsot is adagoltak. A termékek összetételét a *3. táblázat* mutatja.

3. táblázat

Nyersvas- és salakösszetétel az urkuti karbonátos Mn-érc villamos kemencében, krivojrogi vasérc és vasforgács hozzáadásával végzett olvasztásakor

Nyersvas:		*Salak:*	
C	= 2,78%	MnO	= 37,75%
Si	= 0,06%	FeO	= 6,22%
Mn	= 0,63%	SiO_2	= 36,17%
P	= 0,74%	CaO	= 8,96%
S	= 0,13%	MgO	= 5,20%
		Al_2O_3	= 5,36%
		P	= 0,011%

A salakmennyiség 1620 kg/t nyersvas volt, a Mn elsalakulás 98%. A salakból gyártott szilikomangán összetételét a *4. táblázat* adja.

4. táblázat

A kétlépcsős eljárással gyártott szilikomangán összetétele

C	= 2,36%	P	= 0,08%
Mn	= 66,81%	S	= 0,02%
Si	= 14,65%		

A Mn-kihozatal a szilikomangán gyártásból 64%, az elgőzölgési veszteség 10% volt. 1 t Mn dús salakból 250 kg szilikomangánt gyártottak. A végsalak mennyisége 2700 kg/t szilikomangán volt. A számítások és az azokat igazoló kísérlet eredményei szerint 1 t fenti összetételű szilikomangán gyártásához mintegy 5 t urkuti karbonátos Mn-ércet használtak fel.

A Vasipari Kutató Intézet munkatársai, *dr. Visnyovszky László* és *Holló Tiborné* más úton is végeztek kísérleteket az urkuti karbonátos Mn-érc feldolgozására, mégpedig nitrózus gázos kezeléssel. Az eljárás munkafázisai: pelletezés, oxidáló pörkölés, nitrózus gázos kezelés és vizes lúgzás. Ezzel az eljárással a péti, szabadba távozó nitrózus gázok felhasználásával 20 000 t/év karbonátos Mn-ércet lehetne feldolgozni 2000 t Mn-t tartalmazó Fe és P mentes mangánoxidra. A Mn-kihozatal 60—70 százalékos volt. A kinyert mangánoxid bármely Mn-termék előállítására alkalmas. Az üzemi véggázzal Péten végzett kisüzemi kísérletek is igazolták a laboratóriumi eredményeket.

Forbáth Róbert és társai laboratóriumi méretekben, ammónkarbamátos eljárással hidrometallurgiai úton további kísérleteket végeztek. Az érc pörkölése majd a MnO lúgzása útján ammónkarbamátos oldatból tiszta $MnCO_3$-at lehet előállítani. Kétlépcsős lúgzással 80%-os kihozatalt értek el. A kapott termék összetételét az *5. táblázatból* láthatjuk.

5. táblázat

Az ammóniumkarbamátos eljárással nyert termék összetétele

Mn	= 44,98%	CaO	= 0,06%
Fe	= 0,46%	MgO	= 0,85%
P	= 0,09%	CO_2	= 32,72%
S	= 0,05%	Izz. veszt.	= 4,08%

A javaslat szerint a lúgzási meddő mágneses dúsítás után a zsugorító üzemben kerülne feldolgozásra.

A második lúgzó eljárás *dr. Horváth Zoltán* javaslata alapján került kidolgozásra. Az eljárás lényege, hogy a karbonátos Mn-ércet híg H_2SO_4-ben oldják és az oldatból a Mn-t kamragáz átvezetésével csapják ki karbonát, ill. hidroxid alakban. A Mn-csapadékot 800-850 C° hőmérsékleten oxidáló atmoszférában pörkölve, a végtermék összetételét a *6. táblázat* mutatja.

6. táblázat

H_2SO_4 oldással és kamragáz kicsapással nyert csapadék összetétele oxidáló pörkölés után

Mn	= 69%	CaO	= 2,68%
Fe	= 1,2%	Össz. S	= 0,37%
SiO_2	= 0,42%	P	= 1,33%

A pörkölés, amint az összetételből megállapítható, laboratóriumi készülékben nem volt megfelelően keresztülvihető. Üzemi pörköléssel az S-tartalom jelentős csökkenése várható. A P-tartalom mésztejes kezeléssel oly mértékben csökkenthető, hogy a végtermékben csak nyomokban marad. A Mn-kihozatal a lúgzáskor 75%, a kiégetéskor 100 %volt.

Pőcze László és társai a karbonátos Mn-érc szulfatizáló pörkölését és az ezt követő vizes lúgzását javasolták, amikor is a Mn-t $MnSO_4$ alakjában oldatba viszik. A $MnSO_4$ oldatból a keresletnek megfelelően kristályos $MnSO_4$, kristályos $MnCO_3$, MnO, nagytisztaságú MnO_2 és elektrolit Mn állítható elő. A Mn-kihozatal 4 laboratóriumi kísérlet átlagában 75% volt.

A laboratóriumi kísérletek alapján kialakított eljárást nagyobb mértékben is megismételték. Mintegy 20—25 kg-os adagokban összesen 448 kg-nyi ércet kézi hajtású forgódobos kemencében szulfatizáltak 65%-os pirit-felhasználással. A pörköléket 350 literes lúgzótartályban légkavarás mellett vízzel lúgozták. Az oldatból p_H = 9,5—10,0 mellett levegő átbuborékoltatása közben technikai tisztaságú ammóniumhidroxiddal mangánhidroxid csapadékot választottak le, majd a csapadékot kiszárították. Az ammóniát az oldatból égetett meszes kezeléssel reagáltatták.

A kísérlet főbb adatai:

Mn-kihozatal a lúgzásig, átlagban	73,8%
Mn-kihozatal a csapadék leválasztáskor, átlagban	99,4%
Mn-kihozatal nyers érctől végtermékig, átlagban	73,4%
A végtermék Mn-tartalma	59,2%
Ammóniavisszanyerés hatásfoka, átlagban	94,0%

A lúgzási maradvány 22,75% SiO_2 mellett 36,20% Fe-t is tartalmaz és így esetleg annak felhasználása az érczsugorítóműben megfontolásra érdemes.

Az elmondottakból látható, hogy az urkuti karbonátos Mn-érc feldolgozására értékes Mn-termékké eddig 11 kísérlet folyt. Megállapíthatjuk, hogy tüzi úton csak a Vasipari Kutató Intézet által elvégzett savanyú olvasztás, s ezt követően a Mn-dús salakból a szilikomangán gyártás volt eredményes. A kétlépcsős eljárás, kihozatali veszteségei, valamint nagy elektromos energia igénye miatt nem látszik nagyüzemre járható útnak. A hidrometallurgiai ejárások célszerűbbeknek ígérkeznek.

A süllyesztékes kovácsolás termékenységének növelése kovácshengerrel

TERÉNY ALADÁR

DK.: 338.011:621.975

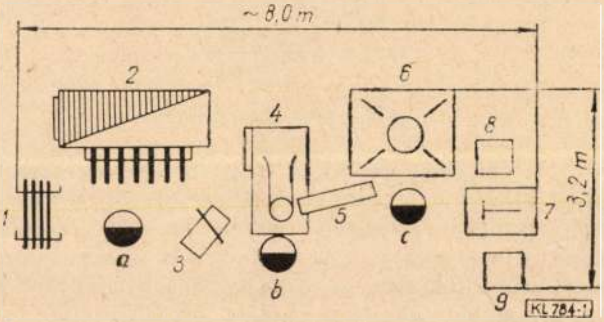
A VII. Pártkongresszus határozata értelmében a kovácsiparban is be kell vezetni a legmesszebbmenő anyagtakarékosság mellett a termékenységnövelést, a minőség javítást és az önköltség csökkentését.

Népgazdaságunk és azon belül gépiparunk fejlődése ez irányelveket már a VII. pártkongresszus előtt is felszínre hozta és kovács szakembereink a hazai adottságok kihasználásával az utóbbi években igyekeztek is azoknak eleget tenni.

Ismeretes, hogy a hazai süllyesztékes géppark alig alkalmas a korszerű, egy melegből, többüregű süllyesztékes kovácsolásra. A kalapácsok nem rugalmasak, külön kalapácsvezető szükséges, az előüregekben alakító kovács és a kalapácsvezető tökéletes együttműködése alig képzelhető el. Az üzemeinkben levő kalapácsaink legnagyobb része ugyanis még az idejétmúlt együregű, legalább két hevítést kívánó kovácsoló eljárás maradványa. Ennek az eljárásnak hátrányai közismertek : költséges és lassú az előalakítás, nagy a hőfelhasználás, a szekundér meleg miatt a félkész darab revésen kerül a költséges készüregbe, a reve koptató hatása az üreg mérettartósságát csökkenti, a darab felülete nem lesz tiszta, mert a reve az alakos félkész darabról nem távolítható el maradéktalanul.

Az egy meleges, többüregű kovácsoláskor az előüregek jelentékeny alakító hatása következtében a darabról a reve gyakorlatilag tökéletesen lepereg, s mivel a darab előalakítás után ugyanazzal a meleggel kerül a készrekovácsoló üregbe — tehát újabb revét nem kap — a felülete tiszta lesz. A kész üreg mérettartóssága is nő, mert elmarad a reve koptató hatása. A többüregű kovácsolás ezenfelül a régi együregű kovácsolással szemben lényegesen termékenyebb is, mert az elő- és készrealakítás megfelelő üregekben folyamatos, míg az együregű eljárásban az előalak kovácsolása a dolgozó szubjektív érzékétől, illetve nagyrészt szemmértékétől függ. Szovjetuniói tanulmányutakon győződtünk meg arról, hogy az Erie-típusú gőz-lég kalapácsokon a többüregű süllyesztékes kovácsolás miért oly termékeny. Ott láttuk, hogy az ilyen típusú kalapácsnak nincs külön kalapácsvezetője, a medve a szerszám fölött állandóan lengő mozgásban van és maga az alakító kovács könnyen tudja lábpedáljának gyengébb vagy erősebb lenyomásával a kisebb előalakító vagy a nagyobb készreverő ütéseket vezérelni. Természetesen az ilyen kalapácshoz mind a szükséges elő-, mind a készrealakító üregek egy közös süllyesztéktömbben vannak kiképezve és a gépcsoporthoz a hevítőberendezésen kívül csupán a sorjázóprés tartozik (melegsorjázás).

Mivel kalapácsainknak nincs ilyen tulajdonsága, viszont a korszerű, többüregű kovácsolás bevezetése halasztást már nem tűrt, átmeneti megoldásként több műben bevezettük a *szinkron többüregű süllyesztékes kovácsolást*. Ennek lényege az, hogy a szapora — váltakozó ütőerőt kívánó — előalakító üregeket egy lábpedállal rugalmasan vezérelhető külön motoros légkalapácsba helyeztük el, és a régi típusú süllyesztékes kalapácsba csak a kész vagy legfeljebb ezenkívül a — váltakozó erejű ütéseket nem kívánó — süllyesztéket építettük be. Bár ehhez a megoldáshoz egy fővel több dolgozó szükséges mint az Erie-kalapácshoz, mégis indokolt a használata, mert egyrészt alkalmassá tettük meglevő berendezéseinket a korszerűbb eljárásra, másrészt — bár a létszám nagyobb — mégis többszörösére emeltük a gépcsoport termelését. Nem elhanyagolható az sem, hogy a gyártmány minősége és önköltsége lényegesen javult. Ilyen szinkron süllyesztékes kovácsoló gépcsoport elrendezését mutatja az *1. ábra*. Az anyagtároló

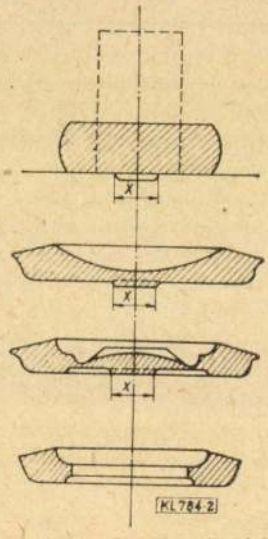


1. ábra. Szinkron süllyesztékes kovácsoló gépcsoport

állványról a nyersanyag a *2* kemencébe kerül, abból a *3* asztalra, majd a *4* kalapácshoz. Az *5* anyagcsúszdán át készre verés végett a *6* kalapács alá, onnan pedig a *7* sorjázó préshez kerül. A kész darab a *8* ládába, a sorja a *9* ládába kerül.

Gépiparunk minőségi igényei szükségessé tették a pontos kovácsolás bevezetését. Ezért megkezdtük egyelőre négy *Maxima-sajtón* a sajtolásos, süllyesztékes kovácsolást. Ez az új eljárás szakembereink számára újabb próbakövet is jelent, mert a *sajtoló kovácsolás* és a *kalapácsos kovácsolás* üregezésének szabályai lényegesen eltérnek egymástól. A kalapácsos kovácsoláskor az üreg legmélyebb helyei a nagy (4—7 m/s) sebességű ütések folytán, jól szökő anyaggal nagyobb nehézség nélkül az ütések irányában kitöltődnek, csupán a helyes anyagelosztásra kell figyelemmel lenni, hogy minél kevesebb legyen a sorjaképződés. A sajtoló-kovácsolás lassúbb (1—1,5 m/s) nyomása folytán szökő hatása erősen csökken, az anyag igyekszik a nyomás irányára merőlegesen kitérni, szétfolyni. Ennek következménye, hogy nagyobb része sorjába fut, mielőtt még az üreg mély részeit tökéletesen kitöltötte volna. Ha pl. kalapácsos kovácsoláshoz tervezett süllyesztékkel kísérelnénk meg a sajtoló kovácsolást, úgy a sorjamennyiség erős növekedése mellett a kész munkadarab hiányos maradna. Zömítéssel gyárt-

ható pl. fogaskerék, (tárcsához hasonló alakú) darabok előüregeit a sajtoló kovácsoláshoz úgy kell megszerkeszteni, hogy a kész darabhoz szükséges anyagmennyiség a megfelelő helyen elegendő vastagság, illetve magasság mérettel már rendelkezésre álljon s így a készüreget könnyen kitölthesse, mielőtt még a megengedettnél több anyag a sorjában kifutna *(2. ábra)*.



2. ábra. Tányérfogaskerék sajtoló kovácsolása

A Maxima-sajtón a sajtoló kovácsolásnak nagy előnye a megszabott löket folytán jól tartható pontos vastagsági méret, az alsó és felső kilökők használata, ami a gyártás sebességét nagy mértékben fokozza, miután a kilökők a darabnak az üregekbe való beragadását kiküszöbölik. Továbbá zárt üregből a folyatásos sajtolás lehetősége, melynek iskolapéldája a motorszelep sajtolása. További előny a kovácsolás automatizálásának lehetősége (a lökettel szinkron működő gépujjak segítségével). Végül kézi adagoláshoz kevésbé tanult sajtoló személyzet beállítása, mert a dolgozónak csupán üregből üregbe kell a darabot áthelyeznie, amihez külön szakmai képesítés nem szükséges.

A Maxima-sajtók hátrányára kell írnunk azok magas beszerzési költségét, a költségesebb, pontosabb szerszámok gondosabb szerelését és beállítását. Ezt sohasem a gépen dolgozó végezze, hanem e célra külön szakszemélyzetet kell nevelni. További hátrányuk, hogy revementes nyersanyagot kívánnak, mert egyes zömítéses eljáráson kívül e sajtóknál nincs alkalom a reve eltávolítására. Végül megemlíthető, hogy a kalapácsok nyújtó és üregtöltő hatásuk folytán univerzálisabb gépek, mint a süllyesztékes kovácssajtók. E hátrányukkal is a Maxima-sajtók a korszerű, pontos kovácsolás gépeit képviselik. A Maxima-sajtók univerzális használatát csökkenti az a tény, hogy megszabott (fix) löketük és aránylag lassú járatuk miatt hosszabb darabok anyagelosztó-nyújtó előalakításához — tehát egy gépen hosszalakú daraboknak többüregű kovácsolásához — nem alkalmasak. Az általános használatuk kiterjesztése céljából ilyen darabok gyártásakor a prés mellé segédgépet, pl. gyorsjáratú motoros légkalapácsot, vagy kovácshengert kell beállítani. Az előbbi lefékezné a Maxima-sajtó nagy teljesítőképességét, mert az anyagelosztó, nyújtó előalakítás rendszerint sokkal több időt vesz igénybe, mint a készresajtolás. A kovácshenger — mint a továbbiakban látni fogjuk — e célra sokkal alkalmasabb, mert alakító munkája rövidebb ideig tart s így a Maxima-sajtó termékenysége jól kihasználható.

Felmerül ezekután az a kérdés, hogy mikor célszerű és gazdaságos gépcsoportunkat motoros légkalapáccsal és mikor kovácshengerrel termékenyebbé tenni? Ennek mérlegeléséhez a következők adnak támpontokat :

A motoros légkalapácsba beépítendő (előüregeket tartalmazó) süllyesztékpár önköltsége átlag a fele-kétharmada a kovácshenger szegmenses szerszámai önköltségének. A beállítási idők kb. azonosak. A kovácshengerrel az alakítás sebessége azonban a motoros légkalapáccsal szemben annak 4—5-szöröse. Továbbá az alakításkor kovácshengerrel tökéletesebb az anyagelosztás, kevesebb a sorja és 2—8%-os féltermék megtakarítás is elérhető a kalapácsos előalakítással szemben. A korszerű kovácshenger lényeges előnye még az, hogy ellentétben a motoros légkalapáccsal, nem helyhez kötött, kisebb típusok saját kerekükön elguríthatók, nagyobb egységei pedig a műhelydaruval szükség szerint egy másik gépcsoporthoz áthelyezhetők. Így pl. a Maxima-sajtókkal felszerelt süllyesztékes kovácsüzemben elegendő minden második gépcsoport részére egy-egy kovácshenger biztosítása, azok univerzális használatának növelésére. Ugyanis a Maxima-sajtók gyártási programjának jó részét előalakítást nem kívánó, zömítéssel, vagy folyatásos sajtolással gyártható darabok képezik, s a kovácshengerre csak ott és akkor van szükség, amikor nyújtó-anyagelosztó előalakítást kívánó, hosszú alakú darabok gyártásáról van szó. A hordozható kovácshengerek így váltakozva bármelyik Maxima-sajtóhoz beállíthatók, szemben a motoros légkalapácsokkal, melyek alapozásuk miatt helyhez kötöttek. Ha fentieket még azzal egészítem ki, hogy a kovácshenger beszerzési költsége egy azonos nagyságot jelentő, lealapozott motoros légkalapács beruházási költségeinek átlag 3—4-szerese, akkor világosan látható, hogy a két géptípus közti választást a felsorolt tényezők szem előtt tartásával elvégzendő gazdaságossági számítás dönti el.

Hazai süllyesztékes kovácsüzemeink néhány ócska, rozsdás és már jórészt kiselejtezett kovácshengeren kívül korszerű, ilyen géptípussal nem rendelkeznek. A gépcsoportok kiegészítése, valamint a korszerű termékeny többüregű kovácsolás további fejlesztése érdekében szükséges, hogy szakembereink hasznos géptípus korszerű kivitelével és használatával behatóbban megismerkedjenek.

A korszerű kovácshengertől alábbi tulajdonságokat kívánjuk meg :

1. Könnyű és biztonságos munkamenet mellett nagy hengerlési sebesség. A gép minden teljes vagy félfordulaton automatikusan álljon le és

újabb pedálnyomáskor végezze a következő teljes vagy fél fordulatot.

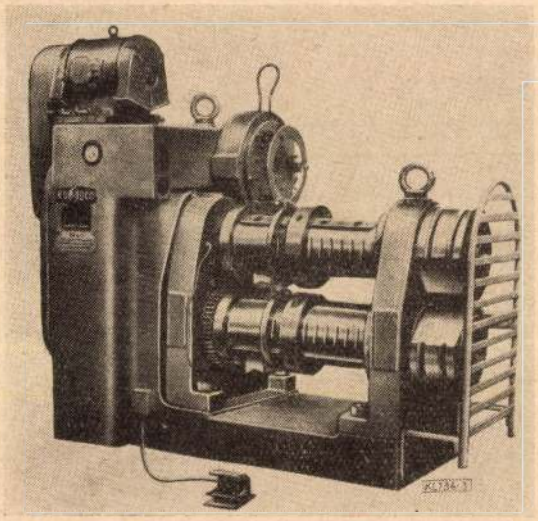
2. A hengerek távolsága könnyen legyen beállítható, anélkül, hogy a hengereket meghajtó fogaskerékpár foghézaga ezzel változna.

3. A hengerek tengelyirányban is könnyen állíthatók legyenek, hogy a szegmenspár üregei pontos fedésbe legyenek hozhatók.

4. Minden szegmensüreg mögött szabályozhatóan elhelyezkedő vezetékek és ütközők legyenek beépíthetők.

5. Fél szegmensnél hosszabb darabok hengerlésének lehetősége is biztosítva legyen.

6. A gép teljesen zárt, korszerű meghajtású, biztos vezérlésű, zömök építésű, hordozható, de nem helyhez kötött kivitelű legyen.



3. ábra. Korszerű kovácshenger

A *3. ábrán* látható korszerű kovácshenger a felsorolt követelményeket jól kielégíti.

Cikkem terjedelmének kötöttsége miatt nem térhetek ki a korszerű kovácshenger szerkezetének részletes ismertetésére és kapcsolatosan annak közlésére, hogy az előbb felsorolt követelményeknek az egyes szerkezeti részek miként tesznek eleget. Mégis megemlíteni kívánom a következőket:

1. A nagy hengerlési sebesség folytán az előhengerelt darab mindenkor még elegendő meleget tartalmaz a süllyesztékes egységen még elvégzendő készrekovácsoláshoz,

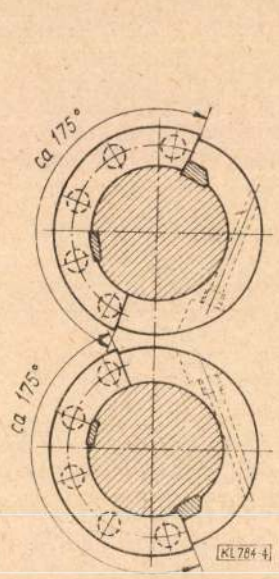
2. a hengerek 0,1 m/m pontosságú beállítása lehetséges, amit milliméter beosztású skálamutat; az állítás mérve lehetővé teszi a szerszámszegmensek 5—10-szeres utánszabályozását,

3. félszegmensnél hosszabb darab hengerléséhez a hengerpár külső csonkjaira felszerelhető ¾ ívet átfogó szegmenspár szolgál,

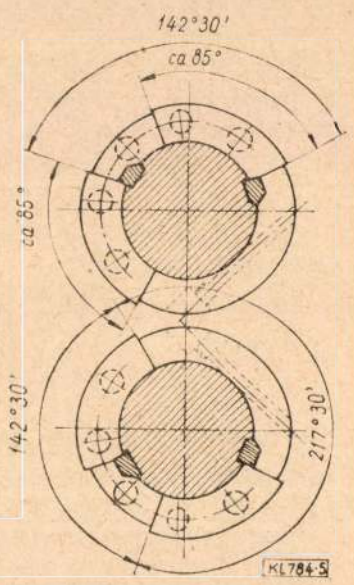
4. a hengerek nagyszilárdságú, szívós kovácsolt acélból készülnek,

5. a gép műszerfalán egy főkapcsoló, egy váltókapcsoló és egy részkikapcsoló van elhelyezve.

A váltókapcsoló segítségével a következő mozgások állíthatók be:



4. ábra. Hosszú munkadarab hengerlésére szolgáló szegmens



5. ábra. Rövid munkadarab hengerlésére szolgáló szegmens

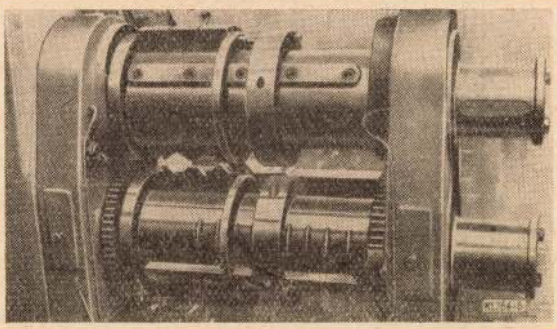
a) pedálnyomásra indulás, fél fordulat után megállás,

b) pedálnyomásra indulás, teljes fordulat után megállás,

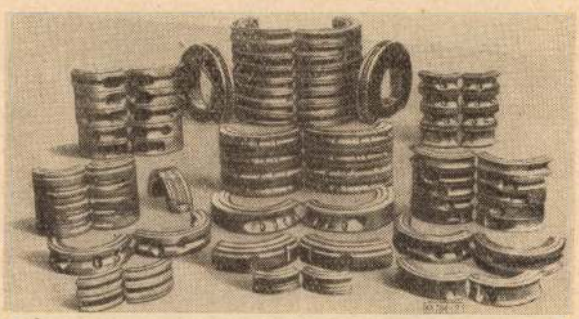
c) bekapcsolás után állandó forgás,

d) „beállítás"-álláson minden bekapcsolásra a hengerek csak keveset fordulnak el, s így a felszerelt szegmenspárok helyes állása könnyen ellenőrizhető, és ha szükséges utánaigazítható.

Hosszabb darabok előhengerléséhez kb. fél ívet átfogó szegmenseket használnak *(4. ábra)*,



6. ábra. Három szegmenses kovácshengerpár



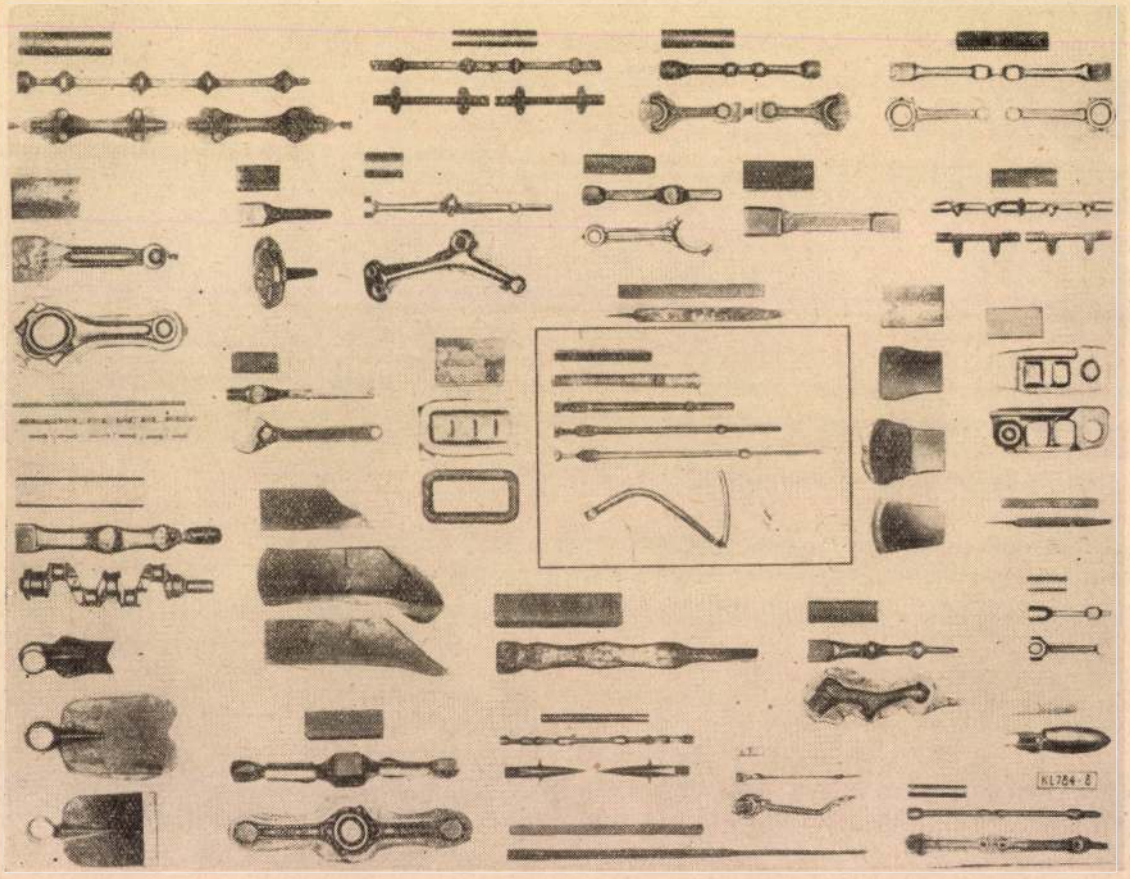
7. ábra. Anyagelosztó és nyújtó szegmensek

1. táblázat

Korszerű kovácshengerek adatai

Süllyesztékes gépekhez alkalmas	Süllyesztékes kalapács (mkg. ütőnyomaték)	1000	1250 2000	2500 4000	4000 5000	5000 8000	8 000 10 000	12 000 16 000
	Maxima prés (tonna nyomóerő)	630	1000	2000	3000	3000 4000	5 000 6 000	6 000 8 000
Kihasználható hengerpalást hossz mm	Állványok közt	300	400	500	570	630	700	760
	Állványokon kívül...	115	140	160	210	270	310	340
Legnagyobb hengerlési hossz mm	Állványok közt (félív szegmens)	370	460	570	710	870	1 050	1 240
	Állványokon kívül ..	575	720	890	1100	1340	1 620	1 920
Hengerszegmens átmérő, mm		240	300	370	460	560	680	800
Hengerek állítása, mm		10	12	15	17	20	25	25
Henger fordulatszám, n/perc		140	110	80	65	52	40	30
Legvastagabb nyersanyagméret, mm		25	40	55	75	100	125	150
Meghajtómotor, HP		12,5	15	20	25	30	37	48

ekkor a váltókapcsoló a *b* pont szerint van beállítva és a hengerek egy teljes fordulat után állnak meg. Rövidebb darabok előhengerléséhez a kb. negyed ívet átfogó szegmensek gazdaságosabbak *(5. ábra)*, ilyenkor a hengerpalástón kb. 180°-kal eltolva két szegmens nyer elhelyezést. Ez esetben a váltókapcsoló az *a* pont szerint van beállítva és a hengerek csak fél fordulatot tesznek. Az egymás mögött elhelyezett szegmensek egymásután hengerelnek és így a teljesítmény, illetve a szúrások száma egy teljes fordulat alatt megkétszerezhető. A szegmenseket alátét vagy pótdarabok nélkül, egyesével vagy több darabban minden nehézség nélkül fel lehet fogni (A *6. ábrán* három szegmenssel felsze-



8. ábra. Kovácshengerrel előalakított munkadarabok

relt hengerpár látható). A hengerszegmensek kicserélésekor a hengereket és azok csapágyazását nem kell megbontani. A gyűrűalakú szegmenspárok *(7. ábra)* esztergapadon pontosan megmunkálhatók és az üregek marózással kialakíthatók. Ha egy szerszámgarnitúrából — mely rendszerint több szegmenspárból áll — valamelyik szegmens megsérül, nem kell az egész készletet selejtezni, csupán a hibás szegmenst kell kicserélni.

Az *1. táblázat* a korszerű kovácshengerek nagyságára és felhasználási körére vonatkozó adatokat tartalmazza.

A táblázatból világosan látható, hogy a korszerű kovácshengertípusok a süllyesztékes kovácsolás súlykategóriáinak teljes mezőjét felölelik és bármely nagyságrendű géphez (első két rovat) a legmegfelelőbb előalakító kovácshenger kiválasztható.

Véleményem szerint hazai viszonyok között minden olyan süllyesztékes kovácsmunkához gazdaságosan és sikeresen használhatók a kovácshengerek, amelyből megfelelő nagyságú sorozat szükséges. Pl. kerékpár, motorkerékpár, varrógép, tehergépkocsimotor alkatrészek. Ilyen alkatrészekre példák láthatók a *8. ábrán*. Nagymértékben emelné a termékenységet és a gazdaságosságot a kovácshengerrel való előalakítás a reszelőgyártásban, ahol a lapos és félhátú, valamint a háromszögletű reszelők hengerléssel való lenyújtása a jelenlegi kalapácskovácsolás termékenységét 5—6-szorosan múlná felül. Ha ezt a munkamódot még indukciós hevítéssel is korszerűsítjük, ami a revementesség mellett a felületi elszéntelenedést is kiküszöbölné, úgy a minőségi reszelőgyártásban is nagy lépéssel haladnánk előre. Végül nagy perspektívát nyitna kovácshengerek beiktatása a kéziszerszámok és orvosi műszerek kovácsdarabjainak pontosabb, kisebb anyagigényű, tiszta felületű és nagyobb termékenységű gyártásában is.

Ismertetésemmel igyekeztem a hazai kovácsszakemberek figyelmét felhívni a kovácsolási eljárások korszerűsítésének és a termékenység emelésének a külföldi művekben már igen elterjedt módjára, valamint a hazai meghonosítására.

Az utóbbi években erős verseny indult meg a korszerű öntés (héjformázás, fröccsöntés stb.) és a pontos kovácsolás között. Mindenesetre az az eljárás lesz a győztes, mely kiváló minőség mellett, méréthűbb, kisebb önköltséggel és nagyobb termékenységgel gyártott darabokkal tudja gépiparunkat kiszolgálni. A versenyben az előalakító kovácshengerlés hathatós segítséget nyújthat a kovácsoló iparnak.

Egyesületi hírek

Egyesületünk új tagjai

(Felvétel 1961. január 1—július 15-e között)

VASKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLY

Belej Ferenc diszpécser, Budapest
Bozsik Pál főkönyvelő, Miskolc
Csenki Frigyes műszaki előadó, Budapest
Gácsi Miklós főmérnök, Miskolc
Graffjódi Sándor gépészmérnök, Miskolc
Hajduk Jenő TMK szerkesztés vezetője, Budapest
Heydum Károly főművezető, Sztálinváros
Klekner László kohómérnök, Miskolc
Kovács Károly kohómérnök, Budapest
Kurucz Imre főmérnök, Budapest
Lévai Kálmán csoportvezető, Budapest
Mácsay Gyula osztályvezető, Budapest
Mezei József kohómérnök, Budapest
Mindák Pál osztályvezető, Budapest
Nagy Endre gépészmérnök, Budapest
Nagy Józsefné gépészmérnök, Miskolc
Róma Imre gépészmérnök, Budapest
Szűcs Lajos üzemvezető, Sztálinváros
Tar János kohómérnök, Budapest
Valyuch János főmérnök, Budapest
Vincze András kohómérnök, Budapest
Volják Andor kohómérnök, Budapest
Zoletnik Sándor gépészmérnök, Budapest

FÉMKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLY

Czafit Sándor gépészmérnök, Ajka
Moussong Gyula kalkulátor, Almásfüzítő
Oswald István osztályvezető, Ajka
Ötvös Dániel vegyészmérnök, Tatabánya
Székács János vegyészmérnök, Ajka
Vissi Géza kohómérnök, Budapest

EGYETEMI CSOPORT

Forgács János kohómérnök-hallgató, Miskolc
Gohér Magdolna kohómérnök-hallgató, Miskolc
Palov Jordán kohómérnök-hallgató, Miskolc
Reisz Gyula kohómérnök-hallgató, Miskolc
Szenyán József kohómérnök-hallgató, Miskolc
Szikszay Pál kohómérnök-hallgató, Miskolc
Takács József kohómérnök-hallgató, Miskolc
Varga Endre kohómérnök-hallgató, Miskolc
Vida László kohómérnök-hallgató, Miskolc
Vörös Csaba kohómérnök-hallgató, Miskolc

Vaskohászati Szakosztályunk júl. 27-én rendkívüli vezetőségi ülést tartott, amelyen *Pilter Pál* elnök, továbbá *Balsay István*, *Csépe Ferenc*, *Éles László*, *Hamar Emil*, *Hauszner Ernő*, *Latinák István*, *Lerch József*, *Mester István*, *Nagy Zoltán*, *Nagyenyedi József*, *Óvári Antal*, *dr. Sövegjártó János*, *Szele Mihály*, *Szeless László*, *Szőke László* és *Szűcs Endre* vezetőségi tagok vettek részt.

Az értekezlet első részében a beszámolók hangzottak el. *Latinák István* jelentést tett a kovácstagozat munkájáról, valamint az Olaszországban és Lengyelországban tervezett nemzetközi kovács-konferenciákról. *Csépe Ferenc* beszámolt az ózdi csoport régóta várt újjáalakuló üléséről és a vezetőségválasztásról, *Hamar Emil* pedig a borsodnádasdi csoport szervezésének állásáról adott tájékoztatást.

Ezt követően *Nagyenyedi József* a hajóipari szabványok korszerűsítésére a GTE-vel közösen szervezett munkabizottság munkatervét ismertette.

Az értekezlet fő témája a Balatonszéplakon tartandó szabadegyetem programjának jóváhagyása volt, melyet *Lerch József* terjesztett elő. Bejelentette, hogy a szervező bizottság munkája már teljes erővel folyik, a felkért belföldi, valamint szovjet előadók örömmel vállalták az előadások megtartását. Kínai előadó felkérése ügyében is folynak tárgyalások.

A vezetőségi ülés résztvevői közül a jóváhagyás előtt a szabadegyetem programjához, szervezéséhez és anyagi lebonyolításához többen hozzászóltak.

Lerch József ezután bejelentette, hogy a Csehszlovákiába tervezett tanulmányút programja előreláthatóan csak szeptemberben alakul ki és legkorábban októberre-novemberre vállalja az IBUSz a lebonyolítást.

A vezetőségi ülés ezután megtárgyalta és jóváhagyta az előző ülés óta beérkezett nagyszámú tagfelvételi kérést.

Óvári Antal

Egy 30 éve működő acél-autokláv öregedésvizsgálata

Dr. SZÁNTÓ ISTVÁN és CZOBOLY ERNŐ
Budapesti Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai Intézet

Dk : 537.531 : 539.213.28 : 669.14.018.89

Bevezetés

Fémek és ötvözetek öregedését akként értelmezik, hogy az — szobahőfokon lassan, magasabb hőmérsékleten pedig gyorsabban végbemenő — olyan folyamat, amely a keménység, szilárdság növekedését, illetve a duktilitás, a ridegtörékenységgel szemben való ellenállóképesség csökkenését vonja maga után [1]. Az öregedés rendszerint gyors hűtés vagy hideg alakítás után következik be. Káros gyakorlati következményei miatt hosszú idő óta a szakemberek érdeklődésének homlokterében áll. Kialakulásának okát — amelynek ismerete előfeltétele annak, hogy szerkezeti anyagaink körében e jelenséget céltudatosan visszaszoríthassuk —, csak legújabban tudják a diszlokációs mechanizmus és az oldott szennyező atomok kölcsönhatásából elfogadható módon megmagyarázni [2].

Már maga az elnevezés is félreértésre adhat okot. Öregedésen nyilván olyan folyamatot szokás érteni, amelytől a kérdéses anyag tulajdonságai módosulnak az idő, mint független változó hatására. Márpedig pl. a lágyacélok öregedésének sokkal inkább hatótényezői a ferritrácsba beékelődött N- és C-atomok, vagy a diszlokációkat szaporító hideg deformáció, illetve a jelenség lefolyását a növekedő diffúziósebesség révén meggyorsító hőfok tényező, mint az idő. Valamely alacsonyabb hőmérsékleten esetleg hónapokig, évekig eltartó folyamat kedvezőtlen üzemi hőfok folytán perc vagy óra nagyságrendre csökkenhet. Ilyenkor már kevéssé logikus a jelenségre az „öregedés" szót használni [3].

Miképpen a fogalomalkotás, úgy mindezideig a jelenség kiküszöbölésére vonatkozó nézetek sem egységesek. A Cottrel-féle atomfelhő elméletből kiindulva *Houdremont* [4] is azt a meggondolást vallja, hogy az acélok öregedésállóságát azáltal lehet nagymértékben növelni, ha oldott szennyezőit, főleg a karbont és a nitrogént, hideg alakítás előtt minimálisra csökkentik. Ez legegyszerűbben úgy valósítható meg, hogy még az acélműben a gyártás alkalmával, a kívánatos mennyiségben olyan ötvözőket (pl. Al, Ti) adagolnak az acélhoz, amelyek az anyag tulajdonságainak romlása nélkül biztosítják az oldott C- és N-atomok stabilis vegyületfázisokként való megkötését. Legújabban *Széki* [5] arra mutatott rá, hogy az Al-ötvözés a problémát még nem oldja meg, megfelelő hőkezelés is szükséges az öregedési hajlam minimálisra való csökkentéséhez.

A következőkben ismertetett méréseink talán két okból is érdeklődésre tarthatnak számot. Egyrészt olyan acélszerkezet vizsgálatára nyílt alkalmunk, amelyet mintegy 30 évvel ezelőtt építettek, amikor öregedésálló acélokat a metallográfia elvi kutatásainak eredményei alapján még nem gyártottak. Az évtizedek óta üzemben levő acélanyag természetes öregedését a kedvezőtlen igénybevétel miatt alapos okkal tételezhettük fel. Másrészt éppen a fémfizika újabb eredményeinek felhasználásával a többi között olyan módszerrel, nevezetesen röntgenográfiai eljárással is vizsgáltuk a jelenséget, amely az ipari anyagvizsgálatok erre vonatkozó gyakorlatában még nem terjedt el.

A vizsgálat körülményei

A Várpalotai Szénbányászati Tröszt tulajdonában levő ahidráló autoklávokat a 920-as évek végén helyezték üzembe. A 40 mm falvastagságú egységek szegecselt kivitelben kb. 40 kg/mm² szakítószilárdságú ötvözetlen acélból készültek. Az autoklávok hőmérséklete egy-egy töltet 210 percnyi kezelő ideje alatt 50 és 250 C° között változik, a bennük létesített légritkításnak, illetve 22 atm túlnyomásnak megfelelően. Az autokláv anyaga így a belső túlnyomásból származó szilárdsági igénybevételen, valamint a darabos szén koptató hatásán kívül hőigénybevételnek és az állandó hőmérsékletváltozás miatt fellépő járulékos feszültségeknek is ki van téve. Minden 250 C° üzemi hőmérséklet körül működő berendezésre fokozottan fennáll az öregedés veszélye. Ha az öregedés ténylegesen bekövetkezik, a terhelés hirtelen változása következtében a szerkezet ridegen eltörhet és balesetet idézhet elő. Célszerűnek látszott tehát az öregedés mértékének megállapítására vizsgálatokat végezni, ennek eredményeitől tették függővé a további üzembentartást. A vizsgálatok szükségességét még az is indokolta, hogy üzem alatt a szénben levő kéntartalomból kénessav keletkezhet, mely az autokláv belső felületén korróziót okozhat.

A vizsgálat során az esetleges korrózió megállapításán kívül elsősorban azt kellett eldönteni, hogy 30 év alatt elöregedett-e az autokláv anyaga vagy sem.

A gépkönyvekben az anyagösszetételre vonatkozó pontosabb előírás nem található.

Utólagos kémiai elemzés szerint : C = 0,115% Mn = 0,40%, Si = 0,02%, P = 0,015%, S = = 0,034%.

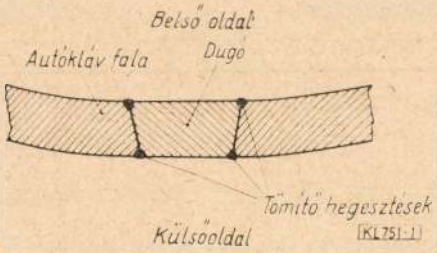
Mindezideig öregedésre a hagyományos, éspedig roncsolásos módszerekkel vizsgálták az anyagokat. Ehhez megfelelő számú próbatestre, azaz ezeknek kimunkálására alkalmas lemezdarabra volt szükség, melyet az autokláv falából kellett kivágni. Noha adott esetben el lehetett tekinteni a szabványos méretű szakítópálcával elvégezhető szakítókísérlettől, ütőmunka próbatestekre mindenképpen szükség volt. Mivel ezeknek szabványos hossza 55 mm és az autokláv falvastagsága csak 40 mm, minimálisan 60—70 mm ∅-jű tárcsákat kellett kivágni. Ilyen méretű tárcsákat koronafúróval kivágni, majd a lyukat

menetes dugóval elzárni műszaki szempontból sem biztonságos, de a megfelelő szerszámok hiánya miatt sem volt elvégezhető.

Nem látszott célszerűnek az a megoldás sem, hogy a kivágott lemezdarabokat hevederszerűen felszegecselt foltokkal pótoljuk.

Végül szóba jöhetett még a hegesztéssel való javítás, hiszen a jelen esetben jól hegeszthető anyaggal volt dolgunk. Itt azonban meggondolásra késztetett az, hogy a 40 mm vastag merev testbe dugóformájú lemezdarabokat hegesztve olyan tetemes, visszamaradó, többirányú feszültségek jöhetnek létre, melyek könnyen okozhatnák a szerkezet rideg törését.

A próbatestek kimunkálására szolgáló tárcsákat a fenti meggondolások miatt befelé szélesedő, önzáróan kúpos dugókkal pótoltuk. A dugókat a tömítés érdekében kívül-belül vékony takaró varrattal láttuk el *(1. ábra)*. Nem kétséges azon-



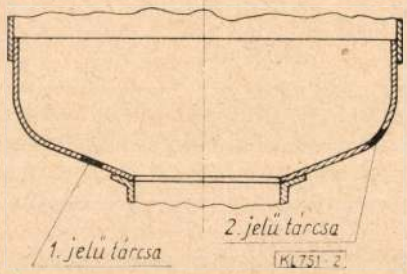
1. ábra. Az autokláv falából kivágott tárcsák pótlásának módja

ban, hogy a dugók környezete szilárdságra nem egyenértékű az autokláv ép részeivel s így az ellenőrző vizsgálatokat sem ajánlatos gyakran ismételni.

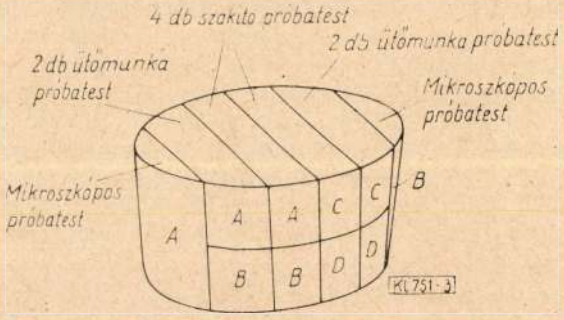
A biztonságos üzem miatt az öregedésre hajlamos szerkezetek ellenőrző vizsgálata elengedhetetlen. Másrészről azonban éppen a vizsgálathoz szükséges próbatestek kivágása jelenthet olyan új hibaforrást, mely kedvezőtlen körülmények között a szerkezet meghibásodását okozhatja és így a biztonságos üzemet meghiúsítja. A probléma megoldása érdekében merült fel a gondolat, hogy olyan roncsolásmentes vizsgálatot dolgozzunk ki, mely megbízhatóan kimutatja az anyag esetleges elöregedését. E célra a legalkalmasabbnak a röntgendiffrakciós vizsgálat bizonyult, mivel ezáltal közvetlenül lehet érzékelni az anyag kristályszerkezetében végbemenő változásokat. Mindenesetre elsőízben a roncsolásos ellenőrző módszerek összehasonlító eredményeiből kellett kiindulni, hogy a röntgenográfia vizsgálat használható voltát a későbbiekre biztosítsuk.

A roncsolásos vizsgálatok eredményei

A vizsgálatra kiválasztott autokláv legjobban igénybevett fenékrészéből két helyen vágtunk ki egy-egy tárcsát : az *1* jelű tárcsát — amint ez a *2. ábrából* is látható — a fenék egyenes, míg



2. ábra. A vizsgálatra kivágott tárcsák helye



3. ábra. A vizsgálatra kivágott tárcsák feldarabolásának módja és a próbatestek jelölése

a *2*-jelűt a fenék hajlított részéből. A tárcsák átmérője 70 mm volt, mindegyikből 2 db mikroszkópi, 4 db szakító és 4 db ütőmunka próbatestet munkáltattunk ki. A *3. ábrán* látható a próbák elrendezése és jelölési rendszere.

A tárcsák szétdarabolása után, de még a próbatestek kimunkálása előtt a nyersdarabokat — az *A*-jelű próbatestek kivételével (amelyek eredeti állapotban maradtak) — az alábbi módon hőkezeltük.

A *B*-jelű próbatesteket normalizáltuk. A revésedés csökkentése érdekében Al_2O_3-porba

1. táblázat

A mechanikai vizsgálatok eredményei

Hőkezelés állapota	Próbatest jele	Szakítópróba σF kg/mm²	Szakítópróba σB kg/mm²	Szakítópróba δe %	Szakítópróba Ψ %	Kontrakciós munka A_c mkg/cm³	Ütőmunka A_k mkg/cm²	Képlékenys. mérőszám $k = \frac{A_c}{\sigma B}$
Eredeti	1 A	27,9	39,8	27,0	66,9	68,7	13,0	172
	2 A	25,5	36,9	27,0	71,2	73,5	16,3	205
Normalizált	1 B	31,9	40,8	23,5	64,2	62,4	13,8	153
	2 B	31,0	37,0	23,5	64,2	56,5	12,1	153
Mesterségesen öregített	1 C	—	46,7	7,9	56,1	52,2	1,05	112
	2 C	—	42,8	5,3	66,9	68,0	3,65	159

ágyazva kerültek a darabok 910 C°-os kemencébe, majd 1 óra hőntartás után szabad levegőn hültek le.

A *C*-jelű próbatesteket mesterségesen öregítettük: 5—8%-os hideg hengerlés után 250 C°-os 1 óráig tartó izzítás következett.

A *D*-jelű próbatesteket esetleges további vizsgálatokra tartalékként félretettük.

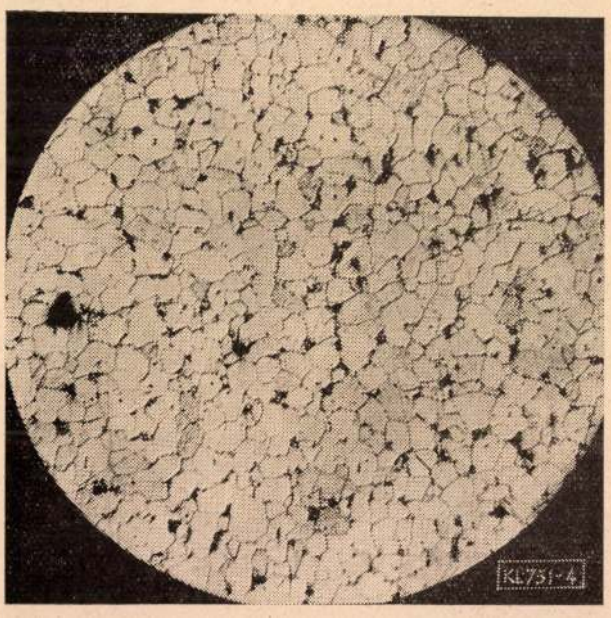
A szakítópróbatestek szükségképpen nem készülhettek szabványos méretben. Átmérőjük 8 mm, mérési hosszuk 45 mm volt. Az ütőmunka próbatestek alakja ezzel szemben megfelelt az MSz 105-50-nek.

A *C*-jelű, öregített ütőmunka próbatesteket ütés után mikroszkópos vizsgálathoz is felhasználtuk, ui. különálló mikroszkópos próbatestekkel nehézkes lett volna teljesen azonos mértékű hidegalakítást elérni.

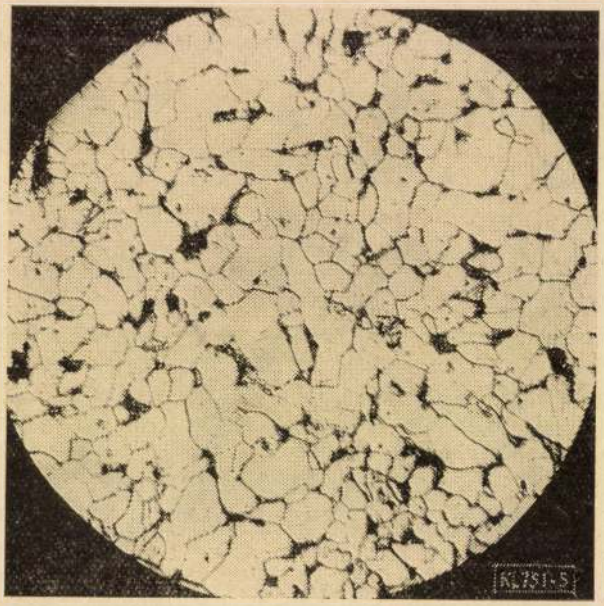
A mechanikai vizsgálatok eredményeit összefoglalóan az *1. táblázat* tartalmazza.

Látható, hogy az öregített próbatestek ütőmunkája körülbelül az eredeti érték 1/10 részére csökkent, szakítószilárdságuk néhány százalékkal nőtt, míg kontrakciójuk és kontrakciós munkájuk lényegében nem változott. A normalizáló hőkezelés hatására a mechanikai tulajdonságok javulást egyáltalában nem, inkább kismértékű romlást mutattak. Erre a rosszabbodásra a mikroszkópos vizsgálat adott magyarázatot. Eszerint a normalizálás bizonyosmérvű szemcsedurvulást vont maga után, ami főleg az anyag képlékenységét jellemző tulajdonságok csökkenésével járt együtt *(4. és 5. ábrák)*. Az öregítő hőkezelés mikroszkópon kimutatható változást természetesen nem okozott.

A vizsgálatok azt mutatták, hogy a kérdéses acélanyag ugyan erősen hajlamos az öregedésre, de ez az üzemi igénybevételek hatására a mai napig mégsem következett be. Így az autoklávok — legalábbis a vizsgált autokláv — tovább is biztonságosan üzemben tarthatók.



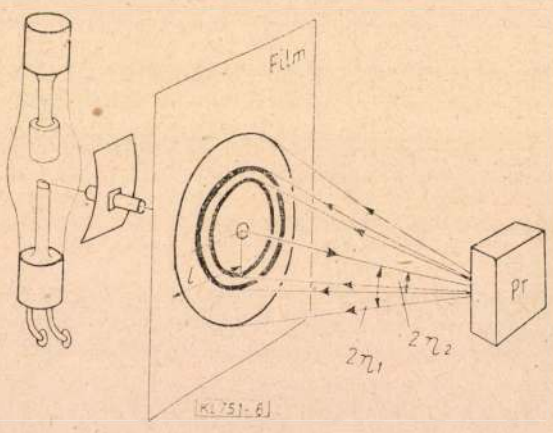
4. ábra. Az autokláv anyagának szövetszerkezete. 100-szoros nagyítás



5. ábra. A normalizált anyag (910 C°, 1 óra) szövetszerkezete 100-szoros nagyítás

Röntgenográfiai vizsgálatok

A fentieken kívül a mikroszkópos vizsgálathoz készített csiszolatok segítségével finomszerkezet röntgenvizsgálatokat is végeztünk. A méréshez Co-anódú röntgencsövet és a végreflexiós (Rückstrahl) módszer elrendezésével vizsgáltuk. Az interferenciagyűrűk rögzítéséhez használt röntgen-filmen K — α_1 és α_2 karakterisztikus sugárzásnak megfelelő vonalpár (dublett) jelenik meg, mely Fe-alapú ötvözet vizsgálatakor, mint a (310) Miller-indexekkel jellemzett indikátor atomsíksorról „visszaverődő" sugárzás fogható fel. A kristályhalmazban levő említett atomsík-sorok közül csak a reflexióképes helyzetben levők „verik vissza" a röntgensugarakat. Azok, amelyek a besugárzott anyagtérfogatban a beeső sugárral egy kitüntetett Θ szöget zárnak be, azaz azok, amelyek a beeső sugár, mint tengely körül rajzolt Θ félcsúcsszögű kúp palástján fekszenek. A visszavert sugarak összessége 2Θ félcsúcsszögű kúpot alkot, melynek a síkfilmmel alkotott metszésgörbéje merőleges megvilágítás során szabályos kör *(6. ábra)*. Minél több a reflexióban résztvevő rács-



6. ábra. Végreflexiós röntgenvizsgálat elrendezése

tartományok száma, annál sűrűbben helyezkednek el az interferenciagyűrűn az egyes „visszavert" sugarak által adott pontok, annál inkább folytonos a Debye-gyűrű.

Finomszemcsés anyagok besugárzott térfogatában több tízezer krisztallit helyezkedik el, az interferenciagyűrű összefüggő. Durvaszemcsés anyag gyűrűje viszont felszakadozott, kisebb-nagyobb foltokból áll. A gyűrű feltöredezésének mértékét a szemnagyságon kívül számos más tényező is befolyásolja. Ezek között vannak többek között azok is, melyek az atomsik-rendszereket eltorzítják és így az éles elemi interferenciagyűrű darabokat szélesebb sávokká húzzák szét.

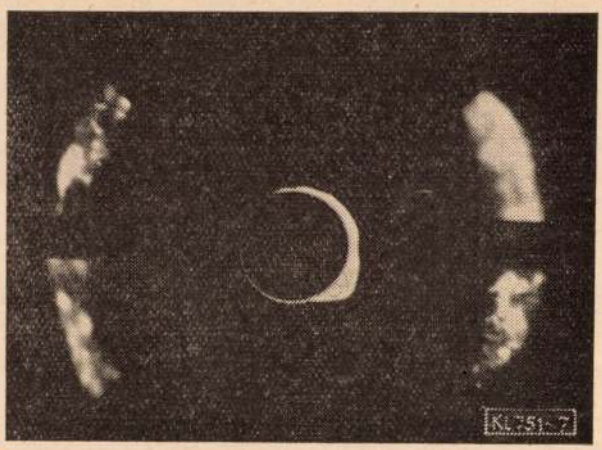
A röntgen észlelések értelmezéséhez azonban előbb helyénvaló az öregedés folyamatába szubmikroszkópos szemlélet alapján betekinteni.

Az öregedés valamilyen szegregáció következményeként megy végbe. Ha az acél adott hőmérsékleten a szegregáló fázisokból még többet tartalmaz mint amennyi ott egyensúlyi állapotban oldva maradhat, kiválik a ridegedést, az ütőmunka csökkenését előidéző nitrogén vagy karbon vegyület, vagy esetleg maga az elem. Ahhoz, hogy ezeket, főleg a nitrogént oldatban tartsuk, elegendő az acélokban rendszerint jelenlevő Mn-tartalom. A Mn-fém ugyanis a vasnitrid szegregációját megakadályozza. Mn-tartalmú acélban a nitridek kiválása csak akkor megy végbe, ha az ötvözet maradó alakváltozást szenvedett [6]. Esetünkben is ez a helyzet. A maradó deformáció ti. módosítja a szegregáció lefolyását. Előtérbe kerül a kialakult diszlokációk és az oldott atomok kölcsönös egymásrahatása. A rácshibás atomsor hézagjaiba (mely a plasztikus deformáció folytán megsokszorozódik) a beilleszkedő N- és C-atomok kisebb energiafelhasználással jutnak be, mint a normális méretű elemi cellák hézagaiba. Stabilisabb energiaállapot jön létre, melynek során a szennyezések által a diszlokáció-helyek fokozatosan leblokkolódnak [7]. Makroszkópos szemlélet kifejezésével élve: az anyag keményebbé válik, deformációképességéből veszít.

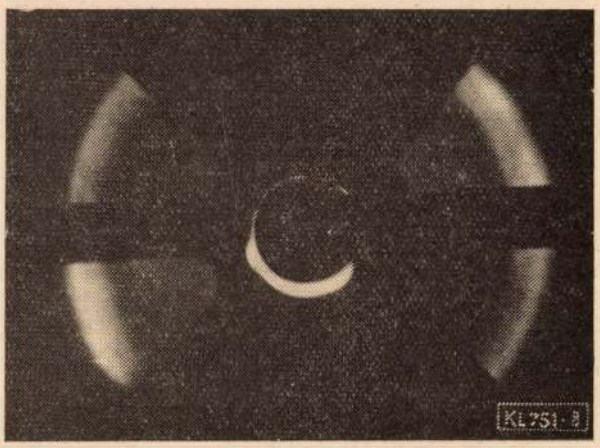
Ezek a leblokkolt, helyileg a rácsszerkezetet feszítő atom-, ill. vegyületrészecske beékelődések, ha elegendő nagyszámúak, a röntgenfelvételen is észlelhetők, mint a Kα-vonalpár elmosódottá válása. Az indikáló rácsparaméretek gyakorisági eloszlása szétterül, ennek megfelelően a Debye-gyűrűk összemosódnak, elhalványulnak. Az öregedés bekövetkeztének röntgen-indikációja így adott körülmények között jellegzetesen jelentkezik.

Nem hagyható figyelmen kívül ugyanakkor, hogy az interferenciavonalak szélesedését egyéb effektusok is előidézhetik, úm. szemcseméretváltozás [8], helyi erőterek okozta rácstorzulások [9], felvétel elrendezéből származó divergencia [10] stb. Ezeket azonban gondos kísérletvezetéssel, ill. etalon-felvételek útján külön lehet választani.

A röntgenográfiai mérésekhez a mikroszkópos vizsgálat próbatestjeit használtuk fel. Szokványos polirozás és maratás után az ismertetett módon felvételeket készítettünk az eredeti állapotú, a normalizált és mesterségesen öregített



7. ábra. Az autokláv anyagáról készített végreflexiós röntgenfelvétel ($Co\text{-}K_\alpha$ sugárzás)



8. ábra. A mesterségesen öregített próbatestről készített végreflexiós röntgenfelvétel ($Co\text{-}K_\alpha$ sugárzás)

próbatestekről. A vizsgált anyag aránylag durva szemcsézete következtében az interferenciagyűrűk feltöredezettek, mind az eredeti állapotú, mind a normalizált próbatestekről készített fevételeken. A normalizálás alatt bekövetkező kisméretű szemdurvulás miatt az utóbbiak még erősebben feltöredezett gyűrűket adtak. Az eredeti próbatestekről készített felvételek másolatai a *7. ábrán* láthatók. Ezektől teljesen eltérő jellegű interferenciagyűrűk láthatók azokon a felvételeken, melyek a mesterségesen öregített próbadarabokról készültek *(8. ábra)*. A gyűrűk elmosódottak, egyenletes intenzitású vonalat alkotnak. Mivel a szemnagyság az öregítés során nem változott, a gyűrűk elmosódottságának növekedése a fentebb kifejtett mechanizmussal magyarázható.

Következtetések

Megállapítható, hogy a vizsgált autokláv anyaga, öregedésre való hajlama ellenére, a hosszú üzemidő után sem mutatott káros elváltozásokat, illetve elridegedést. Célszerűnek látszik azonban bizonyos üzemidő eltelte után újra ellenőrzést végezni az autoklávon abból a célból, hogy az üzem továbbra is biztonságos legyen. A jövőben

lefolytatandó ellenőrző-vizsgálatokat most már a berendezés egy részének elroncsolása (megfúrása) nélkül is végre lehet hajtani. A röntgenográfiai módszer ugyanis alkalmasnak látszik az öregedés roncsolásmentes kimutatására, ha az etalonok, mint vonatkoztatási alap, ezekhez a további mérésekhez rendelkezésre állanak.

Köszönetünket fejezzük ki *Dr. Gillemot László* professzornak, aki értékes megjegyzéseivel messzemenően segítette munkánkat és hozzájárult e dolgozat nyilvánosságra hozatalához.

IRODALOM

[1] Definitions of Metallurgical Terms, Metals Handbook, (1948)
[2] *Cottrell, A. H.:* Dislocations and plastic flow in crystals. Oxford (1953)
[3] *Bickel, E.:* Die metallischen Werkstoffe des Maschinenbaues, Springer (1958) Berlin—Göttingen—Heildelberg.
[4] *Houdremont, E.:* Handbuch der Sonderstahlkunde. (1956).
[5] *Széki. P.:* Acta Techn. XX. 1—2. (1958) 139.
[6] *Verő, J.:* Az ipari vasötvözetek metallográfiája. Vaskohászati Enciklopédia IX/1. Akadémiai Kiadó (1960) Bp.
[7] *van Bueren, H. G.:* Imperfections in Crystals. North Holland Publ. (1960) Amsterdam.
[8] *Wood, W. A.—Rachinger, W. A.:* J. Inst. Metals, 75. (1948—49) 571.
[9] *Szántó I. S.:* Freiberger Forschungshefte, B 50 (1960) 52.
[10] *Ekstein, M.—Siegel, S.:* Acta Cryst., 2 (1949) 99.

Műszaki és gazdasági hírek

Bulgáriában a Sredna Gora hegységben egy *rézdúsító üzemet* építenek, mely 1963-ra 16% fémtartalmú, 140 ezer t koncentrátumot termel.

NE-Metalle, 1961. 6. 27.

Bulgáriában Medel közelében 200 millió t *rézérc* előfordulást fedeztek fel. A rézérc külszíni fejtéssel jövészthető.

NE-Metall 1961. 6. 27.

Lengyelország 1970-ben 15 millió t *folyékony acélt* fog termelni. A termelés 1975-ben 20, 1980-ban 25 millió t-ra fog emelkedni.

Metal Bulletin 1961. júl. 7.

Az **NDK** *aluminium szalag és fólia hengerművet* vásárolt a Loewy Engineering Co. Ltd. cégtől. A hengerművet Lipcse közelében fogják felállítani.

Metal Bulletin 1960. jól. 7.

Jugoszláviában a kidricevoi Boris Kidric *Timföld gyár* kapacitását új eljárással évi 50 000 t-ról 100 000 t-ra, ugyanakkor a vele kapcsolatos *alumíniumkohó* kapacitását pedig évi 20 000 t-ról 40 000 t-ra növelik. A rekonstrukciót és kapacitásnövelést a francia Péchiney cég műszaki segítségével végzik.

Technika, Rudarstvo i Metalurgija 1961. 2. sz. *P. Gy.*

Nagyvárad mellett, a környéken bányászott *bauxit* feldolgozására épülő, évi 120 000 t kapacitású timföldgyár energiaellátására egy 60—70 MW kapacitású hőerőművet építenek.

Alumínium 1961. 3. sz. *P. Gy.*

Márciusban megkezdték az előmunkálatokat a **Bukaresttől** 140 km-re nyugatra **Slatinában** felépítendő *alumíniumkohó* építkezésére. Energiaforrás : a környékbeli lignitre telepített hőerőmű lesz. A kohó tervezett kapacitása 50 000 t/év.

Alumínium 1961. 3. sz. *P. Gy.*

Chilében Chanaral-ban egy *rézfinomítót* terveznek felállítani, mely salvador-i blister rezet dolgoznak fel. A beruházó Andes Copper cég az Anaconda leányvállalata.

NE-Metalle 1961. VII. 12.

Jugoszláviában Bor-ban egy új *rézkohót* állítottak üzembe, melynek évi termelése 25 000 t réz lesz. Az új rézkohó a Bor-i származásun kívül Majdánpek-i koncentrátumot is fel fog dolgozni.

NE-Metalle 1961. VII. 14.

Romániában Galac-ban megkezdték a tervezett *vasgyár* beruházási munkáit. A gyár 1970-ben a tervek szerint 4 millió t folyékony acélt fog termelni. A segédüzemek már 1963-ban üzembe lépnek.

Montan 1961. VII. 21.

A **hollandiai Ijmundenben** a Beedband N. V. egy 500—1075 mm szélességű *hidegszalagot* gyártó öt állványos folytatólagos amerikai szállítású hengersort állít fel. Az ónozás céljára szolgáló szalag hengerlés végsebessége 1500 m/perc lesz.

St. u. E. 1961. 14. sz.

A **francia** nemesacélipar 1960-ban 1,01 millió t *nemesacélt* gyártott, amelyből 90 000 t-t exportáltak.

St. u. E. 1961. 14. sz.

Görögországban Eleuszisz-ban egy *nagyolvasztóművet* építenek, melynek évi termelése 100 000 t lesz.

St. u. E. 1961. 15. sz.

A **Maláj Szövetségben Szingapurban** egy japán cég tervei szerint egy, évi 200 000 t *folyékonyacél* termelésű *vasművet* építenek.

St. u. E. 1961. 15. sz.

Kína *alumíniumtermelése* t-ban a következőképpen fejlődött :

1954 —	5 000
1955 —	10 000
1956 —	15 000
1957 —	20 000
1958 —	27 000
1959 —	70 400
1960 —	80 000

Alumínium 1961. 7. sz.

A legnagyobb **osztrák** acélipari vállalat a **VÖEST** a Szovjetunióval ötéves megállapodást kötött, mely szerint az osztrákok *finomlemezt* és gépipari gyártmányt szállítanak, *koksz* és *vasérc* ellenében.

The Financial Times 1961. VII. 26.

A **lengyelországi Konimban** Európa egyik legnagyobb *alumínium gyára* épül. A termelést 1964-ben kezdik meg.

NE-Metalle 1961. VII. 25.

A **szocialista országok** *folyékonyacél* termelése 1000 t-ban :

	1936/38	1958	1959	1960/1965 terv	
Bulgária	—	210	230	250	250
Csehszlovákia	1890	5510	6140	6790	10 500
Lengyelország	1340	5640	6160	6560	9 300
Magyarország	620	1630	1760	1880	2 400
Románia	250	930	1420	1760	3 300

Handelsblatt, 1961. VII. 31.

A **szocialista országokban** az *acélfogyasztás* egy főre kg-ban

	1936/38	1956/58
Bulgária	19	60
Csehszlovákia	95	353
Lengyelország	30	178
NDK	263	396
Magyarország	50	150
Románia	22	86
Szovjetunió	103	248

Handelsblatt, 1961. VII. 31.

Egy XVIII. századi magyar vasolvasztó kemence

Dr. techn. VASTAGH GÁBOR

Dk. : 669.162„17"(439.1)

Ismeretesek a kohászat történetével foglalkozó szakember előtt azok a részletes adatok, amelyeket főleg német és osztrák szerzők az ottani régi vaskohászatról közzétesznek. Nemcsak a XVIII. század kohászatáról, hanem vissza, az 1600-as évekig néha meglepő részletességű ismertetések látnak napvilágot, amelyek a kemencék méreteire, a különböző kohászati folyamatokra, a munkaviszonyokra, a termelt áruk értékesítésére stb. vonatkoznak. Elég, ha itt csak általánosságban utalunk a vaskohászat történetét tárgyaló, reprezentatív művekre *(Beck, Johannsen)*; de sok érdekes közlemény jelent meg e tárgykörből az utóbbi évtizedek szakfolyóirat irodalmában is.

Sajnos, a magyar viszonyokra, főleg ami a metallurgiai folyamatot illeti, alig rendelkezünk ilyen közleményekkel. Ennek oka nem kutatóinkban rejlik. Az, amúgy sem túlságosan bő, levéltári anyagunk a termelési adatokon túl alig tartalmaz használható adatokat, hiszen az egykori feljegyzések az alkalmazott metallurgiai folyamatot adottnak és ismertnek veszik. Nem ezen a helyen kell tárgyalni, hogy mi minden okozta, hogy a levéltári anyagunk hiányos. De meg kell említeni, hogy a külföldi kutatóknak rendelkezésre álló adatok, főleg a metallurgiai folyamatokra vonatkozók, nagyrészt neves műszaki írók munkáiból erednek, akik mint *Swedenborg, Réaumur, Jars* stb. kiterjedt utazásokkal ismerték meg és írták le koruk vasipari műveleteit. Magyarországon az említettek nem jártak.

A Magyarországra vonatkozó addigi ismereteinket kitűnően foglalta össze, részletek közlésével is *Edvi Illés Aladár* [1]. *Hunfalvy* közöl *Volny József* tollából származó, a megszokott szűkszavúságnál részletesebb leírást [2] a XIX. század első harmadában is még használt tótkemencékről, és kevésbé részletesen, a nyersvas frissítéséről is.

Az utóbbi években Magyarországon is örvendetesen megélénkült a kohászattörténeti kutatás, amit a Kohászat Történeti Bizottság irányít, a lehetőséghez képest felkutatott a termelésre, a munkaviszonyokra és kisebb részben az eljárásokra vonatkozó adatokat. Így az újmassai olvasztóról *Schleicher* [3], az ómassai és újmassai olvasztókról és a hámori hámorról *Soós* [4], a kislődi vasolvasztóról *Schleicher* [5], a szokolyahutai olvasztóról és hámorról *Vastagh* [6], a hegyesdi hámorról *Vastagh* [7] írtak. Ezek az adatok a XVIII. század második felében működött vasgyárakra vonatkoznak. A XVIII. század elején dolgozott felsőmagyarországi vasolvasztóról és hámorokról *Heckenast* [8] tett érdekes közléseket.

Jelen sorokat további szerény adaléknak szánom a magyar kohászat történetéhez, főleg a termelési viszonyok megismeréséhez. Szerencsés körülmény folytán ugyanis hazánk vasiparában a XIX. században jelentősebb szerepet játszó gömörmegyei gombaszögi vasolvasztó- és -hámor 1770-beli állapotáról némi leírás maradt fenn. A gombaszögi vasművet ugyanis ebben az évben vásárolta meg *Esterházy Miklós Polcz* vasgyárostól (ferricusor). Ebből az alkalomból az uradalom neves inspectora, *Erney Lázár* egy, az akkori viszonyokhoz képest részletes, latinnyelvű leírást készített a vasműről (malleatura) [9].

A leírás szerint Gombaszögön két olvasztókemence (fornaces minerae liquefactoriae) volt, amelyekhez négy darab, összesen két vízikerékkel működtetett fújtató, valamint „minden szükségelt szerszám" tartozott. Az olvasztók egy fából készült, 8,5 × 3 öles épületben voltak elhelyezve. Közelükben volt az ércpörkölő kemence (fornax exustoria, ubi lapides exuruntur). Ennek méretét 6 × 4 ölesnek mondja, tehát ez inkább egy pörkölőpáholy volt. Bár az is lehet, hogy ez talán az épület mérete, amiben valamilyen pörkölő pest állott; erre vallana, hogy az is zsindelytetővel volt fedve. Közvetlenül a kemencék közelében állott az 1200 szekérrakomány befogadóképességű faszénpajta.

Távolabb ismét két olvasztókemence és egy pörkölőkemence állott, az előbbiekhez mindenben hasonlók; a faszénpajtájuk befogadóképessége 900 szekérrakomány volt.

Ezután következik a hámor (malleus vulgo Strek Hammer), amely egy 11,25 × 4 öles kőépületben van. Van benne két „hatalmas" kalapács (ingens malleus) és minden kalapácshoz egy tűzhely (caminus) két fúvóval.

A feldolgozott ércek főleg az uradalom ochtinai (Csetnek mellett) és sebespataki bányáiból származtak; de vásároltak is ércet Rudnáról és Újfaluról. Az érceket előbb a két kemencében pörkölték, majd a négy olvasztóban megolvasztották, végül a két kalapács segítségével eladható kovácsoltvas készáruvá (ferrum ductum) alakították.

A heti termelés 100 mázsa (1 bécsi mázsa = 56 kg) vas, ami évi 40 munkahetet számítva, évi 4000 mázsa vas termelését jelenti. Ennek a mennyiségnek a termeléséhez szükség van 10 640 coretus, azaz 5320 pozsonyi mérő (á 62,5 l) ércre. Szükség van továbbá hetenként 60 szekér faszénre, ami a 40 hetes üzem alatt 2400 szekérnek felel meg. Ennyi szenet 7200 öl fából égetnek ki. De a faszénen kívül szükséges még hetenként 8 szekér fa is.

Ha ezt a termelt vasmennyiséget itt helyben, a szokott áron, vagyis mázsáját 5 forintjával adják el, a brutto bevétel 20 000 Ft. Az évi haszon, a tőkeszolgálatot és az esetleges javítások költségeit nem véve figyelembe, 8000 Ft lenne, amihez még járul a munkások számára való italmérés 300 Ft jövedelme.

A négy olvasztókemence mindegyikéhez tartozik két olvasztár (liquefactor) és két segéd

(coadjutor). A munkaidejük ugyan 12 óra, de érdekes, hogy ezt két műszakban (quod Sichta vocatur), egymást 6 óránként váltva, teljesítik. Egy-egy olvasztár és a segédje tartozik hetenként 19 vasdarabot (ferrum frustum, czang [10]) termelni, amiért az olvasztár kap 3 Ft 61 2/3 denárt, a segédje 2 Ft 6 2/3 denárt.

A két kalapács mindegyikéhez tartozik két kovács (faber) és két segéd (coadjutor vagy socius). Egy-egy kovács és segédje 6 órát dolgozik, akkor váltják egymást „és ez így megy éjjel-nappal". A kovács minden mázsa kikovácsolt vasért kap 25 dénárt, a segédje 12½ dénárt.

Ezeken kívül dolgozik 8 munkás az érceknek és a faszénnek az olvasztáshoz való válogatásán és hordásán (selectores, vectores). Ezek hetibére 1 Ft 25 dénár.

A vasmű vezetője a curator, aki átveszi az érceket, a faszenet és a kész vasat, fizeti hetenként a bánya és a kohó munkásait, ügyel az egész vasműre, vigyáz, hogy a hámor munkásai ne lopják a vasat, végül, ha árusok jönnek, ezeknek a vasat eladja. Az évi illetménye, szabad lakáson kívül 250 Ft. (Megjegyzendő, hogy *Erney* már néhány hónap múlva javasolta a fizetésének kiegészítését minden 100 mázsa termelt vas után 1 Ft jutalékkal, hogy így „jobban ügyeljen a vas körüli dolgokra".)

A másik vezető a „curator rusticus vulgo sáfár", aki az érceknek, faszénnek, épületeknek és a vízierőnek viseli a gondját, és ha szükséges, tudjon a vasműben fizikai munkát is végezni. Ezenkívül az ő dolga a munkások számára a szeszesitalok kimérését végezni (educillatio). A heti illetménye 1 Ft 25 dénár.

Eddig tart, szabad fordításban, *Erney* inspector leírása a gombaszögi vasműről. Milyen műszaki következtetéseket lehet az elmondottakból levonni ?

Ami a kemencék típusát illeti, ezek közvetlen eljárással dolgoztak, tehát kovácsolt vasat termeltek. A kemencék kis teljesítménye, az a körülmény, hogy azokat nem nevezik nagyolvasztónak (alta fornax), valamint az, hogy a kikovácsolt készárura nem számolnak a szokásos kb. 25%-os tűzi fogyatékkal egyaránt, amellett bizonyít, hogy e kemencék kovácsolt vasat termeltek. *Erney* szövegének az olvasztásra vonatkozó része (. . . primo mineralis lapis exuritur, dein in 4 fornacibus liquefit . . .) nem azt jelenti, hogy e kemencék olvadt állapotú, nyers vasat termeltek volna. Az itteni kemencék a német Stückofen megjelölésnek felelnek meg [11].

Amint láttuk, az egész vasolvasztónak heti termelése 100 bécsi mázsa volt, egy-egy kemence napi termelése tehát 3,57 bécsi mázsa, vagyis 2 métermázsa volt. Egy-egy kemence hetenként 19 vasdarabot termelt, így kiszámítható, hogy egy ilyen darab súlya kereken 1,3 bécsi mázsa (65 kg) volt.

A feldolgozott ércek összetételéről *Kerpely* [12] és *Papp* [13] munkái tájékoztatnak. Ezek szerint az ochtinai bányák alatt a Hradek hegy előfordulásai értendők, amelyeket azonban a jelenkorban (1900 körül) leművelteknek lehet már mondani. Az eredetileg bányászott alsóhradeki ércek barnavasércek voltak, amelyek vastartalma, a jelenkori ismereteink szerint 39—57%, a mangántartalma 1,2—1,4%. A felsőhradeki bányákban, amelyek művelése csak később kezdődött, mangánban dúsabb barnavasérc volt, helyenként pátvaskő tömzsökkel ; a vastartalma 44—51%, mangántartalma 3%-ig változott. A sebespataki és (rekenye) újfalui előfordulások érce 38—42% vastartalmú pátvaskő. Hasonló, részben szintén mangánban dúsabb pátvaskőből állnak a rudnai ércek ; alárendelten itt is van barnavaskő, nagyobb, 48% vastartalommal.

Az érceket a kohósítás előtt pörkölték. Bár feltehetjük azt is, hogy a XVIII. században még magasabb szinteken dolgozó bányászat elsősorban barnavasércet fejtett, azért ennek a pörkölése is indokolt lehetett ; részben, hogy az esetleg tömör, nehezebben redukálódó érceket porózusabbá tegyék, részben, hogy az ércek felaprítását megkönnyítsék. Ha pedig pátvaskő is volt a termelt ércek között, ennek a pörkölése egyenesen szükségszerű volt. Arról ugyan nem olvasunk, hogy zúzó is lett volna a kohóműben, de az nyilvánvaló, hogy kézierővel aprítani kellett az ércet. A faszénfogyasztás mellett kimutatott fafogyasztás nyilván a pörköléshez kellett.

Nehéz a vas kihozatalnak az elbirálása, mivel a felhasznált érc mennyisége űrmértékben van megadva. *Papp* [13] egy köbméter itteni érc súlyát 3 tonnának veszi fel ; ez persze szálban álló és nem kifejtett ércre vonatkozik. Ha egy köbméter kifejtett barnavasérc súlyát, magyarországi, mai és külföldi, régebbi adatokat figyelembe véve, 15 métermázsának vesszük, akkor az évenkénti feldolgozott 5320 pozsonyi mérő érc súlya kereken 5000 métermázsa. Ebből termeltek, amint láttuk, 4000 bécsi mázsa, vagyis 2240 métermázsa kovácsolt vasat. Ez 44,8%-os vaskihozatalnak felelne meg.

A faszénfogyasztásról annyit tudunk meg, hogy az évenként szükséges 2400 szekérnyit, 7200 öl fából égették. A gombaszögi uradalomban, Gömörmegye adottságainak megfelelően, nyilván elsősorban lombos fák termettek. 7200 öl bükkfából boksa-eljárással mintegy kereken 30 000 métermázsa faszén égethető. A faszénfogyasztást tehát igen kedvezőtlennek kell mondanunk, még akkor is, ha feltételezzük, hogy a fogyasztás egy része a készült vasdarabnak kereskedelmi áruvá kikovácsolásához szükséges, újrahevítésre esett [14].

A vas kihozatal ellenben igen kedvezőnek mondható. A feldolgozott ércek összetételükben a stájerországi Erzberg, valamint a karintiai Hüttenberg érceihez hasonlítanak. Az Erzberg vidékén (Vordernberg, Eisenerz) a kihozatal átlag 25—33% volt és csak kivételesen érte el („állítólag") az 50%-ot [15]. A gombaszögi kohómű vaskihozatala tehát szép eredmény, még akkor is, ha figyelembe vesszük, hogy aránylag gazdag ércekkel dolgoztak. *Volny (Hunfalvy* [2]*)* szerint még a XIX. század elején is általában a 45—50%-os ércekből csak 15—18% vasat hoztak ki.

Viszont az egyes kemencék termelése, az egy alkalommal kihúzott (nem mondhatjuk, hogy csapolt) vasdarabok súlya, a külfölddel összehasonlítva, határozottan kicsi. Nyilván evvel magyarázható a kedvezőtlen szénfogyasztás is.

MEGJEGYZÉSEK ÉS IRODALOM

[1] M. kir. Kereskedelemügyi miniszter: A magyar korona országainak gyáripara az 1898. évben. Vas- és fémipar. I. Vasgyártás. Budapest *1901.* (A szerző neve nélkül.) *Edvi Illés* e jeles műben adatokat közöl több régebbi hámor kezeléséről, a libetbányai, a bánáti, gömöri, zólyomi vasművek üzeméről, a torockói bucakemencékről stb. Adatai alaposak és ma is nélkülözhetetlenek.

[2] *Hunfalvy János:* Gömör és Kishont vármegyék leírása. Pest, *1867*, 268. o.

[3] *Schleicher Aladár:* MTA Műszaki Tudományok Osztálya Közleményei *12*, 403 (1954), Acta Technica *8*, 425 *(1954)*, *20*, 137 (1958).

[4] *Soós Imre:* Kohászati Lapok *1954*, 338; Vázlatok a diósgyőri vaskohászat 190 éves történetéből. (Kohászati Történeti Bizottság közleményei. 4—6. szám, Miskolc, *1960*)

[5] *Schleicher Aladár:* MTA Műszaki Tudományok Osztálya Közleményei *21*, 395 *(1957)*, Acta Technica *18*, 427 *(1954)*

[6] *Vastagh Gábor:* MTA Műszaki Tudományok Osztálya Közleményei *25*, 145 *(1960)*.

[7] *Vastagh Gábor:* MTA Műszaki Tudományok Osztálya Közleményei, közlés előtt.

[8] *Heckenast Gusztáv:* Értekezések a Történeti Tudományok Köréből (Új sorozat), 13. füzet. *(1960)*.

[9] Magyar Országos Levéltár, *Eszterházy* hercegi család levéltári anyaga, *Erney Lázár* inspector iratai *1770*. No. 20.

Magának a gombaszögi kohóműnek alapítási ideje ismeretlen. 1770-ben, amidőn az uradalom megvette, az épületek állapotát elhanyagoltnak mondják, nyilván már jó ideje létezhetett. Téves *Sándor Vilmos*nak az az állítása (Nagyipari fejlődés Magyarországon 1867—1900, Budapest *1954*, 159. o.), hogy a gombaszögi vasolvasztót 1816-ban *Hámos Pál* építette volna. — Nem szándékozom a gombaszögi olvasztó további történetével foglalkozni. Erre vonatkozóan bő anyag áll rendelkezésre az Országos Levéltárban, legalábbis a XVIII. század végéig.

[10] A németes hangzású czang szónak nem találtam nyomát a német nyelvű szakirodalomban. Használja *Bartholomaeides* (lásd alább).

[11] A vas olvasztására szolgáló kemencék nomenklatúrája magyarul még nincsen véglegesen kialakulva. (Megjegyzem, hogy e tekintetben a német szakirodalom sem teljesen egységes, az egyes elnevezések átfolynak egymásba, mint ahogy az egyes kemencetípusok sincsenek egymástól elhatárolva.) A XVII. és XVIII. századot véve figyelembe: nagyolvasztó (Hochofen, alta fornax) alatt olyan nagyobb méretű, főleg magasabb kemencét értünk, amely nehezebben redukálódó ércek feldolgozására is alkalmas volt, amely minden körülmények között nyersvasat termelt és pedig közvetlen vasöntésre is alkalmas minőségben. Másrészt a tótkemence ugyan már vizierővel működtetett, de még a vasércet közvetlenül kovácsolt vassá feldolgozó, nagyméretű bucatűzhelyet jelentett. A kettő között foglaltak helyet a Masselofen, Blauofen, Flossofen megjelölésű kemencék, amelyek már nyersvasat termeltek (a Blauofen adott esetben kovácsolt vasat is termelhetett!), de méreteikben és a termelés nagyságában kisebbek voltak a nagyolvasztónál. Lényeges különbség azonkívül, hogy a nagyolvasztó (legalábbis a tárgyalt időszakban) mindig nyílt mellű volt, míg a Flossofen stb, nem.

Edvi Illés Aladár ([1] 36. és 59. o.) a massa alatt olyan kohót ért, amely „a kispestek és a nagyolvasztók közé esik . . . és amelyekben nemcsak kovácsvas, hanem öntöttvas is keletkezett (Flossofen)." Kispest vagy Blauofen alatt *Edvi Illés* úgy látszik a vasércet közvetlenül kovácsolt vassá feldolgozó kemencét értette ([1] 36. és 332. o.); feltétlenül ugyanezt jelenti nála a tótkemence megjelölése is ([1] 29. és köv. o.) egy már vizierővel működtetett buckakemencét. A magunk részéről elfogadjuk *Edvi Illés* megjelölését massa = Flossofen. Persze a használattal óvatosnak kell lenni. A magyar kohászoknak annyira kedves, úgyszólván egyetlen kohászati emlékünk, az újmassai „őskohó" ugyanis félreérthetetlenül nagyolvasztó volt, sőt valószínűleg az ómassai olvasztó is az volt. Megjegyzendő, hogy *Ladislaus Bartholomaeides* : . . . . Comitatus Gömöriensis notitia, Loise (Lőcse) *1806—1808*, 348. o. massának („Hochoffen") a nagyolvasztót nevezi. A kisebb olvasztót (fornax molis minoris), amely öntöttvasárut nem termel, de nagyobb kalapácsművel el van látva, Blaufeuer-nek nevezi. Megjegyzi, hogy az ebben termelt „formátlan" vasdarab neve Czanga. Viszont *Kerpely Antal*, Magyar Mérnök- és Építész Egylet Közlönye *32*, 493. o. *(1898)* kisolvasztó vagy Blauofen alatt nyersvasat termelő, 17—20 láb magas kemencét ért.

[12] *Kerpely Antal*, Vasbányászat, és vaskohászat, a Magyarország . . . . állapota az ezeréves kiállítás időpontjában című mű 7. kötetében. Budapest *1898*, 176. o.

[13] *Papp Károly*, A magyar birodalom vasérc- és kőszénkészlete. Budapest *1915*, 155—178. o.

[14] Az egykori faszénfogyasztásra vonatkozó adatokat lásd pl. *R. Schaur*, Stahl und Eisen *49*, 489. o. *(1929)*.

[15] *L. Beck*, Geschichte des Eisens, Bd. II. *(1893—1895)* 165, 168. o. *O. Johannsen*, Geschichte des Eisens, 3. kiadás *(1953)*, 244. o.

Egyetemi hírek

Az ifjú gépészmérnökök jún. 23-án este a Hámor-étteremben tartották búcsúestjüket. Az új bánya- és kohómérnökök pedig jún. 24-én este az Avasi-étterem termeiben tartották hagyományos valéta-báljukat.

*

A *Nehézipari Műszaki Egyetem* ifjú mérnökei június 23-án, pénteken a délutáni órákban búcsúztak tanáraiktól, hallgató-társaiktól, az előadó termektől, a diákotthonoktól, az egyetem sétányaitól, az „Alma Mater"-től, a megye és a város vezetőitől. Miskolc várostól este köszöntek el. Az alsóbb éveseknek fáklyás és bányászlámpás soraitól kísérve vonultak a Megyei Pártbizottság székháza elé, ahol a megye és a város vezetői az Egyetem vezetőivel együtt fogadták a búcsúzók menetét. A Székház előtt rendezett rövid, bensőséges ünnepségen a megyei és a városi Pártbizottság, valamint Miskolc város dolgozói nevében *Koval Pál* meleghangú beszédben vett búcsút az Egyetem ifjú mérnökeitől. Ezt követően a búcsúzók a Hősök-terére vonultak, ahol megkoszorúzták a Szovjet Hősök emlékművét, majd a Szabadság-térre érve a Direktórium épületének emléktábláját. Ezután a Kossuth-szobor talapzatán helyeztek el koszorút.

*

A most végzettek diplomáit jún. 24-én nyilvános Egyetemi Tanácsülés keretében adták át, melyen az Egyetem vezetőin kívül a megye és a város vezetőinek képviselői is résztvettek. Az akadémiai ünnepi nyitány hangjai után *dr. Zambó János* rektorhelyettes mondott beszédet. Ezt követően a Karok Dékánjai, majd az MSZMP és a KISZ Egyetemi Bizottságának titkárai szólaltak fel, végül *Zambó János* rektorhelyettes átadta a diplomákat. Az ünnepség a bányász Himnusz hangjaival ért véget. *F. O.*

Középkori vasolvasztó kemence Imolán

Dr. techn. VASTAGH GÁBOR

Dk.: 669.162.„10/12"(439.1)

Szendrei János a múlt század 70-es éveiben Felsőkelecsény, Dövény és Imola határában található, akkor őskorinak mondott salak-előfordulásokról írt, amelyeket réz- vagy ólomolvasztásból eredőknek vélt. Réz- vagy ólomércek feldolgozása, mivel a rudabányai érctelep magasabb szintjein ilyenek még előfordultak, elképzelhető volt. Az említett ércek ókori feldolgozására vonatkozó ismereteink még eléggé hiányosak, ezért érdekesnek igérkezett a kérdés vizsgálata. Az elég nehezen megtalált salakok vizsgálata azonban azt mutatta, hogy azok vasolvasztásból származó salakok és a néhány mintában kimutatható báriumtartalom azt is bizonyossá tette, hogy rudabányai vasércből származnak.

A megtalált salak-előfordulásokat bejelentettem a Kohászat Történeti Bizottságnak, amely *Kiszely Gyula* titkár elgondolása alapján megkezdte a területek szakszerű felásatását, amit *Nováki Gyula* soproni muzeológussal együtt végzünk. 1959-ben a felsőkelecsényi előfordulást ástuk ki, amelynek azonban nagy részét már elhordták utak kavicsolására. Ugyancsak erősen megbolygatott a *Szendrei* részéről dövényinek mondott, valójában Alsószuha határában fekvő jelentékeny nagyságú telep is, aminek vasban dús salakját a harmincas években túlnyomórészt elhordták a diósgyőri nagyolvasztóba újrakohósításra. De azóta részint a területek bejárásával, részint helybeliektől kapott felvilágosítások alapján megtudtuk, hogy még számos más salak-előfordulás található ezen a vidéken. Igy magában Imolán, a Tóberke nevű völgyben most átkutatott terület közelében, legalább hat helyen található salak. Biztos híreink vannak továbbá, hogy Ragály, Trizs és Szuhafő határában is több helyen fordul elő régi salak. Rudabányán és a környékén található sok salak-előfordulás szintén ismert.

Az eddig kiásott (és megtekintett) olvasztási helyek a talált cserépedény-töredékek alapján,

1. ábra. Az imolai ásatási hely, középen a vasolvasztóval

Nováki Gyula vizsgálatai szerint a X—XII. századba tehetők (1. ábra).

Mind az 1959-ben kiásott, mind az 1960-ban feltárt olvasztóhely igen sok leletet adott, aminek a feldolgozása még folyamatban van és amiről *Nováki Gyulával* részletesen be fogunk számolni.

2. ábra. Az imolai vasolvasztó kiemelés előtt

Sok olyan probléma is merült fel, amelyekre nem is fogunk tudni még válaszolni. Most csak a joggal nagy örömet keltett, szinte teljes épségben megtalált buca-kemencéről kívánok beszámolni. A kemencét időközben a Nemzeti Múzeum szakértőinek segítségével beszállították a diósgyőri Kohászati Múzeumba.

A buca-kemence termett talajba ásott gödör oldalfalába volt beépítve. A teljesen függélyes akna magassága 92 cm, a torok átmérője 12,7 cm, a medence átmérője 29 cm. Az alsó nyílásának (mell) átmérője 23 cm. Az akna fala durvaszemű kvarc-homokkal soványított agyagból volt, mintegy 2,5—3 cm vastag. Az akna fala sárgás, nem vörös. De az agyagréteg az akna körül változóan 16—27—40 cm vastagságban vörösre volt égve. Az akna bélése csak egy helyen, kb. a fele magasságban maradt meg és mintegy a kerület egy negyedén kissé elsalakosodott (rárakódott salak) (2. ábra).

A kiásott területen több ilyen buca-kemencé-

nek darabjait találtuk meg. Az aknabélés, a torok, a mellrészek mérete megegyezett a talált kemencéével. Nagy számban találtunk agyagból készült fúvókákat. Ha csak a fúvóka-szájakat számítjuk, tehát a valóban egy-egy fúvókát jelentő maradékot 1369 darab került elő. A fúvókák, kicsi eltéréssel azonos méretben és alakban készültek. A szájuk 1,6—1,9 cm belső átmérőjű, kónikus alakúak, durva homokkal soványított agyagból készültek és ki vannak égetve. A szája többé vagy kevésbé mindegyiknek el van salakosodva, némelyikbe belefolyt a salak, sőt teljesen el is tömte azt. Mások teljesen egy salaktömbben vannak, sőt némelyik a tűzben meg is lágyult és laposra nyomódott az anyag súlyától. Nyilvánvaló, hogy egy fuvókát csak egyszer lehetett használni. Ha pedig, természetesen csak egészen közelítően, a talált buca-kemence-darabokból 15—20 egykor fennállt kemence létezésére következtetünk, a talált fúvókák számából az derül ki, hogy egy-egy kemencében átlag 75 olvasztást végeztek.

A következő megjegyzéseket fűzhetjük a buca-kemencéhez. Feltűnőek a kemence kis méretei. Az ugyanazon korban működött kemencék a mai Ausztria, Németország, Csehország területén többnyire lényegesen nagyobbak voltak. Ugyancsak feltűnő, hogy nem találtunk egyetlen olyan, agyagból formázott téglát, agyagfal darabját sem, amelyben a fúvóka bevezetése számára nyílás, vagy annak lenyomata lett volna. De nem találtunk olyan, természetszerűen vörösre égett agyagot szétszóródva sem, amely a mellnek az olvasztás idejére az elzárását szolgálta volna. Joggal merül fel az a feltevés, hogy az olvasztás, alatt a kemence alsó nyílása nem volt elzárva, tehát „nyílt mellel" dolgoztak — bár sok meggondolás szól ez ellen is.

Gilles, J. W., a kohászattörténet kiváló művelője, nagyon is elképzelhetőnek tartja, hogy a kemence nyílt mellű volt. Ezt a körülményt igen figyelemre méltónak és a külföldi kutatásaikra is nagyon jelentősnek mondja. Nyitott mellű, bár részben fúvóka nélküli kemencéket maga is talált. (1960. november 12-én a szerzőhöz intézett levele szerint.)

A fúvókák méretei valószínűvé teszik, hogy a buca-kemencét fújtatóval működtették, bár erre közvetlen bizonyítékunk érthető módon nincsen.

A buca-kemence aknájának függélyes voltát azért hangsúlyoztuk, mert ismeretesek még régebbi korból származó kemencék is, amelyek aknatengelye kissé eltér a függélyestől.

A buca-kemence bélése, amint említettük, nem vörös, hanem sárgásszürke ; hasonlóképpen szürke a mell nyílásának egész kerülete.

Nagy számban találtunk a kemence medencéjében összegyűlt salakból és acélból álló lepényeket (Ofensau), amelyekhez sokszor néhány cm vastagságban odatapadt volt a medence bélése is. Egyetlen ilyen salaklepényt sem találtunk, amelyben a bélés vörös színű lett volna, jeléül a kemencében uralkodó erősen redukáló környezetnek. Az említett olvasztóhelyeken található salakok összetétele egyébként nagy, 50—61%-ig emelkedő Fe_2O_3-tartalommal, 23—30%-os SiO_2-tartalommal és kb. 2—4% földalkáli (CaO + MgO) tartalommal tipikus buca-tűzhely-salakok. Jelentős a MnO-tartalmuk is. A salakok részletesebb vizsgálata folyamatban van, de mivel az ilyen eredetű salakok összetétele a szakirodalom szerint igen nagy szórásokat mutat, különösebb érdekességet ettől a vizsgálattól várni nem lehet.

A telepen — mint mondottuk — Rudabányáról származó érceket kohósítottak, ugyanis a kemencék közelében rudabányai limonitot állandóan találtunk. Különösen érdekes a kemence melle közelében egy kis kupacban talált, nyilván egy olvasztás adagjaként előkészített 6,8 kg-ot kitevő, 140 darabból álló, mogyorótól lúdtojásnagyságú darabokra megtört érc. Sem ezen, sem a többi ércdarabon nem látszott pörkölés nyoma, az ércek pörkölésére utaló egyéb jeleket sem találtunk.

Tudjuk, hogy ebben az időben a kovácsoltvasat közvetlen módon nyerték : az ércekből nem folyékony nyersvas, hanem kovácsoltvas keletkezett. Ez a magyarul buca-eljárásnak (Rennfeuer, bloomery) nevezett vasnyerési mód folyt a leírt helyen is. A kemencébe adagolt ércből az olvasztás folyamán egy meg nem olvadt, csak képlékeny állapotú, szivacsos, salakkal átszőtt buca keletkezett, amit a kemencéből eltávolítva, esetleg többszöri újrahevítéssel (Ausheizen) és kalapálással a salakzárványoktól többé-kevésbé megszabadítottak és így kapták a kovácsoltvas bucát. A közhasználatú könyvek még rajzon is ábrázolják ezt a folyamatot. Az eljárásnak még sok részletét homály fedi. Ezekre a külföldön több helyen is végzett kísérleti olvasztások sem tudtak még fényt deríteni.

A Kohászat Történeti Bizottság tervbe vette, hogy az 1961. évben még néhány más, szintén a borsodi „vas-vidéken" fekvő salakelőfordulást kiásat.

Műszaki és gazdasági hírek

Európa acéltermelői között az 1960. *évi termelés* alapján első helyen az angol United Steel áll 3,3 millió t-s termeléssel, második az Arbed Luxemburgban, majd ezt követi a Phönix Rheinrohr és az August Thyssen-Hütte, mindegyik 3—3 millió t feletti nyersacél termeléssel. 2—3 millió t között termelése 14 gyárnak volt, A VOEST 1 760 000 t-s termeléssel a 21. helyen áll.

Montan, 1961. 6. 19-i sz.

Indiából 1961-ben 1,4 millió t *vasércet exportálnak*. Ebből Csehszlovákia 900 000, Románia 200 000, Jugoszlávia 135 000, NSZK 100 000 t-át kap. További 2,75 millió t-ából 2 millióra Japán, 300 000 t-ra Egyiptom, a 100 000 t-ra Magyarország, Olaszország, Lengyelország és 50 000 t-ra Ausztriával fognak szerződést kötni.

St. u. E. 1961. 12. sz.

Könyvismertetés

Horváth Aurél: **Kohászati Fizikai kémia.** 1961-ben a Könyvkiadó kiadásában jelent meg, 468 oldal terjedelemben.

Ércek, kohóközéptermékek és fémhulladékok kohósítása során lejátszódó folyamatokat ma már nem érthetjük meg korszerű fizikai-kémiai ismeretek nélkül. Számítással sokszor előre meg tudjuk állapítani, hogy a kohósításban szerepet játszott tényezőknek valamilyen irányban való megváltozása mennyiben fogja módosítani a folyamatokat.

Horváth Aurélnak a könyv megírásakor nemcsak azért kellett új utakon járnia, mert eddig magyar nyelvű kohászati fizikai-kémia még nem jelent meg, hanem azért is, mert a külföldi irodalomban általában csak egyes részletek kidolgozása található.

Horváth Aurél a könyv írásakor minden elismerést megérdemlő módon olyan könyvet bocsátott a magyar kohásztársadalom rendelkezésére, amelyből a kohászati pályát választó generáció szakmájának az elsajátításához nélkülözhetetlen fizikai-kémiai ismereteket jól megtanulhatja, az üzemben dolgozók pedig ilyen irányú ismereteiket felfrissíthetik és bővíthetik.

A kohászati fizikai-kémia öt nagy fejezetre oszlik.

Az *első* 142 oldalas fejezetben az atomok és az anyagi rendszerek szerkezetéről és törvényeiről van szó. Ennek keretében tárgyalja a szerző az atom szerkezetét, a kémiai kötést, az anyagi rendszerek szerkezetét és osztályozását, a homogén egykomponensű, valamint a többkomponensű rendszerek szerkezetét és törvényeit, a heterogén egy- és többkomponensű, a kolloid rendszereket és végül az anyagi rendszerek szerkezetének vizsgálati módszereit.

Ebben a fejezetben kiemelendőnek és nagyon jól sikerültnek tartom az anyagi rendszerek szerkezetének vizsgálati módszereit ismertető részt.

A *második* fejezet 80 oldal terjedelemben a termodinamikával foglalkozik. Ennek keretében szó van a termodinamikai alapfogalmakról, a termodinamikai függvényekről, a különböző anyagrendszerek sajátos termodinamikai függvényeiről, a termodinamikai függvények változásáról a kémiai folyamatokban, végül a termodinamikai függvények meghatározási módjairól.

A könyv a termodinamikával nemcsak a 2. fejezetnek kb. 80 oldalnyi terjedelmében foglalkozik, mert a későbbi fejezetek is át meg át vannak szőve termodinamikai részekkel.

A kb. 60 oldalas *harmadik* fejezet a reakciókinetikát tárgyalja, és itt az általános reakciókinetikai fogalmakról és törvényekről, a homogén reakciók kinetikájáról, a heterogén reakciók és folyamatok kinetikájáról, a katalízisről és a reakciókinetika kohászati vonatkozásairól van szó.

A kohászatban a legtöbb esetben heterogén folyamatok lejátszódásáról van szó, úgyhogy a reakciókinetikai részben is ez kellene legyen a legkiemeltebb. Sajnos a heterogén folyamatok reakciókinetikájáról ma még aránylag keveset tudunk. Ez a magyarázata annak, hogy a könyv mindössze 12 oldal terjedelemben foglalkozik a heterogén reakciók és folyamatok kinematikájával.

A kb. 80 oldalas *negyedik* fejezet az egyensúlyok elméletét tárgyalja, és itt ezzel kapcsolatban az egyensúlyi állapot fogalmáról és ismertető jeleiről, a tömeghatás törvényéről és az egyensúlyi állandóról, a homogén gázegyensúlyokról, a heterogén gázegyensúlyokról, a komplex gázreakciók egyensúlyáról, a fázistörvényről, az oldatok egyensúlyáról, a fázisdiagramokról, kétalkotós oldatokban a komponensek aktivitásának méréssel és számítással végezhető meghatározásával és az egyensúly kísérleti meghatározásáról van szó.

Az *ötödik* fejezet kb. 90 oldal terjedelemben tárgyalja az elektrokémiát. Itt az elektrokémiai alapfogalmakról és mértékegységekről, az elektrolitos disszociációról, a vezetőképességről és ionvándorlásról, az elektrolitoldatok egyensúlyi viszonyairól, az elektromotoros erőről, elektródpotenciálokról, galvánelemekről, az elektrolízisről és polarizációról és az elektrokémia kohászati vonatkozásairól van szó.

Összefoglalóan azt állapíthatjuk meg, hogy *Horváth Aurélnak* a könyv írásakor messzemenően sikerült a célkitűzést megvalósítania.

Hiányosságként annyit tudok felhozni, hogy nem minden ábránál jelölte meg a forrást, és az irodalmi felsorolásoknál sajnálatos módon kihagyta a magyar nyelvű forrásmunkákat.

Elismerés illeti a Tankönyvkiadót és a Franklin nyomda dolgozóit a könyv ízléses, szép külsejéért.

Dr. Horváth Zoltán
egyetemi tanár
a műszaki tudományok doktora

I. A Magyar Fémművek Gyártmányainak Jegyzéke Nehézfémek, 2 kötet 3 részben. Bp. 1959.

II. A Magyar Fémművek Gyártmányainak Jegyzéke. Könnyűfémek, 2 kötet 2 részben. Bp. 1960.

A magyar nehéz- és könnyűfémkohászat termelése az utóbbi tíz évben jelentősen, ezen belül a könnyűfémkohászat termelése ugrásszerűen emelkedett. A Fémművek termékeiről összefoglaló gyártmányjegyzék nem volt. Az egyes gyártó vállalatok által kibocsátott gyűjtemények viszont csak kis példányszámban jelentek meg (hiányos anyagismertetéssel), emiatt nem voltak alkalmasak arra, hogy a felhasználókat megfelelően tájékoztassák. Ezt a hiányosságot pótolta a megjelent, nagy gonddal és kitünően összeállított színesfémkohászati gyártmányjegyzék.

A magyar nehéz- és könnyűfémkohászat már régen megkövetelte, hogy gyártmányaink választéka egységes jegyzékbe foglalva álljon a felhasználó iparágak rendelkezésére. A felhasználó vállalatok pedig ismételten hiányolták, hogy nincs összefoglaló egységes gyártmányjegyzék, mely igen megkönnyítené munkájukat. Az említett gyártmányjegyzékek egyaránt szolgálják a felhasználó vállalatok és a gyártóművek érdekeit. A felhasználó számára ismerteti a művek által gyártott minőségi és méretválasztékot, megkíméli a felhasználókat a nehézkes adatbeszerzés munkájától és biztosítja azt, hogy olyan méretet és minőséget válasszon, mely a termelő üzemek gyártási programjába tartozik.

A gyártmányjegyzék nem utolsósorban a gyártóművek érdekeit is szolgálja, mert az indokolatlanul nagy választék a kohászati üzemek munkáját elaprózza, növeli a szerszámkészletet és így emeli az önköltséget.

A gyártmányjegyzék a felhasználók, s így a szerkesztők és tervezők részére is igen hasznos, mert útbaigazítja őket, hogy a fémművektől mit rendelhetnek, illetve az új szerkesztéskor milyen szelvényekkel számolhatnak.

A gyűjtemény a hazai fémművek által ténylegesen gyártott fémtömbök, szelvények és idomok minőségének adatait, valamint jellemzőit tartalmazza, s egyben megjelöli (vastagabb szedéssel) a járatos minőségeket és méreteket. A magyar szabványokban található választéknál tehát egyrészt bővebb, mert felöleli a magyar szabványba még nem foglalt összetételeket, méreteket és minőségeket is, másrészt szűkebb, mert mellőz néhány olyan méretet, minőséget, illetve előírást, amelyeket az üzemek nem tudnak vállalni.

A gyűjtemény két önálló (két-két) kötetben került kiadásra, az I. rész a nehézfémkohászat, a II. rész a könnyűfémkohászat termékeit tartalmazza. Az első rész a Kohó- és Gépipari Minisztérium, a második rész a Nehézipari Minisztérium hivatalos kiadványa. Mindkét kötet első fejezete elsősorban az általános eladási feltételekkel és a megrendelés módjával foglalkozik. Helyes, ha ezt a fejezetet minden rendelő, tervező és felhasználó a rendelés összeállításához gondosan tanulmányozza, mert így számos szükségtelen és hosszadalmas levelezésnek, visszakérdezésnek elejét veheti.

A katalógus egy-egy kötetének további fejezetei az eladásra szánt fél- és késztermékek, lemezek, tárcsák, szalagok, idomok, rudak, huzalok és csövek, öntvények, kovácsolt termékek, hegesztő és forrasztóanyagok, fémötvözetek (pl. fehérfém, csapágyanyagok stb.) ténylegesen termelt fajtáit, választékát, továbbá ezeknek a rendelés feladásához szükséges adatait tartalmazza.

A kötetek utolsó fejezeteiben az összes rendelhető színes, illetve könnyűfém profil rajza és főbb adata található.

Célszerű lenne a jövőben, ha a felhasználók és a szerkesztők mind a saját vállalati, mind a népgazdaság érdekeit tekintve, a katalógus adta választékot tartanák szemelőtt, s a választékon belül is elsősorban a járatos méretek és minőségek felé irányítanák figyelmüket.

A gyűjtemény összeállítása úttörő munka volt. Hazai üzemeink fémkohászati gyártmányairól ilyen részletes kiadvány még nem készült és hasznosságához aligha fér kétség.

A szakbizottság alapos és eredményes munkát végzett, amiért mind a bizottság tagjait, mind a főszerkesztőket a munka irányítóit elismerés illeti.

Zachár László

Húzótüske 1960. Az elődeiktől örökölt hagyományokhoz híven a Nehézipari Műszaki Egyetem 1960-ban végzett hallgatói kiadásában megjelent az immár közkedveltté vált könyvecske a „Húzótüske". Azzal a várakozással vesszük kézbe, hogy vajon két év alatt mit figyelt meg az ifjúság kritikus éles szeme, érzékeny füle, ami megérdemelte, hogy a „Húzótüské"-re legyen tűzve. A Húzótüskét kézbevéve, éppúgy mint három idősebb testvérét, ezt sem lehet letenni, míg mind a 98 oldalát át nem olvassuk, a képeit végig nem szemléltük. A tartalma az ifjúság életrevalóságát, humor érzékét, szerető évődését tanúsítja, természetesen azok nevét ismételgeti, akik szívéhez közel állanak.

Ennek a kötetnek különösen a rajzai sikerültek, mindegyik éles megfigyelésről, a leglényegesebbek meglátásáról tanúskodik. A rajzok közül ki kell emelni az arcképeket. Igen nehéz feladatot vállal, aki közülök a legsikerültebbet akarja kiválasztani.

Az 1960-as Húzótüske méltán sorakozik elődei mellé s sok-sok év múltával az egyetemi élet történetének egyik kedves kútforrása lesz. Megtaláljuk benne Selmec—Sopron—Miskolc összefüggését, összetartozását. A férfikorba átérlelődő ifjúság az egyetemtől búcsúzva ebben a könyvben kezdi emlékeit összegyűjtve megörökíteni. Itt a búcsúzás bekövetkeztekor érzi, hogy az Alma Materhez öt kedves év összetartozása, öt év gondoskodása, szeretete, bú és bánata, öröme és vidámsága fűzi.

Mi tanúsíthatja ezt jobban, mint a Húzótüske végén látható néhány rajz és tréfa, melyekből bemutató bizonyítékként kettőt megismételünk.

*

„Szalagavató szakestélyen történt. Egyik hallgató feltűnően sok szendvicset evett meg. Feláll az egyik kohász: Tisztelt szalagavató szakestély, magas praesidium! Az egyik firma lassan megeszi előlem a szendvicseket. Kérem felelősségre vonását. A májordomus felszólítja a firmát, adjon magyarázatot. A válasz: — Kishúgom szalvétát gyűjt, és nem dobálhatom el a szendvicseket!"

*

„Attól függetlenül, hogy majdnem mindenki segédrendőrnek néz bennünket, ez már részünkről is megszokott dolog, a következő történt. Két évfolyamtársunk az egyik szórakozóhelyen kihímzett „Jó szerencsét" feliratú szalaggal karján üldögél és szemléli az események folyását, amikor a szomszéd asztaltól egy kíváncsiságtól mutáló hang szólítja meg őket:

— Tessék mondani, önök a Szerencsi Csokoládégyár reklámját hordják karjukon? —?! — Mert ha nem, nem tudom megérteni, erre a szalagra miért van felírva, hogy: **„Jó szerencsit!"** *A. F.*

Műszaki eseménynaptár

Október 10. 230 éve (1731) született *Cavendisch, Henry* angol fizikus és kémikus (megh. 1810), a hidrogén felfedezője. 1798-ban kísérletileg is igazolta a Newton-féle gravitációs törvényt.

18. 30 éve (1931) halt meg *Edison, Thomas Alva*, Nobel-díjas amerikai feltaláló (szül. 1847), az elektrotechnika egyik jelentős kutatója. Több mint ezer szabadalma közül legjelentősebbek a szénmikrofon, a szénszálas ízzó és a fonográf.

21. 100 éve (1861) született *Klupathy Jenő* magyar fizikus, egyetemi tanár, a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja (megh. 1931), a vetítéshez használt elektromos ívlámpa és a hanggal történő távkapcsolás feltalálója.

21. 90 éve (1871) született *Pálfy Mór* magyar geológus, a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja (megh. 1930) a Földtani Társulat első titkára és a Földtani Közlöny szerkesztője, jeles kutató és szakíró.

24. 360 éve (1601) halt meg *Brahe, Tige* (Tycho) dán csillagász (szül. 1546), akinek számos értékes megfigyelése volt a bolygók mozgására és az álló csillagok helyzetére. Tanítómestere volt Keplernek.

26. 100 éve (1861) mutatta be *Reiss, Johann Philipp* német feltaláló (1834—1874) a majnamenti frankfurti Fizikai Egyesület ülésén első telefonját.

31. 110 éve (1851) született *Ilosvay Lajos* magyar vegyész, a Magyar Tudományos Akadémia tb. tagja (megh. 1936). Jelentős tudományos kutatásai az analitikai és szervetlen kémia területére terjedtek ki.

Az összeállított eseménynaptár nem teljes.

Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtárban (Bp. VIII. Múzeum u. 17.)

Tájékoztatást ad: *Pap János* tudományos főmunkatárs, tel: 336-309/23 mellék.

Megadott szabadalmak

Vizet taszító bevonat hőközlő falakra lecsapódó gőzök hőátadásának növelésére 145 638 (17d) *dr. Proszt János* műegy. tan. *dr. Nyul Gyula* kand., *Lipovetz Iván* km, *Halmos György* gm., *dr. Halmos Károly* gm., 1956. V. 11/1958. 11.

Izzító kemence 145 675 (18c 1—15) *Takáts László* gm, *Terény Aladár* km, 1957. VIII. 22/1958. 11.

Villamos ívkemence 145 682 (21h 20—25) Magy. Állam *(Varga Sándor* em.) 1957. II. 2/1958. 11.

Tűzfej egylégaknás olaj- és hideggáztüzelésű martinkemencékhez 145 769 (18b 8—23) Csepel Vas- és Fémművek, *Wilhelmb Tibor* km, *Csépai Dezső* km, *Hübner János* műv., 1956. IX. 11/1958. 12.

Eljárás kohászati kemencék fenekének dolomittömbökkel történő bélelésére 145 881 (18c 5—9) *Weigl Ernő* km, *Faur Ferenc* (Miskolc) 1957. VI. 17/1959. 2.

Eljárás kerámiai testek, különösen metallokerámiai célokra alkalmas alakosdarabok előállítására korundszemcsékből, zsugorító égetéssel 145 903 (80b 8), *dr. Csordás István* vm, *dr. Lányi Béla* egy. tan. vm, *Veres Zoltán* vm, *Vissy László* vm, 1957. XI. 4/1959. 2.

Tüzelőberendezés gyengeminőségű, nagy portartalmú szénfajták részére 146 501 (24a 1—14) Vegyipari-gép és Radiátorgyár, *Forgó László* gm, *Gábor László* gm, 1956. VI. 13/1959. 8.

Eljárás előszárított szénből való generátorgáz gyártására 146 514 (24e 9—13) Hőtechn. Kut. Int., *Naszályi László* m, *Boross László* m, 1958. II. 26/1959. 8 (SzT).

Eljárás nagy tűzállóságú, szilárdságú és keménységű kerámiai testek előállítására 146 617 (80b 8) Magy. Állam *(Csordás István, Lányi Béla, Lelkes Gábor, Veres Zoltán, Vissy László)* 1954. VIII. 28/1959. 9

Eljárás rideganyagok aprítására, őrlésére, csöves-, vibrációs stb. malmokban oly módon, hogy az őrlendő anyag az őrlőtestek kopásából eredő anyagoktól ne szennyeződjék 146 618 (80a 1—9) Magy. Állam *(Csordás István, Lányi Béla, Lelkes Gábor, Veres Zoltán, Vissy László)* 1954. VIII. 28/1959. 9.

Eljárás műkorundgyári szállópornak metallokerámiai célokra való felhasználására 146 619 (12m 5—9) Magy. Állam *(Csordás István, Lányi Béla, Lelkes Gábor, Veres Zoltán, Vissy László)* 1954. IX. 25/1959. 9.

Eljárás főként metallokerámiai célokra szolgáló alakosdarabok előállítására 146 620 (80b 8) Magy. Állam *(Csordás István, Lányi Béla, Lelkes Gábor, Veres Zoltán, Vissy László)* 1954. IX. 25/1959. 9.

Eljárás főként metallokerámiai célokra alkalmas oxidok finom őrleményeinek gyors ülepítésére 146 621 (80b 8) Magy. Állam *(Csordás István, Lányi Béla, Lelkes Gábor, Veres Zoltán, Vissy László)* 1954. IX. 25/1959. 9.

Eljárás és öntőmassza különösen metallokerámiai célokra alkalmas öntőanyag és azokból készült alakosdarabok, öblös edények stb. előállítására 146 622 (80b 8) Magy. Állam *(Csordás István, Lányi Béla, Lelkes Gábor, Veres Zoltán, Vissy László)* 1955. I. 31/1959. 9.

Elpárologtató hűtésű üreges vállgerendaszerkezet Martin-kemencék stb. részére 146 653 (18c 9—11) *Vadas Zoltán* gm, *Molnár Gyula* gm, *Nagy József* gm, 1958. II. 15/1959. 10.

Eljárás és berendezés ferritfazékmagok előállítására 146 676 (21g 29—35) *Faragó László* m, *Molnár László* techn. *Szabó Miklós* km, 1958. IX. 19/1959. 10.

Kerámiai-rács gáznemű anyagok lángnélküli felületi izzítással való elégetésére és eljárás a rács előállítására 146 731 (24c) Építéstud. Int., *Völgyes István* gm, Csepeli Erőmű, *Bán Ervin* gm, 1958. X. 1/1959. 11 (SzT).

Függőleges csőkemence 146 955 (24c) *Mátrai László* km, *Dentloff Ervin* (Leipzig), *Jancsó Tibor* vm, *Károlyi József* vm, 1958. VI. 23/1960. 1.

Összetett tűzállótégla és eljárás előállítására 146 959 (80b 8) *Balsay István* vkm, egyet. tan., *Ecker Ferenc* fm, *Pál József* m, 1958. VIII. 30/1960. 1.

Eljárás dolomitércek zsugorítására 147 172 (18a 1—2) *Sövegjártó János* gm, *Cser Arisztid* vtechn. 1958. XI. 15/1960. 2.

Eljárás ipari kemencék hulladék füstgázhőenergiájának recirkulációval való megtakarítására 147 257 (24c) Hőtechn. Kut. Int. *Kun László* tud. kut. 1958. V. 12/1960. 3 (SzT).

Eljárás kohászati kemencék távozó füstgáz hőenergiájának felhasználására 147 258 (24a 18—23) Hőtechnikai Kut. Int. *Kun László* tud. kut. 1957. III. 27/1960. 3 (SzT).

Elgőzölögtető hűtésű nyakhűtőtáska Martin-kemencékhez 147 300 (18b 8—23) *Vadas Zoltán* gm, *Kocka László* gm, *Csikós József* gm, 1958. XII. 20/1960. 2

Eljárás magas hőmérsékleten (200 C° felett) üzemi hőcserélő berendezés hőátadási tényezőjének növelésére 147 673 (24c) *Fábry György* gm, 1959. III. 9/1960. 7.

Elgőzölögtető hűtőrendszer ipari kemencék, különösen Martin-kemencék részére 147 733 (18b 8—23) *Vadas Zoltán* gm, *Nagy József* gm, *Répási Gellért* km, *Czeke Arisztid* km, 1959. II. 4/1960. 7.

Hűtött tűzálló tető- és falszerkezet, valamint hűtőberendezés ipari kemencék, különösen SM-kemencék részére 147 979 (18b 8—23) *Balsay István* km, *Czeke Arisztid* km, *Molnár Gyula* gm, *Vadas Zoltán*, gm, 1959. III. 18/1960. 10.

Elgőzölögtető hűtésű ajtókeret Martin- és egyéb ipari kemencék részére 148 044 (18b 23) *Vadas Zoltán* gm *Vörös László* gm, *Nagy Zoltán* gm, 1968. X. 10/1960. 10.

Eljárás parciálisan égetett dolomit előállítására 148 063 (12 m 1—4) Budapesti Cementáru V., *Schütz Mihály* vm, *Szilágyi István* vm, 1959. VI. 17/1960. 11 (SzT).

Elgőzölögtető hűtőberendezés Martin kemencék és egyéb ipari kemencék részére 148 155 (18b 8—23) *Vadas Zoltán* gm, *Nagy József* gm, 1958. IX. 24/1960. 11.

Eljárás tűzálló betonkeverék és ebből monolitos betonfalazat előállítására ipari kemencékhez 148 199 (80b) Magnezitipar, *Sövegjártó János* gm, *Cser Arisztid* v, 1958. X. 29/1960. 12.

Fémkohászat (Al kivételével)

Eljárás W-fémporból készült fémtestek előállítására 143 595 (40a 18—51) Egyesült Izzó, *dr. Millner Tivadar* vm, *dr. Neugebauer Jenő* vm, 1954. V. 6/1957. 1.

Eljárás fémek, különösen elektroncsövek alkatrészeinek hegesztésére 143 750 (21g 1—16) Egyesült Izzó, *Oldal Endre* m, *Nágel Ferenc* m, 1955. IV. 27/1957. 3.

Eljárás W-tartalmú anyagok feldolgozására 144 217 (12n) Egyesült Izzó, *dr. Neugebauer Jenő* m, 1956. I. 28/1957. 9.

Adagolószerkezet vákuummal dolgozó forgódobos Mg-színítőkemencékhez 144 275 (40a 7—10) Magy. Állam *(Szulyovszky Andor)* 1956. II. 10/1957. 10.

KOHÁSZATI LAPOK

Főszerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor

Műszaki Könyvkiadó. Budapest. V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450

Megjelenik: 1780 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em 306. — Telefon: 127-084

61-7266-689/2-Révai-nyomda, Budapest. V., Vadász utca 16.

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850.) vagy bármely postahivatalnál.

Előfizetési díj: egész évre 144.—Ft, egyesületi tagoknak 96.—Ft. Egyes szám ára: 12.—Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 8. sz. folyószámlájára)

CARL ZEISS
JENA

2m

Síkrács-Spektrográf

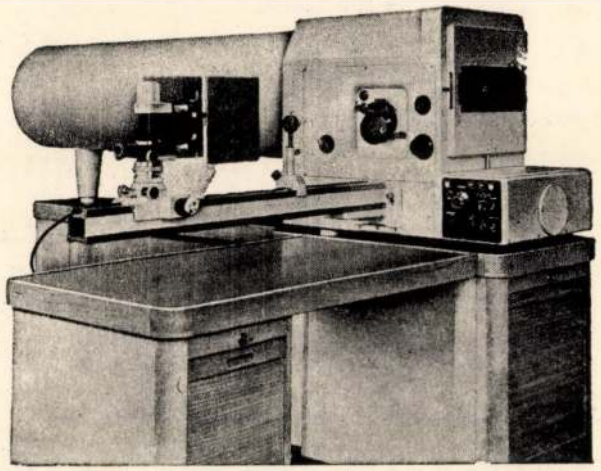
Spektrokémiai vizsgálatok

2000-28000 Angstroem tartományban

Kérje 32/„Plang" sz. tájékoztatónkat

VEB Carl Zeiss JENA

Német Demokratikus Köztársaság



Felhívjuk figyelmét a MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ szakkönyveire!

Murski—O Donnel: **Hengerelt áruk hibái**	kötve	44,— Ft
Kaczmarek: **A hidegsajtolás gyakorlata 2. kiadás**	kötve	63,— Ft
Mikusinski: **Operátorszámítás**	kötve	84,— Ft
Römpp: **Vegyészeti lexikon** három kötet	à kötve	165,— Ft
Obadovics J. Gyula: **Matematika 3,** átdolgozott és bővített kiadás	kötve	57,— Ft
Laskowski—John: **Lemezszabás** 2. kiadás	fűzve	23,— Ft
Fülöp Miklós: **Idomacélok tolótáblázata**		15,— Ft
Becske Ödön: **Öntőmintakészítés** 2. átdolgozott kiadás	fűzve	17,— Ft
Nyárády—Szilágyi—Vásárhelyi: **A világ műszaki múzeumai**	fűzve	18,50 Ft
Erdey-Grúz Tibor: **Az anyagszerkezet alapjai**	kötve	36,— Ft
Györgyi Géza: **Elméleti magfizika**	kötve	39,— Ft
Bardócz István: **Szerszámacélok megválasztása és hőkezelése**	kötve	48,— Ft
Rácz István: **Méret és nagyságrend**	kötve	20,40 Ft
Nádasi Endre: **A fémszórás**	kötve	33,60 Ft
Visnyovszky László: **Nyersvasgyártás**	kötve	37,70 Ft
Szombatfalvy Árpád: **Hőkezelés** 2. átdolgozott és bővített kiadás	kötve	31,50 Ft
Pachné—Frey: **Vektor és tenzoranalízis**	kötve	56,60 Ft
Lozinszkij: **Izzó fémek metallográfiai vizsgálata vákuumban**	kötve	75,50 Ft
Kismarty Loránd: **Szerkezeti acélok és öntvények** 2. átdolgozott és bővített kiadás	kötve	36,50 Ft
Kerpely Kálmán: **Kohászati táblázatok**	kötve	57,50 Ft
Comings: **Nagynyomású technológia**	kötve	97,— Ft
Jánszky Lajos: **Műszaki bibliográfia 1900—1955.**	kötve	81,— Ft

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN

SZAKBOLT:

MŰSZAKI KÖNYVESBOLT, Budapest, VII., Lenin krt. 7.

KOHÁSZATI *lapok*

94. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

11. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 94. ÉVFOLYAM 11. SZÁM • 481—528 OLD. • BUDAPEST, 1961. NOV.

KOHÁSZATI LAPOK

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

Szerkesztőség: Budapest, V., Szabadság-tér 17. III. em. 306. Tel.: 127-084, 316-926
Венгерский Журнал Металлургии
Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen · Hungarian Journal of Metallurgy
Revue Hongroise de Metallurgie · Rivista Ungherese de Metallurgia

Főszerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BALÁZS FÜLÖP
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DOMONY ANDRÁS DR.
HAJTÓ NÁNDOR DR.
KÁLMÁN SÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
KÖRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
ÓVÁRI ANTAL
PILISSY LAJOS
SÖVEGJÁRTÓ JÁNOS DR.
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÉCSEY BÉLA DR.

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

MEGJELENIK HAVONKÉNT

TARTALOM

Farkas Ottó: A nagyolvasztósalak ionszerkezete 481
Pintér Géza: A műszerezettség és automatizálás helyzete Almásfüzítőn 486
Egyetemi hírek 491
Péntek István, Bikics Zoltán, Mikó József, Hevesi József: Egy 150 t-s SM-kemence fekvő regenerátorának áramlástani vizsgálata .. 492
Szele Mihály, Visnyovszky László: A nagyolvasztók termelőképességének meghatározása 499
Megadott kohászati szabadalmak 503
Hüke Kálmán 504
Dr. Domony András, Laár Tibor: A titán és bór együttes hatása az alumínium felületén képződött oxidhártya tulajdonságaira és az alumínium kristályosodására 505
Dr. Lőcsey Béla: Samott tűzállóanyagok mullittartalmának növelési lehetősége 508
Műszaki eseménynaptár 511
Pallagi Sándor: Vanádiumsalak elektrotermikus feldolgozása 512
Süptitz, Georg: Dolomitlisztből készült SM-kemencefenekekkel szerzett tapasztalatok az NDK-ban 515
Gegus Ernő: Kvantométerek elmélete és szerkezete 520

ÖNTÖDE:

Abcouwer J. S.: Az öntöttvas anizotrópiája és mechanikai tulajdonságai 241
Nagy Zoltán: A nagy mangántartalmú acélból öntött alkatrészek gyártási tapasztalatai 250
Maréchal Károly: Rézlapú öntvénygyártás fémveszteségei 259
Öntödei folyóiratfigyelő szolgálat 261
Szakosztályi élet 263
Lapszemle 264

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

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

СОДЕРЖАНИЕ:

Абкаувер, И. Ш.: **Анизотропия и свойства литейного чугуна** ..... С 241

По простому методу даны уравнения теплового потока, одно- и многосторонней передачи тепла, далее диаграммы затвердевания и охлаждения металла. На основе термодинамических рассуждений выведено, что температура превращения аустенита в перлит определяет твёрдость перлита и отношение σ_B/E_0, дале проанализирована роль переохлаждения. Практические выводы зависимостей между R, S_c, σ_B, HB и E_0, то есть между их логарифмами. На основе уравнения можно выводить много различных правил и понимать действие толщины стенки отливок. Целью работы являлось дать указания для переработки стандарта литейного чугуна в Голландии.

Надь, З.: **Опыты производства отливок из стали с высоким содержанием марганца** ..... С 250

Описаны выплавка стали с высоким содержанием марганца, формовочные материалы, технология формовки и литья, очистка отливок и термическая обработка. Для иллюстрации описанных приводятся некоторые примеры. Описаны результаты анализа брака, далее исследование материала и обработка резанием.

Марешал, К.: **Потери металла при производстве литья из медистого сплава** ..... С 259

Потери металла необходимо уменшать из за импорта цветных металлов. На основе заранее проведенных измерений сообщаются данные потери металла на угар, при ошлаковании, при очистке, потери на выбросы и тд.

INHALT:

Abcouwer, J. S. (Amsterdam): **Anisotropie und mechanisches Verhalten von Grauguss** ..... P 241

Es wird ein einfacherer Weg als üblich verfolgt und es werden der Wärmestrom, die ein- und mehrdimensionale Währmeübergabe und die Gleichungen der Abkühlungskurven gegeben. Auf Grund thermodynamischer Erwägungen wird festgestellt dass die Austenit-Perlit Umwandlungstemperatur die Härte des Perlits und das σ_B/E_0 Verhältniss bestimmt, die Rolle der Unterkühlung wird auch analysiert. Es werden auch für die Praxis genügende Zusammenhänge zwischen R, S_c, σ_B, HB und E_0 bezw. deren Logarithmen gegeben. Aus den Gleichungen kann man viele bekannte Gesetze ableiten, und die Wirkung der Wandsträke ist auch verständlicher. Der Zweck dieser Arbeit ist ein Normungsvorschlag zur Neubearbeitung der holländischen Gusseisennorm.

Nagy, Z.: **Erfahrungen bei der Herstellung von gegossenen Gussteilen mit hochen Mn-Gehalt** P 250

Das Schmelzen von hochmanganhaltigen Stählen, die verwendeten Formstoffe, die Form- und Giesstechnologie, die Appretur und Wärmebehandlung der Abgüsse. Der Text ist mit zahlreichen Gussbeispielen reichlich illustriert. Es sind auch die Ergebnisse der Ausschussanalyse gegeben. Der Aufsatz befasst sich auch mit der Materialprüfung und der Verspänung.

Maréchal, K.: **Metallverluste bei der Gussfabrikation aus kupferhaltigen Legierungen** ..... P 259

Die Metallverluste müssen bei uns erster Linie wegen den Import von Buntmetallen vermindert werden. Es werden laut früheren Betriebsmessungen numerische Daten bezüglich der Abbrand — und Schlackenverluste, der Zerstreungs- und Spitzverluste und verschiedener Art Putzverluste angegeben.

CONTENTS:

Abcouwer, J. S. (Amsterdam): **Anisotropy and mechanical properties of cast -iron** ..... P 241

The author follows a more simple way than usual and gives the heatflow, the one- and multidimensional heat-transfer and the equations of the cooling-curves. On the base of thermodynamical considerations he states that the temperature of the austenite-pearlite transformation determines the hardness of the pearlite and the σ_B/E_0 ration, he analyses the role of undercooling too. He gives for the practice satisfactory connections in respect to R, S_c, σ_B, HB and E_0, respectively on there logarithm. Many known laws may be deduced from these equations and the section size sensitivity can be better understand. The aim of this work was to make some proposals for the standardization of unalloyed grey-cast iron in Holland.

Nagy, Z.: **Experiences in the production of cast constituents with high manganese contents** P 250

This article describes the melting of steels with high Mn-contents, the used moulding materials, the moulding — and pourning technology and the dressing and heat treatment of the parts. The discussed questions are illustrated by many examples. The results of the rejects-analysis are reported. The author deals also with the material testing and cutting.

Maréchal, K.: **Metal losses by producing copper-base castings** ..... P 259

We have above all to reduce the metal losses owing to the imported non ferrous materials. According to earlier plant measurements numerical data are given concerning the melting losses, the slag losses and the losses which occur through scattering, splashing and by the different cleaning operations

СОДЕРЖАНИЕ:

Фаркаш, О.: **Ионная структура доменных шлаков** ..... С 481

Фосфаты и силикаты строятся из нейтральных молекул. Процессы ионизации главнейших элементов шлака. Атомная структура шлаков. Чем сложнее силикатные ионы, тем больше и чем больше число тетраедров SiO_4^{-4}, тем меньше вязкость шлака. Поверность мервинита, образованного с MgO, имеет большое значение в образовании шлака выгодного состава.

Пинтер, Г.: **Положение снабженности приборами и автоматизации на глиноземном заводе города Алмашфюзито** ..... С 486

Установлены приборы и автоматика для следующих целей: для сигнализации основности, дальнопередатчик анализа насыщенности щелечи, сигнализатор дозировки гидрата направленного для калцинирования. Счетчик хода насоса, измеряющего количества пульпы впитающий в автоклавы, регулятор температуры и удельного веса пульпы.

Пентек—Бикич—Мико—Хевеши: **Исследование течения газа на решётках регенератора 150 т. мартеновской печи** ..... С 492

На основе исследования течения газа на моделе решётки регенератора даёт выводы и предложение для преобразования решётки. На основе предложения преобразовали модель, после чего получили более выгодные условия для использования тепла.

Селе, М.—Вишневски, Л.: **Определение производительности доменных печей** ..... С 499

Показатели, примененные для характеризования работы доменных печей дают возможность для правильного сравнения только тогда, если содержание железа в шихте известное. До этого при расчете производительности доменных печей это не учитывали. В статье описан новый метод расчета производительности, по которому принимается во внимание условия шихты и таким образом станет более конкретным методом. В статье авторы предлогают применять новые показатели: „Удельный обьем печи" и „Удельная производительность печи".

др. Домонь, А.—Лаар, Т.: **Совместное влияние титана и бора на свойства оксидной пленки, образованной на поверхности алюминия и на кристаллизацию алюминия** ..... С 505

Некоторые посторонные элементы, имеющиеся в небольшом количестве в алюминии, сильно влияют на свойства металлического алюминия. Титан ухудшает электропроводность алюминия, способствует тонкой кристаллизации. На электропроводность бор влияет мало, также способствует тонкой кристаллизации и ухудшает свойства поверхностной оксидной пленки. При одновременном присутствии бора и титана, влияние на свойства зависит от того, который из них находится в перевесе в свободном состоянии.

Др. Лечеи, Б.: **Возможности увеличения содержания муллита в шамотных огнеупорных изделиях** ..... С 508

При благоприятных условиях развываются реакции, при которых образуется муллит из SiO_2 огнеупорных материалов и AlF_3. Таким образом при помощи AlF_3 состав можно довести до чистого муллита. 5—10% AlF_3 значительно ускоряет скорость образования муллита. Применяя в большей количестве, обеспечивает получение изолирующего материала с небольшим объёмным весом и высокой огнеупорностью.

Паллаги, Ш.: **Электротермическая переработка ванадиевого шлака** ..... С 512

Разрешилось производство феррованадия в промышленном масштабе из ванадиевого шлака; установилась хорошая себестоимость. Себестоимость 40%-ного феррованадия, полученного из пятиокиси ванадия алюмотермическим путем, равняется 120—135 000 форинт/т, а себестоимость 40%-ного феррованадия, полученного из шлака электротермическим путем, равняется 50—55 000 форинт/т.

Шюптитский, Г.: **Опыты, полученные с подом мартеновской печи, изготовленной из муки доломита** ..... С 515

Данные применённого доломита. Описание изготовления пода. Методика обогрева. Удаление старой футеровки во время ремонта. Ремонт пода и экономичность.

Гегуш, Э.: **Теория и конструкция квантометров** ..... С 520

Измерение интенсивности света, получение спектра, способы возбуждения. Описание разных аппаратов; адаптеры, исследовательские квантометры, аппаратуры зафиксированными каналами, описание вакуум-квантометров.

INHALT:

Farkas, O.: **Die Ionenstruktur der Hochofenschlacke** ..... P 481

Die Phosphate und Silikate sind aus neutralen Molekülen aufgebaut. Der Ionisations-Vorgang der wichtigsten Elemente der Schlacke. Atomstruktur der Schlacke. Je verwickelter die Silikat-ione sind, um so grösser ist die Viskosität der Schlacke und je mehr SiO_4-Tetraeder vorhanden sind, um so kleiner ist die Viskosität. Die Oberfläche des mit MgO gebildeten Merwinits hat einen bedeutenden Einfluss auf die Ausbildung der Schlackenzusammensetzung.

Pintér, G.: **Instrumentierung und Automatisierung in Almásfüzitő** ..... P 486

Instrumente und Automatik wurden für folgende Zwecke eingebaut: Basizitätsanzeiger, Fernsteuerung der Basendichtebestimmung, Chargieranzeiger für Hydrat bei der Kalzinierung, Pumpenhub-Zähler zum Messen der in die Autoklavenreihe eingeführten Trübemenge, Druckregulator der Schlammpumpe, Regulator der Trübetemperatur und Trübewichte.

Péntek — Bikics — Mikó — Hevesi: **Strömungsuntersuchung im Gitterwerk eines 150 t S-M-Ofens** ..... P 492

Mittels Modellversuch wurden die zweckmässigen Änderungen des Gitterwerkes bestimmt. Die an dem geänderten Modell durchgeführten Kontrollversuche haben die Richtigkeit der Vorschläge bestätigt, die Wärmeausnützung wurde günstiger.

Szele, M.—Visnyovszky, L.: **Bestimmung der Kapazität von Hochöfen** ..... P 499

Die üblichen Kennziffern von Hochöfen ergeben vergleichbare Daten nur im Falle, wenn gleichzeitig das Eisengehalt des Möllers auch angegeben ist. Bei der Berechnung der Hochofenkapazität wurde dieser Umstand bisher ausser Acht gelassen. Es wird eine neuartige Kapazitätsbestimmung beschrieben, welche die Möllerverhältnisse auch berücksichtigt und danach als reel betrachtet werden kann. Zwei neue Kennziffern werden empfohlen: das spez. Hochofenvolumen und die spez. Hochofenkapazität.

Dr. Domony, A.—Laár, T.: **Gemeinsamer Einfluss von Titan und Bor auf die Eigenschaften der Oxydschicht an der Oberfläche von Aluminium und auf die Kristallisation des Aluminiums** P 505

Einige Verunreinigungen des Aluminiums haben einen grossen Einfluss auf die Eigenschaften des Metalls. Das Titan erniedrigt die Leitfähigkeit des Aluminiums und fördert die feinkörnige Kristallisation. Das Bor hat nur geringen Einfluss auf die elektrische Leitfähigkeit, es wirkt kornverfeinernd und verschlechtert die Eigenschaften der Oxydschicht. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Bor und Titan hängt der ausgeübte Einfluss davon ab, welches Elment im freien Zustand das Übergewicht hat.

Lőcsei, B. dr.: **Möglichkeit der Steigerung des Mullitgehaltes von feuerfesten Schamotte** ... P 508

Unter günstigen Umständen bildet AlF_3 mit dem SiO_2-Gehalt der feuerfesten Materialen den Mullit. Praktisch kann der SiO_2-Gehalt in reinen Mullit übergeführt werden. Die Mullitbildung wird durch 8—10 vH. AlF_3 erheblich beschleunigt. Durch Zugabe von noch grösseren Mengen kann ein Isolierstoff von hoher Feuerbeständigkeit und niederigen Raumgewicht hergestellt werden.

Pallagi, S.: **Elektrothermische Verarbeitung der Vanadiumschlacke** ..... P 512

Die Herstellung von Ferrovanadium aus Vanadiumschlacke ist im Betriebsmasstab gelöst, die Selbstkosten sind günstig. Die Selbstkosten des aus der Schlacke elektrothermisch hergestellten 40%-igen Ferrovanadiums betragen 50—55 000 Ft/T gegenüber dem aus Vanadiumpentoxyd aluminothermisch hergestellten 40%-igen Ferrovanadium mit 120—135 000 Ft/T Selbstkosten.

Süptitz, G.: **Erfahrungen in der DDR mit S. M.-Ofenböden aus Feindolomit** ..... P 515

Kenndaten des verwendeten Dolomits. Zubereitung des Ofenbodens. Aufheizung desselben. Wegschaffung des alten Bodens, Instandhaltung des Bodens. Wirtschaftlichkeit

Gegus, E.: **Theorie und Konstruktion von Quantometern** ..... P 520

Messung der Lichtintensität, Erzeugung des Spektrums, Anregungsmethoden. Beschreibung der verschiedenen Instrumente : adapter, Forschungsquantometer, ortsfeste Mehrkanal-Instrumente, Vakuumquantometer.

CONTENTS:

Farkas, O.: **Ionic structure of blast furnace slag** P 481

Phosphates and silicates are built up from neutral molecules. Process of ionization of the chief slag elements. Atomic structure of the slags. An increase of complexity of the silicate ions causes an increase of slag viscosity and an increase of the number of SiO_4^{4-} tetrahedra causes a decrease of viscosity. The surface of the merwinite formed with MgO is important from the point of view of formation of favourable slag compositions.

Pintér, G.: **Instrumentation and automatization at Almásfüzitő** ..... P 486

Instruments and automatization are employed for the following ends : signalling of basicity, telemonitoring of base density analysis, signalling the addition of hydrate for calcination, pump-pulse counter for measuring the amount of liquor introduced into the autoclave series, pressureregulator of the mud pump, temperature and density regulator of the liquor.

Péntek — Bikics — Mikó — Hevesi: **Fluid mechanical investigation of the regenerator checkerwork of a 150 ton open hearth furnace** ..... P 492

After investigating the flow in a regenerator checker model some conclusions are drawn concerning the modification of the checkerwork. The model has been accordingly rebuilt and afterwards more acceptable conditions were achieved with regard to heat utilization.

Szele, M.—Visnyovszky, L.: **Productivity determination of blast furnaces** ..... P 499

The indices used to characterize the operation of blast furnaces give a correct comparison only in that case, when the iron content of the burden is known. In calculating the capacity of blast furnaces this condition was not taken into account before. The paper describes a new method for estimating the capacity, in which the conditions of the burden are taken into account, thus giving a more reasonable method. At the same time the application of two important indices : the specific volume and the specific capacity of the blast furnace, is suggested.

Dr. Domony, A.—Laár, T.: **Simultaneous influence of titanium and boron on the properties of the oxide layer on aluminium and on the crystallization of aluminium** ..... P 505

Some slight impurities of aluminium have a considerable deteriorating influence on the properties of aluminium metal. Titanium decreases the conductance of aluminium and promotes fine grained crystallization. Boron has little influence on electric conductance, it causes grain-refinement and debases the properties of the superficial oxide layer. If boron and titanium are both present the influence they exert on the properties depends on which of them is prevalent in the free state.

Dr. Lőcsei, B.: **Increasing the mullite content of chamotte refractories** ..... P 508

In favourable reacting conditions AlF_3 forms mullite with the SiO_2 contained in the refractory clays. The composition may be therefore adjusted to pure mullite. An addition of 5 to 10 percent materially increases the rate of mullite formation. With higher amounts a highly refractory insulating material of low bulk density is formed.

Pallagi, S.: **Electrothermical processing of vanadium slag** ..... P 512

The production of ferrovanadium from vanadium slag has been solved on an industrial basis ; the first costs are favourable. The 40% ferrovanadium prepared electrothermically from slag has a fisrt cost of 50—55 000 Ft/ton as compared to the 30% ferrovanadium prepared aluminothermically from vanadiumpentoxide with a first cost of 120—135 000 Ft/ton.

Süptitz, G.: **Experiences in the German Democratic Republic with open hearth furnace bottoms of ground dolomite** ..... P 515

Data of the dolomite. Description of bottom preparation. Heating of the furnace. Removal of the old bottom and bottom repair. Economic data.

Gegus, E.: **Theory and construction of quantometers** ..... P 520

Measurement of light intensity, creation of the spectrum, methods of excitation. Description of the different instruments : adapters, research quantometers, fixed multi-channel instruments, vacuum quantometers.

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

94. évfolyam **11. szám** 1961. november

A nagyolvasztósalak ionszerkezete

FARKAS OTTÓ egyetemi adjunktus

Dk: 541.132:669.162.144

Az elmúlt 20 esztendő folyamán lényegesen megváltoztak a salakszerkezetről alkotott elképzeléseink, s igen sokat fejlődtek a salak viselkedésére vonatkozó ismereteink is. Az a feltételezés, hogy a salak elektromosan semleges oxidoknak és azok vegyületeinek folyékony vagy szilárd oldata, mai felfogásainkban már helytelen, mert számos vizsgálat [1]—[7] megerősíti, hogy ilyen vegyületek molekuláris létezésére semmi közvetlen bizonyíték nincs. A molekuláris szerkezeten alapuló elképzelést az utóbbi időben fokozatosan kiszorítja az a felfogás, mely szerint a salakban az alkotók ionokként disszociálva vannak jelen.

A salak ionos szerkezetére vonatkozó feltevés *Schenk* [1] nevéhez fűződik, aki már 1932-ben kifejtette az ionszerkezet lehetőségét. *Zachariasen*, *Bragg*, *Biscoe* és *Warren* [2] oxidokon, szilikátokon és foszfátokon végzett röntgenanalízises vizsgálatokkal kimutatták, hogy azok nem semleges molekulákból, hanem ionokból épülnek fel. Ezeket a vizsgálatokat *Herasymenko* és *Speight* [1] oxidokra vonatkozóan jelentős mértékben továbbfejlesztette. Az ionelméleten alapuló egyensúlyi számítások összefoglalása *Flood* és *Grjötheim* [3] nevéhez fűződik. Az ezeket követő kutatások törekedtek arra is, hogy az ionelméletet a szilikátsalakokra is kiterjesszék. Elsősorban az elektromos vezetőképesség mérése és a röntgenanalízis azok a vizsgálati módok, melyek a szilikátsalak szerkezeti felépítésére felvilágosítást adnak. A szilikátsalakok elektromos vezetőképességét többek között *Richardson* [2] is megvizsgálta, s megerősítette, hogy a szilikátok ionolvadékok, s hogy vezetőképességük csaknem teljesen a fémkationoknak tulajdoníthatók. De erre a megállapításra jutottak *Schleier* [8], *Hacking-Shanahan* [5], *Osborn* és társai [6], *Negrescu* [7] és mások is. A röntgenanalízis, mint vizsgálati mód elsősorban a szilikátiparban terjedt el, s a fentebb említettek mellett *Jewstropjew* és *Toropow*, [9], ill. *Harders—Kienow* [10] munkáiból tudjuk, hogy ezek a kutatások is a szilikátok ionos szerkezetéről tanúskodnak.

A nagyolvasztósalak ugyancsak szilikátolvadék, s így a szilikátolvadékokra érvényes korábbi megállapítások a nagyolvasztósalak szerkezetének feltárásában igen értékesek. A nagyolvasztósalak szerkezeti felépítésének tárgyalása előtt azonban célszerű a kémiai kötések vonatkozó fontosabb szabályainak felelevenítése.

A kémiai kötések elmélete alapján az atomok mindenkor az energiában legszegényebb, tehát legstabilabb állapotot igyekeznek elérni. Mivel ilyen szempontból a nemesgázok a legstabilabbak, a többi elem viselkedése, illetve a kémiai kötés létrejötte abból a törekvésből fakad, hogy külső elektron héjukat annyi és olyan elrendezésű elektronból alakítsák ki, mely a hozzájuk legközelebb álló nemesgázra jellemző. A stabilis elektronkonfigurációra való törekvés közben az elektroncsere két szélső esete közül az egyikben az átadott elektron csak az elektront felvevő atommaghoz, a másik esetben viszont a molekulát felépítő mindkét atommaghoz tartozik. Az előbbi kötést ionosnak, az utóbbit kovalensnek nevezzük.

Az elektropozitív elemek — melyeknek csak egy vagy két, lazán kapcsolódó vegyérték-elektronjuk van, ezeket könnyen leadják, s pozitív ionná válnak (Ca, Mg stb.). Az elektronegatív elemek vegyérték-elektronjainak száma 6 vagy 7, s így a stabilis konfigurációt a hiányzó elektronok felvételével érik el, s ezzel negatív ionokká válnak (O, S stb.). A közbenső elemek, melyeknek 3, 4 vagy 5 vegyérték-elektronjuk van, a stabilis elektronkonfigurációt elvileg mind elektron felvétel, mind elektron leadás útján megvalósíthatják (Al, Si, P).

Az ionkötést, az elektront felvevő és az elektront leadó atom, illetve ion közötti elektrosztatikus vonzóerők létesítik. Az így kialakult rács mindaddig stabil, míg az ellentétes töltésű ionok egymással érintkeznek, s egymásra elektrosztatikus hatást gyakorolnak. Ha a központi kationt kisebb sugarú kationra cseréljük, elérjük azt a szélső esetet, amikor a kation köré csopor-

1. táblázat

A nagyolvasztó-salak főbb alkotóinak ionjai, ionrádiuszai és koordinációs számai

Elemek	Ionok	Ionrádiusz Å	Koordinációs szám
		a) negatív	
O	O^{2-}	1,32	—
—	SiO_4^{4-}	2,79	—
		b) pozitív	
Ca	Ca^{2+}	1,06	VI., VIII.
Mg	Mg^{2+}	0,78	IV., VI.
Si	Si^{4+}	0,79	IV.
Al	Al^{3+}	0,57	IV., VI.

tosult anionok már összeérnek, elektrosztatikus taszítóerők lépnek fel, az egész rács stabilitása megszűnik, s új rács alakul ki. A központi ion körül közvetlenül elhelyezhető anionok számát a koordinációs szám adja meg. A koordinációs szám nagyságát az ionsugarak viszonya ($R_k : R_a$) határozza meg minden olyan esetben, amikor a kation-anion távolságot a megfelelő sugarak összege megadja. Az ionok sugarának az ionrács kialakulásában, azaz a salakok szerkezeti felépítésében éppen ezért igen nagy szerepe van. Az *1. táblázat* a nagyolvasztó-salakok főbb alkotóinak ionjait, ionsugarait és koordinációs számait tünteti fel [9], [10].

A leírtaknak megfelelően, a nagyolvasztósalakban levő fontosabb elemek ionizálódásai a következőképpen mennek végbe:

Az oxigén 6 vegyérték-elektronnal rendelkezik. A hozzá legközelebb álló nemesgáz (neon) konfigurációját az alábbi egyenlet szerint két elektron felvételével éri el,

$$O + 2 \text{ elektron} = O^{2-}$$

s közben negatív ionná alakul.

A Ca-atom 2 vegyérték-elektronnal rendelkezve, a hozzá legközelebb álló nemesgáz (argon) stabilis állapotára törekszik, s a

$$Ca - 2 \text{ elektron} = Ca^{2+}$$

egyenlet szerint kationná lesz. A Ca^{2+}-ionnak jellegzetesen 8-as koordinációja van (CaO_8), bár kivételes esetekben pl. a magnéziumoxidban dúsabb és 15%-nál kevesebb Al_2O_3-ot tartalmazó salakokban levő monticellitben ($CaO \cdot MgO \cdot SiO_2$) 6-os koordinációt mutat (CaO_6). Elvétve CaO_7 alakzattal is találkozunk.

A Mg-nak szintén 2 vegyérték-elektronja van, melyeket a neon konfigurációjára törekedve a

$$Mg - 2 \text{ elektron} = Mg^{2+}$$

egyenletnek megfelelően lead, s pozitív ionná válik. A nagyolvasztósalak primér fázisaként jelentkező melilit (akermanit $2\,CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2$ és gehlenit $2\,CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$ szilárd oldata) egyik alkotójában, az akermanitban, a Mg-ion 4-es koordinációt (MgO_4) mutat. 6-os koordinációval szerepel pl. a savanyú salakok primér fázisaként jelentkező piroxénben (a diopsid $CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2$ és a clienonstatit $MgO \cdot SiO_2$ szilárd oldata). A spinelekben ($MgAlO_4$), mely a 15% körüli Al- és Mg-tartalmú salakok primér fázisa, MgO_4 csoportokkal találkozunk.

Az Al 3 vegyérték-elektronját savanyúbb közegben, a neon konfigurációjára törekedve, az

$$Al - 3 \text{ elektron} = Al^{3+}$$

egyenlet értelmében leadja és kationná alakul. Bázikusabb közegben azonban az

$$Al^{3+} + 4\,O^{2-} = AlO_4^{5-}$$

$$Al^{3+} + 6\,O^{2-} = AlO_6^{9-}$$

egyenletek szerint aluminát ionokká válik. A koordinációs szám szintén AlO_4^{5-} és AlO_6^{9-} komplex anionok létezését támasztja alá, kellő mennyiségű oxigén anion jelenlétekor. Az Al komplex ionjai aluminoszilikátokat alkotnak. A nagyolvasztósalakban az Al főleg a melilit szilárd oldat egyik alkotórészében, a gehlenitben ($2\,CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$) fordul elő, ahol kb. a teljes Al mennyiség fele az alumínium-szilícium anionok összetételében szerepel.

A Si-nak 4 vegyérték-elektronja van. A hozzá legközelebb álló nemesgáz (neon) konfigurációját úgy éri el, hogy a

$$Si - 4 \text{ elektron} = Si^{4+}$$

egyenlet alapján kationná válik. A Si^{4+} azonban ebben az alakban nem marad meg, hanem oxigén jelenlétében, bázikusabb salakban a

$$Si^{4+} + 4\,O^{2-} = SiO_4^{4-}$$

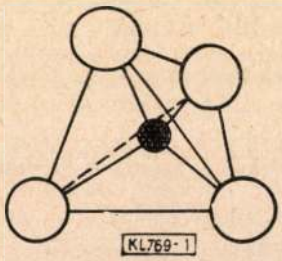
egyenletnek megfelelően SiO_4^{4-} komplex iont alkot. A valóságban ez a folyamat úgy megy végbe, hogy a salakba került SiO_2, a salak szabad oxigénionjaival közvetlenül reakcióba lép, s a

$$SiO_2 + 2\,O^{2-} = SiO_4^{4-}$$

reakcióegyenlet értelmében SiO_4^{4-} tetraédereket hoz létre. Az SiO_2 nagy hajlamot mutat az SiO_4^{4-} komplex ion képzésére, de olyan esetekben, amikor a salakban az O : Si arány kisebb mint négy — s a nagyolvasztó-salakok szempontjából ezek az esetek érdekesek —, az SiO_4^{4-} helyett $Si_2O_7^{6-}$, $Si_3O_9^{6-}$ stb. kapcsolatok jönnek létre annak függvényében, hogy milyen az O : Si arány. Ez a viszony minél kisebb, annál bonyolultabb komplex ion alakul ki, mert a Si 4-es koordinációjából adódó SiO_4^{4-} tetraéderek, csúcsaikon elhelyezkedő oxigén anionjaik segítségével egyre bonyolultabb térbeli kapcsolatot létesítenek, és komplikált komplex ionokat alkotnak.

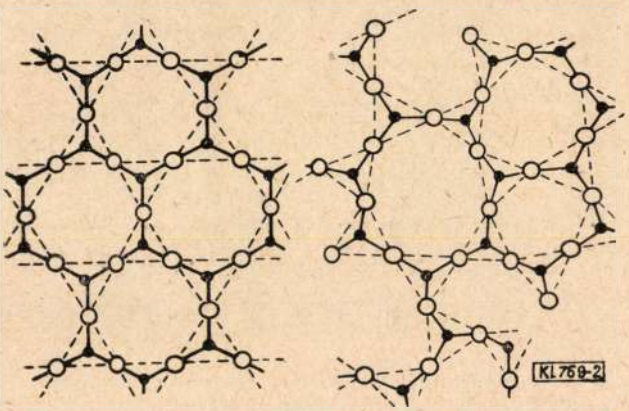
Ezek a fejtegetések elméleti alátámasztását adják a hivatkozott vizsgálatok eredményeinek, és azoknak a közleményeknek, melyek szerint a szilikátolvadékok s így a nagyolvasztó-salakok is ionos szerkezetűek. Ezek alapján a nagyolvasztósalakot kationok (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Mn^{2+} stb.) és anionok (O^{2-}, S^{2-}, SiO_4^{4-}, $Si_2O_7^{6-}$, AlO_6^{9-} stb.) elegyének tekintjük. Ezek közül a szilícium-oxigén kötések speciális fajtái alkotják a nagyolvasztósalakban a legfontosabb szerkezeti elemeket, ezért a továbbiakban mindenek előtt e kapcsolatok módozatainak, lehetőségeinek és alakjainak ismerete szükséges.

A szilíciumion és az oxigénion sugarainak viszonya megszabja a szilíciumnak az oxigénnel kapcsolatos 4-es koordinációját, mely SiO_4^{4-} tetraéder csoportok kialakulásához vezet. A szilikátsalakok alapvető szerkezeti eleme a szilikáttetraéder, melynek középpontjában helyezkedik el a Si^{4+} kation. Az *1. ábra* [9] egy ilyen tetraédert



1. ábra. Szilikát tetraéder

szemléltet, melyben a középen elhelyezkedő, sötét ponttal jelzett szilíciumiont 4, világos körrel ábrázolt oxigénion veszi körül, s nagyon erős kötés jön létre. A tetraéderben mindegyik oxigénnek van egy mellékvegyértéke, tehát minden SiO_4^{4-} csoport négy negatív töltéssel rendelkezik. Ha a salakban négyszer annyi oxigénion van jelen mint szilíciumion, akkor ezek a tetraéderek önálló szerkezeti egységként szerepelnek. Mivel azonban a nagyolvasztó-salakban ez a helyzet csak ritkán áll fenn, a Si-O kötések más, sokkal bonyolultabb alakja jön létre. Négynél kisebb O : Si arányon az egyébként különálló tetraéderek sarkaikkal egymással kapcsolódnak úgy, hogy minden oxigénion egyidejűleg két tetraéderhez tartozik, azaz minden szilíciumion négy oxigénionnal, és minden oxigénion két szilíciumionnal van körülvéve. A kristályos szilikátokban ezek a tetraéder csoportok szabályos elrendeződésben vannak. Az olvadt salakokban sem szűnik meg az ionos állapot, csak a hőmozgás és hőkiterjedés következtében a szerkezet szigorú szabályossága zavart szenved. A *2. ábra* [2] baloldali része egy kristályos, jobboldali



2. ábra. A szilikáttetraéder-csoportok sematikus képe szilárd és folyékony szilikátokban

része pedig egy olvadt állapotú szilikáttetraédercsoport sematikus képét mutatja. A szilíciumion láthatóvá tétele végett, a felső csúcsokban levő oxigénionokat az ábra nem tartalmazza.

A tetraéderek minden sarkának, azaz minden oxigénionnak közös osztozása után kialakult hatalmas kötelék, kifejezi az Si_nO_{2n} képletet, ill. az SiO_2 sztöhiometrikus összetételét. Ez a szélsőséges eset azonban a nagyolvasztó-salakokban sohasem fordulhat elő, mert a salakban levő oxigén és szilícium aránya, a CaO és MgO által leadott oxigénionok miatt, mindig nagyobb mint 2 : 1. Az oxigén/szilícium arány tehát 4 és 2 között változhat, és ez szabja meg az SiO_4^{4-} tetraéderek — oxigénionon keresztül létrejött bonyolult kapcsolatainak különféle módjait, melyek határozatlan nagyságú, $Si_xO_y^{z-}$ összetételű, komplex szilikát ionokat hoznak létre. Bázikus, pl. Martin-kemencék salakjaiban természetesen ez a nehézség nem áll fenn, mert ott az oxigénion mennyisége mindig több, mint amennyi az SiO_4^{4-} tetraéderek szabaddá tételéhez szükséges.

A nagyolvasztó-salakban kialakult polimerizált anionláncok vagy térhálók képződésének mértéke pontosan nem számítható ki s így nem lehetséges az ionok teljes számának a meghatározása sem. Mivel azonban ezek a képződmények a salakban levő fémoxidok (CaO, MgO) mennyiségének függvényei, a salak összetételéből — amint az a továbbiakban látható — következtetni lehet a komplexitás mértékére. Kis fémoxid koncentrációkon, tehát savanyúbb salakokban az SiO_4^{4-} tetraéderek kötéséből alakult szilikátionok nagyok, amikor növekvő a fémoxid tartalom (tehát több oxigénion), akkor a szilíciumionoknak több oxigénion kapcsolására van lehetősége, a bonyolultabb komplexionok egyszerűbbé bomlanak, s vagy nagyobb O : Si arányú ion, vagy különálló SiO_4^{4-} tetraéder keletkezik. A bonyolult szilikátok megtörése a következő lehetséges reakcióegyenletek szerint megy végbe, pl. :

$$2\,Si_9O_{21}^{6-} + 3\,O^{2-} = 3\,Si_6O_{15}^{6-}$$

$$Si_6O_{15}^{6-} + 3\,O^{2-} = 2\,Si_3O_9^{6-}$$

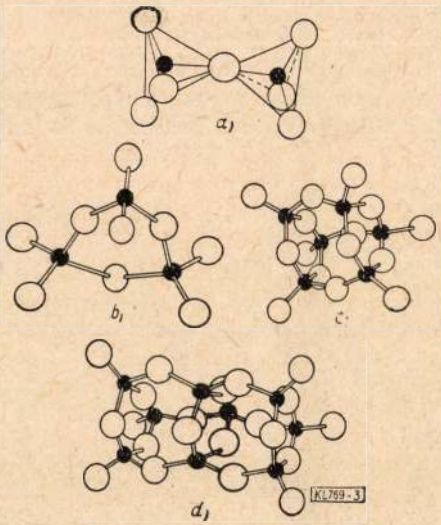
$$2\,Si_3O_9^{6-} + 3\,O^{2-} = 3\,Si_2O_7^{6-}$$

$$Si_2O_7^{6-} + O^{2-} = 2\,SiO_4^{4-}$$

Valószínű azonban, hogy bizonyos körülmények között, elegendő oxigénionból a komplexumból közvetlenül SiO_4^{4-} tetraéder képződik, pl. az alábbi reakcióegyenletnek megfelelően :

$$Si_3O_9^{6-} + 3\,O^{2-} = 3\,SiO_4^{4-}$$

A szilikátképződmények sokféleségéből a *3. ábra* [2], [9] néhány tipikus példát mutat be, az O : Si viszony csökkenő sorrendjében. A sötét körök a szilícium, a világos körök az oxigén ionjait jelzik.



3. ábra. A szilikátképződmények tipikus példái

a) $Si_2O_7^{6-}$, O : Si = 3,5 *c*) $Si_6O_{15}^{6-}$, O : Si = 2,5

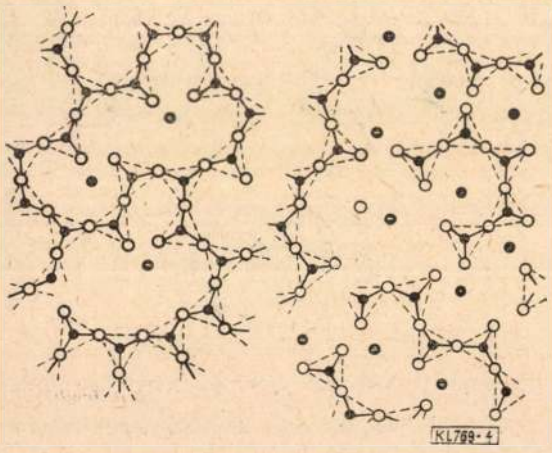
b) $Si_3O_9^{6-}$, O : Si = 3,0 *d*) $Si_9O_{21}^{6-}$, O : Si = 2,33

A nagyolvasztó-salakban levő szilikátok bonyolultságának mértékét csak akkor tudjuk megközelítően megállapítani, ha az Al viselkedésére nézve feltételezzük, hogy amfotér jellegének meg-

felelően kb. annyi oxigént visz a salakba, mint amennyit komplex ionjainak képződése közben felhasznál. Ebben az esetben ugyanis az alumíniumoxid szerepét figyelmen kívül hagyva számítást végezhetünk a szilikát-tetraéderek kapcsolatainak megközelítésére a következőképpen :

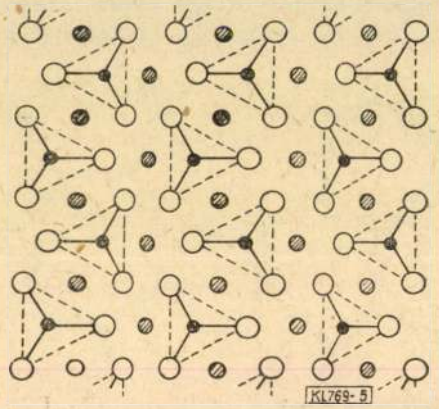
Legyen adva pl. a következő összetételű nagyolvasztó-salak : $CaO = 45\%$, $MgO = 4\%$, $SiO_2 = 40\%$, $Al_2O_3 = 10\%$, mely salak a négyalkotós CaO-MgO-SiO_2-Al_2O_3 rendszer melilit felületén helyezkedik el. A százalékos összetételéből kiszámítjuk a 100 súlyrészre eső molekulák számát, úgy, hogy a súlyszázalék értékeit osztjuk a megfelelő molekulasúlyokkal. Minden mol fémoxid (CaO, MgO) egy kationt és egy oxigéniont jelent. Ezeknek megfelelően a CaO-ból származó oxigén gram ionok száma $45/56{,}1 = 0{,}801$, a MgO-ból származóké pedig $5/40{,}3 = 0{,}124$, összesen 0,925. Minden molekula SiO_2 két oxigén aniont használ fel SiO_4^{4-} képződéshez. Jelen esetünkben tehát $2.40/60 = 1{,}334$, az SiO_4^{4-} kialakításához szükséges oxigén gramm ionok mennyisége. Ha az Al_2O_3-at az előzőknek megfelelően nem vesszük figyelembe, $1{,}334 - 0{,}925 = 0{,}409$ oxigén gramm ion, hiányként mutatkozik. Következésképpen az SiO_4^{4-} tetraéderek teljes kialakulására ilyen salakban, s általában nagyolvasztó-salakokban nincs lehetőség. Példánkban az oxigén-szilícium arány $1{,}334 + 0{,}925 : 0{,}667 = 3{,}38$, amiből az következik, hogy az ilyen összetételű salakokban főleg $Si_2O_7^{6-}$ ($O : Si = 3{,}5$), azonkívül $Si_3O_9^{6-}$ ($O : Si = 3{,}0$) komplex ionok létrejötte tételezhető fel. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy kisebb mennyiségben más komplexumok nem alakulhatnak ki. Mivel az azonos előjelű ionok nem teljesen egyenletesen, tehát nem egyenlő statisztikai valószínűséggel helyezkednek el az olvadékban, SiO_4^{4-} vagy pl. $Si_6O_{15}^{-}$ stb. komplex ionok is képződhetnek.

A nagyolvasztó-salakok egyes fázisainak ionszerkezete az eddig leírtak alapján konkrétebben meghatározható. A *4. ábra* [2] arról tájékoztat,



4. ábra. A szilikátkötések megbomlásának sematikus képe fémoxid jelenlétében

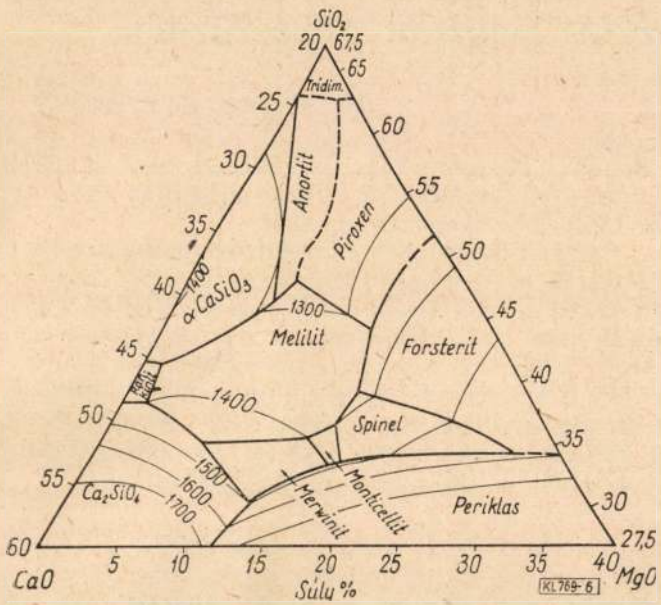
hogy valamely fémoxid, pl. MgO adagolás hatására, miképpen megy végbe a szilikát kötések megbontása. (Az ábrán a vonalkázott körök jelzik a magnézium ionokat). A Mg^{2+}-ionok mellett levő O^{2-} ionok belépnek a szilikát-tetraéderekbe, s azok a tetraéder sarkok, melyek ily módon oxigéniont kapnak, szabaddá válnak. Növekvő oxigénionmennyiség (az ábra jobb oldala) egyre több szabad tetraéder sarkot hoz létre, s fokozatosan kisebb egységekre bontja a nagy szilikát komplexumot. Minden tetraéder sarokban elhelyezkedő oxigénionnak szabad negatív töltése van, mely ebben az esetben a Mg^{2+} ion lokalizálására szolgál. Természetesen ugyanez a helyzet áll elő más alkálifémoxidok pl. CaO jelenlétében is. Mind a Mg^{2+}, mind a Ca^{2+}-ionok a törés közelében, a szilikáthálózat üregeiben helyezkednek el. Kellő mennyiségű fémoxid jelenlétében elérjük azt az állapotot, amelyben az SiO_4^{4-} tetraéder sarkai már egyáltalán nem osztoznak, s minden tetraéder teljesen szabad. Ilyen ortoszilikátiont (SiO_4^{4-}) tartalmaznak a legegyszerűbb szilikátok, mely jellegzetes képviselőjének, a forsteritnek ($2MgO \cdot SiO_2$) sematikus szerkezetét az *5. ábra* [2] mutatja. A folyadék



5. ábra. A forsterit ($2\,MgO \cdot SiO_2$) szerkezetének sematikus képe

szerkezete természetesen ennek rendezetlen változata. Ebben a szerkezetben a különálló SiO_4^{4-} tetraéderek Mg^{2+}-ionokkal kapcsolódnak egymáshoz. Ha azonban a Mg^{2+}-ionok felét Ca^{2+} ionokkal helyettesítjük, a monticellit ($CaO \cdot MgO \cdot SiO_2$) szerkezetét kapjuk. Mindez nem jelenti azt, hogy olyan salakokban, melyekben az oxigén-szilícium arány kisebb, mint ami megfelel a $2\,MgO \cdot SiO_2$ sztöhiometrikus összetételnek, nem lehetnek szabad oxigénionok. A szilikát-csoportok termikus disszociációjának következtében és annak függvényében, minden pillanatban lehet egy olyan arány, melyben alkalomszerűen szabad oxigénion fordul elő. Egy ilyen oxigéniont tartalmaz a 4. ábra.

A nagyolvasztó-salakokban a legnagyobb jelentősége a primér-fázisként megjelenő melilitnek van, ami az akermanitnak és a gehlenitnek szilárd oldata. Amint azt a *6. ábra* mutatja, a nagyolvasztó salakok szerkezetét magábafoglaló CaO—MgO—SiO_2—Al_2O_3 négyalkotós rendszer 12,5% Al_2O_3-tartalomra vonatkozó metszetében, a melilit azon részen helyezkedik el, ahol a szokásos nagyolvasztósalakok területe fekszik. (Az ábra, az *Osborn* és társainak [6] munkájában szereplő 10%, ill. 15% Al_2O_3-tartalomra vonatkozó metszetek, nagyol-



6. ábra. A CaO—MgO—SiO_2—Al_2O_3 rendszer 12,5% Al_2O_3-tartalomra vonatkozó metszetének részlete

vasztó-salakok szempontjából fontos területeinek interpolálásával készült.) Ennek a szerkezetnek egyik alkotója, az akermanit foglalja magában a salak MgO-tartalmát. Az akermanit szerkezetében egy O^{2-}-ion két Si^{4+}-ionnal közös, azaz két SiO_4^{4-} tetraéder kapcsolódik egymáshoz, egy oxigén hídon keresztül, s így $Si_2O_7^{6-}$ komplex ion jön létre. Az akermanit szerkezetének ez a váza, s ezt a csoport röntgenanalízisével is kimutatták [9]. Ebben a szerkezetben az $Si_2O_7^{6}$-ion közeiben helyezkedik el a két Ca^{2+}, ill. az egy Mg^{2+}-ion, melyek 6 pozitív töltéssel rendelkezve az $Si_2O_7^{6-}$-ion szabad negatív töltéseit kompenzálják.

A melilit szilárd oldat másik alkotója, a gehlenit foglalja magában a nagyolvasztó-salak alumínium tartalmát. Az aluminoszilikátok szerkezete bizonyos mértékben bonyolultabb, mert — mint korábban kifejtettük — itt az Al fele részben Al^{3+}, fele részben pedig aluminát anion alakban fordul elő. A gehlenitben a szilikát-tetraéderek az akermanithoz hasonlóan szintén $Si_2O_7^{6-}$ képletű komplex iont alkotnának, az egyik szilíciumiont azonban itt alumíniumion helyettesíti, s így az SiO_4^{4-} tetraéderek egy részét AlO_4^{5-} tetraéderek váltják fel. Az így kialakult komplexum $SiAlO_7^{7-}$ képlettel jelölhető. Ennek közeiben helyezkedik el a két Ca^{2+}-ion, ill. az Al^{3+}-ionok másik fele, melyek az oxigénionok szabad vegyértékeivel létesítenek kapcsolatot.

A magnéziumoxidban dúsabb nagyolvasztósalakok szempontjából nagyon fontos a CaO—MgO—SiO_2—Al_2O_3 rendszer merwinit felülete. A merwinit ($3\,CaO \cdot MgO \cdot 2\,SiO_2$) szerkezetében a bázikus oxidok által leadott oxigénion mennyisége éppen elegendő ahhoz, hogy minden Si^{4+}-ion, négy O^{2-}-iont leköthessen magához. Ebből az következik, hogy a merwinitben szabad SiO_4^{4-} tetraéderek vannak, melyek csak a közöttük elhelyezkedő Ca^{2+}- és Mg^{2+}-ionokon keresztül kapcsolódnak egymással. Az oxigénionok szabad vegyértékeit (egy egységben 8), a Ca- és Mg-ionok kötik le.

A nagyolvasztó-salak hígfolyóssága szempontjából igen nagy jelentősége van a szilikátionok komplexitásának, mivel a szilikátsalak viszkozitása a benne levő SiO_2 polimerizálódási fokától függ. Minél bonyolultabb szilikátionok jönnek létre, annál sűrűbben folyó lesz a salak, s minél több szabad SiO_4^{4-} tetraéder válik külön, annál kisebb viszkozitású salakot kapunk. Ezekből a fejtegetésekből világos, hogy a bázikus oxidok (CaO, MgO) jelenléte a salakban annak viszkozitását csökkenti, minthogy oxigénionokat ad le, s ezen keresztül kisebb szilikát-komplexum, vagy különálló SiO_4^{4-} tetraéder kialakulását idézi elő. A leadott oxigénionok mennyiségét illetően mol-százalék alapon vizsgálva a CaO a MgO-dal egyenértékű, a nyersvasgyártás gyakorlatában szokásos súlyszázalék alapján azonban a MgO hatásosabb viszkozitást csökkentő oxidnak bizonyul, mert míg a CaO molekulasúlya 56, addig a MgO-é csak 40, s így azonos súlyú CaO, ill. MgO közül a MgO több oxigéniont képes leadni. Ezekből következik, hogy a MgO-nak a salak hígfolyósságára s ennek következtében reakció képességére is nagy hatása van. A salak növekvő MgO-tartalmával arányosan több merwinit képződik, melyben az SiO_4^{4-} tetraéderek — mint fentebb láttuk — különálló egységekként vannak jelen. Ezért a CaO—MgO—SiO_2—Al_2O_3 négyalkotós rendszer merwinit felületének (lásd a 6. ábrát) igen nagy jelentősége van a legkedvezőbb salakösszetételek kialakításában.

IRODALOM

[1] *Herasymenko, P.—Speight, G. E.:* Ionic Theory of Slag-Metal Equilibria. Journal of the Iron and Steel Institute, 1950. november, 169—183. old.

[2] *Richardson, F. D.:* Oxide Slags-A Survey of Our Present Knowledge. The Physical Chemistry of Steelmaking, 1956. 55. old. Chapman and Hall, Limited, London.

[3] *Flood, H.—Grjötheim, K.:* Thermodynamic Calculation of slag Equilibria. Journal of the Iron and Steel Institute, 1952. május, 64—70. old.

[4] *Mazanek, E.—Benesch, R.:* Kinetyka reakcji odsiarczania surówki z uwzglednieniem wplywu zasadowosci i lepkosci, zuzli. Hutnik, 1959. 10. sz. 384—394. old.

[5] *Hacking—Shanahan:* Influence of Manganese on the Desulphurization of Pig-iron. Iron and Coal Trades Review, 1956. dec. 1427—1432 old.

[6] *Osborn, E. F.* és társai: Optimum Composition of Blast Furnace Slag as Deduced from Liquidus Data for the Quaternay System CaO—MgO—Al_2O_3—SiO_2. Blast Furnace Coke Oven and Raw Materials, 1953. Procedings. American institute of mining and metallurgical Engineers 12. kötet 281—317 old.

[7] *Negrescu, T.:* Puterea desulfuranta a zgurilor de furnal inalt. Studii si Cercetari de metallurgie, 1957 3. sz. 265—288. old.

[8] *Schleier, J.:* Zähigkeitsuntersuchungen im System CaO—SiO_2—Al_2O_3 und ihre Anwendbarkeit auf Schlacken des Rennverfahrens. Neue Hütte, 1958. máj. 282—293 old.

[9] *Jewstropjew, K. S.—Toropow, N. A.:* Einführung in die Silikatchemie. Bauverlag GMBH Weisbaden, VEB Verlag Technik, Berlin 1958. 15—35 old.

[10] *Harders—Kienow:* Feuerfestkunde. VEB Verlag Technik, Berlin 1960. 10—17. old.

A műszerezettség és automatizálás helyzete Almásfüzitőn

PINTÉR GÉZA

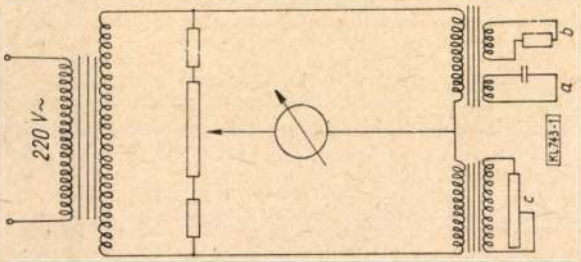
Dk: 658.564+681.2 : 669.712

A műszerezés és automatizálás előnyeinek már-már sablonossá váló ismertetése helyett azokra az erőfeszítésekre szeretnék rámutatni, melyeket a korszerű timföldgyártás érdekében Almásfüzitőn teszünk. A negatív eredményeket nem említem, bár ezeket is érdemes figyelemmel kísérni.

A timföldgyártás sajátos viszonyai és az egyes üzemek sajátos adottságai egyedi gyártású mérő és jelző műszereket kívánnak. Egyes műszerek néha nehezen szerezhetők be, így házi megoldásokra kényszerülünk. Ezek közül a házi megoldások közül néhányat egészen vázlatosan megemlítek.

Lugosságjelző

Timföldgyárunk mintegy 80 t gőzt fogyaszt óránként. Ez nagy kondenzvíz forgalmat jelent. A hőkicserélők és egyéb berendezések meghibásodása vagy helytelen kezelése miatt a kondenzvíz lúggal szennyeződhet. A tápvíz belugosodása termeléskiesést okoz. Az üzemvitel biztonsága érdekében műszert építettünk, mely vezetőképességmérésen alapszik, mert ez a legmegbízhatóbb fizikai jellemző, és ennek mérésére már kidolgozott módszerek ismeretesek. A polarizációs feszültség elkerülésére váltófeszültséget használtunk, mely transzformátoros mérőhidat táplál. *(1. ábra).*



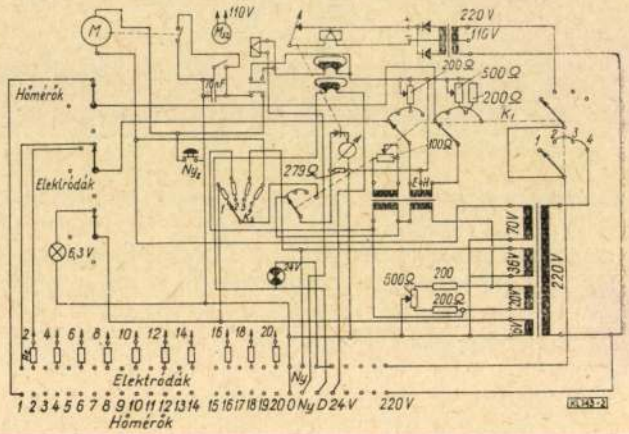
1. ábra. Transzformátoros mérőhíd vezetőképesség mérésére

Ebben három transzformátor van. A hálózati transzformátor szekundér oldala két másik, sorbakötött transzformátor primér oldalát táplálja. Ez utóbbiak szekundér oldalán helyeztük el különkülön tekercsel a mérőelektródát *a*, a hőmérsékletkompenzáló ellenállást *b*, és a hidat kiegyensúlyozó potenciométert *c*.

A *2. ábra* elvi kapcsolási vázlatán egy általunk készített 20 mérőhelyes változat látható. Az indikáló műszer átalakított hőmérsékletszabályozó. Ez fényjelet ad, ha a vezetőképesség egy előre megadott értéket túllép. Az érzékenységet állítani lehet.

Problémát jelentett a mérőhelyváltás és az indikáló műszer szinkronizálása. A mérőhelyet egy kis motorral, áttételen keresztül meghajtott kilincskerék váltja. Az áttétel kimenetének egy teljes fordultáig a motor öntartó. Az indító impulzust az indikáló műszer adja. A hitelesítést beépített ellenállás könnyíti meg. A műszer belső ellenőrzésre, hibakeresésre is felhasználható az üzemmódkapcsoló *ellenőrzés* állásában.

A leírt készüléket a lúgsűrítő üzemrészben építettük be. Az üzemzavar helye könnyen megállapítható, mert 20 kis jelzőlámpa közül az éppen mért helyé izzik. Ha lúgosodás van, kigyullad a nagy jelzőlámpa. A mérőhelyváltó megáll, és ebben a helyzetben marad minden, míg a kezelő a készüléken levő gombot benyomja. A készülék a következő mérőhelyet méri és egy ciklus után ismét leáll. A többszörös hiba így felderíthető.



2. ábra. 20 mérőhelyes vezetőképességmérő elvi kapcsolási rajza

1 = 0, 2 = mérés, 3 = hitelesítés, 4 = ellenőrzés

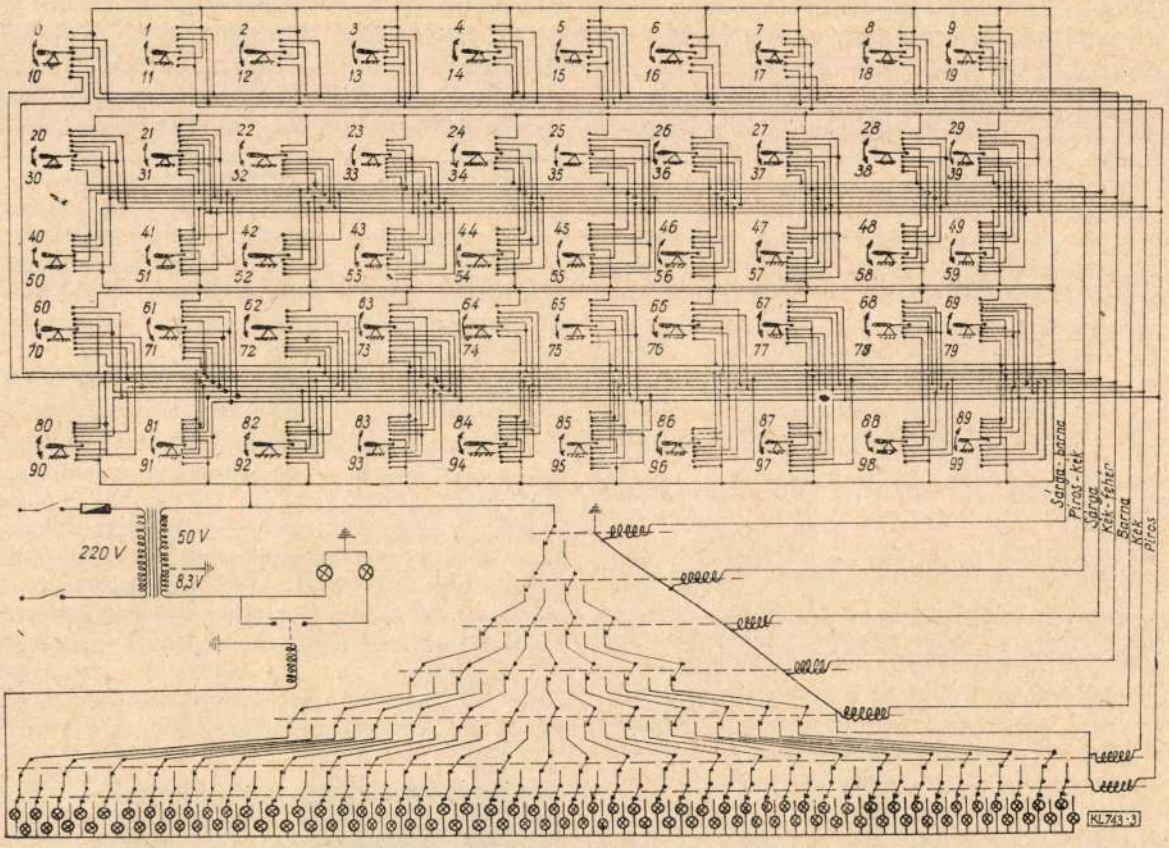
Ezt a műszertípust több változatban készítettük el és építettük be. Működése annyira megbízható, hogy a készülékkel esetleges lúgosodáskor automatikus vízkiváltást is fogunk végeztetni.

Távparancsadó

A bekeverésre kerülő sűrű lúgból vett mintát laboratóriumban elemezzük. Ennek eredményét kell a laboratóriumból a lúgsűrítőben a kezelők rendelkezésére bocsátani. Az elemzés eredménye 200—300 Na_2O g/l között változhat, tehát 100 számértéket kell egyik üzemrészből a másikba távadni. A gazdaságosság figyelembevételével, a kettes számrendszer felhasználása látszott legcélszerűbbnek. Ez ugyanis lehetővé teszi, hogy 100 számot héterű kábelen továbbítsunk. Így még nem is merítünk ki minden lehetőséget, ugyanis $2^7 = 128$, tehát 28 hely még tartalékként rendelkezésre áll. Működése a következő *(3. ábra)*. Tizes számrendszerből átkódolva a számokat a kettes számrendszerbe, a számjegyek 0-ból és 1-ből állnak.

Pl.

2^6	= 64 =	1 000 000
2^3	= 8 =	1 000
2^2	= 4 =	100
2^1	= 2 =	10
2^0	= 1 =	1
	79 =	1 001 111



3. ábra. Távparancsadó elvi kapcsoló rajza

79 = 1 001 111. Ha 0 feszültségmentes és az 1-es feszültség alatti állapotot jelent, akkor sorszámozva a kábeleket az 1-es, 4-es, 5-ös, 6-os, 7-es kábelre kell feszültséget adni, a 2-es és 3-as kábel feszültségmentes. Ezt a műveletet figyelőkulcsokkal egyszerűen meg lehet oldani.

A vevőberendezésbe hét db többérintkezős relét tettünk. Ezek nyugalmi helyzetben az egyik, meghúzott állapotban a másik irányba adnak szabad utat (3. ábra alsó része). Mint látható, bármelyik relé vagy relék húznak meg, mindig csak egy jelzőlámpa gyullad ki. A jelzőlámpák egyik pólusa össze van kötve. Az adóban elhelyezett relé meghúz abban az esetben, ha a vevőnél kigyullad a lámpa. Az adón elhelyezett két jelzőlámpa közül az egyik akkor gyullad ki, ha a készüléket bekapcsoljuk, a másik pedig, ha a visszajelző relé meghúz.

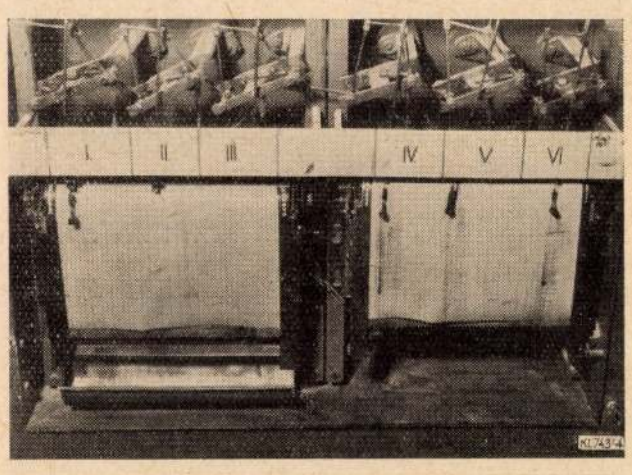
Egy 1000×1200 mm-es üvegtáblát 10×10 = = 100 téglalapra osztottunk és minden téglalapra egy számot festettünk. Az üveglap mögött kigyulladó jelzőlámpa megvilágítva a megfelelő számot adja a kezelők tudtára a megfelelő koncentrációt.

Hidrátadagolásjelző

A kalcinálásra kerülő hidrát csilléken jut a kalcináló kemencék tányéradagolóihoz. A csillék számát, illetve azok elosztását az időben rögzíteni kellett. Ezt úgy oldottuk meg, hogy a csillék kiöntésekor tapasztalható nyomáslökést elektroncsöves relé segítségével elektromos jellé alakítottuk át és vittük számlálóra, illetve erre a célra készült elektromechanikus regisztrálóra *(4. ábra)*. Ez a megfelelő sebességre állított regisztráló papírra a csille kiöntésekor egy vízszintes vonalat húz.

Löketszámláló

A folyamatos feltárás során az autoklávsorba a zagyot Worthington szivattyúval táplálják be. A betáplált zagy mennyiségének és folyamatosságának ellenőrzésére szükségessé vált olyan regisztráló készülék, amely a percenkénti löketszámot írja, illetve a löketeket számlálja. A regisztráló készülék jelét a Worthington szivattyún elhelye-



4. ábra. Kalcináló kemencék adagolás regisztrálója

zett plekszitházas higanykapcsolóról kapja. (A szivattyú működésének közismert keménysége az üvegházas kapcsolót és minden egyéb, e célra alkalmasnak látszó kontaktusadó készüléket rövid üzemidő után hasznavehetetlenné tett.) A regisztráló és számláló szerkezetek felépítése a következő: A löketenként érkező villamos impulzus egy léptetős rendszerű telefon jelfogót működtet. Ez megfelelő áttétel közbeiktatásával egy egyenesbe vezetett írószerkezetet a skálaszélesség 1/50 részével ugrásszerűen előbbre visz, majd egy szinkronmotoros hajtású perckapcsoló az írószerkezetet null helyzetbe állítja. Az ismétlődő egy perces löketszámrajz burkoló görbéje határozottan rögzíti a szivattyúk üzemében bekövetkező változásokat. A számláló szerkezetet is a léptetőt működtető impulzus vezérli. A regisztrálómű szinkronmotoros hajtású, 60 mm/óra előtolású (MMG[1] gyártmányú).

Az üzemünkben található aránylag nagyszámú műszer nem jelenti a műszerezettség megoldását. Nincs még megnyugtatóan megoldva a zagy, a sűrűlúg és más, hasonló konzisztenciájú áramló anyagok mennyiségmérése. Igen előnyösen tudnánk felhasználni például mágneses mennyiségmérőt, vagy más hasonló mérési elven működő berendezést. Nagyon szívesen látunk a timföldiparban minden olyan műszert, melynek a mérendő paraméter érzékeléséhez nem kell a szondák beépítése miatt a csővezetéket vagy tartályt megbontani, egyszóval olyanokat, melyeknek az érzékelője a csővezetéken vagy tartályon kívül helyezhető el. Végeztünk kísérleteket Venturi-csöves mennyiségmérésre. A mérési kísérleteket bekevert zaggyal hajtottuk végre. A két mérési elv közül az adott körülményeink között az első előnyeit nem hangsúlyozhatom eléggé. Nagyon megnyugtató lenne számunkra, ha a kérdés megoldását valamely kutató intézetünk vállalná.

Ezzel kapcsolatban még néhány problémát kell megemlíteni. A korszerű üzemvitel megköveteli, hogy meghatározott műszereket, melyek a tervezett központi helytől kisebb, nagyobb távolságra már üzemben vannak a diszpécser helyiségben központosítsunk. Arra nincs lehetőség, hogy minden ilyen helyre új, távadóval ellátott műszert építsünk be. Szüksége volna az iparágnak, de nyugodtan állíthatom, hogy az egész vegyiparnak is olyan kisnyomatékú távadókra, melyek erre a célra megfelelnek.

Szükséges volna még mérni:

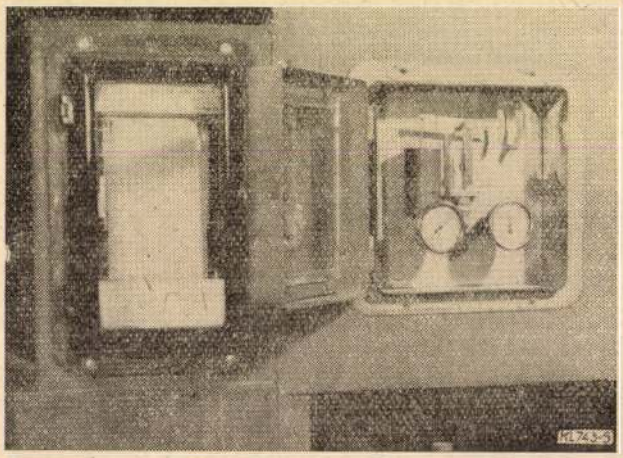
a) a dorrok iszapot tartalmazó folyadék rétegének magasságát,
b) az aluminátlúg lebegő vasoxid tartalmát,
c) a returlúg lebegő hidrát tartalmát,
d) a hidrát tapadónedvességét,
e) a hidrát Na_2O tartalmát, végül
f) szükség lenne néhány folyamatos automatikus lúgelemző készülékre.

Az automatizálással kapcsolatban mindenekelőtt azt kell megemlíteni, hogy üzemünkben elsősorban pneumatikus szabályozó berendezésekkel kívánjuk kitűzött céljainkat elérni. Nyomatékosan szeretném felhívni a figyelmet, hogy ez nem a pneumatika iránti elfogultságunkat tükrözi. Az MMG gyártmányait eddigi tapasztalataink alapján alkalmasnak tartjuk a timföldgyárban található legkényesebb feladatok megoldására is. Az MMG eddigi eredményeinek figyelembevételével nem zárkózunk el a még fejlesztés alatt álló elektropneumatikus rendszertől sem, sőt ezt a tervezéshez már figyelembe is vesszük. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy a jövőben villamos szabályozókat egyáltalán nem fogunk használni. Néhány probléma megoldásához már most is a villamos rendszert tartjuk alkalmasabbnak.

Röviden szeretném megemlíteni az automatizálás területén elért eredményeinket:

Sikerült az eljárás munkamenetének ((9. ábra) egy részfolyamatát teljesen, ezenkívül néhány műveletét automatizálni. (Pl. tartályszintszabályozás, pakura porlasztógőz nyomásszabályozás, aknaszivattyú működtetés stb.) A cikk szűkebb terjedelme nem teszi lehetővé, hogy mindenről részletes beszámolót adjak, ezért egészen nagy vonalakban csak néhány megoldást ismertetek.

Egyszerű házi gyártmányú szabályozóval oldottuk meg az iszaptartály szintszabályozását *(5. ábra)*. Itt a követelmény csak arra szorítkozik,



5. ábra. Házi készítésű szintszabályozó

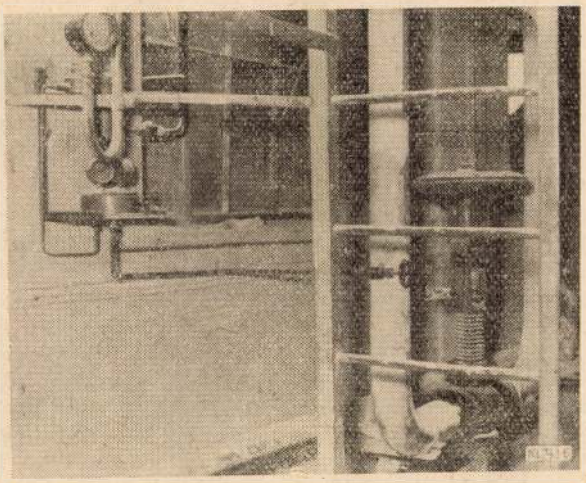
hogy a tartályok ne ürüljenek le és ne teljenek túl, a szabályozott szint lehetőleg a tartály kétharmad és háromnegyed része közé essék. A fenti követelményekből kiindulva erre a célra pneumatikus útkompenzációs szintszabályozó készült. A hidrosztatikai nyomást higanyos U-csővel mérik. Az U-cső kibővített ágában elhelyezett uszó — megfelelő áttételen keresztül — egy fuvókás erősítő szegmensét mozgatja. Az erről levett nyomás közvetlenül, erősítő nélkül a tartály elfolyó vezetékébe épített membránszelepet működteti.

A méréshatár megfelelő keresztmetszetű U-cső használatával tetszőlegesre méretezhető. Higanyúszós mennyiségmérővel azonos kivitelű U-cső beépítésével a megoldás zárt, nyomás alatt álló tartályokban is használható. Működése üzembiztos. 1960 március óta van üzemben. Meghibásodás két ízben fordult elő mechanikus beszorulás miatt.

[1] Mechanikai Mérőműszerek Gyára.

A készülék működése és kivitele amatőr megoldás. Az ilyen megoldásokra kialakult általános véleményhez szeretném hozzáfűzni azt, hogy az ilyen műszerek felhasználását is célszerűnek találjuk olyan feladatok megoldásához, ahol a pontosság iránt nem nagy a követelmény és ahol a drága gyári berendezések nem feltétlenül indokoltak.

Az ismertetett készüléket *Pataky Zoltán* műszermérnök tervezte. Hasonló megoldással készítettünk a kalcináló üzem részére porlasztógőz nyomásszabályzót *(6. ábra)*. Ez a szabályzó az



6. ábra. Kalcináló kemencék fűtőolaj porlasztógőzének nyomásszabályozója

előzővel szemben olyan helyre került beépítésre, ahol a pontosság már nem hanyagolható el és a beállított nyomást $\pm 0{,}15$ atm pontossággal kell tartani. A szabályzó ezt a követelményt kielégíti.

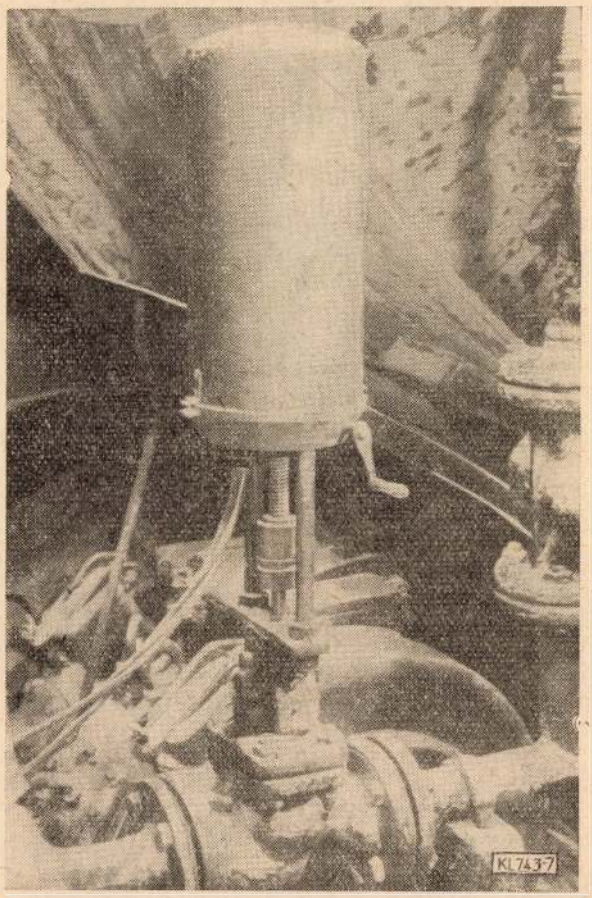
Működése a következő. Az ellenőrző jelet egy megfelelően átalakított Bourdon-csőbe vezetjük. Ez állítható hosszúságú karon keresztül a fuvóka előtti szegmenst mozgatja. Az erősítés módosítását itt is kétkarú emelő egyik karjának változtatása végzi. Az alapjel változtatását, a Bourdon-csövet a szegmenssel összekötő rudacska hosszának megváltoztatása teszi lehetővé. Két feszmérő található még a készülékben. Közülük egyik a táplevegőt, másik a kimenő nyomást méri. Teljesítményerősítőt itt sem használtunk. A fuvókatér nyomása közvetlenül vezérli a megkerülő vezetékbe épített szabályzó szelepet. A fuvóka nyílása 0,8 mm. A szabályzószelepet házilag állítottuk össze egy MMG öntvényből, egy Kőolajipari Gépgyár által gyártott membránmotorból és házi készítményű szerelvényekből. A készüléket 1959 november óta tartjuk megbízhatóan üzemben. A szabályozó indításakor belengési veszély áll fenn, amely az erősítés csökkentésével természetesen megszűnik. A lengés amplitudója az adott körülmények között a 0,5 att-t nem haladta meg.

Szükségünk volt még szervomotoros szelepre a munkamenet több pontján. Ezek beszerzési nehézségei közismertek. Házi megoldással kellett pótolni hazai iparunk egyik hiányzó cikkét.

Két változatot dolgoztunk ki. Az első néhány műszaki adata a következő *(7. ábra)*:

$M = 500$ cmkg
$i = 960$
$V_e = 5{,}6$ mm/perc
$n = 1{,}36$/perc.

A motor valamilyen meghibásodása alkalmával kézi beavatkozásra is lehetőség van. A végálláskapcsolók mindkét véghelyzetben állíthatók. Jelzőlámpa kigyulladása jelzi a végállások elérését.



7. ábra. Házi készítésű kis szervomotoros szelep

Potenciométeres visszajelzéssel a működtetés helyén ellenőrizhetjük a szelep működését, vagy szabályozáskor ez adhat visszavezetést.

A 7. ábrán ez a típus beépítve, üzem közben látható. Pormentes, zárt kivitelű. A szelep zárását a tengelykapcsolóban elhelyezett rugó biztosítja.

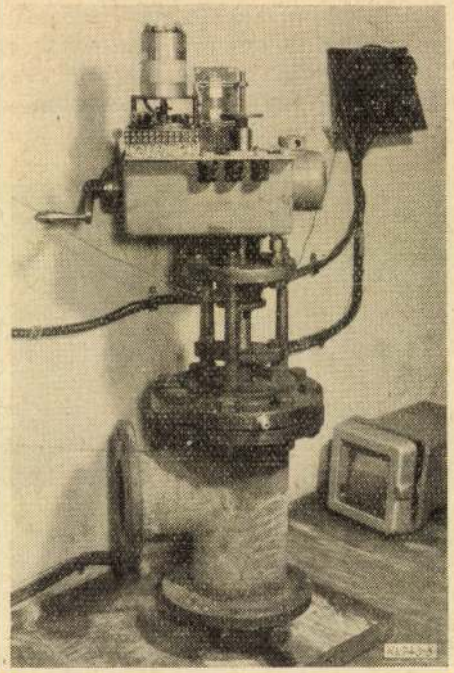
A második változat néhány műszaki adata:

$M = 1500$ cmkg
$i = 1450$
$V_e = 12$ mm/perc
$n = 2$/perc

A végálláskapcsoló itt már kétszeresen biztosított. A kézi beavatkozást egy kar átváltásával oldottuk meg. Jelzőlámpa jelzi itt is a véghelyzet elérését. Potenciométer helyett itt *szinkro* visszajelzés van, melyet pontíróval regisztrálunk *(8. ábra)*.

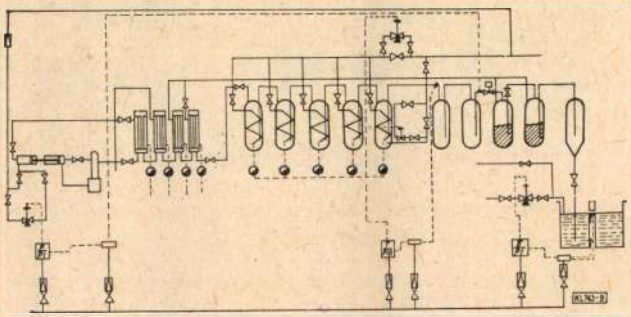
Ezek a szelepek választják el az autoklávokat az expanziós soroktól és a kialakított automatikus

munkamenetben kulcshelyzetet kapnak, mert lehetővé teszik bármilyen helyről megkívánt tetszőleges mennyiségi szintnek kényelmes beállítását. Ez a megoldás a mennyiségi szint változta-



8. ábra. Házi készítésű nagy szervomotoros szelep

tására alkalmas, mert a nyomásszabályzó a szelep bármilyen állása mellett biztosítja az autoklávok előre meghatározott nyomását. Kísérletképpen először a 3. autoklávsoron, később a tapasztalatok alapján mindhárom soron beépítettük *(9. ábra)*.



9. ábra. Automatikusan működő folyamatos feltárás

Nyomásszabályozó

Gőziszapszivattyúinkat, melyek az előmelegítőkön és az autoklávokon keresztül mozgatják a zagyot, 20 atm-ás redukált gőz működteti. A nyomást egy hidraulikus nyomásszabályzó redukálja, melyet *Wentzely* főenergetikus épített be. Ez a hidraulikus szabályzó stabilis 20 atm-ás, gőzt biztosít a szivattyúk működtetéséhez. A szivattyúkra menő gőz mennyiségének, illetve nyomásának változtatásával a szivattyúk által szállított zagy mennyiségét tudjuk a gőzszelep állásától függően változtatni. Az első expanziós tartály előtt állandó nyomást kell tartanunk. Előfordulhat, hogy kiülepedés és elrakodás miatt — a berendezés állapotától függően — az autoklávsoron 1—2 atm nyomásesés következik be. Az autoklávsor előtt levő előmelegítőkön is közel 10 atm nyomáseséssel kell számolnunk.

A meglevő, eddig kézzel beállított szelephez megkerülő vezetéket építettünk és a megkerülő vezetékbe építettük a pneumatikus szelepet (9. ábra).

Itt említem meg, hogy sajnos eddig hazánkban egyetlen vállalat sem gyártott a nekünk megfelelő nyomásra és hőfokra pneumatikus, kétüléses szabályozószelepet. Minden tapasztalat nélkül kellett hozzáfognunk ilyen magas műszaki követelményeknek megfelelő szelep gyártásához. Néhány ebből eredő kezdeti hiba kijavítása után a szelepek üzemképesek és jelenleg is üzemben vannak. Sajnos kényszerítve vagyunk a későbbiek során is hasonló automatika elemek házi gyártására. Egyébként nem tartjuk ezt célravezető és végleges megoldásnak.

Az ülésátmérőt úgy választottuk meg, hogy legnagyobb nyitás alatt se kerülhessen sor az eljárási utasítás és gépészet által engedélyezett legnagyobb löketszám túllépésére.

Az ellenőrző jelet, mint már említettem, az első expanziós tartály elől vettük. Az érzékelőt itt is házilag készítettük. Az autokláv nyomása egy olajedényen keresztül jut a síkmembrános érzékelőhöz. A nyomástávadó mintegy 30 m-re van a felhasznált PI-szabályozótól. A szabályozó és a szabályzószelep távolsága további 40—50 méter. Jelenleg ez utóbbi vezeték a szabadban van, az átépítés során az eddig elvégzett kísérletekre alapozva már az épületen belül helyezzük el.

A szabályozó kör 10 löket alatt már nem üzembiztos. Ez a mennyiségi szint egyébként nem fordult eddig elő.

A szabályozó 1960 májusa óta dolgozik.

Hőfokszabályozó

Az előmelegítőkön keresztül jutott zagy nagy hőfokingadozással (120—140 C°, néha még nagyobb) kerül az autokláv sorba. Az autokláv sor első öt autoklávját csőkígyóval fűtik, ezen kívül az ötödiket közvetlenül bevitt gőzzel is. A fűtőgőz 40 atm-ás és 410 C° hőmérsékletű (9. ábra).

Az ellenőrző jelet az 5. fűtött autoklávból távozó zagyvezetékből tenziós érzékelővel vesszük. Először házilag töltöttük brómbenzollal, ugyanis a munkapont 210 C°. Ezzel az érzékelővel dolgoztunk kb. 2 hónapon keresztül, majd a gyári készítmények megérkezése után azokkal cseréltük fel. Az érzékelő tokját jobb hővezetés biztosítására turbinaolajjal töltöttük meg, mert a rendszer természetszerűleg igen érzékeny a holtidő növekedésére.

A felhasznált készülék egy MMG által gyártott pneumatikus PID jellegű szabályzó. A szabályzó körre az jelentett újszerűt, hogy két szelepet működtettünk egy szabályzóról. Erre a megoldásra azért volt szükség, mert takarékossági okokból a közvetlen gőz szelepét csak akkor kell kinyitni, ha a csőkígyók nem tudják a megfelelő hőmérsékletet biztosítani. A szelepet úgy alakí-

tottuk át, hogy a teljes 0,1—1,1 kg/cm² működés határköz alsó felében 0,6-ig a csőkígyóra menő, főgőzvezetékbe épített szelep működjék, a határköz felső részében pedig 0,5—1,1 között a közvetlenül befutott gőz szelepét változtatjuk. A két részhatárközt átlapoltuk. Két szelep használata sajnos nehézkessé teszi a szabályozó beállítását.

Megemlítem még, hogy konstrukciós okok miatt csak az egyik szelepet vezéreljük a szabályzótól jövő közvetlen jellel, a másik szelepet egy — ugyancsak házi készítményű — teljesítményerősítővel, melyet a szabályzó kimenő nyomása vezérel.

Tapasztalatként még azt is közlöm, hogy talán a legnagyobb problémát az eddig használt különféle gőzszelepek tömszelencéi okozták. A pontos tömítések a szabályzó szelepek hiszteréziséhez vezettek. Mindenképpen jó megoldásnak látszik két azbesztgyűrű közé pehelygrafit préselése. Ez a megoldás 600 C° és 160 att-ig használható.

Ez a szabályzó több átépítés után jutott el mai kivitelezéséig. Működése üzembiztos és pontossága kielégítő. A beállított értéket ±1,0 fok pontossággal tartja. Nagyobb pontosságot nem követel az üzem.

A szabályzó szelepek itt is házi gyártmányúak megbízható működésüket *Pénzes Imre* gépészmérnök lelkiismeretes munkájának köszönhetjük.

Fajsúlyszabályzó

Közismert mérési elv szerint működik a fajsúlyszabályzó (9. ábra). A higító tartályokba két helyen levegőt buborékoltatunk. A felső szonda levegőjét még egy kompenzáló csövön visszük keresztül. A nyomáskülönbség mennyiségtávadóra jut. A felhasznált szabályzó jellege PI. Buborékoló levegő mennyiségére a szabályzó igen érzékeny. A RADELKISZ[2] által gyártott áramlásszabályzó elvileg megoldja ezt a problémát. Sajnos a használatban sok hiba jelentkezett.

Jelenleg elsősorban az előkészítő zagybeállításának automatizálására folynak kísérletek. Kísérletképpen itt tartjuk üzemben időnként a FMV[3] által gyártott tiszta elektromos PI-szabályzót. Sikertelen kísérletet folytattunk az EMV[4] által gyártott Radat izotóp vezérlésű szintszabályzóval. A szabályzó maga jól működik és üzemképes, csupán megfelelő végrehajtószerv hiányában vált eredménytelenné próbálkozásunk. Természetesen új beavatkozóval a kísérletet meg fogjuk ismételni. Úgy gondolom, említést érdemel az, hogy hazánkban egyre több üzem gyárt automatika elemeket, sőt teljes szabályzó köröket is. Gyakran előfordul ugyanis, hogy a munkamenet egyes helyeire vagy egy részfeladat megoldására az általánosan használt rendszertől eltérő berendezés felhasználása célszerű. Arra sajnos jelenleg nincs lehetőség, hogy ezeket a berendezéseket kombináltan használjuk fel. Ennek megoldásával bővülne az egyes automatika elemek felhasználási lehetősége, másrészről pedig az üzemi körülményeknek legjobban megfelelő automatika elemeket tudnánk kiválasztani.

[2] Radioaktiv és Elektronikus Mérőkészüléket Kivitelező KTSZ.
[3] Finommechanikai Vállalat.
[4] Elektromechanikai Vállalat.

Egyetemi hírek

A Minisztertanács *dr. Sályi István* Kossúth-díjas tanszékvezető egyetemi tanárt augusztus 1-i hatállyal saját kérésére a Nehézipari Műszaki Egyetem rektori tisztsége alól felmentette, s egyidejűleg *dr. Zámbó János* Kossuth-díjas tanszékvezető egyetemi tanárt, a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagját nevezte ki rektorrá.

*

Dr Sályi István Kossuth-díjas tanszékvezető egyetemi tanárt a Nehézipari Műszaki Egyetem rektorát, az Egyetem vezetésében, az oktató-nevelő munka irányításában és színvonalának emelésében kifejtett eredményes tevékenysége elismeréséül a Népköztársaság Elnöki Tanácsa július 31-én Munka Vörös Zászló Érdemrend-del tűntette ki.

*

Sulcz Ferenc egyetemi adjunktust, a Kohómérnöki Kar dékán helyettesét a Művelődésügyi Minisztérium augusztus 1-i hatállyal docensi teendők ellátásával bízta meg.

*

A Kémiai Tanszékre *Szakszor Mária* okl. tanárt július 15-én tanársegéddé, *Szita Lajos* okl. tanárt pedig július 1-évl tanszéki gyakornokká nevezték ki. *Bereczky László*, a Kémiai Tanszék tanársegéde július 1-én adjunktusi kinevezést nyert.

*

A Szovjet Tudományos Akadémia Bajkov-ról elnevezett Kohászati Kutató Intézetének júniusban megrendezett Tudományos Ülésszakán résztvett *dr. Verő József*, Kossuth-díjas, tanszékvezető egyetemi tanár, akadémikus.

*

Július 17-e és augusztus 6-a között a Kohómérnöki Kar hat hallgatója *Csabalik Gyula* adjunktus vezetésével a Német Demokratikus Köztársaság egyes kohászati üzemeiben csere-termelési gyakorlaton vett részt.

*

A Kohómérnöki Kar I. éves metallurgus kohómérnök hallgatói a Dunai Vasműben, az I. éves technológus kohómérnökhallgatói a Lenin Kohászati Művekben, a II. éves metallurgus kohómérnökhallgatói a Lenin Kohászati Művekben, II. éves technológus kohómérnökhallgatói a Csepeli Vas- és Fémművekben, III. éves metallurgus kohómérnökhallgatói az Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó üzemben, III. éves technológus kohómérnökhallgatói pedig a székesfehérvári Könnyűfémműben nyári termelési gyakorlaton voltak. A IV. éves kohómérnökhallgatók kiadott diplomaterv-feladatuk témájának megfelelő üzemekben végezték nyári termelési gyakorlatukat.

*

Az 1961—62. tanév I. évfolyamára a Kohómérnöki Kar nappali tagozatán 61, esti tagozatán 13, levelező tagozatán pedig 26 hallgatót vettek fel. A Kohóipari Gazdasági Mérnök Szak I. évfolyamán 27 hallgató kezdi meg tanulmányait.

F. O.

Egy 150 t-s SM-kemence fekvő regenerátorának áramlástani vizsgálata

PÉNTEK ISTVÁN tud. oszt. vez., okl. kohómérnök; BIKICS ZOLTÁN tud. munkatárs, okl. kohómérnök;
MIKÓ JÓZSEF tud. munkatárs, okl. kohómérnök; HEVESI JÓZSEF tud. munkatárs, fizikus
KGM Hőtechnikai Kutatóállomás, Miskolc

Dk: 669.183.213.23:533.2

Az áramlás jelentősége

Bevezetőben szeretnénk rámutatni arra, hogy a kohászati kemencék hőforgalmában a füstgázok áramlási viszonyainak igen jelentős a szerepe. A vizsgált 150 t-s földgáz-olaj tüzelésű SM-kemence óránként 34 000 Nm^3 füstgázt fogalmaz. A kemencében áramló gázok hőhordozók s ezért áramlásuk erősen befolyásolja a különféle kemencék fajlagos tüzelőanyagszükségletét és fajlagos teljesítményét. Kemenceszerkezeteinket úgy kell kialakítani, hogy azokban a kívánt folyamatok optimálisak legyenek. Ez a feladat — bonyolultsága miatt — elméleti úton, tökéletesen nem oldható meg. A kemencetervezés eddigi gyakorlata az volt, hogy a jól dolgozó ipari kemencék geometriai arányait vették figyelembe. A kemence jó, vagy rossz munkája azonban végeredményben egy sereg tényezőtől függ, elsősorban a kemence segédberendezéseinek (kamra, salakzsák, felszállók, tűzfej stb.) munkájától.

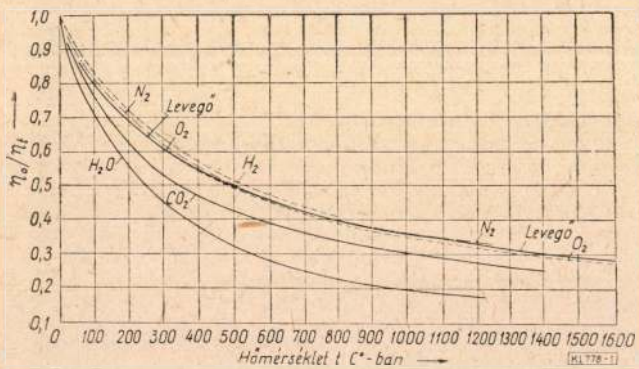
E segédberendezések és velük a kemence hatásfokát viszont a bennük áramló gáztömegek áramlási viszonyai messzemenően meghatározzák. Az áramlási viszonyok laboratóriumban modellek segélyével is tanulmányozhatók, és kedvező irányban befolyásolhatók.

A modellezés alapelve

Az áramlástani laboratóriumban szobahőmérsékletű levegővel a modellben ugyanolyan áramlási viszonyokat lehet teremteni, mint amilyeneket az üzemi kemencében a magashőmérsékletű füstgázok létrehoznak. Az üzemi kemencében fennálló és a modellben kialakuló áramlástani viszonyok akkor lesznek egyenértékűek, ha :

1. A kétféle áramlás Reynolds-féle száma azonos. Számításaink erre az Re-szám ekvivalenciára épültek fel.

2. Ha a modell és a kemence geometriailag azonos.



1. ábra. A normál állapotú gázok dinamikus viszkozitásának η_0 és 1 ata nyomáson, t C° hőmérsékleten fennálló viszkozitásának, ηt viszonya a hőmérséklet függvényében [1]

A számítások során meghatároztuk :

1. a füstgázösszetételt (%) és a füstgázok mennyiségét (Nm^3/ó),

2. kiszámoltuk a füstgáz-periódus átlagában a rácsba belépő és távozó füstgáz hőmérsékletének középarányosát (t_k), melynek alapján

3. $\eta_0/\eta_t = f(t)$ görbeseregből *(1. ábra)* füstgázkomponensként kiválasztottuk η_0/η_{t_k} értékeit és azokból kiszámoltuk a füstgáz eredő (η_0/η_{t_k}) értékét.

4. A füstgázösszetételből Mann-képlete alapján kiszámoltuk a normálállapotú füstgázok kinematikai viszkozítását (ν_0).

t = a füstgáz hőmérséklete C°-ban,

η_0 = a normál állapotú füstgáz dinamikus viszkozitása, $\frac{\text{kgs}}{\text{m}^2}$,

η_t = a t hőfokú füstgáz dinamikus viszkozitása, $\frac{\text{kgs}}{\text{m}^2}$

ν_0 = a normál állapotú füstgáz kinematikus viszkozitása, $\frac{\text{m}^2}{s}$

Az áramló füstgáz normál sebessége az üzemi rács szabad szelvényében

$$W_{0,f} = \frac{V_{0,f}}{3600 \cdot F_{sz}}, \text{ (Nm/s)}$$

ahol $F_{sz} = F_0 \cdot \varphi$ a rács szabad szelvénye, (m^2)

$$\varphi = \left(\frac{S}{S+b}\right)^2$$

$W_{0,f}$ = a füstgáz normál sebessége, (Nm/s)

$V_{0,f}$ = a füstgáz mennyisége, (Nm3/ó)

S = a rácsszelvény mérete, (m)

b = a rácstégla vastagsága, (m)

F_0 = a kamra belső szelvénye, (m^2)

Az üzemi rácsban áramló füstgáz normál Reynoldsszáma :

$$\text{Re}_{0,\ddot{u}} = \frac{W_{0,f} \cdot d_{h,\ddot{u}}}{\nu_{0,f}},$$

ahol

$$d_{h,\ddot{u}} = \frac{4 \cdot \text{terület}}{\text{kerület}} = \frac{4 \cdot S^2}{4S} = S \text{ (m)}$$

$\nu_{0,f}$ = a normálállapotú füstgáz kinematikai viszkozitása, (m^2/s)

Az üzemi rácsban áramló füstgáz Reynolds száma:

$$\text{Re}_{\ddot{u}} = \text{Re}_{0,\ddot{u}} \cdot \frac{\eta_0}{\eta_{t_k}}$$

A modell áramlásviszonyainak első feltételéből következik :

$$\text{Re}_{\ddot{u}} = \text{Re}_m, \text{ ahol } \text{Re}_m = \text{Re}_{0,m} \cdot \frac{\eta_0}{\eta\, 25\,\text{C}^\circ}$$

$$\text{Re}_{0,m} = \frac{\text{Re}_m}{\frac{\eta_0}{\eta\, 25\,\text{C}^\circ}} = \frac{W_{0,m} \cdot d_{h,m}}{\nu_{0,1}}$$

A számított adatok összefoglalása *1. táblázat*

Jel	Megnevezés	Dimenzió	Füstgázperiódus		Levegőperiódus	
			üzemben	modellen	üzemben	modellen
V	Gázmennyiség	$Nm^3/ó$	34 000	1180	31 600	1420
F_{sz}	Szabad rácsszelvény	m^2	15,88	0,1588	15,88	0,1588
W_0	Normálsebesség	Nm/s	0,595	2,060	0,553	2,480
ν_0	Normál kinematikai viszkozitás	10^{-6} m^2/s	12,25	13,30	13,30	13,30
t_k	Középhőmérséklet	C°	1247	25	650	25
Re_0	Normál Re-szám	—	6800	2170	5820	2620
η_0/η_t	Viszkozitás változás mérőszáma	—	0,301	0,940	0,425	0,940
Re	Üzemi Re-szám	—	2040	2040	2060	2060

ahol $d_{h,m} = 0{,}1 \cdot d_{h,ü}$, (m)

$\nu_{0,1}$ = a normálállapotú levegő kinematikus viszkozitása, (m^2/s).

A levegő normálsebessége a modell szabad szelvényében

$$W_{0,m} = \frac{Re_{0,m} \cdot \nu_{0,1}}{d_{h,m}}, \quad (Nm/s)$$

Az üzemi rács és a modell szabadszelvényei az 1/10-es kicsinyítés következtében 1 : 100 arányúak, ezért :

$$\nu_{0,1} = W_{0,m} \cdot \frac{F_{sz}}{100}, \quad (Nm^3/s)$$

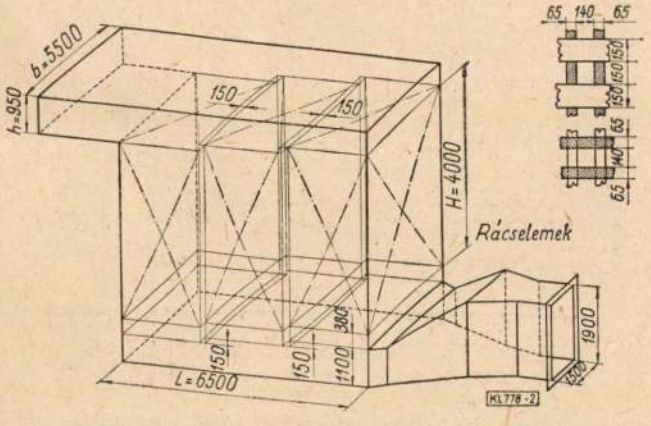
Ezt a levegőmennyiséget a füstgázperiódusnak megfelelő irányból (a salakzsák felől) a kéményt helyettesítő ventillátornak kell átszívnia a kamrán.

A levegőperiódusra vonatkozó számításokat a fentiekkel egyezően végeztük. Ekkor természetszerűleg a ventillátor nem szívta, hanem nyomta a levegőt, a valósággal egyezően a kamrán át a salakzsák felé.

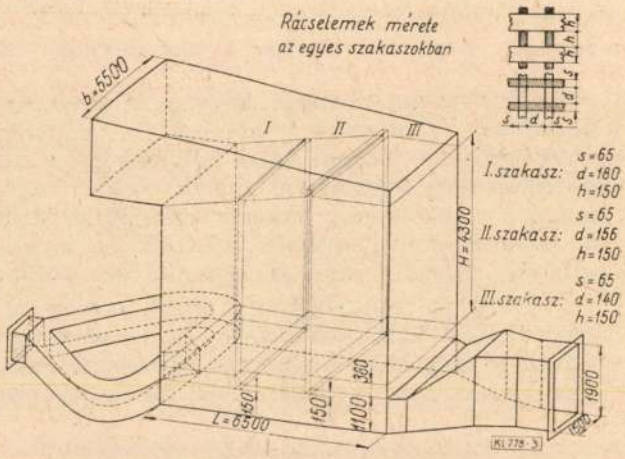
Képleteink egybefoglalása 1/10-es kicsinyítésre a következő :

$$V_{0,l} = \frac{V_{0,f}}{36\,000} \cdot \frac{\nu_{0,l}}{\nu_{0,f}} \cdot \frac{(\eta_{25l})}{(\eta_{tk})_f}, \quad Nm^3/s$$

Itt l a levegőt, f a füstgázt jelenti.
A kiszámolt adatok az *1. táblázatban* találhatók.



2. ábra. A fekvő regenerátor rács axonometrikus rajza



3. ábra. Fúvatás a salakkamra felől

Kísérleteink során a szakaszonként egy téglasorral vertikálisan lépcsőzött regenerátorrács modellen sebességméréseket végeztünk, a következő változatokban.

A) Levegőt szivattunk (füstgázperiódus), ill. fuvattunk (levegőperiódus) a válaszfalakkal ellátott modellen keresztül a válaszfalak áramlásra gyakorolt hatásának tisztázása céljából *(2. ábra)*.

B) Levegőt szivattunk, ill. fuvattunk át a válaszfalak nélküli modellen.

C) Átalakítottuk a modellt úgy, hogy a levegő szivatás a megszokott füstgázúton, a fuvatás pedig a rács kilépő szelvényével ellentétes — salakkamra alatti — oldalról is lehetséges legyen *(3. ábra)*.

D) Szektoronként megváltoztattuk a rácsszelvények méreteit és ferdeszögben megemeltük a függesztett rácskamra boltozatot (amelynek hatására megnőtt a salakzsák és a rácskamra közötti átömlő szelvény is), hogy a gáztömegek áramlása egyenletesen terhelje a rácsot.

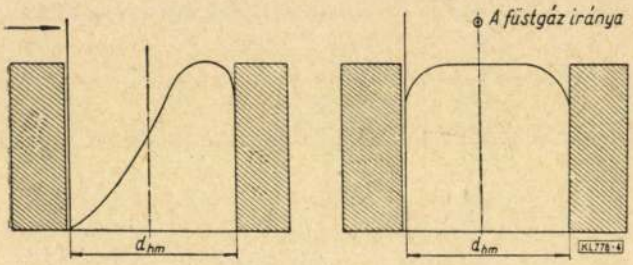
A mérési módszer ismertetése

1. A regenerátorrács-modellben végzett sebességmérés követelményei

A gyakorlati szakembert tulajdonképpen nem a rácsban kialakuló sebességeloszlás, hanem az egyes szelvényeken átáramló gázmennyiség érdek-

li. Ez legpontosabban sebességméréssel határozható meg a $V = wF$ képlet alapján, ehhez azonban nagyon pontos sebességmérés szükséges.

Az idevonatkozó szakirodalom és előzetes méréseink alapján úgy találtuk, hogy nem elegendő a rácsszelvény egyetlen pontjában sebességmérést végezni, mivel a füstgáz eloszlása a rácsszelvényen belül nem egyenletes, hanem a *4. ábra* szerint oszlik meg.



4. ábra. A füstgáz eloszlása a rács-szelvényen belül

Az ábra azt mutatja, hogy a rácsszelvények ugyanazon pontjában a mérések — bármilyen módszerűek is — nem adnak helyes képet a füstgázmennyiség eloszlásáról. Ennek oka az, hogyha nagyok a sebességek, akkor a füstgáz fő tömege a rácsozat szélén áramlik, viszont ha kicsik a sebességek, akkor aránylag egyenletesen oszlik el.

Ebből következik, hogy olyan mérési módszert kellett kidolgozni, amely a rácsszelvényen áthaladó füstgáz mennyiségnek az átlagsebességét úgy méri, hogy az áramlási képet ne zavarja meg.

2. *Hagyományos mérési módszerek*

Ezek alapján tehát elmondhatjuk, hogy a Pitot- és Prandtl-csöves mérések, továbbá a különböző jelző módszeres mérések (fénylő fémreszelék, lisztpor, kláriumkloráttal átitatott fűrészpor, faszénpor stb.) nem elégítik ki a gyakorlati szakembert.

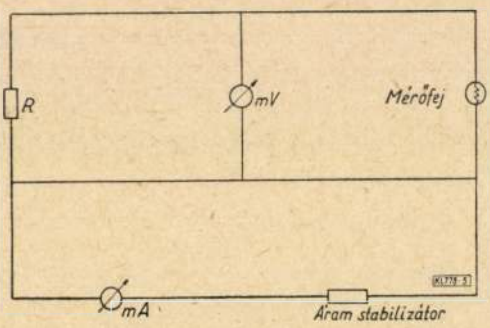
A *Stollberg* és *Lüdemann* által regenerátormodell rácsában végzett lisztporos, fotocellás kiértékelési módszer csak a felső síkokban adhat megközelítően helyes eredményt.

Angol kutatók által a legutóbbi időkben végzett szélkerekes mérések látszanak a legpontosabbaknak. Hibájuk azonban, hogy a mérés itt sem terjed ki a teljes rácsszelvényre és a szélkerék nagy mérete megzavarja az áramlási képet.

3. *Izzó-szálas mérési módszer*

Mérési módszerünk kifejlesztéséhez azt az ismert tényt használtuk fel, hogy egy ízzószál az áramló levegő hatására lehül és ellenállását megváltoztatja. Az izzószál mellett különböző sebességekkel áramoltatott levegő sebességével arányos lehülést, ill. ellenállás változást okoz.

Az izzószál különböző befogásával többféle mérőfejet alakítottunk ki. A mérőfejet egy igen érzékeny Wheatstone-hídba kötöttük be *(5. ábra)*, 74 mA áramerősséggel tápláltuk és a sebességváltozás hatására fellépő feszültségingadozást mértük.



5. ábra. Az izzószálas mérőberendezés elvi rajza

a) *Mérőfejek típusai*

Két főtípust különböztetünk meg :

Az izzószál két végén nyitott üveghengerbe van forrasztva, a szál az áramlás irányára merőleges. A cső megfelelő leszűkítésével majdnem pontszerű mérés érhető el. Egy adott pontban a sebesség nagyságát három egymásra merőleges irányban végzett mérésből számíthatjuk ki. Az eredőt a komponensek négyzetösszegéből vont négyzetgyök adja. Ezzel a mérőfejjel mérhető pl. izzítókemencék munkaterének áramlási képe.

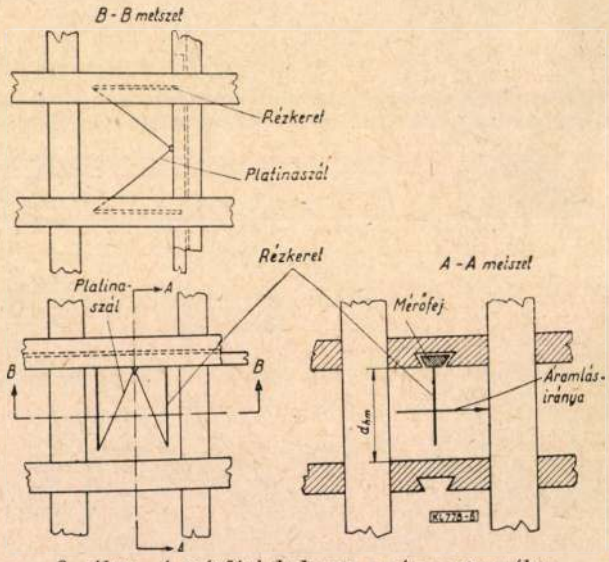
A mérőfejek másik típusa a csupasz-mérőfej, amelyet akkor használhatunk, ha a sebesség egyik irányú komponense mellett a másik kettő elhanyagolható.

Méréseinkhez ilyen különlegesen kiképzett csupasz mérőfejet használtunk.

b) *A mérésekhez használt mérőfej leírása*

Hogy az áramlási képet ne zavarjuk a mérőlécet a rácsozatba vájt csatornán keresztül vezettük be. A méréshez platina huzalt használtunk, mivel tapasztalataink szerint ez rendelkezik a legkisebb hőtehetetlenséggel, így a turbulens áramlások helyét és nagyságát pontosan mérni tudtuk *(6. ábra)*.

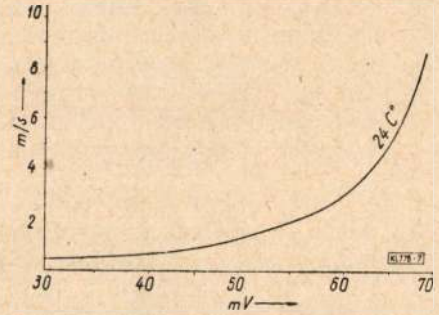
A tartólábak átmérőjét igyekeztünk a minimumra csökkenteni, hogy az áramlás zavartalanságát biztosítsuk, későbbi méréseink alkalmával ezeket a rácsozat alá helyeztük.



6. ábra. A mérőfej helyzete a rácscsatornában

c) *Az izzószál hitelesítési görbéje*

A mérés megkezdése előtt a mérőfejet hitelesíteni kell. Ezt ismert áramlási sebességekkel való összehasonlítás alapján végeztük el. A feszültségmérő műszer egyidejű leolvasásával megkapjuk a sebesség-műszerállás összefüggést *(7. ábra)*.



7. ábra. A mérőfej hitelesítési görbéje

Ennek ismeretében a műszerállásból a sebesség meghatározható. Esetleg a műszer rögtön sebességre hitelesíthető.

4. Tapasztalatok

Méréseink közben és utána többször ellenőriztük az ízzószál hitelesítesi görbéjét és abban semmi változást nem tapasztaltunk. A méréseket a hőmérsékletingadozás erősen befolyásolja, ezért a terem hőmérsékletét 24 C°-ra temperáltuk, a hitelesítést is ezen a hőmérsékleten végeztük. Figyelembe kellett venni még a ventillátort meghajtó motor fordulatszámának — a hálózati feszültség okozta — ingadozását is.

A mérési eredmények kiértékelése

A) *Sebességmérés a fallal ellátott modellben*

a) *Szívás (Füstgázperiódus)*

$v_0 l$ levegőmennyiség átszívásakor mértük a levegő sebességét a rács három szektorában *(I, II, III.)* öt magassági szinten *(A, B, C, D, E)*. Minden szakasz minden szintjén 10 oldalirányú *(1, 2, 3....10)* és 27 mélységi irányú mérési hely volt: tehát szintenként 270. A mérési adatok célszerű szemléltetésére a 27 mélységi irányú sebességi adatot átlagoltuk. Az átlagadatok sebességi diagramja a *8. ábrából* kivehető.

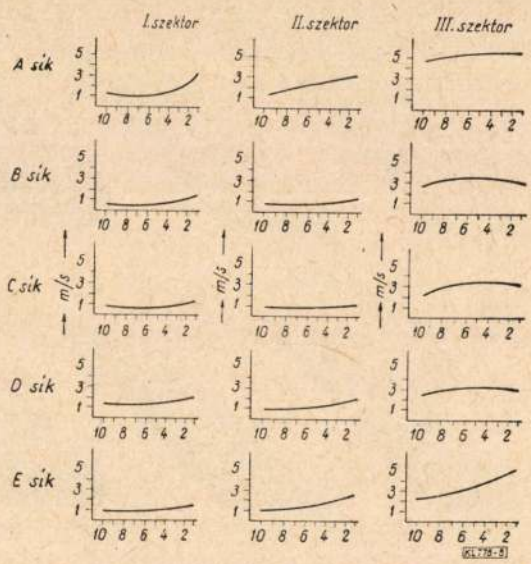
A modellen átszívatott levegő a három szektoron eltérő mennyiségben haladt keresztül. A levegő szektoronkénti megoszlását úgy határoztuk meg, hogy szakaszonként külön-külön planimetráltuk az egyes *A, B, C* stb. szintek átlaggörbéi alatt a területeket és a kapott három összeget százalékoltuk. A füstgáz mennyiségi megoszlása szektoronként az alábbi volt:

I.	II.	III.
15,6%	19,9%	64,5%

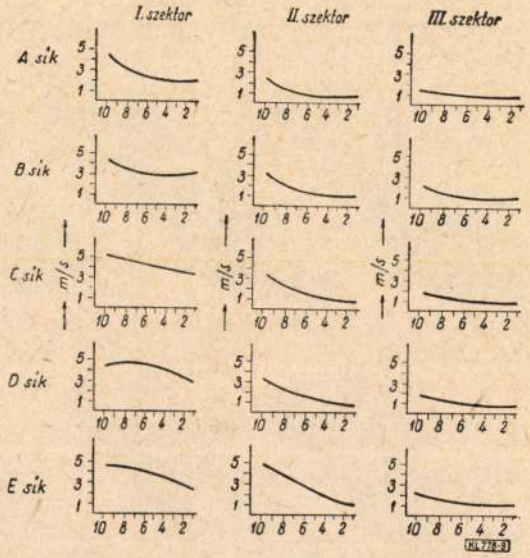
Szívás →

b) *Fúvás (levegőperiódus)*

Teljesen azonos mérést és kiértékelést végeztünk a levegő fúváskor. Az adatok a *9. ábrából* kivehetők.



8. ábra. Levegő sebesség szíváskor a fallal ellátott modellben



9. ábra. Levegő sebesség fúváskor a fallal ellátott modellben

A levegőmennyiség átlagos mennyiségi megoszlása szektoronként a következő volt:

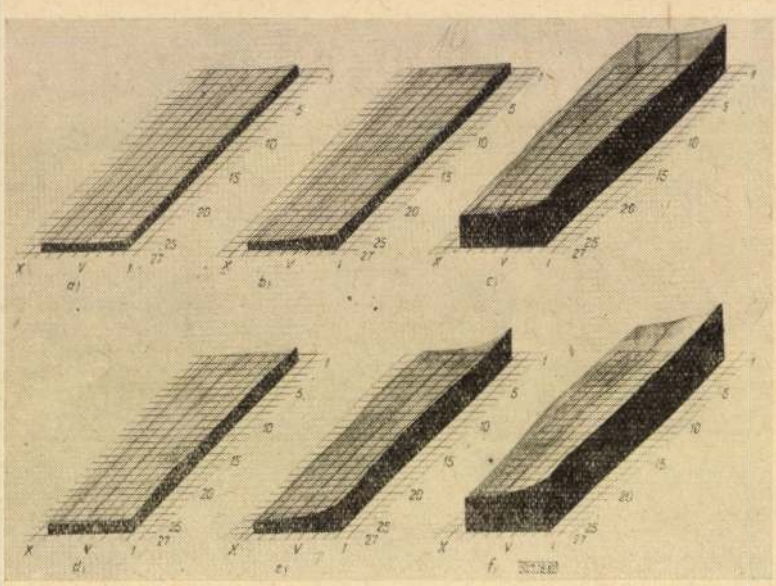
I.	II.	III.
61,2%	25,2%	13,6%

← Fúvás

A *B* és *E* sík mindhárom szektorában kapott sebességet térbeli diagramon ábrázoltuk. A *10. ábra* szemléltetően bemutatja a mennyiségi eloszlást szíváskor.

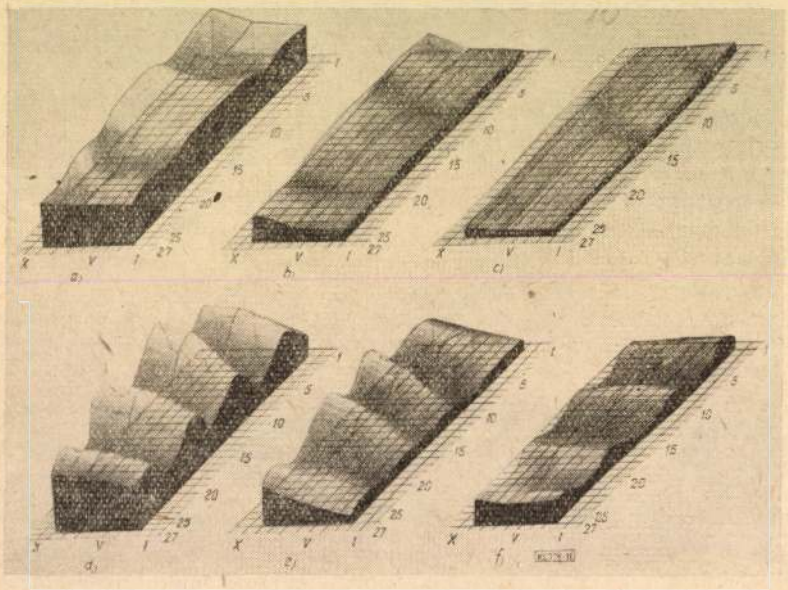
A *11. ábra* a fúvatás periódusát ábrázolja az *E* és *B* síkban. A térbeli ábra jól szemlélteti a rácstartó síposzlopoknak az áramlásra gyakorolt hatását (térbeli hullámvölgy).

A *12.* és *13. ábrák* egy hosszmetszetben kapott azonos sebességeket tüntetnek fel, összekötve folytonos vonallal. Az áramlás jellege jól látható. A gázok nekiütköznek a vég- és válaszfalaknak. Rugalmasan visszaverődnek, majd egy görbület után jutnak a gyüjtőcsatornába.



10. ábra. A, B és E síkban a fallal ellátott modell sebesség térdiagramja szívás alatt

a = I. szektor B-sík, *b* = II. szektor B-sík, *c* = III. szektor B-sík, *d* = I. szektor E-sík, *e* = II. szektor E-sík, *f* = III. szektor E-sík



11. ábra. A, B és E síkban a fallal ellátott modell sebesség térdiagramja fúvás alatt

a = I. szektor B-sík, *b* = II. szektor B-sík, *c* = III. szektor B-sík, *d* = I. szektor E-sík, *e* = II. szektor E-sík, *f* = III. szektor E-sík

Az egyes szakaszokban levő sebesség görbék értékei *m/s*-ban alátámasztják a fent közölt százalékos megoszlás helyességét.

B) *Sebességmérés a válaszfalak nélküli modellen*

Az *A-a A-b* pontban elmondottaktól csupán csekély eltérést tapasztalunk, mivel a lépcsőzés meghagyása egy mesterséges, kevéssé áteresztő falat képez. A vonatkozó ábrák csaknem megegyezőek a vonatkozó 9. és 10. ábrákkal, ezért nem tartjuk szükségesnek közölni.

a) Füstgázmennyiség megoszlás válaszfal nélkül

I.	II.	III.
11,0%	19,4%	69,6%

Szívás →

b) Levegőmennyiség eloszlás válaszfal nélkül

I.	II.	III.
55,0%	28,0%	17,0%

← Fúvás

Az *A-a* és *B-a*, valamint az *A-b* és *B-b* pontokban leírtak összehasonlításával megállapíthatjuk, hogy a gázáram (füstgáz vagy levegő) zöme mindig a belépő szelvénytől legtávolabb eső szektoron halad át. Ez a jelenség a gázáram kinetikai energiájával $\left(\frac{w^2 \cdot \gamma}{2g}\right)$ magyarázható, amely miatt a gázáram a belépő szelvénytől legtávolabb eső szakasz határfalánál torlódik. A gázáramnak ez a tehetetlensége, amely a sebességgel négyzetesen, a fajsúllyal lineárisan nő, magán a szakaszon belül is sebesség különbségeket okoz. Ez az ábrákon világosan látható.

Az eloszlás végül magán a rácssejten belül is egyenetlen. Tehát mikroméretekben is fennáll, hogy a gáz a belépő szelvénytől legtávolabb eső sejtrészen torlódás miatt gyorsabban áramlik.

Az elmondottakból nyilvánvaló, hogy az eloszlás egyenetlen, amelynek következménye az, hogy *a füstgáz és levegő fő tömegeinek áramlási útjai nem esnek egybe.* Nevezetesen a füstgáz a III. szektort terheli legjobban (64,5%), míg a fúvatás periódusában az égési levegő zömében az I-es szektoron áramlik (61,2%). A megoszlásnak ez az eltérése a hőcsere szempontjából rendkívül kedvezőtlen, mert egyrészt a rács hőcserélő hatásfoka az elérhető maximum alatt marad, másrészt a III. szektor téglái (főleg a felső sorok) túlhevülnek, a rács teteje össze is roskadhat, míg az I. szektorba épített rácstéglák hőcserére nincsenek kihasználva.

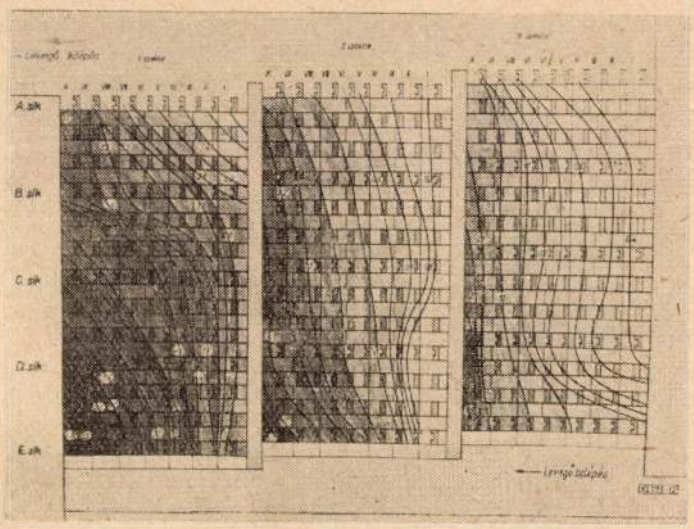
C) *A hiányosságok kiküszöbölése*

A hiányosságok kiküszöbölésére modellünket tovább fejlesztettük és a hagyományos módszerrel ellentétben az égési levegőt nem a füstgázcsatornán keresztül fújtuk be, hanem azzal ellentétesen a salakkamra alatti nyíláson át. Az így kapott sebesség diagram a *14. ábrán* látható.

A levegő mennyiségi megoszlása :

Fúvatás :	I.	II.	III.
	⇇ 21,4%	28%	50,6% ↻

Mint észrevehető az új megoldásban a befúvott levegő a III. szektor alatt torlódik és azt terheli legjobban. Ha a 14. és 9. ábrákat összevetjük, világosan látszik, hogy a füstgáz és levegő tömegeinek áramlási útja egybeesik.



12. ábra. A 18-as függőleges hosszmetszet áramlási képe fallal ellátott szívás alatt

Módosítottuk az egyes szektorokban a rácsozat magasságát (4. ábra).

A megoszlási százalékok :

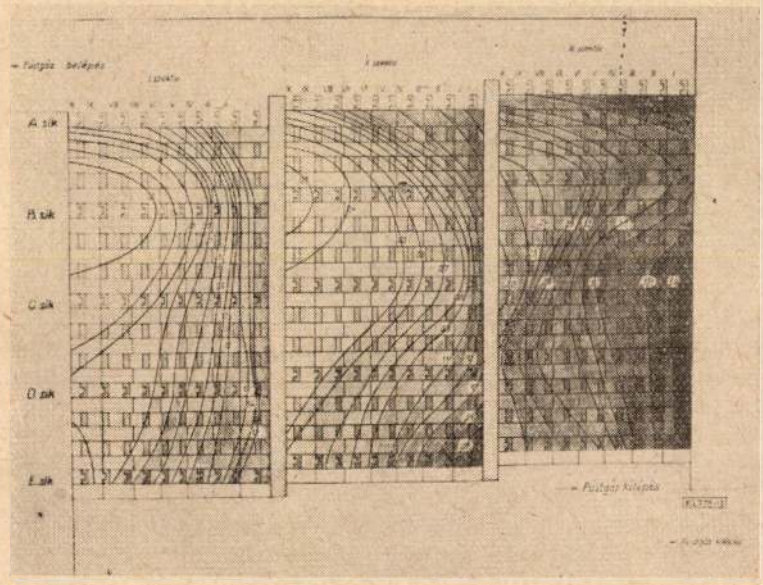
A füstgáz mennyiség megoszlása (szívás emelt boltozattal I., II. szektorban növelt rácsszelvénnyel, emelt rácsozattal *(15. ábra)*.

I.	II.	III.
25,05%	34,95%	40,00%→

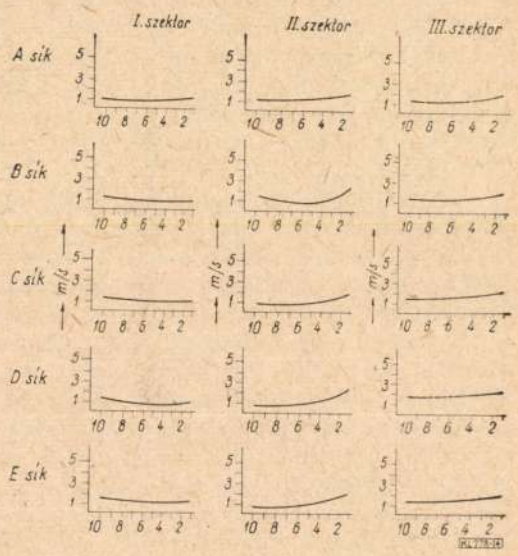
A levegőmennyiség megoszlása (fúvás a salakkamra felől emelt boltozattal, az I-II. szektorban növelt rácsszelvénnyel, emelt rácsozattal, *16. ábra)*.

I.	II.	III.
⇄ 27,32%	32,97%	39,71% ↻

Az adatokból világosan kitűnik, hogy az egyes szakaszok terhelése szíváskor füst gázzal, illetve fúvatáskor a levegőével közelítően megegyezik.



13. ábra. A 18-as függőleges hosszmetszet áramlási képe fallal ellátott fúvás alatt



14. ábra. Levegősebesség a salakkamra felőli fúvás alatt a fallal ellátott modellben

Megállapítható, hogy ez a megoldás a hőcsere hatásfokát jelentősen emeli és magasabb előmelegítési hőmérsékletet biztosít. Az eloszlás azonban még most is egyenlőtlen az egyes szektorokban.

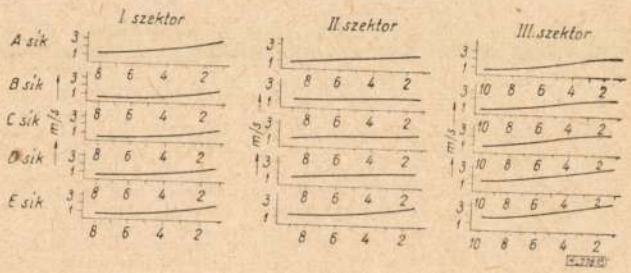
D) *A modell végső kifejlesztése az eloszlást egyenletesebbé tette*

Ez azért volt kívánatos, hogy a rácstéglák hőtani terhelés lehetőségét a legjobban kihasználhassuk. A probléma megoldása céljából az I. és II. szektorban megnöveltük a rácssejtméretet. ($S_I = 18$ mm-re, $S_{II} = 15{,}6$ mm-re.) Valamint 150 mm-el ferdeszögben megemeltük a boltozatot, amivel az F_1/F_2 viszonyt is növeltük.

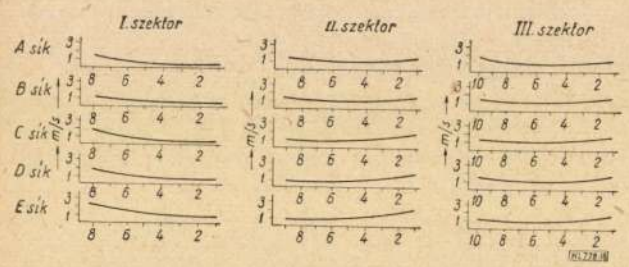
F_1 = a füstgáz belépő szelvénye.
F_2 = a rács szabad áramló szelvénye.

Kísérlet összefoglalása és értékelése

A SM-kemencék regenerátoraiban az áramlási viszonyok megállapítása céljából modellkísérleteket végeztünk. A kísérletek során mértük



15. ábra. Levegősebesség diagramja szíváskor, a salakkamra felől emelt boltozattal, az I. és II. szektorban növelt rácsszelvénnyel, emelt rocsozattal (átalakított modell)



16. ábra. Levegő sebesség diagramja fúváskor a salakkamra felől emelt boltozattal, az I. és II. szektorban növelt rácsszelvénnyel, emelt rácsozattal (átalakított modell)

a rács egyes pontjaiban uralkodó sebességeket, mind a füstgáz, mind a levegőperiódusban. Mivel a sebesség az áramló gáz mennyiségével arányos $\left(w = \frac{V}{F}\right)$, a mérési eredményekből következtetni lehet a gázok mennyiségi eloszlására.

A kísérlet eredményei azt mutatják, hogy fekvő regenerátorrácsban az áramló füstgáz és levegő fő tömegeinek útja nem esik egybe, emiatt a rács hatásfoka igen rossz. Levegőperiódusban a melegedés miatt a levegő térfogata nő s ez a sebesség megnövekedése mellett — elsősorban válaszfal nélküli kamrában — bizonyos mértékű kiegyenlítődést okoz. Emiatt a rács felső részében a levegőeloszlás valamivel egyenletesebb, ennek mértékét azonban csak további kísérletek során lehet meghatározni.

A levegőnek a salakkamra felőli befúvatásával elértük, hogy a füstgáz és a levegő fő tömege a rácsnak azonos részén halad keresztül. A regenerátor-kamra azonban még így sincs kellően kihasználva, mert a befúvási oldaltól távolabb lévő részen (III. szektor) több gáz és levegő áramlik keresztül (az összes mennyiségnek kb. 50%-a). A kemencekampány vége felé a III. szektorban a rácselemek keresztmetszete csökken a salak- és porlerakódás miatt, ekkor már a füstgáz és a levegő zöme a rács közepén (II. szektor) halad keresztül. Ez a tény azonban az előmelegítés hatásfokának bizonyos fokú romlását hozza, mert a III. szektor rácsozata a salaklerakódás miatt csak csökkent mértékben vesz részt a hőcserében.

A hagyományos SM-kemencékben a kemencekampány kezdetén nem esik egybe az áramló füstgáz és levegő fő tömege, rosszabb a hőcsere, nagyobb a fajlagos hőfogyasztás (kal/t). A kb. 80 adag után tapasztalható nagyobb teljesítmény és jó fajlagos hőfogyasztás áramlástani oka az, hogy a rácsokban kezdődő eltömődések (III. szektor) miatt az áramló füstgáz és levegő fő tömegének útja közelebb kerül egymáshoz.

Ezen az alapon lehet megmagyarázni azt a gyakorlatban tapasztalt tényt, hogy a SM-kemencék teljesítménye (t/ó) a kampány kezdetétől fokozatosan nő, és egy bizonyos számú adag után csökken s ezzel fordított arányban változik a fajlagos hőfogyasztás.

A kampány vége felé, amikor már igen nagymérvű az eltömődés, a rácsozat egy része a salaklerakódás miatt csak korlátozott mértékben vesz részt a hőcserében, így a kemence t/ó teljesítménye csökken és a fajlagos hőfogyasztása növekszik.

Emelt boltozat építésével az F_1/F_2 viszony is növekedett, a beáramló gázok eloszlása egyenletesebb lett.

A salakkamra mellett lévő I-es és II. szakaszban a rácselemek méretét növeltük, ez az áramlási viszonyokat javította, egyenletesebb lett az eloszlás.

Ilyen módosítás után a salakkamra felőli fúvatás során az áramló gázmennyiség különbsége az I. és III. szakaszban mindkét periódus alatt alig több mint 10%.

Megállapítható, hogy ez utóbbi megoldás áramlási szempontból a legjobb, mert egyenletesebb a füstgáz és levegőeloszlás, emellett a füstgáz és levegő fő tömegének útja az egész kampány ideje alatt egybeesik. Így biztosítani lehet a jó hőcserét és a levegő nagyobb előmelegítési hőmérsékletét.

A salakkamra felőli fúvatásnak minden olyan rácsban nagy szerepe lehet, ahol a rács a salakkamra és a felszállók előtt van elhelyezve és az F_1/F_2 viszony kisebb, mint 0,50, továbbá ha a kamrák hossza 4 m-nél nagyobb. Számításaink szerint a levegőelőmelegítés 100—150 C°-al növelhető, amely SM-kemencék teljesítményét 7—14%-kal emelheti.

A közölt mérési eredmények és következtetések alapján megállapítható, hogy a mérési módszer jó eredménnyel hasznosítható, mind az új rácsok tervezéséhez, mind a meglevő kemencék áramlási és hőátadási hiányosságainak kiküszöböléséhez.

IRODALOMJEGYZÉK

[1] Anhaltszahlen für die Wärmewirtschaft in Eisenhüttenwerken. 5. Auflage. Verlag Stahleisen M. B. H. Düsseldorf. 1957.

[2] *Hansen, Michael:* Modellversuche über die Strömung in Siemens-Martin-Ofen-Regenatoren. Stahl und Eisen, 78. (1958) 12. szám 804. o.

[3] *Dr. Diószeghy Dániel:* A kemencék áramlási viszonyai és a modellezés újabb eredményei. Mérnöki Továbbképző Intézet (3666) Bpest, 1958.

[4] *Brückner, Horst:* Gastafel (62. o.) Verlag u. R. Oldenburg, München, 1952.

A nagyolvasztók termelőképességének meghatározása

SZELE MIHÁLY egyetemi tanár és dr. VISNYOVSZKY LÁSZLÓ a műszaki tudományok kandidátusa

Dk: 669.162.2.002

A nagyolvasztók munkájának jellemzésére, termelési kapacitásuk megállapítására különféle mutatószámok használatosak, melyek között kétségtelenül a napi termelés és a fajlagos kokszfelhasználás az alapvető. Az utóbbi évtizedekben az említettek mellett a medenceterhelést, a járatintenzitást, a térfogatkihasználást is használják. Különféle nagyolvasztók munkájának összehasonlításához, teljesítménymutatóik egybevetéséhez azonban több olyan szempontot nem vesznek figyelembe, amelyek pedig a helyes megítélés érdekében döntő fontosságúak. Ezek között legfontosabb a nagyolvasztói ércbetétnek vastartalma, az elegy előkészített vagy előkészítetlen állapota, a koksz minősége, a kohósításkor keletkező salak mennyisége stb. A kapacitásszámítás egységesítését az ENSZ Európai Gazdasági Bizottságának Acélbizottsága is tervbe vette. Az 1955-ben megindított ilyen célú munka még mostanig sem tudott határozott irányt kapni. Néhány résztvevő állam tett is javaslatot a nagyolvasztói kapacitás számítására a térfogatkihasználás alapul vételével. Néhány iparilag fejlett ország nem volt hajlandó bekapcsolódni, mert véleménye szerint a kapacitást befolyásoló tényezők sokfélék és időben változhatnak s emiatt egységes módszer kialakítását nem tartják lehetségesnek.

Jelen tanulmány megkísérli a nagyolvasztó termelését legjobban befolyásoló ama tényezők figyelembevételével, melyeket a fentebb említett mutatószámok egyikében sem vettek figyelembe, a gazdaságos kapacitás számítását jól és könnyen kezelhető formában kialakítani.

A nagyolvasztók termelékenységét *Osann, B.* [1] az adagok áthaladási idejével határozta meg. Az áthaladási idő

$$t = \frac{V_h}{v}\,\frac{24}{P},$$

ahol t = az áthaladási idő órákban,
V_h = a kohó hasznos térfogata,
v = 1 t nyersvas termeléséhez szükséges érc + mészkő + koksz térfogata csökkentve a zsugorodási tényezővel (15—35%),
P = a napi nyersvastermelés tonnában.

Ebből a képletből a napi termelés egy tonnájára jutó kohótérfogat

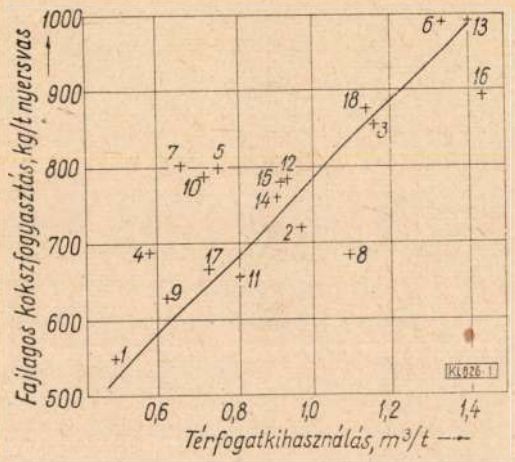
$$\frac{V_h}{P} = t\,\frac{v}{24} = n\ \mathrm{m^3/t}$$

Az n értéket térfogatkihasználási tényezőnek (*KIPO* szám) nevezik és minél kisebb ez a szám, annál jobbnak tartják a nagyolvasztó munkáját. A *KIPO* számmal meghatározható kohókapacitás

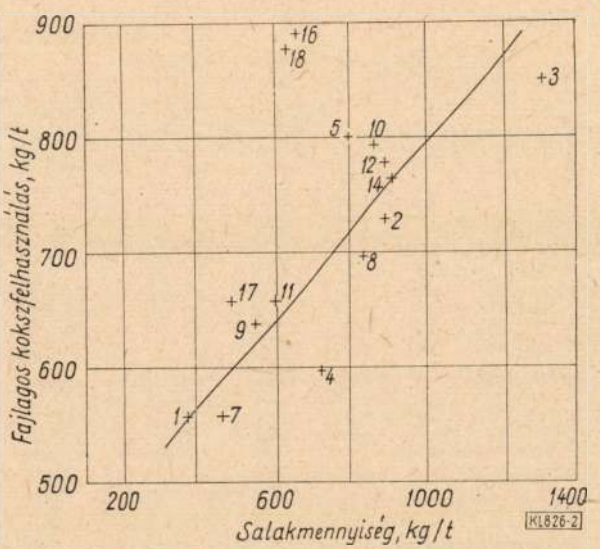
$$P = \frac{V_h}{n}$$

n azonban nem független változó, erősen függ a v-től, vagyis az elegy Fe-tartalmától, tehát e képlettel kapott értékek nem jellemzők a nagyolvasztók munkájára és csak akkor hasonlíthatók össze, ha közel azonos profilú nagyolvasztókra és hasonló nyersanyagok feldolgozására vonatkoznak (egyforma Fe-tartalmú, egyformán előkészített, egyforma minőségű meddőt tartalmazó ércek és egyforma minőségű koksz). *Pavlov* klasszikusnak nevezhető könyvében lerögzíti, hogy a térfogatkihasználási tényezőt csak egyforma nyersanyagokkal dolgozó, közel azonos nagyságú nagyolvasztók munkájának összehasonlítására szabad használni.

Az *1. táblázat* különböző feltételek mellett dolgozó nagyolvasztók üzemi adatait tünteti fel (ENSZ Európai Gazdasági Bizottság adatgyűjtése, 1959) [2]. Csupán a *KIPO* számok alapján, mely itt 0,5—1,44 között változik, nehéz volna a különböző nagyolvasztók munkáját értékelni, viszont határozott összefüggés állapítható meg a *KIPO* szám és a fajlagos kokszfogyasztás között.



1. ábra. Különféle feltételek között dolgozó nagyolvasztók fajlagos kokszfelhasználásakor mutatkozó KIPO szám



2. ábra. Fajlagos kokszfelhasználás, a salakmennyiség függvényében [2]

Különféle feltételek között dolgozó nagyolvasztók üzemi adatai *1. táblázat*

Sorszám		Medence átmérő, m	Hasznos térfogat, m^3	Termelés, t/24 ó	Kokszfogyasztás, kg/t	Elegykihozatal, %	Zsugorított érc, %	Salakmennyiség, kg/t	Medenceterhelés, $kg/m^2/ó$	Térfogatkihasználás, m^3/t
1.	Domnarvet	—	225	486	550	54,6	100	425	745	0,47
2.	Dillingen (Saar)	5,0	485	496	720	44,9	100	892	766	0,98
3.	Appleby Frodingham	8,5	1460	1251	855	37,1	100	1300	920	1,16
4.	Cserepovec	7,2	—	1500	589	50,0	100	706	840	0,63
5.	Krivoi-rog	8,2	1368	1850	800	44,0	100	800	1170	0,75
6.	Diósgyőr	4,2	—	258	997	32,0	20	980	760	1,33
7.	Lengyelország	—	—	720	800	42,0	86	920	1280	0,66
8.	Seraing	5,0	497	445	687	46,2	95	820	650	1,11
9.	Magnitogorsk	8,0	1360	2250	650	52,0	93	550	1275	0,60
10.	Zaporosstahl	8,2	1368	1900	790	47,5	85	870	1142	0,72
11.	Kuzneck	8,1	1300	1540	652	52,0	75	590	810	0,85
12.	Dunai Vasmű	6,0	—	746	779	38,6	85	900	850	0,94
13.	Ózd	—	—	255	995	31,2	50	1050	700	1,40
14.	Cseljabinsk	8,2	1386	1660	760	45,0	60	925	1000	0,83
15.	Diósgyőr III	6,0	—	773	729	33,5	50	880	820	0,91
16.	Espérance Longdoz	8,75	1675	1157	898	36,8	—	660	747	1,44
17.	August Thyssen	9,0	1424	2000	662	52,6	50	472	860	0,72
18.	Oberhausen	6,0	—	696	876	46,6	20	639	898	1.14

Az *1. ábra* szerint a fajlagos kokszfogyasztás növekedésével romlik a térfogatkihasználás, növekszik a *KIPO* szám. Az összefüggés közel lineárisnak tekinthető, bár az elegy előkészítettségének és a medenceterhelésnek megfelelően az értékek eléggé szórnak. Nagy medenceterheléskor (5,7,10) az átlagnál nagyobb, kis medenceterheléskor (2,8) kisebb fajlagos kokszfelhasználás jelentkezik. Előkészítetlen ércelegy következtében (16) a *KIPO* szám feltűnően rossz.

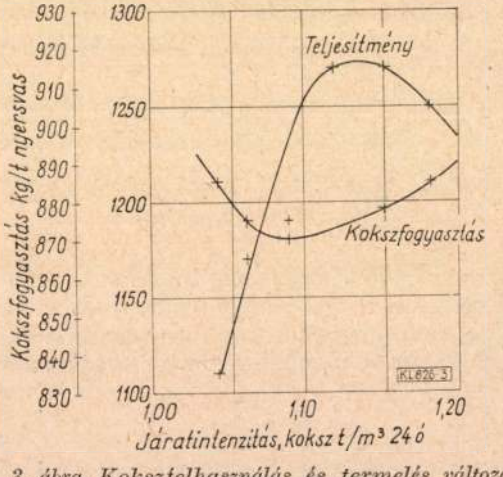
Minthogy a fajlagos kokszfelhasználás szoros függvénye a salakmennyiségnek *(2. ábra)* és ezzel az elegykihozatalnak, ugyanannak a nagyolvasztónak a *KIPO* száma is erősen változhat az elegy vastartalma és ezen túlmenően az érc előkészítettsége szerint.

2. táblázat

Nagyolvasztók fajlagos térfogata

Nagyolvasztó típus	Medence Ø, m	Hasznos térf. V_h, m^3	Fajlagos térfogat, m^3/m^2
Seraing (belga)	5,0	497	25,0
Dilling (Saar)	5,0	485	25,0
Domnarvet (svéd)	4,6	225	13,5
Tula (szovjet)	5,0	333	16,8
Třinec (cseh)	4,9	325	17,2
Vitkovice (cseh)	4,05	315	24,1
Diósgyőr	4,2	—	24,8
Dunai Vasmű	6,0	—	25,0
Magnitogorsk (szovjet)	8,0	1360	27,0
Kuzneck (szovjet)	8,1	1300	25,5
Cseljabinsk (szovjet)	7,0	930	25,0
Tula (szovjet)	7,8	930	19,2
Liège, alacsonyaknás	1,40 × 3,2	22,5	5,0
Calbe, alacsonyaknás	1,8 × 6,0	65	6,0

A térfogatkihasználási tényező azért sem jó összehasonlítási alap különböző nagyolvasztó munkájának megítéléséhez, mert a nagyolvasztók hasznos térfogata nem egységes paraméter. A fúvósík 1 m^2-re jutó hasznos térfogat, amit *fajlagos kohótérfogatnak* nevezhetünk, azonos medenceátmérőjű nagyolvasztók profilja szerint tág határok között változhat *(2. táblázat)* és így kis fajlagos térfogatú nagyolvasztók *KIPO* száma mindig kedvezőbbnek adódik, függetlenül minden más



3. ábra. Kokszfelhasználás és termelés változása a járatintenzitással

tényezőtől, de ez semmiképpen sem tudható be sem a nagyolvasztók jobb munkájának, sem az előnyösebb profilnak.

Újabban használják a járat intenzitási mutatót, mely az 1 m³ kohótérfogatra jutó napi kokszfogyasztást adja meg. *Ramm* zaporosstáli kísérletei alapján kimutatja, hogy a járatintenzitásnak meghatározott nagyolvasztóra és elegyre minimumos kokszfogyasztási és maximumos termelési értéke van *(3. ábra)* [3]. A járatintenzitási tényező is figyelmen kívül hagyja az elegyviszonyokat, pedig a különböző feltételek mellett dolgozó nagyolvasztók munkájának összehasonlításához éppen ez a legdöntőbb tényező.

Gyakorlatilag minden nagyolvasztó teljesítménye akkora, amennyi nyersvas az adott körülmények között a nyersvas minőségnek, az ércelegy vastartalmának és előkészítettségének megfelelően termelhető benne anélkül, hogy a kokszfelhasználás és a szállóporveszteség túlságosan nagy lenne.

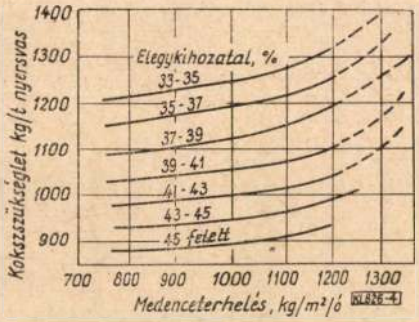
A nagyolvasztók termelését végeredményben a bennük naponként elhasznált kokszmennyiség határozza meg, olyan értelemben, hogy a nyersvastermelést a naponként felhasznált kokszmennyiség és a fajlagos kokszfelhasználás viszonya adja

$$P = \frac{K}{k} \qquad \text{t/24},$$

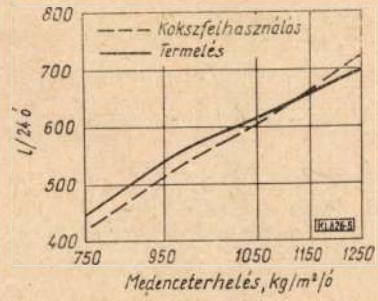
ahol K a naponként felhasznált koksz kg,
k a fajlagos kokszfelhasználás kg/t.

A naponként felhasznált, vagyis a nagyolvasztóba beadagolt napi kokszmennyiséget kokszáthaladásnak és annak a medenceterület 1 m²-re eső részét medenceterhelésnek nevezik.

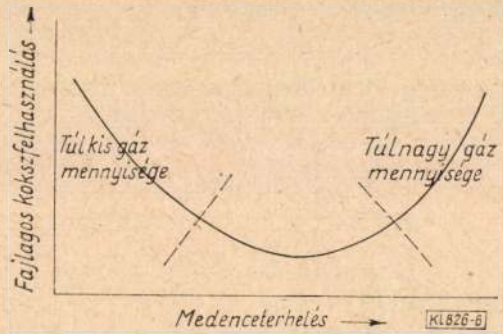
Ha pl. azt mondjuk, hogy egy nagyolvasztó medenceterhelése 900 kg/m²/óra, az azt jelenti, hogy a fúvósík minden m²-én óránként 900 kg koksz halad át. Az alkalmazható medenceterhelés nagymértékben függ az ércek előkészítettségétől, redukálhatóságától és vastartalmától. Gyakorlati értéke 600—1200 kg/m²/óra.



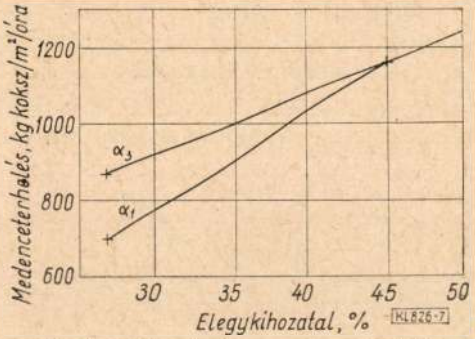
1. ábra. Fajlagos kokszszükséglet változása a medenceterheléssel



5. ábra. Medenceterhelés és napi nyersvastermelés közötti összefüggés



6. ábra. Kokszfelhasználás a medenceterhelés függvényében



7. ábra. Gazdaságos medenceterhelés

α_1 medenceterhelés előkészítetlen ércelegyre, α_3 medenceterhelés előkészített önjáró ércelegyre

A medenceterhelés növekedésével nő a kokszáthaladás és ezzel a nyersvastermelés, de bizonyos határon túl nő a fajlagos kokszfelhasználás is *(4. ábra)*. Emiatt a kokszáthaladás és termelés közötti összefüggés nem lineáris *(5. ábra)* [4].

Az eltérés a salakmennyiség növekedésével, vagy ami ezzel egyenértékű, az elegykihozatal csökkenésével egyre nő. Elegyen az érc + mészkőmennyiséget kell érteni.

Ha kicsi az elegykihozatal (nagy salakmennyiség), akkor általában csak kisebb medenceterhelés érhető el a fajlagos kokszfogyasztás túlzott növekedése nélkül, de sokszor még nagyobb kokszfelhasználás árán sem lehet gyorsítani a járatot. A medenceterhelésnek egy bizonyos határon túl való növelésekor nagy gázsebesség lép fel a nagyolvasztóban és emiatt rendszerint csatornák képződnek, az indirekt redukció romlik, nő a fajlagos kokszfogyasztás. Túlzottan kis medenceterheléskor az elégtelen hőfejlődés következtében az optimálishoz képest szintén nő a kokszfogyasztás *(6. ábra)* [3]. Az elegy Fe-tartalmának növekedése vagy nagy toroknyomás a kokszfelhasználás minimumát a nagyobb medenceterhelés irányában tolja el.

Számos üzemi adat kiértékeléséből az elegykihozatal és a gazdaságos medenceterhelés a *7. ábra* szerinti összefüggést mutatja.

A görbék közelítő matematikai egyenlete: előkészítetlen ércelegyből: $\alpha_1 = 26 \cdot e$

előkészített önjáró ércelegyből:

$$\alpha_3 = 490 + 15 \cdot e$$

ahol α medenceterhelés kg koksz/m²/ó,
e az elegykihozatal százalékban.

Eszerint pl. d medenceátmérőjű nagyolvasztóban a napi kokszáthaladás:

$$K = \frac{d^2\pi}{4} \cdot 24 \cdot \alpha = 18{,}8\, d^2 \cdot \alpha$$

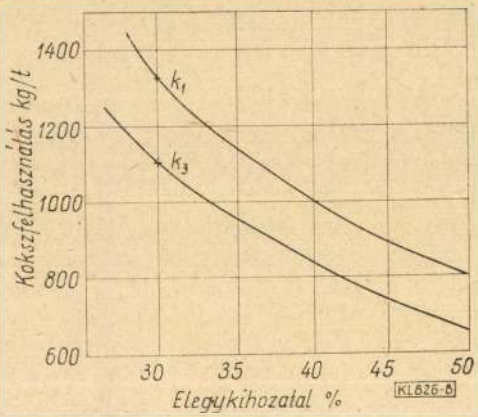
α fenti értékeinek behelyettesítésével előkészítetlen elegyből:

$K_1 = 490 \cdot d^2 \cdot e$ kg koksz/24 óra,

előkészített önjáró elegyből:

$K_3 = 9210 \cdot d^2 + 282 \cdot d^2 \cdot e$ kg koksz/24 óra.

Statisztikai adatok alapján acélnyersvas gyártáskor a fajlagos kokszfogyasztás, az elegykihozatal függvényében a *8. ábra* szerint változik és közelítően az alábbi egyenletekkel határozható meg előkészített ércből:



8. ábra. Fajlagos kokszfelhasználás az elegykihozatal szerint

$$k_1 = \frac{40\,000}{e} \text{ kg koksz/t nyersvas,}$$

előkészített önjáró ércből:

$$k_3 = \frac{33\,000}{e} \text{ kg koksz/t nyersvas.}$$

Fenti értékeket most már az eredeti egyenletbe behelyettesítve a nagyolvasztók kapacitása előkészítetlen elegyből:

$$p_1 = \frac{K}{k} = \frac{490 \cdot d^2 \cdot e^2}{40\,000} = \frac{1{,}2 \cdot d^2 \cdot e^2}{100} \text{ t/24 óra,}$$

előkészített önjáró elegyből:

$$p_3 = \frac{K}{k} = \frac{9210 \cdot d^2 \cdot e + 282 \cdot d^2 \cdot e^2}{33\,000} =$$

$$= 0{,}9 \cdot d^2 \frac{30 \cdot e + e^2}{100} \text{ t/24 óra}$$

Csupán fizikailag előkészített, tehát pormentes, osztályozott érceleggyel a medenceterhelés kb. azonos lehet, mint az önjáró eleggyel. Ilyenkor a nagyolvasztó kapacitása:

$$p_2 = \frac{K_3}{k_1} = 0{,}8 \cdot d^2 \frac{30 \cdot e + e^2}{100} \text{ t/24 óra}$$

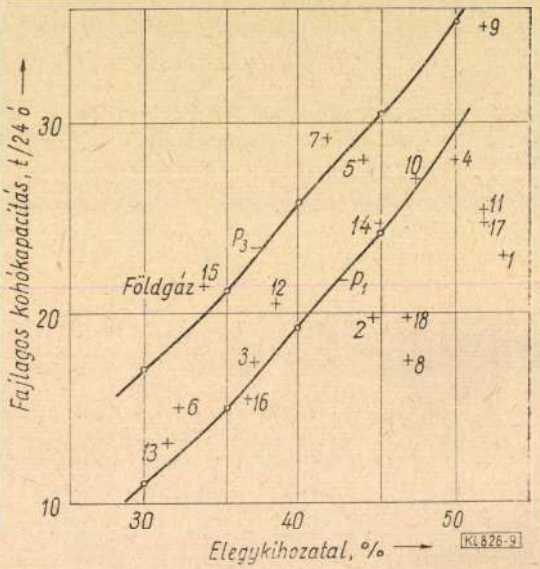
A nagyolvasztó kapacitása lényegesen befolyásolható nagy toroknyomással, oxigéndúsítással, vízgőz vagy földgáz és olaj befúvással. Az ismertetett számítási módszerrel ezek hatását is figyelembe lehet venni az α és a k értékeinek megfelelő megválasztásával. Ezek gyakorlati kiértékelésére azonban még nem áll rendelkezésünkre kellő számú statisztikai adat.

Ha a képletekből a d^2-et elhagyjuk, olyan fajlagos mutatószámot, *fajlagos kohókapacitást* (p) kapunk, mely minden nagyolvasztóra érvényes, függetlenül annak méreteitől, viszont tekintetbe veszi az elegykihozatalt és az elegy előkészítettségét. Ha ezt a fajlagos kohókapacitást szorozzuk az adott nagyolvasztó medenceátmérőjének négyzetével, ezzel már meghatároztuk a kérdéses nagyolvasztó gazdaságos nyersvastermelési kapacitását. Ezek szerint a fajlagos kohókapcitás:

$$p_1 = 1{,}2 \frac{e^2}{100} \text{ t nyersvas/24 óra}$$

$$p_3 = 0{,}9 \frac{30e + e^2}{100} \text{ t nyersvas/24 óra}$$

Fenti képletek alapján számított fajlagos kohókapacitások az elegykihozatal szerint a *3. táblázatban* és a *9. ábrán* láthatók.



9. ábra. Nagyolvasztók fajlagos kapacitása

$p_1 = 1{,}2 \frac{e^2}{100}$ t/24 ó, $p_3 = 0{,}9 \frac{30\ e + e^2}{100}$ t/24 ó

3. táblázat

Nagyolvasztók fajlagos kapacitása

Elegykihozatal, %	Fajlagos kapacitás, t/24 óra	
	p_1	p_3
30	10,8	16,2
35	14,6	20,5
40	19,2	25,2
45	24,4	30,4
50	30,0	36,0

Pl. 6 m medenceátmérőjű, 700 m³ hasznos térfogatú nagyolvasztó napi termelési kapacitása 35%-os vaskihozatalt adó önjáró zsugorított elegyből:

$$P_{35} = d^2 \cdot p_3 = 36 \cdot 20{,}5 = 740 \text{ t nyersvas}$$

Ugyanez a nagyolvasztó 50%-os nem önjáró elegyből :

$P_{50} = d^2 \cdot p_1 = 36 \cdot 30 = 1{,}080$ t nyersavsat termelhet gazdaságos feltételek mellett.

Az így számított termelésből meg lehet állapítani a térfogatkihasználási tényezőt is, mely jelenleg 35%-os elegyre $n = 0{,}95$, 50%-os elegyre $n = 0{,}65$. Ebből is látható, hogy a térfogatkihasználási tényező elsősorban az elegykihozatal függvénye.

A 9. ábrában bejelöltük az 1. táblázatban szereplő nagyolvasztók fajlagos termelését. A p_1 vonal alatt jelentkező nagyolvasztók kapacitása a kis medenceterhelés miatt nem volt kihasználva. A p_3 vonal felett jelentkező diósgyőri nagyolvasztó kokszfelhasználása földgáz befúvás következtében kisebb, mint normális kohósítás során, de a fenti képletben ezt még nem lehetett figyelembe venni.

A meggondolások és elvégzett számítások olyan összefüggések megállapítását teszik lehetővé, melyekkel különböző nagyolvasztók eredményeit azonos bázison lehet értékelni.

IRODALOM

[1] *Osann, B.:* Lehrbuch der Eisenhüttenkunde. 1923. 211. old.
[2] Az európai vaskohászat távlati irányai és problémái. IV. fejezet. ENSz Európai Gazd. Bizottság, Genf, 1959.
[3] *Glanert:* Kenngrössen moderner Hoch- und Niederschachtöfen. Előadássorozat: Neueste Technik auf den Gebieten der Roheisenerzeugung. Unterwellenborn 1960.
[4] *Kahlhöfer, H.:* Stahl u. Eisen, 1953., 1014. old.

Megadott kohászati szabadalmak

1961 első felében megadott kohászati szabadalmak

Nyersvasgyártás

Bordás kohófal hűtőlap 148 397 (18a 3—10) *dr. Fonó Albert m*, 1959. V. 21/1961. 2

Hűtőberendezés nagyolvasztók, kupolók, gázgenerátorok és egyéb aknáskemencék falazatai részére 148 455 (18a 3—10) *Balázs Péter gm, Czeke Arisztid km, Molnár Gyula gm, Nagy József gm, Pilter Pál km, Vadas Zoltán gm, Vörös László gm, Verbó István km*, 1959. VII. 10/1961. 2

Eljárás nagyolvasztók hidegjáratának megakadályozására 148 459 (18a 3—10) *Weigl Ernő km*, 1959. VI. 1 /1961. 2

Eljárás és berendezés ércek redukciójára kohók torokgázának felhasználásával 148 631 (18a 18—19) *Kun László tud. mt.* 1956. IX. 27/1961. 4

Acélgyártás

Berendezés acél-, ötvözet- és fémöntecsek lánghántolására 148 338 (18b 1—3) *Lenin Koh. Művek, Weigl Ernő km*, 1958. IV. 17/1961. 1 (Sz T)

Eljárás és berendezés kisgáztartalmú folyamatosan-öntött fémek előállítására 148 564 (31c 10—25) *Weigl Ernő km*, 1959. V. 23/1961. 3

Gyorsacél 148 565 (18b 8—23) *Weigl Ernő km*, 1959. VI. 5/1961. 3

Kemencék, tűzálló anyagok

Berendezés párhuzamos síkokkal határolt testek (téglák) függőleges irányú szállítására 148 365 (8e) *Czeke Arisztid km*, 1958. XII. 6/1961. 2

Eljárás tűzálló hőszigetelő kerámiai testek előállítására és az eljárás szerint készített idomtest 148 386 és 148 387 (80b 9) *Építőip. Közp. Kut. Int., dr. Albert János vm*, 1958. VI. 11/1961. 2 (Pótszab. 146 790 törzsszab. hoz), ill. 1959. XI. 27/1961. 2

Sugárzócsöves hőhasznosító 148 508 (24c) *Hompola Tibor gm, Stark Bertalan km, Szabó Károly gm*, 1960. III. 4/1961. 3

Eljárás kohászati kemencék zsugorított dolomit bélésének előállítására 148 566 (18c 5—11) *Weigl Ernő, Faur Ferenc t*, 1959. VI. 24/1961. 3

Folyékony tüzelőanyaggal táplált égő 148 665 (24b) *Szalay Imre m*, 1958. VIII. 26/1961. 4

Eljárás keramikus testek előállítására, ehhez való berendezés és ily módon készült test 148 677 (80a 43—56) *Távközlési Kut. Int., Budincsevics Andor m*, 1960. II. 5/1961. 4 (Sz T)

Elpárologtató hűtésű vállgerenda szerkezet Martin-kemencék, vagy egyéb ipari kemencék részére, 148 680 (18b 8—23) pótszab. 146 653 törzsszab. hoz 1959. IX. 22/1961. 4

Eljárás korund tárgyak zsugorítására elektromos kemencében 148 772 (80b 8) *Puskás Ferenc t*, 1960. VIII. 16/1961. 5

Nagy korrózióállóságú olvasztott tűzállóanyag 148 857 (80b—8) *dr. Lőcsei Béla vm, Szabó Lajos vm, Szőllősi József vm*, 1960. II. 29/1961. 6

Eljárás és készülék villamos hevítésre és a kapott hőfok egyidejű mérésére 148 883 (42i 3—20) *Szücs Ferenc km, Temesi Sándor km*, 1959. VIII. 11/1961. 6

Hengerlés, kovácsolás, hőkezelés

Eljárás kör vagy ívelt idomszelvényű rudak és csövek hengerlésére és ennek foganatosítására való hengermű 148 223 (7a) *Takács Péter km, Hegyi János techn.* 1958. IX. 23/1961. 1

Eljárás szakadt acélgubáknak lánggal történő javítására 148 529 (18b 1) *Weigl Ernő km, Kiss György t*, 1959. X. 5/1961. 3

Eljárás és vonópad cső, rúd- és idomanyagok hidegen vagy melegen való húzására és üzemeljárás a vonópad vezérlésére 148 628 (7b 1—13) *Csepel Vas- és Fémművek, Kökény László, Somogyi Antal* 1959. V. 22/1961. 4 (Sz T)

Eljárás melegmegmunkálásnak alávetett acélanyag revementességének biztosítására 148 728 (48b 1—10) *Földvári László* 1959. XII. 28. /1961. 5

Eljárás acél- és fémgolyók előállítására 148 840 (49e) *Gördülőcsapágygyár Debrecen, Frank János gm, Kincses István k. és gm*, 1960. VI. 15/1961. 6 (Sz T)

Szakaszos üzemű aknás gázcementáló szerkezet és eljárás a szerkezet üzemben tartására, valamint a cementált munkadarabok közvetlen edzésére 148 903 (18c 2—5) *Petrahai Ferenc gm, Mester Ferenc t, Gerédy József gm*, 1959. I. 31/1961. 6

Kohászati anyagvizsgálat

Készülék a testüregek belsejének fényképezésére 148 606 (30a 1—7) *Földi Tivadar egyet. tansegéd* 1960. III. 18/1961. 4

Eljárás és berendezés vékony lemezek vastagságának mérésére és azok vastagság szerinti osztályozására 148 718 (42b 17—26) *Egyesült Izzó, dr. Szép Iván v, Schalk Ervin m, Szücs Tibor m*, 1960. VI. 17/1961. 5

Automatikus mintavevő 148 801 (42 1 13—18) *Zelenka László gt*, 1960. III. 22/1961. 5

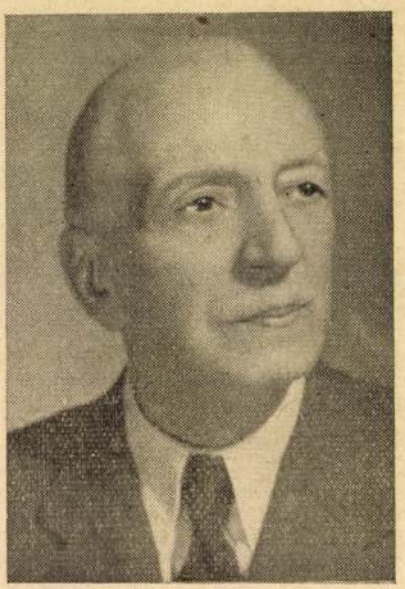
Spektroszkópiai berendezés 148 810 (42 h 17—22) *dr. Bardócz Árpád egy. m. tan.* 1956. V. 14/1961. 6

O. A.

HÜKE KÁLMÁN

egyesületünk tagja, okl. vaskohómérnök

1961. augusztus 29-én, 80. életévében Budapesten elhunyt. Sok, műszaki sikert elért, nagy látókörű, mindenki által kedvelt kartárs távozott el sorainkból.



HÜKE KÁLMÁN

Hüke Kálmán 1882. június hó 21-én született Dorogon, ahol apja bányaorvos volt. Az elemi iskola négy osztályát Dorogon, a gimnázium nyolc osztályát Esztergomban végezte, 1900-ban tett érettségi vizsgálatot. A dorogi bányavidéken töltötte gyermekkorát, az ott látottak-hallottak, a nyári vakációban a bányánál töltött gyakornoki idő szerettette meg vele a műszaki, alkotó életet. Ezért kérte felvételét a budapesti Műegyetem gépészmérnöki karára, tanulmányait 1904-ben sikerrel be is fejezte. Mint okl. gépészmérnök iratkozott be a selmecbányai Bányászati és Erdészeti Főiskola vaskohómérnöki szakára, amit — tekintettel a gépészmérnöki oklevelére — 2 év alatt végzett el. A két oklevél birtokában külföldi tanulmányútra indult és 1 évig még kutatott, tanult, hogy minél nagyobb felkészültséggel indulhasson az életbe. 1908-ban a witkoviczi Bánya- és Acélművekhez lépett be és ott szerkesztőként dolgozott 3 évig, hogy megismerje a hozzánk közel levő művek életét, körülményeit és fejlődési fokukat. Witkoviczon szerzett komoly tapasztalatok birtokában jelentkezett szolgálatra az Állami Vas- és Acélgyárakban. Zólyombrezón az akkor épülő csőgyárba osztották be üzemvezetőként. Ő helyezte a gyárat üzembe s rövid idő alatt annyira kifejlesztette a termelését, hogy az üzem a világháború alatt az ország akkori csőszükségletének tekintélyes részét már biztosítani tudta. Az első világháborúban katonai szolgálatot teljesített. Leszerelése után a MÁVAG központjában dolgozott, 1920-ban a diósgyőri Vasgyárba helyezték át, ahol a megmunkáló részleg vezetőjeként, később pedig 1929—1931 között, mint műszaki titkár működött. 1925-ben megszervezte a diósgyőri tanonc iskolát, ahol az oktatást teljesen új, korszerű alapokra fektette. A diósgyőri Vasgyárban az új kovácsológyárat létesítette, nevéhez fűződik a központi edzőüzem létesítése is, ahol a különféle szerkezeti és szerszámacélok edzésének korszerű eljárásait vezette be. A diósgyőri szerszám acélgyártás kifejlesztésében, szerszámok helyes kialakításában és vizsgálatában hathatósan közreműködött. Hüke Kálmánnak is nagy érdeme volt, hogy a hazai gyártású szerszámacélok külföldi viszonylatban is versenyképesek lettek.

Innen a diósgyőri új gyárba osztották be a szerkesztés vezetőjeként, majd az üzemek berendezésével, sőt az üzemfőnökséggel is megbízták. 1932—1942. év végéig a gyárnak igazgatója volt, ahol az addig szerzett széleskörű tudását volt alkalma átadni, az életbe átvinni. Itt eleget tehetett a már gyermekkorában szerzett szociális érzések kielégítésének is. Nagy szervező képességével az akkor legmodernebb gyárat építette fel, szervezte a helyes összmunkát s azt műszakilag a legtökéletesebben alakította ki.

1942-ben — mert már több évtizedes kemény munkától fáradt volt — kérte a budapesti központba való áthelyezését és az igazgatói megbízatás alóli felmentését, majd 1943. január 1-ével a nyugdíjazását.

Hüke Kálmán — miután a 7 évi pihenés alatt az egészsége megjavult — 1950-ben részt kért a demokrácia építéséből és szolgálatra jelentkezett a Magyar Szabványügyi Hivatalban. Tíz évet töltött ott el és a hengerelt, húzott, valamint a kovácsolt acélgyártmányok szabványosításával foglalkozott. Gyors ítélőképességével, kitűnő szakismeretével kiérdemelte minden hozzáfordulónak a tiszteletét, megbecsülését.

Hüke Kálmán kiérdemelte a gépészmérnöki aranydiplomát s ez év nyarán a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem tanári kara is érdemesnek ítélte a kohómérnöki aranydiplomára, amelyet bekövetkezett halála miatt már nem tudott átvenni.

1960. november 1-én, 78 éves korában ment véglegesen nyugállományba. Mikor a nyugdíjazása szóba került, mindig csak azt emlegette, hogy nem tud ezután sem munka nélkül élni.

Sajnos nem maradt ideje megúnni a nyugdíjas időt, mert a halál 10 hónap múlva elragadta.

Utolsó Jó Szerencsét!

T. L.

A titán és bór együttes hatása az aluminium felületén képződött oxidhártya tulajdonságaira és az aluminium kristályosodására

DR. DOMONY ANDRÁS a műsz. tud. doktora
és LAÁR TIBOR mérnök

Dk: 669.71.002.627

Az utóbbi időben a kohóban előállított alumínium tisztaságának növelése (*1. táblázat*), valamint a gyártási folyamatok finomítása és az egyes termékek (öntvények és félgyártmányok) minőségével szemben támasztott követelmények szigorítása következtében egyre nagyobb figyelmet fordítanak a fémben levő kismennyiségű szennyeződések hatására.

1. táblázat

A timföld és a kohóalumínium tisztaságának fejlődése az évek folyamán

Év	Timföld átlagos tisztasága [1]					Kohóalumínium átlagos tisztasága [2]	
	Fe_2O_3	SiO_2	TiO_2	V_2O_5	P_2O_5	Fe	Si
	%					%	
1925	0,090	0,070	0,014	0,050	0,110	0,50	0,40
1940	0,060	0,050	0,010	0,050	0,055	0,25	0,20
1950	0,030	0,025	0,006	0,003	0,005	0,15	0,15
1952	0,010	0,020	0,003	0,002	0,005	—	—
1955	0,007	0,010	0,001	0,001	0,003	0,12	0,10

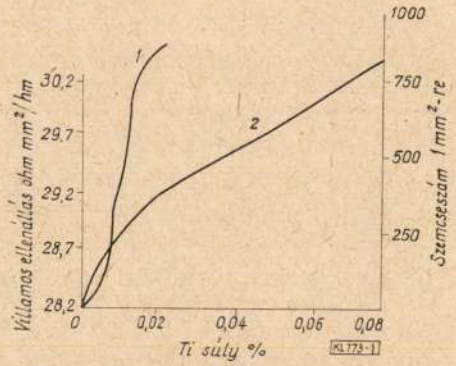
A kohóalumíniumban ma már rendszeresen 12 alkatrészt, nevezetesen Fe, Si, Cu, Zn, Ti, V, B, Cr, Mn, Mg, Ga, Na elemeket határoznak meg. Az egyes fémes szennyezőknek az öntvények és félgyártmányok mechanikai, fizikai és vegyi tulajdonságaira gyakorolt hatása többé-kevésbé ismertnek tekinthető [3].

Az eddigi munkák nagyrésze részleteiben foglalkozik az egyes fémes szennyezőknek az anyag különböző tulajdonságaira gyakorolt hatásával, többfajtájú szennyezőnek együttes jelenlétekor lejátszódó folyamatokra viszont csak ritkábban találunk utalásokat. Ismeretes a Si és a Fe együttes hatása az alumínium kristályosodására [4], lágy alumíniumlemezek fülképződésére [5], a Mg és a Si-adalékoknak a villamos vezetőképességre gyakorolt befolyása [6], a Ti-nak és a B-nak Si jelenléte által okozott csökkentett szemcsefinomító képessége [7], kismennyiségű Cu adalékoknak az alumíniumban oldódó Si hányadra gyakorolt korlátozó hatása [8] stb.

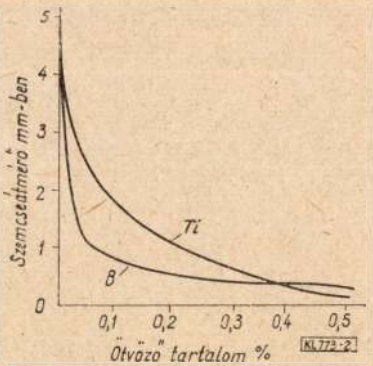
Hazai adottságaink következtében külön érdekességként kell viszont megemlékezni a kohóalumíniumhoz adagolt, Ti, illetve B és Ti + B együttes szerepéről és ezeknek az adalékoknak külön-külön, illetve együttes jelenlétekor az alumínium egyes tulajonságaira gyakorolt befolyásáról.

Ismeretes, hogy kismennyiségű (0,01—0,03%) Ti az alumínium villamos vezetőképességét nagymértékben rontja, viszont elősegíti az anyag finomszemcsés kristályosodását. (*1. ábra*). Ugyancsak ismert, hogy az alumíniumhoz ötvözött B a villamos vezetőképességet gyakorlatilag nem csökkenti. A B-adaléknak szemcsefinomító hatása viszont függ az alumíniumban levő egyéb szennyezők jelenlététől (*2., 3. ábra*).

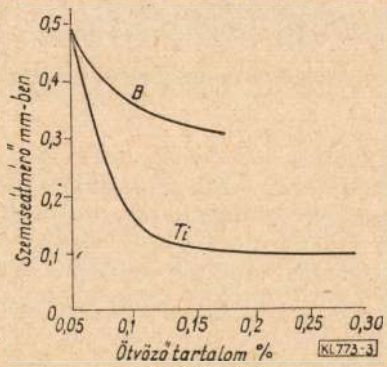
A bór szemcsefinomító hatását az alumíniumban levő egyes szennyeződések megváltoztathatják. Ilyen pl. a Si [7], vagy a Ti [11]. A Ti és B egymásra gyakorolt kölcsönhatásán alapszik az 1782/DO/194 számú magyar szabadalom [12], amely a kohóalumíniumban levő Ti-szennyeződésnek villamos vezetőképesség rontó hatását közvetlenül a kohókádba adagolt bór-tartalmú anyagokkal semlegesíti. A bór egy része a Ti-szennyeződés lekötésére, illetve eltá-



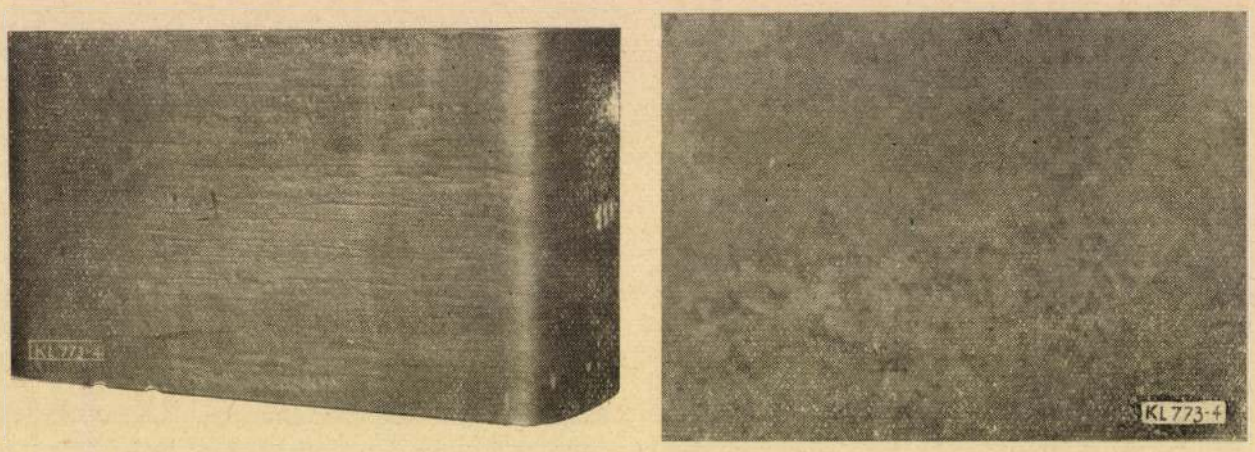
1. ábra. Titán hatása a kohóalumínium (Si 0,14%, Fe 0,20%) villamos ellenállására [9]; és kristályosodására [10]
1 szemcsefinomság, 2 villamos ellenállás



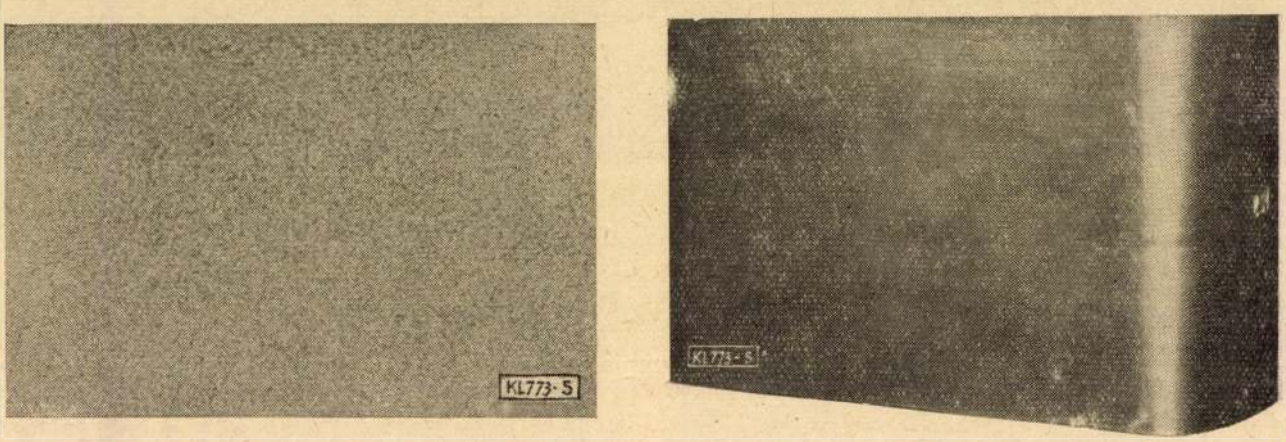
2. ábra. Nagytisztaságú alumíniumhoz adagolt B és Ti szemcsefinomító hatása



3. ábra. Kohóalumíniumhoz adagolt B és Ti szemcsefinomító hatása

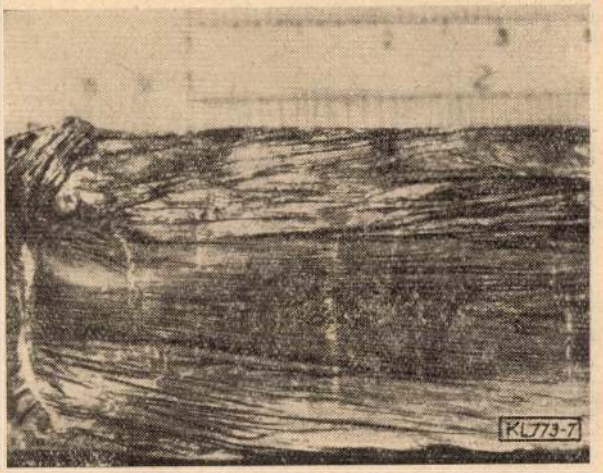


4. ábra. Bór-tartalmú kohóalumíniumból öntött tuskó felülete és makrószerkezete



5. ábra. Titánötvözés után bór-tartalmú kohóalumíniumból öntött tuskó felülete és makrószerkezete

6. ábra. Bór-tartalmú kohóalumíniumon képződött oxidhártya képe (10-szeres nagyítás)



7. ábra. Titánötvözés után bór-tartalmú kohóalumínium felületén képződött oxidhártya képe (10-szeres nagyítás)

volítására szolgál, a másik felesleges része az alumíniummal ötvöződik. B-tartalmú alumínium feldolgozásakor megfigyelhető volt, hogy a Ti-ben szegény, jó vezetőképességű, de durván kristályosodó bór-tartalmú fémek felületén keletkezett oxidhártya bórban dúsult, durván rücskös hártyát képez.

Ez a durva oxidhártya mind a félfolyamatos tuskó öntéskor, mind a tuskók utólagos megmunkálásakor nehézséget jelentett. A bór-tartalmú vezetékfémek feldolgozása különösen akkor volt hátrányos, amikor ilyen minőségű anyagból lemeztuskót, illetve hengerelt árut kellett előállítani. A lágy lemezek felülete homályosabb, kevésbé csillogó.

A folyékony fém felületén keletkező előnytelen, durva, vastag oxidhártya képződését ki lehetett küszöbölni titán adagolásával. A titánt

az alumíniumhoz, vagy 1%-os Al—Ti segédötvözettel, vagy fémtitánforgáccsal ötvöztük.

A tapasztalatok szerint a Ti-adalék leköti az alumíniumban könnyen diffundáló és mozgékony B-atomokat titánborid alakban. Ezáltal megakadályozza, hogy a bóratomok az olvadt fém felületére diffundáljanak és ott az oxidhártyába beépülve, annak vastagságát növeljék, védőhatását pedig csökkentsék.

A *4., 5. ábra* azonos körülmények között félfolyamatos tuskóöntéssel készült 80×170 mm méretű tuskó felületét és makroszerkezetét, a *6., 7. ábra* pedig a kemencéből kifolyó 700 C°-os fém felületéről eltávolított oxidhártya képét mutatja.

A 4. ábrán látható tuskó és a 6. ábrán feltüntetett oxidhártya bór-tartalmú, gyakorlatilag Ti-mentes fémet szemléltet ; az 5. és 7. ábrák 0,05% Ti-tartalomnak megfelelő mennyiségű Al—Ti segédötvözet adagolása után az előzőekkel azonos körülmények között készült tuskó felületét és az oxidhártya képét mutatják be.

A képeken látható, hogy míg a Ti-mentes nagy B-tartalmú fémből készült tuskó durva szerkezetű, rücskös felületű, az olvadt fém felületéről eltávolított oxidhártya pedig vastag, durván repedezett, addig kismennyiségű Ti ötvözése után azonos olvasztási és öntési körülmények között egyenletes, finom kristályszerkezetű és síma felületű tuskót lehet előállítani [13]. A fém felületét borító oxidhártya vékony, simább és csak a dermedéstől származó zsugorodás ráncosítja.

2. táblázat

99,5%-os kohóalumínium (Fe : 0,32%, Si : 0,10%) bórozott fém és oxidhártyájának összetétele eredeti állapotban, valamint titán adagolása után

	Eredeti összetétel		Ti ötvözés utáni összetétel	
	Ti	B	Ti	B
	%			
Fém összetétele ...	0,003	0,005	0,03	Nyom
Az olvadt fém felületéről leszedett oxidhártya összetétele	—	0,025—0,020	0,04	∅

Megelemezve mind a fémet, mind az oxidhártyát *(2. táblázat)* azt találtuk, hogy az eredeti bór-tartalmú anyagban a durva oxidhártya B-ban erősen dúsult. Ti ötvözése a bórt lekötötte boridok alakjában. A keletkezett titánboridok egy része a fémben finom kiválások alakjában visszamaradt, a másik része az alumíniumból kiválva a tégely falára és a fenekére vált le. Szabad, könnyen diffundáló bóratomok hiányában a felületi oxidhártya viszont bórt nem tartalmazott. A feleslegben levő titán erős szemcsefinomítóként hatott, amit a tuskó finom makroszerkezete is igazol.

A leírtak ismételten azt bizonyítják, hogy az alumíniumban levő egyes kismennyiségű szennyezők a fém tulajdonságait erősen befolyásolhatják. Több kismennyiségű szennyező együttes jelenléte pedig az egyes ötvözők hatását semlegesítheti, vagy megváltoztathatja. Így önmagában a titán az alumínium vezetőképességét csökkenti, az olvadék finomkristályosodását elősegíti, az olvadt fém felületén keletkező oxidhártya tulajdonságait gyakorlatilag nem befolyásolja. Ugyanakkor a bór-adalék a villamos vezetőképességet csak kevéssé változtatja, önmagában szemcsefinomító hatású, diffúzió következtében viszont a felületi oxidhártya tulajdonságait nagymértékben rontja. Ti és B együttes jelenlétekor a fém tulajdonságai attól függnek, hogy melyik ötvöző mennyisége van szabad állapotban túlsúlyban. Az ismertetett kísérletek alapján érthetővé válik továbbá az is, hogy egyes kutatók [14] kohóalumíniumhoz szemcsefinomítási célzattal bórt adagolva miért kaptak ellentmondó eredményeket. A bórtartalom jelentős részét ugyanis vagy a fémben levő titán (esetleg Si) kötötte le, vagy a bór az oxidhártyába diffundálva elsalakosodott. Ezért a Ti az alumínium szemcsefinomítására a bórnál megbízhatóbb adalék. A titán kis mennyiségben (0,01%—0,3%) az alumínium összetételétől függetlenül fejti ki hatását, az oxidhártya szerkezetét pedig károsan nem változtatja meg.

IRODALOM

[1] *Ginsberg, H.:* Metall *10.* 1956. 183—186. o.
[2] *Ginsberg, H.:* Metall *13.* 1959. 171—174. o.
[3] *Domony A.:* Kohászati Lapok *89.* 1956. 185—187. o.
[4] *Gualandi, D.—Mori, L.:* Aluminio *27.* 1958. 213—223. o.
[5] *Hug, H.:* Aluminium Suisse *7.* 1957. 33—37. o.
[6] *Balázs F.—Kiss T.:* Kohászati Lapok *90.* 1957. 488—496. o.
[7] *Bloch, E.:* Aluminium Suisse *6.* 1956. 111—120. o.
[8] *Bladge, I.:* Revue Metallurgie *57.* 1960. 79—89. o.
[9] *Federighi, T.:* Alluminio *24.* 1955. 129—133. o.
[10] *Lihl, F.—Nachtigall, E.—Piesslinger, G.:* Zeitschrift für Metallkunde *51.* 1960. 580—589. o.
[11] *Domony A.—Vassel K. R.:* MTA. Műsz. Tud. Oszt. Közleményei III. (1952). 267—281. o.
[12] *Domony A.—Szakál P.—Vassel K. R.:* Magyar Találmány 1782. DO-194. o.
[13] *Laár T.:* Kohászati Lapok *92.* 1959. 442—445. o.
[14] *Wiedemann, K. H.:* Metall *15.* 1961. 221—224. o.
[15] *Domony A.—Vassel K. R.:* MTA. Műsz. Tud. Oszt. Közleményei VIII. (1953) 3—4. 629—646. o.

Samott tűzállóanyagok mullittartalmának növelési lehetősége[1]

Dr. LŐCSEY BÉLA

Dk: 666.763.51:666.763.2

A szilíciumdioxid-, alumíniumoxid két összetevős rendszeren [1]—[4] alapuló tűzállóanyagok minőségét az határozza meg, hogy az alábbi követelményeknek milyen mértékben tesznek eleget [5]:

1. tűzállóság (SK),
2. nyomószilárdság (kg/cm², 20 C°-on),
3. térfogatállóság,
4. terhelés alatti lágyuláspont (TA),
5. hővezetőképesség,
6. hőlökésállóság (Temperaturwechselbeständigkeit),
7. korrózióállóság,
8. gázáteresztőképesség,
9. térfogatsúly,
10. hőtágulási együttható.

Ezek közül elsődlegesnek tekinthetjük a tűzállóságot, nyomószilárdságot, térfogatsúlyt és terhelés alatti lágyuláspontot. Mind a négy mutató alakulása főleg az anyag ásványtani összetételétől függ. Természetesen az anyagelőkészítési és egyéb technikai tényezők sem hanyagolhatók el. A jelen dolgozat ezekkel nem foglalkozik.

Mind a samott, mind a mullitdús tűzállóanyagok eme tulajdonságainak elsődleges hordozója a szilárd- és üvegfázis mennyiségének aránya, az üvegfázis fizikai és kémiai tulajdonságai, elsősorban a viszkozítása. Az arány az egyensúly helyzetétől is függ: ami főleg a tűzállóságra, térfogat-, és hőlökésállóságra gyakorol jelentős befolyást. A terhelés alatti lágyuláspont csak az egyensúlyi viszonyok figyelembevételével ad teljesen tiszta képet, mert a tűzállóanyagoknak egyéb kerámiai termékekkel ellentétben, használat közben is meg van a lehetőségük az egyensúlyi helyzet elérésére. A mullit és az üvegfázis arányának egyrészt a tűzállóanyag alumíniumoxid, másrészt az alkáli-, az alkáliföldfém-, a titán-, és a vasoxid tartalma a meghatározója.

A természetes alapanyagok tehát: a tűzálló anyagok, továbbá a nagy mullittartalmú anyagok előállítására használható cianit, disztén, szillimanit [6] járulékos anyagtartalma dönti el, hogy a rendszer egyensúlyi viszonyai hogyan alakulnak ki. Vagyis ezeknek a mennyisége szabja meg, hogy az alumíniumoxid tartalomból mennyi kerül az üvegfázisba és mennyi jut mullitkötésben a szilárd fázisba. A tűzállóságra vonatkozó mutatószám az oxidos összetételből, tehát az alumíniumoxid és a földalkáli-, alkálioxid stb. tartalomból képezhető. Az utóbbi anyagok csökkentése a terhelés alatti lágyuláspont, valamint a mullittartalom növekedését jelenti, ha azonos az alumíniumoxid tartalom. Megjegyzem, hogy az üvegfázis mennyiségének csökkenése, viszkozításának növekedése a tömörre égetés hőmérsékletét és ezzel együtt az égetési időtartamot növeli. Számos esetben van szükség a tűzállóság és a terhelés alatti lágyuláspont emelésére, ami egyértelműen a mullittartalom növelését, az üvegfázis mennyiségének csökkentését, viszkozításának emelését jelenti. Ezek ugyanis a kémiai jellegű alapfeltételei annak, hogy a tűzállóanyagok minőségi mutatói javuljanak. Az égetési hőmérséklet és időtartam, valamint az összetétel határozza meg az előállítás folyamán azonos előkészítési feltételek mellett a termékben az egyensúlyi feltételek megközelítésének fokát. A teljes megközelítés nem feltétlenül szükséges, hanem csak a felhasználási előfeltételeket jelentő minőségi mutatók elérése. A mullitképződés sebességének és fokának növelése, ill. az egyensúlyi helyzet jobb megközelítése mit jelenthet tehát a gyártás számára?

Ha csak az optimális minőség elérése érdekében egy bizonyos fokig kell az egyensúlyi helyzetet megközelítenünk, akkor emiatt az égetési hőmérséklet és időtartam csökken. Ennek gazdasági hatása könnyen érthető. A dolgozat keretében a tűzállóság javításának kedvezőbb mullitképződési kinetika megvalósításának elvi lehetőségére kívánok rámutatni.

A tűzállóság javítására az anyagokban alumíniumoxidot vagy alumíniumhidroxidot szoktak keverni. Vizsgálat tárgyává tettük az egyensúlyi helyzet elérését annak függvényében, hogy a dúsítás céljára szolgáló alumínium-ion milyen ionhoz kapcsolódik. Korábbi kísérleteink folyamán megállapítást nyert [7], hogy kedvezőbb a mullitképződés sebessége, ha az alumínium-iont hidroxilhoz kötött állapotban visszük be. Ezt igazolja például az 1300 C°-on 6 órán át izzított 10% Al_2O_3-mal, illetve evvel sztöchiometrikusan ekvi-

1. táblázat

1300 C°-on 6 órán át izzított grossalmerodi agyag Debye—Sherer diagramjának adatai

15% Al(OH)3 adalékkal dúsított			99% Al2O3 adalékkal dúsított		
d kX	Intenzitás	Anyag	d kX	Intenzitás	Anyag
4,339	4	Tridimit	5,385	2	Mullit
3,781	2	Mullit	4,360	3	Tridimit
3,384	5	Kvarc, mullit	4,147	3	Tridimit
2,743	1	Mullit	3,743	1	Mullit
2,574	2	Mullit	3,359	5	Kvarc, mullit
2,489	3	Kvarc	2,905	1	Mullit
2,315	3	Kvarc, mullit	2,732	2	Mullit
2,151	3	Kvarc	2,564	3	Mullit, korund
1,995	3	Kvarc	2,465	3	Kvarc
1,834	4	Kvarc	2,399	1	Korund
1,756	1	Mullit	2,312	3	Kvarc, mullit
1,687	3	Kvarc	2,219	2	Mullit
1,616	2	Mullit	2,143	3	Kvarc, mullit
1,557	4	Kvarc	2,091	2	Korund
1,465	3	Kvarc, mullit	1,987	3	Kvarc
1,387	4	Kvarc	1,828	4	Kvarc
1,297	2	Kvarc, mullit	1,748	2	Korund
1,262	3	Kvarc, mullit	1,663	2	Kvarc
1,243	2	Kvarc	1,608	3	Mullit, korund
1,209	3	Kvarc	1,548	4	Kvarc
1,191	3	Kvarc	1,452	2	Mullit
1,162	2	Kvarc	1,380	5	Kvarc, korund
1,088	3	Kvarc	1,296	2	Mullit
			1,261	2	Mullit
			1,236	1	Korund
			1,207	3	Kvarc
			1,185	3	Kvarc
			1,159	1	Kvarc
			1,084	2	Kvarc

[1] A tűzállótéglagyártók konferenciáján Diósgyőrött 1961. június 3-án elhangzott előadás anyaga.

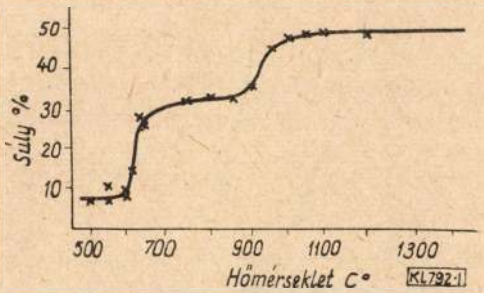
valens mennyiségű $Al(OH)_3$-mal dúsított grossalmerodi agyag Debye-Scherrer-felvétele, ami az *1. táblázaton* ellenőrízhető.

A továbbiakban vizsgálat tárgyát képezte az AlF_3-os dúsítás elvi lehetősége. Az agyag és alumíniumfluorid reakció mechanizmusát egyrészt az alumíniumfluorid és az agyag kötött víztartalmának [8], továbbá az alumíniumfluorid és az agyag szilíciumdioxid-tartalmának [9] a reakciója jellemzi. A két reakció egyenlete

$$2AlF_3 + 3H_2O \rightarrow Al_2O_3 + 6HF \quad (1)$$

$$3SiO_2 + 4AlF_3 \rightarrow 2Al_2O_3 + SiF_4 \quad (2)$$

Eszerint az alumíniumfluorid egy része reagál a hőkezelés folyamán felszabaduló vízzel. A hidrogénfluorid pedig reakcióba lép az agyag szilíciumdioxid-tartalmával. A szilárd — gázfázisú reakció nem kvalitatív. A vízzel nem reagált alumínium-



1. ábra. Kvarcit-AlF_3 reakciója a hőmérséklet függvényében. Hőkezelési idő 2 ó

fluoridnak a szilíciumdioxiddal lezajló reakciója fluortartalmú alumíniumszilikát fázison át mullitig [10], [11], vagy az alumíniumfluorid és a szilíciumdioxid mennyiség arányától függően korundig halad. Az $Al_2F_2SiO_4$ (topáz) és a mullitreakciók kvalitatív menete a következő :

$$6SiO_2 + 6AlF_3 \rightarrow 2AlF_3 \cdot 2Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 + 3SiF_4 \quad (3)$$

$$12AlF_3 + 13SiO_2 \rightarrow 2(3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2) + 9SiF_4 \quad (4)$$

Az (1) egyenlet értelmében végbemenő reakció mellett jelentkezik a következő jelű reakció is :

$$SiO_2 + 4HF \rightarrow SiF_4 + 2H_2O \quad (5)$$

A hidrogénfluorid és szilíciumdioxid reakciója a további folyamatok végbemenetelét rendkívül erősen katalizálja.

Az AlF_3 és SiO_2 arányától függően keletkezik tehát az alumíniumfluorid-kaolin rendszerben topáznak tekinthető hidroxilmentes alumíniumfluorszilikát, mullit, illetve korund. Az AlF_3/SiO_2 modulus a fenti sorrendben 1,4, 1,29, 1,84, illetve a molekuláris modulus 1,0, 0,92, 1,53.

1,4 AlF_3/SiO_2 modulusú szilíciumoxid és alumíniumfluorid reakció termikus lefolyását az *1. ábra* jellemzi. Ez mutatja, hogy a hőmérséklet függvényében 600—650 C°-on alumíniumfluorszilikát képződik és stabilitási zónája 850—900 C°-ig tart. Ez az állapot megfelel a (3)-as reakciónak, amit pl. 800 C°-on hőkezelt anyagnak a *2. táblázatban* feltüntetett röntgenfelvétel adatai is igazolnak (alumíniumfluorszilikát ; $2Al_2O_3 \cdot 2AlF_3 \cdot SiO_2$; vagy $Al_2F_2SiO_4$).

2. táblázat

800 C°-on hőkezelt 1,4 AlF_3/SiO_2 modulusú anyag Debye—Sherrer diagramjának adatai

d kX	Intenzitás	Anyag
4,197	2	
3,740	3	
3,237	3	
3,071	1	
2,967	3	
2,521	2	
2,393	3	
2,212	1	
2,135	3	$2\,AlF_3 . 2\,Al_2O_3 . 3\,SiO_2$
2,085	2	
1,880	3	
1,693	2	
1,640	2	
1,544	3	
1,435	2	
1,410	2	
1,370	2	

A topáz átalakulása mullittá újabb szilíciumtetrafluorid fejlődés mellett 1000 C° körül fejeződik be. Ahhoz, hogy ez végbemenjen újabb aktiválódásra van szükség. A mullitot szolgáltató szilárdfázisú reakció túlnyomórészt felületi reakcióként fogható fel. A szilíciumtetrafluorid fejlődése percek alatt végbemegy. A reakció 96—98%-ban lejátszódik, a fluor tartalom 1300 C°-os hőkezelés hatására 2 óra alatt 1% alá csökken.

Figyelembe véve az agyag alumíniumoxid tartalmát, megállapíthatók, hogy az agyagban égetés hatására keletkező mullit mennyisége 78%-os Al_2O_3- és 28,2%-os SiO_2-tartalommal számolva 61,5%. A zettlitzi agyag alumíniumoxid tartalma 15,3% SiO_2-t köt le mullit kristályrácsban. (Az összetételt a *3. táblázat* tünteti fel.) Az agyag

3. táblázat

A zettlitzi agyag összetétele

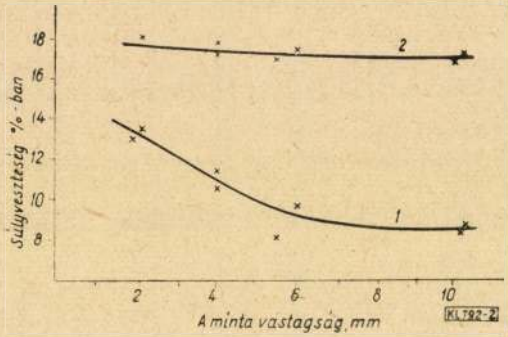
Oxid	Nyersanyag	Vízmentes anyag	Molekula	Molekuláris %
SiO_2 ...	46,87	53,36	60,1	65,68
Al_2O_3	38,94	44,33	101,94	32,17
Fe_2O_3 .	0,45	0,51	159,7	0,24
TiO_2 ..	0,58	0,65	79,90	0,61
CaO ...	0,61	0,70	56,08	0,92
Na_2O ..	0,06	0,07	62,00	0,08
K_2O ..	0,33	0,38	94,20	0,30

összetételének teljes (96%-nál nagyobb) mullittartalomra való kiegészítéséhez még 80,2 súlyrész Al_2O_3 szükséges (számításba véve a 15,3% SiO_2-n túlmenően az agyagban jelenlevő 31,6% SiO_2-t).

A (4) reakció értelmében viszont az AlF_3 szükséglet 40,7 súlyrész. Ténylegesen ennél valamivel több AlF_3-ra van szükség a szintén jelentkező AlF_3—H_2O reakció miatt, és így a sztöchiometrikusnál kevesebb AlF_3 reagálhatna az SiO_2-vel, vagyis a vízgőzzel reagált AlF_3-mal ekvivalens mennyiségű SiO_2 felesleg marad vissza.

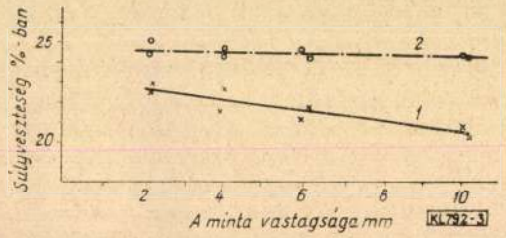
Valamely tűzállóagyag mullittartalmának növelését az eddig ismert eljárásokon kívül ily

módon két módszerrel lehet megvalósítani. A kívánt mullittartalomra kiegészíthető az összetétel a (4) reakció sztöchiometrikus arányának figyelembevételével. A másik módszer az (1) reakcióból indul ki, azzal a módosítással, hogy a dúsítást ekvivalens mennyiségű alumíniumhidroxiddal és alumíniumfluoriddal végezzük. Az adalékanyagnak a tűzállóagyaggal való együttőrlése például kollerjáraton igen célszerű, a tökéletes, bensőséges elegyedés biztosítása érdekében.



2. ábra. A súlyveszteség alakulása a minta vastagságának függvényében. 350 C°-on $Al(OH)_3 + AlF_3$-as tűzállóagyag dúsítás

1 = 5 perces súlyveszteség, 2 = 895 perces súlyveszteség

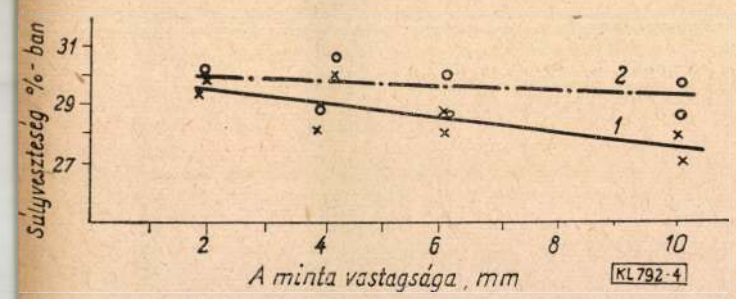


3. ábra. A súlyveszteség alakulása a minta vastagságának függvényében. 680 C°-os $Al(OH)_3 + AlF_3$-as tűzállóagyag dúsítás

1 = 5 perces súlyveszteség, 2 = 30 perces súlyveszteség

A *2.*, *3.* és *4. ábra* a zettlitzi agyag, alumíniumhidroxid és az alumíniumfluorid reakciójának előrehaladását mutatja különböző hőmérsékleten a minta vastagság és az idő függvényében. Az $Al(OH)_3 + AlF_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3HF$ reakció sebességének alakulását 2, illetve 10 mm vastagságú anyagra a *5. ábra* mutatja.

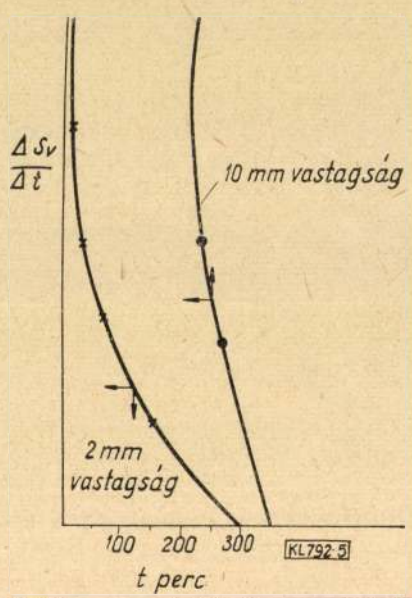
Jellemző a reakció sebesség viszonyainak alakulása. Az első 5 perc alatt lejátszódik a szilárd-fázisú felületi reakció, jellemzi a nagy reakciósebesség, majd a diffúzió kerül előtérbe, amelynek sebessége az idő logaritmusának függvényében lineáris a *6. ábra* szerint.



4. ábra. A súlyveszteség alakulása a minta vastagságának függvényében. 1150 C°-os $Al(OH)_3 + AlF_3$-as tűzállóagyag dúsítás

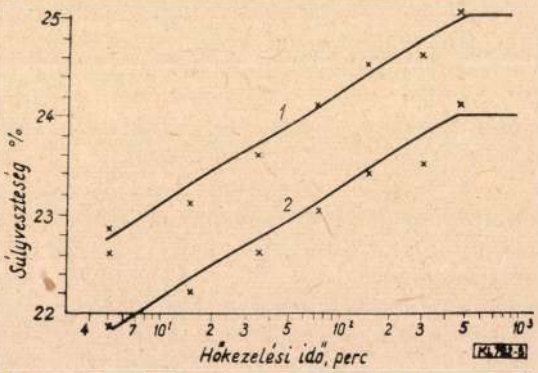
1 = 5 perces súlyveszteség, 2 = 40 perces súlyveszteség

Áttérve az alumíniumfluoriddal dúsított tűzállóagyag tulajdonságainak vizsgálatára, elsősorban leszögezendő, hogy a térfogatsúly a használt fluorid mennyiség függvénye. Így tömör termék előállítására 5—10% alumíniumfluorid adagolása célszerű. Ebben az esetben az (1) és (5) reakciók mineralizációs hatását használhatjuk ki és a kívánt tűzállóságot az eddig is használt adalékanyagot érjük el. Az alumíniumfluorid és szilíciumdioxid reakcióját porózus, nagy tűzállóságú termékek előállítására használjuk fel. Ekkor jelentősen fokozható a porozitás előhőkezeléssel vízgőz atmoszférában, de igen jó eredményt szolgáltat az agyag kötött víztartalmával bekövetkező reakció is.



5. ábra. 2 és 10 mm-es minták súlyveszteségének sebessége a hőkezelési idő függvényében

A *7. ábra* zettlitzi kaolin és alumíniumfluorid reakciójának alakulását mutatja 500—600 C°-os vízgőz atmoszférában lefolyó hőkezelés idejének függvényében. A súlyveszteség a gőzkezelés időtartamával növekszik, és megközelítőleg egyen-

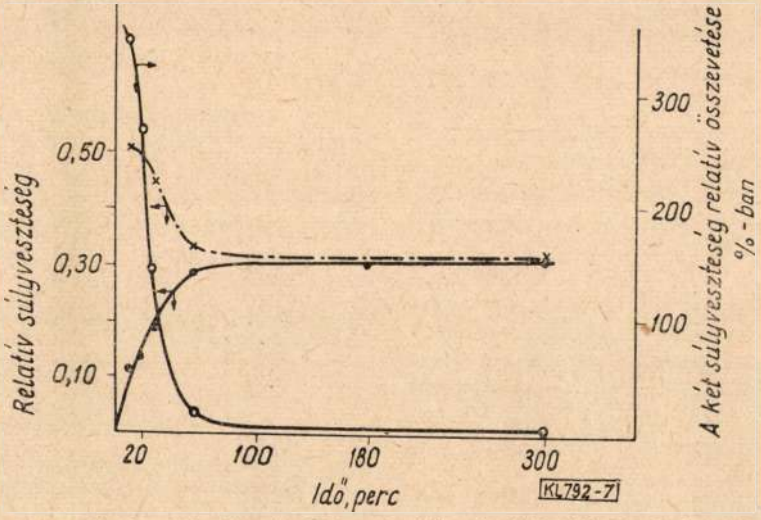


6. ábra. Az $Al(OH)_3 + AlF_3 — Al_2O_3 + 3HF$ reakció sebessége

1 = 2,15 mm vastag minta, 2 = 10,2 mm vastag minta

súlyi állapotot ér el 300 perc alatt. Jellemző a különböző ideig vízgőz atmoszférában hőkezelt anyag súlyveszteségének alakulása 1000 C°-on lefolytatott utóhőkezelés hatására. Az 5—10 percig kezelt minták izzítási vesztesége meghaladja az 50%-ot, a 300 percesé viszont alig növekszik. A rövid ideig hőkezelt anyagból nagy mennyiségű szilíciumtetrafluorid távozik, az előkezelés a reakciót aktivizálja, de még aránylag kis mennyiségű alumíniumfluorid adalékkal hatásosan gyorsítható, ami az egyensúlyi helyzet elérésének fokát is nagymértékben javítja.

2. Nagyobb mennyiségű alumíniumfluorid használatával kis térfogatsúlyú tűzálló szigetelőanyag állítható elő kismértékben dúsított mullittartalmú tűzállóanyagtól kezdve, 95—98% mullittartalmú anyagon át, 90—98% alumíniumoxid tartalmú porózus korundig.



7. ábra. Kaolin és AlF_3 reakciója vízgőz kezelés hatására

alumíniumfluorid alakul át az (1) reakció értelmében alumíniumoxiddá. A termék térfogatsúlya 1400 C°-os égetés után 0,9 g/mm³. A reakció 1000 C°-on 98%-ban befejeződik. Az 1400 C°-os égetés hatására 0,1% alatt van a súlyváltozás az 1000 C°-on hőkezelt anyagéhoz viszonyítva. Az 1000 és 1400 C°-on hőkezelt minták térfogatsúlya nem változik, csak a szilárdság növekszik. Vízgőz atmoszférás hőkezelés nélkül 1400 C°-on égetett termék térfogatsúlya 1,1 g/cm³. A vázolt vizsgálatok eredményeképpen két tétel szögezhető le :

1. A tűzálló anyagok mullittartalmának növelése 5—10% alumíniumfluorid adalékkal hatásosan gyorsítható, ami az egyensúlyi helyzet elérésének fokát is nagymértékben javítja.

2. Nagyobb mennyiségű alumíniumfluorid használatával kis térfogatsúlyú tűzálló szigetelőanyag állítható elő kismértékben dúsított mullittartalmú tűzállóanyagtól kezdve, 95—98% mullittartalmú anyagon át, 90—98% alumíniumoxid tartalmú porózus korundig.

Az eljárás létjogosultságának megítélésében a gazdaságosság a legfontosabb tényező. Tételes értékelés természetesen az eddigi laboratóriumi kísérletek alapján még nem végezhető el. Ennek a kérdésnek a megvilágításához azonban feltétlenül hozzátartozik az a körülmény, hogy a fluoridos kezelés melléktermék a szilíciumtetrafluorid értékes anyag. Ha ez aktív kovasav előállítására szolgál a hidrogénfluorid is visszanyerhető és ismét felhasználható alumíniumfluorid előállítására. Természetesen a kísérletek következő félüzemi, illetve üzemi folytatása adhat majd végleges választ a ma még nyitott kérdésekre.

Műszaki eseménynaptár

Nov. 1. 115 éve (1846) nyílt meg a József Iparmanoda: a mai Műegyetem elődje.

3. 65 éve (1896) adták át a forgalomnak az újpesti vasúti hidat.

14. 245 éve (1716) halt meg *Leibnitz, Gottfried Wilhelm* német filozófus és matematikus (szül. 1646), a matematikai logika előfutára.

16. 95 éve (1866) született *Treitz Péter* magyar geológus (megh. 1935), a magyar agrogeológia megteremtője.

19. 250 éve (1711) született *Lomonoszov, Mihail Vasziljevics* orosz polihisztor (megh. 1765) a pétervári Tudományos Akadémia tagja, Oroszországban a felvilágosodás első jelentős képviselője. Számtalan tudományos munkájával megelőzte korát.

19. 120 éve (1841) született *Schulek Frigyes* magyar műépítész (megh. 1919), műegyetemi tanár, a Halászbástya tervezője, a budavári koronázó Mátyástemplom restaurátora.

20. 105 éve (1856) halt meg *Bólyai Farkas* magyar matematikus (szül. 1775), a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja, aki jelentős matematikai munkásságán kívül számottevő műszaki eredményt is elért (új fűtőkemencék stb.).

24. 130 éve (1831) számolt be *Faraday, Michael* angol fizikus (1791—1867) az általa felfedezett elektromágneses indukcióról.

Az összeállított eseménynaptár nem teljes. Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtárban (Bp., VIII., Múzeum u. 17.) Tájékoztatást ad: *Pap János.* Tel: 336-309.

Vanádiumsalak elektrotermikus feldolgozása

PALLAGI SÁNDOR

Dk: 669.292.046.58:669.292.37

Az aluminotermikus ferrovanádium gyártás salakja 4—7% vanádiumot tartalmaz. Az apci Fémtermia Vállalat telepén az utóbbi években mintegy 200 tonna salak gyűlt össze, melynek vanádium tartalma a fentiek szerint 8—14 tonna. A ferrovanádium gyártás alapanyagának — a vanádiumpentoxidnak — magas az ára, ezért felvetődött az a gondolat, hogy a salakból a vanádiumot ferrovanádium alakban ki kellene nyerni. Ez az acélgyártásban felhasználható, és esetleg helyettesíteni tudja a magas önköltséggel előállított aluminotermikus ferrovanádiumot.

A tájékoztató jellegű kísérleteket a Zagyvarónai Vasötvözetgyárban végezték el, üzemi méretben a Fémtermia Vállalatban állították elő.

A lehetséges utak — karbotermikus, szilikotermikus és aluminotermikus redukciók — exotermek, a reakciók szabad energiája negatív. A salakban levő nagymennyiségű meddő — főleg Al_2O_3 — miatt azonban csak külső hőközléssel oldható meg a gyártás, mely célra a rendelkezésre álló nyitott vasötvözetgyártó elektromos ívkemencét használtuk fel.

A zagyvarónai kísérleteket egy 150 kW-os háromfázisú, magnezittéglával bélelt elektromos ívkemencében végezték az alábbi %-os átlagösszetételű salakkal:

V_2O_5	11,13	Al_2O_3	75,38
FeO	1,80	MgO	2,39
CaO	6,86	SiO_2	3,09

Kísérletet végeztek a karbotermikus, szilikotermikus és aluminotermikus redukcióra az alábbiak szerint:

a) Karbotermikus eljárás

A $2/5\ V_2O_5 + 2C = 4/5\ V + 2CO$ reakció termodinamikai normálpotenciáljának a hőmérséklettel való változását a

$$\Delta G^\circ = 84\,200 - 71{,}66\ T$$ egyenlet

fejezi ki. Ebből számítva a reakció kezdetének elméleti hőmérsékletét, az 902 C°-nak adódik. Megjegyzem, hogy a szenes redukció során könnyen képződnek karbidok, így kis karbontartalmú ötvözet előállítása nem lehetséges, az esetleg szóbajövő frissítési eljárások pedig gazdasági okokból nem valósíthatók meg.

A kísérlet eredményét az *1. táblázatban* adom meg.

A vanádiumtartalom szempontjából legjobb minőségű ötvözet vanádiumtartalma 35,19%, karbontartalma 5,05%; ez általánosan nem használható az acélgyártásban. A vanádium kihozatal 1500 kg 5,6% vanádiumtartalmú salakból 83,2%-nak adódott, ami 228,2 kg 30,2% vanádiumtartalmú fémnek felel meg. Ez gazdasági szempontból kedvező az olcsó redukálóanyag használata folytán.

b) Szilikotermikus eljárás

A V_2O_5-nek alacsonyabb rendű oxiddá való redukálása kedvezőbb hőhatás mellett játszódik le mint redukálása fémvanádiummá, azonban az alacsonyabb rendű oxid redukciója az ívkemencében uralkodó magas hőmérsékleten nem valósítható meg, a termodinamikai potenciálnak hőmérséklettől függő változását közlő egyenlet értelmében ugyanis a

$$2/3\ V_2O_3 + Si = 4/3\ V + SiO_2$$ egyenlet

szabadenergiájának a hőmérséklettel való változását a

$$\Delta G^\circ = -25\,088 + 13{,}08\ T$$

összefüggés adja, melyből látható, hogy a reakció a felírt irányban csak 1645 C° alatt vihető végbe.

A kísérlet eredményét a *2. táblázatban* adom meg.

1. táblázat

Karbotermikus eljárással vanádiumsalakból előállított ferrovanádium gyártási kísérletének eredményei

Elegyösszeállítás, kg	Kísérlet sorszáma	Fém összetétel, %				Salak összetétel, %			
		V	Si	Al	C	V_2O_5	Al_2O_3	SiO_2	CaO
Vanádiumsalak = 100	I.	8—16	0,1—0,4	0,6—4,0	5—6	2,0—2,5	20—60	0,5—3,0	50—60
Faszén = 7	II.	13—20	1,0—4,0	4,0—5,0	7—8	1,5—2,0	17—50	3,0—4,0	30—60
Vasforgács = 6									
Égetett mész = 15	III.	5—35	0,1—0,5	2,0—5,0	5—8	0,5—2,5	18—20	3,0—5,0	55—65

2. táblázat

Szilikotermikus eljárással vanádiumsalakból előállított ferrovanádium gyártási kísérletének eredményei

Elegyösszeállítás kg	Kísérlet sorszáma	Fém összetétel, %				Salak összetétel, %			
		V	Si	Al	C	V_2O_5	Al_2O_3	SiO_2	CaO
Vanádiumsalak = 100	I.	13—39	7—15	5—7	0,5—5,0	1—2,5	50—60	5—10	25—30
75%-os FeSi = 14	II.	10—35	25—45	1,5—3,5	0,2—1,2	0,5—2,5	55—60	10—15	15—20
Égetett mész = 30									

3. táblázat

Aluminotermikus eljárással vanádiumsalakból előállított ferrovanádium gyártási kísérletének eredményei

Elegyösszeállítás kg	Kísérlet sorszáma	Fém összetétel, %				Salak összetétel, %			
		V	Si	Al	S	V_2O_5	Al_2O_3	SiO_2	CaO
Vanádiumsalak = 100 Al-hulladék = 6—7 Égetett mész = 10	I. II.	45—65 35—40	5—9 2—3	3—8 2—3	1—2,5 1—2,0	2—5,0 2—2,5	50—60 70—75	1— 2 8—10	15—20 8—10

A fémösszetételből láthatjuk, hogy kis Si-tartalmú ötvözet nem állítható elő, a frissítés pedig gazdasági okokból nem valósítható meg.

c) Aluminotermikus eljárás

A V_2O_5 és az alacsonyabbrendű oxidok alumíniumos redukciója exoterm folyamat, a termodinamikai normálpotenciál értékekből látható, hogy a vanádiumredukció jól megy. Egymásmellett lejátszódhatnak a vanádiumot és az alacsonyabb rendű oxidot adó reakciók. Ez utóbbiak alumíniummal továbbredukálhatók fémmé.

A hőhatások az alábbiak szerint alakulnak :

$$V_2O_5 \rightarrow V \quad \Delta G^\circ = -119{,}900 + 14{,}54\ T$$
$$V_2O_5 \rightarrow V_2O_3 \quad \Delta G^\circ = -199{,}038 + 21{,}89\ T$$
$$V_2O_3 \rightarrow V \quad \Delta G^\circ = -67{,}118 + 9{,}65\ T$$
$$V_2O_3 \rightarrow V \quad \Delta G^\circ = -48{,}100 + 8{,}6\ T$$

A kísérlet eredményét a *3. táblázatban* mutatom be.

Mint a kísérlet eredményeiből látható, a legmegfelelőbb ötvözetet az aluminotermikus eljárással kapták.

A kísérletek utókalkulációs összegeiből láthatóvá vált, hogy a fajlagos anyagfelhasználások — különösen a redukálóanyag és villamos energia — magasak. Természetesen hosszabb üzemidő és nagyobb kemenceegységgel a költségek csökkenthetők.

Összefoglalva : a zagyvarónai kísérletek az irodalomból ismert vanádiumredukciós eljárások összefoglalását adták, de a salakból a vanádiumkinyerés üzemi lehetőségeire nem adtak választ. Ugyanis a legnagyobb problémát, mely a gyártás gazdaságossága szempontjából döntően esik latba — az ötvözet eltávolítását a kemencéből üzem közben, — azaz a fémcsapolást nem oldották meg.

A Fémtermia Vállalatban a kísérleteket — majd a későbbiek során a gyártást, — egy 1000 kW-os, háromfázisú, elektromos ívkemencében hajtottuk végre. Az első kísérlet alkalmával a kemence hasznos tere 1100×1400 mm-es volt. Az elektródák 200 mm-es ∅-jű grafitelektródák voltak. A transzformátor szekundér oldaláról kilenc feszültségfokozat vehető le, 73,7—126,3 V között.

Kemencebélésnek műkorund döngölést használtunk, ama meggondolás alapján, hogy esetleges hosszabb üzem alatt a műkorund nagy szilárdságát, valamint a hőingadozással szemben mutatkozó kedvező tulajdonságait hasznosítani tudjuk.

A kísérlet lefolytatására az alábbi programot határoztuk meg : Fűtés I. fokozaton (73,7 V), 2000 A áramerősséggel. A csapolások közötti időtartamot előre nem rögzítettük, mivel kellő adat hiányában előre nem tudtuk megállapítani, hogy adott mennyiségű elegy beolvadásához mennyi idő szükséges.

A feladott vanádiumsalak átlagelemzése, % :

V_2O_5	SiO_2	FeO	Al_2O_3	CaO
9,60	1,58	1,67	82,00	9,30

Kétnapi üzem után nyilvánvalóvá vált, hogy az adott üzemmenet mellett fémet nem tudunk csapolni és a fenéken összegyűlt ötvözetet a kemence szétbontása után tudjuk csak eltávolítani. A salakcsapolás könnyen ment, a salak viszkozitása megfelelő volt. A csapolt salak vanádiumtartalma 0,8—1% körüli, amiből látható, hogy a vanádium nagy része redukálódott. Ez a körülmény indokolttá tette az üzem folytatását olyan meggondolás alapján, hogy amíg a csapolónyílás magassága megengedi (az ötvözetnek a kemencefenéken bekövetkező állandó felrakódása miatt) az üzemet tovább viszik. A kemencét 9 napi üzem után kapcsoltuk ki — még nem a fenéklerakódás miatt —, hanem a kemencebélés olyan erősen megrongálódott, hogy a köpeny hőmérséklete a megengedett üzemi hőmérséklet fölé emelkedett.

A falazás kibontásakor 673 kg fémet szedtünk ki a kemencéből. A kísérlet eredményeit a *4. táblázatban* adom meg.

A kísérlet kiértékelése során az alábbi megállapításokat tettük :

1. A műkorund döngöléshez kötőanyagként használt vízüvegből az ötvözet szilíciumot vett fel.

4. táblázat

Aluminotermikus eljárással vanádiumsalakból előállított ferrovanádium gyártási kísérletének eredményei

Elegyösszeállítás, kg	Minta	Fém összetétel, %					Salak, V, %
		V	Si	P	C	S	
Vanádiumsalak = 100	I	50,95	11,42	0,026	1,63	0,019	0,8—1,0
Al-hulladék = 8	II	56,04	5,74	0,026	6,42	0,012	0,8—1,0
Égetett mész = 10							

5. táblázat

Vanádiumsalakból üzemszerűen előállított ferrovanádiumgyártás két ciklusidejének fontosabb adatai

Elegyösszeállítás, kg	Ciklus időtartama (napokban)	Csapolt fém átlagvanádiumtartalma, %	Csapolt fém vanádiumtartalma, kg	Bevitt salak átlag vanádiumtartalma, %	Bevitt salak vanádiumtartalma, kg	Csapolt salak átlag vanádiumtartalma, %	Csapolt salak vanádiumtartalma, kg
Vanádiumsalak = 100 Al-forgács = 8,5							
Szegvég (vasforgács) = 4,5 Égetett mész = 38 (48)	18 17	39,32 39,46	2597 2794	5,66 5,46	4266 4226	1,85 1,48	1496 —

6. táblázat

Vanádiumsalakból üzemszerűen előállított ferrovanádiumhoz a gyártás két ciklusidejében az anyag és energia felhasználás adatai

Ciklus időtartama hónapokban	Anyagfelhasználás 1 t-hoz kg-ban (bázis 40%-os vanádiumtartalom)					Villamos energia kWó
	Vanádiumsalak	Égetett mész	Al-forgács	Szegvég vasforgács	Grafitelektróda	
18	11 610	4456	1012	508	150	16 380
17	10 200	4729	941	481	150	13 611

2. Csapoláskor az alacsony fürdő miatt nem lehetett tartani az ívet. Új ívhuzáskor kokszot használtunk fel, megnőtt az ötvözet karbontartalma, ami kedvezőtlen még akkor is, ha másrészről segítette a vanádiumredukciót.

3. Ha az ívet fenn akartuk tartani és csapolások során az elektródával *utána mentünk*, gyakori volt az elektródatörés, mert a műszerkezelő a vezénylőhelységből nem tudta érzékelni, hogy az elektróda mikor *ül le* a fenékre, a fűtő pedig a rossz látási viszonyok (két közel azonos szín elmozdulása azonos színű háttérben) miatt nem tudta irányítani a műszerkezelőt.

A kilencnapos üzemmenetre vetítve a fajlagos számok alakulása 40% vanádiumtartalmú ötvözetre :

Vanádiumsalak	14 112 kg/t,
Égetett mész	1 545 kg/t,
Al-hulladék	1 373 kg/t,
Koksz	389 kg/t,
Faszén.....	445 kg/t,
Villamos energia	56 680 kWó/t.

A vanádiumkihozatal a 12 700 kg 5,19% átlag vanádiumtartalmú feldolgozott salak és a 673 kg 53,49% átlag vanádiumtartalmú ötvözet figyelembevételével 54,61%-nak adódott.

A fajlagos számokból látható, hogy a költségek nagyobb részét az energia képviseli, természetesen ilyen rossz fajlagos energiafelhasználás mellett a gyártás gazdaságossága erősen csökken.

A következő kísérletsorozat alkalmával az első kísérlet tapasztalatai alapján megváltoztattuk a kiinduló feltételeket az alábbiak szerint :

1. Az elegyszámítást 40% vanádiumtartalmú ötvözetre állítottuk be, amivel a fémcsapolás lehetőségét akartuk elérni.

2. A kemencén időközben más kísérletek miatt bekövetkezett változtatások (300 mm ⌀-jű elektródák beszerelése) szükségessé tették a hasznos kemenceátmérő megnövelését 1400 mm-re.

3. A szilíciumtartalmú kötőanyag kiküszöbölése miatt a kemencebélést műkorund döngölés helyett magnezittégla falazással készítettük.

4. Csapolások során az ív fenntartása céljából a csapolónyílásba az első dugó bedugása után azonnal megkezdjük az adagolást.

A kísérlet megkezdését követő 12. órában — és az ezt követő többi csapolások során — sikerült fémet csapolni. Kétnapi üzem után a kemence termelő üzemére tértünk át. Egy 3,18 és 17 napig tartó ciklus össztermelése 15 423 kg 40%-os ferrovanádium volt.

A gyártási eljárásban bevezetett változtatás miatt, mely szerint a harmadik ciklus közepétől a salakon levő mintegy 8% bélésanyaggal együtt adagoltuk a salakot, változtattuk az elegyösszeállítást, éspedig az eddigi 38 kg égetett mész helyett 48 kg-ra.

Az *5. táblázatban* a 18 és 17 napos ciklusok fontosabb adatait a *6. táblázatban* pedig a fajlagos számok alakulását adom meg.

Mint a 6. táblázatból látható, az égetett mész kivételével — aminek növekedése az elegyösszeállítás változtatásának szükségességéből adódott — csökkentek a felhasználások. Ennek döntő oka véleményünk szerint az, hogy a kemencekezelők a gyártásutasítást jobban elsajátították, gyakorlottabban végezték munkájukat.

Összefoglalás

A vanádiumsalakból a ferrovanádiumgyártás üzemi méretekben megoldódott, az önköltségek kedvezően alakultak. A vanádiumpentoxidból aluminotermikusan előállított 40%-os ferrovanádium 120—135 000 Ft/t önköltséggel szemben a salakból elektrotermikusan előállított 40%-os ferrovanádium 50—55 000 Ft/t-ba került.

Dolomitlisztből készült SM-kemencefenekekkel szerzett tapasztalatok az NDK-ban[1]

SÜPTITZ, GEORG VEB Stahl- und Walzwerk Brandenburg

Dk: 666.63.4:669.183.211.22

Bázikus SM-kemencék fenéképítési módját főleg az alábbi két feltétel határozza meg :

1. Megfelelő anyagok rendelkezésre állanak-e?
2. A fenék gazdaságossága.

Az irodalomban eddig megjelent adatok alapján megállapítható, hogy a világ különböző acélműveiben főleg magnezitból és dolomitból készülnek a fenekek. A metallurgusok az egyik, vagy másik típus mellett az egyes országokban az 1. és 2. feltételtől függően döntenek.

A fenékjavítások miatt bekövetkező állásidőkről különböző adatok állnak rendelkezésre. Ezek a naptári idő 0,5—4,5%-a között ingadoznak. A továbbiakban az NDK-ban szokásos fenék felújításnak és az üzemközben végzett fenékjavításoknak módszerét fogjuk leírni.

Az NDK összes bázikus SM-kemencéiben — a 10 t-stól a legnagyobb méretűig, a 150 t-sig — finom dolomitból készült fenekek vannak üzemben.

Ezekben a kemencékben (100 t-snál nagyobb kemencék) közönséges kereskedelmi acélok, csillapított és csillapítatlan acélok, csőacélok, sínacélok, dinamó acélok, vasszerkezeti acélok (St 52), hajó- és kazánlemezek készülnek. A 100 t-snál kisebb SM-kemencékben az előbbi acélminőségeken kívül főleg gyengén és erősebben ötvözött acélokat gyártanak. A közepes és maximális hőterhelés a kemencetípusok nagy száma miatt erősen változó. A NDK SM-kemencéit barnaszén generátorgázzal fűtik, melyeknek fűtőértéke átlagosan 1650 kcal/Nm³. A grőditzi SM-kemencék kivételével a NDK összes kemencéi szilárd betéttel dolgoznak.

A Grőditzben üzemben levő 20—40 t-s SM-kemencék átlagosan 50% folyékony nyersvas betéttel dolgoznak. A fenékjavításhoz szükséges idő ezekben a kemencékben a naptári idő 0,6—0,8%-a. E kemencékben főleg ötvözött acélokat gyártanak a nagy kovácsműhelyek részére, továbbfeldolgozás céljára.

Az utolsó 4 évben pl. a brandenburgi SM-acélműben a fenékjavításokkal a következő mutatószámokat érték el :

1957	2,92%,	1959	0,47%,
1958	1,40%,	1960	0,48%.

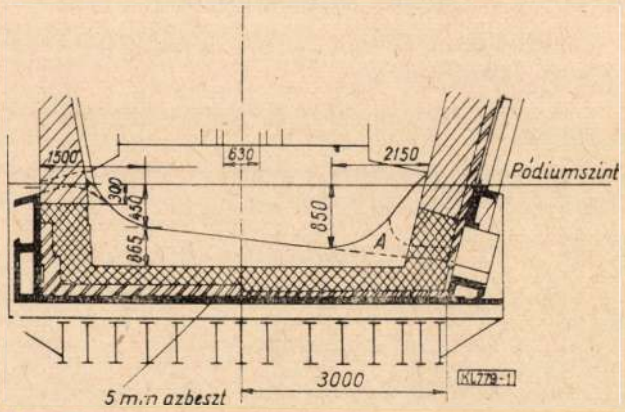
1. Általános leírás

A brandenburgi acélműben a SM-kemencék fenekeit samottal, égetett magnezit téglával kibélelve és finomra őrölt dolomitból döngölve képezik ki.

A dolomitot kolleren őrlik, maximális szemnagysága 3 mm. Eddig a NDK-ban a dolomitot két különböző módszer szerint döngölték éspedig: a régebbi módszer szerint a döngölést hegyes és tányéros kiképzésű légkalapácsokkal végezték, vagy az újabb módszer szerint elektrovibrátorok és hegyes kiképzésű légkalapácsok segítségével döngölnek.

2. Előkészítő munkálatok

a) Új fenék készítéséhez Brandenburgban kb. 7000 db B1 jelű normál samott téglát és kb. 15 000 db. normál magnezit téglát szállítanak a kemencepódiumra, a javításra leállt kemence közvetlen közelébe.



1. ábra. Dolomitdöngölésű SM-kemencefenék metszete

b) Kb. 3—4 nappal a fenék felújítása előtt megkezdik a dolomit őrlését szokásos zsugorított dolomitból (6—15 mm-es szemnagyság). Az őrlő berendezésből a finomra őrölt dolomit szállítószalagokkal — a kollerjárat elhagyása után rögtön — adagoló teknőbe jut, melyből a dolomitot a javításban levő kemencék előtt kiürítik

c) A fenéklemezeket szükség szerint felújítják. A fenéklemezek csatlakozásait vékony lemezekkel letakarják, hogy a fenék falazásának hézagaiból a hézag kitöltésére használt tűzálló por kiszóródását megakadályozzák.

d) A fenéklemez letakarására szolgáló 5 mm vastag azbeszt lemezeket 1×1,5 m-es méretű lapokban rakják a fenéklemezre.

e) A dolomit döngöléséhez szükséges szerszámokat (légkalapácsok, elektromos vibrátorok, sűrített-levegő tömlők, áramelosztók és a sűrített-levegő elosztó csövek) a lakatos brigádok felszerelik.

f) A samott és magnezit lisztet szekrényekben a kemencéhez szállítják.

3. A fenék bélésének elkészítése

A fenék készítése az *1. ábrában* látható méretekben samott szigetelő téglákkal kezdődik.

Miután az első sort lerakták, samottlisztet szórnak rá és a fugákat ezzel teljesen kitöltik. Azután lerakják a második sort. A sor lerakása után újból samottliszttel tömítenek. A harmadik

[1] Fordította Répási Gellért okl. kohómérnök.

sort a csapolónyílás környékéig rakják, majd a szabadon maradó mezőt magnezit téglákkal töltik ki. Ezután kezdődik a magnezit téglasorok falazása.

Itt az előbbiek szerint járnak el, azonban az átfutó magnezit sorok környékén az első fal hosszában egy 40 mm széles hézagot képeznek ki tágulásra, melyet salakgyapottal töltenek ki. Az első falnál, a tűztér tartólemeznél egy 380 mm vastagságú szigetelő samott réteget építenek be. A hátsó falat küszöbszintig felhúzzák, egyidejűleg kifalazzák a csapolónyilást is.

Miután az első és hátsó fal falazási munkáit a küszöbszintig befejezték, megkezdődik a finom dolomitnak a fenékre való felhordása.

4. A fenék elkészítése finomra őrölt dolomitból

A dolomit lisztet a NDK-ban eddig két módszer szerint döngölték.

1. Tányéros és hegyes kiképzésű légkalapácsokkal,

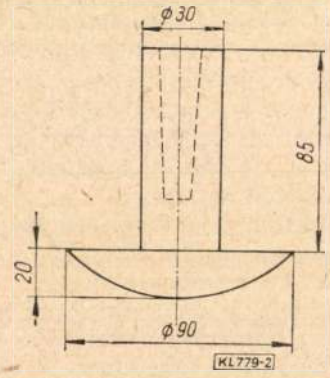
2. Villamos vibrátorokkal és hegyes végű légkalapácsokkal (új módszer).

4.1. A szerszámok leírása

a) A légkalapácsok műszaki adatai a következők :

Üzemi nyomás	6 att
Sűrített levegő fogyasztás	0,86 m³/perc
Ütésszám	600 ütés/perc
Dugattyúhossz kb.	200 mm
Bajonettzáras tömlő csatlakozás	13 mm

A döngölő szerszámok végeinek kiképzését a *2.* és *3. ábra* mutatja.



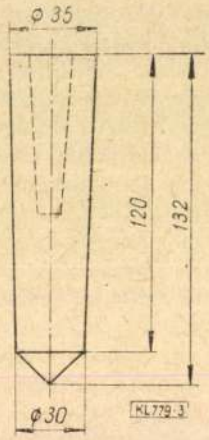
2. ábra. A döngöléshez használt tányéros döngölő

b) A villamos vibrátorok műszaki adatai az alábbiak :

Rezgésszám	2850/perc,
Centrifugális erővel vezérelt rezgésgerjesztő (a gerjesztő erő, azaz a motor kin. nyomatéka lépcsőzetesen beállítható)	200/325/450 kg
Teljesítmény felvétel (motor) max.	1,2 kW,
Forgóáram feszültség	220/380 V,
Áramerősség	max. 3,8/2,2 A
Fordulatszám	2850/perc
A vibráló tányér mérete	500 × 500 mm
Az összes súly	85 kg

4.2. Döngölés tányéros és hegyes végű légkalapácsokkal

A dolomitot soronként terítik. A teknőkből a dolomitlisztet a berakógép a kemencébe kiborítja. Az első sorhoz 15 teknőnyi szükséges. Ennek súlya kb. 16,5 t. A beszórt dolomit lisztet elegyengetik és tányéros légkalapácsokkal ledöngölik.



3. ábra. A döngöléshez használt hegyesvégű döngölő

A dolomit beszóráshoz és elegyengetéséhez, valamint a döngöléséhez szükséges idők, továbbá a munkaerő szükséglet és a soronként beviendő kanalak száma az *1. táblázat*ból állapítható meg.

A második sortól kezdve ezenkívül két, hegyes végű kalapácsot is használnak, hogy a döngölés mélyebb rétegekre is kiterjedjen.

A felhasználásra kerülő zsugorított dolomit szemnagyság szerinti megoszlása az őrlés előtt %-ban a következő :

6—16 mm	91,4	3—2 mm	0,7
6— 5 mm	3,4	2—1 mm	0,3
5— 4 mm	2,8	<1 mm	0,3
4— 3 mm	1,0		

Anyag- idő- és munkaerőmérleg légkalapácsos fenékjavításkor *1. táblázat*

Réteg	Rétegenként felrakva, t	Rétegenként a teknők száma	A beszórás és elegyengetés időszükséglete, perc	A döngölés időszükséglete, perc	A munkaerők száma		Dolgozó kalapácsok száma	
					összesen	ebből szabadnapos	tányéros	hegyes
1	16,5	15	40	70	21	7	12	2
2—6	9,9	9	20	80	21	7	12	2
7	6,6	6	20	90	18	6	12	—
Össz. 7	72,6	66	2 h 40′	9 h 20′	= összesen 12 óra			

Vibrátorokkal végzett fenékjavítások anyag-, idő- és munkaerőmérlege 2. táblázat

Réteg	Rétegenként felrakva, t	Rétegenként a teknők száma	A beszórás és egyengetés időszükséglete, perc	A döngélés időszükséglete, perc	Munkaerők száma		Működő szerszámok	
					összesen	ebből szabadnapos	vibrátorok	hegyes végű légkalapácsok
1	16,5	15	40	40	9	3	4	2
2—6	9,9	9	20	40	9	3	4	2
7	6,6	6	20	40	6	2	4	—
Össz. 7	72,6	66	2 h 40'	4 h 40'	= összesen 7 h 20'			

Az egyes csoportok kémiai elemzése %-ban:

	15—16 mm	<1 mm
Izzítási veszt.	1,34	4,50
SiO_2	5,08	11,34
R_2O_3	5,60	9,20
CaO	53,76	39,20
MgO	33,60	35,20
S	0,25	0,25

Az őrölt dolomit szemeloszlása a következő %-ban:

3,0—1,5 mm-ig	28,0	0,75—0,40 mm-ig	12,6
1,5—1,0 mm-ig	24,6	0,40—0,20 mm-ig	4,3
1,0—0,75 mm-ig	19,8	<0,20 mm-ig	1,1

Az egyes csoportok kémiai elemzése %-ban:

	3,0—1,5 mm-ig	0,4—0,2 mm-ig
Izzítási veszt.	1,07	0,82
SiO_2	5,94	5,76
R_2O_3	5,10	5,80
CaO	53,20	53,20
MgO	34,00	33,60
S	0,25	0,24

A felhasználásra kerülő dolomit zsugorítási foka 70%. Ezt a mutatószámot az alábbiak szerint határozzuk meg:

1 kg dolomitot 5 percen keresztül vízben főzik, azután hideg vízzel egy 0,5 mm-es lyukbőségű szitán átengedik.

Ezután a kifőzött dolomitot 120 C°-on 2 óránál hosszabb ideig szárítják. A megszárított dolomitot egy 0,6 mm-es lyukbőségű szitán átszitálják. A maradó dolomitnak 700 g súlyúnak kell lennie. A tűzállóság 1780—1800 C° és részben nagyobb, a lágyulás kezdete 1500—1600 C°.

A dolomit liszt döngölésekor különösen fontos, hogy a következő sor bedöngölése előtt a döngölt felületet hegyes végű légkalapácsokkal mégegyszer átdolgozzák, hogy ezáltal az egyes sorok jól kapcsolódjanak egymásba, és az egyes sorok ne válhassanak el rétegesen. A döngölés alatt a munkát végző dolgozók porálarcot hordanak.

4.3. A villamos vibrátorokkal és hegyes végű légkalapácsokkal való fenékdöngölés

A négy villamos vibrátor és a légkalapácsok felszerelése után az egyes rétegsorokat az 1. táblázatnak megfelelően a kemencébe szórják. Az előbb leírt módszerrel ellentétben az egyes rétegek között eltelő idő jelentősen változik, a teljes döngölési idő a *2. táblázat* szerint csökken. Két-két vibrátorhoz egy-egy hegyes végű légkalapácsot használnak, ezek a felület fellazítására szolgálnak, hogy így a döngölés mélyebb rétegekig érjen.

A fenék felületének minden 1/4-ét egy-egy vibrátor háromszor, négyszer járja be. Ezután következik a legközelebbi réteg beszórása.

4.4. A munka befejezése

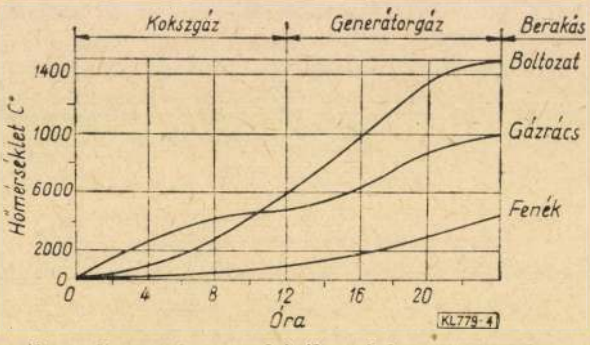
Mindkét módszerű döngölés során a finom dolomit 1,4—1,5-ös térfogat súlya 1,8—1,9 kg/dm³-re nő. Az egyes rétegek bevitele után az elegyengetést úgy végzik, hogy sorról-sorra az *A-A* vonal által jelzett alakot egyre jobban megközelítse és azt az utolsó sor beszórásakor elérje. *A-A* vonal magasságában a fenékdöngölés befejezést nyer.

A kemence felső falazási munkáinak továbbfolytatásakor a fenék felületét kátrányos papírral lefedik, és rá 1 mm-es vastagságú finomlemezt borítanak. Az utolsó sor bedöngölése után, melyet hegyes végű döngölő nélkül készítenek el, a fenék alakját sablonnal tökéletesen síma felületté képezik ki. A fenék lejtése az első fal közepétől a csapólónyílás felé kb. 9,5°, míg a tűzhídtól a csapolónyílás irányában kb. 5°.

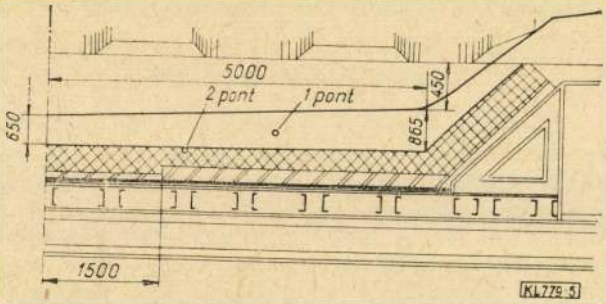
A kátránypapír és a vékony lemez lerakása olyan szoros, hogy építési törmelék, vagy levegő nedvesség nem juthat a dolomithoz. Ezután az első fal pilléreit, a hátsó falat és a többi kemencerészeket, beleértve a főboltozatot is befalazzák, majd a főboltozat bezárása után az első falat, a hátsó falat és a tűzhidakat kátrányos dolomittal kidöngölik. Ez a kátrányos dolomit keverék 50% 6—15 mm szemnagyságú zsugorított és 50% finom dolomitból áll. Erre a célra egy famintát helyeznek a fenékre. A finom dolomitból döngölt fenék felületét, hogy a kátrányos dolomittal jobban kössön, a döngölési munka megkezdése előtt ívminta által határolt területen kátránnyal öntik le, majd a kátrányos dolomit keveréket soronként az ívminta alá döngölik.

5. Fenék hőmérsékletének változása felfűtés és az első 25 adag alatt

Az üzem a kemencét átveszi és megkezdődik a felfűtés. Nagyjavítás után, amikor a feneket is felújítják, minden egyes kemencét — függetlenül attól, hogy boltozata bázikus vagy savanyú — 22—24 óra alatt fűtenek fel. Ebből 11—12 órán át kokszgázzal fűtenek 600 C°-os boltozathőmérséklet eléréséig és 11—12 órán át generátorgázzal 1500 C°-ig (*4. ábra*).



4. ábra. Savanyú vagy bázikus boltozatú SM-kemence felfűtési görbéje nagyjavítás után



5. ábra. A termoelemek elhelyezése a fenékhőmérséklet mérésére

A felfűtés és az első 15 adag alatt a hőmérsékletnek megállapítására a fenék különböző szintjein több termoelemet építenek a fenékbe *(5. ábra)*. Egy termoelem (1) az utolsó magnezit sor fölött 180—200 mm-re, a csapolónyílástól 3000 mm távolságra kerül beépítésre. Egy második termoelem (2) az utolsó magnezit sor hőmérsékletét méri a fenék közepén kb. 1800 mm távolságra a csapolónyílástól. A 24 órás felfűtési periódus alatt az 1-es pontban a hőmérséklet 450 C°-ra emelkedik. Az *1*-es pontban a hőmérséklet a későbbiek folyamán 50 óra múlva 950-re, 100 óra múlva pedig 1100-ra, majd mintegy 300 óra múlva a hőmérséklet 1200 C°-ra emelkedik és ettől kezdve állandó marad. Az adagtartam egyes periódusai alatt az *1*-es pont hőmérséklete alig változik. A berakás ideje alatt a hideg ócskavas bevitelével járó nagy lehülés 30—40 C°-os hőmérséklet ingadozásokat okoz. A fövési periódus végére viszont az *1*-es pontban a hőmérséklet újból eléri az 1200 C°-ot.

A *2*-es pontban 24 órai felfűtés után a hőmérséklet 50 C°, 50 óra után 140 és 100 óra után 600 C°. Az adagkészítés egyes periódusaiban a *2*-es pontban még a hideg ócskavas berakásakor sem áll elő hőmérséklet ingadozás.

Ennek a fejezetnek a befejezéseképpen meg kell vizsgálni a fent leírt módszerekkel kifalazott és felfűtött finom dolomitból készült kemencefenekek tartósságát. Az irodalmi adatok alapján a magnezit fenekek tartóssága 24—41 adag.

Az NDK üzemeiben a 100 t-nál nagyobb savas Martin-kemencékben az első kis javítás 80—100 adag után következik. E kis javításkor a hideg fenékre a felfűtés előtt egy 100-200 mm vastagságú, új finom dolomit réteget szórnak be. Az újonnan beadott finom dolomit réteg a 14—16 órát kitevő felfűtés alatt a régi fenékkel összezsugorodik. A felfűtés előtt ezt is vibrátorokkal tömörítik.

Bázikus kemencékben az első javítás 100—150 adag után következik be. Vannak arra is példák, hogy az első fenékjavítást 200 adag után végezték el.

Ha a fenékjavítást kis, vagy közepes javítás után egy újabb finom dolomit rétegnek a fenékre való szórásával végzik el, akkor ennek az új rétegnek a bezsugorítása egybe esik a kemence felfűtési szakaszával és így nem csökken a kemence kihasználás foka. A felfűtés kezdete előtt kis javítás után a fenék felületének hőmérséklete 40—50 C°, míg közepes javítás után kb. 20 C°. Hideg javítás alatt a fenék lehülése után megfigyelhető, hogy rajta egy-két 25—30 mm széles keresztirányú repedés keletkezik. Ezeket a repedéseket a javítás befejezése után ki kell tisztítani. Különösen a savanyú kemenceépítő anyagok hatnak károsan a fenékre. A hidegjavítás után bekövetkező új dolomitréteg beszórásakor ezeket a repedéseket csak gyengén töltik ki, mivel a felfűtés végére ezek újból bezáródnak.

6. A fenék lesalakozása

A felfűtés befejezése előtt egy-két órával a boltozat hőmérséklete 1450—1500, míg a gázrácsok hőmértéklete 950—980 C°. A fenék lesalakozása ezen a hőmérsékleten kezdődik, miközben a boltozat és a levegő, valamint gázrácsok hőmérsékletének emelése tovább folytatódik.

A fenék lesalakozásához csillapított és csillapítatlan acélok salakja egyaránt használható. Ajánlatos azonban csillapítatlan acélfajták salakját használni. A salakmennyiség 1—2 t, mindenesetre azonban olyan mennyiség szükséges, hogy az egész feneken 60—80 mm vastag laza réteg legyen. A salakdarabok nagysága 40—80 mm között változhat. Jelenleg kísérletek folynak a lesalakozásra hengerrevével. Az eddigi salakmennyiséget mintegy 1/3-ára csökkentik és tiszta hengerrevével pótolják. Ennek az új munkamódszernek az előnye a lesalakozási művelet meggyorsulása.

A salakréteg beszórása után a salak megolvasztása céljából a kemencét a maximális hőterheléssel fűtik. Ez idő alatt a csapolónyílást bezárják, úgyhogy a folyékony salak nem tud a csapolónyíláson át kifolyni. A salakot beolvadás után a csapolónyíláson keresztül kiengedik, a feneket 10—20 percen keresztül lehűtik és vékony rétegben meszet szórnak rá.

Az első adag 8—10 t-nyi hulladékát először tüzelés nélkül viszik be a kemencébe. Ezen kívül tanácsos az első három adagot keményebb minőségre, érc adagolása nélkül 38—40% nyersvassal berakni.

7. A régi dolomit bélés eltávolítása a kemencéből

Az NDK acélműveiben a fenék tartóssága különböző. Általában 500—600 adag között van. A brandenburgi SM-acélmű ez alól kivétel. Itt a

feneket 900—1000 adagon át hagyják a kemencében.

Hogyha a feneket ezernél több adagig hagyják a kemencében, akkor a fenékjavításhoz szükséges idő erősen megnő. Azonkívül hátrányos az, hogy az ilyenkor megszaporodó futó javításokhoz több finom dolomitra van szükség mint egy új fenékhez.

A fenék felújítása során általában úgy járnak el, hogy az utolsó adag lecsapolása után, leállás előtt a feneket alaposan kiolvasztják. A felhízott fenékrészek, vagy akár az egész fenék folypáttal vagy homokkal beszórható. Teljes hőtermelés a fenék nagy részét megolvasztja. Az olvasztási művelet után a gázt és a levegőt lezárják, az ajtókat eltávolítják és tömlő segítségével a feneket vízzel lelocsolják. Biztonsági okokból a vízszint ne legyen 50—75 mm-nél magasabb. Az öreg fenekeket 2—3 óráig vízzel locsolják, eközben a csapolónyílást bezárják.

A forró fenékre jutó víz megkönnyíti a dolomitrétegnek a magnezit soroktól való elválását. Gyakran a felső magnezit sorok javítására egyáltalán nem, vagy csak részlegesen a csapolónyílás körüli területen kerül sor. A fenék vastagságának mintegy 30%-a erősen át van itatva salakkal. A maradék a szokásos világos-szürke színhatású, betonszerű szilárdságú, világosan felismerhető finom szemcsés dolomitból áll.

A feneket a felső kemencerészből daru segítségével távolítják el. Ha a kitört fenékdarab súlya a daru teherbíróképességét meghaladja, akkor kis robbantó töltetek segítségével magában a kemencében feldarabolják.

8. Futó fenékjavítások

A fenékjavítások nálunk nem periódikusan megelőzők, hanem szükség szerint végezzük őket.

Minden csapolás után a kemence fenekét az olvasztár és a mester megfigyeli és ha túlzott mélyedéseket észlelnek, fenékjavítást rendelnek el. A fenékjavítást ezzel a feladattal megbízott mester vezeti. A gödröket sűrített levegővel (4—6 att nyomás) az acél és salakmaradványoktól megtisztítják és a csapolónyíláson keresztül kifújják. Fontos, hogy a salakot ne fújják a boltozat felé. Ha a gödör elhelyezkedése olyan, hogy a csapolónyílás előtt gát képződött, akkor ezt el kell előbb távolítani.

A javítandó hely kitisztítása után a legnagyobb hőtermelés mellett finomra őrölt dolomitot szórnak a gödörbe. Ezután következik ennek a helynek a lesalakolása. A javítások 3—4 óráig tartanak és 3—5 láda dolomit lisztre van szükség. Ha az egész fenékfelület lekopott, akkor a kemencét 6—9 óráig tartó fenékjavításra állítják le. Ilyenkor 100—150 mm vastagságú dolomitliszt réteget dobnak a fenék felületére és 3 órán belül bezsugorítják.

Ha a fenék felhízott, úgy folypát és homok segítségével az eredeti méretükre leolvasztják.

9. A fenék felújításának költségei (brandenburgi adat)

A fenék felújításakor összesen 72,6 t zsugorított dolomitot használnak. 1 t ára 62 DM. Egy új fenék elkészítése tehát 4500 DM áru dolomitot fogyaszt. A zsugorított dolomit árához hozzá kell még számítani a dolomit lisztté őrlésének költségeit, azaz 12 DM-ot tonnánként.

A dolomit fenék felújítását a SM-kemencék építőrészlege 5370 DM építési költséggel számolja fel.

900—1000 adagos tartósságra számolva adagonként tehát 5,37 DM a fenék felújítási költsége, ami 3,3 Pfg/t-nak felel meg.

10. Összefoglalás

a) A leírt eljárás a NDK SM-üzemeiben a fenékjavításra kieső időt a naptári idő 0,47—0,8 százalékára csökkentette.

b) A dolomit lisztet 6—15 mm szemnagyságú durvaszemcsés dolomitból állítják elő. A feneket vékony rétegekben zsugorítják. Az egész dolomit lisztet hideg állapotban, soronként rakják a fenékre, vibrátorokkal és légkalapácsokkal döngölik. Így a fenék *egy rétegű*, finomra őrölt dolomitból áll, majd a felső és alsó kemencerészeket a javítás befejezése után 20—24 óra alatt fűtik fel.

c) Futó fenékjavítások csak nagyon ritkán szükségesek. A savanyú kemencék első fenékjavítása többnyire csak kis hidegjavításkor következik be, továbbá minden felújítás után.

d) A hőmérséklet változások az 1-es és 2-es pontban (4. ábra) arra engednek következtetni, hogy a magnezit réteget az első faltól a csapolónyílás irányában (1,5—2 m) még tovább lehet vékonyítani, mivel itt a régi fenék eltávolítása alkalmával észre lehet venni, hogy a finomra őrölt dolomit nem salakult el egészen a magnezit rétegig.

e) A fenék-felújítás fajlagos költségei 5,37 DM-t tesznek ki adagonként, ami 3,3 Pfg-nek felel meg 1 t acélra.

Ez a tény már csak a költségek szempontjából is azt bizonyítja, hogy dolomit lisztből készült fenekek a drága és sok javítással járó magnezit fenekekkel szemben, az acéltermelésnek a NDK-ban fennálló metallurgiai feltételei között előnyösek.

Kvantométerek elmélete és szerkezete

GEGUS ERNŐ, Vasipari Kutató Intézet, Budapest

Dk: 545.82

A korszerű kohászati üzem egyre több és gyorsabb, de ugyanakkor érzékenyebb vegyelemzést kíván, ami mind kevésbé elégíthető ki a legkorszerűbb elemzőkészülékek, a kvantométerek nélkül. A kvantométer, azaz a közvetlen érzékelésű, automatikus, regisztráló spektrométer megfelelő üzemviszonyok között végzett sorozatelemzésekkel tesz eleget ezeknek a követelményeknek. Ahhoz, hogy a megfelelő üzemviszonyokat a kvantométer részére biztosítani tudjuk, alapvetően fontos a kvantométerek szerkezetének, működésének elvét megismerni. Az alábbiakban ezért foglalkozunk az optikai kvantométerekkel.

A kvantométerek elvi megismeréséhez a fényképezéses optikai színképelemzésből indulunk ki, mivel ez utóbbi kohászati üzemeinkben már általánosan ismert eljárás [1].

A színképelemzés elve — mint ismeretes — abból áll, hogy

1. a vizsgálandó anyagot megfelelő fényforrásban elgőzölögtetjük és gerjesztjük,
2. a kapott sugárzást hullámhossz szerinti alkotórészeire, színképre bontjuk fel, és
3. a vizsgálandó anyag mennyiségi összetételére a színképből megfelelően kiválasztott elemzővonalak intenzitás viszonya alapján következtetünk.

A folyamat vázolt tagozódása szerint tárgyaljuk a kvantométerek elvét, mégpedig célszerűen fordított sorrendben, a kvantométerekre legjellemzőbb közvetlen fényintenzitásméréstől kezdve, mivel a folyamat előző részei megegyeznek a fényképezéses színképelemzés részfolyamataival, csupán a közvetlen mérés különleges követelményeihez alkalmazkodnak.

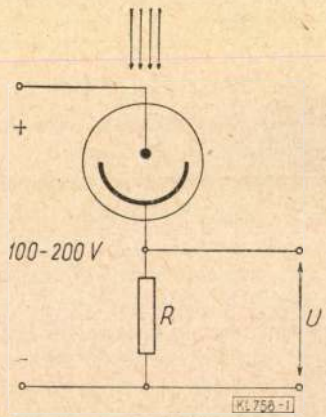
A fényintenzitás mérése

A fényképezéses színképelemzés során a vizsgálandó anyagról kapott színképet (ultraibolya, ill. látható tartomány) fényérzékeny emulzióra (lemezre v. filmre) vesszük fel, és előhívjuk. Megjegyezzük, hogy minőségi anyagvizsgálat céljára a színképfelvétel a legáltalánosabb, legnagyobb áttekintést biztosító módszer. Mennyiségi elemzés céljából a színképfelvételen kiválasztott elemzővonalak feketedését vonalfotométeren megmérjük, a feketedés mértékéből, ismert összetételű minták segítségével megszerkesztett kalibráló görbék alapján kiszámíthatjuk a vizsgált anyagban a keresett elemek koncentrációját. A pontosság és reprodukálhatóság érdekében célszerű mindig összehasonlító anyagra — alapfémre, belső standardra — vonatkoztatni a keresett elemet, és a feketedéskülönbségeket mérni.

Ez a fényképészeti eljárás igen sok nehézséget és hibalehetőséget rejt magában. A fény által az emulzión keltett feketedés csak meglehetősen szűk határok között arányos a fényintenzitással, és az arányosság is jelentősen függ a fény hullámhosszúságától, azonkívül a feketedés mértékét erősen befolyásolják az emulzió tulajdonságai és az előhívás körülményei. A legnagyobb gondosság mellett is a fényképészeti folyamat $\pm 1{,}5$—3% relatív szórást okoz az eredményekben, azonkívül az elemzés időtartamát is rendkívül meghosszabbítja.

A színképvonalak intenzitásának közvetlen mérésére a fotometriában, a vonalfotométerben és a lángfotométerben is használatos fényelem nem alkalmas, mivel érzékenysége és főleg stabilitása nem kielégítő. Az elektronika fejlődése adott erre a célra alkalmas érzékelőeszközt, a vákuum-fotocellát, majd pedig az elektronsokszorozót (multiplier-t). Ez utóbbiakat a spektrálisan felbontott fény abszorpciós vizsgálata során, a spektrofotometriában, hasonlóképpen felhasználták.

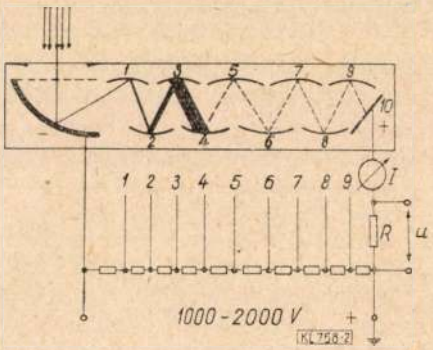
Ismeretes, hogy pl. alkálifém-katódokon megfelelő rezgésszámú beeső fotonok, azaz megfelelő hullámhosszúságú fény hatására az elektronok le tudják küzdeni a kilépési munka ellenállását, azaz a vákuumcellában elhelyezett, megfelelő egyenfeszültségre kapcsolt elektródok között *(1. ábra)* fény hatására áram halad át. Cézium-antimon katód használatával széles hullámhossztérületen, 2000—7000 Å között érzékelő fotocellák építhetők.



1. ábra. Fotocella elvi kapcsolása

A vákuumfotocella megfelelő erősítéssel már felhasználható vonalintenzitások közvetlen mérésére. Az egyenáramú erősítés nehézségeinek elkerülése céljából a fotoáramot váltóárammá alakítják és felerősítik, majd a méréshez ismét egyenirányítják. A fotocellát *Lundegårdh* használta elsőként monokromátorral felbontott lángszínkép kimérésére. Egyes készülékekben ma is használnak fotocellát, de ma már elterjedtebb a kvantométerekben a korszerűen tökéletesített elektronsokszorozó.

Az elektronsokszorozó *(2. ábra)* katódja azonos felépítésű a fotocelláéval. A katód és az anód között növekvő potenciálú elektródsorozat helyezkedik el, a felgyorsított elektronok fokozatonként növekvő számú másodlagos elektront váltanak ki



2. ábra. Elektronsokszorozó (multiplier) elvi vázlata

beütközésükkor az elektródok (dinódok) felületéből. Megfelelő kis kilépési munkájú fémből készítve az elektródokat, elérhető, hogy minden elektron 4 szekundér elektront vált ki, 100—200 V-os dinódok közötti potenciálkülönbség hatására. A szokásos 9 fokozatú multiplier erősítése így $4^9 \sim$ 260 000-szeres lehet, ennek megfelelően már mikrolumen nagyságrendű fény hatására 10 mikroamper erősségű fotoáramot szolgáltat.

Az elektronsokszorozók kényes pontja: táplálásuk rendkívül stabil 1—2 kV-os egyenfeszültséget kíván. 1%-os tápfeszültség-változás ugyanis kb. 6%-os ingadozást okoz az erősítésben. A korszerű elektronika viszont ma már olyan feszültségstabilizálást tud biztosítani, hogy a közvetlen fényintenzitásmérés hibája nem haladja meg a 0,1—0,2 relatív %-ot.

Az elektronsokszorozó érzékenységének határát a cella sötétárama jelenti. Elvileg olyan fényintenzitás is mérhető vele, amely érzékeny színképlemezen csak három órás expozíció után jelenne meg. A színképvonal érzékelésének viszont határt szab a vonal helyén, ill. környezetében jelentkező alapsugárzás és szórt fény, amely a gyenge vonalat elnyeli, ha a vonal/alap intenzitásviszony nem nagyobb a cella jel/zaj viszony értékénél.

Az elektronsokszorozó karakterisztikája a sötétáram kompenzálása után gyakorlatilag lineáris, így sokkal nagyobb intenzitás-, azaz koncentrációtartomány fogható át, mint a fényképezéses eljárással. A sötétáram kompenzáció ezenkívül már magában foglalja a fényképezéses színképelemzésben csak nehézkesen keresztülvihető alapsugárzáskorrekciót is.

A közvetlen mérésnek további előnye, hogy tetszőleges hullámhossz-különbségű vonalpárokat lehet használni az elemzéshez. Az elektronsokszorozó érzékenysége, karakterisztikájának meredeksége is változik ugyan bizonyos mértékben a hullámhosszal, de ez az intenzitásviszonyoknak megfelelő feszültségviszonyokat nem befolyásolja.

A színképvonal intenzitásának méréséhez az elektronsokszorozóval valamilyen módon fel kell keresni a kérdéses vonalat a színképben. Ennek gyakorlati módozatait a különféle készüléktípusok ismertetésekor tárgyaljuk.

A színképvonalak intenzivásviszonyának közvetlen mérése egyedül elektronsokszorozó segélyével általában nem oldható meg. Az emissziós színképelemzés fényforrása ugyanis az időben változó, ingadozásokat mutató kisülés-sorozatból áll. A fényképezéses színképelemzés előnye ezen a téren, hogy az emulzió az expozició időtartama alatt integrálást végez. Az elektronsokszorozó használatakor a fotoáramot kondenzátorral integrálhatjuk. A kondenzátorban az expozíciós idő alatt összegyűjtött töltés arányos lesz a mért sugárzás átlagos intenzitásával. Intenzitásviszonynak töltésviszony fog megfelelni, ez utóbbi állandó értékű veszteségmentes kondenzátorok kapcsain feszültségviszonyként jelentkezik.

Az integráló kondenzátorok kapocsfeszültségének mérésére, ill. viszonyítására és az elemzési eredmény megadására többféle mód kínálkozik, ezeket az egyes készüléktípusokkal együtt fogjuk tárgyalni.

Elektronsokszorozóval felszerelt automatikus regisztráló színképelemző készüléket először 1954-ben az Amerikai Egyesült Államokban használtak, magnéziumötvözetek elemzésére [2].

A színkép előállítása

Összetett fény — mint ismeretes — hullámhossz szerinti elemeire bontható prizma vagy diffrakciós rács segítségével, a fénytörés, ill. a fényelhajlás jelenségének felhasználásával. Ezek elméleti taglalásával itt nem foglalkozhatunk, a szakirodalomban ez könnyen hozzáférhető.

Érdekes, hogy a gyakorlati színképelemzés céljára eleinte Európában szinte kizárólag prizmás, Amerikában viszont rácsos spektrográfokat használnak. A prizmás készülékek előnye általában az egyszerűbb, egyértelmű, nagyobb fényerejű színkép, a rácsos készülékeké pedig az egyenletes diszperzió. A prizmával előállított színkép a nagyobb hullámhosszúságon sűrűsödik, kis hullámhosszúságon viszont a megfelelő rácsnál nagyobb felbontást ad. A rácsszínképben az eligazodást nehezíti az a körülmény, hogy az első-, másodstb. rendű színképek átfedik egymást. A kvantométerek között elterjedtebbek az optikai ráccsal épített berendezések.

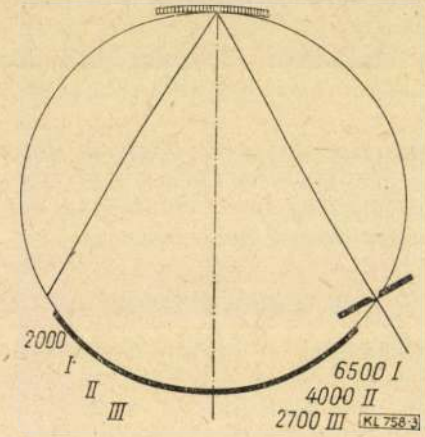
A prizmás készülékek általában közép-diszperziójú spektrográffal vannak felszerelve, kvarc vagy üveg optikával, az ultraibolya, ill. a látható színképtartományra. Megjegyzendő, hogy a vörösben a fotocellák és elektronsokszorozók érzékenysége már nem kielégítő.

A prizma használatakor különösen fontos, hogy a fényforrás fénye állandóan azonos vastagságú rétegén haladjon át, mert a rétegvastagság változása abszorpció- és így fényintenzitás-ingadozást idéz elő, ami a kis expozíciós idő alatt nagy hibát okozhat. Ennek kiküszöbölésére azt javasolták, hogy fényszóró közeget (homályos kvarclemez, raszter) helyezzenek a leképező rendszer elé. Hatásosabb és megbízhatóbb, ha a résre merőlegesen rendezik el az elektródokat, mert így a fényforrás oldalirányú ingadozásai mellett is a rés hosszúsága mentén azonos rétegvastagságon halad át a prizmán a fény.

A rácsos készülékekbe homorú vagy sík visszaverő rácsot építenek be. A homorú rácsot

és a rést általában úgy rendezik el, hogy az első-, másod- stb. rendű színképek a Rowland-körön helyezkednek el *(3. ábra)*. A homorú rács görbületi sugarával egyenlő a Rowland-kör átmérője.

Az optikai rács készítése különösen kényes feladat. Ma már gyártanak mm-enként több mint 2000 vonással ellátott, tehát igen nagy felbontású rácsokat is. Ezek hibátlansága a kvantométerek szempontjából különösen fontos, mivel a rácshibák következtében fellépő álvonalak zavarokat okoznak.



3. ábra. Paschen—Runge szerelésű Rowland-rácsos készülék optikai vázlata

Az optikai spektrográfokban (az általánosan használatos stigmatikus leképezésű spektrográfokban) a színkép vonalai a készülék belépő résének a különböző hullámhosszúságú felbontott fény által megsokszorozott képet jelentik. A színkép az optikai rendszer gyújtósíkjában keletkezik. A kvantométerekkel ebből a színképből kell a megfelelő elemzővonalakat kiszűrni, a színképvonal-fotométer elvéhez hasonlóan és a monokromátorokkal egyező módon, kilépő réssel. A belépő és a kilépő rés szélességét szabályozni lehet, hogy az adott analitikai feladatnak megfelelően a felbontási és koincidencia viszonyok szerint idegen vonalak elkülönítése céljából be lehessen állítani. Rögzített programmal dolgozó kvantométereken a rések állítása automatikus. A kilépő rést az elektronsokszorozóval, fényterelő rendszerrel, az elektronsokszorozót tápláló feszültségosztó lánccal, az integráló kondenzátorral és a regisztrálóhoz szükséges erősítővel együtt rendszerint közös blokkban, elektronsokszorozó fülkében helyezik el, a nagyobb mechanikai stabilitás és zavartalan működés érdekében.

A kvantométereknél rendkívül fontos az előállított színkép térbeli stabilitása. Ha valamely kikeresett színképvonal helye mechanikai vagy hőhatás következtében eltolódik, a mérés eredménye hamis lesz. Rezgések, mechanikai deformációk lehetősége ellen messzemenően biztosítani kell a készüléket. Hőmérsékletingadozások hőtágulás révén a berendezés optikai felépítését megváltoztatják, sőt a prizma, ill. a rács diszperzióját is befolyásolják. A légkör nedvességtartalma viszont egyes kényes elektronikus alkatrészek (kondenzátorok, ellenállások) adataira gyakorol hatást, sőt a gerjesztőberendezés működését, a szikrakisülések jellegét is befolyásolja. A készülékeket ezért hőszigetelő köpennyel látják el, az optikai rácsokat, prizmákat hőfokkompenzációval szerelik fel, a fontosabb elektronikus egységekben (pl. az elektronsokszorozó fülkékben) szilikagél betétet helyeznek el. Mindezek mellett azonban elsőrendű fontosságú, hogy a kvantométer rezgésmentes, pormentes, szabályozott hőfokú és nedvességű, kondicionált levegőjű (klimatizált) helyiségben legyen elhelyezve. Újabban a készülékeket külön hőfokszabályozó köpennyel (termosztát) is ellátják, amellyel a környezeténél néhány fokkal nagyobb hőmérsékleten tartják. A helyiséget sok esetben megfelelő fémhálózattal elektromosan árnyékolják az elektromos zavarok elkerülésére.

A gerjesztés

Az optikai emissziós színképelemzésben legelterjedtebb fényforrás az egyenáramú, ill. váltóáramú villamosív és a nagyfeszültségű szikra, de egyre inkább tért hódít a kisfeszültségű szikragerjesztés is, valamint a fenti típusok közötti átmenetek. A kvantométerek, mint már említettük, stabil fényforrást kívánnak. Ebből a szempontból legjobban megfelel a nagyfeszültségű szikragerjesztés, a vizsgált próbák a szikrázás során nem melegszenek fel túlságosan, kevésbé tapasztalhatók zavaró frakcionált diffúziós és desztillációs jelenségek, mint a villamos ívekkel. A kvantométerekkel kapcsolatban különleges előnyöket mutatnak az elektronikus vezérlésű, ill. elektronikus felépítésű impulzusgenerátorok, amelyekkel a szikragerjesztésen kívül a nagyobb analitikai érzékenységet jelentő ívszerű gerjesztési viszonyok is stabilan előállíthatók (kisfeszültségű szikra, sőt egyenáramú ív is), megfelelő hűtési periódusok beiktatásával, az elektródok túlmelegedése nélkül, és így az említett zavaró körülmények visszaszorításával.

A kvantométerek óriási előnye kohászati használatukban a rendkívüli gyorsaság. Éppen ezért a kohászatban kizárólag szilárd fémminták, kis kokillába öntött pálcák, próbatestek közvetlen elemzésével dolgoznak. Szilárd fémminták elgőzölögtetése és gerjesztése során általában ügyelni kell, a kvantométerekkel való munka közben pedig különös figyelmet kell szentelni az alábbiakra :

Fontos, hogy az elemzésre kerülő minták (próbapálcák, próbatestek) súlya, geometriai alakja azonos, a próbák összetétele teljesen homogén legyen ; a szikráztatásra kerülő felületet simára kell köszörülni és csiszolni.

A színképelemzés relatív, összehasonlító módszerként használatos, szükség van tehát megfelelő, ismert összetételű összehasonlító próbákra, amelyek nemcsak a keresett elemet tartalmazzák a kívánt koncentrációtartományban, hanem a többi alkotóra nézve is a vizsgálandó próbával közel azonosak. Ennek és a fenti követelményeknek eleget tevő, igen gondosan megelemzett hitelesítő próbák nélkül az eredmények pontossága és értéke

teljesen kétséges. Más típusú, más alapösszetételű összehasonlítók nem használhatók az elemek közötti — harmadik elem hatása — miatt, de még azonos összetételű, csak más szerkezetű, különböző hőkezelésű próbák is eltérő eredményeket szolgáltatnak.

Igen fontos a színképfelvételhez használt segédelektród, ellenelektród minősége is ; az adott feladatnak megfelelően akár grafit, akár alumínium, akár réz vagy ezüst legyen, egyaránt lényeges, hogy azonos tisztaságú, szerkezetű és geometriai méretű legyen minden próbához. Erre vonatkozóan a spektrográfia irodalma ugyancsak sok tanulsággal szolgál, éppúgy, mint az elektródok leszikrázási sajátságaira is.

Az elektródok geometriai méretein kívül fontos az elektródköznek és az optikai tengelyhez viszonyított helyzetének pontos beállítása sablonnal vagy optikai úton 0,01 mm pontossággal, sok készüléken teljesen automatikusan történik.

A szikra-, ill. ívközt rendszerint zárt házban helyezik el a zaj csökkentése és a gáztermékek elszivatása céljából. Egyes esetekben (pl. vákuumspektrométerek) semleges gázatmoszférában dolgoznak.

Porok, valamint oldatok közvetlen fényelektromos elemzésével ezideig nem sokat foglalkoztak, de ez kohászati vonatkozásban is érdekes problémát jelent salakok, adalékok stb. elemzése szempontjából.

A kohászatban elemzésre kerülő próbák közül a könnyűfémek, színesfémek és ötvözeteik elemzésére általában kisebb felbontású készülékek is megfelelnek, sőt ilyenekkel ötvözetlen, ill. gyengén ötvözött vas és acél is vizsgálható. Erősebben ötvözött acélok, valamint különleges, vonaldús színképet adó fémek (kobalt, titán stb.) elemzéséhez azonban csak nagy felbontású berendezések használhatók.

Készüléktípusok

A közvetlen érzékelésű automatikus regisztráló spektrográfok legjelentősebb, leggyakoribb típusait a következő csoportosításban ismertetjük :

1. Adapterek, prizmás spektrográfokhoz,
2. kutató kvantométer,
3. rögzített sokcsatornás készülékek,
4. vákuum-kvantométerek.

1. *Adapterek*

Aránylag egyszerű átalakítással, a fényképező kazetta helyére fotocellát vagy elektronsokszorozót szerelve, kutatási célokra vagy egyes analitikai feladatokra alkalmas közvetlen fényelektromos érzékelésű spektrográf állítható elő, nem nagy költséggel. Néhány ismert gyári típus a következő.

FESz-1 fényelektromos steelometer [3]

Az ISzP-51 üvegprizmás készülékre kimenő kollimátort és rést szereltek, azaz monokromátorrá alakították és a prizma kalibrált dobjának forgatásával választják ki megközelítőleg a keresett elemzővonalat. A látható színképben pontosabban tükrös kivetítés segítségével vizuálisan tájékozódnak. A kimenő rés mögé antimon-cézium fotocellát szereltek, de beállítható elektronsokszorozó is. A fényforrás fényét háromlencsés leképezéssel vetítik a bemenő résre úgy, hogy a függőleges szikraköz képét prizmával vízszintesre fordítják. A fotocella áramát 750 Hz frekvenciával modulálják, háromfokozatú erősítővel felerősítik, és automatikus potenciométerrel mérik az integráló kondenzátoron jelentkező feszültséget.

A vizsgálandó mintákat — könnyűfémeket, de közepesen ötvözött acélokat is — elektronikus impulzusgenerátorral gerjesztik. A dobskála és tükrös kivetítés segítségével vizuálisan megkeresett színképvonalat a kimenő résre a műszer maximális kitérése alapján állítják be. A különféle analitikai feladatok szerint a bemenő résszélességet 10—30 mikron között, a kimenő résszélességet 50—160 mikron között változtatják. Az elemzővonal intenzitását *Ivancov* és *Rajszkij* elgondolása szerint nem belső standard vonalra, hanem a színkép összintenzitására vonatkoztatják úgy, hogy a prizma lapjáról visszaverődő fényt külön fotocellával mérik [4]. Ez a vonatkoztatási mód más hasonló jellegű készülékeken is megtalálható.

A készülék adott analitikai vonalra beállítva gyors és kielégítő pontosságú eredményeket ad. Átállítása más vonalra körülményes, de sok esetben elviselhető a ráfordítandó idő.

RSV — adapter [5]

A közepes diszperziójú kvarcprizmás spektrográf (Fuess, Zeiss stb.) kazettája helyére szerelhető „RSV-Lichtelektrometer" 2 db elektronsokszorozóval felszerelt csatornát tartalmaz. Ezek egyikét az alapfém (pl. Fe) belső standard vonalára állítják, a másik a színkép fókuszsíkjában eltolható, és az ultraibolya színképből előzetesen kiválasztott két elemzővonalra (pl. Mn és Si vonalára) mechanikus finombeállító segítségével egymás után ráállítható. Az elektronsokszorozók által feltöltött kondenzátorok feszültségviszonyát a készülék potenciométerhidon kompenzációval méri, előbb az egyik, majd átállítás után a másik elemre. A feszültségviszonyból az alapfémre vonatkoztatott vonalintenzitásviszony kiadódik, ebből hitelesített minták segítségével megszerkesztett kalibráló görbék alapján meghatározható a vizsgált elemek koncentrációja.

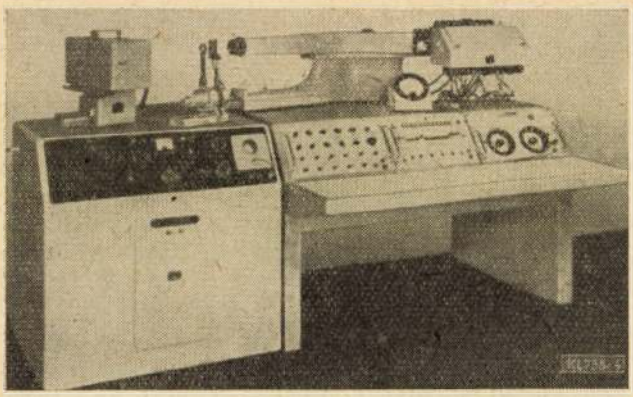
Az elemzés ideje a beállított két alkotó (pl. Mn, Si) meghatározásával kb. 3 perc. A munkakörülmények megfelelő beállításával (hőmérséklet-szabályozás stb.) kb. $\pm 3{,}5\%$ relatív pontosság érhető el.

Az adapter több (2—6 db) rögzített, a kívánt vonalra beállított csatornával is készül, műszeres leolvasással vagy regisztráló berendezéssel ellátva.

Hasonló felépítésű egyszerű adaptert más gyárak is forgalomba hoznak. Ezek a készülékek kutatási célokra, de egyszerűbb üzemi feladatok ellátására is nagyon jól megfelelnek.

Hilger-féle adapterek

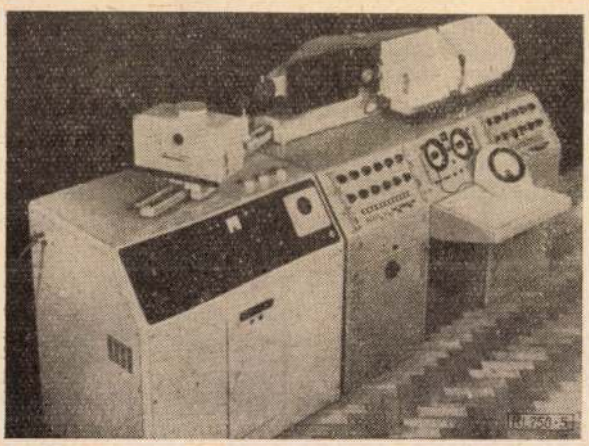
A Hilger & Watts gyár (London) középdiszperziójú kvarcspektrográffal kombinált kétféle közvetlen mérő adaptert hoz forgalomba. Az egyik a spektrográf kazettája helyébe szerelhető és 12 csatornát tartalmaz *(4. ábra)*. Az elektronsok-



4. ábra. Hilger-féle 12 csatornás adapteres készülék

szorozók gyárilag a kiválasztott elemzővonalakra, egyik közülük az alapfém belső standard vonalára van beállítva. A kiértékelő asztal a 11 elemző vonal intenzitásmérését a belső standard vonalra vonatkoztatva 2 perc alatt automatikusan elvégzi, a később ismertetendő nagy rácsos készülék működéséhez hasonlóan. A prizma hőfok-korrekciós szerkezettel van ellátva, amely ± 5 C° ingadozást kompenzál. Az adapter helyzete a megfelelő színképvonalakhoz képest higanylámpa segítségével helyesbíthető.

A másik készüléktípus *(5. ábra)* egymás mellett két előbbi adapter blokkot hordoz és amellett egyidejűleg külön lemezkazettája is van, a színkép tükör segítségével ezek bármelyikére átfordítható. A két érzékelőfej két különböző ötvözetben 11—11 elem meghatározására alkalmas, de vizsgálható azonos ötvözet különböző felvételi viszonyok között is egymásután, pl. kis koncentrációjú komponensekre és nyomokra, szikrában, ill.



5. ábra. Hilger-féle 24 csatornás + kazettás készülék

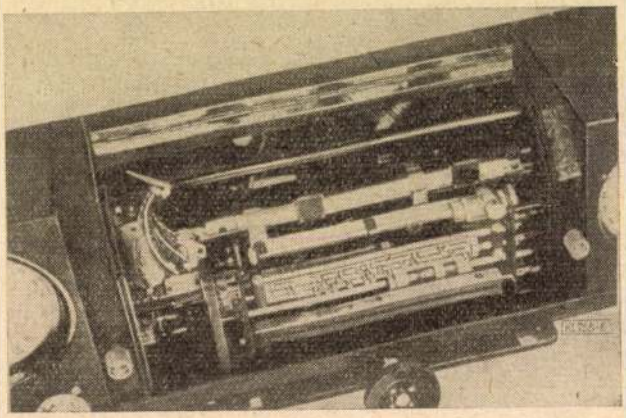
ívben, sőt osztótükör segítségével a két feltét egyszerre, egy mintában 23 elem meghatározására is használható. Az adapterek segítségével könnyűfémek, színesfémek és egyes acélfajták is elemezhetők. Célszerű vízszintes elektród-elrendezéssel dolgozni, de függőleges szikraközzel porok, oldatok is gerjeszthetők és elemezhetők.

A Hilger-féle utóbbi típusú adapteres készülék már átmenetet képez a sokcsatornás kvantométerek csoportjához. Hasonló jellegű az amerikai gyártmányú ARL Standard Spectrometer és az ARL Quantograph rácsos készülék is.

2. *Kutató kvantométer*

Spectro-lecteur automatique [6], [7]

A Cameca-gyár (azelőtt: Comp. Radio-Cinema, Paris) készüléke „Nouvelle-Zélande" típusú, Jobin et Ivon gyártmányú közepes diszperziójú kvarcspektrográfot használ a színkép előállítására. A spektrográf eredeti kazettájában 9×24 cm-es lemezre fényképezhető a 2280—5200 Å tartomány, 220 mm hosszban. A kazetta helyére néhány másodperces művelettel feltehető a



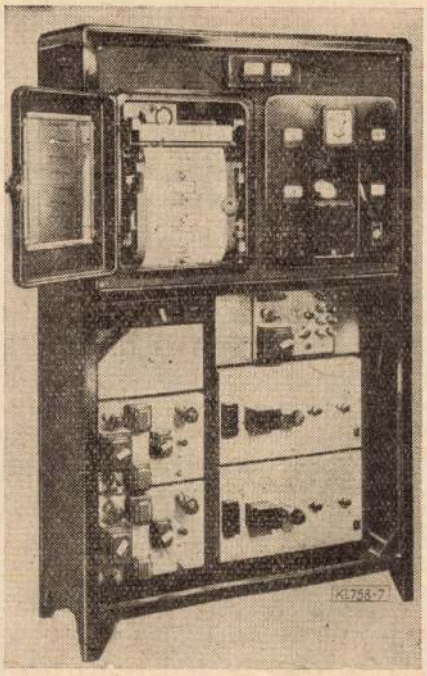
6. ábra. Cameca-féle kutató kvantométer érzékelőfeje a cellákkal és a program-lécekkel

közvetlen érzékelő szerv. A berendezés 2 elektronsokszorozót tartalmaz. Az egyik a belső standard vonalra állítható, a másik elektronsokszorozó fém vezetősínen végigfut a színkép fókuszsíkjában, előre meghatározott program szerint 10—20 mp-re megáll a kiválasztott elemzővonalak helyén és méri azok intenzitását. A vándorló (kutató) elektronsokszorozó mozgását cserélhető programlécek vezérlik, amelyeken a vonalak helyét ± 2 mikron pontossággal beállított acélbütykök jelzik *(6. ábra)*. A megállás (mérés) ideje 0—55 mp között szabályozható. Az elektronsokszorozó áramát a váltóáramú szikragerjesztő (esetleg ívgerjesztő) 100 Hz frekvenciával modulálja, ebből váltóáramú erősítéssel és egyenirányítással áll elő a regisztráló potenciométert és a szervomotorokat működtető áram. A vonalak helyén a fényintenzitás profilját tintaírós regisztráló rajzolja fel *(7. ábra)*, ennek kitérése adja az intenzitásviszony értékét. A regisztrátumból kalibráló görbék alapján adódik a koncentráció. A készülék 20 C°-ra

van beállítva, hőfok-korrekciója +16 és 32° között lassú ingadozásokat kompenzálni képes.

A készülékhez a gyár Feussner-rendszerű, mechanikus vezérlésű szikragerjesztőt szállít. A készülék, közepes diszperziójú lévén, könnyűfém, színesfém ötvözetek és gyenge-ötvözésű vas és acél elemzésére alkalmas. 6—7 komponens elemzése 2—3 perc alatt elvégezhető.

Magyarországon jelenleg három ilyen típusú készülék működik.



7. ábra. Cameca-féle készülék regisztráló egysége

3. *Rögzített sokcsatornás készülékek*

Ezek nagyteljesítményű, nagy diszperziójú rácsos spektrográfokkal dolgoznak. Általában 20—50 csatornával sokféle program szerint, igen sok, bonyolult elemzési feladat megoldására alkalmasak. Az elektronsokszorozókat adott vonalakra gyárilag állítják be. A csatornák csoportonként közös keretre szerelve, monitor rendszer szerint állíthatók, rendszerint higanylámpa által szolgáltatott monitor-vonalra. Az alapfém belső standard vonalaira több cellát állíthatnak rá. Az elektronsokszorozók a fókuszsík mögött, rendszerint egymás mögött vagy alatt futó sineken helyezkednek el, a kilépő résekkel kiválasztott vonalakat karokra szerelt tükrök ssgítségével vetítik rá a mérőcellákra. A készülékek átállítása a különböző analitikai programokra teljesen automatikusan, szervomotorok működtetésével, másodpercek alatt megy végbe.

A bonyolult, sokezer elektronikus elemet (elektroncsöveket, kondenzátorokat, ellenállásokat, reléket stb.) tartalmazó mérőberendezést különálló egységekből építik össze. Óriási előnye ennek a szerelésnek, hogy üzemzavarkor a hibás egység gyorsan megkereshető és esetleg teljes egészében is kicserélhető, ha megfelelő service áll rendelkezésre.

Hilger & Watts 3 m Polychromator (tipe E 789)

Cégszerű „polychromator" elnevezése onnan származik, hogy a kvantométereket általánosságban sokrésű monokromátoroknak tekinthetjük. A készülék 2 m-es görbületi sugarú homorú (Rowland) ráccsal állítja elő a színképet. A 80×40 mm aperturájú rács kétféle osztásban készül: 14 400 és 28 800 vonal/inch(580, ill. 1160 vonal/mm) sűrűségben. Ennek megfelelően a készülék reciprok lineáris diszperziója az I. rendben 6 Å/mm, ill. 3 Å/mm. A rácsok közül az aktuális analitikai feladatoknak megfelelőt kell választani (vonalszegény, ill. vonaldús színkép, koincidenciák). A felhasznált színképtartomány az I. rendben 1940—6500 Å, a II., rendben 1940—4000 Å, a III. rendben 1940—2700 Å. Az optikai rács hőfokkompenzálóval van ellátva, az egész készülék hőszigetelő köpenyben foglal helyet.

A készülékbe 30 csatorna van beépítve és adott vonalakra gyárilag beállítva, de lehetőség van max. 51 csatorna beszerelésére, a megrendelő kívánsága szerinti további vonalakra. A szomszédos kimenő rések 4 mm-re közelíthetők egymáshoz. A szükséges résszélességre beállított kilépő rés mögött homorú tükör gyűjti össze a bejutott sugárzást és a rácsot az elektronsokszorozó katódjára képezi le. Az elektronsokszorozót nagy stabilitású feszültségforrás táplálja. Minden egyes elektronsokszorozó érzékenysége külön szabályozható a tápfeszültség változtatásával, és így az adott vonal tetszőleges intenzitástartományának mérésére állítható be. A kis veszteség-tényezőjű speciális gyűjtő (integráló) kondenzátorok a megvilágítás ideje alatt a vonalintenzitásoknak megfelelő feszültségre töltődnek fel. A megvilágítási időt vagy exponáló-órán állítják be, vagy addig exponálnak, amíg a belső standard vonalra állított elektronsokszorozó kondenzátora adott feszültségre feltöltődik. Az utóbbi esetben a megfelelő feszültség elérésekor a fényforrást a beállított elektronikus hídkapcsolású feszültségrelé automatikusan kikapcsolja.

Az integráló kondenzátor elért feszültségét a mérőkör olyan módon méri, hogy áramfogyasztás nélküli komparátor potenciométeren stabil lineáris kipp-generátor referencia-feszültségére vonatkoztatja. A feszültségkülönbséget, a kimenő jelet 10 kHz frekvenciával modulálja, és impulzussorozatot ad mindaddig, amíg a lineáris kippfeszültség egyenlő nem lesz az ismeretlen feszültséggel. A moduláló frekvencia stabilitása 1 nagyságrenddel nagyobb a mérőműszer pontosságánál. A keltett impulzusok száma mértéke a kondenzátor potenciáljának, így a vonalintenzitásnak is. A mérőkörre kapcsolt impulzus-számláló 4 dekatron csővel (tizes számláló) dolgozik, és 4 jegyig terjedő számmal adja meg a vonalintenzitást. A méréstartomány így 2 nagyságrenddel nagyobb, mint a szokásos tintaírós regisztrálóval. A dekatron csöveken leolvasható számot papírszalagra nyomtatja a készülék és mellé üti annak a csatornának a sorszámát, amelyik az eredményt szolgáltatta. A mérésre kijelölt csatornákat a

berendezés egymás után automatikusan kapcsolja a mérő és regisztráló körre.

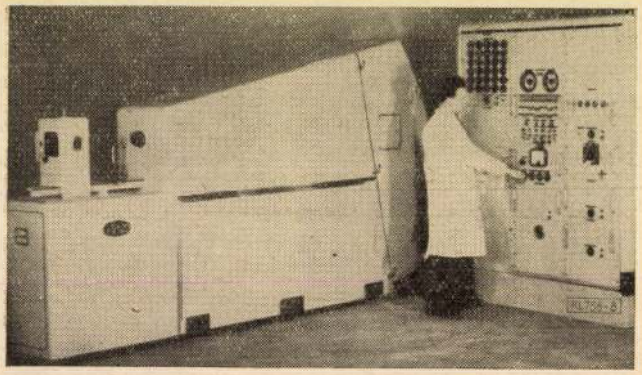
A mérés folyamata a következő, egymás után automatikusan kapcsolódó mozzanatokból tevődik össze :

1. az integráló kondenzátorokat kiindulás előtt a készülék kisüti (földeli).
2. a megfelelően beállított előszikrázást, ill. előívelést elvégzi ;
3. az integráló kondenzátorokat rákapcsolja az elektronsokszorozókra és időre vagy feszültségre exponál (az előbbiek szerint),
4. az expozíció végeztével a fényforrást kikapcsolja, a kondenzátorok áramköreit nyitja ;
5. a kondenzátorokat sorban a mérőkörre kapcsolja.

A vázolt módon 29 elem meghatározási ideje kb. 4 perc.

Az analitikai feladat számára szükségtelen csatornák kikapcsolhatók.

A berendezés fényforrása elektronikus vezérlésű generátor szikra-, ill. ívszerű gerjesztési viszonyokra.



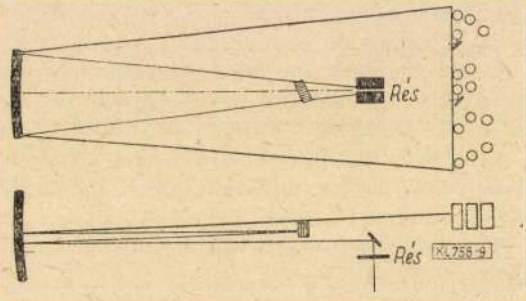
8. ábra. Hilger a. Watts 3 m rácsos polychromator

A rácsspektrográf függőleges elrendezésű *(8. ábra)*, így kisebb a helyszükséglete. A belépő rés vízszintes, a szikraköz tehát függőleges helyzetű. A belépő rés szélességét a berendezés az analitikai programnak megfelelően automatikusan beállítja.

Az impulzusszámláló által szolgáltatott számértékek alapján az adott elemzési feladat minden egyes elemére megfelelő hitelesített mintákkal kalibráló görbéket kell szerkeszteni. A kalibráló görbéket időnként (célszerűen naponként 2—3-szor) a hiteles mintákkal ellenőrizni kell.

Optica Milano B 3 C Spectrometer [8]

A színképet Ebert-féle szerelésű síkrácsos homorútükrös spektrográffal állítja elő. A készülék optikai vázlatát a *9. ábra* szemlélteti. A homorú tükör autokollimációs elv szerint világítja meg a rácsot és képezi le a színképet. Az 50×50 mm aperturájú rács 1200, ill. 2150 vonás/mm osztással készül. Reciprok lineáris diszperziója az I. rendben 4,1, ill. 2,2 Å/mm. Színképtartománya 2100—6000 Å.



9. ábra. Ebert-féle szerelésű síkrácsos homorútükrös készülék vázlata

A berendezés a szokásos analitikai programokat 25—30 elektronsokszorozóval oldja meg, de beszerelhető max. 50 csatorna is. A cellák több sorban helyezkednek el a fókuszsík mögött, a kilépő résekkel kiválasztott vonalakat tükrök vetítik a cellákra.

Az elektronsokszorozók az expozíció folyamán kondenzátorokat töltenek fel a vonalintenzitásoknak megfelelő feszültségre. A belső standard vonal kondenzátorának adott feszültségre való feltöltődése után az expozíció zárul, a kondenzátorok átkapcsolódnak a mérőkörre. A berendezésben párhuzamosan 10 mérőkör működik, így 10 vonal, ill. elem adatait adja meg egyszerre. A mérőkörben a kondenzátor kalibrált ellenálláson keresztül kisül, a modulált kisülési áram az előbbi készülékhez hasonló elvek szerint impulzusokká alakul. Az impulzusok frekvenciáját kvarc-oszcillátor stabilizálja. Az impulzusok száma arányos a kisülési idővel, ez utóbbi pedig a kondenzátor feszültségével, és így a vonalitenzitással. A mérési módszer nagymértékben független a berendezés alkatrészeinek egyedi sajátságaitól. Az impulzusszámlálók eredményei alapján kapott kiértékelő görbék általában lineárisak.

A 10 párhuzamos számlálókörre egymásután egyenként 5 csatorna kapcsolható automatikusan.

A vizsgálandó próba beállítása után központi kapcsológombbal indítják a készüléket. 5—10 mp előszikráztatás, 15—20 mp expozíció, 20 mp mérési periódus után leolvashatók az impulzusszámlálók adatai, a kalibráló görbékről pedig a megfelelő koncentráció.

A. R. L.—P. C. Quantometer [9]

A nálunk általánosságban használt kvantométer elnevezés tulajdonképpen az A. R. L. (Applied Research Laboratories) amerikai cég által készített automatikus üzemi spektrométerek (P. C.—prod. control) cégszerű elnevezése. Más gyárak ezért másféle elnevezés alatt hozzák forgalomba hasonló célú berendezéseiket.

A P. C. Quantometer 1,5 m és 2 m görbületi sugarú homorú ráccsal készül. Szerkezete a 3. ábrán bemutatott Paschen—Runge-féle Rowland-körös elrendezésnek felel meg. A 2 m típus reciprok lineáris diszperziója az I. rendben 6,95 Å/mm, gyakorlati felbontása a kilépő rések beállítása szerint 0,26—1,05 Å, a II. rendben a diszperzió 3,5 Å/mm, a felbontás 0,13—0,52 Å.

Az 1,5 m kvantométer max. 50, a 2 m kvantométer max. 68 csatornával dolgozik.

Az előbbi készülékekhez hasonló elvek szerint, integráló kondenzátorokon mért feszültségviszonyok alapján, az ARL kvantométer tintaírós, regisztráló potenciométeren adja meg az eredményeket, közvetlenül százalékban, az adott analitikai programnak megfelelő körülmények között hiteles mintákkal előzetesen kalibrált regisztráló papíron.

A kvantométer fényforrása preciziós, elektronikus impulzus-generátor, tág határok között változtatható gerjesztési viszonyokkal (ARL Multisource Unit; ARL High Prec. Source).

DFSz—10 kvantometer [10]

A szovjet gyártmányú készülék 2 m görbületi sugarú, 1200 vonal/mm osztású, 70×50 mm apertúrájú homorú ráccsal állítja elő a színképet. Reciprok lineáris diszperziója az I. rendben 4,2 Å/mm. Színképtartománya 2200—5500 Å.

A készüléknek 36 csatornája van, SzCV-9—6 fotocellával felszerelve. 12 különféle elemzési programot hajt végre, programonként 11 komponens meghatározásával. Egy-egy elemzési program lebonyolításának időtartama 2 perc.

Az integráló kondenzátorok feszültségét logaritmikus impulzus-voltmérő méri. A regisztráló potenciométer közvetlenül százalékban adja meg az elemzés eredményeit.

A GEU-1 típusú elektronikus impulzus-generátor tág határok között változtatható gerjesztési viszonyokat biztosít.

Az ismertetett sokcsatornás készülékeken kívül hasonló szerkezeti elvű berendezéseket gyárt még több más cég is (amerikai, japán stb.).

4. *Vákuum-kvantométerek* [11]

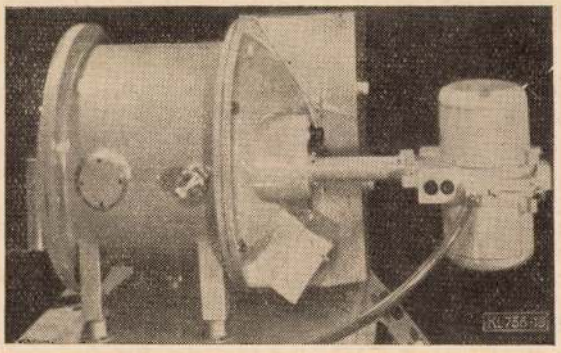
Egyes esetekben, különösen fémek (pl. acélok) szén-, foszfor- és kéntartalmának meghatározásához előnyösen használhatók a távoli ultraibolyában dolgozó vákuumspektrográfok, mivel fenti elemek legérzékenyebb elemzővonalai erre a területre esnek. A levegő fényabszorpciója miatt ugyanis 2000 Å alatt, a Schumann-tartományban, levegőben nem végezhető színképelemzés.

A vákuum-spektrográfok között vannak prizmás és rácsos készülékek. A vonalintenzitások mérése és regisztrálása azonos az előbbi készülékek megoldásaival.

Hilger Fluorite Polychromator

A fluorit optikájú 3-prizmás készülék 1600—1850 Å között 52 mm hosszúságú színképet ad, reciprok diszperziója 1775 Å-nél 6 Å/mm. A hengeres ház speciális vákuumszivattyúval evakuálható, a fényforrás felé a fluorit kollimátor-lencsével van elzárva *(10. ábra)*.

A vizsgálandó mintát zárt, hengeres cellában tiszta argonáramban (néhány liter/perc) szikráztatják. A három elemzővonal (C, S, P) csatornáján kívül a vas vagy más alapfém belső standard vonalának mérésére negyedik elektronsokszorozó szolgál.



10. ábra. Hilger a. Watts flourite polychromator

Az előzőekben ismertetett Hilger 3 m polychromatorral azonos elv szerint végzett intenzitásmérés eredményét mikroampermérő jelzi, vagy tintaírós regisztráló rögzíti.

Optica Milano VC 1 és VC 2 Vacuum Spectrometer

A rácsos készülék érdekessége, hogy nemcsak speciálisan a távoli ultraibolya tartományra használható, hanem az 1600—3300 Å közötti színképterületet fogja át, ennek következtében kén, foszfor, szén mellett az acélok elemzésében legfontosabb mangán, szilicium, valamint további 2—3 elem, ill. a VC 2 típus esetében valamennyi számottevő ötvözött-acél komponens meghatározására alkalmas.

A VC 1 típus 1 m sugarú, a VC 2 típus 2 m sugarú homorú rácsa egyaránt 1200 vonás/mm osztású, apertúrája 40×80 mm. Reciprok lineáris diszperziójuk az I. rendben 8,2 ill. 4,1 A/mm.

A VC 1 típus 6, a VC 2 típus 25 csatornát tartalmaz.

A készülékhez beépített vákuumszivattyú tartozik. A vizsgálandó próbát inertgáz (argon) atmoszférában szikráztatja.

A berendezés egyéb részleteiben megegyezik a B 3 C Spectrometerrel.

A VC 1 és VC 2 készülékek egyelőre a gyártás kísérleti fázisában vannak.

ARL Quantovac

Az ARL Quantometer-hez hasonló felépítésű homorúrácsos vákuum-spektrométer. Az 1600—3000 Å hullámhossztartományban dolgozik, általában 23 csatornával, de beszerelhető max. 38 cella is, így a nemfémes elemek meghatározása mellett teljes fémelemzések is végezhetők, még ötvözött acélokra is.

A vákuumot beépített nagyteljesítményű vákuumszivattyú hozza létre. A vizsgálandó mintát argon-áramban szikráztatják.

A kiértékelő berendezés azonos az ARL Quantometerével. Az eredményt a készülék szintén előzetesen kalibrált diagrampapírra rajzolja fel.

A sokcsatornás vákuum-kvantométerek mutatkoznak a fentiek alapján a legjobban használhatóknak kohászati laboratóriumokban. Figyelembe kell venni azonban, hogy az argongázban végzett gerjesztésnek a minták elgőzölgése, le-

bontása és az alkotók meghatározása szempontjából hátrányai is vannak (pl. érzékenység csökkenése), továbbá egyes feladatokhoz a szélesebb hullámhossz-tartomány is elengedhetetlenül szükséges, ezért nem helyettesíthető mindenkor a kvantométer vákuum-kvantométerrel. Nem szabad elfelejteni azt sem, hogy a vákuum-kvantométerek egyelőre a normál kvantométereknél sokkal fiatalabb, kiforratlanabb, mondhatni kísérleti stádiumban levő készülékek.

Az elmondottakból látható, hogy az ismertetett automatikus elemzőberendezések valóban csodálatosan gyorsan szolgáltatnak eredményeket, de ahhoz, hogy ezek helyes, megbízható adatok legyenek, igen sok tényező ismerete és figyelembe vétele szükséges.

Hangsúlyoznom kell még a munkaszervezés fontosságát. Az automatikus elemzőberendezés eredményes működése nem utolsó sorban áll vagy bukik az összes munkakörülmények szervezettségén. Ide tartozik a próbavétel megfelelően gyors és megbízható módszere, a próba gyors eljuttatása a laboratóriumba csőposta-rendszerrel, a próba előkészítésének (lehűtésének, csiszolásának) automatizálása, valamint az eredmények gyors és megbízható közlésének megoldása pl. csőposta-hálózattal, esetleg diktafon rendszerrel vagy távírógéppel, de semmi esetre sem egyszerűen telefon-bemondás útján [12], [13].

Hangsúlyoznom kell mégegyszer ezeknek és az előbbiekben is szereplő mellékkörülményeknek (mint pl. a kondícionálás) a fontosságát, gondos kivitelezését, mivel az eddigi általános tapasztalatok során az üzemzavarok 90%-a nem a kvantométerek működésében, hanem a segédberendezésekben lépett fel. A kvantométerekre magukra nézve viszont a service megszervezése is döntő fontosságú (pl. karbantartást végző utazószakemberrel, mint Amerikában).

Befejezésül még csak annyit: a kvantométerek nem teszik fölöslegessé sem a vegyészeket, sem a klasszikus vagy egyéb kémiai módszereket. Mindegyik meg kell találja a maga sajátos szerepét. Egyedi problémák vizsgálatára pl. a kvantométer nem alkalmas, nem gazdaságos. A kvantométer folyamatos ellenőrzése, hitelesítése megfelelő mintákkal ugyancsak állandó vegyészmunkát kíván. A helyesen megválasztott teljesítményű, megfelelő sajátságokkal rendelkező és jól szervezett üzemű kvantométer viszont rövid idő alatt megtéríti a ráfordított befektetést és biztosítja a kohászati üzem fejlődőképességét.

IRODALOM

A készülék leírása és adatai főként az egyes cégek gyári prospektusaiból származnak ; egyéb hivatkozások :

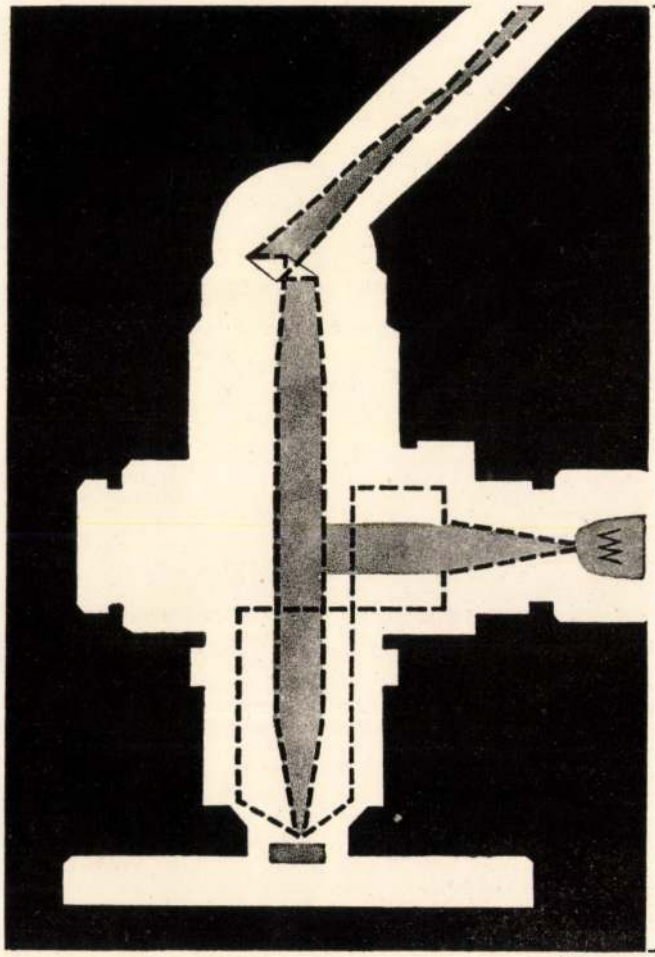
[1] *Mika J.—Török T.:* Kémiai emissziós színképelemzés Tankönyvkiadó, Bp. 1954.
[2] *Sauer, C. A.:* Iron Age *175*, 87 (1955).
[3] *Abramszon, I. Sz.—Maljavkin, L. P.* és mások : Zav. lab. *24*, 695 (1958).
[4] *Ivancov, L. M.—Rajszkij, Sz. M.:* Zav. lab. *17*, 1116 (1951).
[5] *Pack, A.—Zischka, B.:* Archiv f. d. Eisenhüttenwesen *30*, 407 (1959).
[6] *Mathieu, F. C.:* Spectrochim. Acta *5*, 174 (1952).
[7] *Orsag, J.:* Spectrochim. Acta *6*, 80 (1953).
[8] *Sander, H.:* Arch. f. d. Eisenhüttenwesen *30*, 548 (1959).
[9] *Hasler, M. F.:* Spectrochim. Acta *6*, 69 (1953).
[10] *Hasafjan, A. Ja.:* Zav. lab. *24*, 875 (1958).
[11] *Eckhard, S.—Graue, G.—Marotz, R.:* Revue Univ. des Mines 1959. 9. ser. XV. 270. (VII. Coll. Sp. Int.).
[12] *Filimonov, L. N.—Handrosz, V. O.:* Zav. lab. *24*, 712 (1958).
[13] *Massinon, J.—Daniels, A.:* Revue de Métallurgie *57*, 239 (1960).

KÖVESI ANTAL

KÖVESI ANTAL ny. műegyetemi tanár életének 85. évében, Sopronban 1961. november 1-én elhunyt. Temetése november 4-én volt.

Egyesületünknek 1903-óta volt tagja.

KOHÁSZATI LAPOK
Főszerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor
Műszaki Könyvkiadó. Budapest. V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Megjelenik: 1800 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em 306. — Telefon: 127-084
61-7824-689/2-Révai-nyomda, Budapest. V., Vadász utca 16
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) vagy bármely postahivatalnál
A folyóirat külföldre megrendelhető: „Kultura" P. O. B. 149. Budapest 62
Előfizetési díj: egész évre 144.—Ft, egyesületi tagoknak 96.—Ft. Egyes szám ára: 12.—Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám: egyéni 61.254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 8. sz. folyószámlájára)



Epignost

ráeső fénnyel működő kisméretű mikroszkóp

minden iparág számára,

világos és sötét látótérben, valamint

polarizált fénnyel történő vizsgálatokhoz

CARL ZEISS JENA

Kérje 30/„Ep" jelű tájékoztatónkat!

VEB Carl Zeiss JENA

Megrendelhető
a Műszer- és Irodagépértékesítő Vállalat útján, Budapest VI., Népköztársaság útja 2

Felhívjuk figyelmét a MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ szakkönyveire!

Murski—O'Donnel: **Hengerelt áruk hibái**	kötve	44,— Ft
Kaczmarek: **A hidegsajtolás gyakorlata 2. kiadás**	kötve	63,— Ft
Mikusinski: **Operátorszámítás**	kötve	84,— Ft
Römpp: **Vegyészeti lexikon** három kötet	à kötve	165,— Ft
Obadovics J. Gyula: **Matematika 3,** átdolgozott és bővített kiadás	kötve	57,— Ft
Laskowski—John: **Lemezszabás** 2. kiadás	fűzve	23,— Ft
Fülöp Miklós: **Idomacélok tolótáblázata**		15,— Ft
Becske Ödön: **Öntőmintakészítés** 2. átdolgozott kiadás	fűzve	17,— Ft
Nyárády—Szilágyi—Vásárhelyi: **A világ műszaki múzeumai**	fűzve	18,50 Ft
Erdey-Grúz Tibor: **Az anyagszerkezet alapjai**	kötve	36,— Ft
Györgyi Géza: **Elméleti magfizika**	kötve	39,— Ft
Bardócz István: **Szerszámacélok megválasztása és hőkezelése**	kötve	48,— Ft
Rácz István: **Méret és nagyságrend**	kötve	20,40 Ft
Nádasi Endre: **A fémszórás**	kötve	33,60 Ft
Visnyovszky László: **Nyersvasgyártás**	kötve	37,70 Ft
Szombatfalvy Árpád: **Hőkezelés** 2. átdolgozott és bővített kiadás	kötve	31,50 Ft
Pachné—Frey: **Vektor és tenzoranalízis**	kötve	56,60 Ft
Lozinszkij: **Izzó fémek metallográfiai vizsgálata vákuumban**	kötve	75,50 Ft
Kismarty Loránd: **Szerkezeti acélok és öntvények** 2. átdolgozott és bővített kiadás	kötve	36,50 Ft
Kerpely Kálmán: **Kohászati táblázatok**	kötve	57,50 Ft
Comings: **Nagynyomású technológia**	kötve	97,— Ft
Jánszky Lajos: **Műszaki bibliográfia 1900—1955.**	kötve	81,— Ft

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN

SZAKBOLT:

MŰSZAKI KÖNYVESBOLT, Budapest, VII., Lenin krt. 7.

KOHÁSZATI lapok

94. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

12. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 94. ÉVFOLYAM 12. SZÁM • 529–576 OLD. • BUDAPEST, 1961. DEC.

KOHÁSZATI LAPOK

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

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

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

Főszerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BALÁZS FÜLÖP
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DOMONY ANDRÁS DR.
HAJTÓ NÁNDOR DR.
KÁLMÁN SÁNDOR
KEMÉNY KORNÉL
KŐRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
ÓVÁRI ANTAL
PILISSY LAJOS
SÜVEGJÁRTÓ JÁNOS DR.
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
SZŐKE LÁSZLÓ
SZŰCS ENDRE
VÉCSEY BÉLA DR.

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

TARTALOM

Nagy Endre: Ezüst-kadmium és ezüst-kadmiumoxid alapú villamos érintkezőanyagok előállítási kísérletei 529
Üzemi hírek 539
Gyémánt- és aranydiplomák adományozása a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen 540
Remport Zoltán—Pálvölgyi Árpád: Durvalemezek ütővizsgálatának tapasztalatai 541
Műszaki és gazdasági hírek 547, 555, 561
Sziklavári János: Siemens-Martin kemencék tüzelése földgázzal .. 548
Cser Arisztid: Acélgyártó kemencefalazatok tűzálló tégláinak melegszilárdsága 556
Műszaki eseménynaptár 561
Balázs Endre—Szentiványi Gyula—Szabó Sándor: Eljárás és berendezés alumíniumelektrolizáló kádak automatikus timföldadagolására 562
Egyesületi hírek 565, 574
Kádár István: Kupolaszerkezetek alumíniumból 566
Könyvismertetés 571
Beszámoló a leobeni 4. nemzetközi könnyűfém-kongresszusról 573

ÖNTÖDE:

II. Magyar Öntő Napok 265
Ekbom Lars: Az ólomtartalom növelésének hatása a 85—5—5—5-ös vörösötvözet nyomásállóságára 276
Csontos István: A kéreghengergyártás problémáiról 282
Szakosztályi hírek 288

MEGJELENIK HAVONKÉNT

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

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

СОДЕРЖАНИЕ:

Надь, Э.: **Производство контактных материалов на основе серебра-кадмия и серебра-окиси кадмия** ..... С 530

В первой части статьи автор занимается производством контактных материалов, в частности методом литья контактов из серебра-кадмия, а также порошковым методом и внутренним окислением контактов из серебра-кадмия. Подробно анализирует преимущества и недостатков отдельных методов. В дальнейшем излогает метод, полученной из комбинирования методов порошковой металлургии и внутреннего окисления, имеющий ряд преимуществ против других методов.

Ремпорт, З.—Палвелди, А.: **Опыты по последующим исследованиям толстых листов** ..... С 541

На пробах, вырезанных из почти 300 листов, на комнатной температуре и на 40°С измеряли прочность на разрыв и ударную прочность методом Шарпи. Установлен, что одна из соседных проб, вырезанных из некоторых листов для исследования ударной прочности, является вязкой, другая хрупкой и иногда поступает явление хрупколомкости, что вызвано местными причинами. Возможность хрупколомкости зависит от технологии производства стали.

Сиклавари, К.: **Отопление мартеновских печей природным газом** ..... С 548

Нагрев мартеновских печей зависит от тепла, что излучается при горении газа. Природный газ имеет малое излучение в пламени. Применением карбюрирующих материалов можно увеличить степень черноты пламени природного газа. Таким материалом является тяжелый углеводород, угольная пыль и мазут. Наиболее распространено последний. Крекинг природного газа имеет карюрирующее действие, поэтому этот метод все более распространяется.

Чер, А.: **Красностойкость огнеупоров стен сталеплавильных печей** ..... С 556

Обсуждение и оценка исследования красностойкости на основе конструкционного устройства. Оценка исследований температуры размягчения, прочности при сжатии и растяжении и на кручение на высоких температурах с точки зрения сводов мартеновских печей. Результаты исследований качества кирпичей химической связью для свода и причины их разрушения.

Принципы конструирования сводов без напряжений предлогаемые на основе исследования красностойкости.

Балаж, Е., Сентивани, Дь., Сабо, Ш.: **Метод и оборудование для автоматической подачи глинозёма в электролизную ванну алюминия** ... С 562

Описание запатентированной и на заводе успешно испытанной дозировочной машины.

Кадар, И.: **Купольные конструкции из алюминия** ..... С 566

Вместо известного самонесющего, геодезического, сферообразного купола для покрития круглих сечений конструрировали купол, имеющий шестиуголный план. В новом куполе уменьшалось число разновидностей элементов.

INHALT:

Nagy, E.: **Herstellungsversuche mit elektrischen Kontaktwerkstoffen auf Silber-Kadmium und Silbar-Kadmiumoxid-Basis** ..... P 530

Im ersten Teil behandelt der Verfasser die versuchsmässige Herstellung von Ag-Cd Kontakten auf giessereitechnischem Weg und von Ag-CdO Kontakten mittels eines pulvermetallurgischen Verfahrens und innerer Oxidation. Die Vorteile und Nachteile der einzelnen Verfahren werden dargestellt. Weiter wird das aus der Kombination des inneren Oxidations- und des pulvermetallurgischen Verfahrens stammende Verfahren beschrieben, welches den obigen gegenüber mehrere Vorteile aufweist.

Remport, Z.—Pálvölgyi, Á.: **Auswertung der Betriebsprüfergebnisse von Grobblechen** ..... P 541

Die an Zimmer- und Tieftemperatur von — 40° C durchgeführten Zerreis — und Kerbschlagproben von etwa 300 Stück Grobblechen wurden ausgewertet. Man fand, dass dicht nebeneinander liegende Proben sich einmal zähe und einmal spröde verhielten. Der Sprödbruch wird auf lokale Werkstofffehler und diese wieder auf die Erzeugungsart des Stahles zurückgeführt.

Sziklavári, I.: **Beheizung der Siemens—Martin-Öfen mit Erdgas** ..... P 548

Die Heizintensität des Ofens hängt von der durch Strahlung der Abgase abgegebene Wärmemenge ab. Die Flammenstrahlung des Erdgases ist gering. Mit Karburierungsmitteln kann das Leuchtvermögen der Erdgasflamme gesteigert werden. Zur Karburierung können die schweren Kohlenwasserstoffe, Kohlenstaub und Mazut verwendet werden. Letztgenannter hat sich in der Praxis am besten bewährt. Die Verkrakkung des Erdgases ist selbstkarburierend und wird immer mehr angewandt.

Cser, A.: **Die Warmfestigkeit der ff. Werkstoffen von Stahlschmelzöfen** ..... P 556

Die Bewertung der Warmfestigkeits-Versuche, insbesonders des Erweichungspunktes, der Warmdruck-, Warmzieh- und Torsionsversuche aus dem Gesichtspunkte des Gewölbes der S. M.-Öfen. Prüfungsergebnisse der chemisch gebundenen ff. Steine und die Gründe ihrer Abnutzung.

Richtlinien der Konstruktion von spannungsfreien Gewölben auf Grund der Prüfergebnisse.

Balázs, E.; Szentiványi, G.; Szabó, S.: **Verfahren und Einrichtung zur automatischen Beschickung von Wannen der Aluminium Elektrolyse** ... P 562

Es wird ein patentgeschütztes, arbeitendes Chargieragregat beschrieben, welches sich im Betriebe bewährt hat.

Kádár, I.: **Kuppelkonstruktion aus Aluminium** . P 566

Anstatt der bisher bekannten selbsttragenden geodesischen Kuppel mit Kreisbasis und Kugeloberfläche wurde eine Kuppel mit hexagonaler Basis konstruiert. Die neue Kuppel hat die Anzahl der Elementvariationen verringert.

CONTENTS:

Nagy, E.: **Experimental production of silver-cadmium and silver-cadmium oxide base electric contact materials** ..... P 530

In Part I the author describes the expertimental production of Ag-Cd contact materials by foundry methods and of Ag-CdO contact materials by powder metallurgy methods and internal oxidation. The advantages and disadvantages of each method are detailed. Further a method originating in a combination of internal oxidation and powder metallurgical preparation is described which has many advantages compared to the former methods.

Remport, Z—Pálvölgyi, Á.: **Experiences gained in the investigation of heavy plates** .....P 541

Tensile and Charpy impact measurements were performed on nearly 300 plates at room temperature and 40° deg. C. In some plates adjacent test pieces were brittle resp. ductile. Sometimes brittle failure developed, probably from local causes. The probability of brittle failure depends on the method of steel production.

Sziklavári J.: **Heating open hearth furnaces with natural gas** ..... P 548

The heating of open hearth furnaces depends on the heat radiated by the waste gases. Natural gas has little flame radiation. The degree of blackness of the natural gas flame increases on adding carburating substances, as for instance heavy hydrocarbons, coal dust or pakura. This latter is the most widely used. The cracking of natural gas has a gradually extending self-carburizing effect.

Cser, A.: **Hot strength of the refractory brick used in steelmaking furnace wall constructions** ..... P 556

Description and evaluation of hot strength investigations on the basis of structure. Evaluation of softening point, hot tensile and compressive tests and torsion tests with regard to the open hearth furnace roofs. Results of investigations of chemically bonded roof bricks and reasons of their failure. Principles of constructing stressfree roofs formulated on the basis of the results of the hot strength investigations.

Balázs, E.—Szentiványi, Gy.—Szabó, S.: **Process and equipment for automatic alumina charging in aluminium electrolysis baths** ..... P 562

Descripton of a patented automatic charging apparatus which has been successfully used in plant practice.

Kádár, I.: **Aluminium dome constructions** ..... P 566

Instead of the self-supported geodesical dome with circular base and spherical surface a dome with hexagonal base was constructed. The new dome has decreased the number of element variations.

ÖNTÖDE

СОДЕРЖАНИЕ:

Чонтош, И.: **Проблемы производства закаленного прокатного валка** ..... **С.** 282

Описаны влияния факторов, являющихся решающими при производстве закаленного прокатного валка, так напр : температура литья и кокилей, скорость литья, толщина кокиля и смазки, состав металла, характер плавки и модификаторы. Автор дополняет литературные данные своими опытами. Во второй части собраны важнейшие причины и виды образования брака.

INHALT:

Csontos I.: **Probleme bei der Herstellung von Hartgusswalzen.** ..... **S.** 282

Es werden die Faktoren die einen wichtigen Einfluss in der Herstellung von Hartgusswalzen ausüben, besprochen ; diese sind : die Kokillen — und die Giesstemperatur, die Giessgeschwindigkeit, der Schutzanstrich und die Kokillenstärke, die Zusammensetzung des Metalls, die Art der Erschmelzung und die modifizierenden Zugaben. — Die in der Literatur befindlichen Daten sind mit den aus den eigenen Erfahrungen gewonnenen, erweitert. — Im zweiten Teil der Abhandlung sind die am häufigsten vorkommenden Ausschussgründe und Erscheinungen zusammengefasst.

CONTENTS:

Csontos I.: **Some questions in producing chilled-iron rolls** ..... **P.** 282

The author gives the influence of some deciding factors on the production of chilled-iron rolls, these are ; the mould — and the pouring temperature, the pouring rate, the thickness of the mould and the mould-wash, the composition of the metal, the kind of melting and the modifying materials. The literature data are completed with the data got by the own experiences. In the second part are the principal causes and phenomena of the rejects summarized.

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

94. évfolyam **12. szám** 1961. december

Ezüst-kadmium és ezüst-kadmiumoxid alapú villamos érintkezőanyagok előállítási kísérletei[1]

NAGY ENDRE
Vasipari Kutató Intézet

DK.: 621.316.5 : 621.762 : 669.225.73.094.3

1. Bevezetés

1956 novemberében Moszkvában a villamos érintkezők tárgyában konferenciát tartottak [1]. Foglalkoztak az áramkörök megszakítása alkalmával lejátszódó folyamatok fizikájával, a villamos érintkezők számításának és vizsgálatának módszereivel, azonkívül az érintkezőanyagok tulajdonságaival és előállításával kapcsolatos kérdésekkel.

Az elhangzott előadások megvitatása után a konferencia határozatot fogadott el. A határozat megemlíti, hogy a villamos érintkezők a telemechanika és automatika legelterjedtebb és legfontosabb elemei közé tartoznak. Nagyértékű berendezések megbízhatósága és élettartama elsősorban ezek működésétől függ.

„Minthogy ezek a berendezések legtöbb esetben az érintkezőrendszerek hibái miatt válnak üzemképtelenné, elsősorban ezeket az érintkezőrendszereket kell tanulmányozni, új érintkezőanyagokat, új kapcsolószerkezeteket és tudományosan megalapozott méretezési eljárásokat kell kidolgozni. A villamos érintkezők üzeme folyamán — bár azok szerkezete és működésmódja látszólag igen egyszerű — villamos, termikus, kémiai és mechanikai folyamatok hatnak egymásra és ezek, a kapcsolóberendezések biztonságos üzemét meghatározó folyamatok tanulmányozása ma még távolról sem folyik kielégítő mértékben.

Az áramkörök megszakítása alkalmával lejátszódó folyamatok, valamint az érintkezőanyagok összetételének és a kapcsolószerkezetek konstrukciója tekintetében ismereteinkben levő hiányosságok kiküszöbölésére haladéktalanul egyesíteni kell a fizikusok, kohászok, metallográfusok és szerkesztőmérnökök erőfeszítéseit.[2]"

Hazánkban ez a kérdés eddig ilyen élesen még nem vetődött fel, bár feltehető, hogy ez néhány éven belül be fog következni, hiszen iparunk struktúrája a második ötéves tervben egyre inkább a kevésbé anyagigényes, de fajlagosan több szellemi és fizikai munkát kívánó erős- és gyengeáramú berendezések és műszerek felé tolódik el.

Erősáramú kapcsolóink érintkezőanyaga ma még túlnyomóan vörösréz és színezüst. Az előbbit a Csepeli Fémművek, az utóbbit az Állami Pénzverő állítja elő. 1957 óta a Vasipari Kutató Intézet kísérletei alapján a Keményfémipari Vállalat porkohászati úton W-Ag és W-Cu alapú érintkezőket gyárt. Ezek nem gyakori kapcsolású nagyfeszültségű megszakítókban és — olajkapcsolókban — gyakori kapcsolású kisfeszültségű áramkörök megszakítására egyaránt alkalmasak, de az utóbbi években az erősáramú ipar az olaj használatával járó szerkezeti nehézségek miatt világszerte a levegőn működő kapcsolókra tér át, ahol a wolframalapú érintkezőanyagok nem használhatók, mert oxidációra hajlamosak.

Ilyen körülmények között erősáramú iparunk olyan érintkezőanyag hiányát érzi, mely szerszámgépek vezérlésére alkalmas, levegőn működő mágneskapcsolókban néhány millió kapcsolást kibír és hatszoros túlterhelés alatt sem ég le. Az áramviszonyok leggyakrabban a következők: 380—550 V, 6—300 A, 50 periódus.

A szóban forgó mágneskapcsolókat általában tízmillió kapcsolásra tervezik. Mechanikus berendezésük meg is felel ennek az igénybevételnek, azonban hazánkban az erősáramú kapcsolókban eddig használt vörösréz és színezüst érintkezők élettartama messze elmarad ettől a számtól. Így pl. teljes terhelés alatt a vörösréz érintkezők átlagosan 30 000, a színezüst érintkezők pedig kb. 800 000 be- és kikapcsolást bírnak ki addig, míg kicserélésük elhasználódás következtében szükségessé válik. Az aránylag gyors elhasználódás következtében szükségessé váló le- és felforrasztás, esetleg az egész kapcsoló cseréje, ezenkívül a vörösréz és színezüst érintkezők gyakori beragadása (hegedése) költséges karbantartási munkával jár, ezenkívül a vezérelt munkagépeknek jelentős termelőóra kiesését jelenti.

A közeljövő automata gépsorain az érintkezőanyagok tulajdonságainak jelentősége erősen fokozódik. Egyrészt, mert a vezérléshez aránylag több kapcsolóra lesz szükség, másrészt mert egy érintkezőpár meghibásodása nem egy, hanem több szerszámgép, esetleg az egész gépsor leállását vonja maga után.

[1] Kandidátusi értekezés rövidített közlése.
[2] Idézet a konferencia anyagából [1].

2. Az Ag—Cd és Ag—CdO alapú érintkezőanyagok kezdvező tulajdonságai

Az idevágó szakirodalom tanulmányozása alapján nyilvánvalóvá vált, hogy kis feszültségre és közepes áramerősségekre, levegőn működő kapcsolókban, ezüstalapú érintkezőanyagoktól lehet a legjobb eredményt várni. A jelzett áramviszonyok között néhány cikk [2]—[4] az ezüst-kadmium, ill. ezüst-kadmiumoxid érintkezők kis súlyveszteségét és rossz hegedőképességét emeli ki, az eddig erre a célra leggyakrabban használt színezüsttel szemben. Különösen érdekes *Usow* magyarázata [2], mely szerint a CdO szerepe a szóban forgó nagy kapcsolási számú érintkezőkben az, hogy könnyen — már 900 C° felett — szublimál és a villamos ív talppontjain keletkező magas hőmérséklet hatására gázalakban az eredeti CdO-kristály térfogatának 10 000-szeresét veszi fel, mely helyileg keletkező gáznyomás az ívet kioltja. Ebből következik, hogy az ív behatásának ideje lényegesen lerövidül és emiatt az érintkezők fogyása erősen csökken.

A Villamosipari Kutató Intézettel együttműködve, annak kezdeményezésére 1955-ben tájékoztató jellegű kísérleteket végeztünk 5% Cd-ot tartalmazó öntészeti úton előállított ezüstötvözettel. Az ebből készített 6 mm ∅-jű, 3 mm magas hengeres lapos érintkezőpárokat a Villamosipari Kutató Intézet ugyanilyen méretű vörösréz és színezüst érintkezőkkel összehasonlító vizsgálatnak vetette alá, melynek eredményét az *1. táblázat* tartalmazza.

1. táblázat

Érintkezőpárok súlycsökkenése 100 000 kapcsolás után átlagosan

(220 V váltóáram, cos φ = 0,6)

Cu 25 A terheléssel	360 mg
Ag 40 A terheléssel	25 mg
Ag + 5 Cd 40 A terheléssel	4 mg

A vörösrézérintkezőket 40 A terheléssel tartósan nem lehetett vizsgálni, mert néhány óra alatt teljesen beégve tönkrementek. Az ezüst-kadmium ötvözetből készült érintkezők élettartama a színezüst érintkezők élettartamát átlagosan hatszorosan múlta felül.

Miután ez a tájékoztató kísérlet bebizonyította, hogy Cd ötvözéssel lehet olyan érintkezőket előállítani, melyek élettartama a színezüst érintkezők élettartamának többszöröse, s így ezek az érintkezőötvözetek népgazdaságunk számára üzembiztosabban működő kapcsolók révén az automatizálás fejlesztését és jelentős ezüstmegtakarítást jelenthetnek, az érintkezőötvözeteknek ezzel a csoportjával szélesebb alapokon kezdtünk foglalkozni.

3. Ag—Cd és Ag—CdO alapú érintkezők kísérleti előállítása

3.1. Ag-Cd érintkezők előállítása öntészeti úton

Kísérleteink során, a könnyebb összehasonlítás céljából, a különböző eljárásokkal egységesen 5, 10 és 15 súlyszázalék kadmiumoxidot tartalmazó ötvözeteket készítettünk. Minthogy az Ag-Cd érintkezők a villamosív hőhatására üzem közben a levegőből veszik fel a kadmiumtartalmukat CdO-dá alakító oxigént, ezekhez az ötvözetekhez, a *2. táblázat* szerint, ennek megfelelő mennyiségű kadmiumot vettünk számításba.

2. táblázat

A kísérletekhez használt ötvözetek összetétele

5%-os ötvözet összetétele:
95,00 Ag + 4,38 Cd (+ 0,62 O_2)

10%-os ötvözet összetétele:
90,00 Ag + 8,76 Cd (+ 1,24 O_2)

15%-os ötvözet összetétele:
85,00 Ag + 13,14 Cd (+ 1,86 O_2)

A *2. táblázat* szerinti összetételekből 150 g-os tuskókat készítettünk az alábbi módon:

Grafitelektróda hulladékból esztergályozott és gondosan kitisztított 100 ml-es tégelybe betettük a kimért ezüstöt (99,99%-os színezüst vágási hulladék), s minél gyorsabb megolvadás érdekében, közvetlenül 1100 C°-ra fűtött szilitrudas, muffolás kemencébe helyeztük, ahol az kb. 12 perc alatt elérte a kívánt hőmérsékletet.

A megfelelő hosszúságú, 12 mm ∅-jű rúdalakú kadmiumfémet 2 mm ∅-jű fúróval tengelyirányban kifúrtuk, kívánt súlyra fűrészeltük, majd hosszú szárat hagyva, a furaton keresztül 1,5 mm ∅-jű fényes vashuzalra kötöttük.

Miután az ezüstfürdő 1060—1080 C°-ra melegedett, a tégelyt gyorsan kiemeltük a kemencéből, s egyik kézzel a kadmiumot nyomtuk a tégely fenekére, majd kb. 5 másodperc múlva a már üres huzalt kirántottuk és a másik kézben tartott fényes vaspálcával homogenizálás céljából a fürdőt megkevertük és közvetlenül az előkészített 15 ml-es szétszedhető acélkokillába öntöttük.

A tégely kiemelésétől a kokillába öntésig — megfelelő gyakorlat után — alig 8—10 másodperc telt el. A gyors munkára azért van szükség, mert egyrészt a kadmium beadagolásától kezdve a tuskó megszilárdulásáig a fürdő felületéről sűrű sárgásbarna *füst* alakjában szublimál a kadmiumoxid, másrészt a fürdőt nem hevítettük erősen túl, s emiatt az a tégelybe hamar befagy.

Fentiek természetesen laboratóriumi körülményekre vonatkoznak. Ipari méretekben a kadmium bevitelét, az ezüstnek foszforos ötvözéshez hasonlóan, szájával lefelé fordított, nyéllel ellátott grafitharang alatt célszerű végezni. A nagyobb hőkapacitású fürdő miatt a túlhevítés mértékét is csökkenteni lehet.

3. táblázat

A Cd kiégése ötvözéskor

Ötvözet	Elméleti	Bemért	Talált
	Cd %		
95 Ag + 5 CdO	4,38	4,43	4,38
90 Ag + 10 CdO	8,76	8,86	8,82
85 Ag + 15 CdO	13,14	13,30	13,15

Ezzel a laboratóriumi módszerrel a kadmium *kiégésére* a *3. táblázatban* közölt eredményeket értük el.

A kokillából kivett tuskókat 600 C°-on 6 mm ∅-re kovácsoltuk, majd a kovácsolt rudakból esztergapadon 5,5 mm ∅-jű, 3 mm magas érintkezőket készítettünk. Az érintkezőket ezután ezüstforrasszal vörösréz alapra forrasztottuk és 5 mm ∅-re esztergályoztuk. Ebben az alakban kerültek kapcsológépre, túlterheléses vizsgálatra.

Vizsgáltunk ezenkívül Ag-Cd ötvözetből 3 mm vastagra hengerelt szalagból kivágással készített érintkezőket is. Ezzel a módszerrel készített érintkezők az előbbieknél rosszabbaknak bizonyultak. Üzem közben a hengerlés irányában pikkelyes leválások voltak észlelhetők, mivel az ív hőhatására közvetlenül az érintkezőfelület alatt képződő kadmiumgőz nyomása az anyagot rétegesen felszakította (a Cd gőznyomása már 780 C°-on eléri az 1 atm nyomást).

Ez a jelenség W-érintkezőkkel kapcsolatban már régóta ismert. Ezért készítik a belső égésű motorok gyujtásmegszakító érintkezőit előnyösen kovácsolt wolframpálcákból, melyeket a tengelyirányra merőlegesen darabolnak fel. Az Ag-Cd érintkezőkre azonban a szálirány és áramirány egybeesésének a gázfejlődés miatt még fokozottabb a jelentősége.

3.2. Ag-CdO érintkezők előállítása porkohászati úton

Minthogy a kadmiumoxid az ezüstben nem oldódik, egyesítésüknek immár hagyományosnak nevezhető módja a porkohászati eljárás. Ezzel az eljárással nem jutunk valódi ötvözethez, hanem keverékfémhez, vagy másnéven álötvözethez, ahol a CdO finom elosztásban az ezüstbe ágyazva heterogén alkotóként szerepel. Esetünkben előnyös is, hogy az alkotók nem ötvözhetők. Ötvözéskor ugyanis az alkotók jellegzetes tulajdonságai erősen meg szoktak változni, úgyhogy azok magában az ötvözetben néha alig ismerhetők fel. A porkohászati úton előállított álötvözetekben azonban, ahol a részecskék csak felületi kötéssel kapcsolódnak, az alkotók jellegzetes tulajdonságai nem mosódnak el, hanem egymás mellett maradnak meg. Az ezüst kiváló villamos- és hővezetőképessége és oxidációval szemben tanúsított jelentős ellenállása párosul a kadmiumoxid villamosívoltóképességével és hegedést csökkentő hatásával.

A szóban forgó érintkezőanyagok porkohászati úton való előállításához alapanyagként finom szemcséjű ezüst- és kadmiumoxidporra van szükség. Az ezüstport kémiai úton ezüstnitrát oldatból, rezes cementálással nyertük. Abból a célból, hogy az anyag megkívánt tisztaságát biztosítsuk, 2000 ml desztillált vízben 500 g vegytiszta, kristályos ezüstnitrátot oldottunk. Az oldatot 5 ml koncentrált salétromsav hozzáöntésével megsavanyítottuk és laposfenekű bepárolócsészébe öntöttük. A csészében az oldatot katódrézből készült lemezzel kavargattuk, miközben iszapszerű ezüstpor csapódott az edény fenekére.

A reakció exoterm, az oldat melegszik. Minthogy tapasztalat szerint melegebb oldatból durvább ezüstpor csapódik ki, a vörösrézlemezt időnként ki kell emelni az oldatból és hűlni hagyni. Ipari méretekben a reakciósedényt hűtőkígyóval kell ellátni. A reakciót az ezüst teljes kiválásáig kell folytatni, amit ezüstklorid reakcióval lehet ellenőrizni.

A csapadékot Nutch-tölcséren desztillált vízzel többszörösen mostuk, szárítószekrényben 120 C°-on szárítottuk és végül 35 μ lyukbőségű szitán átszitáltuk. Az ezüstpor szemnagysága túlnyomórészt 5—20 μ között volt, tisztasági foka pedig 99,8%-ot meghaladta.

A kadmiumoxidpor előállítása céljából fémkadmiumot 50%-os higított salétromsavban oldottunk. Az oldatot szirupsűrűségűre párologtattuk be, majd a bepároló csészével együtt, hideg muffolás kemencébe helyeztük. A kemence hőmérsékletét lassan, 2 óra alatt 400 C°-ra emeltük és ezen a hőmérsékleten tartottuk 1 óráig. Lassú felfűtésre azért van szükség, hogy finom szemcsenagyságú és világosbarna színű oxidot nyerjünk. Gyorsabb hevítés, vagy a 400 C° hőmérséklet túllépése durvább, fekete színű oxidot ad, mely érintkezők előállítására nem alkalmas. A keletkező nitrózus gőzök miatt a hőkezelést elszívással ellátott fülkében kell végezni. Az ily módon készített kadmiumoxid 99,5%-nál tisztább volt, szemcsenagysága túlnyomórészt 1—12 μ közé esett. Végső műveletként a port 35 μ lyukbőségű szitán szitáltuk át.

A kétfajta port azután 5 : 95, 10 : 90 és 15 : 85 arányban összemértük és kettős, kúpos keverőgépben 4 óráig kevertük. Az alapos elkeverés rendkívül fontos az érintkezők minősége szempontjából. Ezért ajánlatos a keverőgépbe 8—10 db 3—4 mm ∅-jű acélgolyót is tenni, melyek a keverés közben keletkező, agglomerálódott szemcséket szétverik. Több golyó berakása, vagy pedig golyósmalomban való keverés tapasztalatunk szerint nem jár jó eredménnyel. Hasonló-

4. táblázat

Ag—CdO-érintkezők előállításának adatai

Művelet	Stolarz (22)	Hensel-Larsen (23)	Igranic szab. (24)	Palme (16)
Fajlagos nyomás, t/cm²	5,7—6	1,6—2,4	1,5—3	0,5
Zsugorítási hőmérséklet, C°	700	800	870	900
idő	1 óra	1 óra	20 perc	1 óra
Tömörítési fajlagos nyomás, t/cm²	1	8	7,75	—
Végső hőkezelés, C°	—	600 30 perc	—	—

képpen a keverési idő lényeges meghosszabbítása is hátrányos.

Minthogy a porkeverék az ezüst képlékenysége következtében önmagában is jól sajtolható, kísérleteinkhez sajtolást könnyítő adalékot nem használtunk.

Az irodalmi adatok szerint a sajtoláshoz szükséges fajlagos nyomások meglehetősen eltérőek.

A *4. táblázatba* foglaltuk az irodalomban talált, porkohászati Ag-CdO érintkezők előállítására vonatkozó technológiai adatokat.

Kísérleteink azzal az eredménnyel jártak, hogy az általunk készített porkeverékekből a legjobb diszperzitású és legnagyobb sűrűségű érintkezőket lényegében *Hensel* és *Larsen* által közölt technológiai adatok alapján lehetett előállítani [23].

Ennek megfelelően 2,5 t/cm² fajlagos nyomással sajtoltunk. Úgy jártunk el, hogy 5,5 mm ∅-jű, *lebegő* sajtolószerszám fenekére 0,1 g színezüstport szórtunk és azt egyenletes vastagságban szétterítettük. Ezután erre a tiszta ezüst rétegre 0,7 g fent említett összetételű Ag-CdO porkeveréket szórtunk és azt is elegyengettük. Ezután szakítógépen 600 kg nyomással az érintkezőket úgy sajtoltuk, hogy a levegő távozásának elősegítésére a maximális nyomást 5 másodpercig tartottuk. Az érintkezők egyik oldalára helyezett ezüstréteg a felforrasztást lényegesen megkönnyítette. A sajtolt munkadarabokat ezután korund csónakba helyeztük, az összeragadás megakadályozására kiizzított, finom alumíniumoxidporral beszórtuk és a csónakot szilitfűtésű csőkemence hőterébe toltuk.

A zsugorítást mindkét végén nyitott csövű kemencében, levegőn végeztük. Hideg kemencével indultunk, kb. 50 perc alatt értünk 800 C°-ra, ezt a hőmérsékletet 60 percig tartottuk, majd az áramot kikapcsolva az adagot kemencével együtt hűtöttük le.

A munkadarabok méretei zsugorítás után lineárisan 4—6%-kal csökkentek, ami kb. 7,8—8,2 g/cm³ sűrűségnek felelt meg. Minthogy az 5% CdO-t tartalmazó álötvözetnek elméleti fajsúlya 10,37, 10%-osé 10,20, 15%-osé pedig 10,08 g/cm³, a sajtolt és zsugorított munkadaraboknak porozitása kb. 20% volt. Az elméleti fajsúlyokat az ezüst 10,5-es és a kristályos kadmiumoxid 8,15-ös g/cm³ [25] fajsúlyából a keverékszabállyal számítottuk.

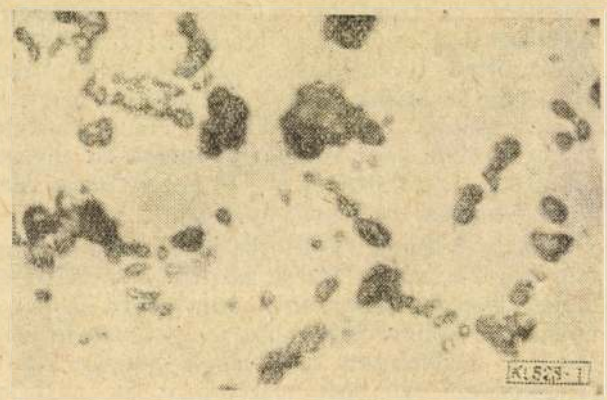
Ilyen nagymértékű porozitást villamos érintkezőkben nem lehet megengedni, s ezért — felhasználva az ezüst nagyfokú képlékenységét — a zsugorított munkadarabokat jelentős mértékű tömörítésnek vetettük alá.

A tömörítést ugyanabban a szerszámban végeztük, mint a sajtolást. Ennek következtében a tömörített munkadaraboknak nemcsak magassága csökkent, hanem átmérője is változott, mégpedig úgy, hogy az az eredeti 5,5 mm ∅-re növekedett. Ez a körülmény a tömörödés szempontjából előnyösnek mutatkozott.

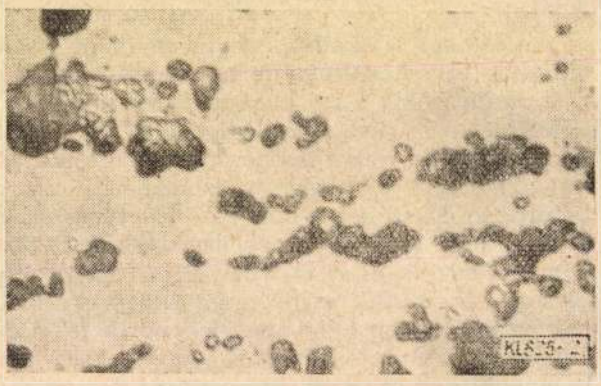
A tömörítést ugyancsak szakítógépen 2000 kg nyomással végeztük, ami az adott méret mellett kb. 8000 kg/cm² fajlagos nyomásnak felelt meg. Ennél nagyobb fajlagos nyomást az edzett CrS-1 acélból készített bélyegek tartósan nem bírtak el.

Utolsó műveletként az így előállított érintkezőket feszültségmentesítés céljából laboratóriumi muffolás kemencében 550—600 C° közötti hőmérsékleten 30 percig hőkezeltük.

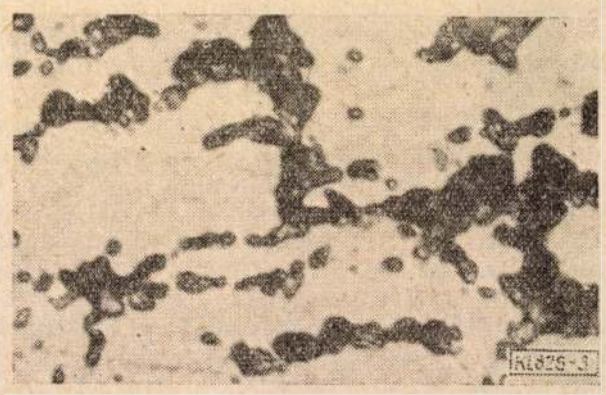
A kész érintkezők átlagos fajsúlyait az *5. táblázatban*, struktúrájukat pedig az *1.*, *2.* és *3. ábrán* láthatjuk. Észrevehető, hogy a 15%-os álötvözetben (3. ábra) gondos keverés és sajtolás ellenére is



1. ábra. Ag-CdO-porkeverékből porkohászati úton készült álötvözetek szövetszerkezete. A Cdo-tartalom 5%. 1500-szoros nagyítás



2. ábra. Ag-Cdo-porkeverékből porkohászati úton készült álötvözetek szövetszerkezete. A Cdo-tartalom 10%. 1500-szoros nagyítás



3. ábra. Ag-Cdo-porkeverékből porkohászati úton készült álötvözetek szövetszerkezete. A CdO-tartalom 15%. 1500-szoros nagyítás

5. táblázat

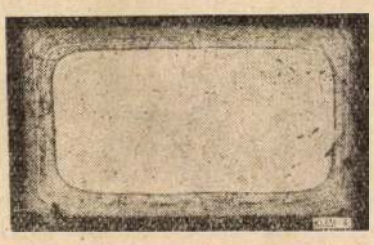
Porkohászati úton készített Ag—CdO-érintkezők átlagos fajsúlyai, g/cm³

Összetétel	Mért fajsúly	Elméleti fajsúly
	g/cm³	
95 Ag — 5 CdO	10,18	10,37
90 Ag — 10 CdO	10,08	10,20
85 Ag — 15 CdO	10,01	10,08

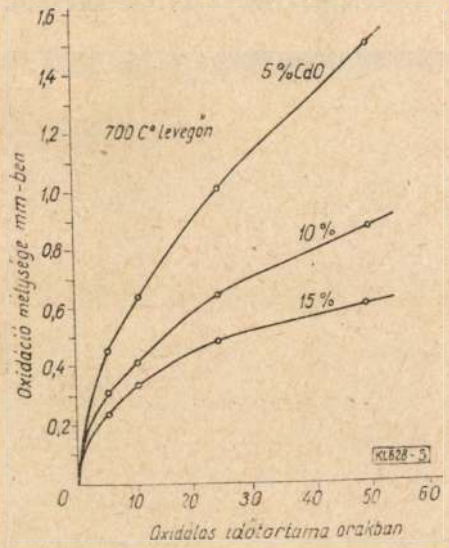
már kezdődő rétegződés jelentkezik. Ez arra mutat, hogy porkohászati Ag-CdO ötvözetek — a kadmiumoxidtartalmának felső határa — technológiai szempontból kb. 15%-on van.

3.3. Ag-CdO érintkezők előállítása belső oxidálás útján

Belső oxidálás céljára az érintkezőket a *3.1.* pontban közölt eljárással készítettük el. Mindhárom fajta érintkezőt korund csónakba helyeztük és krómnikkel tekercselésű muffolás kemencében, levegőn 700 C°-on összesen 304 óráig hőkezeltük. 5, 10, 24, 48, 96 és 304 óra elteltével mindegyik csónakból mikroszkópos vizsgálatok céljaira 2-2 db mintát vettünk ki. A mintákat lombfűrésszel tengelyirányban elfűrészeltük. Wood-fémbe foglaltuk és megfelelő előkészítés után a reaktív diffúzió előrehaladását, továbbá a kivált heterogén fázis eloszlását és szemcsenagyságát vizsgáltuk. Ilyen mikroszkópos vizsgálatra előkészített mintát mutat a *4. ábra.* Ezen jól láthatók az oxidálás előrehaladása és a közbenső lehűtésektől és újbóli felmelegítésektől származó *lehűtési vonalak* is.



4. ábra. Mikroszkópi vizsgálatra előkészített, részlegesen oxidált 15%-os Ag-CdO-érintkező. Az oxidálás előrehaladása és a lehűtési vonalak jól láthatók. 7-szeres nagyítás



5. ábra. 4,4, 8,8 és 13,2%-os Ag-Cd-ötvözetekben az oxigén reaktív diffúziójának mélysége az idő függvényében, 700 C°-on, levegőn. Az oxidált rész CdO-tartalma: 5, 10 és 15%

Az oxidálás előrehaladását mérőmikroszkópon 120×-os nagyításban, mikrométerrel mértük. Az 5, 10, 24 és 48 órás adatokat grafikusan az *5. ábrán* mutatjuk be. A 96 és 304 órás adatokat nem rajzoltuk be, mert 304 óra alatt mindhárom fajtájú érintkező átoxidálódott. 96 óra alatt csupán a 13,2% kadmiumtartalmú érintkező nem oxidálódott teljesen át, de ennél — az érintkező aránylag kis méretei miatt — a hengerpalást *szélhatása* már zavarólag érvényesült.

A számszerű adatokat a *6. táblázat* tartalmazza.

6. táblázat

4,4, 8,8 és 13,2% kadmiumtartalmú Ag—Cd-ötvözetben az oxigén reaktív diffúziójának előrehaladása mm-ben az idő függvényében, 700 C°-on, levegőn

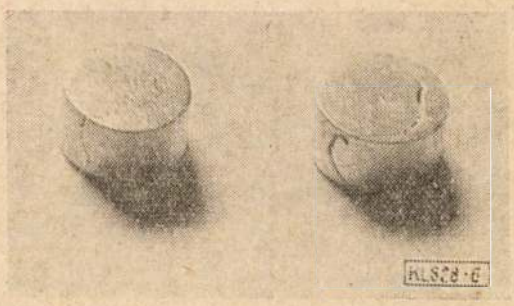
Idő, óra	4,4 Cd	8,8 Cd	13,2 Cd
	mm		
5	0,46	0,31	0,24
10	0,64	0,41	0,34
24	1,00	0,64	0,48
48	1,49	0,87	0,61
96	Átoxidált	Átoxidált	1,16 (?)
304	Átoxidált	Átoxidált	Átoxidált

A diffúziósebesség változása fenti mérések alapján a parabolikus törvényt megközelíti. A táblázatban szereplő adatok behelyettesítésével az $x = K\sqrt{t}$ egyenletet K-ra megoldva a következő átlagos eredményeket kapjuk:

95,6 Ag — 4,4 Cd ötvözetben K = 0,204
91,2 Ag — 8,8 Cd ötvözetben K = 0,131
86,8 Ag — 13,2 Cd ötvözetben K = 0,104

Fenti értékek 700 C°-on, levegőn végzett hőkezelésre érvényesek, az időt órákban, az oxidálás mélységét mm-ben mérve.

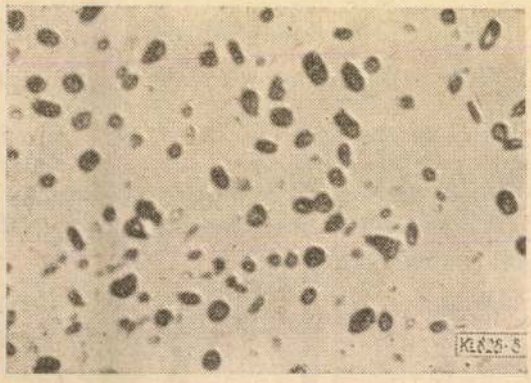
304 órás teljes átoxidálás után egyes érintkezőkön, az oxigénfelvétel okozta belső feszültsé-



6. ábra. 15% CdO-ot tartalmazó, az oxigénfelvétel okozta belső feszültségek következtében repedt érintkezők, levegőn 700 C°-on 304 óráig tartó oxidálás után. 3-szoros nagyítás

gek következtében, kisebb-nagyobb repedéseket lehetett észlelni. 30 db 5% CdO-t tartalmazó 5,5 mm ∅ × 3 mm-es érintkezőből egy sem, 31 db 10 százalékosból 2 db, 31 db 15 százalékosból 7 db repedt meg. Ez azt jelenti, hogy kb. 10—12% CdO-tartalom átoxidált érintkezők gyárthatósága szempontjából már a felső határt jelenti. Továbbá azt is, hogy egyes külföldi gyárak valószínűleg ezért elégszenek meg egyes esetekben néhány tizedmilliméter mélységig bekövetkező oxidálással és inkább lemondanak az érintkező homogenitásáról és nagyobb villamos vezetőképességéről. Ilyen jellegzetes repedéseket mutatunk be a *6. ábrán.*

7. ábra. CdO eloszlása és szemnagysága belsőleg oxidált Ag-Cd-ötvözetben. A CdO-tartalom 5%. 1500-szoros nagyítás



8. ábra. CdO eloszlása és szemnagysága belsőleg oxidált Ag-Cd-ötvözetben. A CdO-tartalom 10%. 1500-szoros nagyítás

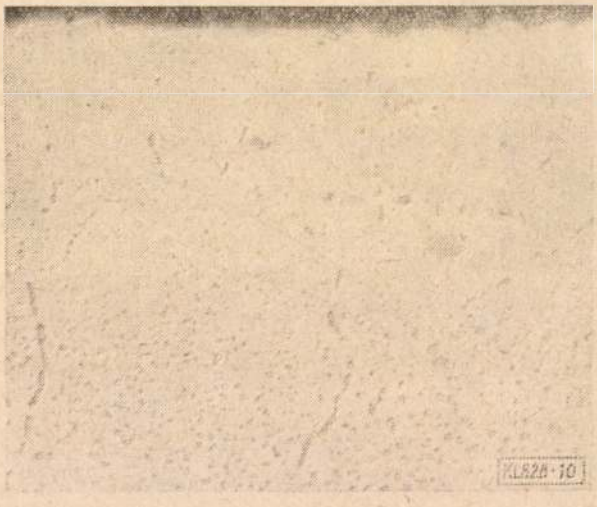
9. ábra. CdO eloszlása és szemnagysága belsőleg oxidált Ag-Cd-ötvözetben. A CdO-tartalom 15%. 1500-szoros nagyítás

Természetesen az érintkezőket oxidáló hőkezelés előtt gondosan zsírtalanítani kell, mert az oxidálás hőmérsékletén elbomló és az ötvözetbe diffundáló hidrogén is okozhat repedéseket, a vörösréz hidrogénbetegségéhez hasonlóan.

Belső oxidálással, mint a *7., 8.* és *9. ábrán* 5, 10 és 15%-os ötvözetekre vonatkozóan látjuk, a heterogén CdO-fázisnak meglehetősen finom szemcsenagyságú és rendkívül egyenletes eloszlását lehet elérni. A félvezető CdO-kristályoknak ez az eloszlása villamos vezetőképesség szempontjából rendkívül előnyös. Ha ezeket az 1500 ×-os nagyításban készült mikrofelvételeket összehasonlítjuk az 1., 2. és 3. ábrákon látható, ugyanilyen összetételű porkeverékekből készült, ugyanilyen nagyításban felvett porkohászati ötvözetekkel, úgy azt látjuk, hogy a CdO sokkal egyenletesebb eloszlásán kívül a megfelelő szemnagyságok is átlagosan egy nagyságrenddel kisebbek. Megfigyelhetjük azt is, hogy az 5%-os ötvözet szemcséi a legkisebbek (0,2—1,5 μ), a 10%-os ötvözetéi valamivel nagyobbak (0,5—3 μ) és még elég gömbölyűek, míg a 15%-os ötvözet szemcséi a legdurvábbak (0,5—8 μ) és kristályösszenövések révén elnyúltan szögletesek.

Tapasztalatunk szerint levegőn a belső oxidálás kedvező hőmérséklettartománya 600—750 C° között van. Kísérleteinket az összehasonlíthatóság kedvéért, valamint a kielégítő diffúziósebesség miatt, egységesen 700 C° hőmérsékleten végeztük.

A *10. ábra* 15%-os 700 C°-on oxidált érintkező levegővel határos keresztmetszetét ábrázolja. Láthatjuk a felvételen egyrészt, hogy a diffúzió előszeretettel a kristályhatárok mentén terjed, továbbá azt a *Spengler* által részletesen leírt [12] jelenséget, hogy a szélek felé a CdO-szemcsék nagysága jelentősen csökken, az ötvözet keménysége pedig ennek megfelelően nő. A belsőleg oxidált Ag-Cd érintkezők inhomogenitásának ez az egyik oka. A másik ok azzal függ össze, hogy — mint már említettük — az érintkezőket egyes



10. ábra. 700 C°-on levegőn hőkezelt 15%-os Ag-CdO-ötvözetnek az ötvözet-levegő határa. Szélek felé a CdO szemnagysága csökken, az ötvözet keménysége nő. 650-szeres nagyítás

esetekben nem oxidálják teljesen át, hanem középen Ag-Cd elegykristályokból álló lágyabb magot hagynak.

Annak kivizsgálására, hogy kísérleti körülményeink között a jelzett inhomogenitás milyen mértékű, 4,4, 8,8 és 13,2%-os Ag-Cd-ötvözetből készített 5 mm ∅-jű, 3 mm magas, hengeres érintkezőket 700 C°-on levegőn kb. 0,8 mm mélyen oxidáltunk és a mintadarabok keresztmetszetét középen, magassági irányban mikrokeménységmérővel végigmértük.

A méréshez Leitz-féle Durimet készüléket használtunk 100 g terheléssel. A széleken a lehetőségekhez képest sűrítettük a felvett pontokat. Az érinkező felső szélétől 0,03, 0,05, 0,1, 0,2 mm távolságra vettük a méréshelyeket, ettől kezdve 0,2 mm-enként, majd az alsó szélhez közeledve fordított sorrendben, az előbbiek szerint sűrítettük a mérési pontokat. Az eredményeket a *11.*, *12.* és *13. ábrák* tartalmazzák. Láthatjuk ezekből, hogy a felületi 0,01—0,02 mm vastagságú réteg keménysége eléri a $H_v = 80$—100 kg/mm² értéket, majd befelé eleinte gyorsan, majd fokozatosan lassabban csökken a keménység. A széleknek ez a hatása kb. 0,3 mm mélységig észlelhető. Az oxidálatlan részhez érve újból hirtelen és jelentősen csökken a keménység, mely azonban az oxidálatlan részen belül közel állandó. Az átlagos értékeket *7. táblázatban* foglaltuk össze.

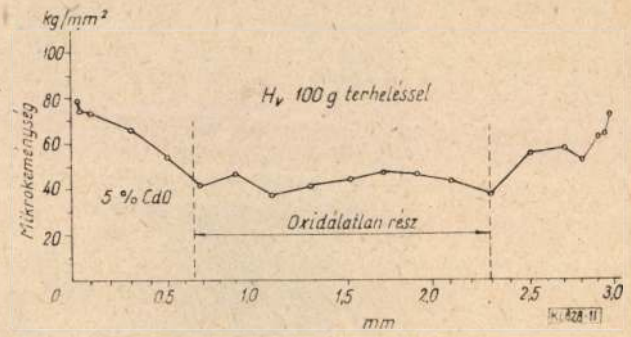
7. táblázat

4,4, 8,8, és 13,2% kadmiumtartalmú Ag—Cd-ötvözetből készített, részlegesen oxidált érintkezők keresztmetszetén mért átlagos mikrokeménység 100 g terheléssel

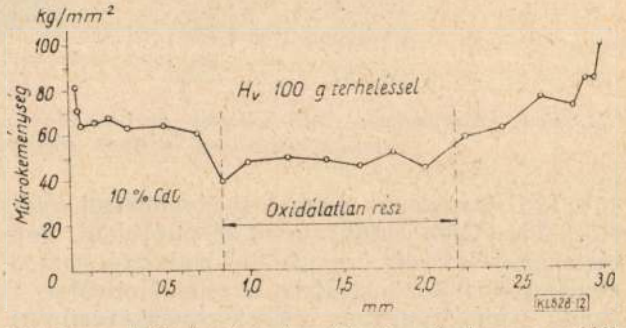
A mérés tartománya	4,4 Cd	8,8 Cd	13,2 Cd
Az oxidálatlan Ag—Cd-ötvözet átlagos keménysége, HV kg/mm²	42,8	46,3	48,0
Az oxidált Ag—CdO-ötvözet átl. keménysége szélek nélkül, HV kg/mm²	57,0	63,0	68,8
A szélek keménysége kb. 0,3 mm mélységig, HV kg/mm²	66—78	70—98	75—98

A részlegesen oxidált érintkezők felületi rétege, 5—15% CdO-tartalom között, ezek szerint körülbelül kétszer olyan kemény, mint az Ag-Cd elegykristályokból álló középső lágy mag. Ezek az érintkezők tehát működésük első szakaszában rendkívül kopásállók, rövidzárlati áramok hatására sem hegednek, működésük későbbi szakaszában ellenben úgy viselkednek, mint a *3.1.* fejezetben ismertetett öntészeti úton előállított Ag-Cd-érintkezők.

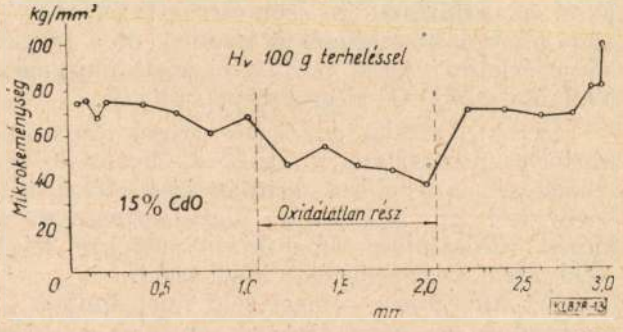
A belső oxidálás általunk használt módszerével kapcsolatban még megjegyezzük, hogy a különböző összetételű Ag-Cd-érintkezőket előzőleg alkoholban zsírtalanítottuk, majd *ömlesztve* helyeztük a korund csónakokba. Az oxidálást rendszerint muffolás kemencében 700 C°-on különböző ideig végeztük. Csőkemencében oxigénáramban sem kaptunk jobb eredményt, mint muffolás kemencében levegőn.



11. ábra. Mikrokeménység változása részlegesen oxidált 5% CdO-ot tartalmazó érintkezők keresztmetszetében középen a magassági irányban



12. ábra. Mikrokeménység változása részlegesen oxidált 10% CdO-ot tartalmazó érintkezők keresztmetszetében középen a magassági irányban



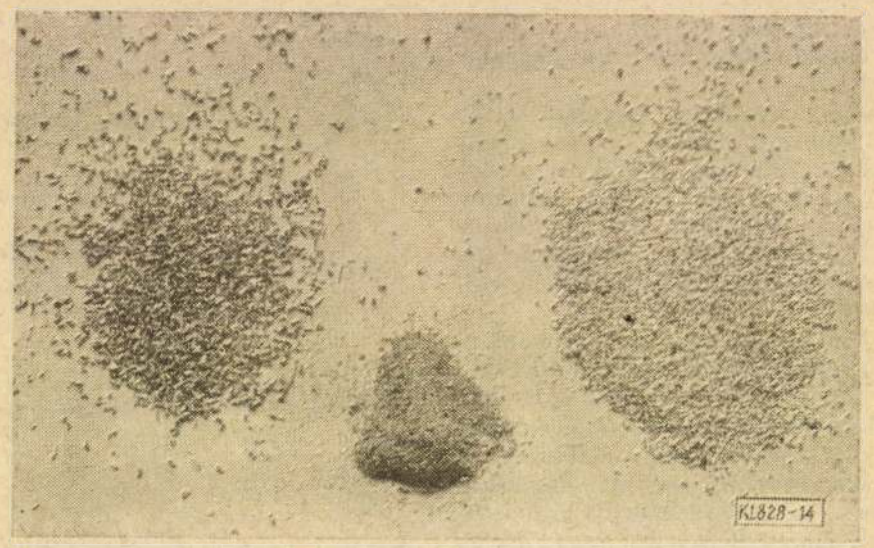
13. ábra. Mikrokeménység változása részlegesen oxidált 15% CdO-ot tartalmazó érintkezők keresztmetszetében középen a magassági irányban

3.4. Ag-CdO érintkezők előállítása porkohászati úton, poralakban oxidált Ag-Cd-ötvözetből

A különböző eljárásokkal végzett kísérleteink során felmerült az a gondolat: ha az Ag-Cd-ötvözetet porítjuk, majd poralakban oxidáljuk és az így előállított Ag-CdO-porból porkohászati úton érintkezőket állítunk elő, akkor ezek az érintkezők mind a porkohászati, mind a belső oxidálásos előállításmód előnyeit egyesítenék, a már ismertetett hátrányok nélkül.

Az oxidálási idő, a szemcsék kis mérete és nagy felülete következtében néhány száz óráról néhányszor 10 percre csökken. A CdO eloszlása várhatólag az érintkező egész tömegében homogén lesz, mint a porkohászati ötvözetben, szemcsenagysága pedig a belsőleg oxidált ötvözetéhez hasonló finomságú.

Az elgondolás megvalósítására elsősorban Ag-Cd-ötvözetport kellett előállítanunk. Az 5, 10 és



14. ábra. Baloldalon: mechanikusan porított 15%-os Ag-Cd ötvözet. Középen: cementált ezüstpor. Jobboldalon: olvadékporlasztással készített 10%-os Ag-Cd ötvözetpor. 12-szeres nagyítás

15% CdO-tartalomra számított ötvözeteket ismét a *3.1.* fejezetben leírtak szerint készítettük el. Porítás tekintetében először az olvadékporlasztásos módszerrel kísérleteztünk. Erre a célra Metallisator-típusú fémszórópisztoly állott rendelkezésünkre, melyhez szükséges 2 mm ∅-jű ötvözethuzalt körkovácsolással és dróthúzással állítottuk elő. A huzalt kb. 30 cm távolságból vízbe porlasztottuk. Ezzel az eljárással jó szemcsenagyságeloszlású, közel gömbalakú szemcséket kaptunk, de a magas hőmérsékleten végzett porlasztás miatt nagymértékű (30—50%) Cd-kiégést tapasztaltunk.

Ez a tapasztalat természetesen csak fémszórópisztolyos porlasztásra vonatkozik. Megfelelő berendezéssel, s fürdőnek csupán kismértékű túlhevítésével és N_2-nyomás alatt tartásával, a kiégést valószínűleg elfogadható mértékre lehet csökkenteni és egyenletessé lehet tenni.

Ezt követőleg — megfelelő eredménnyel — mechanikus porításra tértünk át. Erre a célra több finomfogazású fűrésztárcsa összefogásával sokélű marószerszámot készítettünk, amit asztali fúrógépbe fogtunk és 600 ford/perc mellett, gyengén rászorítva poritottuk a tuskókat. Üzemszerű gyártáshoz a Hametag-eljárás porítás céljára jól használható.

8. táblázat

13,2% Cd-tartalmú ötvözet mechanikus porításából származó por szitaelemzése

Szemcseméret, mm	Hullási %
>1,00	0,23
1,00—0,60	4,54
0,60—0,30	24,60
0,30—0,20	23,20
0,20—0,10	33,10
0,10—0,06	3,40
0,06>	10,93
Összesen:	100,00

Az így előállított ötvözetpor jellemző szitaanalízisét a *8. táblázatban* közöljük.

A szemcsék, mint az a *14. ábrán* baloldalt látható, hosszúkás, kissé göndörödött forgácsalakúak. Ugyanezen ábrán jobboldalon 8,8% kadmiumot tartalmazó ötvözetből olvadékporlasztással készített gömbölyű szemcséket, középen pedig ezüstnitrát oldatból vörösrézzel cementált, igen finom dendrites szerkezetű, ezüstport láthatunk.

15. ábra. 5% CdO-ot tartalmazó, mechanikusan porított ötvözetporok szövetszerkezete 700 C°-on, levegőn 60 percig oxidálva. 1500-szoros nagyítás

A mechanikusan poritott ötvözetporokból az érintkezők sajtolásához a 0,20 mm alatti frakciókat használtuk. A 0,20 mm lyukbőségű szitán áteső részből a poritás alkalmával belekerült acélport mágnessel eltávolítottuk, majd korundcsónakba öntöttük és 700 C°-ra fűtött muffolás kemencében 60 percig levegőn oxidáltuk. Ez az idő az 5. ábra grafikonjai szerint biztonsággal elegendő az adott méretű szemcsék teljes átoxidálásához.

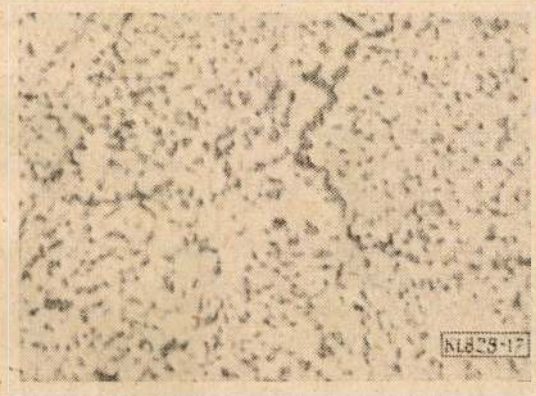
Az oxidált porról készített mikrofelvételek igazolták elképzelésünket afelől, hogy kb. 0,2 mm-nél nem nagyobb minimális méretű Ag-Cd-szemcsék oxidálása alatt a CdO-fázis legalább oly nagyfokú diszperzitásban válik ki, mint belső

oxidálás alkalmával a lényegesen nagyobb tömegű Ag-Cd-érintkezők felületéhez igen közel eső rétegeiben.

A *15.*, *16.* és *17. ábrákon* 5, 10 és 15%-os Ag-CdO-ötvözetpor struktúráját látjuk. A mintákat úgy készítettük elő, hogy az ötvözetporból lapos hengert sajtoltunk, műanyagba foglaltuk és 0,2—0,3 mm vastag felületi réteg eltávolítása után a szokott módon csiszoltuk és poliroztuk.

A 15. ábrán az 5% CdO-t tartalmazó porban a CdO-kristályok szemnagysága már a fénymikroszkóp feloldóképességének határa alatt van, s csak kemény előhívással lehetett a szemcséket többé-kevésbé láthatóvá tenni. Átlagos méretük 0,5 μ alatt van. A 17. ábrán látható 15%-os ötvözetpor CdO-fázisának átlagos szemnagysága sem haladja meg az 1 μ-t. A középső, 10%-os ötvözet-

16. ábra. 10% CdO-ot tartalmazó, mechanikusan porított ötvözetporok szövetszerkezete 700 C°-on, levegőn 60 percig oxidálva. 1500-szoros nagyítás



17. ábra. 15% CdO-ot tartalmazó, mechanikusan porított ötvözetporok szövetszerkezete, 700 C°-on, levegőn 60 percig oxidálva. 1500-szoros nagyítás

por képe (16. ábra) a kettő között átmenetet képez. Jól látható, hogy a kezdődő agglomerációk és dúsulások előszeretettel a kristályhatárokon helyezkednek el. Ezt a három felvételt a 7., 8. és 9. ábrákkal összehasonlítva — melyek belső oxidálás hatására az azonos összetételű Ag-Cd-ötvözetből készült érintkezők belsejében kiváló CdO-fázist mutatják — láthatjuk, hogy ezzel a módszerrel a CdO-kristályok átlagos szemnagyságát, ugyanolyan egyenletes elosztás mellett, csaknem egy nagyságrenddel lehet csökkenteni.

A fentiek szerint oxidált ötvözetport ezután lényegében a *3.2.* fejezetben leírt porkohászati

18. ábra. 5%-os Ag-CdO-ötvözetporból sajtolással és zsugorítással készített érintkező keresztmetszete. Porozitása kb. 25%-os. 300-szoros nagyítás

eljárással dolgoztuk fel. A sajtoláshoz az érintkezők egyik oldalát itt is színezüst réteggel láttuk el a felforrasztás megkönnyítésére. A sajtolást 2,5 t/cm² fajlagos nyomással, a zsugorítást 800 C°-on levegőn 1 óra hőntartással végeztük. Azt tapasztaltuk, hogy zsugorítás után a munkadarab méretei lineárisan alig 1,5%-ot csökkentek, az Ag + CdO-porkeverékekből sajtolt érintkezők zsugorítás utáni 4—6% méretcsökkenésével szemben.

A rosszabb zsugoríthatóság oka a szemcsék felületén finom eloszlásban levő CdO, mely nemcsak az érintkezők hegedését üzemközben, hanem a zsugorítást is jobban gátolja, mint a porkohászati keverék sokkal durvább CdO alkotója.

A *18. ábra* 5%-os ötvözetporból sajtolással és zsugorítással készített érintkező keresztmetszetét mutatja. Látjuk, hogy a szemcsehatárok nagyobb része diffúziós kötéssel kapcsolódik ugyan, de a porozitás még kb. 25 %-os. A *19. ábra* ugyanezt az érintkezőt 8 t/cm² nyomással végzett tömörítés és újbóli 800 C°-on 1 óráig tartó zsugorítás után ábrázolja. Eszerint a porozitás lényegesen, kb. 4—5%-ra csökkent, de érintkezőkben ilyen nagy porozitás sem engedhető meg. A megfelelő sűrűséget újbóli tömörítéssel értük el, ami után a hidegalakítási feszültségek csökkentése céljából 600 C°-on 30 percig hőkezeltünk.

Minthogy ezek szerint az oxidált ötvözetpor zsugorítás alkalmával kisebb felületi aktivitással rendelkezik, mint az Ag + CdO-porkeverék, ennek megfelelően a porkohászati műveleteket a kellő tömörség elérése céljából a *3.2.* fejezetben leírtakhoz képest második zsugorítási és második tömörítési műveletek hozzáadásával meg kellett változtatni.

Az eljárás egyes műveletei ezek szerint a következők:

1. Oxidált 5—15%-os ötvezetpor sajtolása 2,5 t/cm² fajlagos nyomással.
2. Első zsugorítás levegőn, 800 C°-on, 1 óra hőntartással.
3. Első tömörítés 8 t/cm² fajlagos nyomással.
4. Második zsugorítás levegőn, 800 C°-on, 1 óra hőntartással.
5. Második tömörítés 8 t/cm² fajlagos nyomással.

19. ábra. A 18. ábrán látható érintkező keresztmetszete, tömörítés és újbóli zsugorítás után. Porozitása kb. 4%-os. 300-szoros nagyítás

6. Végső, feszültségmentesítő hőkezelés levegőn, 600 C°-on, 30 perces hőntartással.

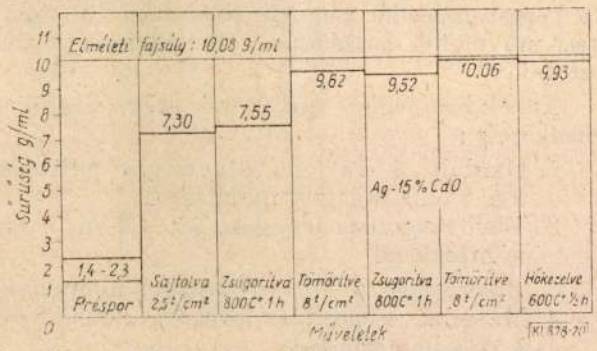
Ezzel az eljárással kísérleteink alkalmával 98—99%-ra megközelítettük az elméleti fajsúlyt. Így az 5% CdO-ot tartalmazó ötvözetporból készült érintkezőkkel 10,17 g/cm³, a 10%-ossal 9,97 g/cm³, míg a 15%-ossal 9,93 g/cm³ sűrűséget értünk el, mely értékek nem maradnak el a *32.* fejezetben leírt Ag + CdO porkeverékekből porkohászati úton készített érintkezők sűrűségétől.

A *20. ábra* szemléltetően ábrázolja az egyes műveletek után 15%-os ötvözettel elért sűrűségeket.

Az új módszerrel készített érintkezőkben a homogenitás és a heterogén CdO-fázis szemcsefinomságának ellenőrzésére a mikroszkópos vizsgálaton kívül még egy könnyen keresztülvihető módszerünk van, ez a keménységmérés. Ha a keménység az érintkezők egész keresztmetszetében egyenletes és nagy, akkor a CdO-fázis eloszlása is célunknak megfelelően egyenletes és finom.

A méréseket Wood-fémbe foglalt érintkezők keresztmetszetén felvett 5—5 ponton, Leitz-féle Durimet-tel végeztük, 100 g-os terheléssel. Az eredmények a *9. táblázatban* láthatók.

A keménység tehát *az egész keresztmetszetben* eléri, sőt kissé meg is haladja az ugyanilyen összetételű, belsőleg oxidált Ag-Cd-érintkezők keresztmetszetén, a felülethez igen közel eső pontokon mért keménységet.



20. ábra. 15%-os Ag-CdO-ötvözetporból porkohászati úton készített érintkező sűrűségének változása a technológiai eljárás folyamán

9. táblázat

5, 10, 15% CdO-tartalmú érintkezők keménysége

	5% CdO	10% CdO	15% CdO
	kg/mm²		
	87,6	91,6	98,0
	86,0	90,4	93,6
	85,8	90,8	103,0
	83,9	89,6	116,0
	85,6	91,6	105,0
Átlag:	85,8	90,8	101,1

10. táblázat

Ag + CdO-porkeverékből és belsőleg oxidált Ag + CdO-ötvözetporból porkohászati úton készített érintkezők átlagos mikrokeménységei

Előállítás módja	5% CdO	10% CdO	15% CdO
	HV, kg/mm²		
Ag és CdO-porok keverékéből porkohászati úton	56,0	59,5	60,6
Belsőleg oxidált Ag—Cd-ötvözetporból porkohászati úton	85,8	90,8	101,1

A *10. táblázatban* ezeket a keménységi értékeket az ugyancsak porkohászati úton készült Ag + CdO-porkeverékekből előállított érintkezők azonos módon mért keménységi átlagértékeivel hasonlítjuk össze.

Mindkét porkohászati eljárással felhasználás szempontjából homogén érintkezőket lehet előállítani, az ötvözetporból készített érintkezők keménysége azonban, a CdO kristályok több mint egy nagyságrenddel kisebb mérete miatt, kb. 50%-kal nagyobb.

Az új eljárásnak a *4.3.* fejezetben leírt belső oxidálási eljárással szemben előnye, hogy az érintkezők felhasználás szempontjából homogének, az oxidálási idő lényegesen rövidebb és nincs repedési selejt.

Hátránya az eljárásnak, hogy a *3.2.* fejezetben foglalt porkohászati eljárással szemben 2 további műveletet kíván, továbbá az a tapasztalat, hogy 13,2%-os és ennél nagyobb Cd-tartalmú ötvözetpor oxidálásakor a szemcsehatárokon a CdO feldúsul.

Összefoglaló

Az idevágó szakirodalom tanulmányozásából azt a következtetést lehetett levonni, hogy ez idő szerint szerszámgépek vezérlésére alkalmas, levegőn működő mágneskapcsolók érintkezőanyagául az Ag-CdO alapúak felelnek meg legjobban. Ezeket az érintkezőket részben Ag és CdO-porok keverékéből porkohászati úton, részben pedig Ag-Cd-ötvözetből belső oxidálás utján állítják elő.

A porkohászati úton készített érintkezők hátrányai főként a CdO aránylag durva és többé-

kevésbé réteges eloszlásából származnak, azzal a következménnyel, hogy keménységük a színezüstnél nem sokkal nagyobb, villamos ellenállásuk pedig megnő.

Az Ag-Cd-ötvözetből készített és csak részben oxidált érintkezők felhasználás, ill. villamos érintkezőtulajdonságok szempontjából nem homogének és villamos ellenállásuk is nagyobb, mint a teljesen átoxidált érintkezőké. A teljesen átoxidált érintkezők viszont hosszadalmas hőkezelést kívánnak és nagyobb CdO tartalmuakban a belső oxidálás okozta térfogatnövekedés repedéseket okozhat.

A belső oxidálási és porkohászati eljárások kombinálásával új eljárás vezethető be, melynek lényege, hogy a megfelelő összetételű Ag-Cd-ötvözetet poritjuk, majd poralakban belsőleg oxidáljuk és az így előállított Ag-CdO-porból porkohászati úton érintkezőket állítunk elő.

A porkohászati eljárás során, egy további zsugorítási és tömörítési művelet beiktatásával, a belsőleg oxidált ötvözetpor kisebb felületi aktivitása ellenére, az elméleti fajsúlyt jól megközelítő érintkezőket lehet előállítani.

Az eljárás a következő előnyökkel jár:

a) A belső oxidálás időtartama lényegesen csökken, mert a néhány tized mm-es szemcsék átoxidálási ideje sokkal rövidebb, mint a kész érintkezőké.

b) A belső oxidálás okozta térfogatnövekedés a kész érintkezőkben feszültségeket és repedéseket nem okoz.

c) Az érintkezők felhasználás, ill. érintkezőtulajdonságok szempontjából homogének és bennük a CdO-fázis diszperzitása nagyobb, mint az eddig használt kétfajta eljárással készített Ag-CdO-érintkezőkben.

d) Az érintkezők keménysége az egész keresztmetszetben egyenletes és nagyobb, mint az eddig használt kétfajta eljárással készített Ag-CdO-érintkezők keménysége.

Az eljárás hátránya, hogy több művelettel jár, mint a szokásos porkohászati eljárás és az a tapasztalat, hogy nagy Cd-tartalmú ötvözetpor oxidálásakor a CdO a szemcsehatárokon feldúsul.

IRODALOM

[1] *Szotoszkov, B. Sz.:* Elektricseszkije kontaktü. Trudü szovescsanyija 26—28 nojabrja 1956-g. Moszkva—Leningrad 1958. Goszenergoizdat.

[2] *Usow, B. B.:* Elektricsesztvo (1948) Nr. 1. 60 old.

[3] *Palme, R.:* Der Einfluss der oxydierenden Wirkung atmosphärischer Luft auf die Wirkungsweise elektrischer Kontakte. Schweizer Archiv. 1953. június, 177—184. old.

[4] *Beggs, R. K.:* Powdered Metals in Electrical Contacts. Journal of Metals 1951. october, 860—864 old.

[5] *Samal, E.:* Schalter, Klemmen und Kontakte für Messzwecke. Verlag: G. Braun, Karlsruhe 1957.

[6] *Győri János:* Porkohászati érintkezők, illetve érintkezőanyagok előállítása és alkalmazása hazánkban, valamint néhány más szocialista országban. Villamosság 8. évf. 8—9. sz. (1960 aug.—szept.) 236—242 old.

[7] Electrical contact materials (Properties, availabilitiy and selection). Johnson, Matthey and Co. Ltd. London 1954. Prospektus.

[8] Kontakte für die Elektrotechnik (Werkstoffe, physikalische Eigenschaften, Formen). Degussa, Hanau 1958. Prospektus

[9] *Freudiger, E.:* Elektrische Kontakte. Bull. Schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 48 (1957) Nr. 20. 873—878 és 895—896. old.

[10] *Keil, A.:* Über die Technologie der Werkstoffe für elektrische Kontakte. Zeitschrift f. Metallkunde 45. (1954) 166—170. old.

[11] *Keil, A.—Meyer, C. L.:* Silber als Werkstoff in der Elektrotechnik. Schweizer Archiv 1955. aug. 264—278 old.

[12] *Dr. Spengler, H.:* Kontaktwerkstoffe auf Silber-Kadmium-Basis und ihre thermische Vergütung. Metall 10. (1956) Heft 13/14. 628—632 old.

[13] *Hováth Aurél és Balláné, Achs Márta:* A diffúziót befolyásoló tényezők és szerepük a kohászati folyamatokban. Kohászati Lapok 1960. 5. sz. 217—221 old.

[14] Metals Handbook. Amer. Soc. for Metals, 1948. Edition, 1115 old.

[15] *Dr. Keil, A.:* Über die „Formierung" von Elektroden- und Kontaktoberflächen durch die elektrische Entladung. Metall 6 (1952) Heft 21/22. 674—679 old.

[16] *Palme, R.:* Sinterung von Silber. Verbundkörpern unter Verwendung von Silberverbindungen. Metall 6 (1952) Heft 13, 14. 369—371 old.

[17] *Richter, R.:* Kontakte aus Kadmium-Silber und Silber-Kadmiumoxid. ETZ-B 11 (1959) Heft 2. 38—40 old.

[18] *Dr. Raub, E.—Plate, W.:* Einfluss der inneren Oxidation auf die technischen Eigenschaften von Silberlegierungen. Metall 10 (1956) Heft 13/14. 620—626 old.

[19] *Palme, R.:* Sintermetalle in der Elektrotechnik. ETZ-B 8 (1956) Heft 6. 233—238. old.

[20] Electrical Contacts in Precious and Special Metals. Machinery Lloyd (European Edition) 1955. No 6 A. 49—53 old.

[21] *Pender, J. T.:* Electrical Contacts. Some Aspects of Theory, Design and Choice of Materials. The The Electrical Journal 6. April 1956. 1064—1068 old.

[22] *Stolarz, S.:* Spiekane styki elektryczne srebrotlenek kadmu. Biuletyn Informacyjny Institutow Ministerstwa Hutnictwa. (1954) Nr. 1. 1—3. old.

[23] *Hensel, F. R.—Larsen, E. I.:* Trans. Am. Inst. Mining Met. Engrs. 161. 5690. (1945)

[24] Brit. Pat. No. 683. 343. Igranic Electric Co. Ltd. (1949).

[25] *Hodgman, C. D.:* Handbook of chemistry and Physics. 37-th edition 1955—56. Part I. 488 old.

Üzemi hírek

Az *Ajkai Alumíniumkohóban* a közelmúltban sikeres kísérleteket folytattak hazánkban eddig megoldatlan vízszintes alumíniumtuskóöntés gyártási módszereinek meghatározására. A kísérletek idején öntött tuskók hossza 1500, keresztszelvénye 350 × 100 mm volt. A tuskó mozgási sebessége az adott keresztszelvénynek megfelelő dermedési sebességgel arányos.

A keresztszelvény változás miatti dermedési sebesség függvényében való húzási sebesség meghatározására további kísérleteket irányoztak elő. A vonó- és kokillaszerkezetet még ebben az évben úgy kívánják átalakítani, hogy egyidejű öntéssel 2 vagy több fenti keresztszelvényű és 12 m hosszú alumíniumsín legyen önthető A továbbiakban a teljesen folyamatos öntést kívánják megvalósítani. A tuskók kívánt hosszát megfelelő távolságú fűrészeléssel biztosítják. *N. E.*

Gyémánt- és aranydiplomák adományozása a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület előterjesztésére a miskolci *Nehézipari Műszaki Egyetem* tanácsa 1961 június hó 28-i ülésén határozatot hozott gyémánt, illetve aranydiplomák adományozásáról, az erre érdemes bánya- és kohómérnökök részére. Mivel az elmúlt időszakban több éven keresztül nem került sor ilyen diplomák adományozására, ez alkalommal tüntették ki azokat a mérnököket is, akik erre már korábban jogosultságot szereztek.

A gyémánt- és aranydiplomák átadásával kapcsolatos ünnepségre *1961. szeptember 11-én* került sor a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen, összekapcsolva az 1961/62. tanév megnyitó ünnepségeivel.

A kitüntetésre előterjesztett mérnökök az egyesület megbízott vezetőségi tagjainak, illetve a titkárság munkatársainak kíséretében *(Martin Imre, Pollner Jenő, Serfőző Iván, dr. Székely Lorán', Varga Frigyes, Vecsenyi Miklós)* utaztak Miskolcra. Az egyetemen *dr. Falk Richárd* rektorhelyettes és *dr. Gyulay Zoltán*, a bányamérnöki kar dékánja üdvözölték a csoportot megérkezése alkalmából.

Az egyetem aulájában *dr. Zambó János* rektor ünnepi beszéd keretében nyitotta meg az 1961/62. tanévet. Kiemelte az oktató-nevelőmunka, a gyakorlati mérnökképzés színvonala emelésének fontosságát, foglalkozott az oktatási reform soronlevő kérdéseivel, s utalt azokra az értékes hagyományokra, amelyek helyes életbentartása a közösségi szellem kedvező kialakulását segíti. *Molnár János*, a művelődésügyi miniszter helyettese felszólalásában elemezte a múlt és jelen időszak egyetemi hallgatóságának életét, valamint azt, hogy mit vár a társadalom az új mérnököktől. *Bárczi Béla*, az egyetemi pártszervezet nevében köszöntötte az új hallgatókat és a gyémánt-, illetve aranydiplomával kitüntetendő mérnököket. Az egyetemi ifjúsági szervezet képviselőjének felszólalása után a tanévnyitó ünnepség végetért és nyomban megkezdődött az egyetemi tanács nyilvános ülése. Ennek keretében *dr. Gyulay Zoltán*, a bányamérnöki kar dékánja egyenként részletesen ismertette a gyémánt-, illetve aranydiplomával kitüntetni kívánt bányamérnökök életművét, azokat a nagyrészt ma is működő műszaki létesítményeket, amelyek megteremtésében tevékenyen közreműködtek. Ezt követően *dr. Horváth Zoltán*, a kohómérnöki kar dékánja méltatta a kitüntetésre előterjesztett kohómérnökök kiemelkedő munkásságát.

Ezután a nyilvános tanácsülés résztvevőinek, és az egyetemi ifjúságnak szűnni nem akaró lelkes tapsa kíséretében, *dr. Zambó János* rektor egymás után nyújtotta át a bánya- és kohómérnököknek a gyémánt- és aranydiplomákat.

60 évet meghaladó tevékeny munkásságáért *gyémántdiplomával* tüntették ki *Schmidt Lajos* és *Somogyi Géza* bányamérnököket.

50 éves vagy ezt meghaladó eredményes munkásságáért *aranydiplomát* kaptak *Csanády László, Fazék Gyula, Korompay Lajos, dr Malmosi Mihály, Meinhardt Vilmos, Moticska Nándor, Pantó Dezső, Schreiner Jenő, Szepesházy Ágoston, Tavy Géza, Vasicsek Zsigmond* bányamérnökök, *Fizély Béla, Gerinczy Pál,* Hüke Kálmán, *Sármay Alajos* kohómérnökök.

A gyémánt- és aranydiplomával kitüntetett mérnökök nevében *Pantó Dezső* mondott köszönetet az egyetem tanácsának és az egyesület vezetőségének. Visszaemlékezett az elmúlt évtizedek sokszor nehéz, de felemelő munkájára, hangsúlyozta az ifjú és idősebb nemzedékek szoros kapcsolatának fontosságát.

A tanácsülést követően az egyetem rektora díszebéden látta vendégül a kitüntetett mérnököket. Az egyetem vezetősége, professzori kara és az ünnepeltek részéről több pohárköszöntő hangzott el, s később az egyetem új épületének fiatal falai között sorra felcsendültek a régi hagyományos diáknóták.

Az ünnepi nap délutánján a kitüntetett mérnökök egy csoportja az egyetem épületét tekintette meg, láthatta az oktató-nevelőmunka egy-egy mozzanatát, s betekintést nyerhetett a tanszékek tudományos kutatómunkájába is. Más csoportok az Egyetemváros környékével ismerkedtek, majd kedves eszmecsere közben emlékeztek meg régi diákelményeikről, s munkásságuk egy-egy jelentős eseményéről.

Még aranyfénnyel öntötte el az Egyetemváros vidékét a finom, szeptemberi alkonyi nap, amikor búcsút vettek az ünneplő egyetemtől a gyémánt- és aranydiplomás mérnökök, s amint elindultak Budapest felé, fülükben talán még csengett a régi, kedves dal: „Ballag már a vén diák, tovább, tovább..."

—ly—t

Durvalemezek ütővizsgálatainak tapasztalatai

REMPORT ZOLTÁN és PÁLVÖLGYI ÁRPÁD okl. kohómérnökök

DK.: 620.17 : 669.14—122

Ismeretes, hogy a fémek egy bizonyos hőmérsékleten rideggé válnak. E hőmérséklet alatt szerkezeti anyagként biztonságuk nagymértékben csökken. A nagyon tiszta vas ugyan csak —170 C° táján ridegedik, az ipari vasfajták azonban ennél lényegesen nagyobb hőmérsékleten válnak rideggé. Mivel a ridegedés gyakran a használat közben előforduló hőmérséklet tartományba esik, a jelenség gyakorlati jelentősége igen nagy.

A ridegség bekövetkezésének okairól, illetőleg a ridegedés hőmérsékletét megszabó tényezőkről ismereteink ma még bizonytalanok. Közismert, hogy a fajlagos ütőmunka az acélok szívósságának egyik legmegbízhatóbb jellemzője. Ezzel magyarázható, hogy az ipari szabványok az acélgyártmányok átvételére mind gyakrabban írnak elő ütővizsgálatot. Sok esetben a szobahőmérsékleten végzett ütés mellett mélyhűtött próbák (pl. —20 vagy —40 C°) ütését is előírják, ezzel akarván ellenőrizni az acélok szívósságát kisebb hőmérsékleten.

Az acélgyártmányok tulajdonságait, így a szívósságot is, igen sok körülmény határozza meg. E tulajdonságok kialakításában egymással ellentétes, nehezen kimutatható hatások is érvényesülhetnek. A ridegedés okainak kutatásakor ezért nem elég egyedül laboratóriumi kísérletekre támaszkodni. Fokozott mértékben célszerű megfigyelni és értékelni az üzemi vizsgálatok eredményeit is. Ezek a nagy számok törvényszerűségei alapján nagyobb biztonsággal adnak felvilágítást a bonyolultabb jelenségek összefüggéseiről.

Ebből a meggondolásból kiindulva vettük megfigyelés alá a Lőrinci Hengerműben a hajóépítés céljaira hosszabb időn keresztül, nagyobb mennyiségben gyártott durvalemezek —40 C°-on való viselkedését. A vizsgálat célja a hidegütőmunka és az acél, illetve lemez egyéb regisztrálható szilárdsági tulajdonságai közötti összefüggések keresése volt. A megfigyelés alapjául üzemszerű átadási vizsgálatok eredményei szolgáltak. Ezért is választottunk vizsgálati hőmérsékletként —40 C°-ot, amely használatos vizsgálati előírás, a szívósság mérésére az ütőpróbát, amelyhez a kis hőmérséklet viszonylag könnyen előállítható és a kísérlet alatt tartható. Feltételeztük, hogy a hidegütőmunka a szobahőmérsékleten mért (normál) ütőmunkával is összefüggésben van, megfigyeléseinket ez utóbbira is kiterjesztettük.

A megfigyelések körülményeinek leírása

A vizsgált lemezek száma 290. Mivel táblánként két-két próba került kivágásra, az ütőpróbák száma 580. Az érvényes MSZ szabványnak megfelelően a szakítópróbákat és az ütőpróbákat keresztirányban lánggal vágták ki, bőséges megmunkálási ráhagyással. A hajlító-ütőkísérleteket Charpy szerint végezték. A szobahőmérsékletű ütőkísérleteket a vizsgálóteremben 18—22 C°-on végezték. A hideg-ütőpróbákat —40 C°-ra szilárd széndioxid és alkohol keverékében hűtötték. A megvizsgált lemezek több, nagyobb súlyú adagból származtak. Egy részüket közvetlenül tuskóból, más részüket előhengerelt brammából hengerelték. A tuskók és előhengerelt brammák más-más acélműből származtak. A tuskók vastagsága 260 és 300 mm, a brammáké 160—220 mm volt. A tuskóból hengerelt lemez 15—22-szeres, a brammából 20—50-szeres összes nyújtást kapott egy 950/750/950 × 3000-es trió durvalemezsoron.

A vizsgált lemezek főbb adatai:

Lemezvastagság 12—30 mm.

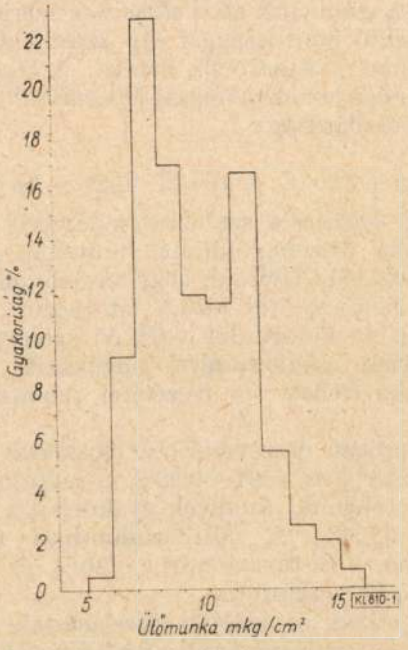
Összetétel:

C = 0,14—0,24%, Mn = 0,32— 0,65%,
Si = 0,18—0,32%, $P \leqq 0{,}05\%$, $S \leqq 0{,}05\%$,
Szakítószilárdság 39,2—48,4 kg/mm²,
Folyáshatár 25,3—32,8 kg/mm²,
Nyúlás δ_{10} 20,4—30,9%,
Ütőmunka + 20 C°-on 5,5—15,8 mkg/cm²,
Ütőmunka —40 C°-on 0—12,0 mkg/cm².

A minőségi jellemzőkből látható, hogy a vizsgált lemezek majdnem teljes egészében megfelelnek a Britisch Lloyd szabvány követelményeinek (41 L), továbbá a magyar hajóipari szabványban szereplő H 4 minőségnek.

1. Az ütőmunka vizsgálata közönséges hőmérsékleten (normál ütőmunka)

A megvizsgált lemezek közönséges hőmérsékleten mért fajlagos ütőmunkája 5,5—15,8 mkg/cm² határok közé esik. Az ütőmunka eloszlása — amint az az *1. ábrából* látható — két szempontból



1. ábra. A közönséges hőmérsékleten mért ütőmunkaértékek eloszlása

tér el a szabályos eloszlási görbétől. A kisebb értékek felől hirtelen emelkedik és két maximuma van. Az előforduló legkisebb ütőmunka 5,5 mkg/cm², az első maximum pedig már 7—8 mkg/cm²-en található (kb. 23% gyakoriság). Az újabb maximum 11—12 mkg/cm²-en van, kb. 17% gyakorisággal. Az értékek vizsgálatakor szembeötlő, hogy az ütőmunka szórása sokkal nagyobb, mint bármely más mechanikai tulajdonságé.

Az előzőekben ismertetett összetételi és vastagsági eltérések mellett a szakítószilárdság kereken 24%-kal, a folyáshatár 30%-kal, a nyúlás 50%-kal változik, ugyanakkor a fajlagos ütőmunka szórása közel 200% (az előforduló legkisebb értékhez viszonyítva). Az ütőmunka tehát sokkal érzékenyebb, ingadozóbb, mint a többi mechanikai tulajdonság.

Ha az azonos ütőmunkát mutató próbák átlagos *összetételét* kiszámítjuk, az *1. táblázatban* látható összehasonlítást kapjuk.

1. táblázat

A normál ütőmunka és az acélösszetétel összefüggése

Ütőmunka mkg/cm²	Átlagos összetétel %			Az összetétel szélső értékei %		
	C	Mn	Si	C	Mn	Si
6—7	0,196	0,640	0,255	0,15—0,22	0,59—0,65	0,20—0,32
7—8	0,206	0,355	0,248	0,14—0,24	0,48—0,65	0,20—0,30
8—9	0,200	0,561	0,252	0,14—0,24	0,44—0,65	0,20—0,30
9—10	0,176	0,505	0,228	0,13—0,22	0,37—0,64	0,14—0,30
10—11	0,170	0,488	0,237	0,14—0,22	0,37—0,58	0,18—0,30
11—12	0,172	0,511	0,242	0,13—0,21	0,37—0,65	0,18—0,30
12—13	0,168	0,498	0,203	0,15—0,20	0,48—0,60	0,18—0,27
13—14	0,167	0,470	0,206	0,13—0,20	0,32—0,59	0,18—0,22

Az egyes elemek mennyiségét összehasonlítva a normál ütőmunka alakulásával, közismert összefüggés fedezhető fel: mind a C-, mind a Mn-, mind a Si-tartalom csökkenése az ütőmunka emelkedésével jár együtt.

Az összefüggés világosabban kimutatható, ha az összetételt gyakorlati képlet segítségével szilárdságra számítjuk át. *Vollmacher* szerint ugyanis megközelítő pontossággal egy számmal fejezhető ki különböző összetevők hatása. A képlet szerint a foszfor és a lemezvastagság hatását elhanyagolva, a szakítószilárdság:

$$\sigma_B = 25 + 100 \cdot C + 10 \cdot (Si - 0{,}2) + 15\,(Mn - 0{,}6).$$

A *2. táblázat* a számított szilárdság és átlagos ütőmunka összehasonlítását mutatja. Az összehasonlításokból látható, hogy az ütőmunka átlaga és az acél-összetétel között határozott kapcsolat áll fenn. Az ütőmunka a (*P*, *S*) szennyezők bármelyikének csökkenésével növekszik, de azonos ütőmunka mellett az összetétel jelentős szórást, mutat.

A próbák összetételének eloszlását vizsgálva 0,16—0,18% és 0,21—0,22% C-tartalmon maximumot találunk, amelyek gyakorisága kb. 33%, illetve 38,5%. A Mn-tartalomban 0,50% és 0,58%-on, a Si-tartalomban 0,20% és 0,25%-on mutatkozik maximum.

A próbák összetételi eloszlásának az egyenletestől és a valószínűségi görbétől való eltérésére a több acélműben való gyártás adhat magyarázatot. Az ütőmunkaérték eloszlásának rendellenességére az összetétel ilyen eloszlása feltételezhetően legalább részletes magyarázatot ad. Az azonos összetétel melletti jelentős eltéréseket támasztja alá az egy adagból hengerelt lemezek ütőmunkájának vizsgálata. Egy adagon belül az ütőmunka 4—6 mkg/cm² eltérést mutat. Az eltérések nem vezethetők vissza vastagságkülönbségekre. Pl. a *3. táblázatban* szereplő *F* jelű adag mért 6 mkg/cm²-es szórása ugyanazon — 14 mm — lemezvastagság mellett jelentkezik. A 3. táblázat tájékoztat 10 adag ütőmunka megoszlásáról (a mért értékek száma szerint). De eltérés tapasztalható ugyanazon lemezből kivágott próbákon mért adatok között is. Csupán az esetek 35%-ában egyezik meg a két egymás mellől vett próba. A lemezek 34%-ánál 0,5—1 mkg/cm², 10%-ánál 1—2 mkg/cm² eltérés mutatkozik. Két esetben észleltünk 4 mkg/cm² körüli eltérést.

2 táblázat

Az átszámított összetétel és ütőmunka összefüggése

Számított szakítószilárdság átlagosan, kg/mm²	Átlagos fajlagos ütőmunka, mkg/cm²
45,3	6,85
45,8	7,59
44,7	8,38
41,9	9,60
40,6	10,60
41,3	11,90
40,5	12,60
39,8	14,20

3. táblázat

Az ütőmunka eltérése egy adagon belül

Adag	Az ütőmunka értéke, mkg/cm²							
	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	12—13	13—14
	a mért értékek száma							
A	4	3	1			1		
B					1	1	4	2
C		5	2		1			
D			2	3	3	4		
E	7	23	16	3				
F	2	6	3	3	1	1		
G		1	6	2	8	2		
H				9	9	3		2
I			4	2	9	6	11	
K		1	2		1	3		

4. táblázat

A szakítószilárdság és ütőmunka összefüggése

Szakítószilárdság, kg/mm²	Az ütőmunkák átlaga, mkg/cm²	Az ütőmunkák szélső értékei mkg/cm²
41	12,6	9,7—15,7
42	11,3	8,7—14,1
43	10,4	7,8—12,8
44	9,7	7,3—11,7
45	9,0	6,9—10,7
46	8,5	6,7— 9,8
47	8,3	6,6— 9,3
48	8,1	6,5— 9,1

Lényegesnek tartottuk a *szakítószilárdság* és a normál ütőmunka kapcsolatának vizsgálatát is. Erről a kapcsolatról némi felvilágosítást már az összetétel hatásának elemzésekor kaptunk. Határozott kapcsolat mutatkozik, ha a szilárdság adatait a hozzájuk tartozó ütőmunkák átlagával hasonlítjuk össze *(4. táblázat)*.

Az összefüggés egyértelmű: a szilárdság növekedésével az ütőmunka csökken. Az összefüggés jellegére jellemző, hogy a szilárdság 7 kg/mm² értékkel való csökkenése az ütőmunka alsó határát 3,2, középértékét 4,5 és felső határát 6,6 mkg/cm²-rel növeli. A szilárdság növekedésével tehát csökken a hozzátartozó ütőmunka szórása. A szakítószilárdság és az ütőmunka között mindkettő, de különösen az utóbbi szórása miatt pontos függvénykapcsolat nem lehetséges. A korrelációs kapcsolat azonban határozott, ezért lehetséges közelítő függvény meghatározása. Ha elsőfokú összefüggést tételezünk fel, akkor egyenletünk a következő alakú lesz:

$$\ddot{u}_n = a \cdot \sigma_B + b$$

Az egyenlet állandóinak meghatározására, a legkisebb négyzetek elvét alkalmazva, a normálegyenletek szolgálnak:

$$\Sigma \ddot{u}_n = a \cdot \Sigma \sigma_B + b \cdot n$$

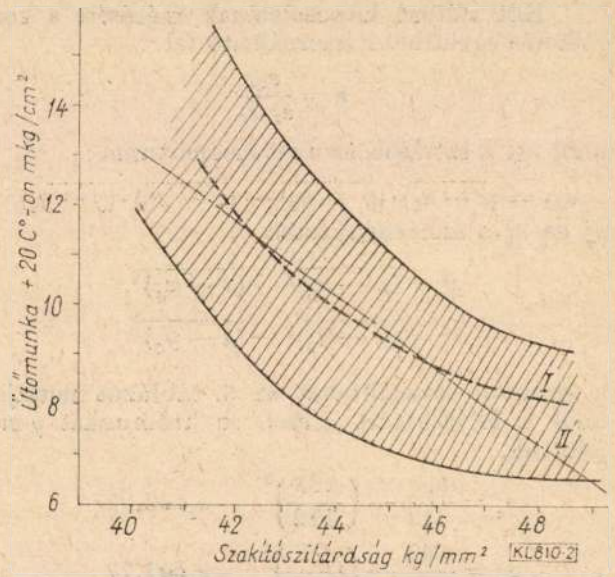
$$\Sigma \ddot{u}_n \cdot \sigma_B = a \Sigma \sigma_B^2 + b \Sigma \sigma_B,$$

ahol $\Sigma \ddot{u}_n$ = a mért ütőmunkák összege,
$\Sigma \sigma_B$ = a mért szakítószilárdságok összege,
n = mérések száma,
A legvalószínűbb összefüggést az

$$\ddot{u}_n = 42{,}3 - 0{,}73\, \sigma_B$$

egyenlet fejezi ki a

$\sigma_B = 39$—48 kg/mm² határok között.



2. ábra. A közönséges hőmérsékleten mért ütőmunka alakulása a szakítószilárdság függvényében

I görbe az azonos szakítószilárdsághoz tartozó ütőmunka átlaga
II görbe lineáris megközelítő egyenlet. A mérési pontok a vonalkázott területbe esnek

Az így képzett függvényt a *2. ábra* II görbéje tünteti fel. Az I görbe az átlagolt ütőmunka adatokat mutatja.

Látható, hogy az ütőmunka nagy szórása miatt a lineáris függvény az adott tartományon belül is csak nagy megközelítéssel fejezi ki az összefüggést. Megkíséreltük másodfokú függvény felállítását is, azonban ez sem vezetett pontosabb eredményre.

A *folyáshatár* lényegesen lazább összefüggést mutat a normál ütőmunkával, mint a szakítószilárdság. Ezért itt csupán arra szorítkozhatunk hogy a korrelációs kapcsolat erősségét vizsgáljuk.

Táblázat a folyáshatár és ütőmunka közötti korreláció számításához *5. táblázat*

x \ y	25	26	27	28	29	30	31	32	n_i	$x_i - x_0$	$n_i(x_i - x_0)$	$n_i(x_i - x_0)^2$	
6,5	$^{+12}$1	$^{+8}$1		^{0}1		$^{-8}$1			4	—4	—16	64	+12
7,5	$^{+9}$1	$^{+6}$6	$^{+3}$2	^{0}3	$^{-3}$5	$^{-6}$4	$^{-9}$2	$^{-12}$1	24	—3	—72	216	—8
8,5	$^{+6}$6	$^{+4}$3	$^{+2}$3	^{0}4	$^{-2}$7	$^{-4}$4	$^{-6}$2		29	—2	—58	116	+2
9,5		$^{+2}$4	$^{+1}$2	^{0}4	$^{-1}$1	$^{-2}$1			12	—1	—12	12	+7
10,5	^{0}4	^{0}1	^{0}6	^{0}4					15	0	0	0	0
11,5	$^{-3}$7	$^{-2}$3	$^{-1}$2	^{0}3		$^{+2}$1			16	+1	+16	16	—27
12,5		$^{-4}$2	$^{-2}$1						3	+2	+6	12	—10
13,5			$^{-3}$1		$^{+2}$2				3	+3	+9	27	+3
14,5	$^{-12}$1	$^{-8}$2	$^{-4}$3						6	+4	+24	96	—40
n_j	20	22	20	19	15	11	4	1	112		—103	559	—61
$y_j - y_0$	—3	—2	—1	0	+1	+2	+3	+4					
$n_j(y_j - y_0)$	—60	—44	—20	0	+15	+22	+12	+4	—71				
$n_j(y_j - y_0)^2$	180	88	20	0	15	44	36	16	399				
	+24	+34	—5	0	—24	—48	—30	—12	—61				

Két változó kapcsolatának mérésére a korrelációs együttható használható fel:

$$r = \frac{s_{xy}}{s_x \cdot s_z}$$

ahol s_{xy} a szórások szorzat-momentuma:

$$s_{xy} = \overline{(x - x_0)\cdot(y - y_0)} - \overline{(x - x_0)}\cdot\overline{(y - y_0)},$$

s_x^2 és s_y^2 a szórásnégyzetek

$$s_x^2 = \overline{(x - x_0)^2} - \overline{(x - x_0)}^2,$$

$$s_y^2 = \overline{(y - y_0)^2} - \overline{(y - y_0)}^2$$

a számítás összeállítását az 5. táblázat mutatja, ahol a folyáshatárt x-szel, az ütőmunkát y-nal jelöltük.

$$s_x^2 = \frac{559}{112} - \left(\frac{103}{112}\right)^2 \qquad s_x \simeq 2{,}03$$

$$s_y^2 = \frac{399}{112} - \left(\frac{71}{112}\right)^2 \qquad s_y \simeq 1{,}77$$

$$s_{xy} = -\frac{61}{112} - \frac{103}{112}\cdot\frac{71}{112} \simeq -0{,}92$$

$$r = -\frac{0{,}92}{2{,}03 \cdot 1{,}77} \simeq -0{,}26$$

A folyáshatár és normál ütőmunka között tehát középerős negatív korrelációs kapcsolat áll fenn. Ez azt jelenti, hogy a normál ütőmunka a folyáshatár növekedésével is csökkenő tendenciát mutat.

A normál ütőmunka *lemezvastagság* szerinti megoszlását is vizsgáltuk *(6. táblázat)*.

6. táblázat

A normál ütőmunka alakulása a lemezvastagság szerint

Lemezvastagság, mm	A fajlagos ütőmunka		
	szélső	leggyakoribb	átlagos
	mkg/cm²		
12,0	7—14	8— 9	9,4
13,0	6—12	10—11	8,8
13,5	6—13	11—12	10,7
14,0	6—14	10—11	9,6
16,0	7—13	8— 9	9,3
17,5	6—13	—	8,8
19,5	7—12	7— 8	9,2
20,0	8—14	10—11	10,7

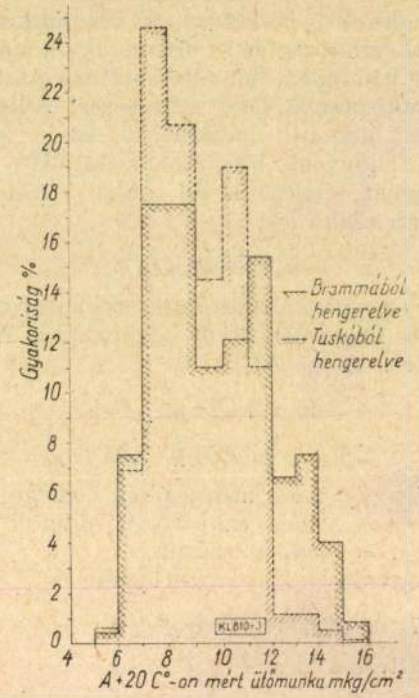
Az összehasonlítás a lemezvastagság és az ütőmunka között törvényszerű kapcsolatot nem mutat. Mivel különböző vastagságokhoz különböző lehűlési sebesség és különböző átmunkálás tartozik, feltételezhető, hogy ezek hatása nem észlelhető az ütőmunkán, az adott határokon belül. A vizsgálatok szerint viszont a brammából hengerelt lemezek ütőmunkája valamivel kedvezőbben alakul, mint a tuskóból hengerelteké *(3. ábra)*.

A minimális ütőmunka mindkét esetben azonos, de amíg tuskóból való hengereléskor 12 mkg/cm² fölé csak 2,7%-a, brammából való hengerléskor közel 18%-a esik. A bugából való hengerlés a próbák 35%-a, a tuskóból 45,3%-a esett 7—9 mkg/cm² közé. A második gyakorisági maximum egytűzi gyártáskor 10—11 mkg/cm²-né (19,0%) brammából való hengerléskor 11—12 mkg/cm²-nél (15,4%) található.

A jelenség oka további vizsgálatot kíván.

2. Az ütőmunka alakulása —40 C° hőmérsékleten

Az előző fejezetből kitűnt, hogy a vizsgált acélok fajlagos ütőmunkája 5,5—15,6 mkg/cm² közé esik. A nagymértékű szóráson és a két gyakorisági maximum jelentkezésén kívül a normál ütőmunka vizsgálatakor más szembetűnő jelenség



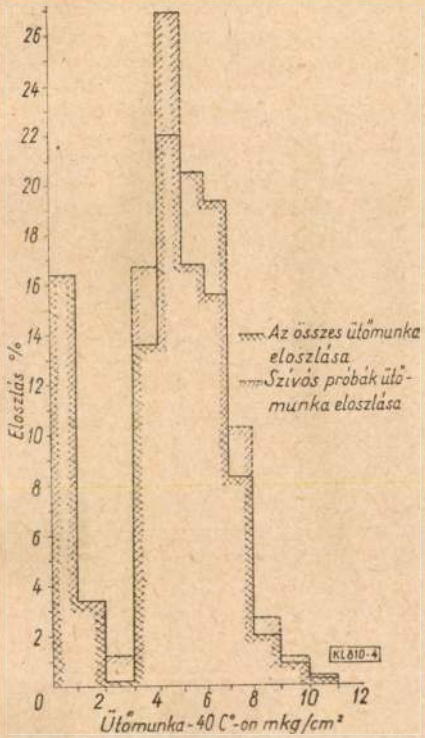
3. ábra. A brammából és tuskóból hengerelt lemezek ütőmunkájának eloszlása

nem mutatkozott. A próbatestek hőmérsékletének —40 C°-ra hűtése után ettől lényegesen eltérő jelenségek észlelhetők. A próbatesteknek csak egy része mutatkozik szívósnak, 3,0—7,5 mkg/cm² ütőmunkával. Az ütőmunka a próbatestek kb. 20%-ánál gyakorlatilag 0-ra csökken. A ridegen tört próbák élesen elválnak a szívósan viselkedő próbák csoportjától. Kivehető, hogy a ridegtörés a szívósságnak a kis hőmérséklet által okozott általánosan csökkenő tendenciájával egyedül nem magyarázható.

A szívós próbatestek ütőmunkájának megoszlását a *4. ábra* szaggatott vonala mutatja. A diagramból látható, hogy —40 C°-on két gyakorisági maximum nem jelentkezik. Meg kell azonban jegyezni, hogy az összes értékek eloszlásában a ridegtörés 1 mkg/cm² körül igen éles maximumot okoz (folytonos vonal). A hidegütőmunkának alakulásában törvényszerűséget felfedezni szintén nagyon nehéz. Elsőként kínálkozik a *hideg- és normál ütőmunka* összefüggésének vizsgálata. A *7. táblázat* az azonos normál ütőmunkákhoz tartozó hidegütőmunkák megoszlását mutatja.

A hidegütőmunka megoszlása a normál ütőmunka szerint *7. táblázat*

Ütőmunka —40 C°-on, mkg/cm²	A normál ütőmunka, mkg/cm²							
	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	12—13	13 felett
	A hidegütőmunka %-os eloszlásban							
2— 3	2,9	—	1,8	1,7	3,2	—	—	—
3— 4	76,5	35,5	16,1	—	1,1	1,6	—	5,0
4— 5	20,6	52,7	51,8	14,0	5,4	5,0	—	10,5
5— 6	—	9,7	22,3	54,5	25,8	10,0	5,4	—
6— 7	—	—	6,3	28,1	45,2	41,8	11,0	26,5
7— 8	—	1,1	0,9	—	17,2	36,6	50,0	16,0
8— 9	—	—	0,8	—	2,1	5,0	11,5	26,5
9—10	—	—	—	1,7	—	—	16,7	5,0
10 felett	—	—	—	—	—	—	5,4	10,5



4. ábra. A —40 C°-on mért ütőmunkaértékek eloszlása
Folytonos vonal = az összes ütőmunka eloszlása, szaggatott vonal = a szívós próbák ütőmunkájának eloszlása

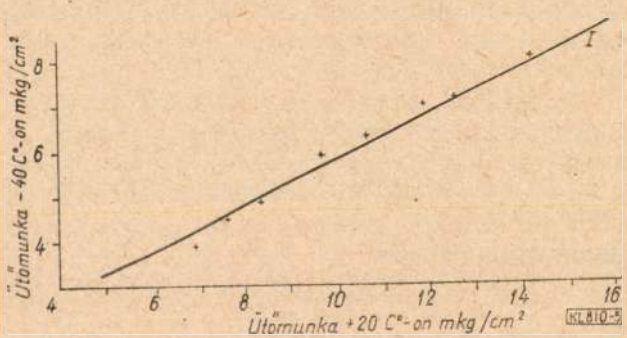
Az azonos normál ütőmunkájú acélok hideg ütőmunkája nagy szórást mutat. Észrevehető azonban, hogy a normál ütőmunka növekedésével a hidegütőmunka is emelkedik. Az összefüggés világosabban kivehető, ha az összetartozó ütőmunka átlagát vizsgáljuk *(8. táblázat)*.

8. táblázat

Az ütőmunka összefüggésének jellege

Ütőmunkák középértéke 20 C°-on	—40 C°-on	A —40 C°-on végzett szélső értékei	A két középérték hányadosa
mkg/cm²			
6,85	3,91	2,5— 5,0	0,57
7,59	4,49	3,3— 7,3	0,58
8,38	4,81	2,5— 9,0	0,58
9,66	5,85	3,0—10,0	0,61
10,60	6,28	3,0— 8,8	0,59
11,90	6,95	3,5— 8,5	0,59
12,60	7,08	6,0—10,3	0,61
14,20	7,95	3,8—12,0	0,56
Átlag 9,47	5,54		0,584

Az összeállításból látható, hogy az acél normálütőmunkájának növekedésével a hidegütőmunka alsó határa gyakorlatilag nem nő, leggyakoribb értéke, középértéke és felső határa azonban jelentősen növekszik. Legszembetűnőbb, hogy a hideg- és normál ütőmunka átlagának viszonya az értékek nagyságától független, összefüggésük tehát lineáris. *(5. ábra)*



5. ábra. A szobahőmérsékleten és —40 C°-on mért ütőmunka összefüggése

A legvalószínűbb összefüggést itt is meghatározhatjuk. A normál ütőmunkát $\ddot{u}_n$-nel, a hideg ütőmunkát $\ddot{u}_h$-val jelölve, a következő lineáris közelítő függvény adódik :

$$\ddot{u}_h = 0{,}47 \cdot \ddot{u}_n + 1{,}1$$

A hidegütőmunka az utóbbi összefüggés révén az acél egyéb tulajdonságaival a normál ütőmunkához hasonló kapcsolatot mutat. A szakítószilárdsággal a *9. táblázatban* közölt összefüggés adódik.

9. táblázat

A szakítószilárdság és hidegütőmunka kapcsolata

Szakítószilárdság, kg/mm²	A —40 C°-on végzett ütőmunka középértéke mkg/cm²
41—42	7,1
42—43	6,4
43—44	5,8
44—45	5,5
45—46	5,1
46—47	4,7
47—48	4,5
48—49	4,5

A valószínűségi egyenletek összekapcsolásával meghatározhatjuk a szakítószilárdság és hideg

ütőmunka kapcsolatát is.

$$ü_h = -0{,}34\ \sigma_B + 20{,}8$$

$\sigma_B = 39—49$ kg/mm² határok között.

3. Ridegtörés

A —40 C°-on végzett kísérlet során a próbatestek 20%-a ridegen törött. A ridegtörés az ütőgép skálájának megfigyelése nélkül is pontosan megállapítható. A szívós anyagoknál mutatkozó tompa hang helyett éles, pattanó *üres* hang észlelhető. E próbák ütőmunkája gyakorlatilag 0. A jelenség létezéséről az irodalom tud, okait igyekszik magyarázni. Sok problémát okoz gyártónak és felhasználónak egyaránt. Kiküszöbölése, mind a mai napig nem sikerült, de úgy véljük okainak megnyugtató magyarázata sem született még meg.

A ridegtörés jelenségét a 290 lemezen elvégzett 580 próba közül 117-en észleltük, azaz az összes próbák 20,2%-ánál. A ridegtörés miatt meg nem felelt lemezek száma azonban 78, tehát 26,9%. A kiesett lemezek feléből (39) ugyanis az egymás mellől vett párhuzamos próbák közül csak egyik mutatott ridegtörést.

Szembeötlő, hogy a ridegtörést mutató lemezek másik felének párhuzamos próba ütőmunkája normális, sőt néha igen jó volt. A rideg próbák szívós párhuzamos próbáinak ütőmunkája a következőképpen oszlott meg :

ütőmunka mkg/cm²

	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10
próbák száma	9	7	11	6	2	2	2

Ezek a parallelpróbák a normál ütőmunkával és az acél egyéb tulajdonságaival az előző fejezetben ismertetett összefüggést mutatják. Mindenképp arra kell tehát következtetni, hogy a ridegtörés helyi jelenség. Ezt támasztja alá az a körülmény is, hogy a pótpróbák kb. 60%-ának mindkét értéke megfelelő volt.

A ridegen tört próbák számát normálütőmunka szerint a *10. táblázat* mutatja.

A ridegtörést mutató lemezek száma tehát a kisebb ütőmunkájú acéloknál kedvezőbb. Egyéb tulajdonságok a szokásos átlagos értéket mutatják

10. táblázat

Ridegtörés jelentkezése a normál ütőmunka szerint

Normál ütőmunka mkg/cm²	Ridegtörések száma az összes lemez %-ában			Ridegtörések száma az összes érték %-ában
	egyik	mindkettő	összesen	
6— 7	7,70	30,80	38,5	34,6
7— 8	13,20	7,50	20,7	14,2
8— 9	14,30	6,40	20,7	13,5
9—10	11,80	14,70	26,5	20,6
10—11	13,20	11,30	24,5	17,9
11—12	13,90	16,70	30,6	23,6
12—13	33,30	8,40	41,7	25,0
13—14	—	37,50	37,5	37,5
14—15	14,30	28,60	42,9	35,7
Átlagosan :	13,45	13,45	26,9	20,6

Megállapítható azonban, hogy a ridegtörést mutató lemezek normál ütőmunkája azonos szilárdság mellett általában kisebb, mint a szívós lemezeké.

A ridegtörést az összetétel szerint vizsgálva megállapítható, hogy az a legtöbb adagból jelentkezik, azonban egyes adagokból a kiesések száma az átlagosnál nagyobb.

A vizsgált 48 adagból 34-nél jelentkezett a ridegtörés : tuskóból való hengerléskor 17 adagból 12-nél, brammából való hengerléskor 31 adagból 22-nél (egyaránt 70%). A tuskóból hengerelt 179 lemezből 40-nél (22,4%), a brammából hengerelt 91 lemezből 38-nál észleltünk ridegtörést (41,5%). A ridegtörés lehetősége tehát a feldolgozás módjától és a gyártóműtől független, de úgy látszik, a ridegtörés valószínűsége a tuskóból hengerelt lemezekből kisebb.

Azon adagok elemzését vizsgálva, amelyekből a kiesések száma különösen sok, megállapítható, hogy az acél szennyezőelemei közül egyik sem lehet a ridegtörés oka. A *11. táblázat* 12, különösen rossz adag elemzését ismerteti.

11. táblázat

Néhány ridegtörésre hajlamos adag összetétele

Adag	%				
	C	Mn	Si	P	S
I	0,19	0,62	0,20	0,033	0,039
II	0,15	0,48	0,18	0,023	0,030
III	0,16	0,48	0,19	0,023	0,035
IV	0,18	0,64	0,19	0,041	0,038
V	0,14	0,46	0,20	0,031	0,032
VI	0,17	0,51	0,22	0,038	0,029
VII	0,20	0,60	0,19	0,028	0,019
VIII	0,14	0,51	0,23	0,036	0,018
IX	0,14	0,50	0,20	0,014	0,033
X	0,16	0,50	0,27	0,029	0,027
XI	0,17	0,50	0,25	0,013	0,040
XII	0,21	0,46	0,20	0,029	0,020

12. táblázat

Ridegtörés jelentkezése különböző vastagságú lemezekből

Lemezvastagság, mm	Összes próbaszám, db	Ridegtörés mutatkozott		Összesen
		egyik ért.	mindkétért.	
		%		
12,0	20	15,0	5,0	20,0
12,5	4	—	—	—
13,0	78	14,1	14,1	28,2
13,5	21	19,0	24,8	43,8
14,0	83	9,6	22,9	32,5
14,5	8	50,0	—	50,0
15,0	4	25,0	50,0	75,0
16,0	35	8,6	—	8,6
17,0	7	28,6	—	28,6
19,5	11	—	9,1	9,1
20,0	16	12,5	—	12,5
25,0	2	—	—	—
30,0	1	—	—	—

Az I—V adagokat brammából, a VI—XII adagokat tuskóból hengerelték. Egyetlen megfigyelhető jelenség, hogy a ridegtörés szempontjából kedvezőtlen adagok között 0,46% alatt-Mn-tartalmú nem található. Ez azonban valószínűleg nem hozható összefüggésbe a ridegtörés-

sel. A lemezvastagsággal, amely az alakítás mértékének és a hűlési viszonyoknak hatását fejezi ki, gyakorlatilag szintén nem található összefüggés *(12. táblázat)*.

Összefoglalás

A dolgozatban a 39—49 kg/mm² szakítószilárdságú durvalemezek közönséges és —40 C° hőmérsékleten mért ütőmunkájának alakulását vizsgáltuk. A vizsgálat alapjául az acél egyéb tulajdonságaival való összehasonlítás szolgált. Az ismertetésből kiderült, hogy látszólag teljesen azonos körülmények között az ütőmunka igen nagymértékű eltérést mutat. Megállapítható, hogy a szakítószilárdság, folyáshatár, C-, Mn-, Si-tartalom csökkenésével az ütőmunka növekvő tendenciát mutat ugyan, de az értékek nagymértékű szórása miatt határozott függvénykapcsolat nem állítható fel. Ugyanígy elmondható, hogy a —40 C°-on mért ütőmunka átlaga a normálütőmunka átlagának kereken 0,6-szorosa, mindkét érték szórása miatt az összefüggés mégsem egyértelmű.

Másik szembeötlő jelenség, hogy a —40 C°-on jelentkező ridegtörés a vizsgált területen független az acél szokásos összetevőitől, a lemezvastagságtól, az acélműtől. Az ütőmunka szórásán kívül jellemzőnek vehető, hogy ridegtörést mutató lemezekből az első ízben vett próbák közül az esetek felében az egyik próba szívós. Második próbavételkor (pótpróba) ezek 60%-ából mindkét próba megfelelt.

A ridegtörés a jelenségek vizsgálata alapján — úgy látszik — nincs összefüggésben a darab másutt mért ütőmunkájával. Ezt több megfigyelés támasztja alá. Elsősorban az a tény, hogy a ridegen tört próbák szívós párhuzamos próbáinak ütőmunka-eloszlása megegyezik az általános eloszlással. Érdekes jelenség, hogy — noha a brammából hengerelt lemezekből a normálütőmunka kedvezőbben alakul, mint tuskóból hengerelt lemezekből, a ridegtörés valószínűsége mégis az előbbieknél nagyobb.

A dolgozat nem tudott egyértelmű összefüggést felállítani sem az ütőmunka alakulására, sem a ridegtörés okaira. Ezen bizonytalanságok alátámasztására tartottuk szükségesnek a számos összefoglaló-táblázat közlését.

Egy alapvető megfigyelést azonban le kell vonni. Az ütőmunka feltétlenül helyi tulajdonság. Az ütőmunka nagymérvű ingadozása, az acél szomszédos helyeiről szívós és rideg próbák származása, a ridegtörés jelentkezésének az átlagos összetételtől való függetlensége helyi okokra utal. Igen jelentősnek látszik, hogy a ridegtörés lehetősége gyakorlatilag minden vizsgált acéladagra fennállt, valószínűsége azonban az acélgyártás módjától (acélműtől) nagymértékben függ.

Az ütőmunkában mutatkozó bizonytalanságok feltehetően csak az acélminőség egyenletességének javításával szüntethetők meg. A ridegtörést feltehetően bizonyos kémiai szennyezők helyi dusulása okozza.

Műszaki és gazdasági hírek

A Pechiney elnöke a **leobeni** nemzetközi *könnyűfém konferencián* többek között közölte, hogy Európa *alumínium*-termelési kapacitása a közeljövőben meg fogja közelíteni a 2 millió t-át. Európa alumíniumfogyasztása az utolsó tíz év alatt 388 ezer t-ról 1330 ezer t-ra emelkedett.

Metal Bulletin 1961. aug. 4.

*

Franciaországban Abevilleben az amerikai Armco hidegen vont *csőgyártó* üzemet épít. A csövek elsősorban az autóipar részére szükségesek.

L'Usine Nouvelle 1961. aug. 17.

*

Rozsdamentes acéltermelés ezer t-ban

	1958	1959	1960
Anglia	151	171	224
Franciaország	97	123	190
Japán	61	102	178
NSZK	136	191	259
Olaszország	36	45	58
Svédország	108	142	177
USA	812	1021	911

A fejlődés Japánban volt a legerőteljesebb 67, illetve 74%. A francia fejlődés 45%-os, az olaszoké 40%-os, a NSZK-é 36%-os volt.

L'Usine Nouvelle 1961. aug. 24.

*

Az **ausztriai VÖEST** 1961. évi termelését csak néhány %-kal fogja emelni, 1961-ben *nyersvas* termelése 1,6 millió t, *folyékonyacél* termelése 1,83 millió t, *hengerelt áru* pedig 1,25 millió t lesz. Dolgozóinak száma 25 000. A vállalat 1962. év végéig el van látva rendeléssel.

Jelenleg Romániával és a SzU-val tárgyal LD eljárás bevezetéséről.

1962-ben megindul a 2. hideg hengerműve és a második acélműben egy újabb 50 t-s LD konverter, mellyel eléri a 2 millió t-s folyékonyacél termelést.

Montan, 1961. IX. 7.

*

Olaszország *vaskohászata* 1959—1960-ban

Termelt cikk	1959. 1000 t	1960.
Hengerelt acél	4965	6245
Ebből:		
sín és tartozékai	136	142
tartó és idomacél	349	440
rúdacél, betonacél	1638	2073
abroncsacél	349	448
csőbuga	162	210
szélesacél	31	36
durvalemez	693	823
finomlemez	1014	1323
Hengerhuzal	553	627
Széles lemezszalag készáru	40	123
Nyersvas	2121	2714
Ferromangán affiné	3,8	5,0
Ferroszilícium	22,9	46,1
Ferrokróm	14,0	20,5
Egyéb ferroötvözet	30,6	37,8
Folyékony acél	6761	8229
Ebből:		
szénacél	5021	6465
ötvözött acél	1740	1764

St. u. E. 1961. 18. sz.

*

Siemens—Martin-kemencék tüzelése földgázzal

SZIKLAVÁRI JÁNOS okl. kohómérnök

DK.: 662.69 : 669.182.2/4

Manapság gyakran olvashatunk az európai szaklapokban arról, hogy egy-egy SM-üzem áttér földgáztüzelésre. Sok beszámoló jelent meg az elért eredményekről is. Általában kedvezőek a tapasztalatok, de több lényeges kérdésben ellentmondás fedezhető fel. Egyes szerzők szerint a földgáztüzelésre való áttérés után pl. megnőtt a teljesítmény, javult a kemencetartósság, mások szerint mindkettő, vagy csak az utóbbi csökkent és megnőtt az energiafelhasználás stb. A legnagyobb ellentmondás talán mégis az, hogy amíg Európában, főleg a Szovjetunióban a SM-kemencék fűtésére terjed a földgáz, akár földgáz-pakura vegyes-, akár tisztán földgáztüzelés alakjában, addig sok amerikai acélmű, talán főleg teljesítmény okokból évtizedes földgázüzem után mostanában tér át a tiszta, vagy vegyes földgáztüzelésről földgáz-pakura vegyes, vagy tiszta pakuratüzelésre [1], [2]. Mindezek azt bizonyítják, hogy a földgáztüzelés — számos jelentős előnye mellett — problémákat is okoz. Ezek a különböző üzemi viszonyok között más-más módon jelentkeznek, más-más kihatással járnak.

Hazánkban először Diósgyőrben használtunk földgázt (a romániai kis-sármási földgázt) SM-kemence fűtésére és 1959 áprilisa óta fokozatosan minden kemencében áttértünk a földgáz pakura vegyestüzelésre. Mint a későbbiekben bemutatjuk, teljesítmény- és gazdasági eredményeink megnyugtatóan javulnak és bíztatóak a jövő követelményeit illetően is. Népgazdaságunk energiagazdálkodási terve szerint azonban — a hazai földgáztermelés fejlesztésével párhuzamosan — kívánatos a diósgyőri földgáz-pakura vegyesüzemet a teljes földgáz, illetve a minimális pakurafelhasználás felé eltolni, ugyanakkor többi acélművünknek is a hasonló fajtájú tüzelésre fel kell készülnie.

Nem érdektelen tehát, ha elsősorban kétéves földgázüzemünk tapasztalataira támaszkodva, rövi den bonckés alá vesszük a számos jó tulajdonsággal bíró földgáz talán egyetlen komoly betegségét — gyenge lángsugárzóképességét —, mert ennek orvoslása nélkül a rohamosan fejlődő acéliparunkat nem építhetjük a földgázra.

A SM-kemencében gyakorlati körülmények között — vagyis megfelelő levegőfelesleggel — eltüzelt fűtőanyag 1 Nm³ füstgázának hőtartalma

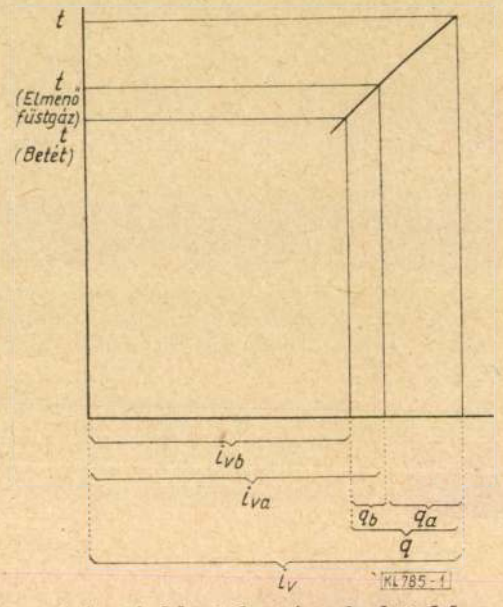
$$i_v = \frac{Q_f + Q_r}{V_v} \text{ kcal}$$

Q_f az egységnyi mennyiségű tüzelőanyag fűtőértéke, Q_r a levegő és a fűtőanyag érzékelhető melege, V_v a valódi füstgázmennyiség.

Ismeretes, hogy a füstgáz hőtartalmából a kemencebetét számára hasznosítható melegként csak annyi jöhet szóba, amennyi a hőtartalomból a betét hőmérséklete felett áll rendelkezésre *(1. ábra)*. Ha ezt q-val jelöljük, míg a megmaradó hőtartalmat i_{vb}-vel, akkor

$$i_v = i_{vb} + q \text{ kcal/Nm}^3 \text{ füstgáz,}$$

q tehát az a hőmennyiség, amelyet a SM-kemencében gyakorlati körülmények között eltüzelt fűtőanyag 1 Nm³ füstgáza lead, ha a hőmérséklete a betét hőmérsékletéig hül le, i_{vb} pedig a füstgáz hőtartalma a betét hőmérsékletén.



1. ábra. A füstgáz-hőtartalom és a leadott hőmennyiség összefüggése a füstgáz hőmérsékletével

A q nagyságából következtethetünk arra, hogy a szóbanforgó tüzelőanyaggal egyáltalán fűthető-e SM-kemence. Ez azonban nem teljes értékű jellemző, mert a füstgáz sohasem hül el a betét hőmérsékletéig, hanem annál mindig nagyobb hőmérsékleten távozik a kemencetérből. A q-nak tehát csak egy része hasznosodik:

$$\eta_q \cdot q = q_a \text{ kcal/Nm}^3$$

$$\eta_q < 1$$

Az η_q hatásfokténye ző már lényeges jellemző, mert arra ad felvilágosítást, hogy a füstgáznak a betét hőmérséklete felett érzékelhető melegéből valójában mennyi marad a kemencében. Az η_q hatásfokténye zőt meg kell különböztetnünk a hőfelhasználási ténye zőtől, valamint a tüzelési-, kemence- és munkatérhatásfoktól.

A q_a tulajdonképpen a lángsugárzás, gázsugárzás és áramlás útján a kemencében leadott hőmennyiség:

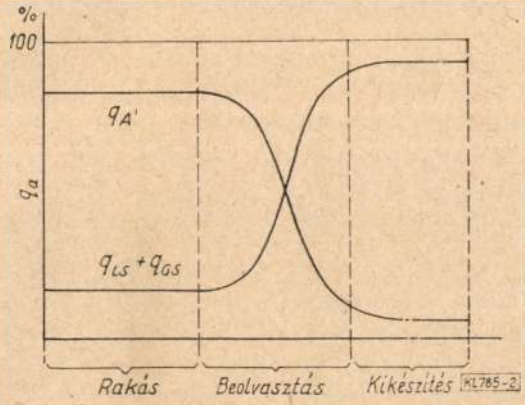
$$q_a = q_{LS} + q_{GS} + q_A$$

Az áramlással átadott hőmennyiséget Newton-képletével számíthatjuk ki:

$$q_A = \alpha \cdot F \cdot (t_{\text{füstgáz}} - t_{\text{betét}}) \text{ kcal/ó.}$$

Eszerint minél nagyobb a füstgáz és betét hőmérséklete közti különbség, illetve minél nagyobb

felületen (*F*) érintkezik a füstgáz a betéttel, annál nagyobb az átadott hőmennyiség. Az α (kcal/m²·ó·C°) hőátadási tényező nagysága elsősorban a hőmérséklettől és a füstgáz áramlási sebességétől függ és csaknem független a tüzelőanyag minőségétől. Newton-képletéből kitűnik, hogy az áramlásos hőátadással a rakás alatt, valamint a beolvadás első felében — elsősorban a kedvezően nagy hőmérsékletkülönbségek következtében — nagy melegmennyiség adható át. Ezekben a periódusokban a sugárzásos hőátadások kisebb jelentőségűek (*2. ábra*). Miután ez az áramlásos hőátadás nem



2. ábra. Az áramlással (q_A) illetve lángsugárzással (q_{LS}) és gázsugárzással (q_{GS}) leadott hőmennyiség részesedése a füstgázoknak a kemencében maradó melegéből, az adaggyártás egyes periódusaiban

függ számottevő mértékben a tüzelőanyag minőségétől, a rakás alatt és a beolvadás első felében minden megfelelően nagy q értékkel rendelkező tüzelőanyagnak jó hőleadótényezője lehet. Célszerű az áramlásos hőátadás időszakának hőleadótényezőjét η_{qA}-val jelölni, megkülönböztetésül a sugárzó szakasz hőleadótényezőjétől, η_{qS}-től.

A salakkal takart folyékony fürdő megjelenése után már a lángsugárzás, illetve gázsugárzás lesz döntő jelentőségű, míg az áramlásos hőátadás csak néhány (max. 7—8) százalékos szerepet visz.

Lángsugárzáson az égés folyamán fellépő sugárzást, míg gázsugárzáson az égéstermékek, főleg CO_2 és H_2O sugárzását értjük.

A sugárzás útján átadott hőmennyiség mindenekelőtt a hőt leadó közeg, jelen esetben a láng, illetve füstgáz sugárzási energiájától függ, amelyre a Stefan-Boltzmann-törvény érvényes:

$$E = \varepsilon \cdot 4{,}9 \frac{T^4}{100} \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{ó}.$$

Az ε feketeségi fok abszolút fekete testre 1, máskor 1-nél kisebb és a SM-kemencék gyakorlatában füstgázra, illetve lángra — a tüzelőanyag minőségétől függően — 0,15-től 0,70-ig terjed. A 0,15 és 0,70 feketeségi fokok összehasonlításából arra következtethetünk, hogy a sugárzásos hőátadás mértékét döntő módon a tüzelőanyag tulajdonságai határozzák meg.

A láng sugárzóképességét vizsgálva, legkedvezőbbnek a teljes színképben sugárzó világító lángot találjuk. Világító láng úgy jön létre, hogy az égés kezdeti szakaszaiban a szénhidrogénekből termikus bomlás következtében mind több és több hidrogén hasad le, miközben a molekulamaradék fokozatosan C-vázzá alakul [3]. A C-vázak, illetve C-részecskék az égés során keletkező magas hőmérsékletű füstgázoktól sugárzás és főleg a bensőséges érintkezés útján rendkívül gyorsan átveszik a hőt és felmelegednek a világító fehérizzás hőmérsékletéig is. A világítva izzó szénrészecskék — ha megfelelő számban vannak jelen — sugárzás tekintetében szilárd testekként viselkednek és a lángnak meghatározott feketeségi fokot kölcsönöznek. Szénhidrogéndús szénporláng, vagy kátrányláng feketeségi foka 0,50—0,70 között is lehet.[4]. A szénrészecskék a magukba gyűjtött hőből azután a színkép valamennyi hullámhosszán sugároznak ki, miáltal lehűtik a lángot, kiegyenlítik annak hőmérsékletét, végül elégnek.

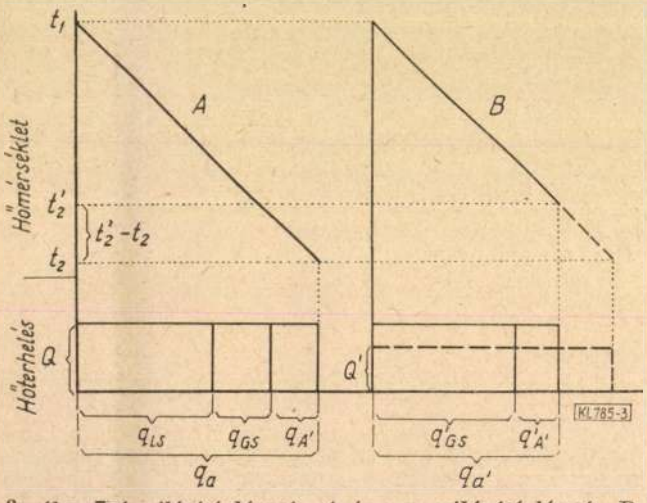
A lángsugárzás megszüntével a füstgázok hőtartalmából csak a CO_2 és H_2O gázok sugárzása útján jut további számottevő meleg a fürdőre, illetve a kemencefalazatra. A gázok sugárzási energiája azonban jóval kisebb mint a szilárd testeké és míg a szilárd testek 0-tól ∞-ig valamennyi hullámhosszon sugároznak, addig a gázok — elsősorban a CO_2 és a H_2O — csak bizonyos hullámsávokban. A sugárzó hullámhosszakon a SM-kemencében szóbajöhető viszonyok mellett a korom- és pormentes füstgázok feketeségi foka 0,15—0,20 között lehet [4]. A feketeségi fok és vele a gázsugárzással átadott meleg annál több, minél nagyobb a füstgáz hőmérsélete, CO_2- és H_2O-tartalma, illetve a füstgázréteg vastagsága.

A nem világító lángban nincsenek jelen szabad C-részecskék, tehát az előbbiek szerint értelmezett lángsugárzás elmarad. Ilyenkor a lángból is csak a CO_2 és a H_2O sugároz ki hőt, de az izzó C-részecskék sugárzásával átadható hőmennyiségnek csak egy részét, amint ezt a feketeségi fokuk közti különbség meghatározza. Az égéskor át nem adott meleg a füstgázok hőmérsékletét növeli. A nagyobb hőmérsékletű füstgázok több hőt sugároznak ki, tehát a visszamaradó melegből valamennyit még leadnak. A végeredmény azonban az, hogy a lángsugárzással le nem adott meleg bizonyos részét — mint érzékelhető meleget — a kemencéből mintegy 50—150 C°-kal nagyobb hőmérsékleten távozó füstgázok magukkal viszik [9].

A nem világító láng távozó füstgázainak hőmérsékletét valamelyest csökkenthetjük, ha megnöveljük a füstgázok tartózkodási idejét, akár a kemencetér növelésével, akár a hőterhelés csökkentésével. A gazdaságosságra való törekvés azonban egyiket sem engedi meg. A kemencehossz növelése segíthet ugyan a felszállók és alsórészek korai elhasználódása elleni védekezésben, de ez meglehetősen drága eljárás, hiszen többlet építőanyagra van szükség, nagyobb hőveszteséget okoz — sőt az egy tonnára eső alapterület, csarnok és darutér többletköltsége is jelentős tétel. Ami pedig a kisebb hőterhelésre való áttérést illeti, arról manapság már szó sem lehet, sőt nap, mint nap éppen a hőterhelés növelése a kívánatos.

A nem világító lángú tüzelőanyaggal a hőterhelésnövelés rendkívüli nehézségekbe ütközik. Adott kemencetérfogat és térnyomás mellett ugyanis a növekvő hőterheléssel arányosan csökken a füstgázok tartózkodási ideje és ezzel a térfogategységnyi füstgáz átadott hője is. Rohamosan csökken tehát az η_{qs} és növekszik az elmenő füstgáz hőmérséklete, illetve a lehuzati részek erősebben rongálódnak.

A világító lángú tüzelőanyag nagyobb hőterhelés mellett is leadja a lángsugárzásra eső meleghányad csaknem teljes mennyiségét és az η_{qs} úgyszólván csak annyiban csökken, amennyiben a füstgázok tartózkodási idejének rövidülése miatt kevesebb lesz a gázsugárzással átadott hőmennyiség. Az ilyen tüzelőanyaggal a hőterhelésnövelés tehát jóval kisebb mértékű η_{qs} csökkenéssel jár, mint a nem világítólángú tüzelőanyaggal. Ez azt is jelenti, hogy az elmenő füstgáz azonos hőmérséklete mellett a világítólángú fűtőanyagból az időegységben több kalóriát vihetünk be, vagyis többet termelhetünk.



3. ábra. A világító lángú, A és nem világító lángú, B tüzelőanyag távozó füstgázainak hőmérséklete és a leadott hőmennyiség, illetve hőterhelés közti összefüggés

A *3. ábrán* kvalitatíve érzékeltetjük a két különböző lángú égés leadott hői (q_a, q_a') és elmenő füstgázuk hőmérsékletei (t_2, t_2') közti különbséget, az ordináták alsó részén pedig a nem világító lángú tüzelőanyaggal tartandó kisebb hőterhelést (Q'), ha ennek füstgázhőmérsékletét is t_2-re akarjuk lecsökkenteni. (Az egyszerűsítés kedvéért feltételezzük, hogy a kétfajta tüzelőanyag azonos kezdeti füstgázhőtartalommal, illetve kezdeti füstgázhőmérséklettel rendelkezik.)

Miután a tüzelőanyagok lángsugárzó és gázsugárzó tulajdonságai különbözők, ezért a beolvadás utáni hőleadótényező (η_{qs}) döntő módon a tüzelőanyag minőségétől függ. A tüzelőanyagokat tehát az $\eta_{qs} \cdot q$ szorzat jól jellemzi és célszerű ezt mint jelölt szorzatot feltüntetni, mert a q nagysága kalorikusan mutatja be a tüzelőanyagot, míg az η_{qs} nagyságából arra következtethetünk, hogy alkalmas-e nagyobb hőterhelésű tüzelésre. Mindkét tényező jól meghatározható : a q számítással, míg az η_{qs} a távozó füstgáz hőmérsékletének mérése útján.

Valamely tüzelőanyag tehát annál kedvezőbb SM-kemence fűtésére, minél nagyobb a q és η_{qs} értéke.

A nehéz szénhidrogént nem tartalmazó földgáz közönséges viszonyok között nem világító lángú tüzelőanyagnak tekinthető, tehát a folyékony fürdő megjelenése után η_q kisebbedik, távozó füstgázai melegebbek lesznek [5], a betétnek átadott melege viszont csökken. A hőterhelés növelésével ezek a hátrányok fokozódnak. Az η_{qs} kedvezőtlen alakulása teszi tulajdonképpen a közönséges viszonyok között elégetett földgázt a korszerű SM-kemencék fűtésére alkalmatlan tüzelőanyaggá. Meg kell jegyeznünk, hogy kisebb hőterhelés mellett a füstgázok tartózkodási ideje elegendő lehet a hőátadáshoz és a tiszta metángázzal is elfogadható teljesítményt, valamint energiafogyasztást kaphatunk.

A nehéz szénhidrogéntartalom javítja a láng világítóképességét és valószínűleg 15—20%-nyi jelenléte már közepes hőterhelésű SM-kemencék fűtésére alkalmassá teszi a földgázt. A legjobbnak mondható pennsylvaniai és kalifornai földgázokban 15—18% nehéz szénhidrogén van, míg az európai előfordulásokban 0-tól 18%-ig ingadozik [1], [5]. A különböző gázösszetétel, de nem kevésbé a különböző hőterhelés is lehet az oka annak, hogy a földgázzal fűtött SM-kemencék értékelésekor eltérő tapasztalatokkal találkozunk.

A nehéz szénhidrogénekben való hiány pótolható és a földgázláng feketeségi foka megfelelő mértékre növelhető, ha nehéz szénhidrogénben dús fűtőanyagokat adunk hozzá, vagyis karburáljuk. Legalkalmasabb erre a célra a kátrány [1], amely a folyékony tüzelőanyagok közül a legnagyobb lángsugárzóképességű. A legtöbb helyen használt karburáló-anyag azonban a pakura. Lángjának feketeségi foka a kátrányéhoz képest ugyan kisebb, de még mindig megfelelő. Nehéz szénhidrogént nem tartalmazó földgázhoz szükséges pakura mennyisége függ a hőterheléstől és attól, hogy a pakurát milyen egyenletesen tudjuk a földgázlángban elosztani [8]. Az egyenletes elosztásban igen jelentős szerepet kap a földgázt karburáló pakura porlasztása. A porlasztás jelentősége annál nagyobb, minél kisebb a pakura részaránya. A karburálás eredményes végrehajtása ugyanis azt követeli meg, hogy a földgázláng teljes hosszában legyenek jelen sugárzó C-részek, vagyis az olajláng hossza és a földgázláng hossza azonos legyen [6]. Ezt azonban nem könnyű elérni, mert a földgáz elégetése más fizikai feltételt kíván, mint az olajé. A gáznemű anyagok égése homogén térfogati reakció, vagyis a gázok égési ideje a levegővel való keveredésük sebességétől függ. A földgázláng hosszát tehát azok a tényezők határozzák meg, amelyek szerepet visznek a gáz és levegő keveredésének végrehajtásában. Ilyenek pl. a levegősebesség, gázsebesség, találkozásuk szöge stb. Az olaj égése azonban heterogén, felületi reakció : a porlasztással létrehozott cseppek érintkezéssel és sugárzással felmelegszenek és felületükről befelé haladva gőz, majd gázalakúvá válnak. Eközben jönnek létre a világító C-vázak is.

Gázállapotukban megy azután végbe a tulajdonképpeni égés olyan gyorsan, amilyen gyorsan keveredhetnek a levegővel [3]. A folyamat időben való lefolyását, vagyis az olajláng hosszát elsősorban a cseppek nagysága, vagyis a porlasztás mértéke határozza meg.

A fenti megfontolások alapján — ami egyezik tapasztalatainkkal is — nem szükséges olyan nagyfokú porlasztás, mint a tiszta olajtüzeléshez. Ugyanakkor a porlasztó-levegő mennyiségének növelése előnyös lehet, mert ezzel nagyobbodik a láng kinetikai energiája, amellett a pakura, illetve C-szemcsék is hosszabb utat tesznek meg a lángban, nagyobb sebességgel áramolva több hőt vesznek fel és többet is sugároznak ki. Úgy gondoljuk, hogy az egyik járható útra tértünk, amikor a porlasztólevegő mennyiségének növelésével emeltük a kinetikus energiát, de ugyanakkor a levegő és olaj keveredésének intenzitását jelentősen lecsökkentettük. Így a porlasztás nem ad túl finom cseppeket, a lángvezetéshez szükséges kinetikus energiát mégis bevisszük.

Hasznos és fontos a lángnak minél nagyobb kinetikus energát biztosítani, arra azonban ügyelni kell, hogy a kinetikus energia növekedése ne járjon együtt a sugárátmérő csökkenésével, mert akkor valószínűleg vétünk a láng feketeségi foka és egyben sugárzóképessége ellen. Az igen kicsi, kb. 0,0003 mm kiterjedésű C-részecske sugárzóképességéről ugyanis azt állapították meg, hogy az a ráeső sugaraknak csak mintegy 5%-át nyeli el, a többit áteresztí. Az áthatolt hősugarak 5%-a a következő részecskében elnyelődik, a többi a harmadik részecskéhez jut, amely megint csak 5%-ot képes elnyelni és így tovább. Nyilvánvaló, hogy minél több C-részecske van egymás mögött, vagyis minél nagyobb a rétegvastagság, annál több hőt képesek elnyelni [7]. Mivel az elnyelőképesség Kirchhoff-törvénye szerint arányos a sugárzóképességgel — a vastagabb sugár több hőt képes kisugározni. A kinetikus energiának a sugárátmérő csökkentésével való növelése tehát gyengíti a lángsugárzást.

Célszerű a pakurasugarat mielőbb a földgázláng belsejébe vezetni, éppen a C-részecskék intenzívebb érintkezése érdekében. Részben ezért sok helyen olyan égőt használnak, amely után a karburáló olajsugarat körülveszi a gázsugár. Mi jobbnak találtuk két sugárnak bizonyos szög alatt való bevezetését, amely láthatóan kedvezőbb lángelosztást biztosít mint a koncentrikus beömlés. Úgy tűnik, hogy kisebb gáznyomás (<2 att) mellett a pakuraégőnek elhelyezése felül célszerűbb, mert a nagyobb kinetikai energiájú pakurasugárral ráfektethetjük a lángot a fürdőre és a pakura az égő gázréteg közepén hosszabb utat tesz meg a teljes elégésig.

A porlasztóközeg (levegő, gáz vagy gőz) megválasztásával kapcsolatban általában megoszlók a vélemények. Diósgyőrött a levegőporlasztást tartjuk jobbnak, éppen a világítóbb láng érdekében. *Rummel* és *Veh* vizsgálata szerint ugyanis a füstgázalkatrészek közül a H_2O csökkenti legjobban a láng világító hatását. Szovjet kutatók pedig konkrét kísérletsorozat alapján állapították meg, hogy egyébként azonos viszonyok között a földgázt karburáló, levegővel porlasztott pakura lényegesen (több mint 10%-kal) nagyobb sugárzóképességű, mint a gőzzel porlasztott [8]. A földgázzal végzett porlasztás eredményeiről keveset tudunk és azok sem egyértelműek [6]. Míg az egyik üzem teljesítménynövekedésről számol be, addig van olyan tapasztalat is, hogy 10 att nyomású gőz helyett 10 att nyomású földgázzal porlasztva, visszaesett a kemence frissítőképessége. Ez viszont a nagy nyersvasaránnyal dolgozó üzemekben igen kellemetlen következményekkel járhat.

A földgázzal végzett porlasztásnak van más hátránya is. Ha a gázporlasztással megközelítően annyi kinetikus energiát akarunk a pakurával közölni, mint amennyit például levegőporlasztással, akkor minimálisan 10 atmoszféra nyomással kell dolgozni. Ilyen nagynyomású kiömléskor azonban a gáz jóval az induló hőfok (—100 C°) alá hül, ami az égést hátrányosan késlelteti [9]. Ezen is lehet ugyan segíteni, mégpedig a porlasztógáz előmelegítésével, de ez már komplikáltabbá teszi a berendezést [1]. A gázporlasztás megvalósításával mindenesetre számottevő gazdasági előnyt jelenthet a sűrített levegő előállítási költségeinek megtakarítása. Ennek ellenére az a véleményünk, hogy a jövő nagyteljesítményű SM-kemencéihez a sűrített levegő, vagy oxigén fontos lángkiegészítő szerepet kap, ezért a gázporlasztás célszerűségének eldöntésére alapos kutatómunkát kell végezni.

A nehézszénhidrogén pótlására igen alkalmas lehet a barnaszénpor esetleg kőszénpor, vagy kokszpor is. A gázdús barnaszénpor költsége pl. jóval kisebb a folyékony üzemanyagokéhoz képest, ugyanakkor rendkívül erős világító lángot biztosít. Két lényeges követelményt kell a szénporkarburáláshoz megoldani: biztonságos őrlőberendezést és tárolást, valamint a rácskamrák védelmére a hamutól való megtisztítást. Flotációs kimosással, valamint elektrosztatikus módszer segítségével ma már üzemszerűen nyerhető 1% körüli hamutartalmú szénpor is, amely karburálásra kitűnő hatásfokú lehetne.

Élénk vita van afelett is, hogy hány égő legyen és hova helyezzék el azokat. Sokan amellett vannak, hogy a minél rövidebb láng érdekében több égőn kell bevinni a fűtőanyagot és így el lehet kerülni a lehúzóaknákban az utóégést. Ez igaz, mert a több sugárra bontott gáz gyorsabb keveredést, nagyobb égéshőmérsékletet, rövidebb szúrólángot biztosít. Ez a rakás és beolvasztás ideje alatt hasznos, de a kikészítés alatt már nem, mert akkor más tulajdonságokkal rendelkező lángra van szükség. A földgázláng sugárzóképessége szempontjából is kedvezőtlen a rövidlángú gyors-égés, mert lassú, lamináris áramlással égetve, CH_4 bomláson keresztül a földgáz is adhat jól definiálható világító lángot [9]. Lamináris égéskor tehát jóval nagyobb a láng feketeségi foka, mint a színtelen lángot adó gyors égéskor és nyilvánvaló, hogy minél messzebbre megyünk a lamináris égési állapottól, annál kisebb lesz a láng természetes feketeségi foka is. A túl rövid lángot karburálni is nehezebb, hiszen a pakura-

elégetés bonyolult folyamatának végrehajtásához rövid idő áll rendelkezésre. Ezt nagyfokú porlasztással áthidalhatjuk ugyan, de akkor a gyorségés amúgyis nagyobb hőmérsékletű füstgázainak lehűtésére nem maradnak világító C-szemek. Minél több égőre bontjuk tehát a földgázmennyiséget, annál több karburáló anyagra van szükség ugyanolyan világítóhatás eléréséhez. Nem látszik azonban rossznak az az elégetési mód, amikor egy központos gázsugárba a kemence hosszirányában tagolt pakuraporlasztókkal tesszük egyenletessé a porlasztást, vagy esetleg a pakura vezérsugárba több égőből fuvatunk gázt. Fejlődőképes lehet az az elgondolás is, hogy beolvasztáskor hegesztőlánghoz hasonló teljesítményű égőkkel támadjuk meg a betétet. Ezek az égők természetesen nem a kemencevégeken, hanem az első és hátsófalban, vagy boltozatban vannak elhelyezve, a kemence hosszirányában tagolva. A többégős rendszernek tehát elsősorban akkor lesz jelentősége, ha azzal megoldható az adaggyártás egyes periódusaiban kívánt más-más elégetési mód. Egy adott típus egyetlen égőjével ugyanis nehéz megteremteni egyszer a több tüzelőanyagnak rövidlángú, nagy hőmérsékletű, máskor a kevesebb tüzelőanyagnak hosszúlángú, inkább sugárzó elégetését, mint ahogy a beolvasztás, illetve kikészítés periódusai ezt megkívánják. Többféle égő beépítésével mindig az tartható üzemben, amelyik az adag periódusai szerint a legmegfelelőbb lángot szolgáltatja.

Arra a — hazánkban gazdasági okok miatt lényeges — kérdésre, hogy a földgázhoz mennyi pakura kell a megfelelő világítóláng elérésére, igen nehéz válaszolni, még akkor is, ha némi támpontunk van a világítóláng C-részecskéinek nagyságára és számára vonatkozóan. A szovjet és német irodalomban általában 30—40% pakurát tartanak szükségesnek [1], [6], [8]. Az a véleményünk, hogy 15—20% pakura még a tiszta metánhoz is elegendő lehet, ha az elégetés legkedvezőbb viszonyait megtaláljuk. Nagyszámú kísérletsorozat adhat erre választ, mert a gázminőségen és az elégetés módján kívül függ a fajlagos hőterheléstől, a gyártandó acél betétviszonyaitól, minőségétől, a kemence nagyságától, a tűzálló falazat minőségétől stb. A kísérletsorozatnak éppen ezért nem adagokra, hanem kampányokra kell kiterjednie, mert csak így található meg a termelési teljesítmény és a tűzállóanyag költségeinek gazdaságos egyensúlya.

Azt már most megállapíthatjuk, hogy nem szükséges a teljes adagidőben világítólángra törekedni, mert a rakás idején és a beolvadás kezdeti szakaszában a hőátadás lényegében áramlás útján megy végbe. Ilyenkor a földgázzal is megfelelő η_q érhető el, tehát a karburálás elhagyása nem hátrányos, sőt rakáskor előnyösnek mondható. Karburáláskor, vagy még inkább tiszta olajtüzelés során ugyanis gyakori, hogy az olajcseppek a hideg betétnek ütközve nem melegszenek fel elégésük felületi reakciójához szükséges hőmérsékletre, ezért erősen kormozó lánggal égnek, ami az η_q értékét csökkenti. Tiszta földgáz elégetésekor azonban térfogati reakcióról van szó, tehát a szóbanforgó ütközés a levegővel való keveredést elősegítve inkább előnyös lehet.

Amíg az áramlásos hőátadás kedvező, addig a tisztán, vagy csaknem tisztán földgázzal való tüzelés — azonos füstgáztartózkodási idő mellett is — lényeges hőterhelésnövelést tesz lehetővé, mert kisebb levegőfelesleget kíván és kevesebb füstgázt ad.

Egészen mások a viszonyok, amikor az acél felett megjelenik a salakfürdő. Ez az adaggyártás legkritikusabb szakasza, amelynek hossza azonos betétviszonyok mellett kizárólag a melegítés intenzitásától függ. A habzó és ezért rendkívül rossz hővezető salak alatt kell a betét rendszerint legnehezebben olvadó darabjait megolvasztani, majd az acélfürdőt annyira felmelegíteni, hogy a metallurgiai reakciók megindulásának fizikai feltételeit megteremtsük. Ezt a kellemetlen szakaszt időben úgy rövidíthetjük le, ha nagy energiájú lánggal szinte szétfuvatjuk a salakot, amellett a lángnak lehető legnagyobb sugárzóképességet biztosítunk. A habzó salak „érdes" felülete, a helyenként feltörő acélsugár és a láng fuvóhatására megjelenő fémfoltok ugyanis az egész fürdőnek növekvő feketeségi fokot kölcsönöznek. A feketeségi fok pedig nemcsak a sugárzóképességre, hanem az elnyelőképességre is jellemző, tehát a habzó periódus aránylag kedvező a sugárzásból való hőfelvételre. Ezt feltétlenül ki kell használni és a salak-takaró megjelenésekor nyomban a maximális pakuraarányra fel kell menni. Ily módon elérhetjük, hogy a fürdő egyenletes fövése rövid időn belül megindul.

Ezután a pakuraarány a metallurgiai követelményeknek és a kemence-alsórészek hőfokának megfelelően tartandó. Hosszú, sugárzó lángra van legtöbbször szükség. Arra nagyon kell ügyelni, hogy ötvözött vagy keményebb ötvözetlen acélok kikészítésekor tiszta földgázzal még akkor se tüzeljünk, ha csak hőntartásra van szükség, mert a tiszta földgáz füstgáza csaknem mégegyszer annyi (kereken 20%) H_2O-t tartalmaz, mint a pakura füstgáza, ami ismert törvényszerűség alapján az acél hidrogéntartalmának megnövekedésével járhat és tapasztalatunk szerint is pehelyselejtet okozhat.

Hazai vonatkozásban komoly jelentősége van annak hogy, ha a berakás és beolvasztás idején pakurát egyáltalán nem, vagy csak keveset használunk, akkor a pakurának nem kell feltétlenül kénmentesnek lennie, mert a salakkal takart fürdő kénfelvétele már nem nagymértékű [1].

A földgáz-pakura vegyestüzelés rugalmas, jó teljesítmények eléréséhez alkalmasnak bizonyult Diósgyőrött. Az elért eredményeket az 1. sz. kemence jellemző adatain mutatuk be. A *4. ábrán* az átépítés megoldása látható, míg az *1. táblázatban* három különböző szakaszra vonatkoztatjuk az értékelést. A táblázat számadataihoz meg kell jegyeznünk, hogy ezek jobbak, mint a tiszta pakuratüzeléssel elért előbbi eredmények, de az összehasonlítás nem lenne valós, mert a földgáz bevezetésével egyidőben több jelentős műszaki intézkedés is történt, mint pl. az átlagos rakásidőnek 2,57 óráról 1,56 órára való csökkentése.

1. táblázat

A diósgyőri 1. sz. SM-kemencében — földgáz és pakura vegyestüzeléssel — elért eredmények

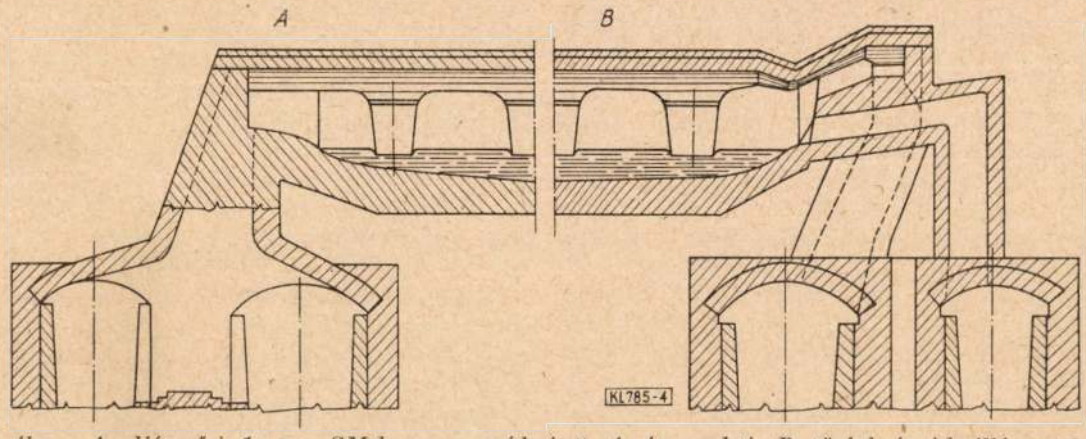
Fürdőfelület	Kémény-magasság	Időszakok	Termelés	Adagsúly	Átlagos hőterhelés	Teljesítmény	Energia felhasználás, földgáz és pakura összege	Pakura felhasználás az összenergiára vonatkoztatva	Egy kampányra eső adagszám
m^2	m	—	t	t	$\frac{10^6 \text{ kcal}}{\text{óra}}$	$\frac{\text{kg}}{m^2, \text{óra}}$	$\frac{10^6 \text{ kcal}}{\text{t}}$	%	—
42,1	75	I. 1959. IV. 23— VIII. 6.	25 000	88,4	15,8	257	1,46	32,8	364
		II. 1959. IV. 23— 1960. VIII. 31.	118 500	89,4	15,1	298	1,20	40,8	353
		III. 1960. IX. 1— 1961. III. 1.	50 000	91,5	17,0	336	1,23	37,4	370

Földgázösszetétel: CH_4: 98,0%, N_2: 0,8%, O_2: 0,2% C_2O: 1,0%
Földgáz fűtőértéke: 8340 kcal/Nm^3
Olaj fűtőértéke: 9900 kcal/kg (vízmentes pakura)

A közölt mutatókból tehát csak a földgáz-pakura tüzelés kétéves fejlődését, valamint az eredmények abszolút értékét lehet mérlegre tenni. A kétéves üzemvitelt nagyjából három részre bonthatjuk: az első kemencekampány (I. szakasz), az első 18 hónap (II. szakasz), amely még nagyrészt kísérletezésel, az égőrendszer kialakításával, a személyzet betanulásával telt el, míg az utolsó 6 hónapra (III. szakasz) már bizonyos tekintetben megállapodott üzemviszonyok jellemzők.

1. krakkolás égőben,
2. krakkolás lángsugárban,
3. krakkolás tökéletlen égetéssel,
4. krakkolás gázkeverékben.

Az égőben vagy az égő előtt való krakkolás során a földgáz egy részét hő hozzávezetéssel krakkoljuk. A kiváló, koromszerű szénrészecskék azonban a gázsugárral együtt bekerülnek a tűztérbe. Valószínűleg sokféle kísérletet végeztek már az égőben való krakkolásra, de mindmáig üzem-



4. ábra. A diósgyőri 1. sz. SM-kemence módosított, A és eredeti, B tűzfej és felszálló szerkezete

Újabban világszerte mind nagyobb teret hódít az a törekvés, hogy külön karburáló anyag hozzáadása nélkül, azaz önkraburálással tegyük a földgázt SM-kemence fűtésére alkalmassá. Az önkarburálás tulajdonképpen krakkolási folyamat, amelynek lényege az, hogy levegőhiányban, meghatározott hőmérsékleten és megfelelő ideig tartva a metán is veszít hidrogént, vagyis a metánból is létrejöhetnek C-vázak [5]. Ezek a C-vázak égéskor az ismert módon viselkedve megfelelően sugárzóvá tehetik a földgázlángot. Az önkarburálás ma kivitelezhetőnek látszó módjait a következőképpen csoportosíthatjuk:

szerűen működő eljárásról nem írtak. A legnagyobb problémát itt a krakkoláshoz szükséges melegnek a gázzal való közlése okozza. A gázáram nagy sebessége miatt ugyanis a fűtőkamrában való tartózkodási idő rövid, ezért nagy hőmérsékletet kell tartani, ami konstrukciós nehézséget jelent.

A lángsugárban való krakkolás lényege az hogy a földgázt olyan sugárban löveljük a tűztérbe, hogy egy része a levegővel való keveredés előtt a krakkolódás hőmérsékletéig hevül és végbemegy a C-kiválás. Tulajdonképpen ez játszódik le az előbbiekben említett lamináris lángban és a földgáz Bunsen-lángjában is, amikor a

levegőt csökkentjük és az égőt nyújtott, világítólángra állítjuk.

Semikin a sugárban való krakkolásra olyan égőt javasol, amelyen két gázbeömlő van: az egyik középpontos, a másik pedig azt körülveszi [9]. Ezzel az égővel elképzelése szerint kétféle módon lehet világító lángot előállítani. Egyik esetben a központi gázbeömlőn nagynyomású, nagysebességű gázt eresztünk be, amely megadja a sugár irányát, a külső gáznyíláson pedig kisnyomású, kissebességű gázt laminárisan áramoltatunk, amelyben véleménye szerint végbemegy a metánbomlás. Talán jobbnak látszik a másik mód, amikor a kisnyomású, kissebességű gáz áramlik középen és azt veszi körül a nagysebességű sugár.

Nem tudunk arról, hogy a gyakorlatban bevezetést talált volna ezideig *Semikin* kettős sugarú égője, annak ellenére, hogy különösen az utóbbi mód, elméletileg jónak tűnik.

A tökéletlen égetéssel való krakkolás kísérletei jutottak ezideig legmesszebbre és a gyakorlatban is kivitelezésre. Többféle változatát ismerjük. Az egyiknek elve közeláll a sugárban való krakkoláshoz, de itt a két különböző sebességű gázsugarat egymástól függetlenül juttatják a tűztérbe [9]. Az egyik, a primér gázsugarat egy külön levegőfelszállóba vezetik be, ahol kevés levegővel keveredve a gáznak csak egy része ég el, míg másik része krakkolódik. A szekundér gázbeömlés a szokásos helyen, rendszerint nagysebességű gázsugarat hoz létre, amely magával viszi a felszálló karburált gázkeveréket és a szekundér levegővel keveredve, világító lánggal ég el. Ez az eljárás főleg a Szovjetúnióban terjed és megfelelőnek látszik, bár igazán nagyteljesítményű kemencék nagyüzemi eredményeiről ezideig nem olvastunk.

Egy másik megoldás szerint a földgáz teljes mennyiségét a külön levegőfelszállóba vezetik be kis nyomással és kis áramlási sebességgel. Ebbe a felszállóba a levegőszükségletnek mintegy 40%-át viszik, de az sem keveredik tökéletesen a gázzal. Mire a gázáram eljut a szekundér levegővel való keveredésig, addigra végbemegy a krakkolódás. Ezt a módszert Lengyelországban mintegy két évtizede alkalmazzák — kisteljesítményű — 40—50 tonnás kemencékben [1], [5].

A felszállóban való krakkolásnak nagy hátránya az, hogy külön felszálló és ebbe a felszállóba külön szabályozható levegőellátás szükséges. Ez aránylag könnyen megvalósítható, ha a kemence egyébként is oldalanként elkülönített két-két kamrával és külön felszállóval rendelkezik. Az oldalanként egy-egy kamrás kemencéhez — mint amilyenek pl. az ózdi új kemencék is — ez a módszer nem megfelelő, míg az egyesített salakkamrájú kemencékhez — mint a diósgyőri kemencék — alapvető konstrukciós változtatást kíván. Ennek ellenére a felszállóban való krakkolás célravezető módszer, csak azt kell megoldani, hogy a harmadik felszálló, illetve különálló gázkamra nélkül legyen végrehajtható a levegőhiányban való égetés, illetve krakkolás.

Valószínűleg a felszállókban való krakkolás üzemszerű megvalósításakor is szükség lesz a láng irányítása érdekében egy minimális pakura mennyiségre, vagy legalábbis sűrített levegő belövelésére. A pelyhesedésre hajlamos acélok kikészítése során is intézkedni kell az acél — tiszta földgáztüzeléssel járó — hidrogénfelvételének megakadályozására.

A gázkeverékben való krakkolás lényege az, hogy a földgázt rendszerint torokgázzal keverve regenerátorban előmegítjük [9]. A rácsozat megfelelő hőmérsékletű szakaszában a metán bomlik és a keletkező szénrészecskéket a gázáram magával ragadja. Persze a szénrészecskék redukálhatják is a jelenlevő CO_2-t, esetleg H_2O-t:

$$CO_2 + C \rightarrow 2CO, \text{ illetve}$$

$$H_2O + C \rightarrow CO + H_2$$

folyamat szerint. Elképzelhető az is, hogy csak a kohógázt visszük a rács alá, míg a földgázt a rács felett, vagy a salakkamrában vezetjük a meleg torokgázba [9].

A kevertgáz tüzeléssel elveszítjük a dúskalóriájú fűtőanyagok legdöntőbb előnyét, azt, hogy nem kell előmelegíteni, tehát egyszerűbb a kemenceszerkezet, egyszerűbb a váltóberendezés, nincs váltáskor gázveszteség, rövidebb az átépítési idő stb. Ezeknek a rendkívül nagyjelentőségű előnyöknek elvesztése természetesen a termelékenységi és gazdaságossági mutatók romlását okozza — ezért nem tanácsos földgáz birtokában kevertgázra térni, különösen ha a torokgáz más berendezésekben is hasznosítható.

Nem ismerjük még részleteiben, hogy mit hozhat a földgáznak oxigénnel való elégetése. Az eddig szórványosan végzett kísérletekről kedvező véleményt írnak és feltehető, hogy a nagyobb lánghőmérséklet következtében világítóláng nélkül is nagyobb a hőátadás. Lehetséges, hogy az oxigénes elégetés megváltoztatja a SM-kemencék földgáztüzelésének jelenleg szóbajövő fejlesztési módjait.

Mérlegelve végezetül hazai SM-kemencéinkben a földgázfelhasználás növelés lehetőségeit, a következőket állapíthatjuk meg:

Célszerűnek látszik egyelőre a karburált földgáztüzelés mellett maradni, mert a legrugalmasabb, legbiztosabb és maximális teljesítményekhez is alkalmas fűtési rendszer. Tovább kell folytatni a kísérleteket a pakuraarány csökkentésére és el kell érni a 20%-nyi pakuraarányt. Meg kell vizsgálni a hazai sűrű és kéndús pakura felhasználásának lehetőségét is. Ha az ország pakuraellátottsága még az ilyen mértékű felhasználást sem teszi lehetővé, akkor gázdús barnaszénporral célszerű karburálni.

Mindenesetre nagyon megkönnyítené helyzetünket, ha az égőben vagy a sugárban való krakkolás valamelyik fajtája üzemszerűen kivitelezhető lenne. A felszállóban való krakkolással vagy a kevertgáztüzeléssel hazai kemencéink vagy egyáltalában nem, vagy csak költséges átalakítások után lehetnének üzemben tarthatók. Mindkét eljárás erősen bonyolulttá tenné a kemenceüzemet, ezért csak végső esetben tanácsos akármelyiket is

választani. Indokolt lehet akár a felszállóban való krakkolásra, akár a kevertgáztüzelésre való áttérés ott, ahol előzőleg meleg gáztüzelés volt, tehát a konstrukció adott, és pakuravezeték nincs. Ahol azonban — mint hazánkban is — a pakuratüzelés rendszere ki van építve, a kemencéknek pedig nincs gázelőmelegítő rendszerük — meggondolandó. Elképzelhető azonban, hogy a meglevő felszállók felhasználásával is létrehozhatunk bizonyos mértékű krakkolást és a megfelelő világítóláng eléréséhez kevesebb pakurára lesz szükség. A karburálás meghagyásának egyébként még az a fontos előnye is van, hogy a gázellátás bármilyen zavara alkalmával nem marad a kemence fűtés nélkül.

Összefoglalás

A korszerű SM-kemencék fűtésére alkalmas tüzelőanyaggal szemben nemcsak az a követelmény, hogy füstgáza az acélbetét hőmérséklete felett megfelelő hőtartalommal rendelkezzék, hanem lényeges, hogy ebből a melegből mennyit tud a kemencetérben leadni. Ezt jól jellemzi az η_q tényező.

A nehézhidrogént nem tartalmzó földgáznak kis lángsugárzó képessége miatt olyan kicsi az η_q tényezője, hogy korszerű SM-kemence fűtésére nem alkalmas. Növekvő nehézszénhidrogén-tartalommal, vagy nehézszénhidrogént tartalmazó karburáló anyagok hozzáadásával a földgázláng feketeségi foka nagyobbodik. A gyakorlatban legjobban elterjedt a pakurával való karburálás, de komoly jelentősége lehet a gázdús barnaszénporral való karburálásnak is. A földgáz önkarburálására jelenleg szóbajöhető eljárások közül az égőben, vagy a sugárban való krakkolás megoldása biztosítaná a legegyszerűbb üzemet. A felszállóban és a gázkeverékben való krakkolás gyakorlatilag megoldást nyert, de mindkét eljárásnak hátránya, hogy komplikáltabb kemencekonstrukciót és kiegészítő berendezéseket kíván.

A földgázt — akár karburálással, akár krakkolással — nagy η_q értékű, vagyis SM-kemencék részére kiválóan alkalmas tüzelőanyaggá tehetjük és úgy látszik, hogy míg az elmúlt évtized az SM-kemencék üzemében a nyersolajtüzelés térhódítása jegyében telt el, addig az új évtized kétségtelenül a földgázé lesz.

IRODALOM

[1] *Bartu, F.:* Chauffage du four Martin au gaz naturel. Revue de Metallurgie. Paris, 1960. II. 107—116. o.

[2] *Guthmann, K.:* Umstellung ölbeheizter Siemens—Martin-Öfen aus Erdgas in der Sowjetunion. Stahl und Eisen. Düsseldorf, 1958. 78. 677—679. o.

[3] *Diószeghy D. dr.:* A vaskohászat tüzelőanyagai. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1957. 312. 312. o.

[4] *Mihejev, M. A.:* A hőátadás gyakorlati számításának alapjai. Tankönyvkiadó, Budapest, 1953. 162. o., ill. 152—158. o.

[5] *Corea, T.—Stocchi, C.:* Il metani nei forni Martin—Siemens. La Metallurgia Italiana. Milano, 1952. 7. 259—266. o.

[6] *Tiermeyer, H.—Petz, M.:* Erfahrungen bei der Beheizung von Siemens—Martin-Öfen mit Erdgas. Stahl und Eisen. Düsseldorf, 1961. 81. 30—41. o.

[7] *Schack, A.:* Der industrielle Wärmeübergang. Verlag Stahleisen M. B. H. Düsseldorf, 1957. 231—236. o.

[8] *Kurocskin, B. N.—Szimovov, E. I.—Kalasnikov, L. A.—Jemec, L. K.—Zelenszkij, D. V.:* Rabota Martenovszkij pecsej na prirodnon gaze. Sztalj. Moszkva, 1959. V. 407—413. o.

[9] *Szemikin, I. D.:* A földgáz felhasználása a vaskohászatban. A kohászati kemencékkel foglalkozó köztársasági szekción elhangzott előadás. Dnyepropetrovszk, 1957.

Műszaki és gazdasági hírek

Hengereltáru kihozatali számok **Angliában**

	Kihozatal %
Ötvözetlen acél	
Készsori buga	83
Sín és tartozékai	77
durva lemez 3 mm	69
Nehéz rúd idomacél	81
Hengerhuzal	78
Finom rúdidom	77
Melegen heng. szalag	76
Hidegen heng. szalag	68
Finom lemez 3 mm	74
Fehér bádog	70
Cső és kötőidom	68
Abroncs tárcsa	63
Nehéz kovács darabok	52
Ötvözött acélok	62

St. u. E. 1961. 18. sz.

Algíri Boneban egy *vasmű* épül, mely két nagy olvasztóból és két 50 t-ás LD konverterből fog állni. Folyékony acél termelése évi 500 000 t lesz, melyet egy folyamatos öntőmű fog bugává feldolgozni.

St. u. E. 1961. 1802.

*

Indiában a Tata Iron and Steel Co engedélyt kapott egy kb. 50 000 t termelési kapacitású *ötvözött-* és *szerszámacélgyár* építésére

Montan, 1961. IX. 13.

India 1960—61. évben 5879 t *rozsdamentes* acélt importált.

*

Metal Bulletin 1961. IX. 15.

*

Az **NDK-ban Drezdától** északra Zeitheinben új *csőhengermű* épül. Évi termelése 80 000 t varratnélküli cső lesz.

S. N. E. P. M. 1961. VI.

*

Görögországban Athén közelében épülő *alumíniumfólia* üzem évi kapacitása 12 000 t lesz.

Alumínium 1961. IX. 9. sz.

*

Japánban Okegavában egy *alumínium hengerművet* építenek a Reynolds Int. Co Mitsubishi Reynolds Aluminium Co néven. Az új gyár évi termelése kb. 20 000 t lesz, s 1963-ban kerül üzembe.

Alumínium 1961. IX. 9. sz.

*

Kamerunban, Edeában a Sté Commercial de l'Aluminium Pechiney Ugine cég egy leányvállalatot alapított, amely az Alucam *kohóalumíniumját* fogja évi 5000 t kapacitással feldolgozni.

Alumínium, 1961. IX. 9. sz.

Acélgyártó kemencefalazatok tűzálló tégláinak melegszilárdsága

CSER ARISZTID

DK.: 620.172.251.224 : 669.18.043.1

Bevezetés

Mivel a tűzálló kerámiai termékek igénybevétele állandóan erősödik, felmerül az a kérdés, hogy mi módon javíthatók azok tűzálló tulajdonságai, tehát azonos igénybevétel alatt a tartósság növekedése, vagy nagyobb igénybevétel során az elért eredmények tartása. Ez egyszóval azt jelenti, hogy a fajlagos tűzállóanyagfogyasztásnak csökkennie kell.

Más esetben a gyártási folyamatok fejlesztése az igénybevétel oly mérvű növekedésével jár, hogy a korábban használt tűzállóanyagok már nem felelnek meg.

Ezért a kutatásnak ma arra kell irányulnia, hogy egyrészt az egyes bevált és használatos termékekre olyan gyártási mód álljon rendelkezésre, amely biztosítja a tűzálló anyagok ismérveinek lehető legnagyobb mértékű javítását, másrészt olyan *új* anyagokat kell találni, amelyek az új követelményeket jobban kielégítik.

Hosszú időn keresztül uralkodott a kerámiában a kémiai szemlélet, amely az összes tulajdonságokat az anyagok kémiai összetételéből igyekezett levezetni. Ma már nyilvánvaló, hogy a szokásos tűzálló anyagok kémiai összetételének jelentősége kisebb, mint az egyéb tulajdonságok, kivéve a korróziós igénybevételekkel szemben tanúsított ellenállást.

Ma végeredményben szemléletünkben olyan változás állt be, amely a tűzálló anyagok tulajdonságait ásványtani összetételük alapján igyekszik leírni és vizsgálni.

Nem hanyagolható el ugyanis a tűzálló anyag szerkezete sem. Igen fontos ismerni, hogy milyen folyamatok játszódnak le a tűzállófalazat használatában és hogy mi módon reprodukálhatók ezek a folyamatok a laboratóriumban.

A kérdés ugyanis az, hogy a tartósság szempontjából melyik tűzállóanyag tulajdonság a döntő, mi ennek számszerűsége, s hogy minősítsük a késztermeket.

A helyzetet bonyolítja az is, hogy a késztermeket felhasználva tekintélyes méretű objektumokat készítünk, amelyekben a használt felületen van a tulajdonképpeni igénybevétel, a falazat belsejében az igénybevétel sokkal kisebb.

Valójában az épített berendezésben kellene hosszú időn át (néha évekig) vizsgálni az anyagokat, hogy megfelelnek-e a kívánt célra. Erre természetesen sem idő, sem eszközök nem állnak rendelkezésünkre.

Megvizsgálva a körülményeket azt találjuk, hogy a falazat a hő és korróziós hatásokon kívül mechanikailag is igénybe van véve, mivel annak a berakott anyagot tartania, azonkívül a saját súlyát is hordania kell. Ehhez járulnak még más igénybevételek is, pl. a hőtágulás (dilatáció), amely szintén feszültségeket idéz elő a falazatban. Bonyolítja a helyzetet az is, hogy egyidejűleg hőingadozások is felléphetnek a berendezésben.

Tűzállóanyagok szerkezeti felépítése

A tűzállóanyagok szerkezeti felépítését szükséges ahhoz tárgyalni, hogy a vizsgálatok közben fellépő változásokat megfelelően értelmezzük.

A tűzállóanyagok szerkezetét három típusba sorolhatjuk. Ezek a következők:

1. Üvegszerű olvadék (samott, szilika, szillimanit),
2. Finomkristályos szerkezetű, magas hőmérsékleten megolvadó olvadékot tartalmazó anyagok (mullit, korund, magnezit, krómmagnezit stb.),
3. Olvadékot egyáltalán nem tartalmazó anyagok (vegytiszta oxidok).

Az üvegszerű olvadék szerepe igen döntő mind a használatban, mind a vizsgálatok folyamán, mert pl. egy tiszta kaolinitból készült samott 50% üveget és 50% mullit tűt tartalmaz. Világos, hogy a tűzállóanyag tulajdonságát legalább olyan mértékben befolyásolja az üveg tulajdonsága, mint a mullité [1].

A természetes nyersanyagokban levő szennyezések megkönnyítik az üvegszerű állapot kialakulását és az eutektikum olvadási hőmérsékletét jóval 1580 C° alá szorítják.

Addig, míg az üvegben beágyazott mullit tűk igen magas olvadáspontúak (1830 C°), az üveges fázis már aránylag alacsony hőmérsékleten meglágyul és a rideg állapotból egy viszkózus olvadékon keresztül folyékony állapotba kerül.

A lágyulás kb. 1000 C° körül kezdődik, míg a teljesen folyékony állapot 1800 C° körül következik be.

A szilikatermékek lényegében kovasaból állanak, amelyeket egy $SiO_2 + Al_2O_3$ tartalmú, üvegszerű cement köt össze. A kiégetett késztermék kvarcot, krisztobalitot és tridimitet tartalmaz, amelyek magatartása hasonló a mullit tűkéhez. A szokásos szilika tégla 20% üvegszerű terméket tartalmaz, amely a szemcsék között helyezkedik el.

A magnezittéglák és a többi bázikus termékek égetés után kristályhalmazokból állanak. A szennyeződések egy része a periklászszemcsék között helyezkedik el. A hőmérséklet növelésekor a kristályos fázis egy része eltűnik és helyét hígfolyós olvadék foglalja el.

Terhelés alatt, a lágyulásponton lejátszódó folyamatok

A tűzállóanyagokat jelenleg elsősorban lágyuláspont vizsgálattal értékelik, ezért a különböző jellegű szerkezetű anyagoknak a viselkedését igen fontos külön is vizsgálat tárgyává tenni.

[1] A Diósgyőrött 1961. VI. 2—4-én tartott tűzállóanyagipari konferencián elhangzott előadás.

Az üvegszerű olvadékot tartalmazó anyag, mint a samott és szilika lágyulási folyamata körülbelül a következőképpen folyik le :

Tételezzük fel, hogy a kísérleti módszer tökéletes, vagyis a hőmérséklet a próbatest minden pontján minden pillanatban azonos és hogy pontosan fel tudjuk jegyezni a méretváltozások görbéjét.

Ennek a görbének a hőtágulást kell jeleznie, és ameddig az anyag szilárd, ez a tágulás lineáris. Amikor az anyag lágyulása következtében a teher alatt összenyomódik, az összenyomódás a tágulás megszűnését okozza és a görbe, amelynek linearitása megszűnik, a meghosszabbított kezdeti vonal alatt marad.

Amikor az összenyomódás egy adott időegység alatt alacsonyabb marad a hőtágulásnál, tehát kisebb annál, ugyanezen idő alatt a görbe tovább emelkedik, tehát a görbe iránytangense csökken. A hőmérséklet növekedésének mértékével csökken a viszkozitás, ezért az összenyomódás gyorsul. Amikor a hőtágulás és az összenyomódás gyorsasága azonos, a görbe maximumon halad át. Ezt követően az összenyomódás meggyorsul és a görbe mind gyorsabban és gyorsabban alászáll. Az összenyomódás kezdetét az a pont jelzi, amelyen a görbe a hőtágulás egyenes vonalától eltér.

Nyilvánvaló tehát, hogy a fűtési sebesség igen jelentős mértékben megváltoztatja a lágyulási görbe alakját, mivel a hőtágulás sebessége a tényleges fűtési sebesség közvetlen kifejezője, míg az összenyomódás sebessége attól független és csupán az adott pillanatnyi hőmérséklettől függ.

A vizsgálat nehézségei a próbadarab lágyulási pontjának helyzetében és a hőtágulás heterogenitásában keresendők.

Más a bázikus anyagok helyzete, amelyek megolvadó kristályos fázist tartalmaznak.

Itt mindaddig a görbe csak a hőtágulást jelzi míg az alacsony olvadáspontú szennyeződések meg nem olvadnak. Ezután az olvadék- és hőhatásra zsugorodás lép fel az anyagban, amely a hőtágulást részben kiegyenlíti. Egyidejűleg a hőmérséklet növelésével az olvadék mennyisége is megnő. Ekkor azonban nem lágyulás lép fel, hanem amikor az olvadék viszkozitása annyira lecsökken, hogy az egész szerkezet már a terhelést nem bírja ki, a próbatest az erővonalak mentén eltörik. Ez oly módon képzelhető el, mintha egy paraffinba ágyazott szemcsehalmazzal lenne dolgunk. A paraffin megolvadásakor az a szemcsék határán fizikai kenőhatás révén legyőzött surlódás hatására kitér az igénybevétel elől, a szerkezet össszeomlik.

Ezt a jelenséget tiszta amerikai magnezitből készült próbatesteken modellkísérlet révén ellenőriztük. A kísérletet 1000 C°-on égetett hengereken, paraffin itatással végeztük. A paraffin olvadáspontja 56 C° volt.

Az eredmények az alábbiak voltak :

Kezeletlen próbatest szilárdsága ...	125 kg/cm²	
Paraffinnal itatott próbatestek :		
1. —5 C°-on fagyasztva (rideg)	305 kg/cm²	100%
2. 52 C°-on tartva (plasztikus)	150 kg/cm²	49%
3. 65 C°-on tartva (folyékony)	134 kg/cm²	44%

A próbatestek kb. 8% paraffint tartalmaztak, 100 C°-on vákuumban itatták.

Ily módon tulajdonképpen bázikus anyagok lágyuláspontjának meghatározásakor azt a hőmérsékletet határozzuk meg, amelyen a tégla szilárdsága 2 kg/cm² nyomószilárdságot mutat.

Amint láthatjuk az olvadék viszkozitása és mennyisége dönti el tehát bázikus anyagok lágyuláspontjának magasságát.

Mivel az olvadék mennyiség kialakulása emelkedő hőmérsékleten a kristályfázisban levő anyagok olvadási sebességétől függ, igen fontos a fűtéssebesség. Elvileg tehát esetleg órákig kell várni míg a használt hőmérsékletnek megfelelően az olvadékfázis egyensúlya beáll és a mennyisége ezáltal rögzítődik.

Ezért igen fontosak lehetnek az időtartamot is figyelembe vevő vizsgálati módszerek.

Külön tárgyalom a tiszta polikristályos anyagok lágyuláspont vizsgálata közben lejátszódó folyamatokat. Itt a tömör testek tágulása mindaddig tart, míg a terhelés hatására be nem következik a kristályok közötti kötőerők megszűnése a hőhatásra bekövetkező hőmozgás hatására. Végeredményben itt is a melegnyomószilárdságot határozzuk meg. Mivel tisztán mechanikai hatással állunk szemben, a lágyuláspontra a próbatest porozitása hat a legnagyobb mértékben.

Végül tárgyalom a bázikus vegyikötésű anyagok lágyuláspont problémáját. Ezek a lejátszódó folyamatok jelentősen eltérnek a korábban leírt jelenségektől, mert azok sokkal komplexebbek. A kötőanyag részben elbomlik és eltávozik a próbatestből, miáltal a téglák mechanikai szilárdsága jelentősen csökken és tulajdonképpen adhézió tartja össze a testet. A melegítés további hatására az olvadékképződés itt is megindul, azonban mivel nem állt be még az egyensúly a folyamat lassan zajlik le és rendszerint nagyobb mennyiségű olvadékot képez, mint az egyensúlyi helyzetnek megfelelő égetés után. Lényegében a finom frakcióban levő olvadékképző anyagok és a szemcséből kidiffundáló szennyező anyagok mennyisége szabja meg az olvadék mennyiséget. A kritikus mennyiségen, ill. viszkozitáson azután bekövetkezik a „lágyulás". Elvileg tehát javulnia kell jobb minőségű, kevesebb olvadékot adó finomfrakció révén, azonban ez nem mindig következik be. Tulajdonképpen itt is melegnyomószilárdságot határozunk meg, tehát azt a hőfokot, amelyen 2 kg/cm² terhelés mellett az anyag eltörik.

A lágyuláspont vizsgálat során végbemenő folyamatok ilyen hosszadalmas tárgyalása igen fontos, hogy a későbbi vizsgálati módszerek által nyert képet összehasonlíthassuk vele.

Meg kell azonban állapítanom, hogy a tégla lágyuláspont vizsgálatánál jobb módszer, amely megfelelő idő alatt ad használható adatot, ez idő szerint nem áll rendelkezésünkre.

Lényegesen jobban megközelíti a valóságot az angolszász országokban használt módszer, amely állandó terhelésen és állandó hőmérsékleten tartja több órán át a vizsgálandó próbatestet, méri az összenyomódást százalékosan, vagy azt az

időpontot, amikor az adott hőmérséklet elérése után a próbatest eltört. Tény az, hogy ez a vizsgálati mód felel meg jobban a valóságnak, mivel a vizsgálat üzemi hőfokon végezhető el [2].

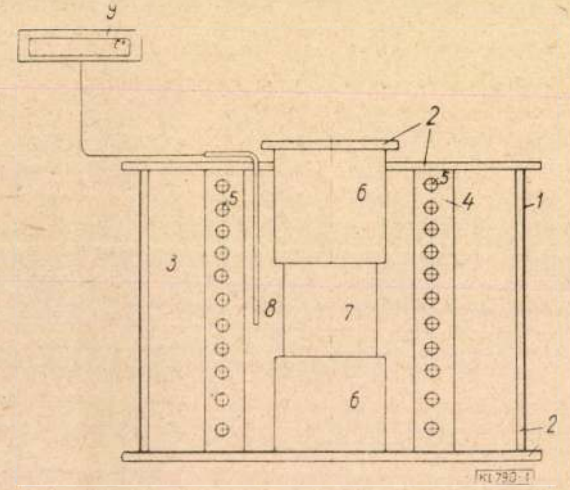
A nehézség azonban az, hogy az üzemközben fellépő terhelést, feszültségeket nem tudjuk előre megállapítani, tehát jobb eredményt a minősítés szempontjából nem kaphatunk, mint az előző vizsgálatban.

A feszültségek megítélése szempontjából igen fontos a mechanikai jellemzők ismerete, elsősorban a nyomó és húzószilárdsági vizsgálatoké.

Melegnyomószilárdság meghatározó módszer

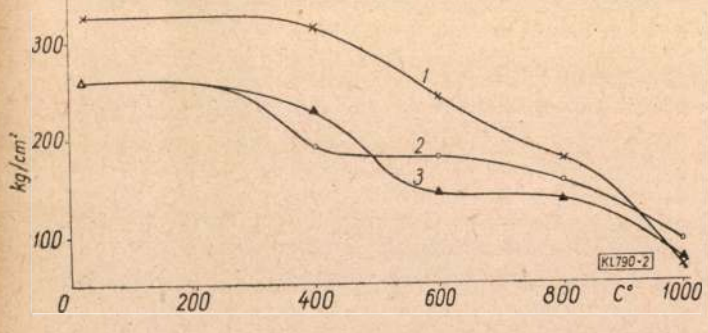
Melegnyomószilárdságot a lágyulásponton, 50×50 mm-es hengeren szokták meghatározni. Ezt a hengert egy fűthető köpennyel vesszük körül és megfelelő hőszigeteléssel látjuk el.

A legnagyobb probléma a nyomás közvetítése a próbatestre. A közvetítő anyag melegszilárdságának ugyanis legalább egy nagyságrenddel kell nagyobbnak lennie. A kutató laboratóriumban erre a célra széntüskéket használtunk. Ezek jól beváltak, egyetlen hibájuk, hogy a 3—4. vizsgálat után a leégés miatt cserélni kell őket. Vegyikötésű téglák melegnyomószilárdságát az *1. ábrán* bemutatott készüléken a szokásos nyomószilárdság meghatározó berendezésen határoztuk meg.



1. ábra. Melegnyomószilárdság vizsgáló berendezés

1 vaslemezköpeny, 2 aszbesztlemez hőszigetelés, 3 samott hőszigetelés, 4 korundos beágyazómassza, 5 fűtőspirálisok (Kantal A), 6 szénrúd, 7 próbatest, 8 Pt-PtRh hőelem, 9 hőmérsékletregisztrálú műszer



2. ábra. Vegyikötésű boltozattéglák melegnyomószilárdsága 1000 C°-ig

1 magnezit, 2 magnezitkróm, 3 krómmagnezit

1. táblázat

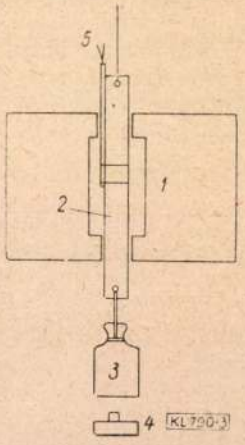
Nyomószilárdság kg/cm²-ben a hőmérséklet függvényében

Hőfok, C°	1	2	3
20	364	210	255
	355	251	288
	256	308	237
Átlag	325	256	260
400	240	227	193
	357	156	243
	342	186	245
Átlag	313	189	227
600	227	176	152
	246	185	121
	248	252	147
Átlag	240	180	140
800	192	190	125
	170	170	140
	162	98	140
Átlag	175	153	135
1000	64	86	79
	61	96	65
	61	96	70
Átlag	62	93	71

Az eredmények összefoglalva az *1. táblázatban* láthatók, míg az átlag eredmények a *2. ábrán* kerülnek bemutatásra.

A bázikus téglák 2 kg/cm² nyomószilárdságát, mint azt már említettem, a lágyuláspontvizsgálattal kapjuk meg. A lágyuláspont 1350—1450 C° között van. Mivel a nyomószilárdság kisebb terhelésen, ill. magasabb hőfokon is érdekes, meg kell állapítani a lágyuláspont vizsgáló berendezéseken alacsonyabb terhelés alatt is a melegszilárdságot. Erre azonban a hosszadalmas vizsgálati módszer miatt ezidáig nem volt lehetőség.

Égetett téglákon is el kell végeznünk a vizsgálatokat, hogy összehasonlító adatok álljanak rendelkezésünkre.



3. ábra. Meleghúzószilárdság vizsgáló berendezés

1 kemence, 2 próbatest, 3 súly, 4 kapcsoló, 5 hőelem

Meleghúzószilárdság meghatározó módszer

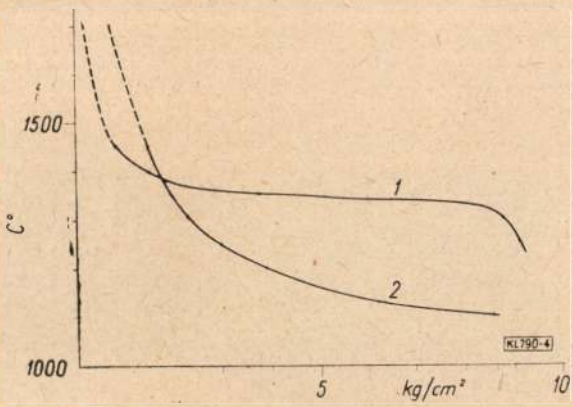
A húzószilárdság meghatározására szerkezeti anyag hiányában jelenleg megbízható módszer nem áll rendelkezésünkre.

Az angolok vizsgálati módszere látszik a legegyszerűbbnek, de pontos eredményeket ez sem ad [3].

A vizsgálati módszer szerint krómnikkel huzalra felfüggesztenek egy középen elvékonyított normáltéglából kivágott rudat, alulra pedig azonos anyaggal súlyt erősítenek.

A súly leesése rögzíti azt a hőmérsékletet, amelyen az anyag szilárdsága elérte a húzóerőt.

A berendezés elvi rajzát a *3. ábra*, a vizsgálat eredményét a *4. ábra* mutatja be.



4. ábra. Égetett boltozattéglák meleghúzószilárdsági vizsgálata
1 krómmagnezit, 2 magnezit

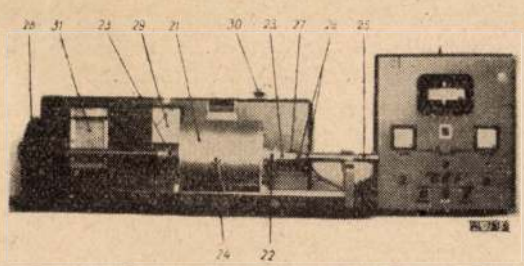
Rugalmassági modulust meghatározó módszer

A rugalmassági modulus meghatározására a torziós vizsgálat terjedt el. A berendezés az *5. ábrán* látható.

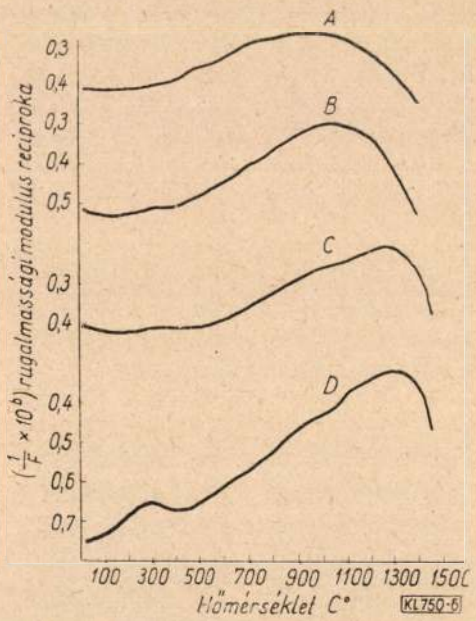
A próbatest egy négyszögkeresztmetszetű próbapálca, amely korundrúdba volt befogva. A rudat ismert terheléssel igyekezünk elcsavarni [4], [7]. Egyidejűleg természetesen fűtjük a próbatestet. Az elcsavarodás mértékéből, ill. a szakadásból következtetünk a rugalmassági modulusra. A bemutatott készülék mérésre 1550 C°-ig alkalmas.

A krómmagnezit tűzállóanyagok vizsgálati eredményét a *6. ábra* mutatja be.

Jól látható, hogy a rugalmassági modulus 1300 C° körül minimumot mutat, majd ismét emelkedik, ill. amint az ábrából kitűnik, ahol a



5. ábra. Torziós vizsgáló berendezés 1550 C°-ig
1 kemence, 2 SiC fűtőcső, 3 próbatest befogórúd, 4 hőelem, 5 dilatáció kiegyenlítő, 6 próbatest tartórúd befogófej, 7 hőelem próbatest hőmérsékletének mérésére, 8 torziós tárcsa, 9 elfordulást mérő műszer, 10 terhelést beállító gomb, 11 hőmérséklet regisztráló műszer



6. ábra. Égetett krómmagnezit boltozattéglák rugalmassági modulusának változása a hőmérséklet függvényében
A, B, C, D különböző krómmagnezit mintáinak jelzése

nyúlásszám $\left(\frac{1}{E} = \alpha\right)$ van ábrázolva, azon a hőmérsékleten található a legnagyobb nyulás. Érdekes módon ez egybeesik a keresztrepedések helyével [5].

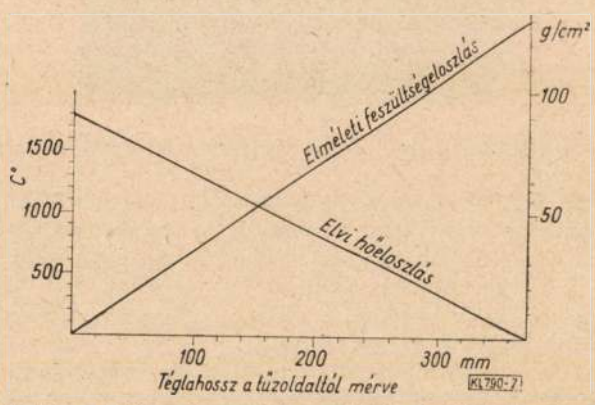
Újabb boltozatépítési szempontok

Az eddigi eredmények alapján látható, hogy az SM-kemence építéséhez használt bázikus tűzálló anyagok mechanikai szilárdsága az SM-kemencék üzemi hőmérsékletén igen kicsi.

Ez azt jelenti, hogy a kemence építőanyagát meg kell kímélni a fellépő mechanikai hatásoktól és a lehetőség szerint feszültségmentesíteni kell őket.

Mivel a húzóigénybevétel egymagában felfüggesztett téglán igen jó megközelítéssel meghatározható, a *7. ábrán* egy elvi diagram látható, amely a fellépő igénybevételt és a hőmérsékletet ideális esetre szemlélteti.

Látható, hogy a húzószilárdsági igénybevétel a tégla hideg végén a legnagyobb és egy 375 mm

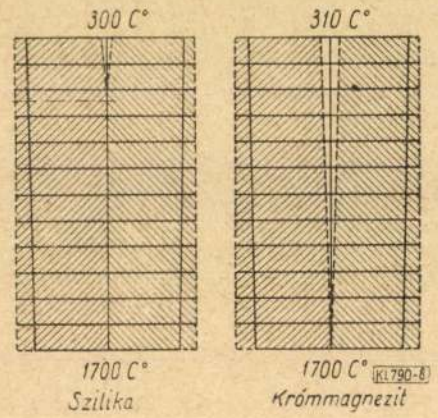


7. ábra. Felfüggesztett boltozattéglák húzóigénybevétele és elvi hőmérsékleteloszlása

hosszú boltozati téglán nem lépi túl a 130 g/cm²-et. A húzó igénybevételt ezek szerint tehát függesztett téglákon elhanyagolhatjuk.

Más a helyzet a nyomóigénybevétel során. Itt a dilatációs hatások helyileg igen nagy igénybevételt érhetnek el és ha rossz az építés, angol vizsgálati adatok szerint, elérhetik az 5 kg/cm²-t is [6], [8].

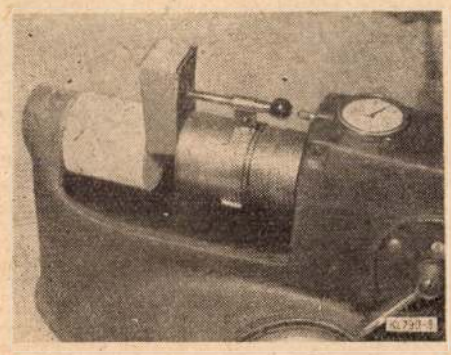
Súlyosbítja a helyzetet az is, hogy a dilatációs hatás nem egyenletes, és csak a hőmérsékletnek a függvénye. Ismert, de azért itt idézem emlékeztetőül az ábrát *(8. ábra)*, amely bemutatja a téglákon a hőtágulás eloszlását.



8. ábra. Szilika- és krómmagnezit boltozati téglák hőtágulás eloszlása

Az ábrából látható, hogy a tégla 60—100 mm magasságig záródik össze és feszültség csak ebben az övben lép fel.

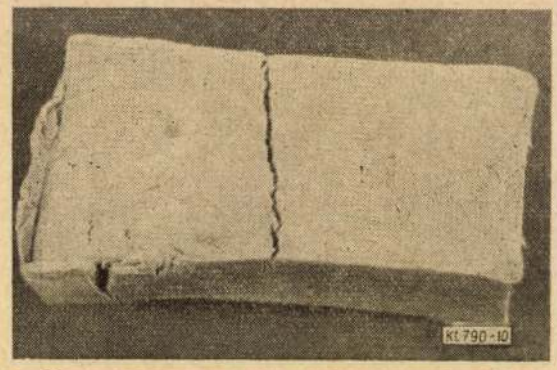
Több alkalommal megfigyeltük, hogy a tégla repedése az összezáródás felett keletkezik. Ezért vizsgálathoz plasztilinnel téglamodellt készítettünk és azt — mint a *9. ábra* mutatja — egyik oldalánál fogva befogtuk és terheltük. A téglamodell, amint az a *10. ábrán* látható, a megterhelt rész felett, hasonlóan a boltozati téglákhoz, megrepedt.



9. ábra. Boltozattégla modell befogása a nyomókészülékbe

A kép összehasonlítva egy boltozatból kiemelt téglával, szembetűnő hasonlatosságot mutat, amint az a *11. ábrán* látható.

A kísérlet eredménye alapján, azt hiszem jogos az a feltevés, hogy a téglák a dilatációs hatás révén fellépő feszültség hatására, már előre megrepednek és amikor a boltozat megkopott, a vaslemez megolvadt, a repedt résznél leválik a boltozatról.



10. ábra. Plasztilinből készült téglamodell féloldalas nyomóigénybevétel után

11. ábra. SM-kemence használt boltozattéglája

A hiba ellen több módszerrel lehet védekezni.

1. Dilatációs hatás elleni védekezés.
2. Repedések megszakítása által.

A dilatációs hatások közé kell számítanunk a „bursting" repedező hatást is. Az ez ellen való védekezés a nyersanyag, a gyártási mód megfelelő megválasztása, tehát :

a) kis repedezés hajlamú krómérc használata,
b) max. 2,5 mm-es krómércszemcse,
c) magnezit adagolásának növelése,
d) magas hőmérsékletű égetés.

A boltozatban igen fontos a vaslemez revésedésénél fellépő térfogatnövekedés tekintetbe vétele, amely a vaslemez eredeti vastagságának 50—80%-ára rúg.

Végül a tégla hőtágulásának kompenzálása marad. Ezek a hatások igen nagymértékben függenek az acélolvasztás módszerétől és ezt acélművenként kell meghatározni. Általában a lemezburkolatú tégláké 3—4,5%-ot tesz ki.

A repedés megszakítására a kisebb méretű téglák használata a legmegfelelőbb. Ezt rendszerint betétekkel érik el. Itt a betétek által megszakított téglaanyag külön téglaként viselkedik.

Előnyös, ha különböző hőtágulású téglákat építenek egymás mellé, pl. krómmagnezit és magnezitkróm fajtákat váltakozva. Ilyenkor az eltérő hőtágulású téglaanyag legalább részben kompenzálja a másik tégla tágulását.

Összefoglalás

A nyomó igénybevételt tehát a bázikus téglákon csökkenteni kell, illetve 0,10—0,20 kg/cm² közé korlátozni. Minden téglát külön kell felfüggeszteni, hogy a húzóigénybevétel ne növekedjék.

Ezek fontos szempontok egy új boltozatkonstrukció kialakításakor. Legyen a boltozat emelkedése alapján megfelelő mód a boltozat feszültség szabályozására is.

A boltozatemelkedés 1—2 mm-nél nagyobb nem lehet, ezért ellenőrző mérőberendezést kell a boltozatokra helyezni, hogy a feszültségek fellépését ne becslés alapján kelljen megítélni. A vegyikötésű betétes téglákat minél nagyobb tisztaságú (MgO-tartalmú) nyersanyagból kell gyártani. Igen fontos, ill. legelőnyösebb, ha azokat a legkisebb olvadék tartalom és elérhető legnagyobb hőingadozástűrés szempontjából vasmentes magnezitből készítjük.

A közölt adatok és ezek közül legfőképpen a nyomó és húzószilárdság megállapítása olyan hézagpótló eredmény, amely lehetővé teszi a tervezők részére tartósabb boltozatkonstrukció kialakítását.

Üzemben viszont, ezeknek az ismérveknek birtokában a boltozat tartóssága növelhető és olyan jelenségekre kaphatunk magyarázatot, amelyekkel eddig értetlenül állottunk szemben.

IRODALOM

[1] *Letort, Y.:* Tűzállóanyagok alapvető tulajdonságai és tanulmányozásuk módszerei. La Ceramica 1957. júl. 53/65 old.

[2] *Lahr, H. R.—Hardy, C. W.:* Szilikatéglák lágyulási vizsgálatai nyomás alatt. The Refractories Journal 1957. I. 12/14 o.

[3] *Greaves, H. J.—Mackenzie, J.:* Bázikus tűzállóanyagok magas hőmérsékleti szilárdsága. Trans. Brit, Ceramic Society 1958. 4. 187. o.

[4] *Wiechula, B. A.—Roberts, A. L.:* A samott tűzállóanyagok elasztikus és viszkózus tulajdonságai. Trans. Brit. Ceramic Society 1957. 3. 173/197. o.

[5] *Lakin, J. R.—West, C. S.:* Tűzállóanyagok rugalmassági modulusának meghatározása magas hőmérsékleten. Trans. Brit. Ceramic Society 1957. I. 8/N. o.

[6] *Ford, W. F.:* Bázikus tűzállóanyagok melegszilárdsági problémája. The Refractories Journal 1958. 2. 55/69 o.

[7] *Alfred, F. N.—White, A. E. S.:* Néhány, kerámiai kutatás céljára szolgáló berendezés. Trans. Brit. Ceramic. Society 1959. 4. 199/224. o.

[8] *Mund, A.:* Angol kísérletek bázikus SM-kemencékkel. Stahl u. Eisen. 1954. 4. füzet. 197/207 o.

Műszaki és gazdasági hírek

Franciaország *különleges acéltermelése* 1000 t-ban

	1959.	1960.	1960. év 1959. év %-ában
Ötvözetlen gépacél	425	570	34,1
Ötvözött gépacél	465	518	11,4
Golyóscsapágyacél	62	90	45,2
Szerszámacél	77	91	18,2
Rozsdamentes acél	123	187	52,0
Egyéb ötvözetek	4	5	25,0
Összesen ...	1156	1461	26,4

St. u. E. 1961. 19. sz.

*

Jugoszláviában Skopljében megkezdték az *új vasmű* építését. A gyár három ütemben épül. Az első ütem 1963-ban készül, termelése évi 310 000 t folyékony acél lesz. 1965-ben a második ütem befejezése után 940 000 és a harmadik után 1972-ben 1,5 millió t-t fog termelni.

St. u. E. 1961. 19. sz.

*

Japánban a Nippon Kokan cég a *negyedik acélgyárat* **Nagojától** keletre 90 km-nyire Toyohaski mellett építi fel közvetlen a Csendes-óceán partján. A gyárban, mely 1966-ban lesz kész, főleg széles szalagacélt fognak gyártani.

St. u. E. 1961. 19. sz.

*

Lengyelországban, Koninban az építés alatt levő alumíniumgyár 1965-ben kerül üzembe. Évi termelési kapacitása 97 000 t lesz.

Alumínium, 1961. IX. 9. sz.

Műszaki eseménynaptár

Dec. 10. 65 éve (1896) halt meg NOBEL Alfred, svéd kémikus (szül. 1833), a dinamit felfedezője, a Nobel-díj alapítója

13. 145 éve (1816) született SIEMENS Werner, német mérnök (megh. 1892), az elektrotechnika egyik legeredményesebb kutatója

16. 145 éve (1816) halt meg BENKŐ Ferenc az első magyar mineralógus (szül. 1745), az első hazai ásványtani munka a „Magyar mineralógia" szerzője

23. 70 éve (1891) született BRÓDY Imre magyar fizikus (megh. 1944), a kripton töltésű ízzólámpa feltalálója

27. 290 éve (1571) született KEPLER Johannes, német csillagász, (megh. 1630) a bolygók mozgásában megnyilvánuló törvényszerűség felfedezője (Kepler-törvény)

31. 270 éve (1691) halt meg BOYLE Robert, angol fizikus és kémikus (szül. 1627), a modern tudományos kémia egyik megalapozója

Az összeállított eseménynaptár nem teljes. Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtárban (Bp., VIII., Múzeum u. 17.). Tájékoztatást ad: Pap János. Tel.: 336-309.

Eljárás és berendezés alumíniumelektrolizáló kádak automatikus timföldadagolására

BALÁZS ENDRE okl. kohómérnök, SZENTIVÁNYI GYULA okl. gépészmérnök, SZABÓ SÁNDOR okl. gépészmérnök

D.K.: 621-52 : 669.713.7.05

Az automatikus timföldadagoló berendezés kidolgozására irányuló kísérleteket 1955-ben kezdtük meg önsülő, oldaltüskés anódú kádakon.

Az első egyszerű kísérletek célja annak tisztázása volt, hogy lehetséges-e timföldnek kis adagokban a munkatér egy pontjában huzamosabb ideig tartó adagolása a kád rendes üzemi állapotának fenntartásával és anélkül, hogy az elektrolit kérget az anód teljes kerülete mentén feltörnénk. E kísérletek során azt figyeltük, hogy nem jelenik-e meg timföld üledék az adagolás szintje alatt a katódfenéken, valamint nem romlik-e lényegesen az oldalfagyás állapota a szokásos kezelések számának lényeges csökkentésekor. Meggyőződve arról, hogy nemkívánatos jelenségek nem merülnek fel, hozzáfogtunk az egyes kádakra szerelt automatikus timföldadagoló gépi berendezés kidolgozásához.

A következő alapgondolatokból indultunk ki :

1. *A természetes boltozat elve.* Az elektrolit kéreg a ráterített timföldréteggel természetes kéregboltozatot alkot és erős, megbízható hőszigetelő réteget képez. Ezért nincs szükség valamilyen mesterséges boltozatra az elektrolit lefedése céljából. A függőleges tüskés kádakban az elektrolit kéreg mellett a gázharang is részben boltozat szerepet tölt. be.

2. *Az adagolás szakaszosságának elve.* A feladat az volt, hogy meghatározott, ellenőrizhető mennyiségű timföld egységnyi idő alatt való oldódását biztosítsuk az olvadt elektrolitban. A timföldnek az elektrolit felszínre való egyszerű adagolásakor az elektrolit felszín megdermed, ezért elkerülhetetlen volt valamilyen benyomó vagy bekeverő szerszám használata. A következő korlátozó viszonyokat ismertük :

a) az utóbbi időkig nem találtak olyan összetételű anyagot, amely bekeverő szerszámként képes folyamatosan az olvadt kriolit és a levegő oxigénje együttes hatásának 1000 C° körüli hőmérsékleten ellenállni,

b) a technikai timföld változékony fizikai tulajdonságai következtében saját súlya segítségével stabilis anyagfolyamban, kalibrált kis nyíláson való megbízható adagolása (homokóra elv) nem lehetséges.

Az elmondottakból kiindulva a szakaszos adagolás elvét választottuk, amely szerint a timföldet elhatárolt kis adagokban gyakran adagoljuk, mindegyik alkalommal periodikusan betörve az adagolás helyén képződő kérget, illetőleg szakaszosan bekeverve az adagolt mennyiséget. Ily megoldással a berendezés semmiféle részének sem kell hosszasan az olvadt elektrolittal érintkezni, sem magas hőfokú környezetben tartózkodni.

Ezzel a megoldással a timföldet aránylag nagy, egyszeri adagokban nagy keresztmetszeteken át vezethetjük. Ezzel jelentős mértékben kikapcsolható a timföld fizikai tulajdonságainak befolyása az adagolás megbízhatóságára és egyenletességére. Ez az alapelv egyszerű lehetőséget is ad a soronkövetkező timföldadag bizonyos mérvű előmelegítésére az elektrolitba juttatás előtt (az adagolások közt eltelt időben), ami jelentős a tényleges oldódás sebességével kapcsolatban.

3. *A berendezés egyszerűsége.* Figyelembe véve azt, hogy az elektrolízis csarnokokban 60—180 kádegység van, valamint *hogy a nagy teljesítményű kádakba az adagolás több ponton szükséges*, az automatikus timföldadagolás gazdaságosság szempontjából csak akkor veheti fel a versenyt a mai kádkezelés gépesített rendszerével (mobil kéregbetörő gépek és timföldszállító-adagoló tartályok), ha a készülék megoldása egyszerű, olcsó és lehetőleg kevés karbantartást kíván. Ezért, valamint a timföld abrazív tulajdonságai és erős mágneses mező jelenléte miatt kívánatos, hogy a berendezés a lehető legkevesebb mozgó alkatrészt tartalmazzon. Az automatikus, szakaszos adagolási rendszer karbantartási igényének szérianagyságrendben nem szabad lényegesen felülmúlnia a jelenleg elterjedt gépesített rendszer karbantartási igényét.

4. *A berendezés egyszerű automatizálásának lehetősége.* E célból fontos egynemű energiahordozó használata. E célra 5—5,5 atm nyomású sűrített levegőt választottunk, amely a csapolás és egyes berendezések működtetése céljára az elektrolízis csarnokokban amúgy is rendelkezésre áll és a legkisebb villamos szigetelési költséget kívánja. A levegőjáratok automatikus nyitására és zárására szolgáló berendezések szelepekből vagy csapokból és elektromágneses működtető részből álló, kombinált elemekkel másutt már széleskörű bevezetést nyertek és könnyen felhasználhatók az automatikus timföldadagoló rendszer működtetésére is.

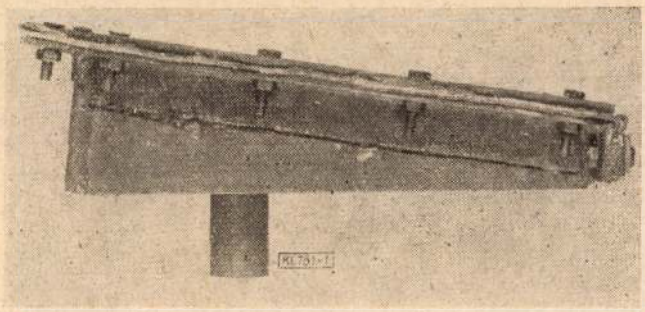
Automatikus timföldadagoló berendezés önsülő, oldaltüskés anódú kádakon

A jelenleg használt adagolóberendezés prototípusát 1957-ben dolgoztuk ki. E berendezés működési elvét és a timföldadagolás megfelelő módszerét szabadalomban rögzítettük.[1]

Az egyes kádakra szerelt adagoló berendezés két önálló részből áll : a timföldadagoló és a kéregbetörő.

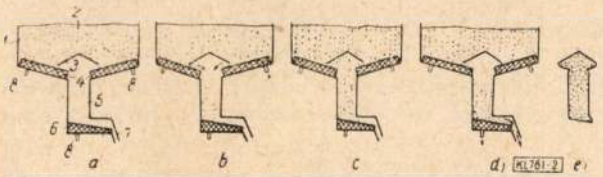
Az adagoló berendezés 2 napi timföldkészlet tárolására szolgáló tartályból, légcsatornás adagolórendszerből, mérőedényből és surrantóból áll. A légcsatornás adagolórendszer felső és alsó légcsatornái függetlenül működtethetők az alacsony nyomású levegőelosztó rendszerről. A mérőedény

[1] Balázs Endre és Szentiványi Gyula, 145 816 sz. magyar szabadalom. Bejelentés napja 1956. május 9.



1. ábra. Légvályú-adagolóelem oldalnézete

térfogatát a kád teljesítményének, az adagolópontok számának és a kívánatos egyszeri adagmennyiségnek (vagy adagolás gyakoriságnak) függvényében választjuk ki. Az *1. ábrán* egy légvályú, a *2. ábrán* pedig az adagolás elve látható.



2. ábra. A timföldbemérés elvi rajza
1 tartály, 2 timföld, 3 terelőbetét, 4 felső légcsatorna, 5 mérőedény 6 alsó légcsatorna, 7 surrantó, 8 alacsonynyomású préslevegő becsatlakozás

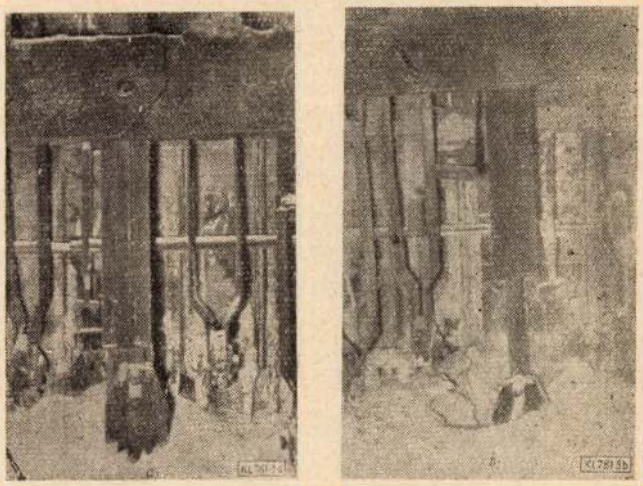
Az adagolás elve a timföld ama tulajdonságán alapszik, mely a rézsüszög ugrásszerű változásában nyilvánul meg abban az esetben, amikor az anyaghalmaz alá alacsony nyomású levegőt vezetünk (30—50°-ról 3—5°-ra). Az első berendezéstípusban egy, a továbbiakban kettős felső légvályút szereltünk fel. Az adagolás pontossága több tényezőtől függ, ezek pl. a térkitöltés a két légvályú között, a timföld tömörödése a mérőedényben, a timföld térfogatsúlya stb. Példaképpen közlünk egy adagsort, amely jellemző az adagoló munkájára :

Az adag száma	kg
1	21
2	18
3	18
4	17
5	18
6	20
7	20
Átlag . . .	18,85 kg

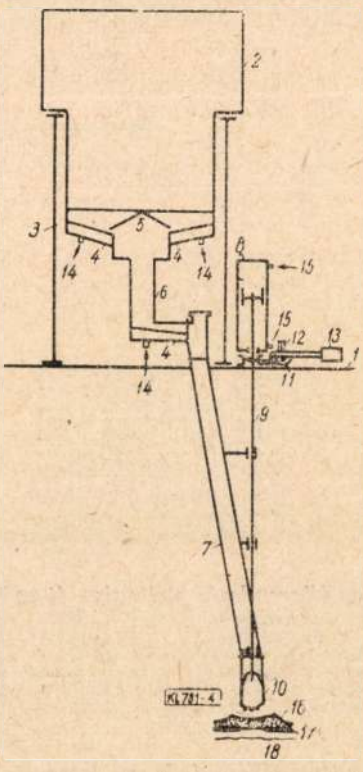
Megjegyezzük, hogy az adagoló berendezéssel működő kádakban ± 2 kg-os timföldadag eltérés a megfelelő adagolás gyakorisága mellett az elektrolitban kevesebb, mint 0,1% koncentráció ingadozáshoz vezet.

A betörő berendezés léghengerből, dugattyúból, a megfelelő rudazatból és betörőfejből áll. A hengert a dugattyúval célszerű a kád tetején elhelyezni, távoltartva így a magasabb hőmérsékletű részektől. A dugattyú átmérőjét úgy választottuk meg, hogy 5—5,5 atm sűrített levegő nyomáson a kalapács a kérget betörje. A berendezés egyszerű szerkezetű, célja az ütés dinamikus erejének növelése. A dugattyúrúd és a timföldadag egymástól elkülönítve mozognak függőleges irányban. A timföldvezeték a timföldadagot a betörőfej és az anód között bocsátja az elektrolitkéregre, illetőleg a betört nyíláson át az elektrolitba.

A betörőfej kereskedelmi lágyacélból készült, 2 db 10 mm vastag lapból áll, melyeket térköz meghagyásával egymás mellé hegesztenek. A betörőfejet a rudazathoz csavarokkal kötik. A kéregben tört nyílás minimális méretei megfelelnek a betörőfej keresztmetszetének (150 × 50 mm).



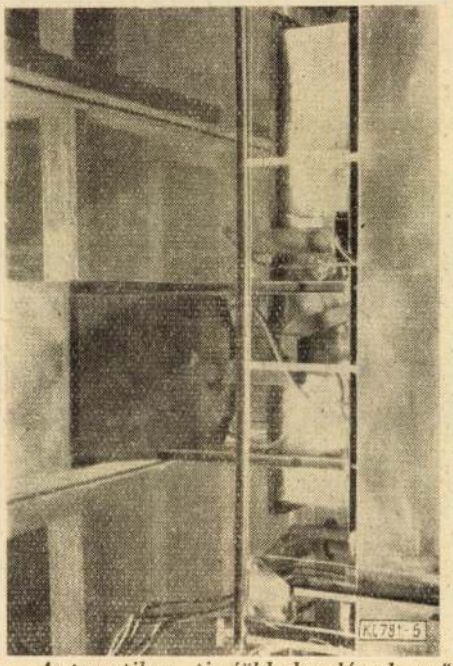
3. ábra. A betörőfej és az elketrolitkéreg a timföldtakaróval
a) nyugalmi helyzet, *b)* betörés közben



4. ábra. Adagolóberendezés elvi rajza oldaltüskés anódárambevezetésű kádhoz
1 anódkezelő szint, 2 timföldtartály, 3 tartószerkezet, 4 légcsatorna, 5 alacsonynyomású levegő kijárata, 6 mérőedény, 7 surrantó, 8 léghenger, 9 rudazat, 10 betörőfej, 11 ütköző bütyök, 12 rugó, 13 ellensúly, 14 alacsonnyomású préslevegő becsatlakozás, 15 préslevegő becsatlakozás, 16 timföldtakaró, 17 elektrolitkéreg, 18 elektrolit

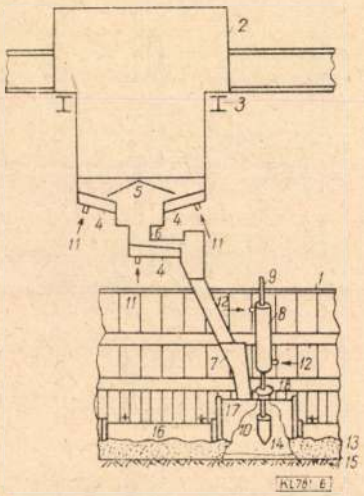
A *3. ábrán* a betörőfej helyzetét és az elekrolit kéreg egy részletét láthatjuk, a betörés előtt és alatt.

A *4. ábrán* az adagoló berendezés elvi rajza látható.



5. ábra. Automatikus timföldadagolással működtetett oldaltüskés anódárambevezetésű kád képe

Az *5. ábrán* egy automatikus timföldadagolással működtetett oldaltüskés kád fényképe látható.



6. ábra. Adagolóberendezés elvi rajza függőleges tüskés anódárambevezetésű kádhoz

1 anódköpeny, 2 timföldtartály, 3 tartószerkezet, 4 légcsatorna, 5 alacsonnyomású levegő kijárata, 6 mérőedény, 7 surrantó, 8 léghenger, 9 rudazat, 10 betrőfej, 11 alacsonynyomású préslevegő becsatlakozás, 12 préslevegő becsatlakozás, 13 timföldtakaró, 14 elektrolit, 15 katódszekrény, 16 gázharang, 17 gázharang speciális eleme, 18 tömszelence

Automatikus timföldadagoló berendezés önsülő, függőleges tüskés anódú kádakon.

E berendezés csak bizonyos részleteiben különbözik az előbbiekben leírt másik berendezéstől. A leglényegesebb eltérések a következők :

1. A timföldet itt a gázharang alá adagoljuk, a gázharang egy szakasza az anód hosszú oldalának közepén erre a célra megfelelően át van alakítva. A timföldsurrantó az átalakított gázharang szakaszba torkollik.

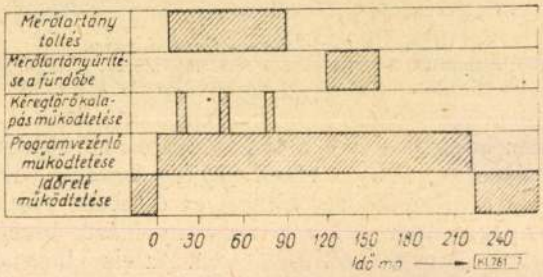
2. A betörőhenger a dugattyúval közvetlenül a gázharang szakasz felett, az anód mellett nyer elhelyezést. A dugattyúrúd a gázharang alá, hőálló tömszelencén keresztül jut be. A betörőfej állandóan a gáztérben tartózkodik, ezért hőálló acélból készül.

3. A betörés kisebb erőszükséglete következtében a dugattyú átmérőjét a másik berendezéshez viszonyítva csökkenthettük.

A *6. ábrán* a berendezés elvi rajza látható.

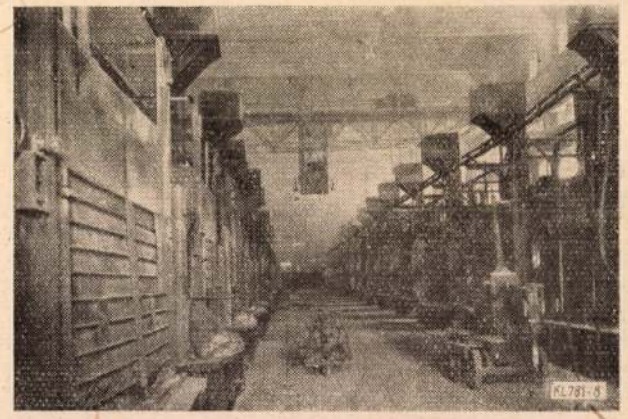
Az egyes kádakra szerelt timföldadagoló berendezések automatikus működtetése

Az automatikus működtetés egyidejűleg egész kádcsoportra, vagy pedig egy-egy kádra különkülön terjedhet ki. Az utóbbi esetben a megfelelő elektromos és szerkezeti elemeket minden egyes kádhoz fel kell szerelni. Az automatikus



7. ábra. Automatikus timföldadagolás program-diagramjának egyik változata

működtetés legegyszerűbb módja a meghatározott időközönként való adagolás, melynek során az adagolások közötti időt, a kád áramerősségéből, az adagolás gyakoriságából és az adag nagyságából számítják, továbbá az adagolás gyakorlati tapasztalatai alapján alakítják ki. Az adagolás automatizálása időrelé, programszabályozó, elektropneumatikus szelepek és egyéb, általánosan ismert, elektromos vagy mechanikus elemek segítségével oldható meg.



8. ábra. Timföldadagoló berendezésekkel felszerelt és üzemben levő oldaltüskés anódárambevezetésű kád képe

Az egyik esetben például a megfelelő automatika félóránként, a programszabályozó segítségével a kellő sorrendben és időtartamra egymás után kapcsolja azokat az elektromos és mechanikus berendezéseket, amelyek sűrített levegővel végzik a timföldnek adagolását és a betörő szerkezet működtetését.

A *7. ábrán* láthatjuk egy ilyen berendezés program-diagramját.

A *8. ábrán* oldaltüskés anódú kádsorokra felszerelt automatikus adagoló berendezések láthatók, a *9. ábrán* megfelelő függőleges tüskés kádtípuson működő automatikus timföldadagoló berendezés látható.

Egy 38 kádból álló timföldadagolóberendezésekkel felszerelt kádcsoport egy éves üzemi tapasztalata azt mutatja, hogy a berendezés karbantartási munkaerőszükséglete szériaméretben kb. 0,3 munkaórát tesz ki alumíniumtonnánként. Ez azt jelenti, hogy az általánosan elterjedt kéregtörő és timföldszállító kocsik jelenlegi karbantartó személyzete az automatikus timföldadagolásra való áttérés után leterhelésének növekedése nélkül a timföldadagoló berendezések karbantartását is elvégezheti.

Az automatikus timföldadagoló berendezés szerkezeti és működtető részének továbbfejlesztésében a soronkövetkező feladat olyan megoldás, amely a berendezés működtetését az elektolit timföldtartalmának változása függvényében biztosítja. Így lehetséges lesz mindazon előnyök teljes kihasználása, amelyek egy optimális timföldkoncentrációt tartalmazó elektrolittal működtetett alumíniumelektrolizáló kád üzemében rejlenek.

9. ábra. Automatizált timföldadagolással működő, függőleges tüskés kád képe

Az automatikus timföldadagolás elsajátításának műszaki problémáival, az e területen elért eredményekkel egy következő közleményünkben fogunk foglalkozni.

Egyesületi hírek

Egyesületünk új tagjai

felvétel 1961. május 1.—szeptember 15-ig

Vaskohászat szakosztály

Alexy Tibor kohómérnök, kemencetervező, Budapest
Balikó Mihály kohómérnök, főtechnológus, Ózd
Bíró Gyula kohómérnök, technológus, Budapest
Bogyó János technológus, Ózd
Bóta Jó sef művezető, Borsodnádasd
Csikós Béla főművezető, Borsodnádasd
Csomos Zoltán főművezető, Ózd
Démuth Ottó technológus, Borsodnádasd
Démuth Zoltán TMK vezető, Ózd
Dorkó János művezető, Borsodnádasd
Fodor Sándor gépészmérnök, Budapest
Gál Árpád technológus, Budapest
Gál József kohómérnök, Budapest
Gyárfás János igazgató, Borsodnádasd
Gyöngyösi Péter term. int. vezető h., Budapest
György István kohómérnök, anyagátadási o. vezető, Ózd
Hajas Illés technikus, Budapest
Hárs Kálmán gépészmérnök, Budapest
Horémusz László üzemvezető, Ózd
Horváth József term. o. vezető, Ózd
Ifj. Icsó Ferenc technikus, Ózd
Iván József kohómérnök, Ózd
Jászai Zoltán munkaügyi előadó, Borsodnádasd
Jelenszky Sándor főművezető, Ózd
Kálnay István kohómérnök, Ózd
Kormos József technikus, Borsodnádasd
Krausz József kohómérnök, Ózd
Lieker Géza TMK vezető, Ózd
Lovász Tivadar főmérnök, Miskolc
Ifj. Mészáros Béla művezető, Budapest
Mészáros László kohómérnök, Miskolc
Molnár András gépészmérnök, Budapest
Molnár János kohómérnök, Budapest
Mustos Elemér technológus szakmérnök, Ózd
Neuwirth Béla előadó, Borsodnádasd
Peres Sándor gépészmérnök, Budapest
Ruzsinszky Pál MEO vezető, Borsodnádasd
Sándor Miklós művezető, Borsodnádasd
Stankovics László kohómérnök, Ózd
Strömpl Aladár gépészmérnök, Budapest
Szekeres József hőkezelő üzemvezető, Miskolc
Szirmai József technológus, Budapest
Tartó Lajos anyagátadó csoportvezető, Ózd
Tasnády István gyártástervező csoportvezető, Budapest
Tengely István főművezető, Ózd
Tóth Gyula kohómérnök, Budapest
Varga István művezető, Ózd
Varga János gyárrészleg főmechanikus, Ózd
Várlaki Imre műszaki főelőadó, Budapest
Veres Gyula csoportvezető, Ózd
Zámori Tibor technikus, Budapest
Zoltán Árpád üzemvezető, Budapest
Zsigray Károly újítási irodavezető, Borsodnádasd

Fémkohászat szakosztály

Almáshegyi Lajos kohómérnök, Budapest
Fodor László technológus kohómérnök, Budapest
Késő Pál vegyészmérnök, Budapest
Nagy József kohómérnök, Budapest
Siklósi Péter vegyészmérnök, Budapest

Kupolaszerkezetek aluminiumból[1]

KÁDÁR ISTVÁN okl. építészmérnök
Alumíniumipari Tervező Intézet

Dk : 624.074.2 : 669.71

Az utóbbi évtizedben világszerte fokozottabb mérvben lépnek előtérbe a teherhordó alumínium épületszerkezetek. Ennek többek között az egyik oka az, hogy egyre sűrűbben jelentkezik az igény belső alátámasztás nélküli, nagy támaszközű, könnyű, lefedő szerkezetekben. Előadótermek, kiállítási csarnokok, gyülekezési épületek, fedett atlétikai és egyéb sportpályák, raktárak, repülőgép hangárok, sőt már több helyen ipari üzemi épületek lefedésére is használnak könnyű szerkezetű tetőket. Ezeknek egyik jellegzetes csoportját képezik a kupolaszerkezetek. A klaszszikus falazott anyagú kupolák helyére a korszerű anyagokból készülő köralaprajzot lefedő, gömbfelületen elhelyezkedő, önhordó fémvázas szerkezetek lépnek. A gömbfelületű kupolák közül ki kell emelni a *Fuller* által kidolgozott *geodéziai kupolákat*. Ezek alapelve az, hogy a szerkezet csomópontjai gömbfelületen fekszenek és a rudak geodéziai egyeneseket képeznek. A rúdhossz változásának és felületi szögek számának csökkentésére olyan, sarokpontjaival a gömbfelületet érintő szabályos mértani testeket választottak, melyek oldalidomai szintén szabályos síkidomok. A megoldások közül a legelőnyösebb az ikozaéder, melynek 20 egyenlőoldalú háromszög oldallapja van, és 30 azonos hosszúságú éle 12 csomópontban fut össze. Az ikozaéder oldallapjait a gömbfelületre vetítik, így egyenlőoldalú gömbháromszögeket kapnak. További felosztással olyan hálózat keletkezik, melynek hálózati elemei egyenes rudak. A szerkezet csomópontjai gömbfelületen fekszenek.

A geodéziai kupolákon kívül egyéb szerkesztési elven alapuló gömbfelületű kupolák is készülnek. Ezek vázas vagy önhordó- lemezszerkezetek, vagy a kettő kombinációi.

A nagy-támaszközű szerkezetekhez, — így a kupolákhoz is — különösen indokolt az alumínium használata szerkezeti anyagként.

Az alumíniumnak ilyen célra való felhasználását az anyag különböző előnyös tulajdonságai indokolják. Ezek között elsőként kell megemlíteni a kis fajsúlyát. A nagy térlefedő szerkezetek mértékadó terhelésének nagy részét a szerkezet önsúlya adja. Az általában üzemben előregyártott szerkezetek súlycsökkenése a szállításkor és a szerelés során is előnyös. Különösen célszerűek az alumíniumszerkezetek olyan előregyártott és szétszedhető szerkezetekhez, melyek különböző helyeken többször kerülnek leszerelésre és újra felállításra. Ily módon a szállítási költségek csökkenése még jelentősebb.

Az alumínium másik előnyös tulajdonsága az önsúlyhoz viszonyított nagy szilárdsága. Az újabb ötvözetek szilárdsága eléri a szerkezeti acélokét, míg fajsúlyuk azoknak csak a harmadrésze.

Az alumínium szerkezeti elemek korróziós ellenállását a gyártás során különböző eljárásokkal (anódos oxidáció, bőhmitezés) növelni lehet. Ezzel nagymértékben csökkenthetők az utólagos felületkezelési és karbantartási munkák, úgyhogy azok teljesen mellőzhetőkké is válnak.

Az alumínium anyagok könnyen sajtolhatók, ez lehetővé teszi, hogy a fellépő igénybevételeknek és szerkezeti igényeknek legmegfelelőbb rúdkeresztmetszeteket lehet előállítani.

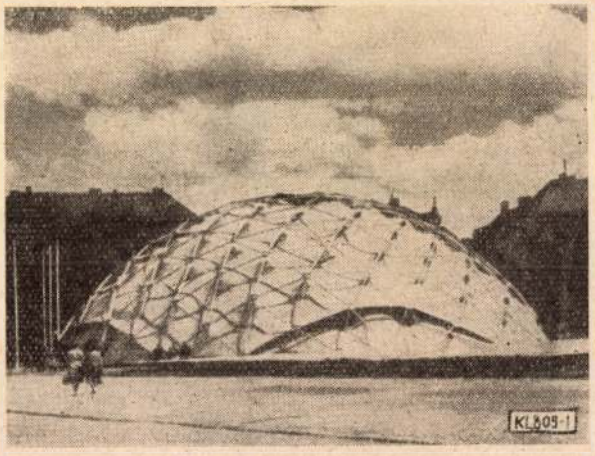
Megvalósított alumínium kupolaszerkezetek külföldön

Általánosan ismert az 1951-es londoni fesztiválra épített „Dome of Discovery". A 110 m átmérőjű kupola rácsozott alumíniumrudak hálózatára épült, melyek egy vízszintes síkú acélgyűrűre támaszkodnak. Ezt karcsú, V alakban elrendezett rácsozott alumínium rudak tartják. Az íves váz, a szelemenek és gerendák számára, a héjalási elemek és az előtető részére összesen 232 t alumíniumot használtak fel.

Nagyobb sátrak vázszerkezetét már a háború alatt is alumíniumrudakból készítették. Az ilyen jellegű szerkezetek legfejlettebb formája a Fuller-féle geodéziai elven készült kupolasátrak. Ezeket először Amerikában katonai célokra gyártották, mert csekély súlyuk miatt repülőgépen is könnyen szállíthatók. A nagy belső teret biztosító vázra műanyag ponyvát függesztettek, így hangárt, műhelyt és raktárakat építettek. Ma már polgári célokra is használják.

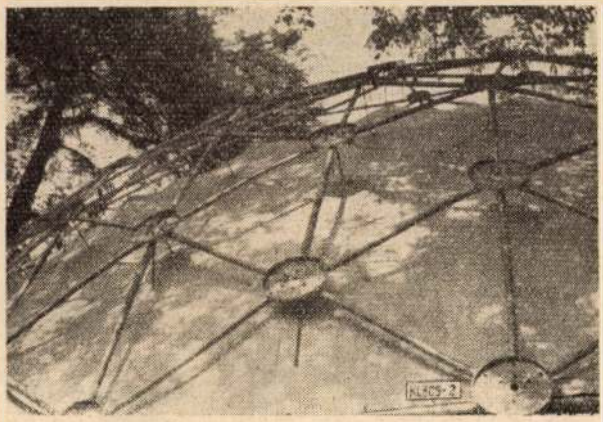
Európában a Mannesmann—Leichtbau cég gyárt szerelhető csővázat kupolasátrak számára. Saarbrückenben, majd Münchenben építettek fel 32 m átmérőjű és 10,5 m magasságú gömbfelületű szerkezetet *(1. ábra)*.

A teherhordó váz háromszög elrendezésű alumíniumrudakból van összeállítva. Ezek 70 mm ∅-jű, 3 és 4 mm falvastagságú, 14 féle hosszúságú



1. ábra. Alumíniumcsővázú kupolasátor Münchenben

[1] Az 1—4-es ábrák a felsorolt irodalomból származnak, az 5—9-es ábrák a szerző saját felvételei.



2. ábra. A Hoechst sátor vázszerkezete

Al-Mg-Si ötvözetű csövek, melyek 12 mm ∅-jű cinkezett acélcsavarral kapcsolódnak a szintén Al-Mg-Si ötvözetű 540 mm átmérőjű, 6 mm-es lemezből készült tárcsákhoz. A csatlakozó szögek különbözősége miatt 14 féle tárcsa kiképzés szükséges. A szereléskor a felcserélés veszélyének csökkenése érdekében, a csövek végére színes gyűrűket festettek. Ezekkel azonos színű jelet tettek a tárcsák megfelelő csatlakozási helyére. A kupolasátor az alapkörön feszítő csavarokkal csatlakozik a lehorgonyzáshoz. A lekötés a szélerők felvételére elegendő. A gömbfelületű váz szilárdsága nagy.

A könnyűfémváz alatt műanyag héjazatot függesztenek fel (PVC-vel bevont poliészter-szövet), mely a kívánságnak megfelelően különböző mértékben fényáteresztő. A szerkezet súlya kicsi. Összsúly 3,0 tonna és ebből 2,4 a könnyűfém. A mozgatható könnyűfém szerelőtornyok segítségével hat ember három nap alatt szerelte össze. A vázszerkezetet a műanyag héjazattal és a szerelőtornyokkal együtt egy tehergépkocsival lehet szállítani.

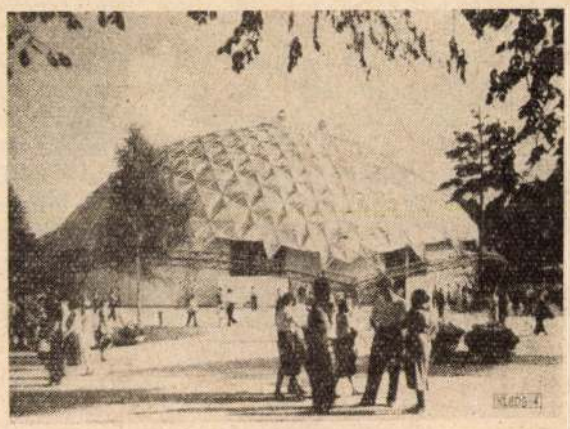
A fent leírt kupolasátor egyik változatát láthattuk a Hoechst cég kiállításaként az idei Budapesti Ipari Vásáron *(2. ábra)*.

1957 tavaszán Honoluluban épített fel a Kaiser-Alumínium cég egy rombuszalakú lemezekből összeállított, a geodéziai kupolák elvén alapuló szerkezetet, mely előadóterem céljait szolgálja (3. ábra). A belső alátámasztás nélküli csarnok

alapátmérője	44,2	m,
a gömb sugara	25,0	m,
magassága	14,5	m,
lefedett alapterület	1540	m^2,
az 575 elem össz-súlya ...	17,65	t.

Az elemek 1,6 mm-es lemezből készültek. Anyaguk 6061-T6 ötvözet, ami nemesített Al-Mg-Si ötvözetnek felel meg. A lemezelemek 10 különböző méretben készültek. A rombusz-átlók mérete 270—356, ill. 165—208 cm közt változik. A lemezeket a nagy átlók irányában hajlítással merevítették, a széleken pedig 83 mm magas peremezéssel látták el őket. Ez a perem résztvesz az erőjáték felvételében, másrészt a lemezelemek összeerősítésére is szolgál.

Az elemeket a rövidebb átló irányában egy U alakúra hajlított rúddal merevítették, ezek anyaga 5052-H 34 ötvözet, mely kb. megfelel az Al-Mg 3 ötvözetnek.



4. ábra. 60 m átmérőjű alumínium kupola Moszkvában

Azokon a csomópontokon, ahol hat lemezelem találkozik, csillagalakú öntvényt helyeztek el. A három elem találkozásánál egyszerűbb öntvényeket használtak. Ezeket 9,5 mm ∅-jű, anódosan oxidált 2024-T 4 ötvözetű (megfelel nemesített Al-Cu-Mg-nak) csavarokkal erősítették a lemezekhez.

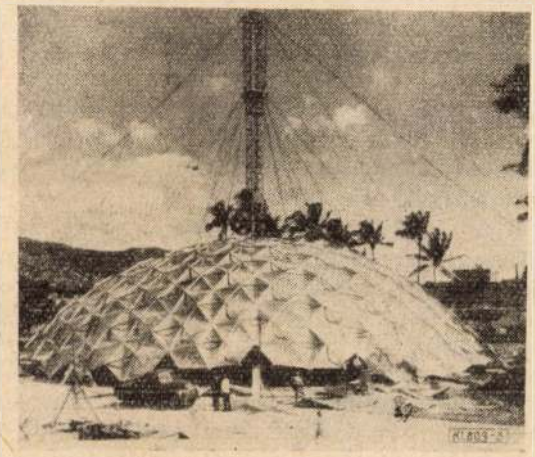
Az egész kupolához 1150 db öntvényt használtak fel. A szerkezetet egy központi acélárboc segítségével szerelték.

A Honoluluban épített kupola nagy sikert aratott, a Kaiser-cég megrendelések egész sorát kapta. Kidolgozták a kupolák terveit két gömbfelület 3—3 metszetére 30—61 m-es átmérőig.

Európában először Moszkvában építettek Kaiser-kupolát. Ez kiállítás céljait szolgálta. Átmérője 61 m volt *(4. ábra)*.

A moszkvaival azonos méretű kupolát építettek 1959—60-ban Párizsban, az új sportpalota lefedésére. Ennek fő adatai:

alapátmérő	61	m,
gömbsugár	34	m,



3. ábra. A Honolului Kaiser kupola szerelés közben

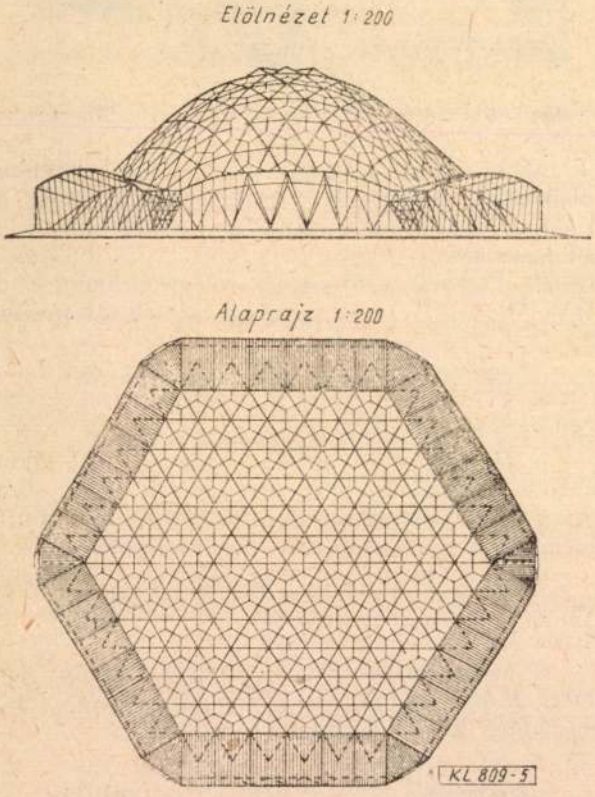
magasság ..... 20 m,
fedett alapterület ..... 2800 m²,
felhaszn. alumínium ..... 45 t.

Nemrégen érkezett hír, hogy Leningrádban sportcsarnok céljaira 60 m átmérőjű alumíniumkupolát építenek. A hossztengelyükkel meridián irányban elhelyezett, 10×2,5 m átlóméretű rombuszelemek 30—35 cm szerkezeti magasságúak és a szerkezethez hat féle elem szükséges. A héjalás három mm-es alumínium lemez. A kupola tetején 17 m átmérőjű üvegezett világító felület készül. A felhasznált alumínium 60 t lesz.

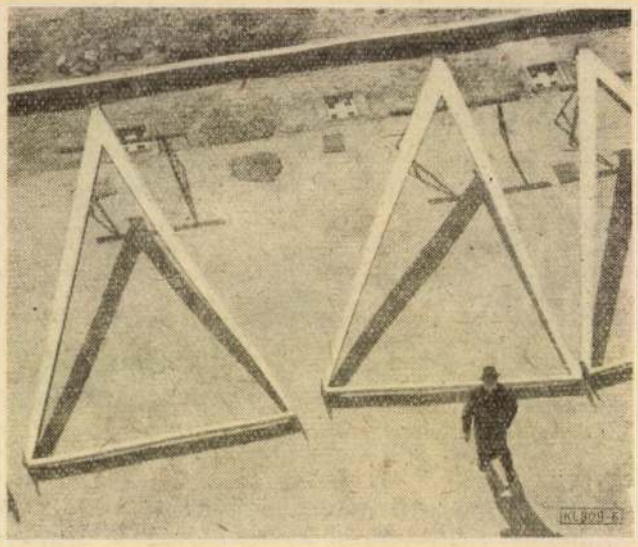
Alumínium vázszerkezetű kupolacsarnok a Budapesti Ipari Vásáron

A Nehézipari Minisztérium jelentőségének megfelelő méretű és kivitelű csarnokokban kívánta bemutatni termékeit az idei Budapesti Ipari Vásáron. A NIM Kereskedelmi Igazgatósága a csarnokokat magukat is kiállítási tárgyakként kívánta megépíttetni, melyek alumíniumnak és műanyagnak építészeti használatát szemléltetik. A NIMKER az ALUTERV-et bízta meg a kiállítás csarnokainak megtervezésével.

A feladat tehát olyan csarnokok megtervezése volt, melyek bemutatják az alumíniumnak és a poliészternek építészeti felhasználását. Másik követelmény volt az, hogy csarnokok szerkezetét szét lehessen szedni és azokat a következő években a lágymányosi vásárváros területére át lehessen telepíteni. E feltételekkel két csarnok készült. A csarnokok egyike alumínium vázszerkezetű kupolacsarnok volt. A kupolacsarnok váza az eddig szokásos gömbfelületű kupolákkal szemben



5. ábra. A kupolacsarnok hálózati rajza



6. ábra. Lábháromszögek felállítás előtt

egy hatszög alaprajz fölé szerkesztett hártyafelületen helyezkedik el. A hártyafelületű tartószerkezetek számítására dr. *Pelikán József* professzor dolgozott ki módszert, melyet az oslói nemzetközi kongresszuson ismertetett és 1959-ben „Tartószerkezetek" című egyetemi tankönyvében tett közzé. Ez a módszer a megszokott méretezés fordítottja. Nem a felvett felületben keletkező belső erőjátékot számítja, hanem a felvett erőjátékhoz határozza meg a felületszerű tartószerkezet alakját. Ez az elv különböző előnyöket rejt magában. Az erőjáték számítása egyszerűsödik, kevesebb és egyszerűbb számítást kíván a szerkesztési méretek meghatározása is. A vázszerkezet vonalai megfelelnek az erőjátéknak, parabola ívekből állnak, melyek folyamatos vonalban az alapozásig futnak le. Szabályos alaprajz fölött, teljes elemekkel készül a lefedés. A geodéziai kupolák vázszerkezetének vonalai nem folytonosak, vagy szabálytalan vonalú a szerkezet szegélye, vagy tört méretű elemek vannak a kerületen. A hártyafelület természetes forma, mely esztétikailag is kedvező képet ad *(5. ábra)*.

A gömbfelületű kupolák egyik előnye, hogy sok azonos elemet használnak fel. A budapesti kupolánál szabályos hatszög alaprajz választásával csökkentettük a kupola változó elemeinek számát, így a szerkezetnek hat szimmetria tengelye van.

A kupola vázszerkezete háromszög elemekből áll, melyek vízszintes vetülete egyenlőoldalú háromszögekből álló hatszögű hálózatot ad. A vetületi háromszög oldalhossza 3,2 m.

Ezek közül a kerületi háromszögsor támaszkodik az alapokra. A lábháromszögek két-két rúdja lemezből hegesztett szekrény keresztmetszetű *(6. ábra)*. A 120 mm szélsőszál távolságú keresztmetszet övei hat mm-es változó szélességű, a két gerinc öt mm-es hegal-lemezből készült. A lemezeket szakaszos varratok erősítik össze. Az alsó, szélesebb végükön hegyesszögben találkozó rudak talplemezzel végződnek, mely egy mm-es cinklemez közbeiktatásával acéltalplemezhez van

erősítve. Ez a talplemez van a betonalapba lecsavarozva. A háromszög felső rúdja különleges profilú. A felső csomópontokban függőleges síkú csomólemezek vannak, melyek a lábak összecsavarozására és az előtetőelemek csatlakozására szolgálnak.

A kupolaszerkezet jellemző elemei a kupolaszerkezet felső részét képező általános háromszögek, melyek sajtolt alumíniumból vannak összehegesztve. A rudak profilja ehhez a szerkezethez van kialakítva és különleges alakja lehetővé teszi, hogy azonos sajtolt rúdból készült elemeket azonos kapcsolóeszközök segítségével lehessen összeerősíteni. A háromszögek belsejében egy kisebb I alakú sajtolt profilú rúdból Y alakú rúdcsillag van elhelyezve, ennek szárai a háromszög súlypontját az oldalfelezőkkel kötik össze. Ez a vékonyabb belső osztás merevíti a háromszög oldalrúdjait és alátámasztja a lefedő műanyag lemezeket. A szerkezet összeszerelése után finom hatszögekből álló hálózat képét mutatja *(7. ábra)*.

A háromszögeket alumínium kapcsolóelemekkel, tűzi cinkezésű acélcsavarok segítségével kapcsolták egymáshoz.

A kupolaszerkezet elemeinek gazdaságos kialakítását és a hegesztett kapcsolatok megvalósítását a Fémipari Kutató Intézet által szabadalmaztatott, hegeszthető, nagyszilárdságú hegal-ötvözet tette lehetővé. Az ötvözet szilárdsági adatait a következőkben adta meg a kutató intézet :

hengerelt lemez 10 mm-ig

szakítószilárdság	35 kg/mm²,
folyási határ	18 kg/mm²,
nyúlás	18%.

sajtolt anyag

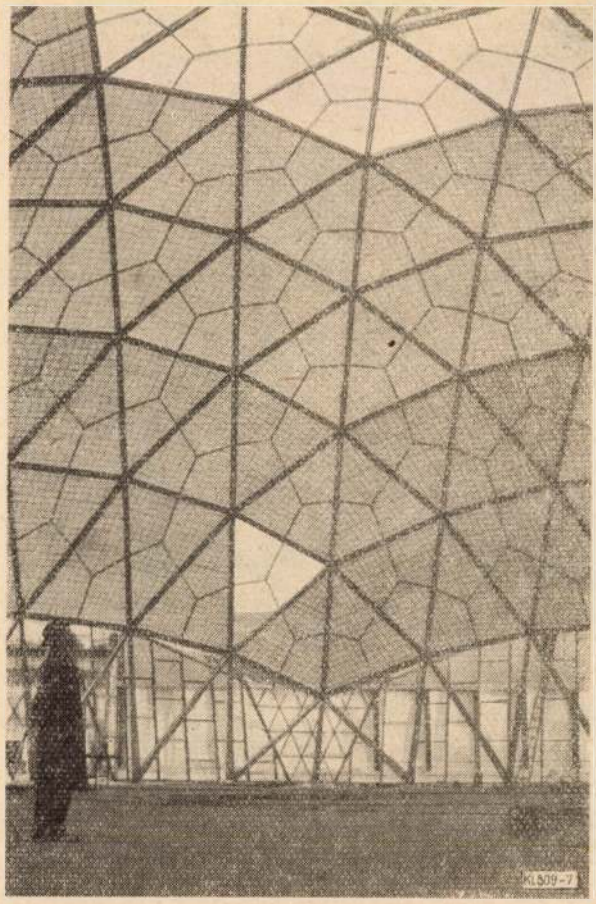
szakítószilárdság	34 kg/mm²,
folyási határ	18 kg/mm²,
nyúlás	16%.

A kupolaszerkezethez a lábháromszögek felső csomópontjain csatlakozik a hat oldalon körbefutó tetőelemsor.

A tetőelemek egyenként kb. 3,2 × 5,0 m alapterületet fednek le. A Fémmunkás Épületlakatosipari V. által gyártott trapéz hullámlemezek képezik a tetőelemek héjalását, melynek anyaga félkemény Al 99,5. A hullámlemezek három mm-es Al-Mg-Si lemezből hajlított fióktartókra és ezek elemenként 2—2 Al-Mg-Si L rúdból hevederlemezekkel készült főtartóra támaszkodnak. A tetőelemeket alumínium szegecsekkel kötötték. A szegecselt kapcsolatok a kész épületen nem láthatók.

A tetőelemeket a külső szélükön kissé kifelé döntött üvegfal elemek támasztják alá. Ezek az elemek dobozkeresztmetszetű hajlított lemezből és idomrudakból készültek és rugós alumínium üvegszorítóval vannak díszítve. A bejáratoknál az üvegfalat V alakú támaszokkal helyettesítettük.

A szerkezet tervezése és méretezése a szerző munkája, az építészeti részt *Ozorai Imre* tervezte. A rajzokat és költségvetést az Alumíniumipari Tervező Intézet Építészeti osztálya készítette. A csarnok világítását *Gergely Pál* (ÉVITERV) tervezte. A csarnok főbb adatai az *1. táblázatban* láthatók.



7. ábra. A vázszerkezet hálózatának belső képe

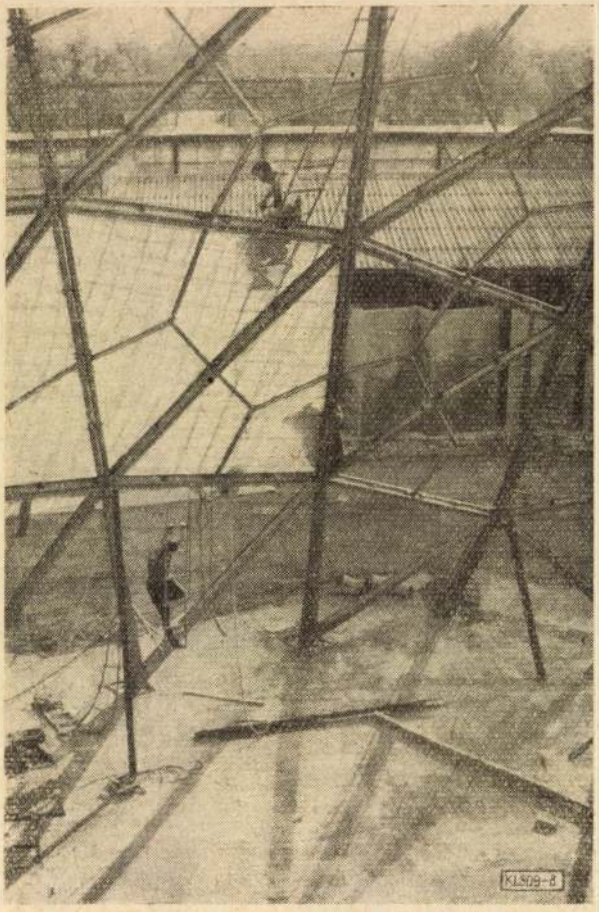
1. táblázat

A Budapesti Ipari Vásáron épült csarnok főbb adatai

A kupolarész alaprajzi hatszögének egy-egy oldala 7 × 3,20	22,40	m
A teljes csarnok szélessége	47,40	m
A teljes csarnok magassága	16,0	m
Lefedett alapterület	1 600	m²
Beépített volumen	11 100	m³

A beépített elemek száma és súlya :

Elemek megnevezése	Anyaga	Db száma	Súlya, kg	
			egy elem	összes
Ált. kupola háromszögek	Hegal	216	38— 49	8 516
Lábháromszögek és rudak	Hegal	42	37—100	3 650
Tetőelemek	Al—Mg—Si és Al 99,5	42	125—145	5 910
Összesen :	Alumínium	300	—	18 076
Üvegfal elemek és V támaszok	Acél	54	70—270	10 850
Műanyag lemezek	Poliészter	222	15— 32	5 370
Összes elemek :		576	—	34 296



8. ábra. Poliészter lemezek elhelyezése

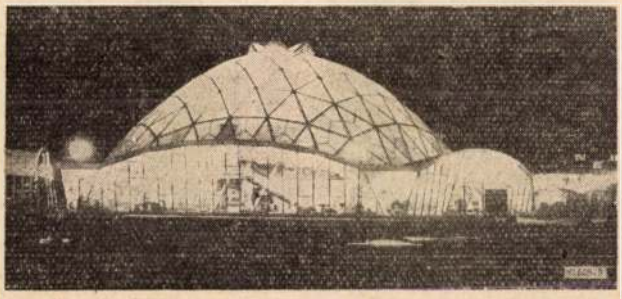
A felső, 1020 m² vetületű kupolarész anyagszükséglete :

alumíniumból ..... 8,37 kg/m²,
polyészterből ..... 5,27 kg/m².

A rudak sajtolását a székesfehérvári Könnyűfémműben 1960 novemberében, ill. decemberében kezdték meg. A próbasajtoláson jelen volt a hegal feltalálója, *dr. Buray Zoltán*, aki a sajtolt profilok vizsgálata alapján a következő várható szilárdsági adatokat adta :

szakítószilárdság kb. .... 37 kg/mm²,
folyási határ kb. ..... 21 kg/mm²,
nyúlás kb. ..... 15%.

Említésre méltó, hogy a KÖFÉM az 1100 mm²-nél nagyobb keresztmetszetű és 130 mm átmérőjű körbe írható P_1 jelű profilt a bővítés alatt álló üzem régi 1800 tonnás présén készítette.



9. ábra. A csarnok esti kivilágításban

A szerkezeti elemeket a Fémmunkás február és március hónapokban gyártotta. A gyártást a szükséges sablonok elkészítésével, a munkafolyamatok helyes sorrendjének megállapításával példaszerűen végezték. A Fémipari Kutató Intézet irányításával bevezették az üzemben eddig nem használt argon védőgázas ívhegesztést. A hegesztéshez a Péti Nitrogén Művek által gyártott nagytisztaságú argon gázt használták.

Mivel az alumíniumszerkezetek felületvédelmére használt klasszikus eljárásokhoz (anódos oxidálás, bőhmitezés) sem megfelelő méretű kádak, sem elégséges idő nem állt rendelkezésre, más eljárást kellett keresni.

Így a Fémmunkás kezdeményezésére több intézetben és laboratóriumban kutatást végeztek műanyag lakkokkal. Ezek közül a poliuretán lakk bizonyult a hegal anyagú szerkezetek felületvédelmére a legmegfelelőbbnek. A lakk felhordása előtt a sötét oxidréteget géppel távolították el.

A kupolaszerkezet héjalásában a vegyipar új termékét az üvegszálas poliészter lemezeket használtuk fel, melyek erre a célra az alumíniummal azonos hőtágulási együtthatójukkal különösen alkalmasak *(8. ábra)*.

A bordázott elemeket a Colorchémia Vállalat azonos fasablonokon, alumínium határoló rudak pontos beállításával gyártotta le. Az elemek színéül a legjobban színtartó sárgát választottuk bizonyos titándioxid telítéssel. Így az éjszakai világítás alatt a belső reflektorok fénye részben visszaverődik a lemezek felületéről, részben áthatol a lemezeken és a külső képben sárga fénnyel mutatja meg a kupola konturját és kirajzolja a vázszerkezet hálózatát *(9. ábra)*.

A kupola lábháromszögeinek felállítását március 17-én kezdték el és a Fémmunkás szerelői 21 munkanap alatt összeállították a csarnok vázszerkezetét. Ezen a munkán egyidőben 6—8 fő dolgozott. A gyártás és a szerelés pontosságára jellemző, hogy a kupola háromszög minden eleménél a csavarlyukak találkoztak és a kupola zenitpontjának (6. ábra) magassága csak 15 mm-t tért el a terv szerintitől. Ez egyben bizonyítja, hogy az ilyen megoldású szerkezetek még a 1,5—2 mm tűréssel készülő elemek felhasználásával is könnyen és jól összeszerelhetők.

A Budapesti Ipari Vásáron felépített kupolacsarnok számos vonatkozásban tökéletesebb az eddig ismert létesítményeknél. A hazai csarnok előnyei :

a) Először épült nagyméretű vázas szerkezet melynek alakja hártyafelület.

b) A szerkezet szétszedhető és többször felállítható.

c) A nagyszilárdságú hegeszthető hegal ötvözetet használja.

d) Újdonságot jelent az üvegszálas poliészter lemezek bordázott kivitele és az alumínium vázszerkezettel való együttes használata.

A székesfehérvári Könnyűfémmű bővítésével alumíniumprés kapacitásunk többszörösére nő. Egyre több üzemünk vezeti be az alumínium

hegesztését. Az ehhez szükséges argongáz jóminőségben jelenleg korlátozás nélkül kapható. Kupolacsarnokunk *dr. Menyhárd István* teniszcsarnoka után már a második nagy-térlefedő alumínium szerkezet. Reméljük, hogy a magyar szerkesztők további könnyűfémszerkezetek tervezésével javítani fogják az építőipar részesedését az alumíniumfogyasztásban és ily módon gyakoribbak lesznek a teherhordó könnyűfém szerkezetek is a magyar építészetben.

IRODALOM

[1] *Dr. Pelikán József:* Tartószerkezetek 1959.
[2] *Doernach, R.:* Sphärische Raumfachwerke. Der Stahlbau, 1960. 4 sz.
[3] *Victor, M.:* Les domes Kaiser. Revue l'aluminium 1960. 4 sz.
[4] *Victor, M.:* Freitragende Aluminium Kuppel auf Havaii. Aluminium (33) 1957. 7. sz.
[5] *Victor, M.:* Neue geodätische Aluminiumkuppeln im In-und Ausland. Aluminium (36) 1960. 9. sz.
[6] Aluminium-Zentrall e. V. Düsseldorf: Aluminium im Ingenieurbau 1957.

Könyvismertetés

Dr. Horváth Zoltán: **A cink-kohászata** Akadémiai kiadó 1961. 38½ ív, 130 Ft

A mű tulajdonképpen a cink-kohászat magyar nyelvű monografiája. A könyv tartalom szerint két részre van osztva.

Az *első rész* a történeti utalásokat ismerteti, továbbá előfordulási és statisztikai adatokat közli. Ezekből az adatokból a szakember is sok újat olvashat. A *második rész* tárgyalja a cink kohósítását és az ezzel kapcsolatos összes eljárásokat és berendezéseket.

A *statisztikai részben* mind az előfordulásokról, mind a termelésről sok adat található. Az előfordulási adatokat térképeken is szemlélteti úgy, hogy ezáltal is világos áttekintést nyerhet az olvasó. A szövegnek térképekkel való alátámasztását a műben, dícsérni lehet.

A *műszaki rész* a cink-kohászat alapanyagaiból kiindulva, előbb a tűzi kohászati eljárást ismerteti és a vele kapcsolatos előkészítő, dúsító, pörkölő eljárásokat és berendezéseket.

Az egyes eljárások ismertetésekor nemcsak egyszerű leírást ad a szerző, hanem a vele kapcsolatos elmélet részletes ismertetését is. Általában az egész könyv érdekes vonása, hogy az elméletet és gyakorlatot összeköti, részletesen magyarázva az egyes reakciók lefolyását, rámutat a hiba lehetőségekre, azok kiküszöbölhetőségére (Pl. a hömpölygtető eljárás kemence tapadványainak eltávolítása). Az előkészítés magyarázatát az ércek flotálásának törzsfaszerű ábrázolása teszi szemléltetővé, ugyanígy vázolja az egyéb előkészítő művek munkamódját is *(Marcot, Edwards)*.

Az elméleti fejtegetései részletesek, az egyes eljárások lefolyását példákkal támasztja alá. Nem száraz matematikai-metallurgiai levezetések sorozata, érdekesnek mondható levezetései a kezdő szakembert sem fárasztják.

Kemencéket tárgyaló fejezetek részletes leírását adják a berendezésnek, s minden előnyét-hátrányát hőtechnikai adatokkal és példákkal tarkítva magyarázza.

Igen érdekes a desztilálás munkamódjának az ismertetése, az itt használt berendezések leírása, az egyes kemencék adatainak összehasonlítása és gazdaságosságának kielemzése a felhasznált alapanyag összetételének függvényében.

A nedves úton végzett feldolgozási mód leírásakor ugyancsak részletesen ismerteti az alkalmazható eljárásokat. A pörkölő kemencék üzemét összehasonlítva egymással, a gazdaságosságot igyekszik kidomborítani. A cink elektrolízis gyakorlatát azáltal világítja meg, hogy sok gyakorlati és műszaki adatot közöl, melyek a gyakorló szakember munkáját messzemenően segítik.

A könyv ábrái tiszták, gondosan kidolgozottak, érhetőek és jól illeszkednek a szövegbe. Idegen eredetű ábrák közlésekor utal az eredeti irodalomra.

Az irodalmi utalás igen bő. A tárgymutató részletes, még az ábrákat is feltünteti. Ugyanez áll a különféle rendszerben lejátszódó termodinamikai normálpotenciál reakciók képleteire is. Az egész mű összeállítása sikerült munka, könnyen áttekinthető. Minden szakember kezében kiváló szakkönyv, a kezdő kezében pedig jó munkatársnak fog bizonyulni.

A könyv nyomdatechnikai kivitele szépnek mondható, kötése ízléses.

M. K.

Grétsy László—Wacha Imre: **A műszaki nyelv művelése**

A „Magyar Nyelvőr Füzetek" kiadvány sorozat 8. sz. füzete a Magyar Nyelvőr-ben korábban megjelent két cikket tartalmaz. Az Akadémia Nyelvművelő Bizottsága, illetve az Akadémiai Kiadó ezzel a kiadással örvendetes módon lehetővé tette a műszaki nyelvművelés szempontjából rendkívül értékes két tanulmány szélesebbkörű megismerését. Ugyanis, ha fel is tételezzük, hogy a Magyar Nyelvőr minden műszaki szakmai lap szerkesztőségében szorgalmasan tanulmányozott lap, az abban megjelent szakmai nyelvművelési jellegű cikkek külön kiadása — a kiadó gondoskodása révén — biztosabban eljut hozzájuk. De természetesen az ilyen cikkek könyebben eljuthatnak azokhoz is, akik felismerték a szükségét annak, hogy műszaki mondanivalójukat ne csak műszaki, hanem általános nyelvhasználati szempontból is helyesen közöljék.

Örömmel üdvözöljük a füzet megjelenését mindnyájan, akik elszegődtünk a szakmai nyelvművelés szolgálatába, és úgy érezzük, hogy ezen a téren sokkal több tennivaló van, és sokkal többet is tehetnénk, mint amennyit teszünk.

Persze azt is érezzük, hogy a szervezetlen, rendszertelen, szórványos, alkalmi szakmai nyelvművelési tárgyú próbálkozásaink, ha talán nem is ártanak, de semmi esetre sem oldják meg a műszaki nyelv ápolását tisztogatását, fejlesztését. Magam pedig meg vagyok győződve arról, hogy a műszaki nyelvművelés terén eredményes munkát csak *szervezetten, rendszeres bizottsági munkával* lehet végezni.

Ezt a kérdést érinti a füzethez írt előszavában *Lőrincze Lajos*, mondván, hogy a műszaki nyelv terminológiai kérdéseinek megoldására az Akadémiai Nyelvművelő Bizottságnál „...sokkal szélesebb körű, nagyobb hatósugarú szervezetre van szükség". Én is erre gondolok, amikor nem első ízben javasolom, hogy a Szovjetunió T. A. Műszaki Terminológiai Bizottsága mintájára nyelvészekből és műszaki szakemberekből álló *műszaki nyelvművelő vegyes bizottságot kell szervezni*. Annak a kebelében ugyancsak vegyes szakmai albizottságoknak kell a szakmai műszaki nyelv kérdéseivel (ezúttal tehát tudományosan, szervezetten és tervszerűen) foglalkoznia.

A javaslatom nem mozog járatlan úton, hiszen, mint *Grétsy László* tanulmányából tudjuk, a Szovjetunión kívül Bulgáriában, Csehszlovákiában, Finn-

országban, Franciaországban és a Német Szövetségi Köztársaságban már életrehívtak ilyen bizottságot. Az évszázadok viharában el nem pusztult, hanem ellenkezőleg világrangra emelkedett magyar nyelv is megérdemli, hogy egyik lényeges összetevőjét, a műszaki nyelvet ne hagyjuk a sorsára, hanem ápoljuk, fejlesszük és óvjuk, azaz tudományos hozzáértéssel, szervezetten műveljük.

Grétsy László tanulmányának a célkitűzése is a műszaki nyelvművelés „... fokozott iramban, megsokszorozott energiával" történő fejlesztése szükségességének leszögezése. Magától értethetően ő is felveti a kérdést: „Kik végezzék el ezt a munkát?"

Wacha Imrét is foglalkoztatja a műszaki nyelv művelésével, magyarosításával, főként pedig egységesítésével kapcsolatban az a kérdés, hogy „... a feladatnak melyik és milyen részét kell elvégezniök a nyelvészeknek, illetőleg a műszaki szakembereknek".

Az előzőkben tett javaslatommal erre a kérdésre adtam választ. Eszerint csak közösen oldható meg a feladat, mert szervezetlenül ugyan ki dönti el, hogy ki milyen feladatrészt vállaljon, és ki fogja össze az „... egyszeri, alkalmi próbálkozás(ok) nyomán megszülető eredményeket".

Természetesen nem áltatom magam azzal a hiú gondolattal, hogy a javasoltam megoldási lehetőség egyedül bennem merült fel. Nyilván mások is gondolták és gondolnak erre (pl. *Klár János*), hiszen más, eredménnyel kecsegtető megoldás alig lehetséges. Persze, én a kivitel nehézségeit, esetleg akadályokat nem igen látom, illetve úgy vélem, hogy leküzdhetők és le kell őket küzdeni a másként el nem érhető cél érdekében. Lehet, hogy sokan már a gondolat megszületésekor számolnak a kivitel nehézségeivel, s így az eszme el sem indul a megvalósulás útján.

A füzet tanulmányozása révén azonban új ösztönzést kell kapnunk ahhoz, hogy addig is, amíg szervezetten meg nem indulhat a rendszeres és tervszerű műszaki nyelvművelés, a nyelvünket féltve szerető „műkedvelő" nyelvművelőknek tovább kell folytatnunk legalább az alkalmi próbálkozásainkat, javítgatnunk, csiszolgatnunk kell egymás nyelvhasználatát, hiszen a gyémántot is gyémánttal csiszolják.

Ehhez pedig kitűnő útmutatást ad mind *Grétsy László*, mind pedig *Wacha Imre* tanulmánya. A különböző műszaki szakmai lapok cikkeiből még csak nem is válogatva bemutatott példákkal világítanak rá a szerzők a gyakori általános nyelvhasználati és a szakmai nyelvi hibákra. Ajánlatos volna, hogy a két tanulmányt minden műszaki munkát (cikket) író szakember elolvassa, megszívlelje, és a javaslatokat magáévá tegye. Akkor talán többen kedvet kapnának ahhoz, hogy belépjenek az aktív műkedvelő nyelvművelők táborába, és igyekeznének minden kínálkozó alkalmat megragadni (főként minél több nyelvművelő cikk olvasásával) legalább a saját általános és műszaki szakmai nyelvhasználatuk tökéletesítésére.

Itt ugyan közbevetőleg megjegyzem, hogy ha a Magyar Enciklopédia műszaki szerkesztői helyeslik is a *Pressluftwerkzeug* magyar megfelelőjeként a *légsűrítéses gép, légnyomásos kisgép* kifejezést, én nem helyeslem. *Légsűrítéses gépen* olyan gépet lehetne érteni, amely a működéséhez maga állítja elő a sűrített levegőt, mint pl. az *elektropneumatikus fúrógép*. Azt tehát lehetne *légsűrítésesnek* nevezni, de pl. a *pneumatikus fúrókalapácsot nem*. A *légnyomásos kisgép* kifejezés jobb ugyan, de nem találó. *Légnyomáson* ugyanis egészen mást értünk, mint *sűrített levegő nyomáson*. Természetesen a *présléq* sem jó, mert olyan egyszerűen nincsen. Én javaslom (azt is használom) a *sűrített-levegős* kifejezést (így egybeírva), annál is inkább, mert a gyakorlatban már kezd meghonosodni.

Egyébként *Wacha Imre* sem egészen hűen közli a tanulmányának 6. pontjában az én javasolt kifejezéseimet. Én ugyanis sohasem javasoltam pl. a „főtetérség-biztosítás" szóalakot, mert az képtelenség.

Ez a példa is azt igazolja, hogy a műszaki nyelvművelés eredményes csak a nyelvésznek és a műszaki szakemberek szoros, szervezett együttműködésével lehet. Minél többen állapítjuk meg ezt, és minél többen, minél élénkebben kívánjuk az együttműködés megszervezését, annál valószínűbb, hogy a kérdésnek „gazdája" akad, és vagy az Akadémia Nyelvművelő Bizottságának műszaki szakemberekkel való kibővítésével vagy más módon rövidesen megalakul a javasoltam *nyelvművelő vegyes bizottság*.

Péczely Antal

1. *F. Kolobnyev*: **Alumínium ötvözetek hőkezelése.** Moszkva, 1961

A monográfia az első, összefoglaló jellegű könyv, amely a könnyűfémek hőkezelésével foglalkozik, mintegy aláhúzva, hogy az alumíniumötvözetekből készült termékek a népgazdaságban igen fontos helyet foglalnak el.

A könyv részletesen foglalkozik a könnyűfém ötvözetek összetételével, szerkezetével, annak hőkezeléstől bekövetkező átalakulásával és az öntött, valamint alakított alumíniumötvözetek mechanikai jellemzőivel, a különböző hőkezelési eljárások függvényében.

Példákon keresztül ismerteti a nem egyensúlyi állapotú, fázisátalakulásokat, figyelembevéve a különböző ötvözetekben levő kismennyiségű ötvözők és szennyezők hatását, a hőkezelés körülményeit (sebesség, hőfok stb.), valamint az instabil fázisok bomlását.

Vizsgálja továbbá az alumíniumötvözetek hőkezelésének gyakorlatát és ismerteti a hőkezeléskor használt főbb berendezéseket és azok jellemző adatait.

A szakkönyv az alábbi fejezetekből áll:

1. Az alumíniumötvözetek hőkezelési eljárásainak csoportosítása,

2. az öntött alumíniumötvözetek összetétele, szerkezete és az öntvények hőkezelése,

3. az alakítható alumíniumötvözetek összetétele, szerkezete, szilárdsági jellemzői a hőkezelés függvényében, az egyes felhasználások számára optimális hőkezelésű és tulajdonságú anyagok megválasztása,

4. az alumíniumötvözetek hőkezeléséhez használt berendezések leírása és jellemző adatai,

5. a könnyűfém fél- és késztermékek hőkezelésekor alkalmazott módszer leírása,

6. a hőkezeléskor leggyakrabban előforduló selejtek keletkezésének okai, azok megakadályozása, kijavítása és elhárítása.

A szakkönyv végén igen részletes — 243 tételből összeállított — bibliográfiai felsorolást találunk.

Az ismertetett szakkönyv tanulmányozása alkalmas arra, hogy a könnyűfémművekben dolgozó szakemberek tudásukat elmélyítsék, a használatos módszerüket felülvizsgálják, új termékek hőkezelési eljárásainak kidolgozási ideje megrövidüljön, előmozdítsa továbbá a meglevő hőkezelési berendezések korszerűsítését.

Zachár László

Beszámoló

a leobeni 4. nemzetközi könnyűfém-kongresszusról

A kongresszust a bányászati és kohászati főiskolában rendezték. Mellette építettek egy alumínium kupolacsarnokot, melyben könnyűfém kiállítást rendeztek be.

A kiállítási kupola előtt nyert elhelyezést egy alumínium tehervagon, egy alumínium garázs, egy alumínium motorcsónak és egy alumínium úszómedence. A kiállítási csarnokban rengeteg, különböző felületi kezelésű alumínium profilanyag, példák kötési eljárásokra és főleg igen sok alumíniumszerkezetű modell (vagonok, épületszerkezetek, nyílászáró szerkezetek stb.), valamint szép prospektus anyag nyert elhelyezést.

Kedden, június 20-án du. a főiskola nagytermében nyitotta meg a kongresszust *Dr. Ing. Mitsche, Roland* professzor, a főiskola rektora, majd utána *Heindler, Gottfried*, Loeben polgármestere üdvözölte a városban megjelent vendégeket. A megnyitás napján az alumínium szövetfinomításával, korrozióállósággal foglalkozó, továbbá metallurgiai és metallográfiai előadások hangzottak el.

Szerdán, június 21-én főleg az alumínium ötvözetek hőkezeléséről, rekristallizációról szóló és ezen témákkal kapcsolatos előadások folytak. Este fogadást adott Leoben polgármestere a donawitzi vasmű nagy kultúrtermében, ahol az üdvözlések után először egy kedves kultúrműsor keretében steier népdalokat és táncokat mutattak be.

Csütörtökön, 22-én kezdődött a kongresszus főrésze, amelyen *Pittermann* alkancellár és *Krainer* tartományfőnök is megjelentek és a kormány nevében üdvözölték a kongresszust és annak résztvevőit.

Dr. Ing. Zeerleder, A. professzor bevezetője után hangzottak el az alábbi ipari előadások, melyeket röviden ismertetek.

Reynolds, R. S. (USA): **Észak- és Dél-Amerika alumíniumipara**

Mivel az Egyesült Államok alumíniumigénye nagymértékben megnövekedett, a termelés növelése érdekében is intézkedéseket foganatosítottak. A háború után elsősorban főleg élelmiszerek higiénikus és szakszerű csomagolásához és a háztartásban szükséges alumíniumfólia felhasználása növekedett meg. Az ipari felhasználás is fokozatosan növekedett. Észak- és Dél-Amerika alumínium igénye a szállítóeszközök, építőipar, elektromosipar és csomagolás részére még felméretlen. Az alumíniumtermelés Közép- és Dél-Amerikában (Mexikó, Venezuéla, Kolumbia, Brazília és Argentína) most van felfutóban és remélhetőleg a felhasználás is követni fogja a termelést.

De Vitry, R. (Páris): **Nyugat-Európa és Afrika alumíniumipara ma és holnap**

Az alumíniumtermelés terén a második világháborúig Európa a világ termelésének több mint 50%-át gyártotta és így első helyen állt. 1938—43 között a világ 0,6 millió tonnás termelése két millió tonnára emelkedett és ez a növekedés főleg Amerikára esett. A háború alatt az alumínium termelés nagyrészét a repülőgépipar vette fel.

1960-ban Nyugat-Európa 19%-kal a harmadik helyre szorult, a demokratikus államok 22%-os és Amerika 54%-os világtermelési részaránya mögött.

Nyugat-Európában az alumínium termelése és felhasználása az 1950. évi 0,38 millió tonnáról 1960-ig 1,33 millió tonnára emelkedett. Az alumínium felhasználása Európa és Amerika között fokozatosan kiegyenlítődik.

Nyugat-Európa ma kb. egy millió tonna alumíniumot termel. Nagyobb felfejlesztést Norvégiában, Olaszországban, Németországban, Franciaországban és Görögországban terveztek és ez az össztermelést kb. 1,5 millió tonnára fogja fokozni, ami később a két millió tonnát is elérheti.

A második háború után az afrikai alumíniumipar kiépítése — a bauxit és energiahelyzet folytán — ismét előtérbe lépett.

Európa vízienergián kívül még szén és földgáz energiával is rendelkezik.

Afrikában, Ghanában, Guineában, Kamerunban és Kongóban jöhet szóba az alumíniumipar fejlesztése. Eddig Kamerunban és Guineában kerültek csak megvalósításra a tervek.

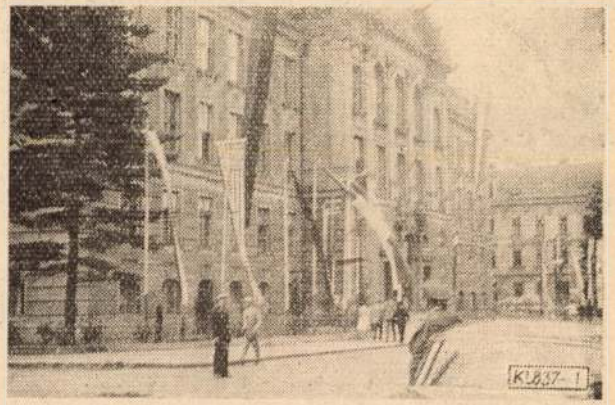
Hamer, R. D. (Zürich): **Az európai piacon várható alumíniumfelhasználás**

Az elkövetkező tíz évben az alumíniumfogyasztás megkétszereződésével lehet számolni. Az 1959. évi 1,2 millió tonnás termelést 1970-re 2,3—3,0 millió tonnára tervezik fejleszteni. Előreláthatólag a termelés nagyjából lépést fog tartani a felhasználással.

Európában is az öntve hengerlés felé tolódik el a félgyártmányok gyártása. A felület-kezelések fejlesztése pedig a felhasználás érdekében fontos.

Ginsberg, H. (Bonn): **Gyártási eljárások és az alumínium felhasználása**

Az elkövetkező években a vas, acél- és színesfémek felhasználásának lassú emelkedését tervezik, az alumínium felhasználásnak azonban még további erős emelkedésével számolnak. Az alumínium közvetlen előállítása pl. elektrotermikus redukció útján eddig nem járt gazdasági eredménnyel, mert az energiaráfordítás ezúton nem volt csökkenthető.



1. ábra. A leobeni főiskola épülete a kongresszus idején

A timföldgyártásban egyelőre modifikált Bayer-eljárás látszik reálisnak. Az alumínium kohászatot pedig továbbra is tűzfolyékony elektrolízissel tervezik azzal, hogy az egyenirányítók javítása félvezetők használatával csökkenti az áramfelhasználást.

Az említett érdekes ipari és iparfejlesztési előadások után délután főleg az alumíniumnak a közlekedési iparban való felhasználásáról és az e téren való térhódításáról hangzottak el előadások.

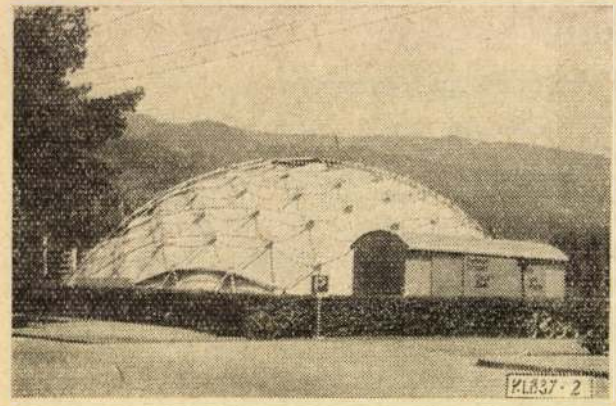
Este Donawitzban a Weller-Quartett hangversenyét élvezte a kongresszus.

Pénteken, 23-án az alumínium építészeti felhasználásáról szóltak az előadások. Ugyanezen nap délután titán ötvözeteket és az alumínium alakítását *Dr. Platzer* professzor (Leoben) ismertette.

Este a Graz melletti Eggenberg kastélyban káprázatos fogadást adott *Krainer* tartományfőnök a kongresszus résztvevőinek tiszteletére.

Szombaton, 24-én főleg az alumínium felhasználásáról a magtechnikában és a reaktorokhoz, volt szó.

Záróünnepség keretében került kiosztásra a Bayer-emlékérem, amivel *Dr. Drimmel, H.* közoktatásügyi miniszter megkapó beszédben *Dr. Ing. Zeerleder, A.* professzort, az alumínium nesztorát tüntette ki. Az ünnepség mély hangulatát emelte még az is, hogy azon *Bayer* közel 100 éves özvegye és egyik fia is jelen volt, aki közvetlen szavakkal mondott köszönetet édesapját és azon keresztül családjukat ért megbecsülésért.



2. ábra. A kupolacsarnok az alumínium vasúti teherkocsival

Végül *Frodl, W.* professzor (Wien) az osztrák Alpesek emlékművei címen tartotta meg záróelőadását, majd *Dr. Ing. Mitsche, R.* professzor megköszönte az előadók és hallgatók részvételét és a kongresszust bezárta azzal, hogy négy év múlva ismét örömmel várja a leobeni főiskola és az osztrák alumíniumipar békében és egészségben az alumínium szakembereit a következő kongresszusra.

A kongresszus megrendezése szép és nívós volt. Az előadások német, angol és francia nyelven voltak hallgathatók és azokat gyakran vetítés, film és viták követték.

A résztvevők a tudományos anyagon felül képet kaptak a nemzetközi alumíniumiparról és annak jövő fejlesztéséről, valamint a fontosabb felhasználásról, az alumínium és egyéb könnyűfémek elterjedéséről.

Július 25-én Ranshofenba utaztunk, hogy másnap 26-án, hétfőn résztvegyünk a Vereinigte Metallwerke Ranshofen—Berndorf ranshofeni üzemének látogatásán.

A vállalatot az Inn folyó mellé telepítették, és így a 60 000 tonnás alumíniumkohó elektromos energiája vízienergiából nyer biztosítást. A kohó egyenáramát higanygőz egyenirányítóktól kapja. A 160 sorbakapcsolt 32 kA-es oldaltüskés Söderberg-rendszerű elektrolizáló kemence képez egy egységet és öt ilyen egységgel rendelkeznek. Megemlítendő a kohógázokból a fluor visszanyerési módszerük.

Alumíniumforgácsot oldanak nátronlúgban és így nátriumaluminát oldatot kapnak, amihez szódaoldatot vezetve adja azt az oldatot, amin a kohógázokat ellenáramban keresztül vezetve, végül kriolitot nyernek. Ez az eljárás kriolit visszanyerés mellett még azzal az előnnyel is jár, hogy a kohó fluor tartalmú gázai nem szennyezik a környezetet, amit a környék szép flórája is bizonyít.

A kohóhoz tartozó tuskóöntödében elektromos ellenállásfűtésű kemencékben pihentetik és egalizálják a kohóban elektrolizált alumíniumot.

Az alumíniumot vagy öntőláncra öntik, ahol „K" tömböket nyernek, vagy félig folyamatos öntőberendezéssel öntik alakítás céljaira a hengerlési és préstuskókat. Itt megemlítem a tömbök jelzését, kiverését és rakását az öntőláncon, továbbá a fém klórozását és szűrését (üvegszitaszűrőn) a tuskó öntésekor. A saját forgácsokat billenő indukciós dobkemencében olvasztják be. A tuskók jó minősége folytán a félgyártmányok gáz-, oxid- és hólyagmentesek.

A hengermű előtt tuskómarók, tömbfűrészek és forgács-csomagolók vannak.

Az üzemlátogatás után *Dipl. Ing. Klein, B.* vezérigazgató és *Ing. Langegger, M.* műszaki igazgató vendégül látták a látogatókat és kötetlen beszélgetés folyt a szakemberek között.

Megállapítható, hogy a leobeni 4. nemzetközi könnyűfém kongresszus mind külsőségekben, mind tartalomban többet nyújtott az előzőknél. A látottak és hallottak pedig a hazai alumíniumipar és felhasználás érdekében hasznosan lesznek felhasználhatók.

Köves Elemér
okl. bányamérnök

Egyesületi hírek

Elnökségünk 1961. okt. 18-án ülést tartott.

Az ülésen megjelentek: *Lévárdi Ferenc* elnök, *dr. Ember Kálmán, dr. Tarján Gusztáv* alelnökök, *Selmeci Béla* főtitkár, *Serfőző Iván, Vecsenyi Miklós* titkárok, *Árkos Frigyes, Heinrich József* főszerkesztők, *Bencze László* az olajbányászati, *Köves Elemér* a fémkohászati, *Pilter Pál* a vaskohászati, *Sájár László* az öntödei szakosztály vezetője, *Gaál Zoltán, Hegedüs Ferenc* szakosztályi titkárok, *Bodai Gábor* könyvtáros, *Fekete Sándor, Tóth Miklós.*

Kimentették magukat: *Szele Mihály, Varga Ferenc, Verő József, Zámbó János.*

Lévárdi Ferenc elnök az ülést megnyitja. Az elnökség előtt *Selmeczi Béla* főtitkár ismerteti a korábbi határozatok végrehajtását, majd az egyesületi élet megnyilvánulásairól, a rendezvényekről, a tagfelvételről, a lapjaink helyzetéről, a pályázatokról, a Szabványügyi Hivatal átiratáról, a bányászati kongresszus anyagának feldolgozásáról, az arany diplomák átadásáról, a szakosztályok munkájáról, nemzetközi munkáról számolt be.

Ezután *Selmeczi Béla* főtitkár javaslatot tett a soronkövetkező választmányi ülésre, s annak Dorogon való megtartására.

Az elnökség részletes vitájához *Tarján Gusztáv, Bodai Gábor, Sájár László, Heinrich József, Tóth Miklós, Hegedüs Ferenc, Pilter Pál, Gyulai Zoltán, Árkos Frigyes* szóltak hozzá.

Az elnökség a részletes vita után úgy döntött, hogy a választmányi ülést nov. 11-én Dorogon tartja.

Lévárdi Ferenc elnök a határozatok lerögzítése után az ülést bezárta. *Á. F.*

Az *1961. évi Poznani Nemzetközi Vásáron* résztvevő ajkai mérnökök a közelmúltban beszámolót tartottak, amit a csoport tagjai érdeklődéssel hallgattak meg. *N. E.*

A Fémkohászati Szakosztály szeptember 6-án vezetőségi ülést tartott. A Szakosztály elnöke ismerteti a Kohászati Lapok lapbírálatával kapcsolatos, eddig kialakult véleményeket. Felkéri *Dr. Fekete Lászlót,* hogy a lapbírálatra vonatkozó javaslatot készítse el, amit a későbbiekben a Szakosztály kibővített vezetőségi ülésen fog ismételten megvitatni és jóváhagyni.

Az ülésen megvitatásra került a csapágyfém gyártásával és használatával kapcsolatban megrendezendő ankét programja. A kialakult vita során az ankét megtartására előreláthatóan a jövő év első felében kerül sor.

A Szakosztály elnöke ismerteti ezek után a leobeni könnyűfémkohászati kongresszus során szerzett tapasztalatait és benyomásait. Az ismertetést számos felszólalás követte, ahol az egyes üzemi gyártási eljárások kiértékelése is elhangzott. A Szakosztály vezetősége a továbbiakban a Magyar Szabványügyi Hivataltól érkezett megkeresését tárgyalta, az új szabványok előkészítésével kapcsolatban.

Befejezésül az egyes vidéki csoportok képviselői számos, egyesületi és gazdasági vonatkozású kérdést tettek fel, amelyre az elnök adott választ.

*

A Fémkohászati Szakosztály okt. 25-én a következő tagok részvételével ülést tartott: *dr. Fekete László, Kővári János, Fogarasi Béla, dr. Gedeon Tihamér, Sulyovszky Andor, Baumann Sándor, Fülöp Elemér, Havas Tamás, Bódi Dezső, Mayer János* és *Horváth Antal.*

A résztvevők a kísérleti magnéziumkohóval kapcsolatos műszaki és fejlesztési feladatokat beszélték meg. A megbeszélés alapján megállapodtak abban, hogy a jövőben rendszeresen kiértékelik a kísérleti magnéziumkohó egyes műszaki kérdéseit, speciális szakértők meghívásával. Egyidejűleg javaslat hangzott el, hogy az eddigi eredményeket ankét formájában ismertessék, az érdeklődők széles rétege számára. A jelenlevők elhatározták, hogy az egyes problémák folyamatos kiértékelését munkacsoport keretében fogják végezni. A munkacsoport vezetését *Kővári János* igazgató vállalta el.

A Műszaki Kiadó az 1960 első felében megjelent magyar szakkönyvek közül ötöt nívójutalomban részesített. Ezek között szerepel tagtársaink *dr. Zambó János*: „Bányászati telepítések analitikája" és *dr. Visnyovszky László*: „Nyersvasgyártás„ című könyve. Az egyre jobb és színvonalasabb bányász-kohász szakirodalom művelés elismerésének könyvelhetjük el a fenti szerző tagtársainknak ítélt nívójutalmakat.

A kohászati műszaki dolgozók II. Szabadegyeteme

1961. szept. 19—23. között rendezte meg Balatonszéplakon a Dunai Vasmű üdülőjében a KGM Vaskohászati Igazgatóság, a Vasas Szakszervezet és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület a kohászat műszaki dolgozóinak II. Szabadegyetemét. Az 5 napig tartó szabadegyetem igen szép látogatottságnak örvendett. Összesen 941 meghívott vendég vett részt, és volt olyan nap, amelyen 250 személynél is többen gyűltek össze. Mivel 25 vállalat, négy tervező, két kutatóintézeten kívül a KGM, a Vaskohászati Igazgatóság, a Műszaki Egyetem is elküldte szakembereit, és a Szakszervezet meg a Szabványügyi Hivatal is képviseltette magát, széles alapon nyugvó véleménycsere, vita fejlődhetett ki mind az előadásokon, mind azokon kívül. Az előadások felölelték a kohászat teljes vertikumát a kokszolástól a lemezfeldolgozásig.

Összesen 29 előadás hangzott el, a hozzászólások száma meghaladta a 60-at.

Az előadások és viták jó segítséget nyújtottak a kohászat dolgozóinak azon feladatok megoldásában, melyek a II. ötéves terv időszakában előttünk állanak.

A megnyitót *dr. Horgos Gyula* miniszterhelyettes tartotta. Beszédében vázolta azokat a feladatokat, melyek a kohászat előtt állanak. Ezek közül a legfontosabbak: az acélok szilárdsági jellemzőinek növelése, a könnyített profilok és a hidegen hengerelt szelvények gyártásának elterjesztése. Ismertette a vaskohászat fejlesztésének irányelveit. Végül kitért a kutatómunka fejlesztésére és a kutatóintézetek előtt álló feladatokra.

Az elhangzott előadások a következő voltak:

Czecze László a Vaskohászati Igazgatóság vezetője: A kohászat fejlődésének iránya a II. ötéves tervben.

Dr. Verő József akadémikus: A kohászati kutatás és a kutatási eredmények hasznosítása a kohászati üzemekben.

Dr. Sövegjártó János főmérnök (Magnezitipar): Hazai tűzállóiparunk és tűzállóipari gyártmányaink fejlődése a II. ötéves terv során.

Longa Elemér a Vaskohászati Igazgatóság főkönyvelője: A kohászati termékek önköltségének elemzési módszerei.

Várfi Ferenc, a Vasas Szakszervezet közp. vezetőségének tagja: Kohászati üzemeink munkavédelmi, üzemegészségügyi helyzete és főbb tennivalók az ötéves tervben.

Nedea Ede okl. km. (LKM): A földgáz felhasználása a kohászatban.

Balázs Péter okl. gm. (OKÜ): Metallurgiai folyamatok automatizálása.

Hauszner Ernő okl. km. (DV): Matematikai statisztikai kiértékelő módszerek alkalmazása a kohászatban.

Dobai Sándor okl. vegyész (DV): A kohókokszgyártás fejlődése és távlatai.

Fehér Antal személyzeti főoszt. vez. (DV): Üzemi műszakiak továbbképzésének időszerű kérdései.

Dr. Visnyovszky László kandidátus (Vasipari Kutató Intézet): Új eljárások vasércek kohósítására.

Tuboly János okl. km. (DV): Új technológiák és tervezési irányok az érczsugorítás területén.

Horváth János okl. km. (OKÜ): Az ózdi kohók rekonstrukciója. A rekonstrukciók után haszxált új technológiák.

Verbó István okl. km. (DV): A nagyolvasztók gazdasági és műszaki mutatóinak vizsgálata és az ezzel összefüggő feladatok.

Répási Gellért okl. km. (DV): A martinkemencék termelésnövelésének lehetőségei, a gazdaságos üzem feltételei.

Szőke László okl. km. (Csepeli Vas- és Fémművek): Vákuum alkalmazása, jelentősége az acélgyártásban.

Libertini Gábor okl. km. (KGMTI): SM-kemencék fejlődésének főbb irányai.

Ágotai Béla okl. km. (Vasipari Kutató Intézet): Saválló acélok gyártása a II. ötéves tervben.

Bíró Attila okl. km. (KGM Hőtechnikai Kutató állomás): Hevítőkemencék korszerűsítése.

Pohl László okl. km. (OKÜ): A hazai blokksorok teljesítményének növelése.

Réti Vilmos okl. km. (DV): Lemez továbbfeldolgozás a Dunai Vasműben.

Székely Levente okl. km. (DV): Lágyacélok öregedési jelenségeinek vizsgálati módszerei.

Nagy Zoltán okl. km. (DV): A Dunai Vasmű meleghengerműveinek üzemei tapasztalatai.

Buza Antal okl. km. (DV): Folytatólagos széles szalagsorok technológiai és villamos jellemzőinek alapvető összefüggései.

Palágyi Pál okl. mérnök (UVATERV): Vékonyfalú szelvények méretezése.

Pálvölgyi Árpád okl. km. (KGMTI): Korszerű tuskó és buga előkészítés.

Pókos István okl. km. (KGM): A negatív tűrésmezőben való hengerlés.

Marosvári László okl. km. (LKM): A hengerelt készáru kikészítés kérdései és a korszerűsítés fő irányelvei.

Hauszner Ernő

*

Vaskohászati Szakosztályunk szept. 13-án vezetőségi ülést tartott. Résztvetők: *Pilter Pál* elnök, *Kemény Kornél* titkár, *Árkos Frigyes*, *dr. Énekes Sándor*, *Hauszner Ernő*, *Latinák István*, *Markó József*, *Martin Imre*, *Mácsay József*, *Nagyenyedi József*, *Nyizsnyánszky Tibor*, *Óvári Antal*, *Pőcze László*, *Proszt Ervin*, *Selmeci Béla*, *Szeless László*, *Tóth Béla*, *Vincze Gyula*, *Vecsenyi Miklós*, *dr. Visnyovszky László*.

A helyi csoportok és szakcsoportok titkárai beszámoltak az elmúlt negyedévben végzett munkáról és a taglétszám alakulásáról. Legjelentősebb rendezvények voltak: tűzállókonferencia Diósgyőrben, anyagvizsgálók tanulmányútja Győr—Inota—Balatonfüreden, anyagvizsgálók továbbképző tanfolyama a Vasipari Kutató Intézetben, csepeliek üzemlátogatása a Dunai Vasműben, kovácsok üzemlátogatása Diósgyőrben.

Ezután megtárgyalták a Szakosztály IV. negyedévi munkatervét, amelyből kiemelkedik a balatonszéplaki szabadegyetem, angol előadó előadása a folyamatos öntésről és lengyel előadó előadása a nemesacélgyártásról.

Ezt követően az egyes társegyesületekhez delegált összekötőket jelölték ki.

Hauszner Ernő ezután részletesen ismertette a balatonszéplaki szabadegyetem szervezésének állását. Bejelentette, hogy az előadások az előzetes tervek szerint elkészültek, a résztvevők jelentkezése tervszerűen folyamatban van.

Óvári Antal

*

Vaskohászati Szakosztályunk okt. 11-én vezetőségi ülést tartott. Résztvevők: *Pilter Pál* elnök, *Kemény Kornél* titkár, *Árkos Frigyes*, *Benedek Attila*, *Csépe Ferenc*, *dr. Énekes Sándor*, *Horváth Aurél*, *Hauszner Ernő*, *Mándoki Andor*, *Óvári Antal*, *Pőcze László*, *Proszt Ervin*, *Selmeci Béla*, *Szeless László*, *Vecsenyi Miklós*, *Vincze Gyula*, *dr. Visnyovszky László*.

Hauszner Ernő részletesen beszámolt a balatonszéplaki szabadegyetem lefolyásáról (a beszámolót külön cikkben közöljük). Ismertette az előadások és hozzászólások alapján összeállított határozati javaslatokat. A Szakosztály vezetősége az előadók és szervezők munkájáért jegyzőkönyvi köszönetét nyilvánította.

Ezután *Horváth Aurél* tartotta meg beszámolóját a kohómérnök és kohásztechnikus-képzés, valamint a mérnöktovábbképzés jelenlegi helyzetéről. Kitért a fiatal mérnökök helyzetére is. A beszámoló — a Szakosztály vezetőség határozata szerint — mindhárom kohászati szakosztály együttes ülésen is ismertetésre kerül, hogy ezekről a közérdekű kérdésekről minél szélesebb körű vita alakulhasson ki.

Mándoki Andor a Terniben (Olaszország) rendezett nemzetközi kovácskonferenciáról tett jelentést s bejelentette, hogy a nemzetközi kovácsegyesület rövidesen megalakul és székhelye Olaszországban lesz.

Ezután a vezetőségi ülés a munkabizottságok eddigi munkájának értékelésével, ez évi és jövő évi pályázatokkal, a jövő évi költségvetéssel, ez évben tartandó előadásokkal és a tagdíjhátralékok ügyével foglalkozott, majd elfogadta a beérkezett tagfelvételi kérelmeket.

Óvári Antal

Kohászati vándorgyűlés Veszprémben

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Fémkohászati Szakosztályának ajkai csoportja és a Bányászati Szakosztály közép-dunántúli csoportja a veszprémi Balatoni Nyári Egyetem keretében a Veszprémi Vegyipari Egyetemen 1961. július 21—22-én vándorgyűlést tartott.

A Kohász (B.) szekcióban VII. 21-én *Dr. Horváth Zoltán* egyetemi tanár tartott előadást **Gazdaságos áramsűrűség meghatározása az alumínium elektrolízisnél,** VII. 22-én pedig *Timár Vilmos* a NIM Színesfémipari Főosztály h. vezetője tartott beszámolót: **Mit kíván az alumíniumkohászat a bauxitbányászattól** — címmel.

Dr. Horváth Zoltán előadásában ismertette a gazdaságos áramsűrűség eddigieknél pontosabb meghatározására szolgáló számításait. Az önköltség három részből, az energiaköltségből, az áramsűrűségtől függő és az áramsűrűségtől független üzemi költségből tevődik össze. Az áramhatásfok-áramsűrűség összefüggést az Abramov-képlet alapján veszi számításba, s megjegyzi, hogy ez csak 3 cm-nél nagyobb pólustávolságra ad pontos eredményt. Ebben a képletben *K*-értékét az Inotai Alumíniumkohó 1960. I. félévi 87%-os áramhatásfok 0,697 A/cm² anódos áramsűrűség és 5 cm-es pólustávolság adatai alapján határozta meg. A számításokhoz felhasznált egyéb adatok: 94,3% egyenirányítási hatásfok; 0,54 Ft/kWó energiaár; 58,53 kA áramerősség és $8389 \cdot 10^4$ cm² elektródkeresztmetszet.

A szélsőértékszámítás szerint a minimális fajlagos önköltség értéke kb. 0,8 A/cm² anódos áramsűrűségen és ~ 3 cm-es pólustávolságon volt. A minimális fajlagos energiafogyasztásértéke mintegy 13 kWó/kg-ra adódott kb. 0,3 A/cm² áramsűrűség mellett.

Molnár Nándor kohómérnök (Ajkai Alumíniumkohó) hozzászólásában a *Szentiványi Gyulával* közösen végzett, jó és gyenge anódminőséggel üzemben tartott kemencéken a gazdaságos áramsűrűség meghatározását célzó vizsgálatot ismertette. 10—10 kádon fémbeeresztéses módszerrel feszültségmérleget vettek fel. A gyenge minőségű anóddal működő kemencék feszültsége átlagban kb. 0,2 V-tal magasabb volt. A pólustávolság—áramhatásfok összefüggést üzemi statisztikai adatok alapján határozták meg (pl. 3 cm : 81%; 4,5—5,0 cm : 87%) s felhasználták *Molnár Imrének* a Kohászati Lapok-ban közölt számításait. A gyengébb anódmassza használatakor a gazdaságos áramsűrűség 0,96—0,98-ról 0,93—0,94 A/cm²-re csökken, mert az anódfeszültségesés növekedése pólustávolság és áramhatásfok csökkentést von maga után. Áramerősségcsökkentés helyett e kádakon technikai intézkedésekkel — fémkörfolyamat növelése, timföldtakaró vastagság csökkentése — a kádak hőveszteségét növelték.

Molnár Imre főmérnök (Inotai Alumíniumkohó) hozzászólásában kiemelte, hogy a mi körülményeink között gazdaságos áramsűrűség az, mellyel a hőegyensúly biztosítása mellett a legkisebb fajlagos villamosenergiafogyasztás érhető el. A tatabányai oldaltüskés kádak 32 és 24,3 kA áramerősséghez tartozó adatai azt mutatják, hogy az Abramov-képlettel számított áramhatásfok a ténylegesnél nagyobb. Nem adott pontos eredményt Lorenz-képlete sem. Általános érvényű összefüggés hiányát mutatják azok a megfigyelések, hogy kb. 5 cm feletti pólustávolságon az áramhatásfok gyakorlatilag független a pólustávolságtól, kis távolságokon (kb. 4 cm alatt), viszont az áramhatásfok csökkenés főleg a rövidzárlatokból adódó veszteségek miatt gyors. A gazdaságos áramsűrűség ezenkívül függ még a fajlagos hőveszteségektől is. Az Inotai Alumíniumkohóban a következő két évben kísérletsorozat kezdődik egy kádcsoporton az áramsűrűség — pólustávolság — áramhatásfok és fajlagos energiafogyasztás közötti összefüggés meghatározására.

Timár Vilmos (NIM) előadásának bevezetésében a különböző timföldgyártási eljárásoknak a bauxitbányászattal szemben támasztott változó igényét vizsgálta hazai és külföldi adatok alapján s megállapította, hogy a Bayer-eljárás gazdaságossága a pirogén eljárással szemben már a 3—4 hányadosú bauxitokig kiterjed. Ezután a hazai bauxitbányászat, timföldgyártás helyzetét és jövő kilátásait ismertette.

Bauxitanyagunk a világ készletének mintegy 1,5—2,0%-a, a termelés a világtermelés 4,7%-a. A bauxit átlagminősége kb. 6-modulus. A termelt bauxit több, mint 40%-át exportáljuk, ez 6 hányadosú. 1963-tól csak 5-ös hányadosú bauxitot exportálunk. A magyar timföldgyárak 11 hányadosú anyagot kapnak. A bauxit 67%-át (Franciaországban 75%) a mélyműveléses bányák adják. A magyar bauxit átlagos önköltsége 146 Ft/t, ebben a külfejtéses bauxité 100, a mélyműveléssel termeltté 168 Ft/t. A termelékenység még alacsony, 1960-ban az utóbbi esetben egy főre 1,67 t (műszak), a francia adat ennek többszöröse. A bauxitbányászat egyenletes minőség (± 1 hányados) biztosításával — pl. keverőterek létesítésével — és különösen az új bányákban a termelékenység lényeges növelésével csökkentheti a timföldgyártás önköltségét.

Az évi, mintegy 230 000 t kapacitású Bayer-rendszerű timföldgyártás kapacitását 10—15 éven belül többszörösére kell növelni az átlagosan 6 hányadosú, magyar bauxit-vagyonra támaszkodva. Biztosítandó hogy 2,6 hányadostól kezdve a teljes magyar bauxitvagyon leművelésre és értékesítésre kerüljön. A timföldgyártási eljárás tökéletesítését — a francia üzemekéhez hasonlóan — a szakaszos eljárások folyamatosítása s a hőenergiafogyasztás kb. 50%-os csökkentése jelezte, így a timföld önköltsége néhány év alatt 25%-kal csökkent. Néhány éven belül nagyobb kovasavtartalmú — kb. 8 hányadosú — bauxit feldolgozására kell berendezkedni lényegében a Bayer-eljárás alapján s ha a vörösiszapfeldolgozás megoldódik, sor kerülhet kisebb hányadosú bauxit gazdaságos feldolgozására is.

Paczolay Gyula

KOHÁSZATI LAPOK
Főszerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor
Műszaki Könyvkiadó. Budapest. V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Megjelenik: 1790 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em 306. — Telefon: 127-084
61-8191-689/2-Révai-nyomda, Budapest. V., Vadász utca 16
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) vagy bármely postahivatalnál
A folyóirat külföldre megrendelhető: „Kultura" P. O. B. 149. Budapest 62
Előfizetési díj: egész évre 144.—Ft, egyesületi tagoknak 96.—Ft. Egyes szám ára: 12.—Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 8. sz. folyószámlájára)

Pályázati felhívás

A Magyar Elektrotechnikai Egyesület Villamos Hőtechnikai Bizottsága pályázatot hirdet

villamos hőtechnikai tárgyú tanulmányra

A pályázat célja olyan tanulmányok összegyűjtése, amelyek alkalmasak arra, hogy azokat a MEE Villamos Hőtechnikai Bizottsága a Nemzetközi Villamos Hőtechnikai Unió (UIE) 1963. évben tartandó nemzetközi kongresszusára kiküldhesse. A tanulmánynak — a kongresszus egyes szekcióinak megfelelően — a következő témakörök egyikébe kell vágnia :

I. Vas és acélipar.
Elektrokémia, elektrometallurgia, öntészet stb.
II. Üvegipar, kerámiaipar, szinteranyagok.
III. Fémek hőkezelése.
Hegesztés, forrasztás.

A tanulmány megfelelő magas szinten foglalkozzon a kiválasztott témával, tükrözze az eddigi magyarországi fejlődést és mutasson rá a jövendő fejlődés lehetőségeire is.

A pályázat nyilvános, azon bárki résztvehet. A pályaműveket „Villamos Hőtechnikai Pályázat" feliratú lepecsételt borítékban

1962. március 31. déli 12 óráig

kell a MEE. Bp. V. Szabadság tér 17. földszint 3—7. alatti helyiségében a Titkárságra benyújtani, ill. a fenti időpontig a fenti címre feladni. A késve benyújtott, ill. postára adott dolgozatokat a Bíráló Bizottság felbontatlanul kizárja a pályázatból. A pályaműveket magyar, német, angol, vagy francia nyelven lehet elkészíteni, az elfogadott pályázatoknak a konferencia nyelvére való lefordításáról az Egyesület gondoskodik.

Díjazás :

I. díj	3 000 Ft
II. díj	2 000 Ft
III. díj	1 000 Ft

A Bíráló Bizottságnak joga van a díjakat több dolgozatra összevonva vagy megosztva kiadni. A díjazott dolgozatokon felül a Bíráló Bizottság javasolhatja egyes dolgozatoknak a „Villamosság" c. lap „Villamos Hőtechnikai Bizottság közleményei" rovatban való közzétételét is amiért a rendeletekben megszabott honorárium jár.

Bíráló Bizottság

A pályázatokat a Magyar Elektrotechnikai Egyesület Villamos Hőtechnikai Bizottsága által az érdekelt társegyesületek részvételével delegált bizottság

1962. május 31-ig

bírálja el, és az eredményt a „Villamosság" legközelebbi számában és a MEE hirdetőtábláján közli. A Bizottság döntése végleges.

A pályázat titkos. A dolgozatokat lezárt borítékban kell benyújtani, amelyben — lezárt jelzés nélküli borítékban — el kell helyezni a pályázó nevét és lakcímét. A pályázatot és annak mellékletét sem jeligével, sem egyéb megjelöléssel ellátni nem szabad.

A Magyar Elektrotechnikai Egyesület
Villamos Hőtechnikai Bizottsága

A Műszaki Könyvkiadó hirdetéseket vesz fel az alábbi díjszabás szerint:

Egészoldalas hirdetés ára	1440,— Ft
Féloldalas hirdetés ára	720,— „
Negyedoldalas hirdetés ára	360,— „

HIRDESSEN A

KOHÁSZATI LAPOKBAN

és az

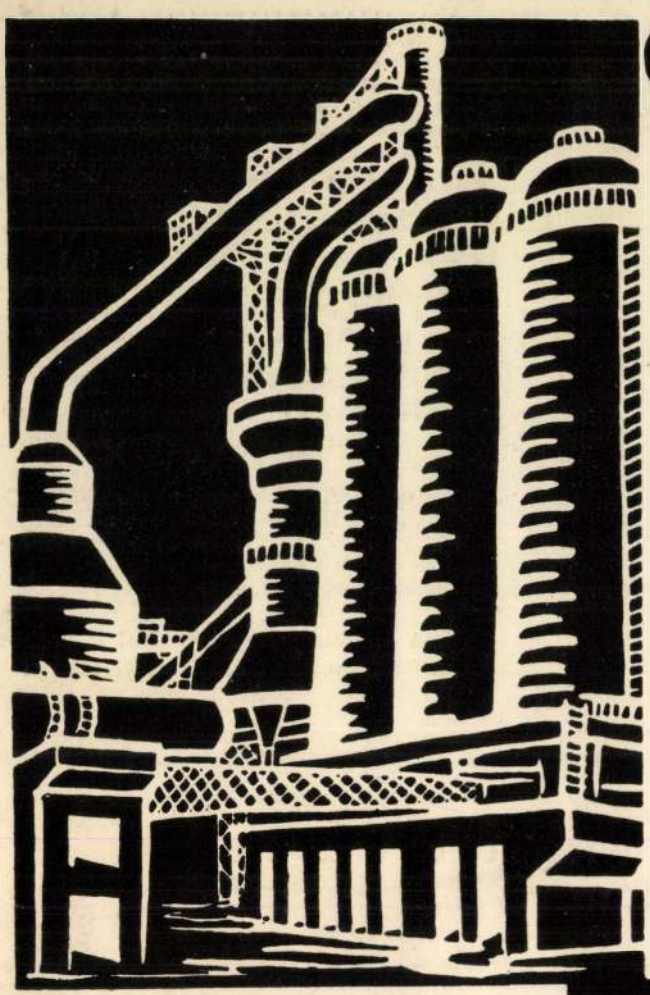
ÖNTÖDÉBEN

A hirdetések az alábbi címre küldendők :

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ BUDAPEST, V., BAJCSY-ZSILINSZKY ÚT 22

A befizetéseket az MNB 44 csekkszámlára kérjük

Példányonkénti eladási ára: 12,— Ft



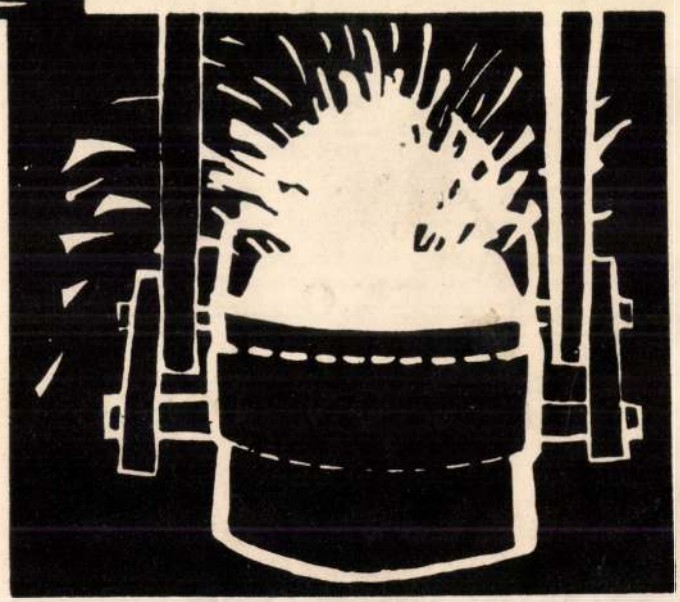
CENTROZAP

Exportál

kohászati gépeket és berendezéseket,
mindenféle gépi felszerelést
hengerdék, acélművek
és kohók számára

Ajánl

hengerdei berendezéseket durva-,
közép- és finom-idomvasak,
valamint durva- és finom-
lemez hengersorok
számára



CENTROZAP

CENTROZAP

KÜLKERESKEDELMI VÁLLALAT

KATOWICE • PLEBISCYTOWA 36

LENGYELORSZÁG POSTAFIÓK 825