

**KOHÁSZATI LAPOK**  
**1953. ÉVI**  
**TARTALOMJEGYZÉKE**

## Betűsoros tárgymutató

Acél és könnyűfém villamos vasutak energiafogyasztása. (Engineering, 1953. V. 1. 4553. száma nyomán) (A).....	261	Csapágyöntvények siklási sajátosságainak vizsgálata. (Folytatás a Kohászati Lapok 1951. évf. 10. és 11., valamint az 1952. év 6—7. számában megjelent cikkhez) (A) .....	31
Acélgyártás időszerű kérdéseiről. I—II. rész (KL) .....	70, 108	Csurgatási maradéköntvények feldolgozása (A) .....	84
Acélöntvények túlyukacsossága és annak előzetes felismerési lehetőségei. (Elhangzott a Bányászati és Kohászati Egyesületben 1952. ápr. 17-én.) (Ö) ..	14	Die Berechnung der Kräfte und des Kraftbedarfes bei der Formgebung und bildsamen Zustände der Metalle (KL) ..	22
Acélhuzal felületi és minőségi hibái (KL) ..	225	Egy új típusú kemencével szerzett üzemi tapasztalatok (KL) .....	34
„Acélöntvőző fémek és ferroöntvények“ című könyv ismertetése (A) .....	118	Egyesületi könyvtárszaporulat (A) ..	23, 204
Acélművek tervezési és technológiai feladatai (KL) .....	185	Egyesületi hírek (A) .....	184, 96
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> —Na <sub>2</sub> O—H <sub>2</sub> O-rendszer egyensúlyi diagramja (A) .....	176	Egyesületünk tagjai az új országgyűlésben (KL) .....	144
Alumínátlúgok SO <sub>4</sub> tartalmának gyors meghatározása (A) .....	121	Erősen ötvözött acélokból készült kovácsdarabok hűtése (KL) .....	40
Alumínium porkohászatának fejlődése. I—II—III. rész (A) .....	130, 159, 165	„Fehérfémhulladékok feldolgozása“ című könyv ismertetése (A) .....	235
Alumíniumbázisú csapágyfémek értékelése metallográfiai szempontokból (A) ..	216	Felhívás (A) .....	24
Alumíniumelektrolízis elmélete (A) .....	146	(Ö) .....	24, 68, 144
Alumíniumöntvények vizsgálata feszültség alatti korrózió módszerével (A) ..	1	„Felületi jelenségek a kohászati folyamatoknál“ című könyv ismertetése (A) ..	119
Ankét a gyorsöntésről a MÁVAG Mozdony- és Gépgyárban (Ö) .....	224	Ferroszilíciumos modifikálás gazdasági jelentősége. (Elhangzott a Bányászati és Kohászati Egyesületben 1952. okt. 9-én.) (Ö) .....	13
„Általános metallográfia“ című könyv ismertetése (A) .....	117	Fémek forrasztása. I—II—III. rész (A) ..	222, 243, 251
Áramhatásfok javítása az alumíniumelektrolízisben (A) .....	56	Fémkohászati szakosztályi titkár beszámolója a Bányászati és Kohászati Egyesület 1952. nov. 11-i választmányi ülésén (A) .....	21
Bauxit- és timföldankét (A) .....	184	Fizikai-kémiai folyamatok az oxigénnek a Martin-kemencébe bevezetésekor (KL) ..	168
Bauxittermelés minőségi kérdései (A) ..	208	Folyadék- és gázálló magnéziumöntvény készítése tömítéssel. (Impregnálás.) (A) ..	143
Bánda homok mint öntődei kötőanyag (Ö) ..	140	Folyékony halmazállapotú fémek metalurgiaii folyamatai (KL) .....	1
Bányászati és Kohászati Egyesület fémkohászati Szakosztályának ankétja a hulladék alumínium feldolgozása tárgyában, 1952. dec. 2-án (A) .....	23	Formázó homokok szemcsézetét meghatározó és ábrázoló eljárások (Ö) .....	111
Bányászati és Kohászati Egyesület fontos közleményei (KI) .....	24	Főtítkári beszámoló az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület választmányi ülésén 1952. nov. 11-én (KL) .....	16
Bányászati és Kohászati Egyesület 1953. jún. 23. választmányi ülése (A) .....	179	Gázfázisú temperálás I—II. rész (Ö) ..	165, 185
Bányászati és Kohászati Egyesület öntődei szakosztályának 1953. I. félévi munkaterve (Ö) .....	44	„Gépipari enciklopédia“ 6. kötet ismertetése (Ö) .....	244
Bázikus béléssű kupolókemence (Ö) .....	205	Gömbgrafitos kéreghengerek gyártásának 1952. évi hazai kísérletei. I—II. rész (Ö) .....	73, 98
Bázikus tűzállóanyagok ásványtani számításai. I—II—III. rész (KL) 138, 162, ..	176	Gömbgrafitos öntöttvas gyártásának feltételei (Ö) .....	26
Bentonit minőségének és a homok fajlagos felületének hatása a bentonit formázóhomok keverékek szilárdsági értékeire (Ö) .....	226	Gyors módszer Mg kimutatására és meghatározására az öntöttvasban (Ö) ..	225
Biztonsági előírások magnézium feldolgozásánál (A) .....	220	Gyorsöntés lényege és gyakorlati alkalmazása (Ö) .....	189
Biztosítsuk a III. Országos Újító Kiállítás sikerét (A) .....	72	Hajócsavar formázásának régi és új módszere (Ö) .....	257
Bór ötvözés hatása a finomított és a kohóalumínium villamos vezető képességére (A) .....	103	Haladó hagyományainkból (KL) .....	242

Halálozások: (Ö) .....	164, 264	Kovács-hírek (KL) .....	264
(KL) .....	264	Kovács-süzemek programja a felszerelés	
(A) .....	22	függvényében (KL) .....	205
Hazai bentonitok mint öntődei kötőanya-		Könnyűfémek és könnyűfémolvadékok	
gok (Ö) .....	30	feldolgozásánál keletkező sómaradvá-	
Héjformázás (Ö) .....	145	nyok és vakarék értékesítése (A) ..	245
Héjformázási kísérletek (Ö) .....	150	Könnyűfémlemezek és szalagok hideghen-	
Hibaigazítás (KL) .....	23	gerlésének szűrősterve (A) .....	11
(Ö) .....	184, 264	Könyvismertetés (KL) .....	22, 204
Hidrogén befolyása nagyméretű kovács-		(Ö) .....	21, 44, 94, 95, 143, 244
darabok tulajdonságaira. II. rész (KL)	13	Könyvismertetés (A) .....	117, 183, 235
Hírek (A) .....	22, 163, 203	Különleges sárgarezek (Ö) .....	135
(KL) .....	24, 264	Különleges sárgarezek (A) .....	258
(Ö) .....	264	Leveles láda (A) .....	95
Hogyan harcoljunk az öntődei balesetek		Lapszemle (KL) .....	23, 244
ellen. Elhangzott az Országos Öntődei		Magnézium meghatározása öntöttvasban	
Konferencián 1952. szept. 21-én (Ö)....	1	(Ö) .....	225
Hozzászólás Jahoda: „Olvasztóberendezé-		Magnézium öntvények kikészítése (A) ..	247
sek” című cikkéhez (Ö) .....	117	Magnéziumoxid-színítés termodinamikájá-	
Hozzászólások Szűcs Endre: „Ötvözött		nak gyakorlati vonatkozásai (A) ....	185
acélgyártásunk időszerű gyakorlati		M. T. A. Fémfőbizottságának az Akadé-	
kérdései” című előadásához (KL) ....	85	mia Műszaki Osztályvezetősége előtt	
Hozzászólás „Tülyukacsosság” című cikk-		1953. június 1-én tartott beszámolója	
hez (Ö) .....	110	(A) .....	201
Hőkezelési kísérletek kupolóban olvasztott		Magyar Tudományos Akadémia közlemé-	
feketetötretű temperöntvény szilárd-		nye (A) .....	63
sági értékeinek meghatározására (Ö)	121	Mangániszap dúsítása generátorgáz egy-	
Hulladékalumínium feldolgozás rövid		idejű kéntelenítése mellett. I—II. rész	
helyzetképe. (A fémkohászati szakosz-		(KL) .....	145, 165
tály „Hulladékalumínium” munkabi-		Mangántartalmú alumíniumötvözetek	
zottságának összefoglalója.) (A) ....	242	gyártásához szükséges ötvözőanyagok	
Jelentés az Országos Magyar Bányászati		e. állítása és tulajdonságai (A) ....	236
és Kohászati Egyesület ajkai cso-		Martin-eljárás intenzívebbé tétele a direkt	
portjának 1953. I. negyedévi működ-		oxidálás tervezésével. I—II. rész (KL)	
tetéséről (A) .....	163	.....	194, 212
„Jó szerencsét!” köszönésünk története (A)	94	Megjelent az 1953. évi német (DIN) szab-	
Jutalmazás (KL) .....	39	ványjegyzék (A) .....	262
(Ö) .....	48	Bese Vilmos miniszterhelyettes megnyitó	
Karbon vagy szén (Ö) .....	23	beszéde az 1953. június 20—21-én Aj-	
Kéneskőre vonatkozó legújabb ismere-		kán rendezett bauxit-tímföld anketon	
tek (A) .....	78	(A) .....	205
Kéregöntés fizikai és kémiai tényezői (Ö)	252	Mit kapott Bardin akadémikusól a magyar	
Kinevezés (Horváth Zoltán) (A) .....	203	kohászat? (KL) .....	73
Kismennyiségű szilícium gyorsmeghatá-		Műkorund karbid-tartalmára vonatkozó	
rozása alumíniumfluoridban spektro-		vizsgálatok (A) .....	50
grafiai módszerrel (A) .....	105	Nagyméretű, bonyolult hengeröntvények	
Kitüntetések (A) .....	163	korszerű gyártása (Ö) .....	234
(KL) .....	224	Nagyobb vastartalmú mangánnal ötvözött	
(Ö) .....	264	alumíniumlemezek mélyhúzóhatóságá-	
Kitüntetések ápr. 4-e alkalmából (A) .....	120	nak vizsgálata (A) .....	74
Kitüntetések a Nagy Októberi Szocia-		Nagyszilárdságú Al-Mg-Si ötvözet né-	
lista Forradalom 36. évfordulója alkal-		hány eddig még nem ismertett tu-	
mából (A) .....	263	lajdonsága (A) .....	153
Kohászat vezetőinek és kiváló dolgozóin-		Na <sub>2</sub> O-tartalom meghatározása műkorund-	
ak értekezlete (K) .....	50	ban, termikus salakokban és tímföld-	
Konduktív ellenállás anyagok (KL) ....	116	ben (A) .....	196
Koptatási kísérletek szürke öntöttvasból		Néhány új szempont könnyűfémek alkal-	
készült vasúti féktuskókkal. I—II—		mázására vegyipari berendezések épí-	
III rész (Ö) .....	6, 39, 56	tésénél. I—II. rész (A) .....	64, 88
Korszerű gyártáselőkészítés az öntődék-		Népművelési Minisztérium közleménye (A)	23
ben (Ö) .....	250	Nikkelmentes kovácsolható nagyszilárd-	
Korszerű nemesfémvizsgálatok (A) .....	52	ságú alumíniumötvözetek (A) .....	98
Korszerű öntvénytisztítás I—II rész (Ö)	202, 216	Nomográfia új módszerének alkalmazása	
Korszerű technológiák ismertetése a Rá-		a metallurgiában. I—II. rész (A) ..	91, 113
kosi Művek Vas- és Acélöntvénygyá-		Nyersvasgyártás koksz-szükségletének	
rában (Ö) .....	224	csökkentése. I—II—III. rész (KL) 78, 98, 121	
Korundolvasztó kemencék termelő képes-		„Nyomásos öntés technológiája” című	
ségének növelése az elektromos tel-		könyv ismertetése (Ö) .....	95
jesítmény maximális kihasználásával		Olvasóinkhoz (A) .....	164
(A) .....	110		

Olvasztóberendezések a fémöntődékben (Ö)	19	Szovjet gyorsolvastási tapasztalatok (KL)	81
„Orosz műszaki nyelv szakfordítók számára” című könyv ismertetése (A)	183	Szovjet kohómérnökök műszaki tudományos konferenciája (KL)	244
Országos Műszaki Könyvtár új kiadványai (A)	262	Szovjet műszaki irodalom segítsége a magyar iparnak (KL)	95
Orosz nyelvű szakfordító az Országos Műszaki Könyvtárban (A)	203	SZKP XIX. Kongresszusának irányelveivel kapcsolatos alapvető kohászati problémák (KL)	74
Országos Műszaki Könyvtár szolgáltatásai (KL)	144	Szürkeöntvényjavításunk időszerű kérdései (Ö)	86
Oxigénfelhasználás kombinált módszere a Martin-acél gyártásnál (KL)	258	Temperálás és gyors temperálás metallográfiai jelenségei (Ö)	238
Oxigén gyakorlati felhasználása a Martin-kemence termikus munkájának fokozására (KL)	151	Termodinamikai függvények alkalmazása a kohászatban (KL)	245
Oxigén felhasználása szilárd betétrel való acélgégyártásnál (KL)	240	Tervpályázati felhívás (A)	203
Oktatás (Ö)	264	Tiszta vasöntvény előállítása centrifugális beömlő alkalmazásával (Ö)	91
Öntödei anyagnormák (Ö)	214	Tombakkal borított vaslemez-hulladék feldolgozása nátriumoxidos oldatban való elektrolízissel (A)	134
Öntödei balesetelhárítás és egészségvédelem (Ö)	170	Tudományos Minősítő Bizottság határozatai (A)	63
Öntödei folyóiratfigyelő szolgálat (1953. második negyedében megjelent külföldi folyóiratok) (Ö)	244, 261	Tudományos Munkások Világszövetségének közgyűlése (KL)	223
Öntödei Műszintterv (Ö)	245	Tűzállóanyag kérdések különös tekintettel a pakuratüzelés elterjedésére a Martin-kemencében (KL)	25
Öntödei nyersvas minőségi kérdései (Ö)	155	Új alumínium előállítási eljárás kisüzemi megvalósítása, az ú. n. Loewenstein (Al-Zn desztillációs) eljárás kisüzemi megvalósíthatóságának ismertetése (A)	18
Öntödei selejt és a mintakészítés (Ö)	118	Új eljárás metallográfiai volfram és molibdén csiszolatok fényesítésére és mosására (A)	214
Öntödei TMK szervezete és működése. I. rész (Ö)	160, 174	Új eljárás nagyméretű lendkerék gyártásában (Ö)	106
„Öntödei üzementervkészítés” című könyv ismertetése (Ö)	143	Újító mozgalomról (KL)	239
Öntőtanácskozás (Ö)	264	Üdvözljük 1953. évi Kossuth-díjasainkat (Ö)	96
Öntöttvas gőzturbinaház meghibásodása (Ö)	69	Vashenger öntése lángkemencéből (Ö)	45
Öntöttvasvizsgálat mai helyzete. I. rész (Ö)	179, 196	Vaskohászati szakosztályi titkár beszámolója (KL)	20
„Öntvények gyártása” című könyv ismertetése (Ö)	94	Vaskohászat új útjai (KL)	9
Öntvények minőségének javítása a ráégés csökkentésével (Ö)	254	Könyvismertetés „Vasöntészet” (Ö)	21
Összehasonlító vizsgálatok a vas fotométeres meghatározására alumíniumban és alumínium-ötvözetekben (A)	25	Villamosenergia gazdálkodás a kohászatban (KL)	260
Ötvözetlen acélok mikroszövetének hatása az alakíthatóságra. I—II. rész (KL)	47, 56	Vízüvegkötésű forma- és magkészítés új változata (Ö)	243
Pályázati felhívás tudományos ösztöndíjakra (KL)	21	Vízüveges magkötés technológiája (Ö)	49
Pázsmaöntés mai helyzete (KL)	126	Volfram-vita (KL)	263
Pelton-kerék öntése (Ö)	71	Zuhanólapkás gyorsöntés számítása (Ö)	218
Precíziós öntés (könyvismertetés) (Ö)	22		
Próbapálcaöntvény homokban öntött réz-ötvözetekhez (Ö)	248		
Pörgető öntés acélöntvényeknél (Ö)	128		
Ritkafémek kinyerési lehetőségei a timföldgyártás alapanyagaiból és melléktermékeiből. I—II. rész (A)	45, 61		
Savkeverék nagy Si tartalmú ötvözetek oldására (A)	105		
Statikai ellenőrzés módszere az öntvénygyártásban (Ö)	63		
Szabatos anyagnormák a vasöntődékben (Ö)	82		
Szakosztályi élet (KL)	204		
(Ö)	184, 120, 24		
Szakosztályi hírek (A)	63, 163		
(Ö)	201		
Szemese-finomító adalékok és magnézium-ötvözés hatása a finomított alumínium korrózióállóságára (A)	225		
Szerkesztőségi közlemények (Ö)	222		
Szerszámok kezelése az öntödében (Ö)	103		
Szocialista szerződés (A)	184		

### Betűsoros névmutató

A zárójelben lévő betűk a lapot; KL=Kohászati Lapok, Ö=Öntöde, A=Alumínium, az utána következő szám az oldalszámot tünteti fel.

Alberti György (Ö)	143, 245
Dr. Alliquander Endre (A)	208
Árkos Frigyes (KL)	34, 126
Balogh Artur (A)	91, 113
Balsay István (KL)	70, 108
J. P. Bardin (KL)	74
Dr. Barna János (Ö)	30, 140, 226
Bártfai Ferenc (A)	52, 105
Benkő Andor (A)	153
Bese Vilmos (A)	205
Dr. Bíró Sándor (Ö)	170
Bocsány János (KL)	16, 223

Boda Ferenc (Ö)	69, 238
Bors János (KL)	205
Budinszky Tibor (Ö)	145
Dr. Buray Zoltán (A)	216
Chapó Elek (Ö)	121, 165, 185
Cotel Ernő (KL)	9
Cser Arisztid (KL)	138, 162, 176
Csiszár Miklós (Ö)	106, 189
Czégi József (A)	31
Dippold János † (Ö)	164
V. D. Dmitriev (Ö)	63
Domony András (A)	18, 64, 88, 103, 183, 201, 236, 245
Emőd Gyula (A)	98, 143, 220, 247
Felföldi Zoltán (KL)	20
Ferenczi József (Ö)	71, 257
Ferenczy Miklós (A)	50, 196
Forbáth Róbert (KL)	145, 165
Füle Endre (Ö)	6, 39, 56
Garay László (A)	21
Gál Zoltán (Ö)	252
Gyenesné, Dr. Holló Mária (A)	1, 225
Hajdu Lajos (Ö)	243
Dr. Hajtó Nándor (Ö)	23
Halmos György (A)	74, 130, 159, 165
Hammer Ferenc (Ö)	111
Hargitay Sándor (Ö)	13, 160, 174
Harrach Walter (A)	110
Harsányi István (A)	52
Havas Béla (KL)	260
Hegedűs Zoltán (Ö)	69
Hollósi Béla (Ö)	94, 103, 250
Horváth Aurél (KL)	245
Horváth Zoltán (A)	78, 146
O. J. Jacunskaja (KL)	151, 168, 194, 212, 240, 258
Jahoda Károly (Ö)	19
Jakóby László (A)	84, 94
(KL)	22
Juhász Zoltán (Ö)	226
Karsay István (Ö)	26
Kálmán Lajos (Ö)	22
Kovács Elemér (Ö)	243
Kovács János (Ö)	128
Kőrös Béla (Ö)	21, 73, 98, 110, 244
Köves Elemér (A)	11
Dr. A. Krupkowski (KL)	1
Lingsch Béla (Ö)	160, 174
Lukácsfalvi Tibor (Ö)	179, 193
Mankher Lajos (KL)	225
Maréchal Károly (Ö)	95, 117, 135
Martinovics Ernő (KL)	185
Dr. Mázor László (A)	25
Millner Tivadar (A)	214
Nagy Tibor (A)	134
Nándori Gyula (Ö)	155
Németh Emil (KL)	116
Dr. Papp Elemér (A)	45, 61
Payer János (Ö)	234
Pintér András (Ö)	86
Dr. E. Piwowarsky † (Ö)	264
Polgáry Sándor (Ö)	248
(A)	258
Puhr István (Ö)	218
Rakovszky Gábor (Ö)	82, 214
Roób József † (KL)	264
Répás Pál (Ö)	225
Sajó István (Ö)	225
Sas Lóránd (A)	214
Schleicher Aladár (Ö)	45
Selmecezi Béla (KL)	
Stemmer Ferenc (Ö)	
Szabó Ödön (KL)	47, 1
Szakál Pál (A)	1
Szádeczky Kardos Géza (A)	1
Szekeres János (Ö)	49, 11
Szentiványi Gyula (A)	2
Széki János † (A)	2
P. V. Szklujev (KL)	13, 4
Szőke László (A)	11
M. N. Sztarovics (KL)	151, 168, 194, 212, 240, 258
Szulyovszki Andor (A)	185
Szváth György (Ö)	202, 216
Szy Géza (Ö)	14
Tóth András (Ö)	254
Török István (Ö)	1
V. A. (KL)	81
V. P. (A)	235
Varga Ferenc (Ö)	205
Varga Gy. (A)	261
Varga István (A)	222, 243, 251
Vassel K. Róbert (A)	103
Várhelyi Rezső (A)	236
Vékony Sándor (Ö)	91
Visnyovszky László (KL)	78, 98, 121
(A)	118
Dr. Vigh Gusztávné, Somogyi Adrienne (A)	121
F. F. Wolf (A)	176
Dr. Zombory László (A)	121
<b>Nagyobb cikkek szerzők szerint csoportosítva</b>	
Alberti György: M. A. Posztnov: „Öntödei üzemtervkészítés“ című könyv ismertetése (Ö)	143
Alberti György: Öntödei Műszintterv (Ö)	245
Dr. Alliquander Endre: A Bauxittermelés minőségi kérdései (A)	208
Árkos Frigyes: Egy új típusú kemencénél szerzett üzemi tapasztalatok (KL)	34
Árkos Frigyes: A pázsmaöntés mai helyzete (KL)	126
Balogh Artur: A monográfia új módszerének alkalmazása a metallurgiában. I—II. rész (A)	91, 113
Balsay István: Az acélgártás időszerű kérdéseiről I—II. rész (KL)	70, 108
J. P. Bardin akadémikus: Az SZKP XIX. Kongresszusának irányelveivel kapcsolatos alapvető kohászati problémák. (A Magyar Tudományos Akadémián tartott előadásából.) (KL)	74
Dr. Barna János: A bándi homok mint öntödei kötőanyag (Ö)	140
Dr. Barna János: hazai bentonitok mint öntödei kötőanyagok (Ö)	30
Dr. Barna János—Juhász Zoltán: A bentonit minőségének és a homok fajlagos felületének hatása a bentonit-formázóhomok keverékek szilárdsági értékeire (Ö)	226
Bártfai Ferenc: Savkeverék nagy Si tartalmú ötvözetek oldására (A)	105
Bártfai Ferenc—Harsányi István: Kor-szerű nemesfémvizsgálatok (A)	52
Benkő Andor: A nagyszilárdságú Al—Mg—Si ötvözet néhány, eddig még nem ismertett tulajdonsága (A)	153

Bese Vilmos: Megnyitóbeszéd az 1953. június 20—21-én Ajkán rendezett bauxit-timföld ankéton (A) .....	205	Az úgynevezett Loewenstein (Al-Zn desztillációs) eljárás kisüzemi megvalósításának ismertetése (A) .....	18
Dr. Bíró Sándor: Öntödei balesetelhárítás és egészségvédelem (Ö) .....	170	Emőd Gyula: Biztonsági előírások magnézium feldolgozásánál (A) .....	220
Bocsányi János: Főtitkári beszámoló az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület választmányi ülésén 1952. XI. 11-én (KL) .....	16	Emőd Gyula: Folyadék és gázálló magnéziumöntvény készítése tömítéssel (impregnálás) (A) .....	143
Bocsányi János: A Tudományos Munkások Világszövetségének budapesti közgyűlése (KL) .....	223	Emőd Gyula: Magnézium öntvények készítése (A) .....	247
Boda Ferenc: Temperálás és gyorstemperálás metallografiai jelenségei (Ö) .....	238	Emőd Gyula: Nikkelmentes kovácsolható nagyszilárdságú alumíniumötvözetek (A) .....	98
Boda Ferenc—Hegedűs Zoltán: Öntöttvas gözturbinaház meghibásodása (Ö) ..	69	Felföldi Zoltán: Vaskohászati szakosztályi titkár beszámolója (KL) .....	20
Bors János: Kovácsüzemek programja a felszerelés függvényében (KL) ....	205	Ferenczi József: Hajócsavar formázásának régi és új módszere (Ö) .....	257
Budinszky Tibor: Héjformázás (Ö) .....	145	Ferenczi József: Pelton-kerék öntése (Ö) ..	71
Dr. Buray Zoltán: Alumíniumbázisú csapágyfémek értékelése metallografiai szempontokból (A) .....	216	Ferenczi Miklós: Műkorund karbid tartalmára vonatkozó vizsgálatok (A) .....	50
Chapó Elek: Gázfázisú temperálás (Ö) ..	185	Ferenczi Miklós: Na <sub>2</sub> O tartalom meghatározása műkorundban, termikus sálakokban és timföldben (A) .....	196
Chapó Elek: Hőkezelési kísérletek kupolában olvasztott fekete töretű temperöntvény szilárdsági értékeinek meghatározására (Ö) .....	121	Forbáth Róbert: Mangániszap dúsítása generátorgáz egyidejű kéntelenítése mellett. I—II. rész (K) .....	145, 165
Cotel Ernő: A vaskohászat új útjai (KL) ..	9	Füle Endre: Koptatási kísérletek szürke öntöttvasból készült vasúti féktuskókkal. I. rész (Ö) .....	6, 39, 56
Cser Arisztid: Bázikus tűzálló anyagok ásványtani számításai. I—II—III. rész (KL) .....	138, 162, 176	Garay László: A fémkohászati szakosztályi titkár beszámolója a Bányászati és Kohászati Egyesület 1952. november 11-i választmányi ülésén (A) ....	21
Csiszár Miklós: A gyorsöntés lényege és gyakorlati alkalmazása (Ö) .....	189	Gál Zoltán: A kéregöntés fizikai és kémiai tényezői (Ö) .....	252
Csiszár Miklós: Új eljárás nagyméretű lendkerék gyártásában (Ö) .....	106	Gyenesné, dr. Holló Mária: Alumíniumötvözetek vizsgálata feszültség alatti korrózió módszerével (A) .....	1
Czégi József: Csapágyötvözetek siklasi sajátosságainak vizsgálata. (Folytatás a Kohászati Lapok 1951. évi 10. és 11., valamint az 1952. évf. 6. és 7. számában megjelent cikkhez.) (A) .....	31	Gyenesné, dr. Holló Mária: Szemesefinomító adalékok és magnézium ötvözés hatása a finomított alumínium korrózióállóságára (A) .....	225
V. D. Dmitrijev: A statisztikai ellenőrzés módszere az öntvénygyártásban. Leközlésre javasolta Ábráham András. Fordította Kálmán Lajos (Ö) .....	63	Hajdu Lajos—Kovács Elemér: Vízüvegkötésű forma- és magkészítés új változata (Ö) .....	243
Domony András: A M. T. A. Fémföbízottságának az Akadémia műszaki osztályvezetősége előtt 1953. júl. 1-én tartott beszámolója (A) .....	201	Dr. Hajtó Nándor: Karbon vagy szén (Ö) ..	23
Domony András—Vassel K. Róbert: Bór ötvözés hatása a finomított és a kohóalumínium villamos vezetőképességére (A) .....	103	Halmos György: Az alumínium porkohászatának fejlődése. I—II—III. rész (A) .....	130, 159, 165
Domony András: Klár János—Nagy Ernő—Gál Endre: „Az orosz műszaki nyelv szakfordítók számára” című könyv ismertetése (A) .....	183	Halmos György: Nagyobb vastartalmú mangánnal ötvözött alumíniumlemezek mélyhúzóhatóságának vizsgálata (A) .....	74
Domony András—Várhelyi Rezső: Mangántartalmú alumíniumötvözetek gyártásához szükséges ötvözőanyagok előállítására és tulajdonságai (A) ....	236	Hammer Ferenc: Formázó homokok szemcsézetét meghatározó és ábrázoló eljárások (Ö) .....	111
Domony András: Könnyűfémek és könnyűfémhulladékok feldolgozásával keletkező sómaradványok és vakarékok értékesítése (A) .....	245	Hargitay Sándor: A ferroszilíciumos modifikálás gazdasági jelentősége. (Elhangzott a Bányászati és Kohászati Egyesületben 1952. okt. 9-én.) (Ö) .....	13
Domony András: Néhány új szemponi könnyűfémek alkalmazására vegyipari berendezések építésénél. I—II. rész (A) .....	64, 88	Hargitay Sándor—Lingsch Béla: Öntödei TMK szervezete és működése. I. rész (Ö) .....	160, 174
Domony András: Új alumínium előállítási eljárás kisüzemi megvalósítására.		Harrach Walter: Korundolvasztó kemencék termelőképességének növelése az elektromos teljesítmény maximális kihasználásával (A) .....	110
		Havas Béla: Villamosenergia gazdálkodás a kohászatban (KL) .....	260

Hollósi Béla: Korszerű gyártáselőkészítés az öntődékekben (Ö) .....	250	Köves Elemér: Könnyűfémlamezek és szalagok hideg hengerlésének szűrőterve (A) .....	11
Hollósi Béla: P. N. Akszenov: „Öntvények gyártása“ c. könyv ismertetése (Ö) .....	94	Dr. A. Krupkowski: (A Lengyel Tudományos Akadémia tagjának előadása a Kohászati Kongresszuson 1952. szept. 17-én) Folyékony halmazállapotú fémek metallurgiai folyamatai (KL) ..	1
Hollósi Béla: Szerszámok kezelése az öntődékekben (Ö) .....	103	Lukácsfalvi Tibor: Az öntöttvasvizsgálat mai helyzete. I. rész (Ö) .....	179, 196
Horváth Aurél: A termodinamikai függvények alkalmazása a kohászatban (KL) .....	245	Mankher Lajos: Az acélhuzat felületi és minőségi hibái (KL) .....	225
Horváth Zoltán: A kénesköre vonatkozó legújabb ismeretek (A) .....	78	Maréchal Károly: Hozzászólás Jahoda: „Olvasztóberendezések“ című cikkéhez (Ö) .....	117
Horváth Zoltán: Az alumíniumelektrolízis elmélete (A) .....	146	Maréchal Károly: Különleges sárgarezek (Ö) .....	135
O. J. Jacunszkaja—M. N. Sztarovic: Oroszból fordította Vajk Árpád, ellenőrizte Csomós Zoltán: Az oxigén gyakorlati felhasználása a Martin-kemence termikus munkájának fokozására (K) .....	151	Maréchal Károly: V. M. Plackij: „A nyomásos öntés technológiája“ c. könyvismertetés (Ö) .....	95
O. J. Jacunszkaja—M. N. Sztarovic: Fordította Vajk Árpád, ellenőrizte Csomós Zoltán és Visnyovszky László: Fizikai-kémiai folyamatok az oxigénnek a Martin-kemencébe bevezetésekor (KL) .....	168	Martinovic Ernő: Acélművek tervezési és technológiai feladatai (KL) .....	185
O. J. Jacunszkaja—M. N. Sztarovic: Fordította Vajk Árpád, ellenőrizte Csomós Zoltán: A Martin-eljárás intenzívebbé tétele a direkt oxidálás módszerével. I—II. rész (KL) .....	194, 212	Dr. Mázor László—Dr. Grusz Éva: Összehasonlító vizsgálatok a vas fotométeres meghatározására alumíniumban és alumíniumöntődékekben (A) .....	25
O. J. Jacunszkaja—N. M. Sztarovic: Fordította Vajk Árpád, ellenőrizte Csomós Zoltán: Az oxigén felhasználása szilárd betéttel való acélgártásnál. (KL) .....	240	Millner Tivadar—ifj. Sass Lóránd: Új eljárás metallográfiai wolfram és molibdén csiszolatok fényesítésére és mosására (A) .....	214
O. J. Jacunszkaja—M. N. Sztarovic: Orosz eredetiből fordította Vajk Árpád, ellenőrizte Csomós Zoltán: Az oxigénfelhasználás kombinált módszere a Martin-acélgártásnál (KL) ....	258	Nagy Tibor: Tombakkal borított vaslemez-hulladék feldolgozása nátriumoxidos oldatban való elektrolízissel (A) ....	134
Jahoda Károly: Olvasztóberendezések a fémöntődékekben (Ö) .....	19	Nándori Gyula: Az öntödei nyersvas minőségi kérdései (Ö) .....	155
Jakóby László: A csurgatási maradékötvetek feldolgozása (A) .....	84	Németh Emil: A konduktív ellenálló anyagok (KL) .....	116
Jakóby László: „Jó szerencsét!“ köszönetünk története (A) .....	94	Dr. Papp Elemér: Ritkafémek kinyerési lehetőségei a timföldgyártás alapanyagából és melléktermékeiből. I—II. rész (A) .....	45, 61
Jakóby László: Alexander Geleji: „Die Berechnung der Kräfte und das Kraftbedarfes bei der Formgebung im bildsamen Zustände der Metalle“. Könyvismertetés (KL) .....	22	Payer János: Nagyméretű bonyolult hengeröntvények korszerű gyártása. (Ö) ..	234
Karsay István: A gömbgrafitos öntöttvas gyártásának feltételei (Ö) .....	26	Pintér András: Szürkeöntvényjavításunk időszerű kérdései (Ö) .....	86
Kálmán Lajos: C. C. Feldmann: Precíziós öntés. Könyvismertetés (Ö) .....	22	Pogány Sándor: A különleges sárgarezek (A) .....	258
Kovács János: Pörgető öntés acélöntvényeknél (Ö) .....	128	Polgáry Sándor: Próbapálcá-szelvény homokban öntött rézötvetekhez (Ö) ..	248
Körös Béla: Gömbgrafitos kéreghengerek gyártásának 1952. évi hazai kísérletei. I—II. rész (Ö) .....	73, 98	Puhr István: A zuhanólapkás gyorsöntés számítása (Ö) .....	218
Körös Béla: Hozzászólás „Túlyukacsosság“ című cikkhez (Ö) .....	110	Rakovszky Gábor: Öntödei anyagnormák (Ö) .....	214
Körös Béla: J. H. Csudakov: „Gépipari enciklopédia“ 6. kötet c. könyv ismertetése (Ö) .....	244	Rakovszky Gábor: Szabatos anyagnormák a vasöntődékekben (Ö) .....	82
Körös Béla: N. G. Girsovics: „Vasöntészet“. Könyvismertetés (Ö) .....	21	Sajó István: Gyors módszer Mg kimutatására és meghatározására az öntöttvasban (Ö) .....	225
		Sajó István—Répás Pál: Magnézium meghatározása öntöttvasban (Ö) ....	225
		Schleicher Aladár: Vashenger öntése lángkemencéből (Ö) .....	45
		Selmezi Béla: Tűzállóanyag-kérdések, különös tekintettel a pakuratüzelés elterjedésére a Martin-kemencében (KL) ..	25
		Stemmer Ferenc: Az öntödei selejt és a mintakészítés (Ö) .....	118
		Szabó Ödön: Ötvözetlen acélok mikroszövetének hatása az alakíthatóságra. I—II. rész (KL) .....	47, 56

Szakál Pál: A. J. Beljajev—E. A. Zsemesuzsina: „Felületi jelenségek a kohászati folyamatoknál“ című könyv ismertetése (A) .....	119	Tóth András: Az öntvények minőségének javítása a ráégés csökkentésére (Ö) .....	254
Szádeczky-Kardoss Géza—Dr. Benkő István: Kis mennyiségű szilícium gyors meghatározása alumíniumfluoridban spektográfiai módszerrel (A) .....	105	Török István: Hogyan harcoljunk az öntödei balesetek ellen? (Elhangzott az Országos Öntödei Konferencián 1952. szept. 21-én (Ö) .....	1
Szekeres János: Héjformázási kísérletek (Ö) .....	150	V. Á.: Szovjet gyorsolvastási tapasztalatok (KL) .....	81
Szekeres János: A vízüveges magkötés technológiája (Ö) .....	49	V. P.: Jakóby László: „Fehérfémhulladékok feldolgozása“ c. könyv ismertetése (A) .....	235
Szentiványi Gyula: Az áramhatásfok javítása az alumínium elektrolízisben (A) .....	56	Varga Ferenc: Bázikus bélésű kupolóke-mence (Ö) .....	205
P. V. Szklujev—M. P. Braun: Fordította Körös Béla—Vajk Árpád: Erősen ötvözött acélokból készült kovácsdarabok hűtése (KL) .....	40	Varga Gy. Acél és könnyűfém villamos vasutak energiafogyasztása. (Engineering, 1953. május 1. 4553. szám a nyomán.) (A) .....	261
P. V. Szklujev—V. A. Mirmelstein: Fordította Körös Béla—Vajk Árpád. A hidrogén befolyásolása nagyméretű munkadarabok tulajdonságaira. II. rész (KL) .....	13	Varga István: Fémek forrasztása. I—II—III. rész (A) .....	222, 243, 251
Szöke László: Verő József: „Általános metallográfia“ című könyv ismertetése (A) .....	117	Vékony Sándor: Tiszta vasöntvény előállítására centrifugális beömlő alkalmazásával (Ö) .....	91
Szulyovszki Andor: A magnéziumoxid-színítés termodinamikájának gyakorlati vonatkozásai (A) .....	185	Visnyovszky László: A nyersvasgyártás kokszükségletének csökkentése. I—II—III. rész (KL) .....	78, 98, 121
Szvath György: Korszerű öntvénytisztítás. I—II. rész (Ö) .....	202, 216	J. B.: Visnyovszky László: „Acélötvöző fémek és ferroötvözetek“ című könyv ismertetése (A) .....	118
Szy Géza: Az acélöntvények túlyukaessége és annak előzetes felismerési lehetőségei. (Elhangzott a Bányászati és Kohászati Egyesületben 1952. ápr. 17-én.) (Ö) .....	14	F. F. Wolf és Sz. I. Kuznyecov cikke alapján összeállította Horváth Zoltán és Wieder Nándor: Az $Al_2O_3-Na_2O-H_2O$ rendszer egyensúlyi diagramja (A) .....	176
		Dr. Zombori László—Dr. Vigh Gusztávné, Somogyi Adrienne—Pintér Tihamér: Alumínátlúgok $SO_4$ tartalmának gyors meghatározása (A) .....	121

## ÖNTÖDE 1953 ÉVI TARTALOMJEGYZÉKE

### Betűsoros névmutató

Alberti György .....	143, 245
Dr. Barna János .....	30, 140, 226
Dr. Bíró Sándor .....	170
Boda Ferenc .....	69, 238
Budinszky Tibor .....	145
Chapó Elek .....	121, 165, 185
Csiszár Miklós .....	106, 189
V. D. Dmitriev .....	63
Ferenczi József .....	7, 257
Füle Endre .....	6, 39, 56
Gál Zoltán .....	252
Hajdu Lajos .....	243
Dr. Hajtó Nándor .....	23
Hammer Ferenc .....	111
Hargitay Sándor .....	13, 160, 174
Hegedűs Zoltán .....	69
Hollósi Béla .....	94, 103, 250
Jahoda Károly .....	19
Juhász Zoltán .....	226
Karsai István .....	26
Kálmán Lajos .....	22
Kovács Elemér .....	243
Kovács János .....	128
Körös Béla .....	21, 73, 98, 110, 244
Lukácsfalvi Tibor .....	179, 196
Maréchal Károly .....	95, 117, 135
Nándori Gyula .....	155

Payer János .....	234
Pintér András .....	86
Polgáry Sándor .....	248
Puhr István .....	218
Rakovszky Gábor .....	82, 214
Répás Pál .....	225
Sajó István .....	225
Schleicher Aladár .....	45
Stemmer Ferenc .....	118
Szekeres János .....	49, 150
Szvath György .....	202, 216
Szy Géza .....	14
Tóth András .....	254
Török István .....	1
Varga Ferenc .....	205
Vékony Sándor .....	91

### Nagyobb cikkek szerzők szerint csoportosítva

Alberti György: M. A. Posztov: „Öntödei üzemtervkészítés“ című könyv ismertetése .....	143
Alberti György: Öntödei műszintterv .....	245
Dr. Barna János: Hazai bentonitok mint öntödei kötőanyagok .....	30
Dr. Barna János: A bándi homok mint öntödei kötőanyag .....	140
Dr. Barna János—Juhász Zoltán: A ben-	



tonit minőségének és a homok fajlagos felületének hatása a bentonit formázóhomok keverékek szilárdsági értékeire .....	226	Körös Béla: Hozzászólás „Tülyukacsosság” emű cikkhez .....	110
Dr. Bíró Sándor: Öntödei balesetelhárítás és egészségvédelem .....	170	Körös Béla: J. H. Csudakov: „Gépipari enciklopédia” VI. kötet című könyv ismertetése .....	244
Boda Ferenc—Hegedűs Zoltán: Öntöttvas gőzturbinaház meghibásodása .....	69	Lukácsfalvi Tibor: Az öntöttvasvizsgálat mai helyzete. I—II. rész .....	179, 196
Boda Ferenc: Temperálás és gyorsstemperálás metallográfiai jelenségei .....	238	Maréchal Károly: V. M. Plackij: „A nyomásos öntés technológiája” című könyv ismertetése .....	95
Budinszky Tibor: Héjformázás .....	145	Maréchal Károly: Hozzászólás Jahoda Károly „Olvasztóberendezések” című cikkéhez .....	117
Chapó Elek: Hőkezelési kísérletek kupolában olvasztott fekete töretű temperöntvény szilárdsági értékeinek meghatározására .....	121	Maréchal Károly: Különleges sárgarezek ..	135
Chapó Elek: Gázfázisú temperálás I—II. rész .....	165, 185	Nándori Gyula: Az öntödei nyersvas minőségi kérdései .....	155
Csiszár Miklós: Új eljárás nagyméretű lendkerék gyártásában .....	106	Payer János: Nagyméretű, bonyolult hengeröntvények korszerű gyártására ..	234
Csiszár Miklós: A gyorsöntés lényege és gyakorlati alkalmazása .....	189	Pintér András: Szürkeöntvény javításunk időszerű kérdései .....	86
V. D. Dmitriev: A statisztikai ellenőrzés módszere az öntvénygyártásban. Megjelent a Lityejnoje Proizvodstvo 1951. 9. számában. Leközlésre javasolta Ábráhmán András. Fordította Kálmán Lajos .....	63	Polgáry Sándor: Próbapálcá-öntvény homokban öntött rézöntvényekhez .....	248
Ferenczi József: Pelton-kerék öntése ....	71	Puhr István: A zuhanó lapkás gyorsöntés számítása .....	218
Ferenczi József: Hajócsavar formázásának régi és új módszere .....	257	Rakovszky Gábor: Szabatos anyagnormák a vasöntödékekben .....	82
Füle Endre: Koptatási kísérletek szürke öntöttvasból készült vasúti féktuskókkal .....	6, 39, 56	Rakovszky Gábor: Öntödei anyagnormák Sajó István: Gyors módszer Mg kimutatására és meghatározására az öntöttvasban .....	214, 225
Gál Zoltán: A kéregöntés fizikai és kémiai tényezői .....	252	Sajó István—Répás Pál: Magnézium meghatározása öntöttvasban .....	225
Hajdu Lajos—Kovács Elemér: Vízüvegkötésű forma- és magkészítés új változata .....	243	Schleocher Aladár: Vashenger öntése lángkemencéből .....	45
Dr. Hajtó Nándor: Karbon vagy szén ....	23	Stemmer Ferenc: Selejt és a mintakészítés .....	118
Hammer Ferenc: Formázó homokok szemcsézetét meghatározó és ábrázoló eljárások .....	113	Szekeres János: A vízüveges magkötés technológiája .....	49
Hargitay Sándor: A ferrosziliციумos modifikálás gazdasági jelentősége. (Elhangzott a Bányászati és Kohászati Egyesületben 1952. okt. 9-én.) .....	13	Szekeres János: Héjformázási kísérletek ..	150
Hargitay Sándor—Lingsch Béla: Öntödei TMK szervezete és működése. I—II. rész .....	160, 174	Szvath György: Korszerű öntvénytisztítás. I—II. rész .....	202, 216
Hollósi Béla: P. N. Akszenov: „Öntvények gyártása” című könyv ismertetése .....	94	Szy Géza: Az acélöntvények tülyukacsossága és annak előzetes felismerési lehetőségei. (Elhangzott a Bányászati és Kohászati Egyesületben 1952. április 17-én.) .....	14
Hollósi Béla: Szerszámok kezelése az öntödében .....	103	Tóth András: Az öntvények minőségének javítása a ráégés csökkentésével .....	254
Hollósi Béla: Korszerű gyártáselőkészítés az öntödékekben .....	250	Török István: Hogyan harcoljunk az öntödei balesetek ellen? (Elhangzott az Országos Öntödei Konferencián 1952. szeptember 21-én.) .....	1
Jahoda Károly: Olvasztóberendezések a fémöntödékekben .....	19	Varga Ferenc: Bázikus belésű kupolókemence .....	205
Karsay István: A gömbgrafitos öntöttvas gyártásának feltételei .....	26	Vékony Sándor: Tiszta vasöntvény előállítása centrifugális beömlő alkalmazásával .....	91
Kálmán Lajos: C. Feldmann: „Precíziós öntés” című könyv ismertetése .....	22	<b>Betűsoros tárgymutató</b>	
Kovács János: Pörgető öntés acélöntvényeknél .....	128	Acélöntvények tülyukacsossága és annak előzetes felismerési lehetőségei .....	14
Körös Béla: N. G. Girsovic: „Vasöntészet” című könyv ismertetése .....	21	Ankét a gyorsöntésről a MÁVAG Mozdony és Gépgyárban .....	224
Körös Béla: Gömbgrafitos kéreghengerek gyártásának 1952. évi hazai kísérletei I—II. rész .....	73, 98	Bándi homok mint öntödei kötőanyag....	140
		Bányászati és Kohászati Egyesület Öntödei Szakosztályának 1953. I. félévi munkaterve .....	44

Bázikus bélésű kupolókemence .....	205	Magnézium meghatározása öntöttvasban..	225
Bentonit minőségének és a homok fajla- gos felületének hatása a bentonit for- mázóhomok keverékének szilárdsági értékére .....	226	Nagyméretű bonyolult hengeröntvények korszerű gyártása .....	234
Felhívás .....	24, 68, 144	„Nyomasos öntés technológiája“ című könyv ismertetése .....	95
Ferroszilíciumos modifikálás gazdasági jelentősége. (Elhangzott a Bányászati és Kohászati Egyesületben 1952. okt. 9-én.) .....	13	Oktatás .....	269
Formázó homokok szemcsézetét meghatá- rozó és ábrázoló eljárások .....	111	Olvasztóberendezések a fémöntődékben ..	19
Gázfázisú temperálás. I. rész .....	165, 185	Öntödei anyagnormák .....	214
„Gépipari enciklopédia“ 6. kötet c. könyv ismertetése .....	244	Öntödei baleseteihárítás és egészségvéde- lem .....	170
Gömbgrafitos kéreghengerek gyártásának 1952. évi hazai kísérletei. I—II. rész	73, 98	Öntödei nyersvas minőségi kérdései .....	155
Gömbgrafitos öntöttvas gyártásának fel- tételi .....	26	Öntödei folyóiratfigyelő szolgálat. (1953. második negyedében megjelent külföldi folyóiratok.) .....	244, 245
Gyorsöntés lényege és gyakorlati alkalma- zása .....	189	Öntödei Müszinterv .....	245
Gyors módszer Mg kimutatására és meg- határozására az öntöttvasban .....	225	Öntödei selejt és a mintakészítés .....	118
Hajócsavar formázásának régi és új mód- szere .....	257	Öntödei TMK szervezete és működése. I. rész .....	160, 174
Halálozás: Dippold János .....	164	„Öntödei üzemtervkészítés“ című könyv ismertetése .....	143
Dr. E. Piwawarszky .....	264	Öntötanácskozás .....	264
Hazai bentonitok mint öntödei kötőanya- gok .....	30	Öntöttvas gőzturbinaház meghibásodása..	69
Héjformázás .....	145	Öntöttvasvizsgálat mai helyzete. I. rész	179, 196
Héjformázási kísérletek .....	150	„Öntvények gyártása“ c. könyv ismerle- tése .....	94
Hibaigazítás .....	184, 264	Öntvények minőségének javítása a ráégés csökkentésével .....	254
Hírek .....	264	Pelton-kerék öntése .....	71
Hogyan harcoljunk az öntödei selejt ellen	1	Pörgető öntés acélöntvényeknél .....	128
Hozzászólás Jahoda: Olvasztóberendezé- sek“ című cikkéhez .....	117	„Precíziós öntés“ könyvismertetés .....	22
Hozzászólás „Túlykacsosság“ című cik- kéhez .....	110	Próbapálcá-öntvény homokban öntött réz- ötvezetekhez .....	248
Hőkezelési kísérletek kupolóban olvasztó feketetöretű temperöntvény szilárdsági értékeinek meghatározására ..	121	Statikai ellenőrzés módszere az öntvény- gyártásban .....	63
Jutalmazások .....	48	Szabatos anyagnormák a vasöntődékben ..	82
Karbon vagy szén .....	23	Szakosztályi élet .....	24, 120, 184
Kéregöntés fizikai és kémiai tényezői ....	252	Szakosztályi hírek .....	201
Kitüntetések .....	269	Szerkesztőségi közlemények .....	222
Koptatási kísérletek szürke öntöttvasból készült vasúti féktuskókkal. I. rész	6, 39, 56	Szerszámok kezelése az öntődékben .....	103
Korszerű gyártáselőkészítés az öntődékben	250	Szürkeöntvény javításunk időszerű kér- dései .....	86
Korszerű öntvénytisztítás. I—II. rész	202, 216	Temperálás és gyors temperálás metallo- gráfiai jelenségei .....	238
Korszerű technológiák ismertetése a Rákosi Művek Vas- és Acélöntvény- gyárában .....	224	Tiszta vasöntvény előállítása centrifugális beömlő alkalmazásával .....	91
Könyvismertetés .....	21, 44, 94, 95	Új eljárás nagyméretű lendkerék gyár- tásában .....	106
Különleges sárgarezek .....	135	Üdvözljük 1953. évi Kossuth-díjasainkat!	96
		Vashenger öntése lángkemencéből .....	45
		Vasöntézet. Könyvismertetés .....	21
		Vízüveges magkötés technológiája .....	49
		Vízüvegkötésű forma- és magkészítés új változata .....	243
		Zuhanólapkás gyorsöntés számítása .....	218

# KOHÁSZATI

*lapok*

ALAPÍTOTTA PÉCH ANTAL 1868-BAN



**1** SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 8. (86.) ÉVFOLYAM 1. SZÁM 1—24 OLDAL

BUDAPEST, 1953. JANUÁR

# KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület,  
A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége  
TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest VI. Rudas László-u. 45 • Telefon: 129-696, 127-084

Венгерский Журнал Metallургии

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

Főszerkesztő: Komjáthy László • Felelős szerkesztő: Vajk Péter  
Szerkesztőbizottság: Árkos Frigyes, Deniflée Sándor, dr. Dobos György,  
Felföldi Zoltán, dr. Gillemot László, Jakóby László, Kálmán Lajos, Varga Ferenc

Felelős kiadó: Solt Sándor

Dr. A. Krupkowski: Folyékony halmazállapotú fémek metallurgiai folyamatai .....	1
<u>Cotel Ernő</u> : A vaskohászat új útjai .....	9
P. V. Szklujev—V. A. Mirmelstein: A hidrogén befolyása nagyméretű kovácsdarabok tulajdonságaira (II. rész) .....	13
Bocsánczy János főtitkár beszámolója .....	16
Felföldi Zoltán vaskohászati szakosztályi titkár beszámolója .....	20
Pályázati felhívás tudományos ösztöndíjakra .....	21
Könyvismertetés .....	22
Lapszemle .....	23

## Öntöde:

Török István: Hogyan harcoljunk az öntödei balesetek ellen? .....	1
Füle Endre: Koptatási kísérletek szürke öntöttvasból készült vasúti féktuskókkal .....	6
Hargitay Sándor: A ferroszilíciumos modifikálás gazdasági jelentősége .....	13
Szy Géza: Az acélöntvények túlyukacsossága és annak előzetes felismerési lehetőségei .....	14
Jahoda Károly: Olvasztóberendezések a fémöntődékben .....	19
Könyvismertetés .....	21
Dr. Hajtó Nándor: Karbon vagy szén .....	23
Szakosztályi élet .....	24

## Alumínium:

Gyenesné dr. Holló Mária: Alumíniumötvözetek vizsgálata feszültség alatti korrózió módszerével .....	1
Köves Elemér: Könnyűfémlémezek és -szalagok hideghengerlésének szűrésterve .....	11
Dr. Domony András: Új alumínium előállítási eljárás kisüzemi megvalósítása .....	18
Garay László, a Fémkohászati Szakosztály titkára beszámolója .....	21
Hírek .....	22

KIADJA A NEHÉZIPARI KÖNYV- ÉS FOLYÓIRATKIADÓ VÁLLALAT

Kiadóhivatal: Budapest V, Nagy Sándor-utca 6 • Telefon: 111-091  
Megjelenik havonta • Egyévi előfizetés: 36.—Ft. Egyes példányok ára: 4.—Ft

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Nemzeti Bank 61.770

# VASKOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET  
VASKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLYA FOLYÓIRATA

## Folyékony halmazállapotú fémek metallurgiai folyamatai

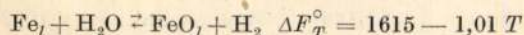
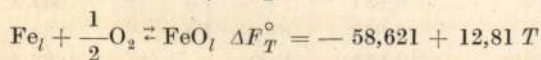
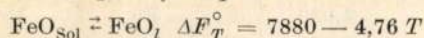
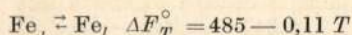
Dr. A. KRUPKOWSKI, a Lengyel Tudományos Akadémia tagjának előadása a Kohászati Kongresszuson, 1952. szept. 27-én.

### Zur Kenntniss der metallurgischen Prozesse in flüssiger Phase

von Prof. Dr. Alexander Krupkowski  
Mitglied der Polnischen Akademie der Wissenschaften

### ZUSAMMENFASSUNG

1. Auf dem Gebiet der Theorie der metallurgischen Prozesse wurde durch Einführung von Standardgrößen der Körper im überkühlten Zustand in die thermochemischen Tabellen ein Fortschritt erzielt.
2. Die Lösung der Gleichung von Gibbs — Duhem verleiht die wissenschaftlichen Grundlagen zur Bestimmung der Aktivitätskoeffizientenwerte von Bestandteilen einer Lösung — durch richtige Interpretation der Versuchsergebnisse.
3. Auf Grund neu ausgeführter, thermodynamischer Daten wurden, als Beispiele, die Berechnungen der Änderung der freien Standard-Energie für den Temperaturbereich 1800°—2000° K angeführt.



4. Ausserdem wurde mit Hilfe von Gibbs-Duhem-Gesetz, die partielle Molwärme der Lösung von FeO im flüssigen Eisen im Temperaturbereich 1800°—2000° K berechnet. Der mittlere Wert dieser Wärme beträgt  $\bar{H}_{\text{FeO}} = 18,500$  kal/mol.

Napjainkban nagy fejlődés mutatkozik mind az általános fémten tudománya, mind a fémipar területén. Számos kutató közös erőfeszítései különféle jelenségek felderítéséhez vezettek, amelyek közül elsősorban azok említendők, amelyek a folyékony állapotú fémek finomításánál jelentkeznek.

A metallurgia kiváló úttörőjéről I. P. Bardin professzorról kell itt megemlékeznünk, aki nagymértékben járult hozzá a műszaki fejlődéshez, neki köszönhető elsősorban, hogy az acélgyártásnál és rokonterületein az oxigén alkalmazásának gondolata gyakorlatilag megvalósult.

A fémkutatók az utóbbi években különös gondot fordítottak ezekre, a folyékony állapotú fémeknél fellépő metallurgiai folyamatokra.

Az e tudományágban elért eredmények Kelley (1), Chipmann (2), Samarin (3), Schwarcemann

(3, 4), Tiemkin (4), Kirijev (5) és mások nevéhez fűződnek.

A különböző metallurgiai folyamatok egyensúlyállapotára jellemző elméleti számításokat lényegesen megkönnyítették a Szovjetunióban kiadott enciklopédiák, mint pl. „Termicseszkije konstanti“, amely 1949-ben jelent meg.

1. *Folyamatok, amelyeknél az alkotók nem képeznek szilárd oldatot*

A következőkben olyan megfordítható reakciók elméletét tárgyaljuk, amelyeknél az alkotók nem képeznek egymással oldatot. Ehhez a csoporthoz tartoznak bizonyos esetekben azok a reakciók is, amelyeknél az alkotók egymásban alig oldódnak, egyensúly állapotban pedig a telítettség határán vannak.

Különös figyelmet fordítottak a standard szabad energia változásának pontos számítására és pedig azon alkotók megfordítható reakciójára, amelyek nem képeznek egymással oldatot.

Amint ismeretes  $T$  hőmérsékleten a szabad energia változása

$$\Sigma A = \Sigma B \quad (1)$$

képlettel

$$\Delta F_T^\circ = \Delta H_T - T \Sigma S_T \quad (2)$$

jut kifejezésre.

Itt  $\Delta F_T^\circ$  A megfordítható reakció szabad energia-változása (1),

$\Delta H_T$  a reakcióhő  $T$  hőmérsékleten 1 at nyomáson,

$\Sigma S_T$  a reakcióban résztvevő alkotórészek entrópiáinak algebrai összege.

Az entrópiák 1 at nyomásra vonatkoznak. A szabad energia változásának számítása nem egyszerű (2), mert sem a  $\Delta H_T$  reakcióhő, sem az entrópia  $S_T$  a  $T$  hőmérsékleten nem ismertek.

Véleményem szerint az irodalomban használatos „standard szabad energia“ kifejezést, amikor nem állandó értékű standard hőmérsékleten folyó reakciókról van szó, célszerűbb lenne „normál energiának“ nevezni.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Magyar nyelvű közleményekben „standard szabad energia“ kifejezést csak a 25°-on és 1 at nyomáson stabil módosulatok közt folyó reakció számára használjuk, minden más  $T$  hőfokon menő reakcióra egyszerűen „szabad energia“ kifejezést használjuk akkor is, ha a nyomás 1 at, vagy tetszés szerinti más érték. Szerkesztő megjegyzése.

Természetesen kiszámíthatók, számításuk azonban nagyon körülményes. 1947/48-ban végzett munkálataim során bebizonyítottam, hogy a szabad energia változása a következőképpen számítható

$$\Delta F = \left. \begin{aligned} &\Delta H_s \mp \lambda_1 \mp \lambda_2 \mp \lambda_3 \mp \dots \mp \lambda_n + \\ &- \Delta a_1 [f_1(s) - f_1(1)] - \Delta a_2 [f_1(1) - \\ &\quad - f_1(2)] - \dots - \Delta a_{n+1} \cdot f_2(n) + \\ &- \Delta b_1 [f_2(s) - f_2(1)] - \Delta b_2 [f_2(1) - \\ &\quad - f_2(2)] - \dots - \Delta b_{n+1} \cdot f_2(n) + \\ &- \Delta c_1 [f_3(s) - f_3(1)] - \Delta c_2 [f_3(1) - \\ &\quad - f_3(2)] - \dots - \Delta c_{n+1} \cdot f_3(n) + \\ &- \Delta d_1 [f_4(s) - f_4(1)] - \Delta d_2 [f_4(1) - \\ &\quad - f_4(2)] - \dots - \Delta d_{n+1} \cdot f_4(n) + \\ &- T (\Sigma S_s \mp \Delta S_1 \mp \Delta S_2 \mp \Delta S_3 \mp \\ &\quad \mp \dots \mp \Delta S_n) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Az egyes jelzések a következők:

$\Delta H_s$  standard reakcióhő,

$\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$  a reakcióban résztvevők átalakulásakor keletkező molhő,

$T_1, T_2$  hőmérséklet és 1 at nyomáson,

$\Delta S_1, \Delta S_2 \dots \Delta S_n$  az entrópiának a reakcióban résztvevő anyagok fázisátalakulása során végbemenő változása  $T_1, T_2 \dots T_n$  hőmérsékleten 1 at nyomáson,

$\Sigma S_s$  a reakcióalkotók standard entrópiáinak számtani összege.

A felső előjelek a reakció alapanyagaira (baloldal), az alsók ezzel szemben a reakció végtermékeire vonatkoznak (jobboldal). Kelley képletéből, amely a fajlagos molekulahőnek a hőmérséklettől való függését fejezi ki

$$C = a + bT + cT^{-2} + dT^2 \quad (4)$$

a reagensek molekula hőjének koefficienseire vonatkozó különbségeit számíthatjuk ki éspedig a következő hőmérsékleti értékekre:

$$\left. \begin{aligned} \text{Fázis } \alpha T_s \rightarrow T_1 & \Delta c_1 = \Delta a_1 + \Delta b_1 T + \\ & + \Delta c_1 T^{-2} + \Delta d_1 T^2 \\ \text{,, } \beta T_1 \rightarrow T_2 & \Delta c_2 = \Delta a_2 + \Delta b_2 T + \\ & + \Delta c_2 T^{-2} + \Delta d_2 T^2 \\ \dots & \dots \dots \dots \\ \text{Fázis } \omega T_n \rightarrow T & \Delta c_{n+1} = \\ & = \Delta a_{n+1} + \Delta b_{n+1} T + \\ & + \Delta c_{n+1} T^{-2} + \Delta d_{n+1} T^2 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

A (3) képlet függvényei a hőmérséklettől függenek.

$$\left. \begin{aligned} f_1(n) &= T_n - T + T \ln \frac{T}{T_n} \\ f_2(n) &= \frac{(T - T_n)^2}{2} \\ f_3(n) &= \frac{(T - T_n)^2}{2 T \cdot T_n^2} \\ f_4(n) &= \frac{T^3 + T_n^2 (2 T_n - 3 T)}{6} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

$T$  abszolút hőmérséklet,  $T_s$  a standard hőmérséklet = 298,18 K. Abban az esetben ha a standard hőmérséklet és a megadott  $T$  hőmérséklet közt (amelyre nézve  $\Delta F_T$ -val jelöljük a szabadenergia változását), fázisváltozás is mutatkozik, a képlettel kissé nehézkesen tudunk számolni.

A (3) képlet egyszerűsítése úgy történhet, hogy a termokémiai táblázatba a túlhűtött állapotnak megfelelő, feltételezett standard értékét vezetjük be. A „feltételezett érték“ kifejezést azért használjuk, mert az az állapot, amelyre ezek vonatkoznak csak magas hőmérsékletnél tartható fenn.

Példaként megadom az  $\alpha$  vas egyik feltételezett olvadási hőjének értékét 298° K hőmérsékletnél (1 at nyomásnál):

$$\lambda_s = 5245 \text{ kal.}$$

$$\text{Fe}(\alpha) \rightarrow \text{Fe}(l)$$

Ezt a számot úgy kell érteni, hogy értéke arra a folyamatra vonatkoznék, ha képesek volnánk a vas olvasztását 298 K°-nál megvalósítani és túlhűtött folyadékként ezt az állapotát fenntartani. Ebben az esetben a folyamathoz 1 grammatom vasra 5245 kalóriára volna szükség; megfelelő számítások segítségével a túlhűtött test feltételezett entrópiáit hasonlóképp kaphatjuk meg.

I. táblázat

Feltételezett standard-értékek  
(Kiszámította A. Krupkowski és W. Ptak)

Anyagok	Entropiák kal/mol	Átalakulás	Molhő átalakuláskor kal/mol.
Fe <sub>l</sub>	9,343	Fe <sub>α</sub> → Fe <sub>l</sub>	5245,0
Fe <sub>δ</sub>	4,039	Fe <sub>α</sub> → Fe <sub>δ</sub>	1099,0
Fe <sub>γ</sub>	6,681	Fe <sub>α</sub> → Fe <sub>γ</sub>	901,9
Fe <sub>β</sub>	6,552	Fe <sub>α</sub> → Fe <sub>β</sub>	364,0
FeO <sub>l</sub>	13,874	FeO <sub>sol</sub> → FeO <sub>l</sub>	4883,5
Zn <sub>l</sub>	11,128	Zn <sub>sol</sub> → Zn <sub>l</sub>	1092,2

Például: a folyékony vas entrópiája 298 kal°-nál  $S_{s[\text{Fe}(l)]} = 9,343$  kal/mol-nak adódik. A „feltételezett“ standard hőmérsékletre vonatkozó számítási módot A. Krupowski és W. Ptak 1951-ben hozták nyilvánosságra (8). Az I. táblázatban néhány anyag „feltételezett“ standard értékeit tüntettük fel. Ha ezeket felhasználjuk, aránylag olyan egyszerű képletet kapunk, amelyben a reakcióalkotók egyike csak nagy hőmérsékleten lehetséges  $\omega$  fázisban van.

$$\Delta F_n^\omega = \Delta H_s \pm \lambda_s - \Delta a_{n+1} \cdot f_1(s) - \Delta b_{n+1} \cdot f_2(s) - \Delta c_{n+1} \cdot f_3(s) - \Delta d_{n+1} \cdot f_4(s) + -T \Sigma S_s \quad (7)$$

Itt  $\Delta H_s$  az  $\alpha$  fázis egy részének standard reakcióhője,

$\lambda_s$  standard átalakulási hője,  
 $\alpha$  fázisnak az  $\omega$  fázisba történő átmenetnél  $\Delta a_{n+1}, \Delta b_{n+1}, \Delta c_{n+1}, \Delta d_{n+1}$

az alkotók molhő tényezőinek különbségei az  $\omega$  fázis alkotójának figyelembevételével,  $f_1(s), f_2(s), f_3(s), f_4(s)$  hőmérsékleti függvények, de ezenkívül ez esetben  $T_n$ -et a (6) képletben  $T_s = 298,18$

K°-kal kell behelyettesíteni. A számítások megkönnyítésére használjuk fel a II. táblázatot, amely a  $f_1(s)$ ,  $f_2(s)$ ,  $f_3(s)$ ,  $f_4(s)$  függvények értékei tartalmazza.

II. táblázat

Megfordítható reakciók szabad energia-változásának kiszámításánál használható segédfüggvények (Kiszámította A. Krupkowski)

T°K	$f_1(s)$	$f_2(s) \cdot 10^{-3}$	$f_3(s) \cdot 10^5$	$f_4(s) \cdot 10^{-6}$
298,1	0	0	0	0
400	15,8	5,3	14,6	1,7
500	56,9	20,4	45,8	7,4
600	117,9	45,5	85,4	18,1
700	195,1	80,7	129,7	34,9
800	288,1	125,9	177,1	58,6
900	392,9	181,1	226,3	90,3
1000	508,9	246,3	277,1	131,1
1100	634,9	321,5	328,7	181,8
1200	769,9	406,7	381,1	243,5
1300	913,3	501,8	434,2	317,2
1400	1064,4	607,0	487,7	403,9
1500	1222,6	722,2	541,5	504,7
1600	1387,6	847,6	595,7	620,4
1700	1558,7	982,6	650,2	752,1
1800	1735,8	1127,8	704,8	900,8
1900	1916,0	1282,9	759,6	1067,5
2000	2106,3	1448,1	814,5	1253,3
2100	2296,7	1623,3	869,5	1459,0
2200	2496,8	1808,5	924,7	1685,7
2300	2697,3	2003,7	979,8	1934,4
2400	2905,5	2208,9	1035,3	2206,2
2500	3114,4	2424,0	1090,7	2501,8
2600	3329,8	2649,2	1146,2	2822,6
2700	3549,0	2884,4	1201,7	3169,3
2800	3770,2	3129,6	1257,3	3543,1
2900	3994,8	3384,7	1312,9	3944,8
3000	4224,0	3650,0	1368,6	4375,5

Ha  $\Delta F_T$ -t ismerjük, az egyensúlyi állandót minden további nélkül megtalálhatjuk és pedig a következő képlet segítségével

$$\Delta F_T^\circ = -RT \ln K_T \quad (8)$$

Ezt a (8) képletet olyan reakciócsoportok egyensúlyi számításánál alkalmazzuk, amelyekben a szilárd és folyékony elemeken kívül gázok is résztvesznek. Például alkalmazzuk a következő folyamatra a szabad energia számítását:



Ez az I. táblázatnak megfelelően a következőképpen alakul.

$$\left. \begin{aligned} \Delta F_T^\circ &= 5245 - (8,15 - 4,13) \cdot f_1(s) + \\ &+ 6,38 \cdot 10^{-3} \cdot f_2(s) - (9,343 - 6,470)T \end{aligned} \right\} (10)$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta F_T^\circ &= 5245 - 4,02 f_1(s) + \\ &+ 6,38 \cdot 10^{-3} f_2(s) - 2,873T \end{aligned} \right\}$$

A  $\Delta F_T^\circ$  függvény e formája az olvadási folyamatra vonatkozóan a következő módon egyszerűsíthető. Mint ismeretes az acélgártási folyamatok 1800—2000 K° hőmérsékleti értékek között mennek végbe. Vegyük tehát tekintetbe az  $f_1(s)$ ,  $f_2(s)$  függvények értékeit a II. táblázat alapján és ebből kiszámíthatjuk, hogy

T	$\Delta F_T^\circ$
1800°	291 kal
1900°	269 kal
2000°	271 kal

A  $\Delta F_T^\circ$  függvény számadatait tekintetvéve, a részünkre fontos 1800—2000 K° hőmérsékleti értékeket elegendő pontossággal a következő képletben foglalhatjuk össze:

$$\Delta F_T^\circ = 485 - 0,11 T \quad (11)$$

Láthatjuk, hogy e számítás nagyon egyszerű, mert a vas allotróp átalakulásai, valamint a vas olvadása következtében előállott állapotváltozások által okozott nehézségeket kiküszöböltük.

Hasonló a helyzet az állapotváltozás szabad energiájánál a következő átalakuláskor



Ezt a következő képlet fejezi ki:

$$\Delta F_T^\circ = 4884 - 3,38 f_1(s) + 1,492 \cdot 10^{-3} f_2(s) - \left. \begin{aligned} &0,762 \cdot 10^5 f_3(s) - 0,474 T \end{aligned} \right\} (13)$$

alapulvéve, hogy a folyékony vasoxidul, FeO-n kívül más alkotórészt nem tartalmaz.

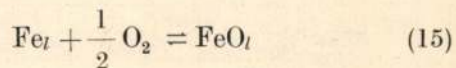
A (13) képlet segítségével 1800—2000 K° hőmérsékletek között alábbi értékeket kapjuk:

T	$\Delta F_T^\circ$
1800°	— 691 kal
1900°	— 1158 kal
2000°	— 1664 kal

amit a következő egyenlettel fejezünk ki:

$$\Delta F_T^\circ = 7880 - 4,76 T \quad (14)$$

A (7) összefüggés alapján  $\Delta F_T^\circ$  számára 1800 K° körüli értékeket kapunk az alábbi átalakulás esetén



$$\Delta F_T^\circ = -64581 - 3,71 f_1(s) + \left. \begin{aligned} &+ 0,129 \cdot 10^{-3} f_2(s) - 0,94 \cdot 10^5 f_3(s) + 19,98 T \end{aligned} \right\} (16)$$

Ebből számítva

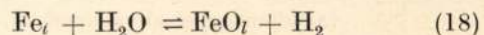
T	$\Delta F_T^\circ$
1800°-on	— 35 575 kal
1900°-on	— 34 274 kal
2000°-on	— 33 014 kal

A talált értékekből kialakítható a következő egyszerűsített képlet

$$\Delta F_T^\circ = -58621 + 12,81 T \quad (17)$$

Ugyanilyen módon találhatjuk meg más, tetzés szerinti reakció  $\Delta F_T^\circ$  értékét is.

Megfordítható reakció egyensúlyi állandójának meghatározására foglalkozunk a következő példával:



Vonatkoztassuk olyan esetre, amelynél a Fe és FeO tiszta anyagok, vagy ahol a vasat az FeO az oldódás határáig telíti. E reakcióra vonatkozó  $\Delta F_T^\circ$  függvényt A. Krupkowski és W. Ptak számították ki és pedig 1803 K° hőmérséklet felett a következő összefüggéssel határozták meg:

$$\Delta F_T^\circ = -6708,4 - 6,25 \cdot f_1(s) - 0,66 \times \left. \begin{aligned} &\times 10^{-3} f_2(s) + 1,34 \cdot 10^{-6} f_4(s) + 9,37 T \end{aligned} \right\} (19)$$

A FeO olvadáspontjának bizonytalansága miatt, amely csak hozzávetőlegesen ismert, az

1800 K° föléti hőmérsékleti értékek számítása is csak kevéssé biztos.  $\Delta F_T^\circ$  függvénynek (16) képlet szerinti számításunk eredményét a III. táblázatban adom meg és azt az 1. ábra szem-

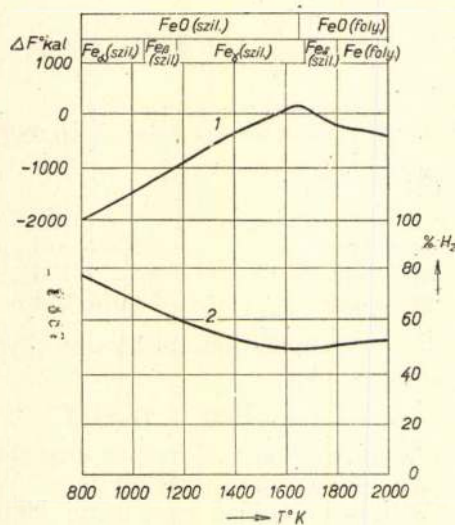
## III. táblázat

Fe + H<sub>2</sub>O ⇌ FeO + H<sub>2</sub> reakció szabad energia-változásának értékei

(Kiszámította A. Krupkowski és W. Ptak)

T°K	ΔF° kal	K	P <sub>H<sub>2</sub></sub> at	P <sub>H<sub>2</sub>O</sub> at	
900	-1723,0	2,621	0,7238	0,2762	Fe <sub>α</sub> , FeO(sol)
1000	-1456,0	2,081	0,6754	0,3246	
1100	-1186,0	1,720	0,6324	0,3676	Fe <sub>β</sub> , FeO(sol)
1200	-909,1	1,464	0,5942	0,4058	Fe <sub>γ</sub> , FeO(sol)
1300	-632,3	1,277	0,5608	0,4392	
1400	-381,8	1,147	0,5342	0,4658	
1500	-148,0	1,051	0,5124	0,4876	
1600	+64,2	0,980	0,4949	0,5051	
1700	+61,5	0,983	0,4958	0,5042	Fe <sub>δ</sub> , FeO(l)
1800	-207,2	1,053	0,5129	0,4871	
1900	-296,6	1,082	0,5197	0,4803	Fe(l), FeO(l)
2000	-409,1	1,108	0,5256	0,4744	

lélteti. Várakozásunk ellenére azt látjuk az 1. ábrán, hogy a  $\Delta F_T^\circ$  görbe T > 1800 K°-nál csökkenést mutat és a vízgőz %-os mennyisége H<sub>2</sub>O + H<sub>2</sub> keverékben csökkenni fog.



1. ábra. Fe + H<sub>2</sub>O ⇌ FeO + H<sub>2</sub> reakció kiszámított értékei. 1. A szabad energia változása. 2. A H<sub>2</sub> százaléktartalom egyensúlyállapotban.

Az 1800–2000 K° hőmérsékletre vonatkozó  $\Delta F_T^\circ$  értékek alapján a (19)-es függvényt a következő egyszerű képlettel fejezzük ki:

$$\Delta F_T^\circ = 1615 - 1,01T \quad (20)$$

1873 K° hőmérsékletnél e függvény értéke

$$\Delta F_{1873}^\circ = -277 \text{ kal} \quad (21)$$

ahonnan az egyensúlyállandó

$$K_{1873} = \frac{P_{H_2}}{P_{H_2O}} = 1,08 \quad (22)$$

Ez az érték közel fekszik a  $K_{1873} = 1,19$  számhoz, amelyet *Chipmann* (2) kísérleti úton kapott, amikor a folyékony vas FeO-val telített volt. Fenti példa mutatja, hogy az egyensúlyi állandó könnyen kiszámítható, ha egyrészt olyan megfordítható folyamatokról van szó, amelyeknél az alkotók nem képeznek egymással oldatot, másrészt ha csak lényegtelenül oldódnak, és ezért kölcsönösen telített állapotban vannak.

Abból a tényből, hogy a füstgázok vízgőztartalma a Martin-kemencében 10%, sőt annál is több lehet, az egyensúlyi állandó (22) figyelembevételével arra következtethetünk, hogy a folyékony acél felületén a vízgőznek vízzé történő redukciója folyamatosan és állandóan végbemegy.

## 2. Folyamatok, amelyeknél az alkotók egymásban oldódnak

A folyékony oldatokban lefolyó megfordítható folyamatokat külön kell tárgyalnunk. E csoport reakcióinak szabad energia-változása ugyan csak a (3) és (7) képletekkel számítható, de csak akkor, ha feltételezzük, hogy az alkotók tiszta formájukban és nem oldatként jelentkeznek. Ha azonban ettől a feltételezéstől eltekintünk, kiderül, hogy a talált  $\Delta F_T^\circ$  értékek oldatok reakcióinál is helyesek, mert tiszta anyagokból kialakuló oldat képződése a folyamat szabad energiáját akkor nem módosítja, ha a testek egyensúlyi állapotban vannak és a folyamat megfordítható. Ennek következtében ilyen folyamatcsoportra az egyensúlyi állandót a (8) összefüggésből a következőképpen számíthatjuk.

$$m A + n B = p C + q D \quad (23)$$

Ahonnan az egyensúlyi állandó a következő lesz

$$K_T = \frac{a_C^p \cdot a_D^q}{a_A^m \cdot a_B^n} \quad (24)$$

Fenti kifejezésben szereplő aktivitások  $a_A, a_B, a_C, a_D$  azokra az anyagokra vonatkoznak, amelyek az éppen vizsgált oldatban vannak.

A (24) képlet azonban másképpen is írható:

$$K_T = \frac{N_C^p \cdot N_D^q}{N_A^m \cdot N_B^n} \cdot \frac{f_C^p \cdot f_D^q}{f_A^m \cdot f_B^n} \quad (25)$$

ahol  $f_A, f_B, f_C, f_D$  az aktivitási koefficiensek,  $N_A, N_B, N_C, N_D$  az oldat alkotórészeinek mol-törtjei. Ezekre nézve fennáll, hogy

$$N_A + N_B + N_C + N_D = 1 \quad (26)$$

A (24), illetve (25) képlet felhasználásánál a fémkutatók komoly nehézségekbe ütköztek, mert az itt használandó  $f_A, f_B$  stb. aktivitási tényezők vagy pontatlanok, vagy teljesen ismeretlenek. A számítások egyszerűsítésére azonban gyakran feltételezzük, hogy e tényezők 1-gyel is egyenlők lehetnek. Ezzel természetesen a (16) összefüggés nagyon egyszerűvé lesz és a számításra alkalmassá válik. Meg kell jegyezni, hogy ilyen eljárás azonban hibákhoz vezethet, mert a koefficiensek csak egyes esetekben lehetnek egységnyi értékűek. Azok a nehézségek, amelyek az aktivitási tényező



meghatározásából bekövetkezhetnek, a következő körülményeknek tudhatók be:

1. Az  $f$  tényező nem állandó számmal kifejezhető tulajdonsága valamely megadott oldatban lévő testnek, hanem más alkatelemek természetének megfelelően, értéke úgy változik, mint ahogyan például a vas aktivitási tényezője az oxigéntartalmú oldat esetében más értékű, mint a karboniummal képzett oldat esetében.

2. Az  $f$  tényező a hőmérséklettől és ezzel kapcsolatban a töménységtől is függ.

Az oldatban lévő anyagok aktivitási tényezői állandó hőmérséklet mellett a Gibbs—Duhem-törvény szerint viselkednek, amit a következő összefüggéssel fejezhetünk ki

$$N_A d \ln f_A + N_B d \ln f_B + N_C d \ln f_C + \dots + N_D d \ln f_D = 0 \quad (27)$$

Ezt az egyenletet — bár néhány évtizeddel ezelőtt állították fel — 1950-ig nem oldották meg. Ez évben én találtam először ennek az egyenletnek megoldását (9). Ez a megoldás teremtette meg véleményem szerint a lehetőséget az oldatok megfordítható folyamataira vonatkozó egyensúlyi állandójának megbízható számítására. Példaként vegyük fel  $A$  és  $B$  anyagok oldatát, amelyek adott hőmérsékleten oldott állapotban vannak.

$$\ln f_B = \alpha_T N_A^m$$

$$\ln f_a = \alpha_T \left( N_A^m - \frac{m}{m-1} N_A^{m-1} + \frac{1}{m-1} \right) \quad (28)$$

$\alpha_T$  tényező a hőmérséklettől függ.

Ha ezt az összefüggést tüzetesen megvizsgáljuk, látjuk, hogy az  $m$  hatványkitevő  $2 > m > 1$  között van.

Gibbs—Duhem egyenletével összhangban a kísérleti eredményeket kifogástalanul visszatükröztethetjük, sőt az egyensúlyi diagrammokból ki is számíthatjuk ezeket a koefficienseket, amint azt az én (9 és 10) kiadványaimban bebizonyítottam.

A kiszámított képletek állandó hőmérsékletre vonatkoznak. Szabályos oldatok esetére a Hildebrand-féle összefüggés alapján a következőképpen alakulnak:

$$\ln f_{B(T)} = \frac{\alpha}{T} N_A^m$$

$$\ln f_{A(T)} = \frac{\alpha}{T} \left( N_A^m - \frac{m}{m-1} N_A^{m-1} + \frac{1}{m-1} \right) \quad (29)$$

Itt  $\alpha$  a hőmérséklettől független érték.

A parciális oldáshőket a következőképpen fejezzük ki:

$$\bar{H}_B = R\alpha N_A^m$$

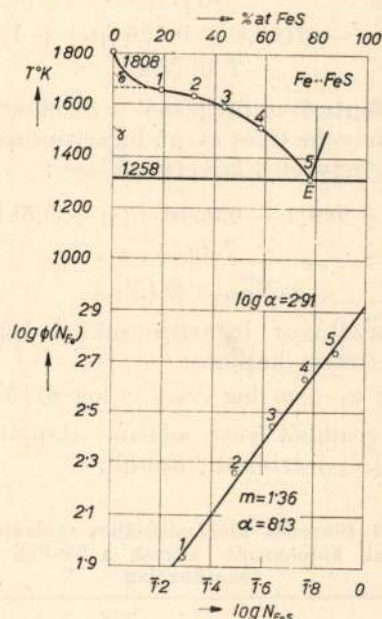
$$\bar{H}_A = R\alpha \left( N_A^m - \frac{m}{m-1} N_A^{m-1} + \frac{1}{m-1} \right) \quad (30)$$

$A$  és  $B$  oldatok 1 molra vonatkozó elegyítési hőeffektusa:

$$\Delta H = R\alpha \frac{N_A}{m-1} (1 - N_A^{m-1}) \quad (31)$$

### 3. FeS aktivitása folyékony vasban

Amint már említettem a kétalkotós rendszerek aktivitási tényezői termikus diagrammjaikból számíthatók. Vegyük e helyen példaként az  $f_{FeS}$  aktivitási tényező számítási módját Fe—FeS rendszerben.



2. ábra. Fe — FeS egyensúlyi rendszer Loebe és Becker szerint és  $m$  és  $\alpha$  tényezők meghatározásának grafikai módszere.

Először is alapelveként használtam fel a Loebe és Becker (11) által kidolgozott\* módszert. Az eljárás következő: Amint azt a 2. ábrából látjuk, a diagramm főrése folyékony FeS és  $Fe\gamma$  egyensúlyainak felel meg. A szabadenergia változása azok között a hőmérsékleti határok között, amelyek a  $Fe\gamma$  —  $E$  határvonalnak felelnek meg, az átalakulásra nézve

$$Fe_l = Fe\gamma_{sol} \quad (32)$$

reakció alapján, hasonlóan a (7)-hez a következő összefüggéssel fejezhető ki:

$$\Delta F_T^\circ = \lambda_{S(l \rightarrow \gamma)} - (a\gamma - a_l) f_1(s) - (S_{S(\gamma)}) - S_{S(l)} T \quad (33)$$

Itt

$$\lambda_{S(l \rightarrow \gamma)} = \lambda_{S(a \rightarrow \gamma)} - \lambda_{S(l \rightarrow l)} \quad (34)$$

Ha az I. táblázat adatait segítségül vesszük, a helyzet a következő:

$$\Delta F_T^\circ = -4343 - 0,25 \cdot f_1(s) + 2,662 T \quad (35)$$

Másrészt

$$\Delta F_T^\circ = RT \ln N_{Fe} \cdot f_{Fe} \quad (36)$$

(36)-ot (35)-be behelyettesítve, kapjuk a következő összefüggést

$$RT \ln N_{Fe} \cdot f_{Fe} = -4343 - 0,25 \cdot f_1(s) + 2,662 T \quad (37)$$

$$\ln f_{Fe} = -\frac{2185,8}{T} - \frac{0,126}{T} f_1(s) + 1,340 - \ln N_{Fe} \quad (38)$$

A (29) segítségével, annak feltételezésével hogy *B* anyag jelenti a Fe-ot és *A* jelenti a FeS-t, kapjuk :

$$\frac{\alpha}{T} N_{FeS}^m = -\frac{2185,8}{T} - \frac{0,126}{T} f_1(s) + 1,340 - \ln N_{Fe} \quad (39)$$

$$\alpha_1 N_{FeS}^m = -2185,8 - 0,126 f_1(s) + 1,340 T - T \ln N_{Fe} \quad (40)$$

Ha a fenti összefüggésnél a természetes logaritmusok helyébe tízes alapú logaritmusokat vezetünk be, a helyzet a következő lesz :

$$\alpha_1 \cdot N_{FeS}^m = 949,3 - 0,0546 \cdot f_1(s) + 0,5819 T - T \lg N_{FeS} \quad (41)$$

$$\alpha_1 N_{FeS}^m = \Phi(N_{Fe})$$

A szorzatokat logaritmusokkal kifejezve a következő tételt kapjuk :

$$\log \alpha_1 + m \log N_{FeS} = \log \Phi(N_{Fe}) \quad (42)$$

A diagramból vett adatok alapján számos további  $\Phi(N_{Fe})$  értéket kapunk.

IV. táblázat

Az aktivitási tényezők kiszámításához szolgáló Loebe és Becker által kidolgozott adatok a Fe-FeS rendszerre vonatkozólag

Fe % súly	Fe % at	T°K szilárdulás kezdete	$\Phi(N_{Fe})$
72,59	80,66	1653	86,0
58,88	69,27	1633	183,0
45,18	58,47	1593	273,7
31,47	41,96	1513	433,7
15,57	22,51	1258	550,8

Az elméletnek megfelelően az a vonal, amely a (42) egyenletet ábrázolja, egyenes. A grafikus megoldásból  $m = 1,36$ ,  $\alpha = 813$  értékeket kapjuk. Ezen adatok segítségével a következő képleteket kapjuk.

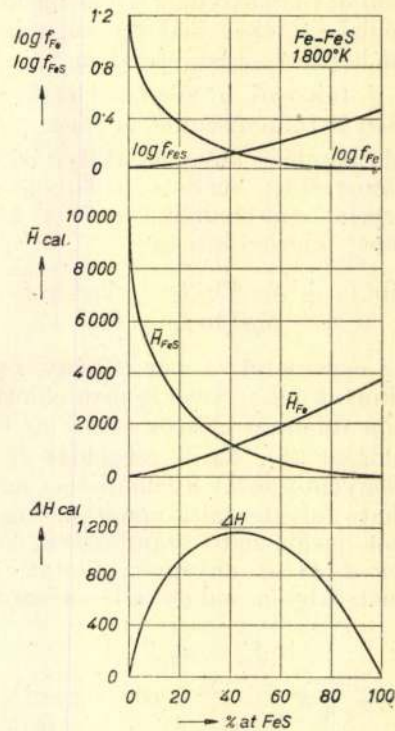
$$\left. \begin{aligned} \log f_{Fe} &= \frac{813}{T} N_{FeS}^{1,36} \\ \log f_{FeS} &= \frac{813}{T} (N_{FeS}^{1,36} - 3,778 N_{FeS}^{0,36} + 2,778) \\ \bar{H}_{Fe} &= 3719,7 N_{FeS}^{1,36} \\ \bar{H}_{FeS} &= 3719,7 (N_{FeS}^{1,36} - 3,778 N_{FeS}^{0,36} + 2,778) \\ \Delta H &= 10\,332,5 N_{FeS} (1 - N_{FeS}^{1,36}) \end{aligned} \right\} \quad (43)$$

V. táblázat

A Fe-FeS rendszer 1800° K-n számított aktivitási tényezői, parciális molhői és oldási hői

% at FeS	log $f_{FeS}$	log $f_{Fe}$	$\bar{H}_{FeS}$ kal	$\bar{H}_{Fe}$ kal	$\Delta H$ kal
0	1,2547	0	10 333	0	0
0,2	0,3503	0,0506	2 877	417	909,2
0,4	0,1576	0,1299	1 299	1070	1161,0
0,6	0,0604	0,2255	497	1857	1041,0
0,8	0,0135	0,3349	111	2746	638,0
1,0	0,0	0,4517	0	3720	0

Az V. táblázat és a 3. ábra az egyes függvények megváltozását mutatja. Láthatjuk, hogy folyékony vasban az  $f_{FeS}$  aktivitási tényezője, amikor nagyon híg az oldat, 1800° K-nál határértéket ér el és megfelel  $f_{FeS} = 17,9$  értéknek.



3. ábra. Az aktivitási tényezőknek, a parciális oldási hőeknek és az elegyítési hőnek kiszámított függvényei 1800° K-en az Fe-FeS rendszerre vonatkozólag.

$f_{FeS}$  kiszámított értéke a Chipman (13) által találttól csak a Fe-FeS egyensúlyi diagramm értelmezésében különbözik.

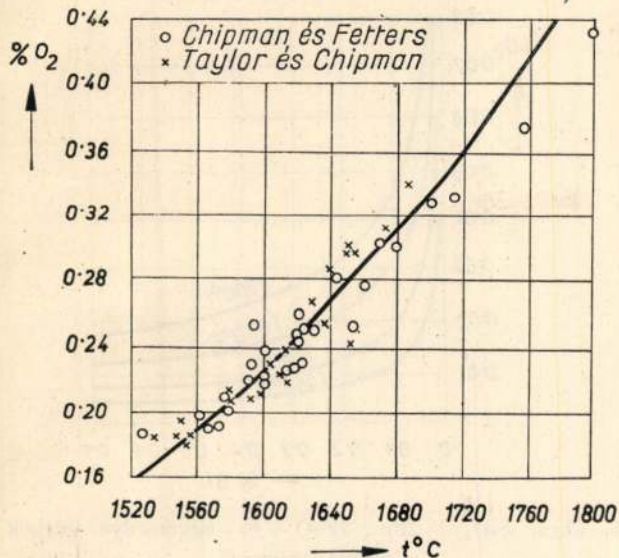
Rá kell mutatnunk, hogy a FeS aktivitási tényezőjének meghatározása nemcsak elméleti vizsgálatoknál, hanem a gyakorlatban is nagyon fontos, mert segítségével a folyékony acél kén-telítési módjának felderítése is lehetővé válik.

4. A FeO aktivitása a folyékony vasban

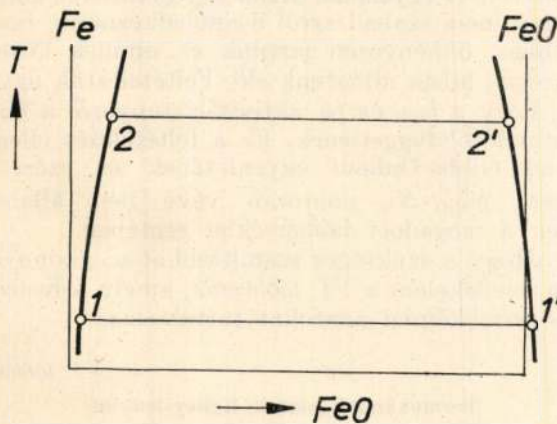
Az oxigén aktivitása a folyékony vasban nagyjelentőségű probléma. Ezideig még nem sikerült az aktivitási tényezők pontos adatait megállapítani. Ennek oka egyebek között az, hogy a folyékony vasoxidul, amely a folyékony vassal egyensúlyállapotban van (amikor tehát a vas oxigénnel telített), két vegyértékű Fe-ionok mellett három vegyértékű Fe-ionokat is tartalmaz, amelyek az  $Fe_2O_3$  vegyületet alkotják. Ezért aktivitásukat körülményes pontosan kiszámítani.  $f_{FeO}$  kiszámítására folyékony vas oldatában a következő számítási módot használhatjuk :

Chipman és Fetters (14), valamint Taylor és Chipman (15) által kidolgozott diagramm alapján, amelyet a 4. ábrán látunk, megkapjuk a FeO-tartalmat az oldódási határon :

$$\left. \begin{aligned} 0,16\% \text{ O}_2 \text{ súly} &= 0,557\% \text{ FeO atom } 1797^\circ \text{ K}; \\ \text{N}_{\text{FeO}(1)} &= 0,00557. \\ 0,365\% \text{ O}_2 \text{ súly} &= 1,274\% \text{ FeO atom } 1993^\circ \text{ K}; \\ \text{N}_{\text{FeO}(2)} &= 0,01274. \end{aligned} \right\} (44)$$



4. ábra. Oxigén oldhatósága folyékony vasban Chipman, Feters és Taylor szerint.



5. ábra. Fe-FeO kétalkotós rendszer vázlatos diagrammja.

Az oldatok két fázisának határvonalán az 5. ábra szerinti összefüggést kapjuk :

$$\left. \begin{aligned} a_{\text{FeO}(1)} &= a_{\text{FeO}(1')} \\ a_{\text{FeO}(2)} &= a_{\text{FeO}(2')} \end{aligned} \right\} (45)$$

vagy :

$$\left. \begin{aligned} f_{\text{FeO}(1)} \cdot N_{\text{FeO}(1)} &= a_{\text{FeO}(1')} \\ f_{\text{FeO}(2)} \cdot N_{\text{FeO}(2)} &= a_{\text{FeO}(2')} \end{aligned} \right\} (46)$$

ebből következik :

$$f_{\text{FeO}(1)} = \frac{a_{\text{FeO}(1')}}{N_{\text{FeO}(1)}} \quad (47)$$

$$f_{\text{FeO}(2)} = \frac{a_{\text{FeO}(2')}}{N_{\text{FeO}(2)}} \quad (48)$$

A (29) képlettel megegyezően feltételezzük :

$$\ln f_{\text{FeO}} = \frac{\alpha}{T} \left( N_{\text{FeO}}^m - \frac{m}{m-1} \cdot N_{\text{FeO}}^{m-1} + \frac{1}{m-1} \right) \quad (49)$$

$$\ln f_{\text{Fe}} = \frac{\alpha}{T} N_{\text{FeO}}^m \quad (50)$$

és a parciális oldódási hő :

$$\bar{H}_{\text{FeO}} = R \alpha \left( N_{\text{FeO}}^m - \frac{m}{m-1} N_{\text{FeO}}^{m-1} + \frac{1}{m-1} \right) \quad (51)$$

$$\bar{H}_{\text{Fe}} = R \alpha N_{\text{FeO}}^m \quad (52)$$

A (49) képletből  $T_1$  és  $T_2$  hőmérsékleten a következőket kapjuk :

$$\ln f_{\text{FeO}(1)} = \frac{\alpha}{T_1} \left( N_{\text{FeO}(1)}^m - \frac{m}{m-1} N_{\text{FeO}(1)}^{m-1} + \frac{1}{m-1} \right) \quad (53)$$

$$\ln f_{\text{FeO}(2)} = \frac{\alpha}{T_2} \left( N_{\text{FeO}(2)}^m - \frac{m}{m-1} N_{\text{FeO}(2)}^{m-1} + \frac{1}{m-1} \right) \quad (54)$$

és ez vezet bennünket a (47)- és (48)-al kapcsolatosan :

$$\left. \begin{aligned} \frac{T_1 (\ln a_{\text{FeO}(1')} - \ln N_{\text{FeO}(1)})}{T_2 (\ln a_{\text{FeO}(2')} - \ln N_{\text{FeO}(2)})} &= \\ \frac{N_{\text{FeO}(1)}^m - \frac{m}{m-1} N_{\text{FeO}(1)}^{m-1} + \frac{1}{m-1}}{N_{\text{FeO}(2)}^m - \frac{m}{m-1} N_{\text{FeO}(2)}^{m-1} + \frac{1}{m-1}} & \end{aligned} \right\} (55)$$

Felhasználjuk az (1) és (2) pontra vonatkozó adatokat és kapjuk :

$$\begin{aligned} a_{\text{FeO}(1')} &= 1 \\ \alpha &= 5056; m = 1,475 \end{aligned} \quad (56)$$

$$\begin{aligned} a_{\text{FeO}(2')} &= 1 \\ a_{\text{FeO}(1')} &= 0,9 \\ \alpha &= 4817; m = 1,455 \\ a_{\text{FeO}(2')} &= 0,9 \end{aligned} \quad (57)$$

A (7) egyenlet alapján megkapjuk a parciális oldási hőt 1 gramm FeO-nak folyékony vasban történő oldódása esetén :

$$a_{\text{FeO}(1')} = 1 \quad \bar{H}_{\text{FeO}(\text{FeO}/\text{O})} = 21\,190 \text{ kal} \quad (58)$$

$$1797^\circ \text{ K } \bar{H}_{\text{FeO}(\text{FeO telített})} = 18\,538 \text{ kal} \quad (59)$$

$$a_{\text{FeO}(2)} = 1 \quad 1993^\circ \text{ K } \bar{H}_{\text{FeO}(\text{FeO telített})} = 17,272 \text{ kal}$$

$$a_{\text{FeO}(1')} = 0,9 \quad H_{\text{FeO}(\text{FeO} \sim \text{O})} = 21\,027 \text{ kal} \quad (60)$$

$$1797^\circ \text{ K } \bar{H}_{\text{FeO}(\text{FeO telített})} = 18\,148 \text{ kal} \quad (61)$$

$$a_{\text{FeO}(2')} = 0,9 \quad 1993^\circ \text{ K } \bar{H}_{\text{FeO}(\text{FeO telített})} = 16\,848 \text{ kal}$$

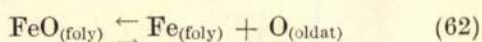
$$\bar{H}_{\text{FeO}} \approx 18\,500 \text{ kal}$$

Fenti eredmények bizonyítják, hogy a FeO molekuláris oldódási hője a folyékony vasban a hőmérséklettől és a FeO koncentrációtól függ. Ezzel szemben a folyékony vasoxidul 1—0,9 közötti aktivitása nincs különösebb befolyással és a kapott adatok alapján általában 1800—2000° K hőmérsékletre átlagosan becsülhető.

$$\bar{H}_{\text{FeO}} \approx 18\,500 \text{ kal}$$

Ez a szám lényegesen kisebb, mint a Chipman (2) által eredetileg megadott, majd később sokak által ismételt érték. Chipman ugyanis az egyensúly vizsgálatokor abból indult ki, hogy az Fe-C-O rendszer folyékony fázisánál a folyékony vas oldatában kétféle oxigén van jelen éspedig az egyik aktív, a másik pedig passzív (CO alak-

ban oldva). E feltételezés alapján jutott el Chipman a reakció szabad energiáját kifejező egyenlethez:



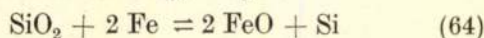
$$\Delta F = 28\,900 - 12,51 T \quad (63)$$

Ez a kifejezés 1540° C-ra vonatkozik, amikor az aktív oxigén oldáshője 28 900 kal. Észre kell vennünk, hogy a Fe-FeO kétalkotós rendszerrel kétféle oxigén létezésének feltételezése nem eléggé megalapozott. Mindenesetre a (63) képlet kizárólag azon szabad energia változása egyenletét adja, amelyik az aktív oxigénre vonatkozik. E képlet alkalmazása a folyékony vasban jelenlévő összes oxigénre vonatkozóan nem volna logikus, ami könnyen bizonyítható.

1540° C = 1813° K hőmérsékletnél a (63)-ból számított érték  $\Delta F = 6220$  kal. nulla helyett, amennyiben az egyenletet a telítettségi határgörbén alkalmazzuk.

#### 5. Egyszerűsített képletek a folyékony állapotú egyensúlyi helyzetre

A képleteket, amelyek megadott reakció résztvevők egyensúlyát folyékony oldatban meghatározzák, néha egyszerűsíthetjük. Figyeljük meg azt az átalakulást, amely folyékony vasnál nagy hőmérsékleten megy végbe.



A termokémiai adatok segítségével mind a szabad energia változása, mind az egyensúlyi állandó kiszámítható.

$$K_T = \frac{a_{\text{FeO}}^2 \cdot a_{\text{Si}}}{a_{\text{SiO}_2} \cdot a_{\text{Fe}}^2} \quad (65)$$

Ha azt az esetet vesszük alapul, amelyben a FeO és Si mennyiségek jelentéktelenek, úgy feltehető, hogy  $a_{\text{Fe}}^2 = 1$ . Továbbá annak feltételezésével, hogy a fémfürdőt teljesen borítja a folyékony SiO<sub>2</sub>, aminek következménye, hogy a folyékony vas SiO<sub>2</sub>-vel teljesen telített, a SiO<sub>2</sub> = 1. Ennek következtében az egyensúlyi állandó a következő értéket kapja:

$$K_T = a_{\text{FeO}}^2 \cdot a_{\text{Si}} \quad (66)$$

$$K_T = N_{\text{FeO}}^2 \cdot N_{\text{Si}} \cdot f_{\text{FeO}}^2 \cdot f_{\text{Si}} \quad (67)$$

Ebben az összefüggésben az  $f_{\text{FeO}}$  és  $f_{\text{Si}}$  értéke ugyan ismeretlen, de megközelítőleg kiszámítható az FeO-nak, Si-nak a folyékony vasban mutatózó parciális oldáshőjéből:

$$RT \ln f_{\text{FeO}} = H_{\text{FeO}}(\text{foly. vasban}) \quad (68)$$

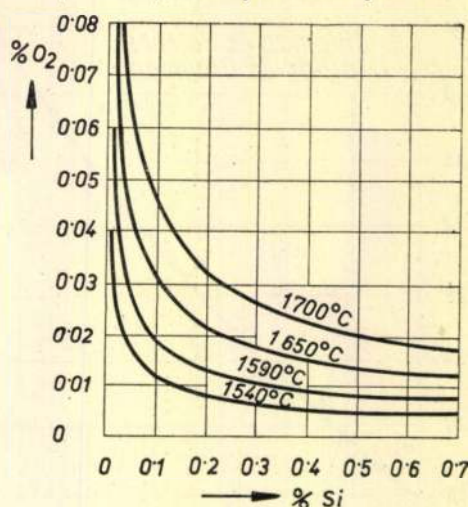
$$RT \ln f_{\text{Si}} = H_{\text{Si}}(\text{foly. vasban}) \quad (69)$$

$f_{\text{FeO}}$  és  $f_{\text{Si}}$  segítségével a következőket kapjuk:

$$N_{\text{FeO}}^2 \cdot N_{\text{Si}} = \frac{K_T}{f_{\text{FeO}}^2 \cdot f_{\text{Si}}} \quad (70)$$

Ilyenkor a (70) összefüggés jobboldalán minden mennyiséget ismerünk. Az a görbe, amely a FeO változásának függését mutatja a folyékony

vassal is egyensúlyban lévő Si tartalomra nézve, hiperbola lesz, amely nagymértékben igazolható. Ezt bizonyítják a mellékelt Chipman-féle reakciógörbék is (6. ábra), amelyek bizonyos mértékben



6. ábra. SiO<sub>2</sub> + 2Fe = 2FeO + Si egyensúlyi görbék Chipman szerint.

a kísérlettel egyeznek. Ilyen egyszerűsítést alkalmazva, nem szabad arról megfeledkeznünk, hogy többször önkényesen jártunk el, aminek következtében hibák állhatnak elő. Feltételeztük ugyanis, hogy a  $f_{\text{FeO}}$  és  $f_{\text{Si}}$  aktivitási tényezői a koncentrációtól függetlenek. Ez a feltételezés ellentmond Gibbs-Duhem egyenletének és ezért a kapott  $N_{\text{FeO}}^2 \cdot N_{\text{Si}}$  pontosan véve nem állandó érték a megadott hőmérséklet esetében.

Hogy a szükséges számításokat megkönnyítsem, mellékelem a VI. táblázatot, amely a Kelley-féle termokémiai adatokat tartalmazza.

VI. táblázat

#### Termokémiai adatok Kelley szerint

Anyagok	Entropiák kal/mol	Fajlagos molhő	Képződési hő H <sub>0</sub> kal
Fe <sub>α</sub>	6,47	4,13 + 6,38 · P 10 <sup>-3</sup> T	
Fe <sub>β</sub>	—	6,12 + 3,36 · P 10 <sup>-3</sup> T	
Fe <sub>γ</sub>	—	8,4	
Fe <sub>δ</sub>	—	10,0	
Fe <sub>ε</sub>	—	8,15	
FeO <sub>sol</sub>	13,4	12,62 + 1,492 · P 10 <sup>-3</sup> T — — 0,712 · P 10 <sup>5</sup> T	— 64220
FeO <sub>l</sub>	—	16,0	
H <sub>2g</sub>	31,23	6,62 + 0,81 · P 10 <sup>-3</sup> T	
H <sub>2Og</sub>	45,13	8,22 + 0,15 · P 10 <sup>-3</sup> T + + 1,34 · P 10 <sup>-6</sup> T <sup>2</sup>	— 57872

#### ÖSSZEFOGLALÁS

1. A metallurgiai folyamatok elméletének területén, a túlhűtött állapotban lévő testek állandóinak a termokémiai táblázatokba történő bevezetése által haladást érünk el.

2. A Gibbs-Duhem egyenlet megoldása tudományos alapul szolgál valamely oldat alkotóelemei aktivitási tényezőinek meghatározására, a kutatási eredmények helyes feltüntetésével.

3. Ujjonnan kidolgozott termodinamikai adatok alapján példaként feltüntettük a szabad energiák változásának számításait 1800—2000° K közötti hőmérsékleteken.

$$\text{Fe}_a = \text{Fe}_l \quad \Delta F_T^\circ = 485 - 0,11 T$$

$$\text{Fe}_{\text{Sol}} = \text{FeO}_l \quad \Delta F_T^\circ = 7880 - 4,76 T$$

$$\text{Fe}_l + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{FeO}_l \quad \Delta F_T^\circ = -58,621 + 12,81 T$$

$$\text{Fe}_l + \text{H}_2\text{O} = \text{FeO}_l + \text{H}_2 \quad \Delta F_T^\circ = 1615 - 1,01 T$$

4. Ezenkívül kiszámítottuk a Gibbs-Duhem-törvény alapján a folyékony vasban oldódó FeO parciális molhőjét, 1800°—2000° K hőmérsékleti határok között. E hőmennyiség középértéke:

$$H_{\text{FeO}} = 18\,500 \text{ kal/mol.}$$

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

- (1) Kelley K. K.: U. S. Bur. Mines Bull. 350, 371, 393, 394, 434.
- (2) Chipman J.: Basic Open Hearth Steelmaking, New York, 1944. Kapitel, XVI.
- (3) Samarin A. M. und Schwarzman, L. A.: Izvesztija

- Acad. Nauk, Otdelienie Techniceszkich Nauk. Moszkva, N° 8, 1231, 1949.
- (4) Tiemkin M. I. und Schwarzman, L. A.: Zsurnal Fiziceszkij Chimii, Moszkva, N 6, 1949.
- (5) Kirejev A.: Zsurnal Fiziceszkij Chimii, 20, 1946, 941. Zsurnal Obszcesj Chimii, 16, 1946, 1931.
- (6) Termiceszkije konstanti nyeorganiceszkich vjeszcsesztv. Akademia Nauk, Sz. Sz. Sz. R. Moszkva, 1949.
- (7) Krupkowski A.: Hutnik, 15, 1948, 108. Hutnicke Listy, 1948, 357.
- (8) Krupkowski A. und Ptak W.: Bull. de l'Académie Polonaise des Sciences et de Lettres, Série A, Sciences Mathém. Suppl. vol. 1, N 2, 205, 1950.
- (9) Krupkowski A.: Bull. de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres, Série A, Sciences Mathém. Suppl. vol. 1, N 1, 15, 1950.
- (10) Krupkowski A.: Bull. de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres, Série A, Sciences Mathém. Suppl. vol. 1, N 2, 219, 1950.
- (11) Hildebrand H. I.: Proc. nat. Acad. Sc. 13, 267, 1927. Journ. Amer. Chem. Soc. 51, 66, 1929.
- (12) Loebe und Becker: Zs. an. u. allg. Chemie, 77, 1912.
- (13) Chipman J.: The physical Chemistry of process metallurgy. London, 1948, 23.
- (14) Chipman J. und Fetters, K. L.: Trans. Am. Soc. Metals, 29, 1941, 953.
- (15) Taylor C. P. und Chipman J.: Trans. Am. Inst. Min. Met. Eng. 154, 1943, 228.

## A vaskohászat új útjai

COTEL ERNŐ a műszaki tudományok doktora

Котел Эрнэ:

НОВЫХ СПОСОБАХ В МЕТАЛЛУРГИИ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

A vaskohászat technikájának fejlődése ma egészen új utakon jár. Az új utak keresése ma lendületesebb, mint bármikor a vaskohászat multjában. Az a három új eljárás, amelyről ebben az írásban szó lesz, olyan mélyrehatóan módosítja és egyszerűsíti a vaskohászat technológiáját, hogy ezek az újítások tulajdonképpen a vaskohászat új korszakát indítják el.

A három új gyártási mód a következő: az *alacsonyaknás kohók* használata, a tiszta oxigénes felsőfújtatású *konverteres acélglyártás* és a *folytatólagos acélbuga-öntés*. Ennek a három új módszernek térszükséglet, beruházás, gazdaságosság és munkaművelet tekintetében olyan rendkívüli előnyei vannak, hogy gyors elterjedésükhöz nem férhet kétség. Annak az új vas- és acélglyárnak, amelyik mind a három eljárást használatba veszi, egészen más képe lesz, mint mai vasgyári telepeinknek. Hogy mekkora jelentősége van a három új módszernek, illetőleg azok egyikének is, azt legközelebből *Bargyin* professzornak, a Szovjet Tudományos Akadémia alelnökének f. évi szeptember 9-i moszkvai rádióelőadása bizonyítja. A nálunk is járt *Bargyin* kohászprofesszor — többek között — a következőket mondta: „Ahhoz, hogy a szovjet kohászat új lépést tegyen előre, a termelési folyamatokat is tovább kell javítani. *Nincs messze az a nap, amikor elterjed a szovjet vaskohászatban az úgynevezett folytatólagos öntés, amelynek az az alapelve, hogy meg kell szüntetni a Martin-kemence és a hengersor elszakítottóságát egymástól. Az acélnek a*

*Martin-kemencéből egyenesen a hengersorra kell kerülnie.*“ (Szabad Nép 1952. szept. 10-i számából.)

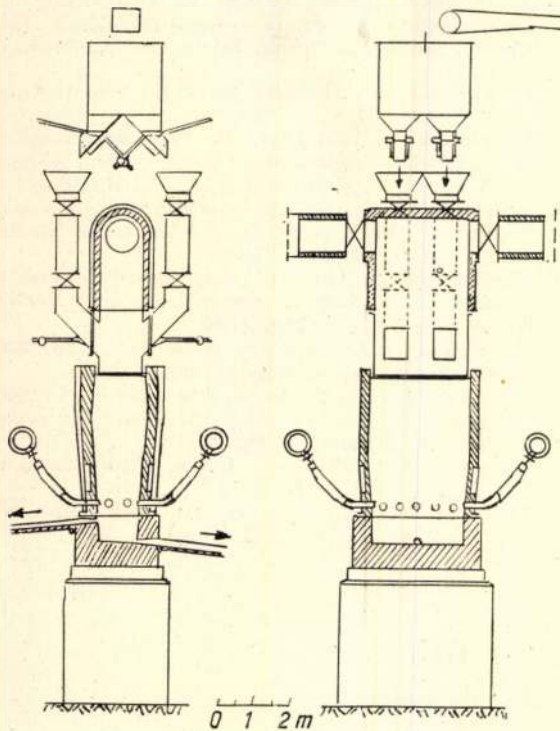
Az alábbiakban a legújabb irodalmi adatok alapján ismertetem a vaskohászat technikájának ezt a három új módszerét, hozzáfűzve róluk alkotott, illetőleg velük kapcsolatos véleményemet.

### 1. Az alacsonyaknás kohók

A Német Demokratikus Köztársaságban ilyen alacsonyaknás kohók — hosszúkás négyszögű vízszintes keresztzelvényvel — már rendszeres üzemi használatban állnak, Nyugat-Németországban néhány év óta kísérleti telepek dolgoznak velük. Az eredmények mind a két részen kitűnőek. Kelet-Németország alacsonyaknás kohóiról a berlini „Metallurgie und Giessereitechnik“ 1952. évfolyamának 5. száma (139—146. old.) közöl ismertetést, a nyugatnémetországi kísérleti kiskohókról pedig a düsseldorfi „Stahl und Eisen“ 1952. évfolyamának 16. száma. Cikkemnek három ábráját az utóbbnevezett folyóiratból vettem át.

Az I. ábra a nyugatnémet kiskohónak mindkét függőleges szelvényét bemutatja. Az ábrán leolvasható méretekkel a kiskohó napi 60—80 tonna nyersvasat termel. A medence belső mérete kb. 1,1-szer 2,5 m, a kohó teljes belső magassága 4,6 m, a kohó teljes belső magassága 4,6 m, *fúvósíkfeletti hasznos magassága pedig mindössze 3,5 m!* A régvágású nyersvaskohások ennek hallatára bizonyára megdöbbennek, mert mindeddig ahhoz voltak hozzászokva, hogy a vasércnek 20 métert kellett utaznia a kohóban, hogy redukálódhasson. Igen ám — fogják most mondani — de az alacsonyaknás kohókban nincs indirekt redukció (magya-

mul: közvetett szinités); mert ugyanők a közvetett szinitésért is mindig nagyon lelkesedtek. Pedig ahol igazi műszaki elfogulatlanág van, például a



1. ábra.

Szovjetunióban, ott már régóta tudják, hogy a közvetett szinités nem lehet ideál. M. Pavlov szovjet akadémikus, kohásztanár „A nyersvas kohászata” című nemrég kitűnő magyar fordításban megjelent könyve 92. oldalán a következőket mondja: a közvetett szinités nem mindig jelent előnyt, és „nem a kizárólag CO-dal történő szinitést kell a folyamat legjobb eredményének tekinteni, hanem a mérsékelt és a nagy hőfokon egyformán kibontakozott szinitést.” A 309. oldalon Pavlov azt is megállapítja, hogy „a szilárd karbonnal történő szinités a mi (szovjet) olvasztóinkban még ma is 60% körül mozog, sőt néha még ennél is nagyobb.” Ez azt jelenti, hogy a kitűnően járó szovjet nagyolvasztókban a közvetett szinités néha csak 30%-ot tesz ki! Mindez igazolja azt, amit kereken 20 évvel ezelőtt írt könyvemben („A nyersvasgyártás”, Sopron, 1933. 81—83. old.) a közvetett szinités megítéléséről ugyanilyen értelemben írtam.

A Németország keleti és nyugati részében dolgozó alacsonyaknás kohók termelési és minőségi viszonyai között alig van különbség. Mindössze annyi, hogy keleten eddig nagy hőfokon gyártott barnaszén-koksszal, nyugaton pedig nyers érc-szénbrikettel járatják ezeket a kis kohókat. Az első esetben a torokgáz fűtőértéke kisebb (900—1100 kal/m<sup>2</sup>-enként), a második esetben viszont jóval nagyobb (1300—1450 kal) és a jó generátorgáz értékének felel meg. Az ilyen alacsonyaknás kohók mellett tehát — az említett második esetben — a kapcsolatos acél-, vagy hengerműrészekben kevesebb gázfejlesztőre lesz szükség. A kiskohó gázfogyója és adagoló berendezése — amint az az 1. áb-

rán is látható — lényegesen eltér a nagyolvasztókétól. Ennek elsősorban a hosszúkás négyszögszelvényű vízszintes kohókeresztmetszet az oka.

Ha a kiskohó nyers szén-érc-brikettel dolgozik, akkor a torokgázokat kondenzáló berendezésben vezeték át, hogy a lepárlás gázainak kátránytartalma kivájjék belőlük. Ezt a kátrányt előnyösen lehet felhasználni az érc-szén-brikettek kötőanyagá gyanánt.

Az alacsonyaknás kohók üzemével kapcsolatos adatok és eredmények az alábbiakban foglalhatók össze.

Mindenféle összetételű és halmazállapotú vasércet fel lehet használni. Alkáliákat és kén-tartalmazó ércek kohósítása is nehézség nélkül ment. Ugyanez vonatkozik a szénre is: mindenféle szén felhasználható, főleg, ha keverik azokat. A tényleg használt szenek hamutartalma 5—23% volt, ami mellett ezek a szenek 4—35% illórészt tartalmaztak. A mészkövet nyers állapotban adják fel.

A torokgáz hőmérséklete 250—350 °C, átlagos összetétele pedig a következő:

3% CO<sub>2</sub>, 30% CO, 5% CH<sub>4</sub>, 6% H<sub>2</sub>, 56% N<sub>2</sub>

A gáz fűtőértéke 1285 és 1435 kal/m<sup>3</sup> között mozog, mennyisége pedig 2,5—4,0 m/kg<sup>3</sup> nyers szén.

Agáz nagy metán- és hidrogéntartalma számottevően hozzájárul a redukció munkájához. A szinités útját egyébként a brikettben összesajtolt finomszemű eloszlás is megrövidíti, mert nyilvánvaló, hogy a diffúzió a finomszemű érc és szén között sokkal gyorsabban megy végbe, mint a rendes nagyolvasztónak nagy érc- és széndarabjai között.

A fűvósél 1200 mm vízoszlopnomású, és rekuperátorban 350—450 C-fokra előmelegítik. A legelső kísérleteket 0,5 m<sup>2</sup>-es medencefelületű vízköpenyes kis olvasztóban hideg széllel végezték. A szénfogyasztás a kísérleti kohók rendkívül kis méretei, illetőleg az aránytalanul nagy felületű hőveszteségek következtében eddig nagy ugyan, de bizonyos, hogy az alacsonyaknás kohók rendes üzemi méretei mellett a szénfogyasztás is normális lesz.

A termelt igen jó minőségű öntő-nyersvas mindig túl volt hevítve és az összetétele a következő volt:

3,4—4,0% C. (ebből csak max. 0,38% kötött)

1,6—4,2% S

0,2—9,0% Mn

0,025 % S

A mangánkihozatal 40 és 60% között mozog. Bizonyosra vehető, hogy a Si-tartalom a kiskohó rendes üzemi méretei mellett csökkenni fog. A nyersvas minősége kitűnő, gázholtyagok minden nyoma nélkül. Feltűnő a nagyfokú kéntelenítés. A már említett vízköpenyes, hideg széllel fújtatott első kiskohóból még akkor is jóminőségű, kénsegeny nyersvasat kaptak, ha az elegyben háromszor annyi volt is a kén, mint a rendes nagyolvasztók elegyében.

A salakot mindig erősen biztossá állították be. A bázisosság foka 1,2—1,6 volt. A salak — nagy mésztartalma folytán — cementgyártásra alkalmas.

Az üzemek minden eddigi eredménye azt mutatja, hogy az alacsonyaknás kohó a kokszolható szénnel nem rendelkező országok számára rendkívüli előnyöket jelent. A nyersvas termelési költségeit ez a módszer erősen csökkenteni fogja.

Arra, hogy a 2 méternél nem szélesebb négyszögű vízszintes szelvények és a felfelé táguló aknának további jelentékeny előnyei is vannak, korábbi munkáinkban többször rámutattam. Itt most csak *Eichenberg* és *Eilender* vizsgálataira hivatkozom, akik kimutatták, hogy a meddőtér kisebbedésével növekszik a termelés, és csökken a kokszfogyasztás. (Stahl und Eisen 1933. évf. 1001. old.) Két méternél nem szélesebb négyszögszelvényű fúvósokban ugyanis meddőtér nem keletkezik, minthogy a két hosszoldalon behatoló fúvószél áramai a fúvóöv hossz tengelyének mentén összeérnek.

Nagyon szeretném, ha az alacsonyaknás kohók eddigi nagy sikerei és — többek között — a dortmundi *Westfahlenhütte* kísérletének (félíg sem töltötték fel az aknát, Koh. Lapok 1951. évf. 258. old.) kitűnő eredményei arra bírják a kokszos nagyolvasztók újtelepítésű egységeinek tervezőit, hogy a jövőben csökkentsék az aknának jelenleg még mindig divatos túlzott magasságát és inkább az akna torkát tágítsák. A vaskohászat túlzottan magas Babel-tornyainak nem sok értelmük van; kidobott pénz minden fillér, amit a kohók felesleges magasságtöbbletére építéskor és az üzem során költünk.

## 2. Az oxigénes felsőfújtatású konverteres acélgártás

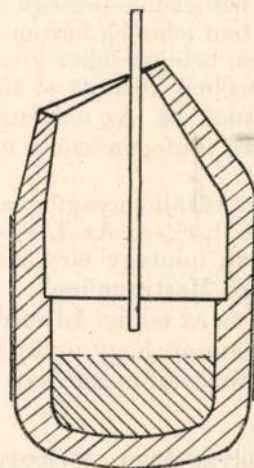
Minthogy ezt az acélgártó eljárást osztrák kohómérnökök *Linzben* és *Donawitzon* dolgozták ki, ez a módszer az *LD-eljárás* nevet kapta. Nyilván ezzel is jelezni akarják, hogy ez nem a régi szélfrissítő mód, hanem új acélgártó eljárás. A régi szélfrissítő módszerből csak a konverter alakja maradt meg, talán még ez sem véglegesen, mert már most is használnak minden függőleges metszetben *szimmetrikus konvertert*. Viszont ebbe a konverteralakú edénybe nem alulról és nem levegőt fújtatnak, hanem tiszta (legalább 98%-os) oxigént fújtatnak rá a fürdő felszínére. Bár a javító munkák egyszerűsítése érdekében az edény alsó része az LD-eljárásnál is levehető, a különbség mégis igen nagy, mert a fenékben itt nincsenek szélcsévék; így azután az edény egész felépítése rendkívül egyszerű és olcsó.

A konverterszerű edénynek és a vízzel hűtött, vörösréz-ből való fúvósónek vázlatos képét a 2. ábrán látjuk.

Az LD-eljárás eddigi eredményei és az építés alatt álló új telepek adatai szakirodalmi közlések alapján az alábbiakban foglalhatók össze. (A „Stahl u. Eisen“ 1952. évf.-ának 17. füzeté öt cikkben csaknem kizárólag ezzel a témával foglalkozik.)

A kísérleti üzem céljaira egy-egy 5 és 15 tonnás bázikus bélést konvertert használtak. A termelt acél teljesen egyenlő értékű a Martin-acéllal, sőt dróthúzás, forrasztás és a rugalmassági határ

nagyobb értéke tekintetében jobb is ennél. Az oxigén nyomása és a fúvósó magassági helyzete a fürdő felszíne felett tág határok között változtatható.



2. ábra.

Az üzemi munkamenet egyebekben hasonló a régi eljáráséhoz. A fújtatás ideje a 15 tonnás/konverterben 18—20 perc. A járatot sohasem segítetik, mert az LD-eljárásnak olyan nagy a hőtartaléka, hogy emellett a sugárzási veszteségnek nincs jelentősége. Utófújtatásra nincsen szükség, és a láng elapadása pontosan jelzi a folyamat végét. A salakot külön eresztik le úgy, hogy az acélüstbe csapolt salakmentes acélba az ötvöző pótlékot is beadják. A lecsapolt acél mindig gázszegény, a kokillában se nem duzzad, se nem horpad.

Az eljáráshoz használt, az Erzberg ércéből olvasztott *nyersvas* összetétele a következő:

3,7 — 4,4	% C
1,6 — 3,0	% Mn
0,2 — 1,0	% Si
0,08 — 0,2	% P és
max. 0,08	% S

A képződő salak összetételére jellemző, hogy 10—18% Mn-t tartalmaz, tehát sok esetben értékes nyersanyagnak tekinthető. A fémvesztés a kifújt por révén 1,1%, kihozatal a betétből 90%. Az eljárás termikus hatásfoka 72%, vagyis jobb, mint bármely más acélgártás hatásfoka. A salak annyira hígán folyó és reakcióképes, hogy foszfor-talanító hatása igen érélyes. A nyersvasbetét 0,11—0,12%-os P-tartalma a fújtatás végefelé 0,05%-ra apad le. Az eljárás során 20—22% acélhulladék dolgozható fel.

Különösen *figyelemreméltó az LD-eljárás dezoxidációja*. Az oxigén ráfúvásának helye és a fürdő többi része közötti nagy koncentrációkülönbség a fürdőben heves CO-fejlődést és ugyancsak heves mozgást hoz létre. A karbonnak dezoxidáló hatása így a legerősebben érvényesül és az acéltömeg ezen a módon *önműködően dezoxidálódik* külön dezoxidáló pótlék nélkül is. Az LD-eljárás éppen ezért a nyersvas összetétele tekintetében is kisebb igényű, és a kész acél mégis kifogástalan; kén-,

foszfor-, oxigén- és nitrogéntartalma a legkedvezőbb.

Az oxigénfogyasztás  $50 \text{ m}^3$  az acél minden tonnájára. A konverter összes költsége kerekén fele az azonos befogadóképességű Martin-kemenecének. Ausztriában jelenleg három 25 tonnás LD-konverter építése befejezéséhez közeledik. Az oxigéngyár és az acélmű közé 25 at túlnyomású oxigéntárolót iktatnak be. Az oxigéngyár és a kompresszió együttes erőfogyasztása  $0,8\text{--}0,9 \text{ kWóra}$  köbméterenként.

A konverter tűzállóanyagfogyasztása az acéltermelésnek kb.  $1,5\%$ -a. Az LD-acélmű befektetési költsége csak mintegy  $60\%$ -a az ugyanolyan termelőképességű Martin-műnek.

Minden jel és az eddigi LD-acéltermelés minden adata arra mutat, hogy az új acélgyártó mód a Martin-acélgyártást fokozatosan háttérbe fogja szorítani.

### 3. A folytatólagos acélbuga-öntés

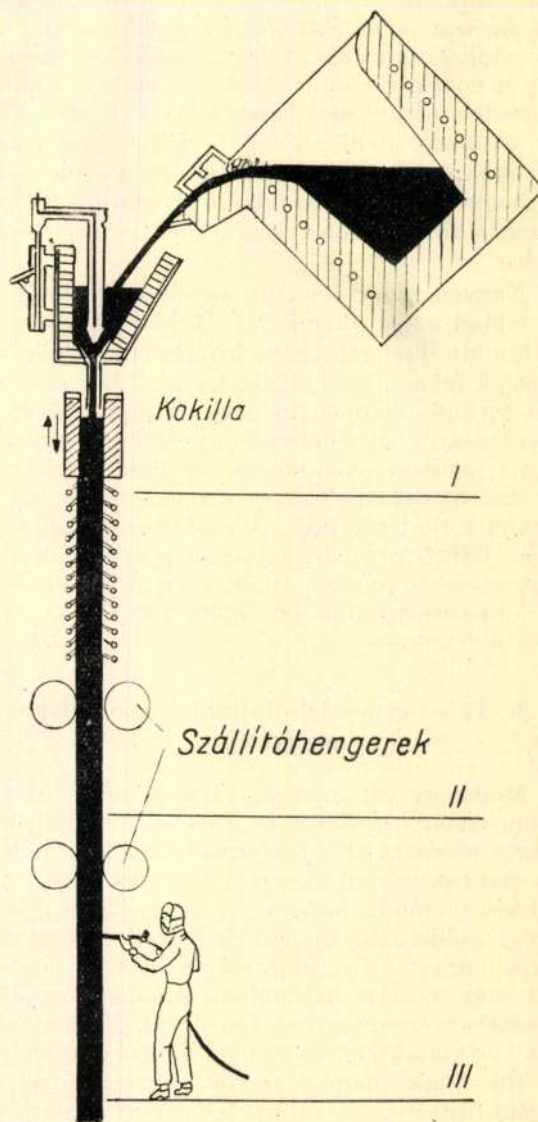
Ezt az eljárást, amelyet *Bargyin* vaskohászprofesszor, a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának alelnöke is nagy figyelemre méltat, a fémkohászatban már hosszabb idő óta alkalmazzák. A vaskohászatban most kezd tért hódítani. Éppen *Bargyin* professzor nyilatkozata jelzi, hogy ez a térhódítás gyors és erőteljes lesz.

A „Stahl u. Eisen“ 1952. évi 15. számában egy német rendszerű (*Junghans*), 16. számában pedig — az *Iron Age* nyomán — egy amerikai rendszerű (*Rossi-féle*) folytatólagos acélbugaöntés leírását találjuk, a gyártott bugák méreteinek és minőségi viszonyainak ismertetésével együtt. Ez a két rendszer nem sokban tér el egymástól. A 3. ábra az amerikai rendszert mutatja be.

Ezt az eljárást a legtöbb kartársam folytatólagos *tuskóöntésnek* szereti nevezni, holott ennek az eljárásnak terméke semmiféle rokonságot, vagy közösséget nem mutat az acéltuskóval. Nem csonkagúla, hanem hasábalakú, vagy hengeres, nem határozott hosszúságban készül, hanem akár egymásután következő darabonként is változó hosszakra vágható, és ami a legfontosabb, a darabok mindkét vége tiszta és hibátlan, ami a tuskókról — sajnos — egyáltalában nem mondható. Bizvást megállapíthatjuk tehát, hogy a szóban lévő acéltermény nem tuskó, hanem *buga*. Éppen ezért is *takarítható meg általa a tuskóöntés és egyben a tuskóhengerlés is*. A folytatólagos öntésű acélbuga ugyanis azonnal és közvetlenül továbbhengerléshez kerül.

A folytatólagos acélbuga öntőberendezésének vázlata a 3. ábrán látható. A berendezés három szintre tagozódó vertikális építmény. A legfelső szinten (I) történik az öntés, a középső (II) szinten a buga permetező vízhűtése és tovashállítására megy végbe, míg a legalsó (III) szinten a „végtelen” bugaszál darabolását végzik. Ezt a darabolást legtöbbször autogénes vágással csinálják (ilyen esetet mutat az ábra is), de van már német szabadalom a menetközben működő mechanikus darabolásra is. A szabadalom száma 827 892 és címe *Vorrichtung zum Zerlegen endloser Stränge*.

A legfelső szint művelete — az öntés — akár közvetlenül az üstből, akár dugós-kagylós közvetítőedényen át történhet. Ezt az utóbbi módozatot mutatja az ábra is. A közvetítőedény használatának előnye, hogy általa a beöntés sebessége tetszés szerint szabályozható. Igen fontos az acél állandóan nagy hőmérséklete és ezzel szoros kapcsolatban az öntőüst erőteljes előzetes kiizzítása is.



5. ábra.

Az acélsugár a közbeiktatott kagylós-dugós edényből úgy ömlik a vízhűtésű rézkokillába, hogy a levegő behatásától védve legyen (3. ábra). Ennek az a megoldása, hogy a cirkonoxid kifolyócső beleér a kokillába ömlő acél legfelső rétegébe. Sőt a kemencéből kifolyó acélsugár, valamint a kokillában lévő még folyékony acél fölött is védőgázt alkalmaznak, hogy megvédjék az acélt az oxidálástól. A belső oldalán  $0,1 \text{ mm}$ -nyi vastagon krómmal bevont rézkokillát percenként  $450\text{--}600 \text{ liter}$  víz hűti. Maga a kokilla nincs szilárdan rögzítve, hanem fel és le rövid mozdulatokat végez. E mozdulatok úthossza kb.  $20\text{--}40 \text{ mm}$ . A lefelé irányuló mozdulat sebessége azonos a megszilárduló bugarúd süllyedésének sebességével, a felfelé irányuló



mozdulat sebessége nagyobb. A kokillából kilépő megszilárdult rudat vízzel permetezik úgy, amint azt az ábra is szemlélteti. Az ábrán látható az a két hengerpár is, amelyik a lefelé haladó megszilárdult bugaszálat (Strang) egyenesben tartja és lefelé szállítja. A rúdra minden egyes átvágáshoz csípőfogót szorítanak és erre van a darabolószerszám égője felszerelve. A kívánt hosszúságra vágott bugákat görgők szállítják a hengerműbe. Az egész berendezés kiszolgálására három ember elegendő.

*A folytatólagos bugaöntés rendszere karbonacélok és erősen ötvözött acélok öntésére egyaránt alkalmas.* A bugaszelvények, amelyeket már eddig is nagy mennyiségben gyártottak folytatólagos öntésben a következők: 100—250 mm átmérőjű körszelvény, 140 × 180 mm-es négyzög, 300 mm-es négyzet és (pl. Kapfenbergben) 120 × 420 mm lemezbugaszelvény is.

A berendezés termelőképessége igen jelentékeny. Egyrudas öntőberendezéssel 20 tonna óránkénti termelés is elérhető, ami azt jelenti, hogy *egy négyrudas folytonos bugaöntőberendezés egy óra alatt a 80 tonnás Martin-kemence egész adagját le tudja önteni.*

A folytatólagos bugaöntésnek az álló kokillákban történő ingóöntéssel szemben rendkívül előnyei vannak és pedig a következők: Az acélbuga primer-szövevete sokkal homogénebb és finomabb, mint a tuskóé. A folytatólagos öntésű bugával igen sok hengerlőmunka (blokkolás, helyesebben tuskóhengerlés) takarítható meg. A folytatólagos öntésű bugánál — folyamatos üzem mellett — úgyszólván semmi (illetőleg elhanyagolhatóan kis mennyiségű) öntési hulladék nincs, szemben az álló kokillákban öntött tuskók alsó és felső hibás végeinek tetemes mennyiségével. *Nincs szükség az igen drága*

*és gyorsan romló kokillák nagy készletére.* Az egész berendezés vízszintes helyszükséglete minimális. Független mérete is alig több 6 méternél.

A folytatólagos öntésű buga gyártásának, illetőleg tovahaladásának sebessége kb. 1,1—1,5 méter percenként, ha a kemencéből csapolt acél induló hőmérséklete 1580 °C. Az acél hőmérsékletének süllyedésével növelni kell a buga előrehaladásának sebességét. A bugaméretnek és a hőmérsékletnek megfelelő sebesség beállítására jól bevált empirikus képletet használnak.

Kétségtelen, hogy ennek a fentiekben ismertetett eljárásnak bevezetése nálunk is rendkívül fontos volna. *F. Rapatz-ra, az acélminőségnek az egész világon ismert kutatójára hivatkozom itt, aki a folytatólagos bugaöntésről — többek között — a következőket mondja (Stahl und Eisen 1952. évf. 882—883. oldal): „A folytatólagos acélbugaöntés rendszerének gazdasági jelentősége rendkívül nagy, mert az ingot bugára hengerlésének költsége elesik; tér, energia és nagy kokillapark takarítható meg általa... Ennél a rendszernél az acél tisztátalanságainak sincs olyan félelmetes jelentősége, mint az álló kokillákba öntésnél, mert a folytatólagos öntésű buga kis keresztmetszvényében káros koncentrációk egyáltalában nem lehetségesek.“*

*Zusammenfassung.* Die neueste Verfahren der Eisenhüttentechnik: Verhüttung von Eisenerzen in Nieseschachtöfen, Stahlfrischen mit reinem Sauerstoff (LD-Verfahren), sowie das Stranggießen von Stahlknüppeln, werden auf Grund der Zeitschriften „Metallurgie und Giessereitechnik“ Nr. 5, Jahrg. 1952.) und „Stahl und Eisen“; Nr. 15, 16 und 17. Jahrg. 1952.) besprochen. Die drei Abbildungen wurden der letztgekannten Zeitschrift entnommen.

## A hidrogén befolyása nagyméretű kovácsdarabok tulajdonságaira

P. V. SZKLUJEV — V. A. MIRMELSTEIN — Fordította: KÖRÖS BÉLA és VAJK ÁRPÁD

### II. RÉSZ

A vizsgálatok előtt, a próbadarabok pihentetési időtartamának növekvésétől függően, a töret teljesen sötétté, fénytelené és egyenletessé válik s külalakja a „kis csészécskét“ közelíti meg, mely a képlékeny fémre jellemző és szabály szerint a hosszirányú próbadarabok vizsgálatánál képződik.

Kész próbapálcáknak szobahőmérsékleten történő kísérleteivel egyidejűleg, hasonló kísérleteket folytattak kb. 50 mm vastag próbadarabokkal is. A I minőségű acélból készült III. típusú henger testből 50 mm vastag, négy egyformán elhelyezett próbadarabokat vágta ki. Egy próbatestből a kivágás után azonnal próbapálcákat készítettek, melyeket azonnal megvizsgáltak. További három próbatestet nyolc napos időközökben vizsgáltak felül oly módon, hogy belőlük, közvetlenül az átvizsgálás előtt készítettek próbadarabokat.

A vizsgálatok eredményei, melyek a 9. táblázatban láthatók, azt mutatják, hogy a próbadaraboknak szobahőmérsékleten, 24 napig tartó pihentetése a nyúlást nem növeli. A 8 és 16 napig tartó pihentetéseknel, valószínűleg véletlenül, kis nyúlásnövekedés észlelhető. Ily módon megállapítható, hogy az 50 mm vastag próbatestek 24 napos pihentetése szobahőmérsékleten, a képlékenységi jellemzőkön csak jelentéktelenül változtat.

A végzett kísérletek azokat a korábbi feltevéseket igazolták, hogy a nagyméretű hengerek testéből vett tangenciális próbadarabok alacsonyabb képlékenységének oka — az acélnek nagyfokú gázzal telítettsége. Ez az indoklás a hidrogénnek az acélban való viselkedéséről szóló irodalmi adatokkal teljesen megegyezik. Változatlan szilárdság mellett a nyúlásnak és a

8. táblázat

A kész próbadarabok szobahőmérsékleten történt pihentetésének befolyása a szilárdsági tulajdonságokra (Γ acél, III. henger)

A próbadarabok kivágási helye	A próbák kivágási mélysége	Vizsgálati eredmények							
		nyomban a próbák elkészítése után				a próbák elkészültét követő 10 nap után			
		$\sigma_B$ kg/mm <sup>2</sup>	$\sigma_S$ kg/mm <sup>2</sup>	$\delta_5$ %	$\psi$ %	$\sigma_B$ kg/mm <sup>2</sup>	$\sigma_S$ kg/mm <sup>2</sup>	$\delta_5$ %	$\psi$ %
A hengerest tuskó alsó részéből	100	77,1 77,1	59,2 60,0	13,6 12,0	36,0 27,0	77,0 76,0	58,6 60,0	17,2 16,6	39,0 51,5
	130	77,1 76,1	58,5 58,5	10,4 11,8	13,5 22,5	76,0 76,1	60,2 59,4	17,6 18,0	47,6 54,3
	160	77,1 76,4	59,5 59,0	13,8 8,0	27,0 12,5	76,6 76,0	60,5 59,0	18,5 15,2	51,5 38,2
	Átlagban	77,0	59,0	11,6	23,0	76,3	59,6	17,3	47,0
A hengerest tuskó felső részéből	100	72,6 72,1	54,1 53,1	16,0 12,0	39,1 14,0	73,0 73,0	55,6 55,0	19,2 18,8	54,3 46,0
	130	72,6 72,6	53,4 53,4	11,0 15,4	19,0 22,5	72,6 72,6	55,0 55,0	19,6 18,8	58,2 51,0
	160	73,1 72,6	54,6 54,2	12,0 12,0	19,0 16,2	72,1 72,6	55,6 55,6	19,6 22,0	53,2 61,5
	Átlagban	72,7	53,8	13,5	21,6	72,7	55,4	19,7	54,0

kontrakciónak megjavulását ami a próbadarabok utólagos megeresztése vagy azoknak a szobahőmérsékleten való egyszerű pihentetése eredményeképp áll be, csupán az acél gáztartalmának

diffúzió okozta csökkenésével lehet megmagyarázni. A képlékenységi tulajdonságoknak ( $\delta_5$  és  $\psi$ ) növekvő keresztmetszet esetén beálló erős csökkenését a szobahőmérsékleten történő pihentetési kísérleteknél szintén könnyen meg lehet magyarázni kiindulva a beigazolt feltevésből, hogy a diffúzió sebessége a próbadarab vastagságának négyzetével fordított arányba áll.

A nagyobb keresztmetszetű hengerekből vett tangenciális próbadarabok képlékenységsökkenése okainak végleges felderítése céljából a lentírt kísérleteken felül, ugyanekkor párhuzamosan el kell végezni a vizsgált próbadarabok gáztartalmának, különösen hidrogén tartalmának rendszeres meghatározását is. A szerzőknek ezeket a meghatározásokat nem volt módjukban elvégezni, mivel a kellő műszerek nem álltak rendelkezésükre. Mindazonáltal, annak a feltevésnek alátámasztására, mely szerint az acélban lévő hidrogénnek a nyúlásra és kontrakcióra befolyása van, megismételték azokat a kísérleteket, melyeket annak idején Dubovi<sup>1</sup> végeztet a szakítópróbák elektrolitikus hidrogén telítésével kapcsolatosan.

A Γ acélból készült III. típusú hengerből szakító próbasorozatokat készítettek. A próbadarabokat 420: -nál 12 órán át újból megeresztették, a kész próbapálcákat pedig szobahőmérsékleten, néhány napig pihentették. A próbapálcákat a most leírt kezelés után kiváló képlékenységi jellemzőket ( $\delta_5 = 19,3\%$ ,  $\psi = 57,7\%$ ) adtak. Ezután a próbadarabokat 12 órán át hidrogénnel elektrolitikusan telítették kb. 0,1

9. táblázat

50 mm vastag próbadarabok szobahőmérsékletű pihentetésének befolyása a szilárdsági tulajdonságokra (Γ min. acél III. henger)

Pihentetés a próbák elkészítése és vizsgálata között	Vizsgálati eredmények				Elérés a kezdeti értékektől	
	$\sigma_B$ kg/mm <sup>2</sup>	$\sigma_S$ kg/mm <sup>2</sup>	$\delta_5$ %	$\psi$ %	nyúlásnál	kontrakciónál
Nyomban a próbák kivágása után	77,0	59,0	11,6	23,0	—	—
8 nappal „ „ „	76,1	59,4	12,7	19,7	+11	-14,5
16 „ „ „	76,1	58,9	12,3	23,4	+10,6	+ 2
24 „ „ „	76,4	59,0	11,3	31,7	- 2,5	- 38

Megjegyzés: A táblázat olyan átlagértékeket tartalmaz, melyeket mindegyik esetre vonatkozólag 6 próbadarab vizsgálati eredményei alapján számítottak ki.

A/cm<sup>2</sup> áramsűrűség mellett. Elektrolitként 5%-os hígított kénsavat használtak. Miután a próbadarabokat hidrogénnel telítették, mindegyiket négy részre darabolták. Az egyik részt a telítés után azonnal megvizsgálták, a többi részt pedig az elektrolitikus fürdőből történt kivételről számított 24, 48 és 72 óra múlva. A 3. ábrán látható vizsgálati értékek azt mutatják, hogy a hidrogénnel telítés mind a nyúlást, mint a kontrakciót jelentékenyen csökkenteti, majd ezt követőleg a szobahőmérsékleten történő pihentetés mindkét jellemző értéket a korábbi színvonalra emeli. A nyúlás és a kontrakció erős megnövekedése a pihentetés második napján már bekövetkezett.

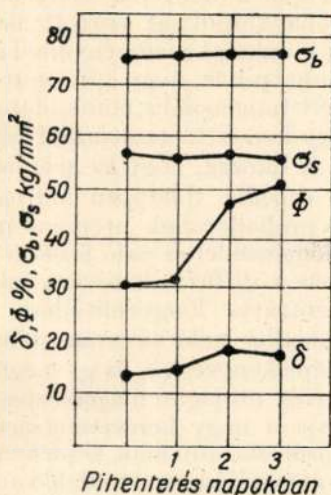
Ily módon, nagy képlékenységgű próbadaraboknak hidrogénnel való elektrolitikus telítése

folytán hasonló eredmények érhetőek el, mint amelyek nagy hengerek testének mély rétegeiből kivágott tangenciális próbadaraboknál észlelhető (a képlékenységi jellemzők csökkenése, rideg törés). A vizsgálat előtt a pihentetés tartamának növelése — mind a henger testéből közvetlenül kivágott próbadaraboknál, mind a hidrogénnel elektrolitikusan telített próbadaraboknál, gyakorlatilag változatlan szilárdság mellett, a képlékenység növekedéséhez vezet.

Fenti eredmények alapján olyan hengerek utólagos megeresztésével végeztek kísérleteket, melyek a tangenciális próbadarabok ellenőrzési

<sup>1</sup> Sztál. — 1941. évf. 8. sz.

vizsgálatai során alacsony nyúlást és kontrakciót szolgáltattak.



4. ábra. A szobahőmérsékletű pihentetés befolyása az elektrolitikus úton hidrogénnel telített darabok szilárdsági tulajdonságaira

A  $\Gamma$  minőségű acélból készült III. típusú hengernek testéből vett tangenciális próbadarabok a normalizálásból, edzésből és 620°-os megeresztésből álló hőkezelés és 40 órás pihentetés után, a sorozatosan végzett kísérletek alapján alacsony nyúlást és kontrakciót mutattak. A hengert 430°-on utólagosan megeresztették, ugyanezen a hőfokon 200 órán át pihentették és ezt követően lassan lehűtötték. Az utólagos megeresztés után a henger testéből ismét próbadarabokat vágtak ki ugyanolyan mélységben, mint előbb. A próbadarabok vizsgálati eredményeit a szokásos hőkezelés és utólagos megeresztés után a 10. táblázat ismereti. Az értékek az utólagos megeresztés után a henger képlékeny tulajdonságainak jelentéktelen növekedését mutatják.

10. táblázat

A 430°-os utólagos megeresztés befolyása a  $\Gamma$ -acélből gyártott III. típusú hengerek szilárdsági tulajdonságaira

A próbák kivágási helye	A próbák sor-száma	Vizsgálati eredmények							
		normalizálás, edzés és megeresztés után				430°-os utólagos megeresztés után 200 óra múlva			
		$\sigma_B$ kg/mm <sup>2</sup>	$\sigma_S$ kg/mm <sup>2</sup>	$\delta_5$ %	$\psi$ %	$\sigma_B$ kg/mm <sup>2</sup>	$\sigma_S$ kg/mm <sup>2</sup>	$\delta_5$ %	$\psi$ %
A henger-test tuskó felső részéről	1	78,1	62,0	18,0	58,2	78,1	60,1	17,4	43,0
	2	76,4	60,5	12,0	33,5	77,3	59,4	15,0	24,1
	3	77,4	60,1	14,8	36,6	77,4	59,4	17,0	55,6
	4	77,6	59,4	17,2	33,5	78,4	59,4	18,0	51,5
	Átlag	77,4	60,5	15,5	40,5	77,8	55,5	16,9	43,4
A henger-test tuskó alsó részéről	1	77,1	60,5	17,0	51,5	77,0	59,4	17,4	48,7
	2	77,0	59,5	13,1	36,6	77,0	59,4	14,4	27,0
	3	77,1	56,0	10,8	14,5	77,4	59,4	13,0	20,0
	4	76,6	55,5	15,6	36,0	71,1	59,2	18,2	36,0
	Átlag	76,9	57,9	14,0	34,6	77,1	59,4	15,8	32,9

A képlékenység növelése céljából, további két II. típusú, B minőségű acélből készített hengert vettek utólagos megeresztés alá. A szilárdsági tulajdonságok vizsgálata kapcsán, melyet a szo-

kás hőkezeléssel végeztek (kétszeres normalizálás és megeresztés 670°-on), mindkét hengerből vett tangenciális próbadarabok sorozata a képlékenységre jellemző értékek csökkenését mutatta.

A két tengely utólagos megeresztését 600°-on, 100 órás hőntartással végezték. A II. táblázat a tangenciális próbadarabokkal a szokásos hőkezelés és pótmegeresztés után végzett vizsgálatok eredményeit tartalmazza. Az utólagos megeresztés után az I. henger tuskó felőli oldaláról vett próbadarabjainak nyúlása és kontrakciója megnövekedett, míg a test átellenes oldaláról vett próbadarabok tulajdonságai nem változtak. Annak ellenére, hogy az utólagos megeresztési hőmérséklet 70°-kal alacsonyabb volt, mint a kétszeres normalizálás utáni megeresztési hőmérséklet, a szilárdsági tulajdonságok bizonyos csökkenést mutattak.

A 2. sz. henger utólagos megeresztése a képlékenységi tulajdonságok jelentékeny növekedését okozta, vagyis az eredmények megközelítik azokat az értékeket, melyeket a kis keresztmetszetű próbadarabok megeresztésével nyertünk. A megeresztés következtében a 2. sz. henger próbadarabjainak nyúlása a tuskó felső oldaláról vett próbadarabokhoz képest 36%-kal és az átellenes próbadarabokhoz képest 19%-kal megnőtt. A kontrakció, megfelelően 110 és 70%-kal növekedett meg.

Ily módon a II. típusú hengerek 100 órás megeresztésének az acél képlékenységének megnövelésére sokkal nagyobb befolyása volt, mint a II. típusú hengerek 200 órás megeresztésének.

11. táblázat

A 600°-os utólagos megeresztés befolyása a B minőségű acélből gyártott II. típusú hengerek szilárdsági tulajdonságaira

A próbadarabok kivágási helye	A próbadarabok sor-száma	Vizsgálati eredmények							
		kétszeres normalizálás és megeresztés után				600°-os utólagos megeresztés 100 órás hőntartás után			
		$\sigma_B$ kg/mm <sup>2</sup>	$\sigma_S$ kg/mm <sup>2</sup>	$\delta_5$ %	$\psi$ %	$\sigma_B$ kg/mm <sup>2</sup>	$\sigma_S$ kg/mm <sup>2</sup>	$\delta_5$ %	$\psi$ %
A henger-test tuskó felső részéről	1	68,0	49,0	19,0	42,6	65,6	43,6	19,0	43,7
	2	68,0	49,7	18,4	33,7	64,8	44,6	20,6	52,3
	3	66,6	49,1	14,0	25,1	—	—	—	—
	4	67,0	48,4	16,0	21,6	—	—	—	—
	5	67,4	48,0	19,0	32,0	—	—	—	—
	6	68,1	50,4	18,0	33,5	—	—	—	—
Átlag	67,9	49,1	17,4	31,4	65,2	44,1	19,8	48,0	
A henger-test tuskó alsó részéről	1	68,0	51,0	20,4	55,1	65,5	44,3	19,6	46,3
	2	68,0	51,2	20,2	45,1	66,1	45,1	20,8	40,5
	Átlag	68,0	51,1	20,3	50,1	65,8	44,7	20,2	43,4
A henger-test tuskó felső részéről	1	68,7	48,6	14,4	18,7	65,6	48,4	22,0	52,0
	2	68,7	52,0	16,4	30,4	66,0	49,4	20,0	50,0
	Átlag	68,7	50,3	15,4	24,5	65,8	48,9	21,0	51,0
A henger-test tuskó alsó részéről	1	67,1	51,6	16,4	33,5	65,5	48,2	21,0	52,1
	2	67,5	52,2	17,4	27,7	67,1	49,4	19,2	51,3
	Átlag	67,3	51,9	16,9	30,6	66,3	48,8	20,1	51,7

Ennek az eltérésnek oka az acélfajták különbözőségében s a II. és III. típusú hengerek eltérő hőkezelési módjában, az utólagos megeresztési hőmérsékletben, valamint a hengertestek keresztmetszeti különbözőségében (900 és 1400mm) rejlik.

Az elvégzett munkálatokból az alábbi következtetések vonhatók le.

1. A nagy keresztmetszetű hengerek mély rétegeiből kivágott, normalizált vagy erős megeresztésű edzésnek alávetett tangenciális munkadarabok vizsgálatánál gyakran megfigyelhető képlékenység jelentékeny csökkenése, összehasonlítva a hengerek felületi rétegeiből vett próbadarabokkal (gyakorlatilag egyenlő szilárdság mellett).

2. Kis keresztmetszetű hengerek testének mélyebb rétegeiből vett próbadarabok 200—600°-os hőmérsékletű pótlólagos megeresztése erősen megnöveli a tangenciális próbadarabok képlékenységi jellemzőit, szilárdságuk észrevehető csökkenése nélkül. A kész próbapálcák hosszú pihentetése szobahőmérsékleten a szilárdsági vizsgálatok előtt, ugyanilyen eredményekre vezet.

3. Az az időtartam, amely szobahőmérsékletű pihentetési műveletnél a képlékenységi jellemzők megjavításához szükséges, a próbadarab vagy próbapálcá keresztmetszetének növekedésével erősen fokozódik. Ilyen törvényszerűség, úgylátszik, a próbadaraboknak az említettél magasabb hőmérsékleten történő pótlólagos megeresztése esetén is fennáll.

4. Nagy képlékenységgű próbadaraboknak elektrolitikus telítése hidrogénnel, a nyúlást és kontrakciót a nagyméretű hengerek mélyebb rétegeiből kivágott tangenciális próbadarabok képlékeny tulajdonságainak színvonalára, rideg töréssel párosulva, erősen csökkenti. Az ezt követő szobahőmérsékletű pihentetés folyamán a hidro-

génnel elektrolitikusan telített próbadarabok képlékenységi jellemzői megnövekszenek, hasonlóan ahhoz, ahogy az a hengerek mélyebb rétegeiből kivágott próbadaraboknál szokott bekövetkezni.

5. Jelen munkálat eredményeiből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a hengertest mélyebb rétegeiből vett tangenciális munkadarabok vizsgálatánál a nagy keresztmetszetű acél képlékenysége csökkenését az okozza, hogy az acél fokozott mértékben gázt és pedig főképpen hidrogént tartalmaz.<sup>1</sup> Ilyen próbadarabok utólagos megeresztése vagy szobahőmérsékleten való hosszas pihentetése következtében a diffúzió hatására inkább a hidrogén koncentráció kiegyenlítődése és részben annak a szabadba való távozása következik be, semhogy a képlékenység ( $\sigma_s$  és  $\psi$ ) megnövekednék.

6. A tartós utólagos megeresztés 500—600°-nál megjavítja a nagy keresztmetszetű hengerek érintőleges próbadarabjainak képlékeny tulajdonságait, 0,9 m átmérőjű krómmolibdén acélhengereknél 100 órás megeresztés után a képlékenységi tulajdonságok megjavulását észlelték. Az erősebben ötvözött (krómnikkelmolibdén) acélból gyártott nagy átmérőjű hengereknél hosszabbnak kell lennie a pihentetés időtartamának.

A jelen tanulmány által érintett kérdések további, részletesebb kimunkálást igényelnek. Fel kell deríteni, hogy az acélban milyen minőségű hidrogén vezet a képlékenységi tulajdonságok észrevehető rosszabbodásához és hogy mekkora a hidrogén kiválási sebessége a hőmérséklethez, a pihentetés időtartamához, az alkatrészek keresztmetszetéhez, az acél vegyi összetételéhez és szövet-szerkezetéhez viszonyítva.

<sup>1</sup> A szóbanforgó következtetés minél meggyőzőbb bizonyító ereje céljából a hidrogén kémpróbaszerű elemzését a legfeltűnőbb esetekre vonatkozóan el kellett volna végezni. (A szerk. megj.).

## Bocsány János főtitkár beszámolója

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET VÁLASZTMÁNYI ÜLÉSÉN  
1952. XI. 11-ÉN

Az Egyesület ezévi közgyűlése óta 9 hónap telt el és ma a választmányi ülés keretében e 9 hónap munkáját kívánjuk értékelni, megbeszélni azt, hogy az előirányzott tervet hogyan teljesítettük, mi volt helyes és helytelen 3/4 évi munkánkban, mi a teendő az év hátralévő részében és hogyan készülünk fel a jövő évi munkára. A közgyűlés után a szakosztályok munkája — amely már a tél folyamán fellendült — tovább javult. Az újonnan választott vezetőség mind az Egyesület egészében, mind pedig egyes szakosztályoknál igyekezett a lehető legjobban végezni munkáját annak érdekében, hogy a már előzőleg mutatkozó fellendülés tovább fokozódjék. Az Egyesület 5 szakosztálya közül 4-ben komoly munka indult meg, egyedül az olajbányászati szakosztály volt az, amelyben a közgyűlés után sem sikerült életet teremteni és ezen szakosztály munkája

még a mai napig sem indult meg. A szakosztályok munkája nemcsak a rendezvények jó lebonyolításában mutatkozott meg, hanem abban is, hogy Egyesületünk helyiségei napról napra mind nagyobb látogatottságnak örvendtek és sokszor szűknek bizonyultak, mert egyszerre több munkabizottság, ankét vagy klubnap ült össze, mint amennyi helyisége az Egyesületnek van.

A klubnapok látogatottsága általában kielégítő volt és a klubnapok, ankétok színvonala kielégítette a követelményt, amelyet egy tudományos egyesülettől elvárunk.

A fellendülés, amely a szakosztályok budapesti munkájában mutatkozott bizonyos mértékig a vidékre is kiterjedt, meg kell azonban jegyezni, hogy a vidék munkája nem indult meg olyan lendülettel és olyan mértékben, ahogyan arra szükség

lett volna és Egyesületünk közgyűlésének határozata azt előírja.

Az Elnökség több esetben foglalkozott a vidéki munka megjavításának kérdésével és állandó témapontként merült fel a vidéki szervező beállítása, ez azonban a mai napig nem történt meg. Most bejelenthetem, hogy a vidéki szervező kiválasztása megtörtént és november 15-től be fog lépni az egyesület kötelékébe. Tény az, hogy a vidéki szervező hiánya nagymértékben hátráltatta a vidéki munka vitelét, de ez nem mentesíti az Egyesület vezetőségét attól a felelősségtől, amely azért terheli, hogy a vidéki munkában nem tudott kellő eréllyel és eléggé hatásosan közbelépni.

Az Egyesület és a szakosztályok vezetői nem minden esetben érezték azt, hogy nemcsak gazdasági, hanem társadalmi funkcióban is vannak és nem tudták kellőképpen érvényesíteni ezen funkciójuk teendőit akkor, amikor gazdasági munkával voltak elfoglalva. Kissé elszakadva nézték a két ténykedést, amelynek összefonódása pedig nyilvánvaló, hiszen nem lehet olyan műszaki tudományos munkát végezni, amely a gyakorlattal ne lenne összekapcsolandó és minden műszaki, gyakorlati munkában meg kell keresni annak tudományos bázisait, mert csak az által lehet továbbfejlesztteni magát a tudományt és ezen keresztül előbbre vinni az ipart. Egy példát szeretnék erre mondani, amely bizonyítja, mennyire különválasztva kezeljük gazdasági és egyesületi munkánkat. Én, az Egyesület főtítkára, a Minisztérium megbízásából közel 3 hetet töltöttem Tatabányán, ahol az egyesületi szervező munka „objektív” nehézségek miatt nem tudott olyan mértékben előrehaladni, amilyen mértékben arra szükség lett volna. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy annak ellenére, hogy az Egyesület helyi csoportja hivatalosan már márciusban megalakult, — mivel helyiséget biztosítani nem tudtak — a csoport még ma sem végez aktív tervszerű munkát. A közel 3 heti kintlétem alkalmával — amikor állandó kapcsolatban voltam, mind a tatabányai vezető műszaki tisztviselőkkel, mind az egyesület helyi aktíváival — egyszer sem vettem fel ezt a kérdést, hogy miért nem foglalkoznak komolyabb mértékben az egyesületi munkával, amikor az, műszaki és termelési problémáik megoldásában feltétlenül komoly segítséget nyújthatna. Ha az Egyesület főtítkára gazdasági munkája végzése közben megfelelkeznek arról, hogy mit kell az Egyesületi munka érdekében tenni, nyilvánvalóan a többi vezetőtől sem várhatunk sokkal többet. És nyugodtan mondhatom, hogy az Öntödei és Fémkohászati Szakosztály elnökének kivételével, az összes Szakosztályok vezetői elkülönítve látják gazdasági munkájukat az egyesületi munkától. Ez komoly hiba és hiányosság, amelyet feltétlenül fel kell számolnunk és azért tartottam szükségesnek saját hibámat felemlíteni, hogy ebből ne csak én, hanem az Egyesület összes aktívái okuljanak. A vidéki munkával kapcsolatban megállapítható azonban, hogy vannak komoly, tervszerű munkával jó eredményeket elérő helyi csoportjaink is. Első-

sorban ki kell emelni a győri és ajkai csoportjainkat, amelyeket mintaképpen állíthatunk többi vidéki csoportjaink elé. A győri helyi csoport jó munkájára jellemző pl. az is, hogy az egyik gyári üzem termelési műszaki problémájával az Egyesülethez fordult, mint olyan szervhez, melynél biztosítva látja problémája megoldását.

Ugyancsak említésreméltó az ajkai csoportnál az, hogy ott komoly klubélet fejlődött ki, a műszaki dolgozók rendszeresen látogatják az egyesületi helyiségeket, ott tárgyalják meg műszaki problémáikat és igyekeznek kicserélni tapasztalataikat. Az ajkai helyi csoport azonban nemcsak a jelenre gondol, hanem jövőjét is biztosítani akarja, ezért kapcsolatot teremtett a Nehézipari Műszaki Egyetem Fémkohászati Tanszékével, amellyel szocialista szerződést kötött. Ez a szocialista szerződés egyrészt biztosítja azt, hogy a fémkohómérnök hallgatók gyakorlati segítségben részesülnek az ajkai üzem részéről, másrészt a fémkohászati tanszék segítséget nyújt az ajkai üzemek tudományos problémái megoldásában.

Általában megállapíthatjuk azt, hogy vidéki csoportjaink munkaképességének 3 fő előfeltétele van: helyiség — ahol összejöveteleket, klubnapokat tudnak rendezni —, megfelelő szervezőkészséggel rendelkező és odaadással dolgozó titkár és ami a legfontosabb, a gazdasági vezetők részéről megfelelő támogatás. Természetesen hozzá kell, hogy járuljon az egyesületi központból kiinduló irányítás és ellenőrzés, mert nyilvánvalóan bármilyen egyesületi munka akkor lehet csak jó, ha figyelembeveszi mindazon szempontokat, amelyek a népgazdaságunk előtt álló feladatokat kívánják megvalósítani. Ez pedig csak úgy biztosítható maradéktalanul, ha egyesületünk és szakosztályaink vezetősége állandóan kézbentartja és figyelemmel kíséri vidéki csoportjaink munkáját. Azt, hogy ezen feltételek biztosítása szükséges a helyi csoportok jó munkájához, bizonyítják a fentebb említett jó példák, de meg kell állapítani azt, hogy ezt rossz példák is bizonyítják.

Igy pl. diósgyőri helyi csoportunk, amely másfél évvel ezelőtt országos viszonylatban is egyesületünk legjobb vidéki helyi csoportja volt, ma mondhatjuk, erősen visszaesett a munkában és ennek elsősorban az volt az oka, hogy a gazdasági vezetők nem tulajdonítottak kellő fontosságot az Egyesület jó munkájának, nem adtak feladatot a helyi csoportnak, sőt bizonyos mértékig a már meglévő lehetőségeket is korlátozták. Természetesen ebben mi is hibásak vagyunk, mert habár több esetben gyakoroltunk kritikát a helyi csoport vezetősége felé, még sem fogtuk meg azt kellő keménységgel, habár a MTESz ottani intézőbizottsága is felhívta erre a figyelmet.

Mindezek következménye az lett, hogy a közgyűlés által megszabott feladatokat, a vidéki szervezés terén nem teljesítettük maradéktalanul és ez év hátralévő részében kell elvégeznünk azt a munkát, amelyet egyrészt saját hibánkból, másrészt a már említett okokból kifolyólag nem teljesítettünk. Amint már említettem, a közgyűlés után az egyesületi életben fellendülés következett

be. Ez a fellendülés nem volt töretlen a mai napig.

Iparágainkban a szocialista fejlődés megindulása előtt meglehetősen nagymérvű szezonális volt, amely annak idején az egyesületi életre is rányomta bélyegét. A szezonális elsősorban a bányászati iparágban mutatkozott meg.

A szocialista fejlődés megindulásával a szezonális az iparban mind jobban vesztett erejéből és ma megszűnőben van. Ennek következménye az, hogy a nyári hónapokban az ipar vezetőire még nagyobb feladatok hárulnak, mint a téli hónapokban, mert a szezonális megszűnésével a kétlakosság még nem szűnt meg.

Ha ehhez hozzávesszük azt, hogy a szabadságolások nagy része a műszakiak körében is a nyári hónapokra esik, érthető, hogy a nyári hónapok folyamán egyesületi életünkben is lanyhulás következett be. A lanyhulás minden szakosztálynál jelentkezett, de nem egyforma mértékben. Legjobban a bányászati szakosztálynál éreztette hatását, amelyre a legnehezebb termelési feladatok is hárultak. Itt meg kell állapítani, hogy a bányászati szakosztály vezetői, akik egyben az ipar vezetői is, nem tudták kellőképpen kihasználni az Egyesületben rejlő erőket ezen feladatuk megoldásában és itt vissza kell térnem arra a hibára, amit saját magammal kapcsolatban már említettem. Ha az Egyesület és ipar vezetői összekapcsolták volna a két feladatot, az Egyesületet mozgósították volna a szezonális megszűntetésére irányuló feladat megoldására, a műszaki értelmiségben rejlő erő talán még jobban tudott volna hatni és a termelési programok megoldásában még több segítséget tudott volna nyújtani. A gyakorlatban azonban az történt, hogy nemcsak hogy a szakosztályt nem kapcsolták be a termelési feladatok megoldásába, hanem még egyik legdöntőbb feladat végrehajtását, amelyre egyesületünk a BEM-től kapott megbízást, hogy a középkáder továbbképzés anyagát állítsa össze, még ezen feladatot sem teljesítette maradéktalanul, csak hiányosan hajtotta végre és csak a határidő lejárta után.

A lanyhulás nemcsak a bányászati szakosztályban következett be, a többi szakosztálynál is kisebb-nagyobb mértékben jelentkezett és meg kell állapítani, hogy ezen a téren a legjobb munkát az öntödei szakosztály fejtette ki, amelynél habár kisebb lanyhulás bekövetkezett ugyan, mégis a nyár folyamán is tudta aktivizálni tagjait.

A szezonális lanyhulást újabb fellendülés követte az őszi folyamán, amely rövidebb-hosszabb idő után minden szakosztálynál jelentkezett. Így pl. a fémkohászati szakosztály, amelynek a nyár folyamán munkája meglehetősen visszaesett, a legutóbbi klubnapra már nagyszámú aktívát tudott mozgósítani.

Ezen tények, valamint Egyesületünk tevékenységének egyes mozzanata is visszatükrözik azokat a nehézségeket, amelyekkel Egyesületünk küzd és amelyek abból adódnak, hogy az Egyesületünk előtt álló feladatok napról-napra növekednek és új formát öltenek. Az elmúlt közgyűlés

egyesületünk 60. évfordulóját jelentette. Ez a 60 éves múlt egyben komoly, értékes hagyományokat jelent számunkra. Azonban meg kell mondanunk azt, hogy ma már Egyesületünk ezekből a hagyományokból nem tudja kielégíteni a felé irányuló követelményeket. Az Egyesület ma harci terep, amelyben meg kell küzdeni a maradi felfogásokkal, meg kell vívni az új technika bevezetésének harcát, biztosítani kell azt, hogy a leghaladottabb technika, a szovjet technika ne csak megismerést nyerjen a magyar műszakiak között, hanem a valóságban alkalmazást is kapjon. Egyesületünknek zászlóvivőnek kell lennie a szovjet technika ismertetése és alkalmazása terén. Ezzel el kell érünk azt, hogy a műszaki kultúra ne csak egy zártkörű társaság kisajátított tulajdona legyen, hanem a legszélesebb körben foglalkozzanak, szeressék és tiszteletben tartásuk a műszaki tudományokat.

Ezen célt szolgálja az MTESz által kezdeményezett szovjet technikai hónap is, amelynek keretében Egyesületünk is a többi tudományos egyesülettel karöltve kettős feladatot tölt be: mozgalmat indít a szovjet technika minél szélesebb körben való megismertetésére és segítséget nyújt az üzemeknél a szovjet technika gyakorlatban való bevezetésére. Ennek keretében pl. bányászati szakosztályunk a Donbassz-kombájnnal való kísérletezést kíséri figyelemmel, szervezi a tapasztalatcserét az egyes üzemek és vállalatok között és lendületbe hozza a versenyszellemet a műszaki dolgozók körében. Hasonlóan a többi szakosztályok is a szovjet technika bevezetésével foglalkoznak, de a szovjet szakirodalom ismertetése is nagy szerepet játszik ezen program keretében.

Az előbbieken beszéltem arról, hogy a nyár folyamán az egyesületi életben bizonyos lanyhulás következett be, meg kell azonban állapítani azt, hogy ez a lanyhulás nem a rendezvények számában mutatkozott meg, hanem inkább azok látogatottságában. A rendezvények száma ez évben jóval nagyobb volt, mint az előző években, a rendezvények látogatottsága azonban lényegesen csökkent. Az előadások színvonala általában jó volt, habár előfordult olyan eset is, amikor az előadás színvonala nem volt kielégítő. Itt a „Munkahelyek rangsorolásának szerepe az egyenletes termelés kialakításában” c. előadásra gondolok, amelyet komoly vita követett és a vita során több műszaki és fizikai dolgozó is rámutatott az előadás hiányosságaira. Ez azt bizonyítja, hogy műszaki értelmiségünkben az egészséges kritikai szellem meg van és rajtunk mulik az, hogy ezen kritikai szellemet milyen mértékben tudjuk fejlődésünk szolgálatába állítani. A rendezvények közül kiemelkedtek az alábbiak, amelyek jelentősége túlhaladta a társadalmi munka kerekeit. Ezen rendezvények: az Akadémia bányászati kongresszusa, amelyet egyesületünk a M. Tud. Akadémiával közösen rendezett; az Országos Öntő Konferencia, amelyet egyesületünk a KGM és Vasas Szakszervezettel karöltve rendezett, valamint a Kohászati Kongresszus, amelynek tárgya a minőségi acélgártás és a ferroötvezetek kérdése volt.

Ezen rendezvények jelentőségére jellemző az, hogy pl. az öntőkonferencia határozatainak egy részét a KGM rendelet formájában adta ki, a Kohászati Kongresszust a Szovjet Tudományos Akadémia táviratban üdvözölte.

A kohászati kongresszus jelentősége abban is megmutatkozik, hogy ezen kongresszus előkészítése új formát hozott a műszaki tudományos munkába. Ez az új forma abban nyilvánult meg, hogy a kongresszus anyagát komoly üzemi kísérletsorozat előzte meg, amelynek beindítását ill. kezdeményezését a kongresszus tematikája tette szükségessé. A kongresszus határozatai nagyrészt az 1953. évi műszaki feladatok megoldásának kiindulópontjait képezik a vaskohászatban.

A kongresszuson külföldi tudósok is résztvettek, akik előadásukkal emelték a kongresszus színvonalát.

Az egyesületi munkabizottságok működése nem volt mindenben kielégítő, habár több munkabizottságunk is társadalmi munkával segítséget nyújtott népgazdaságunk különböző területein.

Igy pl. említésre érdemes a kőzetmechanikai, a tűzállóanyag, bronz, bentonit és ferromangán munkabizottság.

Itt kell említést tennünk arról, hogy Egyesületünk jubiláris közgyűlésén született egy határozat arra vonatkozóan, hogy az egyes szakosztályok alakítsanak munkabizottságokat a szakmai kézikönyvek készítésére, amelyeknek meglehetősen nagy hiányát érezzük. Ez a munka részben megindult, nevezetesen a fémkohászati és az öntődei szakosztályban, a bányászati és vaskohászati szakosztály még nem indította be ezt a munkát, habár a szakosztály vezetőségi ülésén már foglalkoztak vele.

Egyesületi munkánk keretében következetes, folyamatos munkát lapjaink mutatnak, amelyeknek szerkesztőbizottságait javaslom dicséretben részesíteni. Különösen áll ez a Bányászati Lapokra, amelynek szerkesztőbizottsága rendszeresen végzi munkáját és a szerkesztőbizottsági tagok legnagyobb részt kötelességüknek tartják aktív részt venni a szerkesztés munkájában. A Kohászati Lapoknál ez az aktivitás nem ilyen egyenletes, azonban a Kohászati Lapok színvonala indokoltá teszi jó munkájuk dicséretben részesítését.

Az egyesületi munkával kapcsolatban gyakran felmerül egy rendkívül fontos kérdés: az egyesületi, társadalmi munkában való fegyelem kérdése. Ez már több esetben különböző formában kifejezést nyert. Aktívaink több alkalommal kaptak kritikát azért, mert az önként vállalt társadalmi munka elvégzésében kisebb-nagyobb mulasztásokat követtek el. A helyesen és idejében

alkalmazott kritikának eredménye megmutatkozott. Így pl. a Kohászati Lapok szerkesztőbizottságának tagjai — egy időben — a szerkesztőbizottsági üléseken való részvételt elhanyagolták. Az egyesület vezetősége bírálatban részesítette ezen tagokat és meg kell állapítani, hogy az aktívák mindnyájan elfogadták a társadalmi kritikát és újból rendszeresen teljesítették ez irányú munkájukat.

Most a társadalmi fegyelem egy másik kérdésével foglalkozom, nevezetesen a tagdíjvetési fegyelemmel. Egyesületünknek 3227 tagja van. Ez a taglétszám azonban csak elméleti, mivel annak megközelítőleg a fele fizet rendszeresen tagdíjat. Feltétlenül szükséges az, hogy az egyesületi tagokat ebből a szempontból felülbíráljuk és alkalmazzuk a közgyűlés által jóváhagyott módosított alapszabály 6. §-át, mely szerint 3 hónapi tagdíjhátralék után az egyesület írásban felszólítja a hátralékban lévő tagot a tagdíj befizetésére és amennyiben záros határidőn belül a tagdíjat nem fizeti be, úgy a tagok sorából törlendő.

A közeljövőben a tagság ilyen szempontból való felülbíráását és a hátralékban lévők írásbeli felszólítását végre fogjuk hajtani. Amennyiben a választmány hozzájárul, 1953. január 1-ben állapítjuk meg a határidőt. Aki január 1-ig tagdíját nem rendezi, a továbbiakban egyesületünknek nem tagja.

A tagdíj rendezésének azért is nagy jelentősége van, mert aki nem fizeti be előre a tagdíjat az a lapot sem kaphatja meg, ezáltal az Egyesülettel való kapcsolata még lazábbá válik, így nincs értelme annak, hogy Egyesületünkönél nyilván-tartásban szerepeljen.

Az eddigiekben nagy vonalakban ismertettem az Egyesület munkáját a közgyűlés óta és egyben rámutattam az év hátralévő részében még ránk váruló feladatokra. Ezen munka, amelyet ez év hátralévő részében még végeznünk kell, egyben meg kell, hogy határozza 1953. évi munkánkat is, amelynek a szovjet technikai hónap munkája folytatásának kell lennie. Erre kell felépítenünk 1953. évi munkatervünket. A munkatervnek tartalmaznia kell alapanyagbázisunk kifejlesztését, az új technika bevezetését és foglalkoznia kell műszaki értelmiségünk fokozottabb bevonásával ezen feladatok megoldásában.

Meg kell valósítanunk azon elvet, amelyet már többször hangoztattunk, de megvalósításában nem tudtunk kielégítő eredményt elérni, közelebb hozni az egyesületi munkát a gyakorlati munkához, bevinni az egyesületi életet, a társadalmi munkát az üzemekbe. Ezen a téren általánosítani kell az ajkai és győri helyi csoport tapasztalatait.

## Felföldi Zoltán vaskohászati szakosztályi titkár beszámolója

Bocsáncai János főtitkári beszámolójában rámutatott Egyesületünk 60 éves működéséből származó hagyományaira. Világosan levezette, hogy népgazdaságunk életében a tudományos társadalmi szervezetektől megkívánt feladatok ellátására ezek a tradíciók nem adnak elégséges alapot. Meghatározta a feladatokat is, amelyet Egyesületünknek, és így minden szakosztályának egyértelműen végre kell hajtani.

A mi Egyesületünknek is el kell látnia a transzmisszió feladatát, hogy biztosítsuk a Párt, a kormány vezetői által kitűzött gazdasági feladatok megoldását, a műszaki kultúra fejlesztése és üzemünk életében az új technika — a minőség javítását a termelékenységet szakadatlanul növelő forradalmi technika megvalósítása területén. Ez a feladat az Egyesületet, annak minden vezetőjét és tagját felelőssé teszi a népgazdasági terv fokozott, kellő műszaki és tudományos megalapozottságú végrehajtásáért. Az egyesületi kollektív élet, jó irányítással ugyanakkor segítséget is nyújt ennek megvalósításában.

Ennek alapján az Egyesület szakosztályainak feladata:

1. a technikai tudományok fejlődését jelentő kérdések felvetése,
2. ezek tudományos alapokra épített megvalósítására javaslatok kidolgozása.
3. Ezeknek bevezetésével az üzemek műszaki fejlesztésének biztosítása.

Ennek megfelelően akarom bemutatni vaskohászati szakosztályunk életét. A szakosztály vezetősége a felsorolt szempontoknak megfelelően állította össze működési tervét. Felülvizsgálatánál megállapítható, hogy azt Egyesületünk aktív tagjai végre is hajtották, részben az Egyesületben, részben gazdasági szervekben, részben az akadémiai bizottságokban végzett munkájuk során.

A megállapítás azonban az egyesületi élet hiányosságait is megmutatja:

1. a szakosztályi munka lassú. A döntő kérdések megoldására nem tud olyan aktívahálózatot mozgósítani, akik jó munkájukkal kellő időben adják a megoldást a döntésre illetékes gazdasági fórum számára. Így a döntő kérdések végső megoldását az egyesületi tagok bevonásával valamely főhatóság biztosítja.

2. a szakosztály vezetősége nem tudott kellően mozgósítani Budapesten egyes szakmai kérdések megoldására kellő számú szakembert.

Budapesti üzemünk közül az R. M. Művek és a Lőrinci Hengermű kimondott kohászati üzem, ahol a vaskohászati szakosztálynak keresni valója van. Ugyanakkor a teljes kohászati technológia területén aktívan kellene dolgoznia. A Vasipari Kutató Intézet, a KITI szakkadereinek, de még a minisztérium szakembereinek mozgósítására sem tudta a szakosztály a kellő utat megtalálni. Több-  
szöri próbálkozás is kudarcra végződött.

Az összekötők szervezetének felállítása, az egyéni agitáció módszereinek fokozott alkalma-

zása ma már mind több egyesületi tag aktív támaszát biztosítja, de itt még többet, még fokozottabban kell dolgozni minden egyesületi vezetőnek, és minden aktívának. Különösen fontos a felvilágosító munka megszervezése a minisztériumban. A vaskohászati szakosztályban, ellentétben a bányászati szakosztállyal, nem a minisztérium gazdasági vezetői a szakosztály vezetői.

A Kutató Intézet vezetőinek zárkózottsága sem segítette a szakosztály életét. A tématervebe felvett kérdések társadalmi előkészítése, azok értékelése, a bevezetésükre való társadalmi mozgósítás elmaradt, annak ellenére, hogy ez a feladat társadalmi funkció, a transzmissziós feladat végrehajtása lett volna. Ebben a bürokráciának is szomorú szerep jutott. Nem egy esetben a társadalmi munkában végzett munkabizottsági eredmények elhallgatása, néha azok kisajátítása lett a munkabizottsági tagok munkájának elismerése. A szakosztály, az Egyesület vezetősége minden esetben éles harcot vívott, de az energiának ily irányú felhasználása a kollektív munka rovására ment.

A gyökeres változás ezen a területen akkor várható, ha a szakosztály vezetői és minden aktívája méginkább az egyéni agitáció módszerével él és biztosítja az aktívák számának növelését, segít az egyesületi kollektív élet szervezetének megerősítésében. Ezen a területen gazdasági vezetőink hathatós segítségére is szükségünk van.

Szakosztályunk életének irányításában jó munkájukkal kitűntek: Szele Mihály, Szeless László, Árkos Frigyes, Tetmajer Alfréd és Forbáth Róbert.

Munkabizottságaink munkájából ki kell emelnünk:

A Forbáth Róbert által vezetett samott munkabizottság eredményes működését, vidéki bizottsági üléseinek gyakorlati jelentőségét és különösen az október végén Sztálin Vasműben tartott eredményes bizottsági munkáját.

Jelentős eredményeket biztosított a népgazdaság számára

Szeless László a hengerek produktív munkabizottságának növelésével foglalkozó munkabizottsága;

Mosóczy Vilmos ferromangán gazdálkodással foglalkozó munkabizottsága;

Hasznos munkát végzett Kőrös Béla acélművi kokillagazdálkodással foglalkozó bizottsága;

Visnyovszky László tűzálló cement munkabizottsága;

Sövegjártó János szilimanit és bázikus tűzállóanyag bizottsága.

A kollektív munka eredményét tükrözi a Kohászati Kongresszus eredménye. Itt köszönetet kell mondanom az irodalom és az üzemi eredmények feldolgozását biztosító brigádok vezetőnek, a komoly elmélyülést igénylő munkák összeállításáért és külön ki kell emelni az előadó elvtársak rendkívül értékes munkáját. Ezek az előadások a napi munkával legjobban terhelt szakembereink



éjszakába nyúló munkáit hozták a kongresszus elé.

Az üzemi kísérletek lefolytatásával elért eredményeink gyakorlati alkalmazását biztosító, a teendőinket összefoglaló, kohászatunk gyakorlati és elvi kérdéseinek megoldásában állást foglaló előadások megírásáért jegyzőkönyvi dicséretet javaslok

Balsai István, Szücs Endre és Dobos György elvtársaknak.

Példamutatásuk minden egyesületi tag előtt bizonyítja, hogy a technika haladásáért, a nép-gazdaság műszaki problémáinak megoldásáért hogyan tud küzdeni az élenjáró műszaki értelmiség a legnagyobb üzemi problémák közepette is.

A kongresszus rendezésében végzett odaadó munkájukért jegyzőkönyvi dicséretet javaslok Dániel Lajosné, Székely Rezsőné, Keresztúry György, Szeless László és Szele Mihály elvtársaknak.

A Kohászati Kongresszus útmutató, példaadó szakosztályunk életében.

Döntően megmutatta, hogy a műszaki értelmiség kollektív alkotókészsége a széleskörű közreműködéssel mekkora segítséget tud nyújtani.

Megadta a szakosztály vezetőségének a szervezési feladatok megoldására az útmutatót. Megtanított bennünket a kitűzött célért folytatandó kemény harcra és ebből elegendő erőt merítettünk az év hátralévő feladatainak megoldására.

Célkitűzéseinket a következőkben foglalhatom össze. 1952 hátralévő és 1953 évben megoldandó feladataink:

1. Széleskörű aktív szervezés az egyéni mozgósítás elvére építve.

2. A szovjet technológia és a szovjet irodalom ismertetése.

3. Az acélgyártás, a nyersvasgyártás új útjainak rögzítése.

4. A kohászati műszeresítés, automatizálás problémáinak megoldása.

5. A kohászati kemencék építése és hőgazdálkodásuk problémáinak megoldása.

6. A kohászati alapanyagbázis kiszélesítése.

7. A tűzállóanyagok gyártása és felhasználása a kohászatban.

Meglévő hibáink leküzdésére további segítséget kell kérnem a választmánytól bírálat formájában. Bízom, hogy a kritika termékeny talajra jut és a szakosztályi élet aktívabb vezetésében segít bennünket.

## Pályázati felhívás tudományos ösztöndíjakra

A Magyar Tudományos Akadémia pályázatot hirdet tudományos ösztöndíjakra, melyekkel főleg kezdő kutatók tudományos eredményeit kívánja jutalmazni. Az ösztöndíjak vagy prémiumok, vagy havonta folyósított összegek alakjában kerülnek kiosztásra.

1. Ösztöndíj-prémiumra a kutatómunkában elért eredmények, ill. részleteredmények (nagyobb tudományos feladatok előmunkálatai, korszerű kutatási módszerek bevezetése stb.) alapján lehet pályázni. A pályázatot az elért eredmények részletes leírásával és feldolgozásával az év folyamán bármikor be lehet adni az Akadémia illetékes osztályához.

Az ösztöndíj-prémiumok összege 5000 forintig terjed.

2. Havi ösztöndíjra azok pályázhatnak, akiknek állásuk révén nem hivatásuk a tudományos kutatás (üzemi mérnökök, középiskolai tanárok). Az egyetemi tanszemélyzet tagjai havi ösztöndíjra nem pályázhatnak, hanem csak ösztöndíj-prémiumra. A pályázathoz életrajzon kívül mellékelni kell a választott téma kidolgozásának vázlatos tervét, a javasolt szakmai tanácsadónak, továbbá azon intézet vezetőjének beleegyező nyilatkozatát, melyben a pályázó dolgozni kíván. Szakmai tanácsadót és munkahely kijelölését a pályázó az Akadémiától is kérheti.

A havi ösztöndíj 150—400 Ft. Folyósítása csak akkor kezdődik meg, ha a pályázó már elért részleteredményeket és ezokról az Akadémia illetékes osztályának beszámolt. Ilyen esetekben a kifizetés január 1-től visszamenőleg történik meg.

A havi ösztöndíj megvonható, ha az Akadémia az ösztöndíjas munkáját nem tartja megfelelőnek.

Kutatóintézetben dolgozók (minthogy a kutatók a főfoglalkozásuk), ösztöndíjban nem részesülhetnek.

Ösztöndíjra az Akadémia által kitűzött vagy szabadon választott témákkal lehet pályázni. Az országos tudományos terv megvalósítását elősegítő témák előnyben részesülnek (ilyenek elsősorban a kitűzött témák).

A kohászat területén kitűzött témák a következők: Munkadarab anyagösszetételének és hőkezelési állapotának befolyása az elérhető felületi simaságára, símitó esztergálásra és marásra.

Az anyag tulajdonságainak befolyása a mélyhúzásra.

Vasércék redukálhatósága, különös tekintettel a magyar viszonyokra.

A magyar vasdús bauxitok felhasználása a vas-és acélgyártásban.

Kalciumaluminát salak alkalmazása acélgyártásnál.

Ötvöző fémek és ferroötvözetek hazai alapanyagbázisának felkutatása és technológiájának kidolgozása.

A bór felhasználása acélokban ötvöző anyagok pótlására.

Különleges edzési műveletek alkalmazása.

Üzemi kísérletek bázikus belésű kupolókemencével.

Kupoló salakok vizsgálata.

Grafit kristályosodás fizikai-kémiai vonatkozásai.

A magyar bentonitok öntődei felhasználása.

A fekete temperöntvénygyártás hazai problémái.

A gömbgrafitos öntöttvas üzemi gyártásának hazai feltételei.

A fémek süllyesztékben való kovácsolásánál fellépő erők kísérleti meghatározása.

Mangánere mosásánál, dúsításánál keletkező mangántartalmú iszapok vegyi módszerekkel való dúsítása.

Nagy vas- és kavasvartartalmú bauxitok mágneses szeparálással kapcsolatos feldolgozása timföldre Bayer eljárással.

Hazai potenciális kénforrások (recski, gyöngyösoros) használt gáztisztító masszai hasznosítása.

Fehérfémhulladékok korszerű feldolgozása.

Vasmentes fémmangán, ill. Mn-Al ötvözet előállítása, nem elektrolitikus gyorsan megvalósítható úton.

Nemesfémekben, ill. nemesfémötvözetekben szennyező, illetőleg ötvöző elemek pontos mennyiségi meghatározásának módszere (Pt stb.).

Salakképződés csökkentése az Al. elektrolízisnél. Léggikeveréssel kapcsolatos kérdések timföldgyártásnál.

Kádak energiakihasználásának javítása az alumíniumelektrolízisnél.

Lúghabzással kapcsolatos problémák, timföldgyártásnál.

Timföld szemmagyság kialakítása, a gyártás folyamán.

A timföld koncentráció befolyása az alumíniumkohók áramviszonyára.

A bauxit ritkafém tartalmának, különösen Ti és V tartalmának minél tökéletesebb kinyerése.

Az alumínium és alumíniumötvözet fémgyártmányok gyártástechnológiájához szükséges számítás alapelveinek továbbfejlesztése.

A rézkatóda szennyezés körülményeinek vizsgálata.

Technológiai vizsgálatok különböző nemesíthető nehézfémekkel kapcsolatban.

Rézanóda iszapok nedves úton történő különböző feldolgozási lehetőségei.

Nem-vas fémfürdők gáztalanítása és tisztítása. Borított anyagok technológiájának kérdése, különös tekintettel a rézzel borított Al-ra.

A foszfor vagy más alkotórész gyors meghatározása vanádium iszapban.

A titán vagy más alkotórész gyors meghatározása vörösiszapban.

A timföld szennyezésének gyors meghatározása, különös tekintettel az elektromos vezetőképességet rontó tényezőkre.

A kriolit gyors meghatározása.

Tolókemencét elhagyó hőfok mérése és ennek alapján a kemence hőfok-szabályozása.

Elektrodafolyamatokra és elektrolitokra vonatkozó vizsgálatok.

Anyagszerkezeti kutatások.

Nyomelemek kimutatása és meghatározása új kémiai módszerekkel.

Új színképelemzési eljárások kidolgozása fémekre és nem-fémekre.

Új komplex-kémiai analitikai eljárások kidolgozása. Bauxitfeldolgozás melléktermékeinek népgazdasági szempontból történő hasznosítása.

Elméleti és kísérleti vizsgálatok a mikrohullámokkal kapcsolatban.

Különböző vasipari ötvözetek ferromágneses vizsgálata.

A ferroelektromos jelenségek különböző fajtái és jelentőségük a technika szempontjából.

Szilárd testek elmélete és annak alkalmazása technikai problémákra.

Lángok sugárzásának és hőátadásának vizsgálata.

Új iparágak keletkezése a magyar iparban és szerepük a népgazdaság fejlődésében (autógyártás, mezőgazdasági gépgyártás, szerszámgyártás, alumíniumipar, konfekcióipar stb.).

Hogyan kell érvényesítenünk Sztálin elvtárs tanításait a szocializmus alapvető törvényéről az ipar-gazdaság különböző területein, különösen a tervezés terén.

Koncentráció, specializáció, kombináció kérdései a magyar ipar egyes ágaiban.

A kapacitások teljes kihasználásának módszerei a magyar ipar egyes ágaiban. (Bányászat, kohászat, gépipar, vegyipar, építőanyagipar, villamosenergia).

A forgóalpok forgási sebességének gyorsítása és a termelési ciklus tartama egyes iparágakban.

Megtakarítási lehetőségek a beruházások terén az ipar különböző ágaiban.

A Kovaljov-módszer konkrét alkalmazási lehetőségei és tapasztalatai az egyes iparágakban.

A termelékenység emelésének tartalékai, felderítésük és tervezésük módszerei az ipar különböző ágaiban.

Az iparvállalatokon belüli tervezés módszerei és azok tökéletesítésének lehetőségei egyes vállalatok tapasztalatai alapján.

Az élenjáró sztahanovista módszerek komplex alkalmazásának lehetőségei (szovjet irodalom tanulmányozása és üzemi tapasztalatok alapján).

Hogyan fejlesszük tovább az iparvállalatok tervezésének módszereit.

Teljes értékű permalloy „C” hazai előállításának problémája és elméleti és gyakorlati tisztázása.

Hengerművek automatizálási kérdései.

Martin-kemencék automatizálása.

Kohók és nagyolvasztók automatizálásának kérdései.

Ívkemencék automatikus szabályozása.

## Könyvismertetés

*Alexander Geleji: Die Berechnung der Kräfte und des Kraftbedarfes bei der Formgebung im bildsamen Zustände der Metalle.* (A fémek képlékeny alakításánál fellépő erők és erőszükségletek számítása. Akadémiai Kiadó Budapest. 1952. 248 oldal. 240 ábra).

A könyv alapos elméleti és gyakorlati anyaggal kiegészített átdolgozása dr. Geleji Sándor Kossuth-díjas akadémikus ama munkájának, amely hasonló címen jelent meg 1948-ban a Mérnöki Továbbképző Intézet kiadásában. Ezzel kezdődik a jó papíron nyomott, izléses kiállítású könyv előszava, amelyben a szerző azt is ki-domborítja, hogy a fémek képlékeny alakításánál fellépő erők meghatározását és az alakítás erőszükségletét oly számítási eljárással végzi, amely a gyakorlati igények egyszerű és megbízható kielégítésére alkalmas.

A magyar könyv megjelenését a kritika már akkor is igen kedvezően fogadta, főleg azért, mert dr. Geleji kitűzött célja megoldásában a fémek képlékeny alakítása elemi műveleteinek lényegéből indul ki.

A jelen könyvismertetés tehát legfeljebb csak megismételhetné azokat a szakmai megállapításokat, amiket Pattantyus Á. Imre a B. K. L. 1949. évf. 3. számában megjelent könyvismertetésében a magyar nyelven akkor megjelent munkáról közölt. A kritikai méltatás helyett a továbbiakban tehát inkább arra térünk ki, kissé bővebben, mik azok a részletek, amelyek a képlékeny alakítás általános érvényű alapelveit, a kovácsolás és a sajto-

lás, a rúd- és lemezalakú anyagok hengerlése, a csőhengerlés, a rúd-, drót- és csőhúzás, a rúdsajtolás s a lemezek hajlítása és mélyhúzása kérdéseiben a magyarnyelvű akkori kiadáshoz képest kibővített.

A tömör, de mindig világos, tárgyalási anyagnak csupán a terjedelmét tekintve, a németnyelvű anyag közel kétszeres, az ábra anyag pedig ötven százalékkal több.

A bevezető részben már a térfogatállandóság törvénye tárgyalásának lényege kibővült azzal, hogy a törvényből levonja a gyakorlati szempontból jelentős megfontolásokat.

A kovácsolásról és sajtolásról szóló rész a magyarnyelvű kiadásnak négyszeresére bővült. A kibővítés egyik igen szép része a munkának, s az ütés időtartamát és hasznos teljesítményét tárgyalja. A kovácsolás e két tényezőjének dr. Geleji által kidolgozott megvilágítása egészen újszerű, mert az eddig ismeretes szakmunkák nagyrésze az ütésnél veszendőbe menő energiát a Carnot-féle formulával magyarázták, amelyekben a sok más tényezőtől függő, ütési együttható szerepel. Dr. Geleji éppen azt bizonyítja, hogy mindazok a feltevések, amelyek a kovácsolásnál fellépő folyamatok magyarázatánál csak e tényezőre hivatkoznak, nélkülözik a reális állapot.

A következő, rúd- és lemezalakú testek hengerléséről szóló rész is lényegesen — kétszeresére — bővült.

E fejezetben a szerző több olyan törvényszerűséget igazol be számításával, amit más kutatók csak kísérleti megfigyelésként közöltek az irodalomban. Így pl. W. Lueg és A. Pomp kísérleti megfigyeléseikből megállapították, hogy a hengerlési nyomás — azonos fogyásszázalék esetén — a hengerátmérő növekedésével egyenesen arányos. Ezt a megfigyelést dr. Geleji a duralumin (LM 2 : 3,94% Cu, 0,90% Mg, 0,45% Mn, 0,35% Si) meleg hengerlésénél végzett számításával igazolta. (61. és köv. oldalak.) E részben külön ki kell még emelnünk a meleg darabnak a hengerlés közben történő lehülésére vonatkozó számításokat.

A csőhengerléssel foglalkozó IV. rész méltán sorakozik a többi fejezetek mellé, s ha az egyes fejezeteket külön-külön akarnánk értékelni, ez vinné el az elsőbbség pálmáját. Érdekes, világos s amellet: szép.

A rúd-, drót- és csőhúzásról szóló V. rész ismét nagymértékben bővült. Mind elméleti, mind gyakorlati szempontból igen értékesek azok a diagrammok, amelyek a húzóerőket ábrázolják, a rézre és acélra a keresztmetszet-csökkenés s a húzási szög függvényében.

E fejezet csőhúzási részében egy SR 63-ból történő csőhúzási példát találunk, amelyben az előzetes elméleti számítások alapján igen leegyszerűsített s a gyakorlati igényeket teljesen kielégítő meghatározást találunk a húzásnál fellépő erők és az erőszükséglet megállapítására.

A VI., VII. és VIII. fejezetek a *rúdsajtoltással*, a lemezek hajlításával és *mélyhúzásával* foglalkoznak. A rúdsajtoltásnál találjuk az erőszükséglet példával megvilágított számítását, továbbá három diagrammot, amelyekből a 99,97%-os Cu, SR 67 és 99,98% Al sajtolására vonatkozó

számított s a kísérletileg is igazolt erőszükségleteket vehetjük ki.

A lemezek hajlításával és mélyhúzásával foglalkozó fejezetek ismét igen érdekes részei a munkának. Ezek a fejezetek főleg azért igen tanulságosak és tanítók, mert az itt levezetett számítások különösen a mélyhúzás tárgyalásánál — pl. a kazánhengerek, dómok és tartályfeneknek hajlításánál fellépő erőviszonyok számítására is alkalmasak. A lemezhajlítás erőviszonyait gyakorlatilag egy 1500 mm Ø-jű kazánköpeny példáján számítja, míg a mélyhúzást egy 1700 mm Ø-jű réztartály fenékdómja kiképzésének során. E két példából is az látszik, hogy a könyv a gyakorlat céljait szolgálja.

Megszoktuk már s mindig örömmel könyveltük el, hogy dr. Geleji ezirányú cikkei a külföldi szaklapokban is eléggé sűrűn, megjelentek. A Tudományos Akadémiát illeti elismerés azért, hogy most ezt az anyagot idegen nyelven is megjelentette.

Valószínű, hogy számos, német szerkesztőirodában is megtalálnánk már e könyvet, amely amúgyis elsősorban azoknak a szakembereknek készült, akik henger-, és húzóművek szerkesztésével foglalkoznak.

A lényegesen rövidebb magyar munka megjelenésekor hiányoltuk, hogy — talán túlzott szerénységből — az ott közölt irodalmi felsorolásból hiányoztak dr. Geleji idevonatkozó cikkei. Örömmel látjuk, hogy a német kiadásban ez megtörtént. A szerzőnek csak itt felsorolt 20 munkája adhat már némi tájékoztatást arról a kitartó negyedszázados elméleti és gyakorlati kutatómunkáról, amelyet a szerző ezen a téren végzett.

A könyv kiállítása az Akadémiai Nyomdát dicséri.

Jy.

## Lapszemle

### Az Ognyeupori 1952. 10. számának tartalomjegyzéke Termelés

*Novikov—Szmirnova*: Ásványi kötésű karborundum-tűzállóanyagok gyártási technológiájának korszerűsítése ..... 435

#### A gyártás automatizálása

*Larenkov*: Automatizált alagútszárító-kemence kihasználása a krasznogorovszkij gyárban ..... 446

*Ganics*: A tűzállóanyaggyártás nyersanyagraktárainak gépesítése ..... 452

### Kutatómunka

*Goncsarov—Makaricseva*: Az iparilag előállított magnezit aktivitásának megállapítása hidratációval 458

*Svarcman—Pecsenev—Grusin*: A rádióaktív indikátorok módszerének alkalmazása a tűzállóanyagok diffúziójának kutatásához ..... 465

*Filonenko—Kuznyecova*: Az elektrokorund rendellenes dilatációjának kérdései ..... 470

### Tapasztalatsere

*Sztarun—Posztolica*: Gyorségetés a körkemencében 475

Bibliográfia ..... 479

## Hibaigazítás

A Kohászati Lapok 1952. évi 10. számában megjelent Tetmájer Alfréd cikke: „Az oxigén alkalmazása a magyar vaskohászatban” címmel. A cikket követő hozzászólások a hibás jegyzőkönyvek következtében értelemzavaróan összekeveredtek. Az alábbiakban közöljük dr. Sailer Géza hozzászólásának helyes szövegét:

„Előadó megemlítette a Siemens—Martin-kemencék fűtésére szolgáló generátorgáz kéntelenítésének szükségességét, amelynek megvalósítása elősegítené a SM-acélok minőségi javításának ügyét. Talán jobban, mint a kohászat, sürgeti a kéntelenítést a vegyi ipar, mely a kéntelenítésnél kinyerhető kénre tart igényt. A kén úgy elemi, mint vegyületei (kénsav stb.) alakjában a mezőgazdaság, a vegyi ipar s azonkívül egész sor más ipar (textil-, cellulóze-, bőripar, gyógyszergyártás stb.) számára nélkülözhetetlen alapanyag. Minthogy hazánkban számottevő pirit-, gipsz- vagy más kéntartalmú ásványi előfordulás nincs, kéntelenítést a külföldről kell beszereznünk, holott szeneinkben hatalmas kénmennyiség áll rendelkez-

zésünkre, mely a szénből fejlesztett lepárlási és generátorgázokból kinyerhető.

A Hőgazdálkodási Tudományos Egyesület gázkéntelenítési bizottsága behatóan foglalkozott és foglalkozik a gázkéntelenítési eljárásokkal s már eddig is jó munkát végzett, mert kijelölte azokat az eljárásokat, melyek a különféle gázok, így a generátorgáz kéntelenítésére is hazai viszonylatban szóba jöhetnek. Tehát a bizottság elvégezte az úttörő munkát s most a kohászatban a sor, hogy a maga részéről is a szükséges előmunkákat megtegye.

Ezek: a gázkéntelenítés előfeltételül szereplő kátránytalanítás, a kátránymentes gáz lángjának színezése céljából szükséges karbulálás, a telepítés stb. kérdésének kimunkálása. — Javasolom e célból a Bányászati és Kohászati Egyesületben munkabizottság megszervezését, mely az előbb említett bizottsággal együttműködve s a kéntelenítés kérdésének megoldását kohászati vonalon is előkészítve azt közelebb hozná a megvalósításhoz.”

## Hírek

### III. Országos Újító Kiállítás

1953 március 28—május 3-ig rendez meg az Országos Találmányi Hivatal a III. Országos Újító Kiállítást a városligeti Centenárium Csarnokban.

A kiállítás bemutatja az 1951—52. években bevezetett vagy tervbevetett újítások legjavát.

Újítómozgalmunk az utóbbi két évben hatalmas fejlődésen ment keresztül. Míg 1950-ben kb. 189 000 újítási javaslatot nyújtottak be, addig 1952. év első kilenc hónapjában 339 000 volt a benyújtott javaslatok száma. 1950-ben a benyújtott javaslatok után a várható évi gazdasági megtakarítás 787 millió forint volt, 1952. év első kilenc hónapjában pedig már elérte az 1510 millió forintot. Ez a hatalmas fejlődés, az újítások számának ez a hatalmas növekedése azt bizonyítja, hogy dolgozó népünk megértette: már nem a kizsákmányoló tőkésének dolgozik, hanem saját magának.

Az első Országos Újító Kiállításnak az volt a célja, hogy minél több újítást mutassunk be. Az újítások számával, tömegével akartuk dolgozó népünket meggyőzni az újítómozgalom egyre növekvő erejéről. A második országos kiállításon már résztvettek kutató intézeteink is. Ez a kiállítás már az elmélet és a gyakorlat kapcsolatát bizonyította. Megmutatta, hogyan segítik tudósaink, kutatóink a termelésben dolgozókat. A harmadik országos kiállításnak azonban még ennél is többet kell mondania: be kell bizonyítania, hogy minden mennyiségi eredmény idővel minőségi eredménnyé válik.

Ez a kiállítás nemcsak újítóink javaslatainak minőségi változását fogja bizonyítani, hanem számadást fog jelenteni újítási megbízottaink és a minisztériumok újítási osztályainak munkájáról is. Reméljük ez a számadás oda fog vezetni, hogy az illetékes szervek között egészséges verseny fejlődik ki. Ennek a versenynek a nyertese pedig dolgozó népünk lesz.

## A Bányászati és Kohászati Egyesület fontos közleményei

Emlékeztetjük tagtársainkat, hogy alapszabályaink értelmében 3 havi tagdíjhátralék esetén egyesületi tagságuk megszűnik. A Kohászati Lapokat illetményképpen csak azok a tagtársak kaphatják, akik havi tagdíjukat előre befizetik.

★

Sajnálattal tapasztaljuk, hogy egyes tagtársaink az egyesületi könyvtárból kölcsönvett könyveket 2 hónavnál tovább tartják maguknál és ezzel a könyveket más érdeklődő tagtársak számára hozzáférhetetlenné teszik. Az Egyesület vezetősége a jövőben fegyelmi eljárást indít azok ellen, akik a náluk lévő könyvtári könyveket írásbeli felszólítás ellenére sem juttatják vissza az Egyesületnek.

★

**Szerkesztőségi hír!** Értesítjük Lapunk olvasóit, hogy szerkesztőségünk új címe Budapest, VI., Rudas László- (volt Podmaniczky) utca 45., II. em.

## FELHÍVÁS

Felhívjuk előfizetőink figyelmét, hogy folyóiratmegrendeléseikkel, esetleges reklamációjukkal közvetlenül a Posta Központi Hírlapirodához (József Nádor-tér 1., telefon: 188-850) forduljanak, ahol a lapok terjesztését végzik.

NEHÉZIPARI  
KÖNYV- ÉS FOLYÓIRATKIADÓ VÁLLALAT

V A S K O H Á S Z A T

Felelős szerkesztő: Vajk Péter. — Felelős kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat vezérigazgatója  
Megjelenik: 1100 pld-ban. — Szerkesztőség: V., Szalay-utca 4. — Telefon: 129-699.

15491/LD02 - Révai-nyomda Budapest V, Vadász-utca 16 (Felelős vezető: Nyáry Dezső)

# KOHÁSZATI

*lapok*

ALAPITOTTA PÉCH ANTAL 1868-BAN



**2** SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

---

KOHÁSZATI LAPOK 8. (86.) ÉVFOLYAM 2. SZÁM 24—48 OLDAL

BUDAPEST, 1953. FEBRUÁR

# KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület,  
A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége  
TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest VI. Rudas László-u. 45 • Telefon: 129-696, 127-084

Венгерский Журнал Metallургии

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

Főszerkesztő: Komjáthy László • Felelős szerkesztő: Vajk Péter

Szerkesztőbizottság: Árkos Frigyes, Deniflée Sándor, dr. Dobos György,

Felföldi Zoltán, dr. Gillemot László, Jakóby László, Kálmán Lajos, Varga Ferenc

Felelős kiadó: Solt Sándor

<i>Selmezi Béla:</i> Tűzállóanyag-kérdések, különös tekintettel a pakura- tüzelés elterjedésére a Martin-kemencében .....	25
<i>Árkos Frigyes:</i> Egy új típusú kemencével szerzett üzemi tapasztala- latok .....	34
<i>Szkuljev—Braun:</i> Erősen ötvözött acélokból készült kovácsdarabok hűtése .....	40
<i>Szabó Ödön:</i> Ötvözetlen acélok mikroszövetének hatása az alakít- hatóságra (I. rész) .....	47
<b>Öntöde:</b>	
<i>Karsay István:</i> A gömbgrafitos öntöttvas gyártásának feltételei .....	25
<i>Dr. Barna János:</i> Hazai bentonitok mint öntödei kötőanyagok .....	30
<i>Füle Endre:</i> Koptatási kísérletek szürke öntöttvasból készült vasúti féktuskókkal .....	39
<b>A Bányászati és Kohászati Egyesület Öntödei Szakosztályának</b> 1953. első félévi munkaterve .....	44
<i>Schleicher Aladár:</i> Vashenger öntése lángkemencéből .....	45
<b>Alumínium:</b>	
<i>Mázor—Grusz:</i> Összehasonlító vizsgálatok a vas fotométeres meg- határozására alumíniumban és alumíniumötvözetekben .....	25
<i>Czégi József:</i> Csapágyötvözetek siklási sajátságainak vizsgálata .....	31
<i>Dr. Papp Elemér:</i> Ritkafémek kinyerési lehetőségei a timföldgyártás alapanyagaiból és melléktermékeiből (I. rész) .....	45

KIADJA A NEHÉZIPARI KÖNYV- ÉS FOLYÓIRATKIADÓ VÁLLALAT

Kiadóhivatal: Budapest V, Nagy Sándor-utca 6 • Telefon: 111-091  
Megjelenik havonta • Egyévi előfizetés: 36.—Ft. Egyes példányok ára: 4.—Ft

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Nemzeti Bank 61.770

# VASKOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET  
VASKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLYA FOLYÓIRATA

## Tűzállóanyag-kérdések, különös tekintettel a pakuratüzelés elterjedésére a Martin-kemencében

SELMECZI BÉLA

Шелмеци Бела:

О ПРОБЛЕМАХ ТОРЛИВА ДЛЯ МАРТЕНОВСКИХ ПЕЧЕЙ, О ПРИМЕНЕНИИ ОТОПЛЕНИЯ МАЗУТОМ В МАРТЕНОВСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.

B. Selmeczi:

Fragen des feuerfesten Materials, mit besonderer Rücksicht auf die Verbreitung der Mazout-Feuerung im Martin-Ofen.

Hazánk vaskohászata az 5-éves terv során mindjobban izmosodik, szemünk előtt, a mi dolgozóink munkájával, műszaki értelmiségünk vezetésével épülnek nagyolvasztóink, Martin-kemencéink és egyéb kohászati berendezéseink, amelyek segítségével megvalósul a cél, hogy hazánk a vas és acél országává váljék.

Ebben a nagy kollektív munkában az acélművekre élenjáró szerep jut, mert több acél nélkül a nagy beruházási programot végrehajtani nem lehet. Az acéltermelés növelésében jelentős szerep jut a pakuratüzelés általánossá tételének, az olajpóttüzelés bevezetésének, a gyorsolvasztás, a gyors kemenceépítés, a jobb munkamegszervezés, a grafik on szerinti termelés és a tervszerű megelőző karbantartás megvalósításának.

E törekvéseknek megfelelően a Martin-kemencének igénybevétele megváltozott és így megváltoztak a tűzállóanyagokkal szemben támasztott követelmények is.

Az acéltermelés növekedésével a tűzállóanyagok minőségi és mennyiségi fejlődése nem tartott lépést, de lemaradás mutatkozik a beépített tűzállóanyagok kezelésében, a kemencék karbantartásában és használatának korszerűségében is. Ennek következtében feszültség mutatkozik a tűzállóanyaggyártással szemben mind mennyiségi, mind minőségi tekintetben, de feszültség mutatkozik a termelés és a karbantartás érdekei között is. Nekünk műszaki értelmiségi kohászoknak az a feladatunk, hogy megállapítsuk a feszültségek lényegét, okát, megkeressük a feszültségek csökkentésének és kiküszöbölésének módját, végül gyakorlatban hajtsuk végre a szükséges intézkedéseket.

Tekintsük mindenekelőtt át a Martin-kemencébe beépített tűzállóanyagok fejlődési irányát. Meg kell állapítanunk, hogy a Martin kemencék fejlődése teljesen bázikus irányban halad. Jelenleg azzal jellemezhetjük Martin-kemencéinket, hogy felsőrészük csaknem teljesen bázikus, alsórészük vegyes, bázikus és savas jellegű tűzállótéglákkal falazott. Martin-kemencéink felső részében a nagyboltozatok 83%-ban teljesen krómmagnezit, 17%-ban pedig vegyes összeállításúak, oly értelemben, hogy a nagyboltozatok középső egyenes szakasza CrMg, a csatlakozó ferdeboltozatok a levegőbeömlő felett szilikából vannak. A tűzfejek 100%-ban bázikus magnezit és krómmagnezit kivitelűek. Az első- és hátsófal felszállók, magnezit és krómmagnezitből, a fenék magnezitből készülnek.

Samottéglát a fejső részben csupán szigeteléseként találunk.

A Martin-kemence alsó részében a helyzet a következő:

A salakkamrák már túlnyomólag krómmagnezitből készülnek, bázikus (magnezit vagy krómmagnezit) oldalfalakkal, krómmagnezit boltozattal. E bázikus kivitel megszünteti a nehéz fizikai munkát a salakkamra tisztítása és javításakor, mert míg szilikakivitelnél a bázikus szállópor a szilikafalazattal összeolvadó kemény salaktömböt képezett, amelyet csak robbantással, vagy hosszú fáradságos kiviséssel lehetett eltávolítani, addig a bázikus kivitelezésű salakkamrában a salak laza, lapátolható szerkezetű lett. A regenerátor kamrák általában felső felükben savas szilikatéglából készülnek. A rácestéglák túlnyomóan samottéglák, bár néha használnak a felső sorolban szilikát is. Ez jelenleg a hazai gyakorlat. A fejlődés a fejlett ipari államokban a teljesen bázikus kemence irányában halad. A fejlett tűzállóipari kialakított új téglaminőségeket, mint az elektromos zsugorítás és ömlesztés útján nyert szemcséből előállított magnezittégla, a vegyi kötésű magnezit és krómmagnezit, a vegyi kötésű lemezelt (ú. n. Steel-klad) magnezit és krómmagnezittégla, a stabilizált és félstabil dolomittégla. Ezek lényege a következő: az elektromos úton előállított mag-

nezittégla abban különbözik a közönséges magnezittéglától, hogy míg az utóbbit a magnezitkőzet kb. 1500—1600°-on történő égetése és zsugorítása útján előállított égetett magnezitből gyártják sajtolás, szárítás és másodszori égetés útján, addig az előbbinél, elektromos kemencében 2000° felett közel az ömlesztés határához zsugorítják a nyers kőzetet és az így nyert szemcsézetet használják fel az előbb ismertetett téglagyártás alapanyagául.

Amíg a közönséges magnezittégla hőmérsékletváltozásokkal szemben igen érzékeny, repedésre hajlamos, addig az elektromos úton előállított magnezittégla jól bírja a hőváltozásokat, ugyanakkor a salak ellenállóképessége jobb. Ezeket a téglákat belföldön még nem gyártják. Az osztrák ipar ezt a téglát Radex-B néven hozza forgalomba.

E téglát a magnezit és krómmagnezit rétegek elválasztására a salakzónákban kell használni. A vegyi kötésű magnezit és krómmagnezittéglák gyártása azon a felismerésen alapul, hogy a jól kiégetett magnezitalapanyag bizonyos vegyi anyagok oldatával keverve, sajtolva és 150° körül szárítva — tehát a szokásos 1500° feletti tégláégetés nélkül — szilárd téglát ad, amely Martin- és egyéb kemence bizonyos helyein az égetett téglával egyenértékű, sőt jobb. A vegyi kötőanyag magnéziumsulfát, nátriumbisulfát, kén-sav vagy más szulfátos lehet. Vannak törekvések, amelyek a 150° körüli szárítást, az ú. n. keményítést is meg akarják takarítani. Ezek a téglák azonban a keményített téglák 500—600 kg/cm<sup>2</sup> nyomószilárdságával szemben csak 100 kg/cm<sup>2</sup> nyomószilárdságúak, ami nem elfogadható érték.

Ezeket a vegyikötésű téglákat első és hátsófalban, tűzfejekben kiterjedten használják.

A lemezelt kiviteli ú. n. Steel-klad téglát vékony acéllemezzel burkolva préselik. Ez a téglák különösen gyorsan falazható. A vegyikötésű téglának boltozat és rács téglaként történő beépítésével is kísérleteznek, jó eredménnyel. E téglák hazai beépítése, bár ez nem volt nagy volumenű, biztató eredményekkel járt. A most épülő legnagyobb Martin kemencénkben már jelentékeny mennyiségű ily téglák kerül beépítésre.

A belföldi téglagyártási kísérletek is biztatóak. Nagy jelentőségűek hazai viszonylatban a dolomittéglák előállítására irányuló kísérletek. Hazánk magnezitkőzet előfordulással nem rendelkezik, míg dolomitkőzet bőségesen áll rendelkezésre. Közismert, hogy a dolomittégla a benne lévő kalciumortosilikát bomlása és szabad mészhidratizációja révén a szabadban a levegő nedveségének hatására elporlik, így nem tárolható. Ezért körülményes az acélmű közelében berendezkedni dolomitgetetésre és téglagyártásra, úgy hogy mindig csak a pillanatnyi szükségletet elégítsük ki. A kutatók és tűzállóanyaggyártók a dolomit stabilizálásának nehéz feladatával előszeretettel foglalkoznak. A feladat nehézsége abban áll, hogy a kalciumortosilikát és szabad mészhidratizációja révén a szabadban a levegő nedveségének hatására elporlik, így nem tárolható. Ezért körülményes az acélmű közelében berendezkedni dolomitgetetésre és téglagyártásra, úgy hogy mindig csak a pillanatnyi szükségletet elégítsük ki. A kutatók és tűzállóanyaggyártók a dolomit stabilizálásának nehéz feladatával előszeretettel foglalkoznak. A feladat nehézsége abban áll, hogy a kalciumortosilikát és szabad mészhidratizációja révén a szabadban a levegő nedveségének hatására elporlik, így nem tárolható.

Hazánkban az ú. n. stabilizált dolomittégla előállítására és beépítésére vonatkozó kísérletek jelenleg még folynak. Az eddigi eredmények részben kedvezőek, mert Martin-kemence felszállókban nem mutattak kielégítő tartósságot, míg elektrokemencében az oldalfalba beépítve a tartósság kielégítő volt. A további kísérletezéseknek inkább a „félstabil“ dolomittéglákra kell irányulniok.

A különböző bázikus tűzállóanyagokra irányuló kísérletek, sajnos nem mutatják azt a határozottságot és energiát, amit a kérdés megérdemel. Az a veszély áll fenn, hogy a dolomittégla stabilizációjára és a vegyikötésű téglák technológiájának kifejlesztésére irányuló törekvések nem kellő mértéke, vagy a támogatás hiánya miatt a magyar ipar épügy lemarad a fejlődésben, mint ahogy lemaradt a 30-as években kifejlesztett krómmagnezittégla versenyben. Akkor a nyugati Radex-tégla megjelenése után a belföldi miagonit csak többéves késedelemmel került piacra, csupán azért, mert a magnezitipar akkori kapitalista vezetői nem tudták, vagy nem akarták felismerni a technológia fejlődési irányát. Így a miagonittégla minőségben is lemaradt a Radex-tégla mögött és ezt a lemaradást a mai napig sem tudta behozni.

A szocialista magyar tűzállóanyagiparnak, amely meg tudta oldani a nagyszilárdságú kohótégla és előírás szerinti kokszolórácstégla igen nehéz kérdését, hasonló energiával kell haladnia a bázikus téglakérdések megoldásában is. A tűzállóipar felső vezetői állítsák a kérdéseket súlyponti feladatként a szakemberek elé, mert erre is áll a nagy tanítás, hogy aki lemarad, azt verik.

A teljesen bázikus kemencére való törekvés azért alakult ki, mert egyrészt a bázikus téglák alkalmazása lényeges előnyökkel jár, másrészt igyekeznek elérni, hogy a kemence különböző igénybevételű helyeinek tartóssága egymással egyenlő legyen.

A bázikus téglák alkalmazása a következő előnyökkel jár:

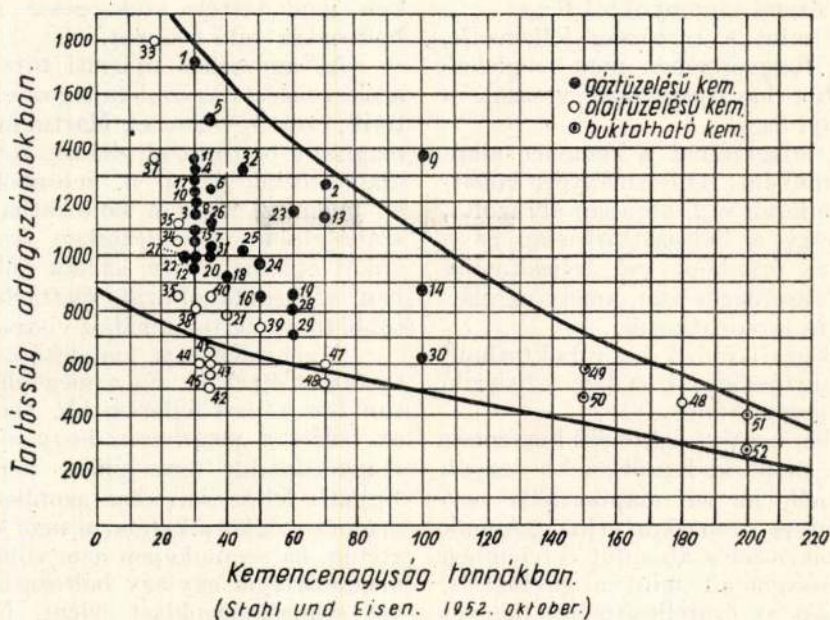
1. a belés nagyobb tartósságú,
2. csekélyebb számú és kisebb terjedelmű javítások az üzem alatt,
3. nagyobb üzembiztonság,
4. nagyobb órateljesítmény,
5. kisebb fajlagos tüzelőanyagfogyasztás,
6. kisebb selejt, illetve a gyártmányok jobb minősége.

Ezek az előnyök a bázikus tűzállóanyagok fizikai és kémiai tulajdonságaiból adódnak. A teljesítmény fokozása tüzeléssel a beolvasztási idő és fővési idő megrövidítésében nyilvánul meg. Ezen keresztül a karbon-hordozókban megtakarítás érhető el, a nagyobb hőfok miatt pedig könnyebb a kén eltávolítása.

A bázikus kemencék hőtechnikai határfoka javítható. Ha megfontoljuk, hogy a bevezetett hőnek csak kb. 30%-át hasznosítjuk a folyamatban, 40% a füstgázokkal elvesz, kb. 30% pedig

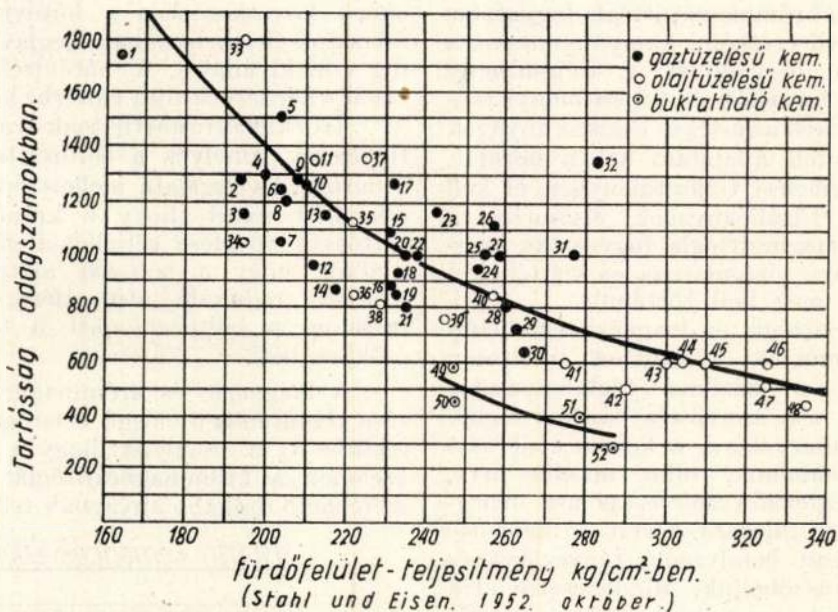


*Boltozatosság kemencenagyság függvényében.*



1. ábra.

*Bázikus boltozatok tartóssága fűrdőfelület-teljesítmény-nagyságában.*



2. ábra.

sugárzás és vezetés révén a környezetbe távozik, akkor azonnal látjuk a hőszigetelés nagy jelentőségét. A 30%-os sugárzási veszteségből kb. 12% a nagyboltozatra esik, ezért ismételt kísérleteztek szilikaboltozatnál szigetelés alkalmazásával. Ezek a kísérletek a szilikaboltozat egész rövid időn belüli beomlására vezettek. Ellenben

bázikus krómmagnezit boltozatok a beomlás veszélye nélkül szigetelhetők.

A krómmagnezit boltozatok tartóssága a kemencenagyság függvényében ábrázolva igen nagy szóródást mutat. Hütter radentheini mérnök múlt hónapban nyilvánosságra hozott adatai szerint, kis kemencéknél 60 t befogadóképesség a

tartósság 500—1400 adag közt van. Nagyobb kemencéknél a szóródás kisebb és 200 t-as kemencéknél 200—400 adag közt van.

A szóródás az üzemi viszonyoktól függ.

Az adagszám, mint a tartósság jellemzője, a kemencenagyság függvényében nem megfelelő és sokkal helyesebb, ha figyelembe vesszük a kemenceteljesítményt is.

Ez esetben az adagszámot a kemence alapterülettel osztott óránkénti teljesítményére vonatkoztatjuk. Hütter adatait a 2. ábrában ábrázolta, amiből kitűnik, hogy a boltozattartósság és a kemencefenék m<sup>2</sup>-re óránként eső teljesítmény között határozott összefüggés van, amely az olajtüzelésű kemencékre is vonatkozik.

Az is kitűnik a grafikonból, hogy buktatható kemencék boltozattartóssága kb. a fele a hasonló teljesítményű álló kemencének.

Kitűnik továbbá, hogy olajtüzelésű kemencék boltozattartóssága nem kedvezőtlenebb egyéb tüzelésű kemencéknél, ha az alapterületre eső fajlagos teljesítményre vonatkoztatjuk. Annak ellenére, hogy az olajtüzelés abszolút értelemben kisebb boltozattartósságot ad, mint a gáztüzelés, ha a téglafogyasztást az óraterjesztmény függvényében vizsgáljuk, a kép kedvező lesz. Sajnos a hazai statisztikai adatokat nem dolgozták fel, de nem lesz érdektelen, ha az acélművek vezetői vagy magasabb ipari szervek a hazai krómmagnezittüzelést e szempontból vizsgálat tárgyává teszik.

Nézetem szerint kemencénként és üzemenként meg kell vizsgálni a krómmagnezittégla fogyasztás alakulását és ki kell értékelni kampányonként a krómmagnezittégla fogyasztást a teljesítmény viszonylatában. A termelési és teljesítményi számoknak igazolniuk kell az értékes bázikus anyagok használatát. Meg kell állapítani azt a normát, amelyet az acéltermelési teljesítményben el kell érni a felhasznált tűzállóanyagok, elsősorban a krómmagnezit és magnezittégla fogyasztás függvényében. Ily irányú vizsgálatnak és kiértékelésnek folyamatosan meg kell történnie.

A krómmagnezittégla és magnezittégla hiány következtében a műszaki vezetőknek tudatosan kell törekedniük a bázikus téglafogyasztás csökkentésére. Itt nem annyira a bázikus téglák mechanikus megtakarítására, a kemencéből való „kispórolásra” gondolunk, mint inkább arra, hogy a kemence megfelelő kezelése, ápolása, megújítása és gondos falazása révén a kemence élettartamát károsan befolyásoló tényezőket és hibaforrásokat kiküszöböljük. Mindenesetre arra is kell törekedni, hogy a kemencébe abszolút értelemben beépített bázikus téglamennyiséget csökkentjük ott, ahol lehet, de az elsődleges feladatok az előbb említettek.

A műszaki vezetőknek ki kell alakítaniuk terveiket a beépített bázikus téglamennyiség abszolút csökkentésére is. E szempontból nem érdektelenekek azok az új érdekes és eredményes kísérletek, amelyek a szilikaboltozatnak krómmagnezittüzelésre való áttérése terén, mint közbenső fejlődési állomások tekinthetők. Középeurópa és ezen belül Magyarország a Szovjetunió mellett élen jár a

krómmagnezittégla beépítésének technológiájában. Nyugaton azonban e téren lemaradtak, mert az ott általánosan kisebb fajlagos teljesítményi értékek nem tették szükségessé a krómmagnezittüzelésre való áttérést.

Az agresszív nyugati törekvések az ottani acéltermelést nagyobb fajlagos teljesítményre készítik, ezért igyekeznek Martin-kemencéiket krómmagnezittüzeléssel ellátni. Közbenső lépésként kialakították az ún. zebra boltozatot, amelyet az jellemez, hogy a boltozatba szabályos, vagy szabálytalan elrendezésben krómmagnezittüzelő csíkokat építenek össze szilika csíkokkal. Amerikában a szilikaboltozat élettartama a kemence többi része élettartamához viszonyítva 2/3—3/4.

A zebra boltozat kialakításával egységes élettartamot értek el. Ez a megoldás a mi gyakorlatunkhoz képest fejletlenebb, azonban számunkra az belőle a pozitívum, hogy a szilika és krómmagnezittüzelés összeépítése nem jár veszéllyel. Egymás feletti sorokban azonban szilika és krómmagnezittüzelést alkalmazni nem szabad. Vis major esetén, ha semmiképpen nem volna elegendő krómmagnezittügel egy-egy boltozathoz, a zebra boltozat szükségmegoldást jelent. Oly megoldásokra is van példa, ahol nem csíkokban alkalmazzák a krómmagnezittügelát, hanem ott, ahol az üzemi megfigyelések szerint legnagyobb volt a szilikatégla kopása.

Újból súlyponti kérdésként kell kezelni az egyes falazatrészek vízűtésének kialakítását. Egyes acélműveink hűtővíz-hiányban szenvedtek, ennek következtében a hűtővíz alkalmazása a falazatok élettartamának megjavítására nem mindig volt kívánatos. A hűtővízellátás megjavulásával a kérdésnek újra előtérbe kell kerülnie.

Érdeklődésre tarthatnak számot azok a megfigyelések, amelyek a boltozattartósságot a gáz-atmoszféra vizsgálata mellett értékelték ki. Megállapítást nyert, hogy a krómmagnezittüzelésű boltozat tartósság növelése céljából a gázt úgy kell irányítani, hogy a boltozat alatt közvetlenül ne lehessen redukáló atmoszféra, mert 1% CO-tartalom a boltozat alatt a tartósságot felére csökkentheti.

A magnezit- és krómmagnezittégla alkalmazása tekintetében eléggé belerögződött szakembereinkbe az a szemlélet, hogy a magnezittügelával szemben a krómmagnezittügelát nehezebben beszerezhető drágább anyagnak tekintik. Ma nálunk

### *Martin kemencék szilika téglái.*

Fizikai és kémiai jellemzők.	MNO SZ 5011	SZOVJET 80327-457-48	PIN 1088
1 Tűzállóság	1710°C	1710°C	1710°C
2 SiO <sub>2</sub> tartalom	93%	94,5%	94,5%
3 Fajsúly	2,40	2,36	2,38-2,43
4 Porozitás	25%	23%	25%
5 Törésmutató	150 kcal/cm <sup>2</sup>	225 kcal/cm <sup>2</sup>	100 kcal/cm <sup>2</sup>
6 Terhelés alatti lágyulás kezdete	1600°C	1660°C	1630°C
7 További lágyulás	15% /1550°C/	nincs előírva	15% /1550°C/

a magnezittégla alapanyaga, az égetett magnezit tekintendő értékesebb anyagnak a krómérchez képest, így mindazon helyeken, ahol magnezit és krómmagnezit egyformán beépíthető, inkább alkalmazzunk krómmagnezitet.

A 3—5. ábra tartalmazza a magyar és szovjet szabványok előírásait Martin-kemencék szilika, magnezit és krómmagnezit-tégláira.

Martin-kemencék magnezit téglái

Fizikai és kémiai jellemzők	MNOSZ 5925	SZOVJET MSZ 480-48
1 MgO tartalom	85 %	91 %
2 CaO tartalom	3 %	3 %
3 Törőszilárdság	400 kg/cm <sup>2</sup>	400 kg/cm <sup>2</sup>
4 Terhelés utáni időnyúlás kezdete	1500°C	1500°C
5 Térfogatsúly	2,60	2,60

4. ábra.

Martin kemencék krómmagnezitet téglái

Fizikai és kémiai jellemzők	MNOSZ 5921	SZOVJET MSZ 480-48
1 MgO tartalom	42 %	42 %
2 CaO tartalom	1,5 %	nincs előírva
3 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tartalom	15 %	15 %
4 Törőszilárdság	nincs előírva	250 kg/cm <sup>2</sup>
5 Porozitás	nincs előírva	24 %
6 Terhelés utáni időnyúlás kezdete	1450°C	1450°C

5. ábra.

Ha a szilikatéglára vonatkozó előírásokat összevetjük, kitűnik, hogy a magyar szabvány lényegesen kisebb lágyuláspontot ír elő minimumként, mint a szovjet szabvány.

1600 C° a Martin-kemencék üzemi viszonyai mellett aránylag kis hőmérsékleti érték, amelyet a kemencében gyakran túllépünk.

Igy a magyar szabvány semmiféle biztonságot nem nyújt szilikatégla Martin-kemencébe való beépítésével kapcsolatban, különösen pakuratüzelés esetén. Sajnos a szabvány elkészítésénél elsősorban a téglagyártás szempontjait vették figyelembe, a nyersanyag és a technológia állásán kívül az acélművek, illetve kemenceépítők szempontjait is figyelmen kívül hagyták.

Az ilyen szabvány a megalkuvás bélyegét viseli és az ily szabvány szerinti téglá nem való Martin-kemencébe. A krómmagnezittelátás mai helyzetében, amikor mindkét alapanyag, a magnezit és krómérc hiányzik, gondolni kell arra, hogy kemencéinket vegyes boltozattal, vagy éppen szilikatéglával kell kényszerből ellátni, bármily ellenszenves és visszafelődést képviselő intézkedés is ez. E szempontból azonban a szilikatégla minőségének megjavítása súlyponti kérdéssé válik. Sajnos ez a kérdés a bőséges és mindig működő krómmagnezitet ellátás mellett nem került felszínre, pedig pakuratüzelés, de gáztüzelés mellett is krómmagnezitet hiány esetén a szilikagyártási kapacitás elégtelennek bizonyulna. A Sztálin-vasmű rövidesen belépő tűzállótéglagyártási kapacitása ezt a szilikatégla hiányt feloldja, de a szakembereknek és a Minisztérium illetékesinek foglalkozniuk kell a jó minőségű szilikatégla előállításának kérdésével.

A szovjet és magyar magnezittégla-szabvány között lényeges eltérés nincs, csupán a magnéziumoxid tartalomban. Ez a különbség nem jelent lazább előírást a magyar szabványra nézve, hanem csak az alapanyagok adottságaihoz igazodik.

Az urali sarkai magnezit magnéziumoxid tartalma sokkal nagyobb, mint a középeurópai úgy, hogy a zsongorodáshoz szükséges vas és alumíniumoxid szennyeződést, vagy inkább ú. n.

mineralizátort a szovjet nyerskőhöz mesterségesen kell hozzákeverni.

Sajnos meg kell állapítanunk a hazai magnezit-gyártmányok katasztrofális minőségromlását. A gyártó vállalat nem megfelelően kiégetett téglát szállít, amely a kemencében utánzsugorodik, megped, süllyed. Ez az állapot tovább nem tartható és nem is tűrhető.

A téglagyár az alapanyag silány minőségére hivatkozik, arra a körülményre, hogy külkereskedelmi szervek csak ilyen rosszul kiégetett mészdús magnezitet tudnak behozni.

Továbbá arra panaszkodnak, hogy az alagút-kemence optimális tolási sebességén messze túl vannak, hogy az előirt termelést teljesíteni tudják. Meg kell állapítanunk, hogy a silány minőségű magnezitszállítások felelősségét ilyen állítólagos objektív tényezőkre hivatkozással csökkenteni nem lehet.

A magnezitipar műszaki vezetőinek meg kell oldani feladatukat és e tekintetben semmiféle megalkuvásnak helye nincs. Itt utalunk például arra a többéves huzavonára is, amely a vegyikötésű téglá bevezetése körül mutatkozik. Ha a vegyikötésű téglá bevezetésével a fogyasztás egy részét kivonjuk az égetés alól, az alagút-kemence optimális tolási sebességét újra be lehet állítani.

A Martin-kemencék krómmagnezittégláira az MNOSZ 5925. sz. szabvány nem írja elő sem a törőszilárdságot, sem a porozitást, ugyanakkor a szovjet szabvány e tekintetben egyértelműen megadja a követelményeket. A magyar szabvány kidolgozói e téren bizonyára a téglagyártók érveinek hatására nem foglaltak állást, ami súlyos megalkuvás. Ezt megvilágítja még a szabatos szovjet norma mellett Chesters amerikai tűzállószakember is, aki megállapítja, hogy oly krómmagnezitet téglá, amelynek porozitása több mint 28%, szilárdsága pedig kisebb mint 160 kg/cm<sup>2</sup>, használhatatlannak minősül. Azt hiszem, e tekintetben felülvizsgálatnak kell alávetni a szabvány előírást és abba bele kell építeni a megfelelő értékeket, mert a Martin-kemencék tartósságát nem szabad a magnezittéglagyártók egyoldalú és kényelmes szempontjainak alávetni.

Az ipar felsőbb vezetői kezeljék a bázikus tűzállóanyaggyártás problémáit az acélgártás döntő problémáival, az ócskavaskérdéssel és egyéb döntő kérdésekkel egyenlő súllyal, nehogy még nagyobb feszültség keletkezzék a fogyasztás és termelés között.

Bardin szovjet akadémikus két és fél évvel ezelőtt nyomatékosan felhívta a figyelmet arra, hogy az acélipar, a kohászat fejlesztésekor a kiszolgáló iparok fejlesztését elsődlegesen kell kezelni.

A krómmagnezitet téglák használatával kapcsolatban sajnálatos módon bizonyos könnyelműség fejlődött ki a kemencék tüzelésében. Olvasztárainkat krómmagnezitet-boltozatok és falazatok alkalmazása mellett is oktatni kell a gondos tüzelésre és a tüzelési előírások betartására. Gondoljuk el, ha az a nem kívánt szükségesség beállna, hogy Martin-kemencéinket szilikatéglával

kellene boltozni, a jelenlegi tüzelési gyakorlat mellett mily következmények jelentkeznének. Számos irodalmi adatot ismerünk, melyek gondos mérésekkel, automatizálással védik a szilika-boltozatot túlhevülés ellen.

A kemencék kezelésében számos lazulás mutatkozik, amelyek kiküszöbölése az acélművek vezetőinek feladata. A leggyakoribb lazaságok egy-két esetét ismertetem:

A kemencék krómmagnezit felsőrésze lehetővé teszi a munkatérben nagyobb hőmérséklet tartását. A kemencék generátorai viszont szilika és samott anyagokból készülnek. A megnövekedett hőmérsékleti viszonyok következtében a kemencék alsó része sokkal érzékenyebb, ezért sokkal fokozottabb figyelmet kellene fordítani a regenerátorokban uralkodó hőmérsékleti viszonyokra. Sajnos ez sok esetben nem történik meg. A regenerátorok hőmérséklete a rácsotlák lágyulás-pontja fölé emelkedik, a rácsok összeroskadnak és a nyílások idő előtt eltömődnek.

A ventilátorok meghibásodása, avagy az olvasztárok figyelmeztelése miatt előfordul, hogy kevés levegővel megy végbe a tüzelés. Ilyen esetekben a kemence alsó részében rendszerint másodlagos égés következik be. A kialakult szúróláng a rácskamrák boltozatát rendszerint egy helyen erősebben támadja meg, avagy krátereket képez ki a rácszatban. Előfordult olyan eset is, hogy huzamosabb időn keresztül lángolt az egyik ózdi Martin-kemence kéménye és az olvasztár csak figyelmeztetés után adott több levegőt a kemencébe.

A nyersvas késői beöntése esetén elég gyakran előfordul, hogy a felhabzott salak a salakkamrába kerül. Emiatt a szállópor befogadására méretezett salakkamrák idő előtt megtelnek, a szállópor a regenerátorokba jut és a rácsotlák hamar elsalakítja, eltömi. Olyan eset is előfordult, hogy a felhabzott salak a megtelt salakkamrákon keresztül a regenerátor kamrákba is befolyt, sőt az egyik ózdi kemence sípboltozatai alatt nyersvasat találtak.

Egyes olvasztárok nemcsak a kemence alsó részét nem figyelik, hanem a tűzfejek állapotát sem kísérik figyelemmel. Az egyik ózdi kemence bontásánál tapasztaltuk, hogy a gáz és levegő-felszállók közötti közfal eltűnt és így a gáz és levegő már a felszállókban egyesült. Ez a folyamat legalább 2—3 napig tarthatott, mert csak ezzel magyarázható a közfal teljes elégése.

Előfordul a kemencék erőltetett üzemeltetése is. Eldugult kamrákkal tartanak üzemben kemencéket, ami egyrészt igen kis fajlagos termelési eredményez, másrészt a falazatok további mérték-telen rongálódására vezet. Ilyen eset a diósgyőri III. sz. SM. kemence legutóbbi átépítése előtt fordult elő. A kemence már 12—18 órás adagokat adott, de még mindig erőltették.

A kemenceépítőknek is az eddiginél sokkal nagyobb gondot kell fordítaniuk a falazás minőségére. Az ellenőrzést a legnagyobb mértékig ki kell fejleszteni. A hibásan rakott falazatot a műszaki ellenőröknek megalkuvás nélkül le kell bontaniok. A kohászati üzemek erősítsék meg a

gyártásközi — helyesebben építésközi ellenőrzésüket, mert a preventív elhárítás a cél és az építési naplóba való bejegyzés, illetve utasítás révén az utólagos viták elkerülhetők.

A tűzállóanyagokkal való helyes gazdálkodás a grafikon szerinti kemencekarbantartást és felújítást írja elő. Minél nagyobbak a tűzállóanyag beszerzési nehézségek, annál gondosabban kell a kemencéket ápolni. A kemenceápolás és kohász-javítás elhanyagolásának közelmúlt eredménye egyik acélművünkben egy adag teljes elfolyása a fenéken keresztül. A kemencét megvizsgáltuk és megállapítottuk, hogy a kampány elején a csapolónyílás előtt néhány téglá felúszott, gödör keletkezett, amelyet a kampány egész tartama alatt gondosan kijavítottak. Azonban a kemence programbavett felújítása miatt az esedékes fenékjavítást az utolsó alkalommal elhagyták azzal, hogy a kemence az utolsó 8—10 napig úgyis elmegy. Az eredmény az lett, hogy 3 nappal a tervezett leállás előtt a fenék kilyukadt és az adag teljesen elfolyt. Megállapítást nyert, hogy a feneket — jó minőségű magnezittégla helyett — annak hiányában, görbe repedt selejttéglaikkal falazták. A tanulság az, hogy a karbantartásban semmiféle megalkuvásnak helye nincs.

A tűzállóanyagokkal való helyes gazdálkodás kizárja a mindenáron való rekord hajhászást, amelyre gyakran felelőtlen törekvések mutatkoznak. Itt éles határt kell vonni a szocialista termelés nélkülözhetetlen eszköze, a versenyszellemből fakadó sztahanovista mozgalom és rendtelenségből, lemaradásokból származó mindenáron való rekordtörekvések között.

A versenyszellem, az új munkamódszerek bevezetése, az új típusú munkaszervezés, a sztahanovista-mozgalom nem ismer legyőzhetetlen akadályt. Rákosi elvtárs a sztahanovisták első országos kongresszusán azt mondta, hogy ne féljünk az új utaktól, kezdeményezzünk bátran, mert mögöttünk áll kimeríthetetlen szellemi és anyagi tartalékaival a hatalmas Szovjetunió.

Ez a szellemiség valami egészen más, mintha egyes üzemek lemaradásaikat a karbantartás programjának felrúgásával, a kemencék kiuzsorázásával akarják behozni és a kemencék leállásakor észszerűtlenül, a technológiai fejlettség figyelmen kívül hagyásával oly határidőket írnak elő, amelyek a munka minőségével nem egyeztet-hetők össze. Előfordult oly eset, hogy 6 napot igénylő felújítást, annak szakértők részéről való lelkiismeretes és felelősségteljes megbeszélése ellenére, az acélmű vezetője egyoldalúan, mondhatnám önbecsapászerűen 3 napra írt elő, kihagyva a várható rácszerét és salakkamra javítást. Ez természetesen kiesést jelentett az acéltermelési tervhez képest. Észszerűtlen célprémiumok kitűzése a falazás meggyorsítására sem helyes üzeme-gazdasági politika. A falazásnak grafikon szerűen jó minőségben reálisan feszített terv szerint kell megtörténni. Zajcev szovjet szerző a Martin-kemencék építéséről szóló könyvében megadja a kemenceépítések munkaidejének normáit és mód-szereit. Nem érdektelen ezeket ismertetni, mert ezekből az előírásokból világosan kitűnik, meny-

nyire tervszerűen, kollektíve kell működni az acélműnek és karbantartóknak, illetve a kemence-építőknek, hogy az acéltermelési terv és anyag-gazdálkodási terv egyidejűleg teljesíthető legyen.

A Szovjet Kohászati Minisztérium 1951. évre egyforma kemencejavítási időtartamokat írt elő, érvényben hagyva az 1947. évi acélöntő kongresszuson meghatározott felfűtési és fenéksugorítási időnormákat. Eszerint a kemencejavítás munkaideje:

kijavítás .....	1,5 nap
közepes javítás .....	3,5 „
nagyjavítás .....	6,0 „

A Novo-Tagili gyárban Martin-kemencék generál újjáépítését, amikor a kemence olvasztóterét is megnagyobbították, két ízben is 7 nap alatt végezték el.

Új Martin-kemencék építésénél az építés időtartamára hivatalosan jóváhagyott normák nincsenek, azonban az utóbbi években kialakult a következő gyakorlat:

185 t-s és még nagyobb kemencéknél .....	40 nap
130—185 t-s kemencéknél ...	35 „
50—100 t-s .....	30 „
65—75 m magasságú téglakeményeknél .....	150 „
kifalazott lemez-kemény bélésfalazásánál 10 m-ként ....	2,5 „

A kemencék fenti formák alapján való megépítéséhez a következőkre van szükség:

1. a javítások helyes megtervezésére,
2. a kemencéknek javításhoz való előkészítésére, még mielőtt leállították volna,
3. a kemencék javításainak legmesszebbmenő gépesítésére.

Az előkészületi munkákat kis és közepes javításnál legalább 10 nappal, nagy és generáljavításnál 30 nappal előbb kell elkezdni.

A kemencejavítás és építés szervezési tervéhez 5 fontos irat tartozik:

1. munkagrafikon,
2. anyagjegyzék,
3. építkezési terv,
4. rövid műszaki magyarázat,
5. magának a munkának a leírása.

A munkagrafikonban meg kell jelölni a munka terjedelmét, a javítás időtartamát, a műszakok feladatait és a munkaerő szükségletet.

A tényleges munkaerőszükséglet kiszámításánál figyelembe kell venni a kőművesek átlagos teljesítményét, tehát a grafikonot ne 100%-ra, hanem 100% felett, 110—120%-ra szerkesszük meg.

Az anyagjegyzékben fel kell tüntetni az alapanyagok (tűzállóanyag, építő és szigetelő anyag) szükségletét, a téglák jelét, márkáját, minőségét, rendeltetését.

Az építkezési terv a tulajdonképpeni organizációs terv, amelyben fel kell tüntetni az anyagraktárak elhelyezését, a vágányhálózatot és a talicskautakat. Néhány kemence-metszetet is fel kell tüntetni, hogy a szemét és az anyagok szállítási útja fel legyen tüntethető. Meg kell jelölni és változtatásos fel kell tüntetni a gépesített berendezést, ezek rendeltetését, továbbá a szerelési munkálatok és szerelőraktárak helyét is.

A műszaki magyarázat tartalmazza a munkamódszerek tömör megnevezését, az üzemi daruk és vagonok szükségletét, használati idejét, a műszaki személyzet műszakok szerinti felosztását, a falazás minőségi mutatóit, segédanyag, víz, sűrített levegő, áram- és vízszükségletet, munkavédelmi berendezést és egyéb lényeges adatokat.

A munka leírása azon munkák terjedelmére vonatkozik, amelyeket a munkagrafikonban is feltüntetnek.

A leíráshoz csatlakozik az utolsó hibalista és a rajz, amelyen piros vonallal kell feltüntetni azt a határt, ahonnan a kemence régi falazata ép-ségben marad. Ez a leírás a bank felé is az elszámolás alapját képezi. A javítási idő csökkentésére a következő intézkedések szükségesek:

1. a kemence bontásának és javításának egyes fázisait egymással egyidejűleg kell végezni,
2. a tűzálló anyagok és fegyverzet előkészítéséről, illetve leszállításáról jó előre kell gondoskodni,
3. az összes anyagmozgatást és a kemence bontását gépesíteni kell,
4. messzemenően meg kell a munkát fentiek szerint szervezni és a grafikon szerinti termelést kell bevezetni.

A javítások helyes tervezésénél biztosítani kell — mondja Rjabinykij — annak lehetőségét, hogy arra előre jól fel lehessen készülni és a megfelelő kivitelezést megszervezni.

Mindekelőtt megfelelően elő kell készíteni a munkahelyet. Az utolsó csapoláskor a kemence-személyzetnek el kell távolítani a kemence körzetéből a betétanyagokat, kokillákat, szerszámokat. A gáz kikapcsolásakor a kemence meghatározott körzete a javítószemélyzet birtokába megy át. A kemence leállítása előtt 24 órával a javítószemélyzetnek ellenőriznie kell a munkaterület alatt lévő vízvezeték, a gépesített berendezések motorjaihoz szükséges kábelek csatlakozási helyeit, elő kell készítenie a sűrített levegő leágazási helyeit, villanyvilágítást, a járópallókat, csúzdákat, létrákat, munkaruhákat és szerszámokat.

Minimálisan egy héttel a kemence leállítás előtt meg kell kezdeni tervszerűen az anyagszállítást, elő kell készíteni a felszereléseket, rekeszeket, gépeket.

A kemenceépítés gépesítését 3 önálló területen kell megszervezni és végrehajtani:

1. a kemence bontásából származó törmeléknek a kemencétől való eltávolítása és vagonokba való továbbítása,
2. tűzállóanyagok továbbítása vagonról a kemencéhez,
3. a habarcs előkészítése és a kemencéhez juttatása.

Az építkezéshez biztosítani kell a megfelelő vagonparkot, mozdollyal, megállapodást kell kötni az acélmű vezetőségével a daruk igénybevételének mértékére és időpontjára. Mindezek a rendszabályok biztosítják, hogy a javítást terv-

szerűen az előírt normáknak megfelelően hajtjuk végre.

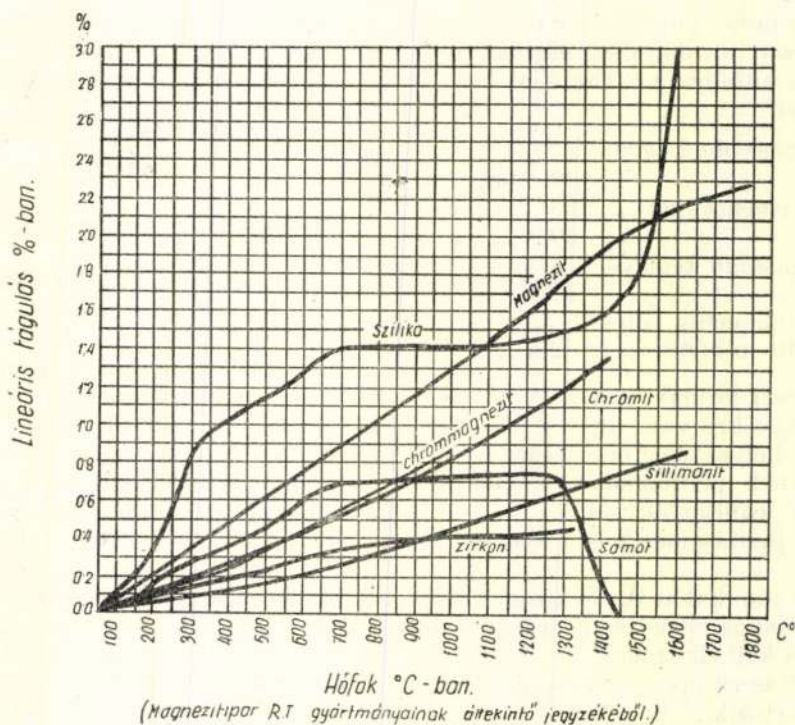
Az elmondottakból látható, mily alapos és kollektív előkészületek kell, hogy megelőzzék a kemencék átépítését. Nálunk ezt még egyes acélművek vezetői nem akarják megérteni és előfordult, hogy az építkezést megelőző műszaki megbeszélést, illetve az acélmű teendőire vonatkozó kívánásokat mereven visszautasították azzal, hogy a kemenceépítés végezze el a munkáit úgy, hogy ebben ne kívánjon semmit az acélműtől, mert annak „berendezései” az acélmű érdekeinek kiszolgálására valók.

addig a szilikatégláé ezektől teljesen eltér és előbb rohamosan nő, majd lassul a hőtágulás növekedése, végül teljesen megszűnik és 650°-nál teljesen eléri a maximumot.

A szilikatégla jellegzetes viselkedésének magyarázata az, hogy a szilikatégla döntő alapanyaga a kvarc.

A kvarc  $\text{SiO}_2$ -ből áll, amelynek az a tulajdonsága, hogy háromféle kristályformában fordulhat elő és ezek a különböző kristályformák bizonyos hőmérsékleten egymásba átalakulnak. Ezek az átalakulások mindig térfogatváltozással, tehát nyúlással vagy zsugorodással járnak. Egy ilyen

### Különböző tűzálló kövek hőtágulási görbéi.



(Magnézitipar RT gyártmányainak átlagított jegezekéből.)

6 ábra

Végül, de nem utolsó sorban be kell számolnom a tűzállógazdálkodás és ezzel együtt a kemence élettartam szempontjából a helyes felfűtés elveiről. Ezen a téren is mutatkoznak lazaságok és rekord-hajhászások.

A Martin-kemencék szárítása és felfűtése igen felelősségteljes munka, amelynek nem megfelelő elvégzése döntően befolyásolja a kemencefalazatok tartósságát és a fenékszugorításhoz való előkészítést. A szárítási és felfűtési műveletet mindenkor grafikonon meg kell tervezni. A tervezésnél tekintetbe kell venni a tűzállóanyagok minőségét, fizikai tulajdonságait, itt elsősorban a hőtágulásra gondolunk és a kemencejavítás terjedelmét.

A hőtágulási viszonyok összehasonlításakor látható, hogy amíg a legtöbb tűzállóanyag felmelegítésekor fellépő hőtágulás elég egyenletes,

átalakulási hőmérséklet 280°. Hogy szemléltetően lássuk, mily hirtelen növekszik a szilikatégla mérete, jellemzésül azt mondhatom, hogyha a téglát Martin-kemence boltozatába építjük be, hőtágulásának 70%-át már 300°-ig való felmelegítésnél eléri, 650°-on túl pedig eléri a 100%-ot, tehát 650°-on túl nem tágul tovább.

A kemence felfűtésénél az ellenőrzésnek ki kell terjedni a falazatok viselkedésére, a különböző hőmérsékleti viszonyaira és külön figyelmet kell fordítani a nagy boltozatok emelkedésére.

A kemence felfűtése három szakaszból áll, a szárításból, az előfűtésből és a készrefűtésből. A szárítás célja az, hogy a kemence falazatokból az építés alatt a habarccsal és a tűzállóanyagokkal bevitt nedvességet kiűzze. Az előfűtés rendszerint külön tüzelőberendezés segítségével történik, a kemence tüzelőanyagával vagy más idegen

tüzelőanyaggal. A készrefűtés azonban mindig azzal a tüzelőanyaggal történik, amely a kemence rendes üzemében is felhasználásra kerül.

A szárításnak nagyon óvatosnak kell lennie, hogy a falazatokban lévő nedvességtartalom, amely gőzalakban távozik el a falazatból, ne hirtelen egyszerre keletkezzék, mert a gőz feszítőereje a falazatokban káros elmozdulásokat okozhat.

Például gyakori jelenség, ha a szárítás nem lassú, nem egyenletes, hogy a fenék, amely magnezittégla és samott-téglarétegből van összeállítva, fel is emelkedhet, még akkor is, ha benne a megfelelő tágulási hézagokat elhelyezték.

Rendkívül érdekes összehasonlítást kapunk, ha egymás mellett vizsgáljuk a szovjet kemence felfűtési normáit és a nyugateurópai és közép-európai gyakorlatot.

A Szovjetunióban az Acélöntők Kongresszusa a következő időnormákat szabta meg:

	10—100 t	100—400 t
Martin-kemencék		
kisjavítás után . . .	36—48 óra	36—48 óra
középjavítás után . . .	48—72 „	48—72 „
nagyjavítás után . . .	72—84 „	72—84 „
generáljavítás után . . .	72—84 „	72—96 „

A magnitogorszki kombinátban a következő normákat állapították meg a Martin-kemencék felhevítését illetően, hideg javítások után:

kisjavítás után . . . . .	40 óra
középjavítás után . . . . .	60 „
nagyjavítás után . . . . .	70 „
generáljavítás után . . . . .	70 „

Ugyancsak ez a helyzet még sok más gyárban is.

E normák alapján összeállított felfűtési grafikonoknál a következő hőmérséklet emelkedési sebességet kell szem előtt tartani: hevítés hőmérséklete 150 fokig, emelkedési sebesség 5—10 fok óránként.

Hevítés hőmérséklete 150—300 fokig, emelkedési sebesség 10—20 fok óránként.

Hevítési hőmérséklete 300—650 fokig, emelkedési sebesség 20—40 fok óránként.

Hevítés hőmérséklete 650 fokon felül, emelkedési sebesség 40—50 fok óránként.

Ezzel szemben Nyugat-Európában ma a felfűtési diagram összeállításánál az előírás az, hogy a felfűtés sebessége 300 fokig, biztonságból 400 fokig olyan legyen, hogy a hőmérsékletemelkedés ne lépje túl a 10°/órát, míg 400—1600° között a felmelegítés gyorsabb lehet, de a 25°/órát itt se haladja túl.

Közepes kemencenagyságok mellett a következő felfűtési idők a megfelelőek:

1. Kemence gyors felfűtése új boltozattal . . . . . 4 nap = 96 óra
2. Közepes kemence javítás utáni felfűtése . . . . . 6 „ = 144 „
3. Alsó- és felsőkemencejavítás utáni felfűtés . . . . . 8 „ = 192 „

Ez a hatalmas különbség elsősorban azzal magyarázható, hogy a Szovjetunióban sokkal jobb minőségűek a tűzállótéglák, a kemenceépítés technológiáját pedig tökéletesen kidolgozták. Így pontosan fel tudják mérni az eltávolítandó habarcs és téglanedvesség mértékét és a téglák viselkedését.

Nem szabad annak előfordulni, mint ahogy az előfordult a közelmúltban, hogy egy felújított kemencét minden tüzeléstechnikai előírás nélkül alig 32 óra alatt fűtötték fel, közben a gázbeeresztés után egyoldalról 9 óráig egyirányban húztak le. Ily körülmények között a leggyorsabb szovjet előírást is túlhaladva, de minden szabatos előírás és ellenőrzés mellőzése következményeképpen szükségképp bekövetkezett a katasztrófa, a boltozat időelőtti beszakadása.

Összefoglalva a fentieket, megállapíthatjuk, hogy az acéltermelés fokozása a tűzállótéglákkal való legszabatosabb gazdálkodást írja elő. Ez kötelességeket ró az acélgyártókra, a kemenceépítőkre és téglagyártókra egyaránt.

#### Az acélgyártók kötelességei:

- a kemencék rendszeres ápolása,
- a grafikon szerinti karbantartás,
- a tervszerű felújítás lehetővé tétele,
- a kemencék és a kemenceépítés fokozott ellenőrzése,
- a kemencetüzelés és felfűtés szabatos lebonyolítása.

#### A kemenceépítők kötelességei:

- minőségi munka,
- tűzállóanyagokkal való takarékoság,
- fokozott kemenceellenőrzés üzem- és építés közben.

#### A téglagyártók kötelességei:

- a bázikus téglák minőségének megjavítása, új téglafajták (vegyikötésű téglák, lemezköpenyes téglák, dolomit téglák) erőteljes bevezetése,
- szilikatégla minőség megjavítása.

E kollektív kötelességvállalással és teljesítéssel elérjük, hogy a következő tervévekben acéltermelésünk növekedése biztonságosabb lesz és kevesebb váratlan üzemzavar fogja gátolni acéltermelésünket, amely a béke megvédésének, a szocializmus megvalósításának döntő eszköze.

## Egy új típusú kemencével szerzett üzemi tapasztalatok

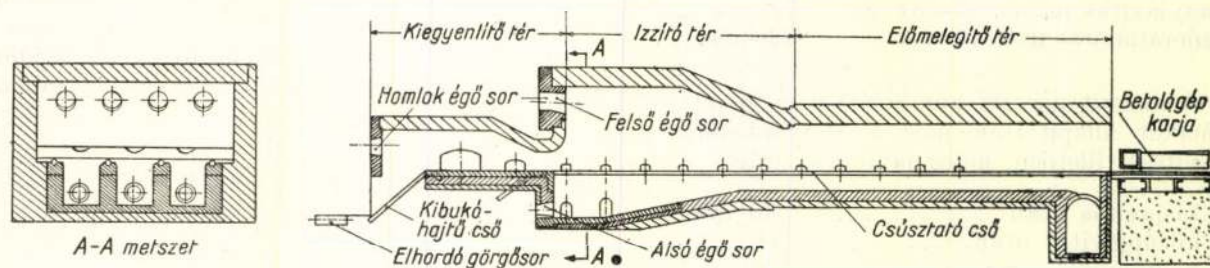
ÁRKOS FRIGYES

A szocializmus építésének alapvető feltétele, hogy először a nehézipar termelését s a nehézipari üzemek közül is elsősorban a kohászatot kell kifejleszteni.

A kohászati ipar fejlődését részben a meglévő üzemek jobb kihasználásával, a termelőképeség megjavításával kell elérnünk, de emellett új, hatalmas létesítményeket is építünk. A kapitalista Magyarország a kohászati berendezéseket a kiegyezéstől kezdve a századforduló körüli időig a vasútépítés korában fejlesztette ki s azt a Horthy rezsim alatt majdnem 100%-ig az első világháború előtti állapotban tartotta.

Hengersoraink elavultságáról Szeless László lapunk hasábjain között adatokat, ugyanakkor említettem meg, hogy kemencéinknél majdnem ugyanez a helyzet. Kemencéink kor eloszlása is csak azt mutatja, hogy a századforduló óta, a kohászat fejlesztése körül nem sok történt.

A 3 tér közül az anyag először az előmelegítő-térbe kerül, melynek hossza kb. 10 m, innen a hevítőtérbe, amelynek hossza kb. 5 m, majd a hőegyenlítőterbe jut, ennek hossza ugyancsak kb. 5 m, a kemence szélessége 3,2 m (1. ábra). A kemence munkaterületét hosszában 4 db vízzel hűtött csúsztatócső osztja fel. A csövek 4 közébeépített bölcstéglasor közvetítésével 1—1 téglapilléren nyugszanak. A csúsztatócsövek az előmelegítő- és a hevítőtér teljes hosszán végighúzódnak, majd a hevítőtér végén a hőkiegyenlítőterbe érve, a fenék alá buknak s ferdén lefelé haladva kijutnak a kemence alá, ahol keresztben haladó gyűjtőcsőben végződnek. A tüzelő- és az előmelegítőtér az egyenletesebb hőközlés elérésére alsó fűtéssel is bír. A kemencén 3 égősor van, ezek közül az egyik a kemence kibukó ajtaja felett a homlokfalon helyezkedik el s a kiegyenlítőteret fűti. A második égősor a kiegyenlítőter másik végén a boltozat



1. ábra

Az ötéves terv régi gyáraink korszerűsítését tűzte ki célul, új berendezések váltják fel az elavultakat. A termelés észszerűsítése érdekében a termelési feladatok felosztása lép az anarchia helyébe, megszűnik az az állapot, hogy mindegyik kohászati gyár mindent termel. Ennek a felosztásnak helyes keresztülvitele érdekében egyik hengersorunk új környezetbe került. Az áttelepített és átépített hengersor kiszolgálására teljesen új, korszerű, eddig még nem alkalmazott típusú kemence épült. A kemencét a Kohóipari Tervező Iroda kemencetervező részlege tervezte, s részben azt a feladatot is teljesítette, hogy a tervezőknek munkájukhoz tapasztalatot nyújtson, továbbá, hogy mérnökeink ilyen kemencével közvetlen üzemi tapasztalatokat szerezzenek.

A kemence az első időben kitűzött feladatát nem teljesítette s az üzemvezetőknek sok gondot okozott. Ma már azonban kitűzött feladatát túltesztel s segítségével az áttelepített hengersor a hozzáfűzött reményeket teljes mértékben beváltja.

A kohások a kezdeti időben fennálló nehézségek miatt a kemencével szerzett tapasztalatok iránt széleskörű érdeklődést mutatnak s ezért az egyes tapasztalatokat az alantikban ismertetem.

A kemence áttolórendszerű, 3 tüzelőtérrel.

felett fekszik, a hevítőtérbe juttatja a gázt s az ott lévő bugákat felülről fűti. A harmadik égősor a kiegyenlítőter alatt van s a hevítőtérben lévő bugákat alulról fűti. Ez az égősor tehát a kiegyenlítőter kemencefenék vértete alatt helyezkedik el. A betét 2700 mm hosszú és 140—320 mm vastag buga. A tüzelésre nyers generátorgáz szolgál, amelyet a kb. 500 m távolságban fekvő Koller-rendszerű generátorteleg tatai barnaszénből állít elő. A levegőt egy fémrekuperátor kb. 400—450° C-ra hevíti elő. A rekuperátort is a Kohóipari Tervező Iroda tervezte és csőnyaláb rendszerű.

A kemencébe a bugát 100 tonnás tologéppel toltja be. A buga vízzel hűtött csúsztatócsőre kerül, melyet az égéstermékekkel egyenarámban haladó vízzel hűtenek. A buga először az előmelegítőterbe lép, ahol a láng s az égéstermékek alulról és felülről egyaránt nyalják. Innen a buga a hevítőtérre halad tovább, ahol ugyancsak felülről és alulról egyaránt hevítésnek tesszük ki, majd a hevítőtérből egy tűzhíd szűkületén áthaladva, a kiegyenlítőterbe kerül. Itt már a buga a kemence tömör magnézittégla fenekére fekszik s a fenéket a teljes alsó lapjával súrolva éri el a kibukónyílás előtt lejtősen elhelyezkedő hajtúcsöveket, amelyek nevüket alakjuktól nyerték. A hajtú két vége az elhordó görgők között csatlakozik a hozzáfolyó



hideg, illetve elfolyó fáradt hűtő vízvezetékhez. A hajtúcsóvek hajtúkanyaros részét a lejtős síkból letörték s az a kemence magnézitféligai között helyezkedik el. A hajtúcsó felső része ugyancsak vízzel hűtött mellgerendára támaszkodik. A kemencét szélességben 4 hajtúcsó osztja fel.

A kemencét az eredeti elgondolás szerint szilárd revével kívánták járattani, amikor is csak hosszabb idő után került volna sor a fenék rendbehozására, illetve a salak eltávolítására. A kemence azonban 3—4 napi üzem után salakkal oly mértékben tömődött el, hogy ennek kitörése céljából ugyanilyen időközökben le kellett állni. A salak szokatlanul tömör, úgyszólván likacsmentes volt s kalapáccsal tüzes állapotban nem, míg hidegen is csak nehezen lehetett darabokra törni. A salak a fenékkal, azaz a fenéket közéző magnézittal szívosan összeforrt. Kitöréséhez a kemencét annyira le kellett hűteni, hogy a kemence személyzet a tűztérbe be tudjon menni és a feketére lehült, de még forró salakot légkalapáccsal igen nagy fizikai igénybevétel árán ki tudja törni. A kemence főképp a kiegyenlítőterben tömődött el. A felnövekedett fenék és a tűztér tűzhídjának boltozata közötti tér annyira megsűkül, hogy azon még a legvékonyabb bugát sem lehetett a boltozat veszélyeztetése nélkül áttolni. Ekkor kényszerültek a fenéken lévő salak kitörésére leállni. Az üzem vezetősége az első időben a fenékkitörés gyorsabb elvégzése érdekében a kemencefenéket vízzel hűtötte le. Ez a hűtés ugyan a lehűtési időt, azaz a hidegállási időt tetemesen lerövidítette, valamint a kemencében végzett munkát is megkönnyítette, azonban ezekért az előnyökért igen drága árat kívánt és pedig egyrészt a boltozat rövid idő alatt tönkrement, másrészt a magnézitfenék apró darabokra szétmállott. A segítés módját nem találták meg, mert téves nyomon elindulva, a salak gyors eltávolítását tűzték ki főcéllul. Ekkor kerültem az üzembe. A műszakiakkal való megbeszélésem első feladatáknak a salak mennyiségének csökkentését jelöltem meg. N. Z. fiatal mérnök kartársam ekkor felhívta figyelmemet egy általa régen megfigyelt szokatlan jelenségre, mely szerint a buga felületén képződött vastag reveréteg a kb. 900° C-os

zónában már túljutott a lágyulási ponton. Azt a kérdést tette fel, hogy az egyébként szokatlan jelenséget nem a kén okozza-e. A kemence környékén szokatlan erős volt a kénzag, annyira erős, amelyhez hasonló más üzemekben eddig nem tapasztaltam. Ez is alapul szolgált ahhoz, hogy a kén hatásának kivizsgálását tűztük ki célul.

Az akkor szerzett értesülésem szerint már előzőleg két gondolat merült fel a salakmennyiség csökkentésére is és pedig először a gáz vízgőztartalmának csökkentésével, másodsor a kén hatásának ellensúlyozásával próbálkoztak. Az első cél elérésére a gázt vízpermetezéssel hűtőtoronyban 18—25° C-ra lehűtötték, ami nem hozott észrevehető eredményt. A második cél elérésére oxidáló éles lángot alkalmaztak, amivel azonban az erős oxidáló hatás, továbbá az égésből keletkező kéndioxid együttes hatása folytán ellenkező eredményt értek el.

A gázított szén után érdeklődve tudomásomra jutott, hogy a gázt tatabányai barnaszénből nyerik. A tatabányai szén összetétele nagy kén-tartalmáról ismert, így rögtön megtaláltuk a túlzott kénzag és ezzel együtt a nagymennyiségű és kis lágyuláspontú salak alapokát.

Először egy kísérletet határoztunk el és pedig egy hétig kénzegény gázzal kívántuk a kemencét üzemből tartani, mely idő alatt a kemence, salak és reve viselkedését figyeltük meg. Mivel a generátortelep a kiválasztott szénféléssel még sohasem dolgozott, a kísérlet biztonsága érdekében V. ózdi technikus vezetésével hasonló szénrel dolgozó gyárainkból mindhárom műszakra egy-egy műszakvezetőt állítottunk be. Az előkészület megtétele és a személyzet kellő kioktatása után átmentünk kis kén-tartalmú szén gázosítására, amelynek hatására egyszerre megváltozott a reve mennyisége és jellege. Az új szén a mátranovákai és kisterenyei bányákból származott. A következőkben közlöm a használt szén összetételét. Az adatokat a „Hazai szénünk tüzeléstechnikai jellemzői“ című kiadványból írtam ki.

Nedvesség és hamumentes szén adatai:

Név	Sor-szám	Fix C	Illó	%				
				C	H	S	O	N
Tata	80	43,78	0,22	73,66	5,87	3,50	16,06	0,91
	81	—	—	71,89	5,57	3,16	18,06	1,32
Mátranovák	39	53,44	46,55	71,88	5,53	0,25	20,86	1,48
Kisterenye	31	—	—	69,97	6,35	1,16	21,90	1,65

A két új szén közül különösen a mátranovákai mutatott kedvező eredményt. A tatabányai szénből vett minták elemzése 3,20—4,15% S tartalmat adott, míg a mátranovákai szén kén-tartalma 0,21—0,55% között váltakozott. A gáz kén-tartalma Nm<sup>3</sup>-enként eredetileg 20—23 g-ra is rúgott, míg a mátranovákai és kisterenyei szén keverésénél az 5—7 g-ot nem haladta meg.

A salakot, illetve revét is megelemeztek, s annak kén-tartalma a kéndús gáznál 4,25—6,97%, míg a kénzegény gáznál 0,12—0,25% között ingadozott. A kén-tartalom emelkedésére a salak kén-tartalma eléggé érzékenyen reagált, már 10—20% tatabányai szén hozzákeverésekor a salak kén-tartalma 0,73—1,99%-ig is emelkedett. A salakban lévő kén eloszlása a bugának a kemencében való

tartózkodási idejével szorosan összefüggött, a legalacsonyabb mindig az előmelegítő, míg a legmagasabb a hőkiegyenlítőteréből vett mintánál volt.

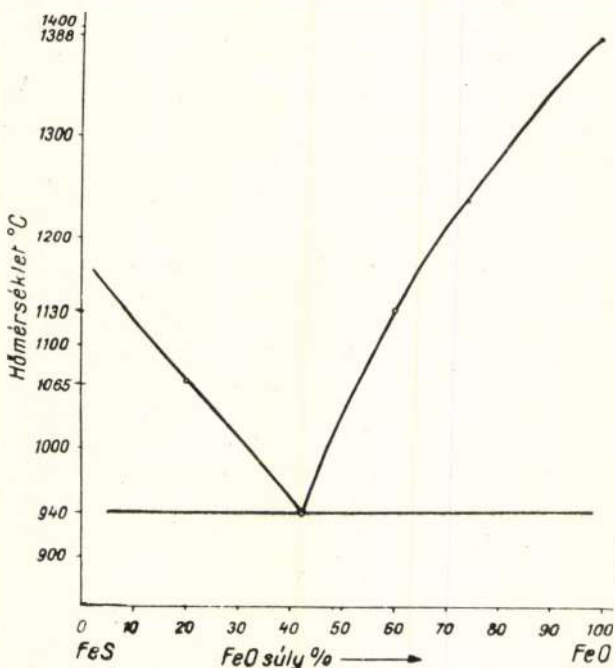
A gázban a kén  $H_2S$  alakjában van jelen. A  $H_2S$  már  $400^\circ C$ -nál a vasoxidokat megbontja, és pedig:



A  $Fe_2S_3$  azonban magas hőn  $FeS$ -ra szétesik és a felszabaduló atomos kén újabb  $Fe$ -mal további  $FeS$ -t képez.

A kemencébe jutó gáz  $H_2S$  tartalma rövid idő alatt a befutott levegő oxigénjével  $SO_2$ -vé és  $H_2O$ -vá ég el. Az így keletkezett  $SO_2$  pedig  $Fe$ -al reakcióba lép és vasszulfid, illetve vasoxidok keletkeznek. A gáz égésterméke azonban legtöbbször még erősen oxidáló hatású is, amely a vas felszínén egyébként is vasoxidokat képez. A vasoxidok a vasszulfidot mohón felveszik, de egyúttal az acéltömböt magát a kén felvételétől megóvják.

A vasszulfid-vasoxid állapotábrája Gianitól származik s azt a 2. ábra mutatja. Eszerint az



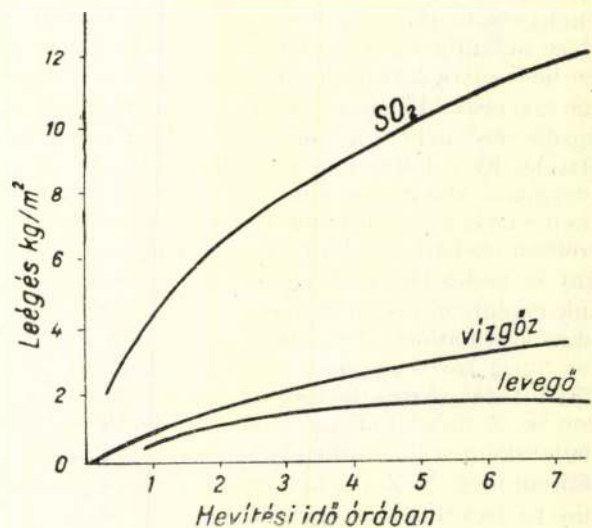
2. ábra

eutektikum 42%  $FeO$  és 58%  $FeS$  összetételt mutat, olvadáspontja  $940^\circ C$ -nál fekszik. Az általunk megvizsgált kb. 6,5% S tartalmú reve kb. 18% vasszulfidnak felel meg. A 18% vasszulfid tartalmú elegy pedig kb.  $1070^\circ C$ -nál teljesen megolvad, illetve már  $940^\circ C$ -nál olvadási jelenséget mutat.

Ezzel szemben a tisztán oxidokat tartalmazó reve olvadáspontja jóval magasabb és pedig Gianidiagrammja szerint a vasoxidulé  $1388^\circ C$ , a vasoxiduloxidé Kohlmeyer szerint  $1527^\circ C$ , a vasoxidé pedig  $1562^\circ C$ . Tehát a vasszulfid tartalmú reve már  $940^\circ C$ -tól kezdve olvad. Sűrű folyású salak képződik, mely a bugáról tolatás közben a buga súlya alatt a kemencefenékhez kenődik.

A leégés  $SO_2$  dús atmoszférában jelentősen nagyobb, mint az oxidálóban, hiszen a reveképződést nemcsak a vasoxidul és vasoxid képződése jelenti, hanem a vas-kén vegyület képződése is, ami a reve mennyiségét jelentősen megnöveli.

Tisztán levegő, továbbá tiszta  $H_2O$ , illetve  $SO_2$  atmoszférában a reve képződés sebességére Bourgraf végzett különféle hőmérsékleten kísérleteket.  $SO_2$  atmoszférában a kísérletet  $960^\circ C$ -nál abba kellett hagynia, mivel ez a hőmérséklet a vasszulfid reve olvadáspontját már meghaladja. Bourgraf adatait vizsgálatának  $960^\circ C$ -ra vonatkozó eredményeiből egy közös diagramba foglaltam s a 3. ábrában közlöm. Eszerint 3; 5, illetve 7 órás hevítés alatt  $960^\circ C$ -nál levegőben a buga felületén  $m^2$ -ként kb. 1,4; 1,6; 1,7 kg,  $H_2O$  atmoszférában hevítve 2,2; 2,8; 3,3 kg, míg kéndioxid atmoszférában 8, 10,2 illetve 11,6 Fe ég, azaz salakul el. Így ha levegőn való hevítésnél a keletkező reve mennyiségét 100%-nak vesszük, akkor  $H_2O$ -nál 158, 175, 194%, kéndioxidnál pedig 575, 640, illetve 685% a képződő reve. Ezek a számok világosan mutatják azt, hogy a kénnek a reve képződésénél milyen döntő a jelentősége.



3. ábra

A reve csökkentésének tehát fontos alapfeltétele az, hogy a gáz kéntartalmát minél jobban csökkentjük.

A vasszulfid mentes, tisztán vasoxid- és vasoxidul-elegyből álló reve olvadáspontja, mint láttuk, jóval magasabb, s kénszegény gáz esetén a kb. 0,3—0,2% S tartalmú revénél  $1320$ — $1350^\circ C$  táján van. Tehát a mátranováki szénből nyert gáz eltűzelésekor a bugafelület  $1320^\circ C$  hőmérséklete mellett száraz reve nyerhető, s száraz revét nyerünk is. A kemencében az égést tehát úgy kellett szabályozni, hogy a kemencetér hőmérséklete az  $1350$ — $1370^\circ C$ -t ne haladja meg, s ezzel a nagymennyiségű és egyúttal kellemetlen, olvadó revétől meg tudunk szabadulni.

A kemence, sajnos, automatikus hőszabályozással ellátva nem volt, s így a kemencekezelő személyzet figyelmességére volt bízva a hőnek be

tartása, illetve az, hogy a megadott maximális hő túl ne lépje. Részben emiatt, de részben azért is, mert a tüzelésnél az elméleti levegőmennyiséggel igyekeztünk tüzelni (s ezáltal a kemence-atmoszféra gyengén oxidáló volt), még így is elég nagy mennyiségű reve képződött, bár a revéképződés kénszegény gáz alkalmazásához képest már lényegesen kevesebb. A keletkező reve azonban csak részben marad az acéltömbön megtapadva jó részében a kemence fenekéhez kenődik, s a buga súlyától függően többé-kevésbé tömörödik, sőt a nyomás és hőmérséklet függvényében a fenék magnezittéglájába behatol és azzal összeforr, összesül. Eltávolításakor ezért a kemence fenekéből több-kevesebb magnezit is feltörik.

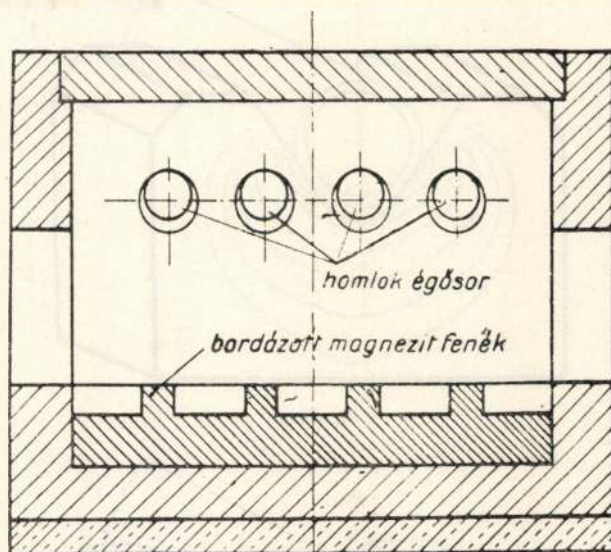
A salak mennyiségének csökkentése után következő feladatként a még keletkező salak eltávolításának megkönnyítése következett. Az önként kínálkozó lépés lenne a salaknak időközönkénti megolvasztása és lecsapolása. E téren is voltak próbálkozások, azonban ezek, amint az előre látható volt, általában balsikerrel végződtek.

Legveszedelmesebb a ferroszilíciummal való kísérletezés volt. A ferroszilícium a magnezit-feneket bármily óvatosan, porrátörve, vékonyan, elterítve igyekeztünk adagolni, kimarja. A fenéken gödrök, lyukak képződnek, amelyek miatt hamarosan a fenék újra elkészítése céljából le kellett állni. Ugyanez az eredmény mutatkozott fém-alumínium forgács alkalmazásánál is. A kemence fenekéről a salak a legtöbbször az izzótér felé tört utat, s az alsó tüzelés égőtere előtt megfagyva, az alsó égők használatát megbénította. Ugyanez az eredmény mutatkozott a tüzelés intenzitásának növelése útján elért salak olvasztásánál is, amikor még az a hátrány is jelentkezett, hogy a csak alacsonyabb hőmérsékletet bíró boltozat-téglák meglágyultak, sőt meg is folytak. Az egyenlőtlenül folyékonyvá váló salakból egyes helyeken a kiegyenlítő tér fenekén kisebb-nagyobb dombok maradtak vissza, ez viszont a bugák tolatását tette lehetetlenné. Ezekről a kísérletezésekről, amelyek a kemenceépítés alap gondolatával ellenkeztek, hamarosan le kellett mondani.

Sokkal több eredményt hozott a kemence-fenék átalakítása.

A legtöbb salak, a hőkiegyenlítőter két végén egy-egy domb alakjában jelentkezett. A feladat volt ezeknek a domboknak a megszüntetése, illetve a csökkentése. Keresni kezdtük annak az okát, hogy miért rakódik le itt több reve. A többféle lehetőség közül a gyanu arra terelődött, hogy a csúsztató, illetve kibukócsövek hűtőhatása miatt a reve itt válik le a bugáról. Feltevésünk helyességét egy fenék átépítés igazolta, amikor is a csúsztatócsöveket a kiegyenlítőterbe való érkezésükkor majdnem teljesen merőlegesen buktattuk le, ezzel elérve azt, hogy a fenéknek ez a része melegebbé vált. A revelerakódás az egész kiegyenlítőter fenékre vonatkoztatva egyenletesebb lett, s már alig észrevehető domb képződött. A kibukó oldalon lévő vízzel hűtött hajtúcsövet sajnos a kemence szerkezete miatt lesüllyeszteni nem lehetett. A hűtőhatás enyhítése céljából a

hőkiegyenlítőter fenekét lefelé megvastagítottuk. A vastagításnak azonban a kemence fenekét tartó lemezek vasszerkezete határt szabott. Így ez a hátrány a fenéknek a szerkezet által megengedett csekély mértékű megvastagítása révén csak kis mértékben javult.



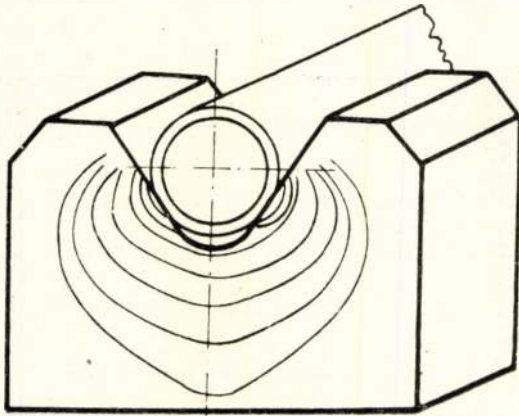
4. ábra

A revének a kiegyenlítőterben némi helyet is igyekeztünk biztosítani, ezért áttértünk a fenék bordázására. A bordázás kivitele a 4. ábrából látható. A csúsztatócsövek folytatásában 1—1 bordában a magnezittéglát 3 sorban élére állítva építettük be, míg a sorok között a kiegyenlítőter fenekén először 6 cm, majd pedig 9 cm mélységű teknőket képeztünk ki. A mélyedésbe 2—8 mm szemnagyságú nyers dolomit murvából kb. 3 cm vastag réteget helyeztünk el. A fenék bordázásával elértük azt, hogy a fenéken a bugának kisebb felülete sűrűlött, ezáltal részben kevesebb reve hullt le, részben a lehulló revének több helyet biztosítottunk. Ennek következményeképpen a salakolási idő még jobban kitolódott. A dolomit murvával viszont sikerült biztosítani, hogy a reve az alul lévő magnezithoz nem tudott hozzásülni és ezáltal a feltörést megkönnyítettük. Itt kell megemlékeznem arról is, hogy egy újítási javaslat alapján a magnezit-téglából falazott bordák helyett acélbugából csúsztatósínt építettünk be, azonban a csúsztatósín egyenlőtlenül égett le, aminek következtében a bugák tolas közben a kevésbé égett részen megakadtak, és a hőkiegyenlítő térben keskeny oldalukra, azaz élükre álltak. Természetesen ezután a csúsztatósímet ki kellett cserélni.

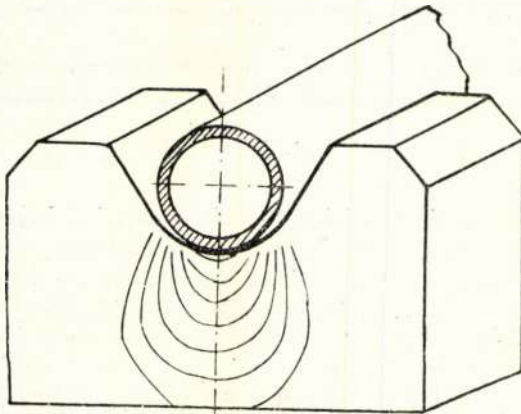
A képződött reve a bugákból az izzótérben, habár sokkal kisebb mértékben, de továbbra is lepergett s az alsó égősor előtt felgyűlve, az égősor tüzelését gátolta. Ezért dolomit murva terítést alkalmaztunk az alsó égősor előtt is, ami az alsó égők üzembiztonságát növelte. A lepergő revét időközönként rendszeresen a dolomittal együtt kikapartuk, majd új dolomitréteget terítettünk

s ezáltal az égősor előtt a fenék állandóságát biztosítani tudtuk.

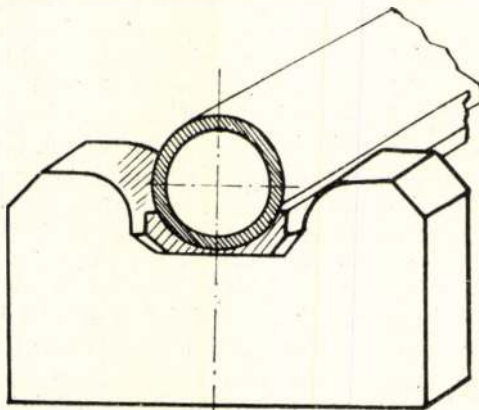
Sok gondot okoztak a bölcsök kövek is, melyeknek kiképzését az 5. sz. ábra mutatja. A bölcsök kövek nyeregalakú kivágásába kerültek a vízzel



5. ábra



6. ábra



7. ábra

hűtött csúszócsovek. Amíg a salak a nagy kéntartalmú gáz idejében a magnezit bölcsököket már az előmelegítőtérben a kb. 900° C zónától kezdve ellepte, addig hibákat nem vettünk észre. Valószínűleg azért, mert a salak a repedéseket eltakarta, sőt talán azért is, mert a salak a magnezittel összenöve, összeforrva, annak ellenállóképességét növelte. Amikor a reve az előmelegítő-

térben megszűnt, illetve az égők előtti térben jelentősen csökkent, akkor a repedések egyszerre jelentkeztek, s a téglák fokozatosan teljesen átrepedve, szétestek. A csúsztatócsovek a terhelést amíg egy-két szomszédos téglá hiányzott, még bírták, de amikor a téglasorból 50—80 cm-es darabok estek ki, akkor csőtörés veszélye miatt a kemencét le kellett állítani.

A magnezit téglánál a kemencében uralkodó 1300—1350° C közötti hőmérsékleten kb. 2 kg/cm<sup>2</sup> terhelés engedhető meg. A terhelés azonban ennél jóval több volt. Ha az 5. ábra szerint vesszük fel a cső felfekvését, úgy a legjobb esetben egy-egy oldalon legfeljebb néhány mm-re tehető a felfekvés. A 2750 mm hosszú és 300 mm vastag buga súlya 100 mm-ként kb. 640 kg. Ha a felfekvést egy-egy érintkezési felületen 5—5 mm-re becsüljük, akkor ez a csúly 4 csövön, azaz  $4 \times 2 \times 0,5 \times 10 = 40 \text{ cm}^2$  felületre támaszkodik, ami 16 kg/cm<sup>2</sup>-es terhelésnek felel meg. Ez pedig nyolcszorosa a megengedettnek. Ugyanez a helyzet, ha a cső a 6. ábra szerint fekszik a bölcsőben. Jobb felfekvést biztosítani aligha lehet, hiszen a téglá kialakításánál, formázásánál és égetésénél a csőátmérőnek megfelelő pontos méret ténylegesen csak véletlenül található el. A bölcsőtéglán az első gyors segítésként kisebb méretű, azaz keskenyebb szélességű és alacsonyabb, tehát pontosabb mérettel készíthető és egyúttal kisebb térfogata miatt jobban kiégethető téglát alkalmaztunk, továbbá a bölcst kézzel faragtuk méretre, hogy ezzel biztosabb és nagyobb felületű felfekvést biztosítsunk. Azután tervbe vittük a téglá alakjának átalakítását a 7. ábra szerint, ezzel jobb terhelési viszonyokat szándékoztunk elérni. Sajnos, ennek a kivitelnek a kikísérletezésére még nem került sor. A téglá anyagát is meg akartuk változtatni és pedig magnezit helyett a kémiailag megfelelő és egyúttal a hűtést és feszültséget jobban bíró szillimanit alkalmazására akartunk kísérletet végezni. A téglá belső feszültségei a hűtőcső által okozott helyi hűtés miatt igen kedvezőtlenek. Amikor a bölcsőtéglákból néhány darab kihullott, akkor jól látható volt a téglában jelentkező és valószínűleg nagy belső feszültséget kiváltó hőelosztás, melyet a 5. és 6. ábra igyekszik érzékelteni.

További hibára mutatott egy a hengerléskor megfigyelhető feltűnő jelenség, mely abban nyilvánult meg, hogy a lemez erősen rádolgozott az alsó késre, sőt a hengerek elhagyásának pillanatában a rövid lemezeket az alsó késre ráütve, rugalmasan feldobta a levegőbe. Ennek oka nemcsak a kés rövidege, hanem legnagyobb részét az volt, hogy a bugák alsó felülete a felső felületnél hidegebb volt (amit hevítéshez szokott szem is észrevett). Ezen a helyzeten az alsó égők nagyobb igénybevitelével igyekeztünk segíteni. Az égők tüzelését úgy állítottuk be, hogy a kiegyenlítőter homlokégőin a gáz 30%-át, az izzítóter alsó és felső égőin pedig a 35—35%-át juttattuk a kemencébe. Ez a beosztás némi enyhülést hozott. Sajnos mivel a fogyasztást égősoronként mérni és így regisztrálni sem lehet, a beállítás a kezelőktől

rendkívül figyelmes munkát kíván. További javulás akkor következett be, amikor a kemence átépítések, mint fentebb említettük, a csúszócsöveket a kiegyenlítőtér végénél majdnem merőlegesen lebuktattuk, amint az a 2. ábrából látható. Ugyanakkor a kiegyenlítő tér tűzálló fenekét, amennyire azt az alsó égősor megengedte, megvastagítottuk. A jelenség, bár igen sokat javult, teljesen nem szűnt meg és a hőkülönb-ség, bár csökkent, még mindig a kívátnál nagyobb volt. Az elméleti számolás 100—130° C-os különbséget ad, amit egy-egy optikai pirométerrel való mérés is igazolt. A hajtúcsöveket a mellgerenda elrendezése miatt lesüllyeszteni nem sikerült, s a kitolásra váró buga a hajtúcsó hűtőhatásának kitett területen várta meg, míg a sor reá kerül. Elhatároztuk, hogy egy nagyobb kemence átalakítása alkalmával a hajtúcsöveket le fogjuk süllyeszteni, miáltal a buga alsó része várhatólag még melegebb lesz.

A kemence teljesítményének növelése érdekében a tűztér mögött a kemence két oldalfalán pótégőket építettünk be, hogy az előmelegítőtér hőmérsékletét az oldalfelgyelő ajtók előtt emeljük. Ezeknek az égőknek kedvező melegítő hatása a bugák hőmérsékletén is mutatkozott.

A jobb melegítés érdekében a tüzelőtér felső égőit, amennyire azt a szerkezet megengedte, még jobban megdöntöttük, ami által a befűvés szöge megnövekedett. Ezzel a változással az égéstermék nem vette oly mértékben igénybe a szemben lévő függő boltozatot sem, a láng pedig az izzítótérben jobban ki tudott fejlődni.

Sok bosszúságot okozott az, hogy a hajtúcsövek az elhordó görgősor mellett üzemből több ízben felszakadtak, s a kiömlő rész-nél a hűtővíz a körforgalomból kikapcsolódva a reve gyűjtő csatornába ömlött. A hibának az volt az oka, hogy az elhordó görgősor mellett fekvő hűtővíz elvezető cső alatt a reve felgyűlt, s az elvezető csatlakozó csövet alulról feszítette. A hajtúcsó így a biztos felfekvését elveszítette, s az alsó végén az alája hulló, illetve szoruló revétől megemelkedett. Az így feszített állapotban, s a közepén felfekvés nélkül maradó cső a buga kitolásakor a rajta lesikló, illetve ráeső bugától mindig egy-egy ütést kapott, emiatt az elfolyó csőhöz való hegesztésnél felrepedt. A reve rendszeres eltávolítása ezen a hibán segített.

A kemencében, mint említettem, 140—320 mm vastag bugákat kellett melegíteni. Ilyen bugák melegítési időszükséglete a külföldi irodalomban közölt gyakorlati szabály szerint generátorgáz tüzelésnél levegőelőmelegítés mellett cmvastagságanként 1,1—1,3 perc. Ezzel számolva, a 140 mm vastag buga áthaladási ideje kb. 2,5—2,8 óra, míg a 320 mm vastag 6—7 óra. Ha a melegítési

időt elméleti alapon számoljuk ki, akkor még hosszabb időtartamot nyerünk. A buga, ha jó átmelegedést akarunk biztosítani, akkor legalább ilyen hosszú ideig tartózkodik a kemencében. A száraz reve alacsonyabb hőmérsékletű kemencét tételez fel, ennek előnye a revemennyiség nagymérvű csökkenése. A vastag bugák hevítése azonban 5—7 órát kíván és még így sem mondható teljes keresztmetszetében egyenletesen, jól átmelegedettnek. Emellett az 5—7 órai erőltetett hevítési idő alatt, elkerülhetetlenül tetemes mennyiségű reve képződik. Elkerülhetetlen még akkor is, ha a gáz-levegő viszonyt, a kemencetér nyomását és hőmérsékletét automatikusan szabályozzuk. Enélkül azonban ezeknek ingadozása a kemenceszemélyzet gyakorlottságától, figyelmes-ségétől és fegyelmességétől függően a revemennyiségnek több-kevesebb növekedését okozza.

A megnőtt revemennyiség a vastag buga súlya alatt, a felfel is jelentősen ingadozó hőmérséklet mellett összesül s a kiegyenlítőtérben egy tömeggé forr össze, amit eltávolítani a kemence konstrukciója miatt megömléssel nem lehet. Ebből pedig az következik, hogy a kemencével időközönként le kell állni, le kell hűteni, hogy a reve (salak) kitörhető legyen.

Az elmondottakból következik, hogy a kemence elsősorban rövid hevítési időt kívánó bugák hevítésére alkalmas, ezek kisebb vastagságuk folytán rövidebb idejű áthaladás (2,5—3 óra) alatt is jól áthevülnek, kisebb súlyuk alatt a reve nem tömörödik. Az ilyen anyaggal táplált kemence több hónapig is járni tud leállítás nélkül, s a szárazon maradó reve mennyiségének csökkenéséből származó igen komoly gazdasági előnyökért nem kell másutt, más révén drága árat fizetni.

Általában mondható, hogy egy kemencének erőltetése, intenzívebb tüzelése a salak megnövekedésével jár, a húzási idő megrövidítése pedig át nem melegedett, át nem ért anyagot eredményez. Az előbbinek kárát a rövidebb időközökben bekövetkező leállásokkal, míg az utóbbi kárát a hengersorvonó motor megnövekedett, nagyobb áramfogyasztásával, s a még ennél is súlyosabbat jelentő kárral, a hengerlő berendezéseknek időelőtti tönkremenésével kellene megfizetni.

#### Jutalmazás

Az Országos Tervhivatal Dunay Sándort, Vinyovszky Lászlót, Vécsey Bélát, Bartha Lajost, Bogárdi Endrét, Veres Imrét, Kutas Andort, dr. Környei Józsefet, Nagy Andrásné, Vajk Pétert, dr. Mázor Lászlót, dr. Gedeon Tihamért, dr. Papp Elemért, Nagy Istvánt, dr. Dobos Györgyöt, Gerencsér Józsefet és Garay Lászlót 20 000 Ft jutalomban részesítette, a vanádium és titán hazai timföldgyártási melléktermékekből történő előállításáért.

## Erősen ötvözött acélokból készült kovácsdarabok hűtése\*

P. V. SZKULJEV — M. P. BRAUN

Fordította KÖRÖS BÉLA és VAJK ÁRPÁD

A pelyhek (finom belső repedések) az ötvözött és — kivételes esetekben — a karbondús acélokból készült kovácsdarabok fontos és gyakori hibái. A pehelyképződésnek és az ellene folytatott küzdelem módszereinek kiterjedt irodalma van.

Tényként állapítható meg, hogy az acélban a pehelyképződés fő okozója: a folyékonyacél által az olvasztási művelet során elnyelt hidrogén, mely a kovácsolt darabban nagy hőmérsékleten, oldatként jelentkezik.

A kovácsolt darab lehülése közben, az oldhatóság csökkenése következtében, az oldatból atomszerű hidrogén válik ki mely molekuláris alakot nyer, nagy nyomást idéz elő s ez pelyheknek vagyis belső repedéseknek keletkezését okozza.

A pehelyképződésnek a hidrogénezen alapuló elmélete számos oly jelenséget magyaráz meg, melyek más elmélet által meg nem indokolhatók.

Részben a hidrogénelmélet által megmagyarázható jelenségek: az úgynevezett „immunitás” — vagyis a kovácsolt darabokban az ismételt izzítás és hűtés után a pelyhek elmaradása, ha a darabokban az első hűtés után pehely nem képződött, a pelyhek jelentkezésének összefüggése a tüzelőanyag, a betétanyagok stb. nedvességével.

A hidrogénelméletből okszerűen folyik a pelyhek elleni küzdelem két fő iránya, ú. m.:

a) a lehető legkevesebb hidrogént tartalmazó acél gyártása;

b) kovácsolás után a darabok lassú lehűtése.

Az első követelmény, magától értendően helyes és további bizonyítást nem kíván, — a második azonban, vagyis kovácsolás után a darabok lassú lehűtése, ahogy azt az üzemi tapasztalatok bizonyítják, nem volt mindig célravezető, mert gyakran megtörtént, hogy bár a kovácsolt darabokat igen kis (óránként 3—5°-os) sebességgel hűtötték le, a pelyhek miatt azokat végül is selejtezni kellett.

## 1. Kovácsdarabok hűtésének rendszeres eljárása

Ötvözött (króm-, krómnikkel-, krómmolibdén- stb. acélokból 1936-ban kezdtek nagy darabokat előállítani. A gyártás kezdetén a pehelyképződés miatt a tárgyak nagy része selejtbe került.

Az alábbi két technológiai követelmény szigorú érvényesítése ú. m.:

a) a tuskóknak csupán izzó állapotban való beadása, miáltal ezeknek 600°-nál nagyobb kovácsolási hőmérsékleten való zömítése lehetővé válik;

\* Metallovedenje i Termooobrabotka című ПЗТМ tanulmány-gyűjteményből.

b) a kovácsdarabok lassú hűtése, a pelyhek miatti selejtet nagy mértékben csökkentette.

Ebben az időben a nagyméretű kovácsdaraboknak kovácsolás utáni hűtésére a következő eljárást alkalmazták:

1. hőntartás a kb. 650°-os hőmérsékletű kemencében a darab utolsó berakása után 8 órán át;

2. felhevítés 860—880°-ig;

3. hőntartás 860—880°-nál;

4. lehűtés 400°-ra, 15—20° óránként;

5. hűtés 400°-ról 100°-ra, 8—10° óránkénti sebességgel;

6. a kemencében, nyílt fedelek mellett, benn-tartás 8—10 órán át.

A hűtés teljes technológiai időtartama mintegy 100 órát vett igénybe.

A hosszantartó eljárás és a lassú lehűtés ellenére egyes erősen ötvözött acélfajtából például az 0,2—0,4% molibdént tartalmazó, 35XH3M típusból kovácsolt 350—400 mm átmérőjű darabok a pelyhek miatt selejtbe kerültek.

1939 végén kezdődött a krómnikkelmolibdén acéltárgyak sorozatos termelése. A kovácsolt darabok hűtését eleinte a fent ismertetett módon végezték, amikor is sok esetben a tárgyak a lehülés után fokozottan megkeményedtek s azokat utólag ki kellett lágyítani. Ezenkívül, az ismertetett módszerű hűtés a kemencéket igen megterhelte s a műveleti ciklust meghosszabbította.

Ezzel kapcsolatosan, Pecschesi (1) kísérletei alapján az úgynevezett „izotermikus hűtési eljárást” dolgozták ki, mely az alábbi főműveletekből áll:

a) a kovácsolt darabok hőfokon tartása a kovácsolás után 630—650°-nál, hogy a hőmérséklet abban jól kiegyenlítődjék;

b) lehülés 400°-ig, e hőfokon tartással;

c) a hőmérséklet megnövelése 630—650°-ig, 16—18 órai tartással;

d) lassú hűtés 630—650°-ról 100—120°-ra.

A kovácsdarabok hűtésének egész műveleti ideje 70 órát vett igénybe.

Az izotermikus hűtési eljárás, — miként ezt sokezer sorozatosan kovácsolt darabban szerzett tizesztendős gyakorlat igazolta — max. 350 m/m átmérőjű krómnikkelmolibdén acél és max. 500 m/m átmérőjű savas krómmolibdén acél (0,15—0,25% Mo tartalommal) kovácsdarabok pehelymentes gyártását teszi lehetővé.

A kovácsolt darabok hasonló jellegű hűtési módszerének leírása a külföldi (amerikai) irodalomban csak 1945-ben (2) jelent meg, azonban a módszer elméleti indokolásának részletezése nélkül.

A hűtési eljárás megrövidítése és a kovácsolósajtólüzem termelékenységének megnövelése céljából utóbb a 630—650°-nál való hőntartás idő-

tartamát megrövidítették és a kemencében való hűtést, a 630—650°-os hőntartás után, levegőn való hűtésre változtatták át.

A kovácsolt darabok hűtési ciklusának megrövidítése a kemencék termelékenységének fokozását tette lehetővé és módot adott arra, hogy az üzemi munkának ezt a szűk keresztmetszetét felszámolják.

## 2. Keréktárcsák gyártási kísérletei erősen ötvözött acélból

E kovácsdarabok szilárdsági követelményei: szakítószilárdság 90 kg/mm<sup>2</sup>, folyási határ 75 kg/mm<sup>2</sup>, nyúlás legalább 12% ( $l = 5d$ ), ütőszilárdság legalább 5 kgm/cm<sup>2</sup>. A kovácsolt tárcsák kerékagyvastagsága 400—500 mm volt. A szilárdsági tulajdonságok tekintetében támasztott nagymérvű és fokozott igények folytán — a kovácsolt darabokat 35XH3M jelű erősen ötvözött acélból készítették. A 250 mm kerékagy vastagságú kovácsolt darabok gyártása a nevezett típusú acélból, nem okozott nehézséget, a 400—500 mm kerékagy vastagságú kovácsolt darabok gyártása azonban, a tárcsa nagy vastagsága következtében (a tuskó súlya 6—10 t), a pelyhek jelentkezése folytán sok nehézséggel jár.

A tárcsák gyártása az alábbi menet szerint folyik le:

1. a tuskó öntése és izzó állapotban a kovácsoló üzembe juttatása;
2. a darabok kovácsolása, lehűtése és a méret valamint keménység szerinti átvétele;
3. előzetes gépi megmunkálás (tágítás);
4. edzés, megérsztés és keménység szerinti átvételezés;

5. minden darab szilárdsági tulajdonságainak meghatározása, a Baumann-lenyomatok vétele és a pelyhesség ellenőrzése darabonként;

6. amennyiben a darabok a szilárdsági tulajdonságok tekintetében az előírt követelményeknek és a fémmínőségnek megfelelnek (pelyhek, salakzárványok és a megengedett méretet meghaladó dúsulások nincsenek), akkor a tárgyakat a befejező gépi megmunkálásnak vetik alá.

A tárcsáknak pelyhességre való ellenőrzése a kerékagy felületének ammóniumperszulfáttal és 10%-os salétromsav-oldattal való maratása útján történik. A maratott felület felülvizsgálata nyomában a maratás után, majd 24 órával később történik.

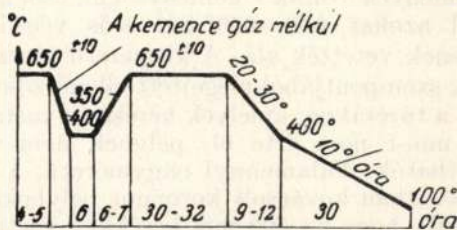
Az első sorozattárcsa részére szolgáló acélt a szokásos eljárással, 0,35—0,10% óránkénti dekarbonizációs sebességgel olvasztották.

Az első tétel tárcsa kovácsolását az alábbi műveletekkel végezték:

- a) a tuskó elősajtolása;
- b) a darab zömítése és nyújtása;
- c) a második zömítés és a nyílások lyukasztása;
- d) a tárcsa szélesítő kovácsolása a rajz méreteinek megfelelően;
- e) a készre kovácsolt darab befejező hűtése.

A darabokat kovácsolásuk után az 1. ábrán feltüntetett eljárás szerint hűtötték le.

A kovácsolt darabokat, a lehűlést követő túlságos keménységük miatt, utólagosan meg kellett eresztetni.



1. ábra. A 35XH3M acélból gyártott tárcsák lehülési görbéje (az 1. sorozat).

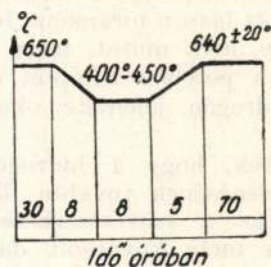
Az ellenőrzés során a legtöbb tárcsát pelyhesnek találtak. A szétvágott tárcsák vizsgálata azt mutatta, hogy azok belső rétege hibás és sérült. A pelyhek a törésnél sima felületűek, jellegzetes tojásdad alakzatúak voltak. A pelyhek elhelyezkedése nem volt azokkal a területrészekkel kapcsolatos, ahol a legtöbb kén, foszfor halmozódott fel s ahová a nemfémes zárványok ágyazódtak be.

A második sorozat tárcsáihoz az acélt a szokásos szilíciumredukciós eljárással olvasztották.

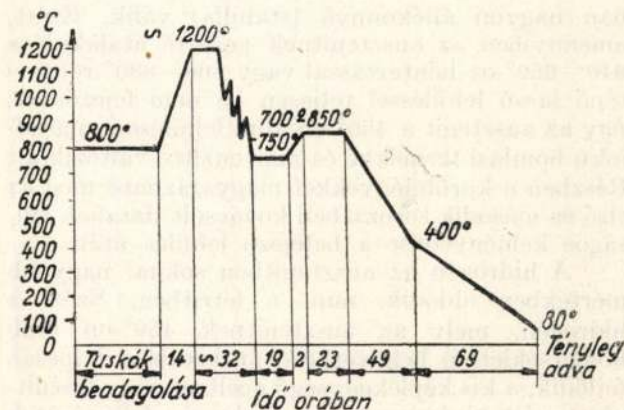
A tárcsák tuskóit az alábbi technológia szerint kovácsolták:

- a) a tuskó elősajtolása;
- b) a darab zömítése és nyújtása;
- c) közbeeső felhevítés;
- d) második zömítés, a nyílások lyukasztása s a tárcsa szélesre kovácsolása a rajz méretei szerint;
- e) a készre kovácsolt darab befejező hűtése.

A kovácsolt darabok közbeeső felhevítése a 2. ábrán látható grafikon szerint történik. A kovács-



2. ábra. A 2. sorozat tárcsa kovácsolt darabjai közbeeső felhevítésének grafikonja.



3. ábra. A 2. sorozat tárcsa kovácsolt darabjai végső felhevítésének és hűtésének grafikonja.

csolt tárcsák végső lehűtését a 3. ábrán látható eljárás szerint végezték.

A kovácsolt darabok a lassú lehűlés ellenére igen kemények voltak s keménységük csökkentése céljából azokat 640—650°-nál erős végső megereztésnek vetették alá. A kisméretű tárcsáknak pelyhek szempontjából megejtett ellenőrzése során azokon a tárcsákon, amelyek kerékagy vastagsága a 250 mm-t nem érte el, pelyhek nem voltak kimutathatók. Valamennyi nagyméretű, a második sorozatban kovácsolt korongot pelyhekre úgy vizsgálták, hogy az 500 mm kerékagy vastagságú tárcsáknál minden harmadikat, a 400 mm kerékagy vastagságúaknál pedig minden negyediket vizsgálták.

A tárcsákból kivágott próbadarabok felülvizsgálata során azt állapították meg, hogy a második sorozat tárcsái közt sokkal kevesebb pelyhes darab volt, mint az első sorozat kovácsolt darabjaiban.

Az első két sorozat tárcsáinak nem kielégítő vizsgálati eredményei folytán a harmadik sorozat készítésénél gyökeres módosításokat eszközöltek.

Bázikus Martin-kemencében előbb kb. 0,4% C-széntartalmú féltermény-betétet olvasztottak bakalji nyersvasból, vasérc hozzáadásával. A tuskókat a tárcsák céljára a szóbanforgó félterményből savas Martin-kemencében olvasztották, amikor is a megolvadt fürdő 1,7% kARBONT tartalmazott. A karbon kiegészi sebessége igen nagy volt, — a főzés kezdetén 0,6% körül, míg a végén kb. 0,3% volt óránként. A fürdő forrásának erőssége a vasérc és mészkőadalékok által előidézett nagy hőmérsékletnek megfelelő volt.

Az első és második sorozatbeli tárcsákban a pelyhek megjelenése, bár a kovácsolt darabok 400—100° között lassan (óránként 10°) hőmérséklettel hűltek le, arra mutat, hogy ama elmélet, amely szerint a pelyhek felléptét csak egyetlen tényező, a hidrogén jelenléte okozza, távolról sem kielégítő.

Feltételezték, hogy a hidrogéne kívül a pelyhek megjelenésének további főoka az, hogy képződésüket az a szövetszerkezeti átalakulás befolyásolja, a mely kovácsolt darabok hűlése folyamán, tehát a kovácsolás után következik be.

A 35XH3M acél ausztenitje a perlites zónában nagyon állékonnyá (stabillá) válik. Ezért, amennyiben az ausztenitnek perlitté átalakulása 640—660°-os hőntartással vagy 860—880°-ról történő lassú lehűléssel teljesen be nem fejeződött, úgy az ausztenit a 450°-on aluli lehűlésnél második fokú bomlási terméké és martenzitté változik át. Részben e körülményekkel magyarázható meg az első és második sorozatbeli kovácsolt darabok túlságos keményedése a befejező lehűlés után.

A hidrogén az ausztenitben sokkal nagyobb mértékben oldódik, mint a ferritben. Ezért a hidrogén, mely az ausztenitnek 450°-on aluli hőmérsékletnél bekövetkező átalakulása kapcsán fejlődik, a kis képlékenységgű acélban nagy feszültséget vált ki és repedések (pelyhek) fellépésének okául szolgálhat. Következésképpen, a 640—660°-

nál történt hőntartás időtartamának helyes megállapítására és a lehülési hőmérséklet meghatározására ismerni kell a túlhűtött ausztenit bomlási kinetikáját. A túlhűtött ausztenit bomlási kinetikájának kivizsgálása azt mutatta, hogy a 35XH3M jelű acél ausztenitje rendkívül stabil. Az ausztenit stabilitása a perlites szakaszban 650° hőmérsékleten a legkisebb, emellett 1100°-ig történt iZZÍTÁS, 650°-ra történt lehűtés és 40 órán át e hőmérsékleten történt tartás után csupán legfeljebb mintegy 40% ausztenit bomlik fel. Szadovszkij tanár vizsgálati eredményei szerint a 35XH3M acélban levő ausztenit 650°-nál történő átváltozásához 100 órát meghaladó hőntartás szükséges.

Az ausztenitnek 1100°-ról 400°-ig túlhűtése és 400°-on két órán keresztül tartása mellett az ausztenitnek mintegy 70%-a a ferrit és karbidok keverékévé változik.

400°-ra történt előzetes túlhűtés esetén a megmaradt ausztenit további átalakulása 650°-nál, sokkal gyorsabban történik. Ahhoz, hogy a megmaradt ausztenit bomlása 650°-nál befejeződjék, mintegy 50 óra szükséges, azaz majdnem féllányi idő, mint a túlhűtés nélküli hőntartásnál.

300°-ra történt lehűtésnél és e hőmérsékleten 2 órás hőntartásnál az ausztenit 95%-a szétesik, a megmaradt ausztenit átalakulása pedig 650°-nál 25 óra alatt következik be. Figyelembe kell venni, hogy a 650°-kal szemben a túlhűtött ausztenit fenti hőntartási hőmérsékletének még jelentéktelen eltérése is a 35XH3M acél teljes átváltozásához megkívánt időt nagyon meghosszabbítja, amit üzemi körülmények között számításba kell venni. Ezenfelül a tuskó karbonjának és ötvöző elemeinek likvációja (dúsulása) következtében a kovácsolt darab keresztmetszeteiben a túlhűtött ausztenit állékonysága nem lesz egészen egyforma.

A 35XH3M acél túlhűtött ausztenitje bomlási kinetikájának vizsgálati eredményei alapján, — figyelemmel a karbon likvációjára és a kemence hőfok ingadozásaira — olyan gyakorlati módszert dolgoztak ki, melynél a kovácsolt darabok lehűtési hőmérsékletét 280—320°-ban szabták meg, 8—10 órás hőntartással. 650°-nál pedig a hőntartási időtartamot 100 órában állapították meg.

A tárcsák kovácsolására, valamint a tömörített nyers munkadarab lyukasztására, nyújtására és közbeeső hűtésére új gyártási eljárást dolgoztak ki. Az új gyártási eljárásban a zömített, lyukasztott munkadarabok maximálisan csupán 430 mm falvastagságúak voltak, az előbbi eljárás 850 mm átmérőjű elősajtolt tuskója helyett.

Hogy a tárcsák készítésének leghatékonyabb és leggazdaságosabb módszere megállapítható legyen, ötféle próbasorozatot gyártottak le.

Csak nagyméretű, 400 és 500 mm kerékagy vastagságú tárcsákat gyártottak, legnagyobb részüket az 1. változat szerint, a többi változat szerint pedig csak 3—3 tárcsát készítettek.

Az 1. (fő-) változat: az acél olvasztása aktív eljárással, mészt hozzáadásával óránként 0,7—0,2% dekarbonizációs sebességgel történt.



A tárcsák kovácsolási technológiája az alábbi volt :

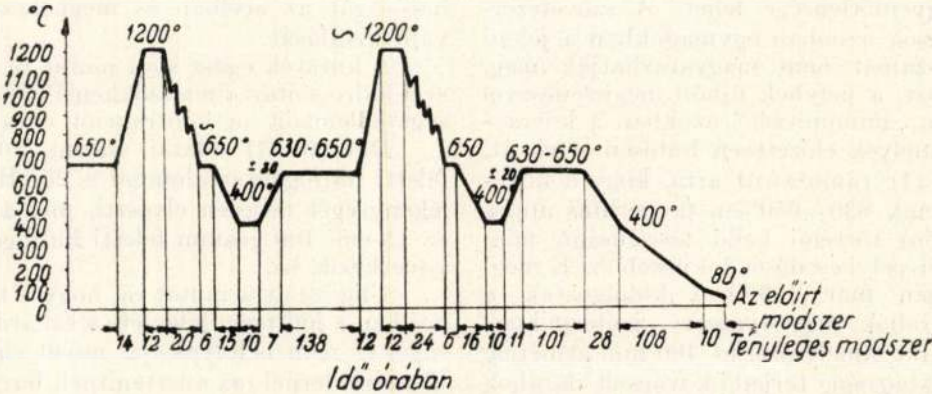
- a) a tuskó elősajtolása ;
- b) a tuskó zömítése és a nyers munkadarab nyújtása ;
- c) a nyers munkadarab zömítése, lyukasztása és egyengető nyújtása ;
- d) közbeeső lágyítás ;
- e) lyukasztott nyers munkadarab zömítése és a végső kovácsolás a rajz méreteinek megfelelően.

A tárcsák kovácsolásának és hűtésének hőfok-görbéje a 4. ábrán látható.

Az 5. változat : az acél olvasztása az 1. változattal egyezően történt. A tuskók kovácsolását pedig a 3. változat módszere szerint végezték (azaz a lyukasztott nyers munkadarab egyengető nyújtása a közbeeső felhevítése nélkül).

A kovácsolt darabokat a kovácsolás után 850°-nál kiűzítették és lassan hűtötték le (5. ábra).

A pelyhek előzetes ellenőrzésére, az ismertett változatok szerint kovácsolt mindegyik csoportból egy legnagyobb méretű (500 mm kerékagy vastagságú) tárcsát vettek ki, amelyből keresztirányú próbadarabot vágtak ki. A próbadarabból egyrészlől Baumann-lenyomatot vettek, másrészlől



4. ábra. A tárcsák kovácsolásának melegalakítási és hűtési grafikonja (1. változat, 3. sorozat).

A 2. változatot azért alkalmazták, hogy tisztazzák a homogenizáció (egyneműsítés) tényleges hatását az acél pehelyképződés iránti hajlamoságára. A tuskókat kovácsolás előtt 12 órán át 1200°-nál egyneműsítő izzításnak vetették alá.

A darabok ezt követő kovácsolását és hűtését az 1. (fő-) változat technológiájával végezték.

A 3. változat : az acél olvasztását az 1. változatú módszerrel hajtották végre. A kovácsolás a régi technológiával történt, egyengető nyújtás és közbeeső lágyítás nélkül. A kovácsolt darabokat a végső lehűtésnél, az 1. és 2. változattól eltérően, 400° helyett 250°-ra hűtötték túl.

A 4. változat : a tárcsák kovácsolásánál hideg tuskóból indultak ki. A kovácsolt darabokat a végső lehűtésnél 280—320°-ig hűtötték túl. A gyártási eljárás egyébként a 3. változattal egyező volt.

ről pelyhesség szempontjából vizsgálták, úgy hogy a darabot olajban megedzették, megeresztették, sajtolással összetörték s a töretet a pelyhességre alaposan szemrevételezték. Ezenkívül a tárcsában a pikkelyek jelenlétét mágneses repedésvizsgálati módszerrel is ellenőrizték.

Az 1., 2. és 3. változat szerint gyártott kovácsolt darabok próbadarabjai pelyhektől mentesek voltak. Nem találtak pelyheket sem a kovácsolt tárcsák végső ellenőrzésére, sem azok gépi készre munkálása után.

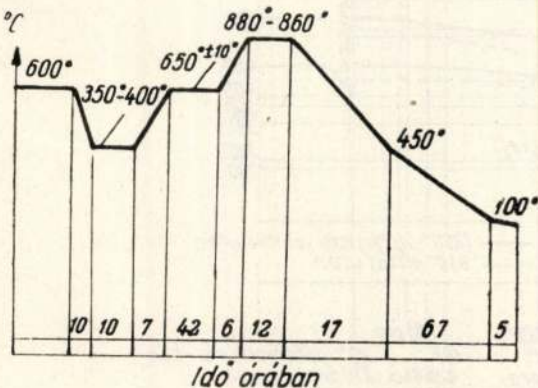
A 4. változat szerint gyártott tárcsák próbadarabjaiban és a tárcsákban pelyheket nem észleltek. A gépi megmunkálást követő végső ellenőrzés során a három tárcsa egyikén pelyhek mutatkoztak.

Az 5. változat szerint gyártott kovácsdaraból vett próbák alapján két tárcsa mutatkozott pelyhesnek.

### 3. A vizsgálati eredmények kiértékelése

A pelyhek a hidrogénelmélet szerint, a német értelmezésben (3), azáltal keletkeznek, hogy az alacsony hőmérsékletű acélban a hidrogén oldhatósága csökken. A pelyhek képződése a hidrogén kiválása és annak molekuláris alakra történő átváltozása folytán fellépő feszültséggel áll kapcsolatban.

A pelyhesedés elleni küzdelemben, a hidrogénelmélet értelmezése alapján folyó intézkedésnek tekinthető a kovácsolt darab lassú hűtése, különösen a felszabaduló hidrogén fokozott nyomásának hőmérsékleti intervallumában és az acél csökkent képlékenységénél (400° alatt).



5. ábra. A tárcsák kovácsolásának melegalakítási és hűtési grafikonja (5. változat, 3. sorozata).

Az 5. változat szerint gyártott kovácsdarabok első és harmadik csoportjánál a pelyhek fellépte arra mutat, hogy csupán a lassú lehűtés egymagában a kovácsolt darabokat a pelyhességtől nem óvja meg s hogy további olyan tényezők is közreműködnek, melyeknek a pelyhalképződésre befolyásuk van.

Ilyen befolyást gyakorló tényező, vizsgálataink és a közzétett tanulmányok egész sorozata szerint, az acélnak hőntartása és hűtése közben fellépő szövetszerkezeti változásai. Már Babosin (4) rámutatott arra, hogy a pelyhek keletkezésének egyik oka az acélban, közelebből a nyers munkadarab keresztmetszetében fellépő szövetszerkezeti változások egyenlőtlensége lehet. A szövetszerkezeti változások azonban egymagukban a jelenségek nagy számát nem magyarázhatják meg, így többek közt, a pelyhek újbóli megjelenésével szembeni ú. n. „immunitást“ azokban a kovácsdarabokban, melyek előzetesen hűtésen estek át.

Pcsachesi (1) rámutatott arra, hogy a kovácsolt daraboknak 630—650°-on (a perlités átalakulás területén) történő kellő hosszúságú hőntartása az acél pelyhesedését kiküszöböli. E megfigyelés alapján már 1939-ben kidolgozták a kovácsolt darabok úgynevezett „izotermikus“ hűtési módszerét, amely szerint 400 mm átmérőig és 600 mm vastagságig terjedő kovácsolt darabok ezreit hűtötték le. Az e módszerrel hűtött kovácsolt darabok között egyetlenegy sem lett pelyhek miatt selejtes.

Dubojov (5) megállapította az erősen túlhűtött ausztenit állékonysága és a pelyhek keletkezése közti egyenes összefüggést, nevezetesen, hogy minél nagyobb az ausztenit stabilitása, annál nagyobb annak a hajlamossága a pelyhalképződésre. Az adott hőmérsékletnél, valamint a hidrogénnel telített próbadarabok edzésénél, az ausztenit teljes átalakulása után, a próbadarabokon pelyheket nem találtak.

Sievverts (3) és újabban Noszireva (6) megállapították, hogy a hidrogén oldhatósága az ausztenitben nagyobb, mint a perlit-ferrites szövet-szerkezetben. Természetes, hogy ausztenit és ferrit-

perlités szövetszerkezet együttes jelenléte esetén a hidrogén törekvése az, hogy az ausztenitben oldódják fel (7). A hidrogén diffúziós sebessége az alfavasban sokkal nagyobb, mint az ausztenitben (6, 7).

Noszireva (6) adatai szerint, a hidrogén oldódása a troostitban sokkal kisebb, mint a normalizált szövetszerkezetben. A martenitben a hidrogén oldhatósága jelentéktelen, de a szorbitban az oldhatóság a martenitének hétszerese és csupán mintegy 10%-kal kisebb, mint a tiszta ferritben.

Az irodalom adatai arra mutatnak, hogy valamennyi ötvöző elem (az alumínium és a nióbbium kivételével) megnöveli a hidrogén oldhatóságát az acélban és megnehezíti az acélból való kiválását.

A kutatók egész sora mutat rá arra, hogy az acél hidrogéntartalma csökkenti az acél képlékenységi jellemzőit (a kontrakciót és a nyúlást).

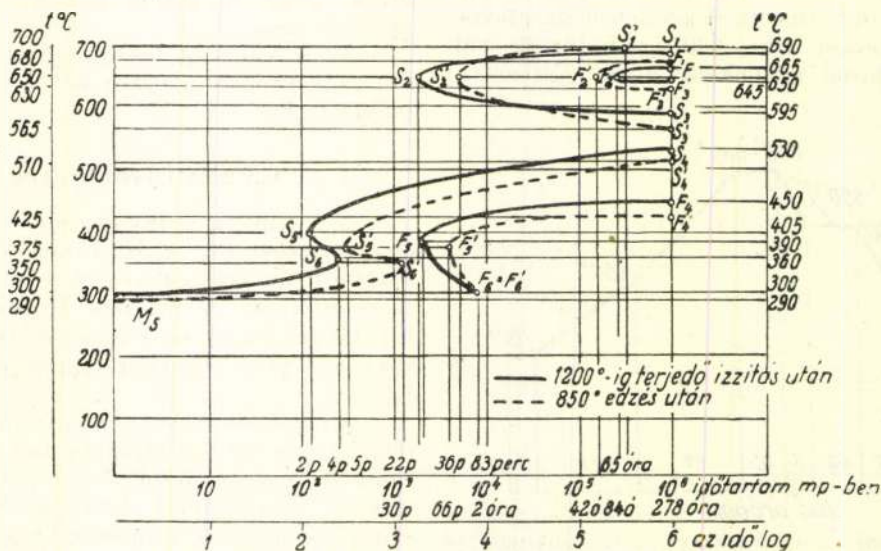
Dubojov (7) adatai szerint 10 cm<sup>3</sup>/100 gr, feletti hidrogéntartalomnál a 25XHMA acél képlékenységet teljesen elveszti, míg a 20-as acélnál ez 15 cm<sup>3</sup>/100 gramm feletti hidrogéntartalomnál következik be.

Ulig (8) arra mutat rá, hogy a karbonszegény acélban a hidrogén jelenléte a szilárdsági tulajdonságokat nem befolyásolja, mivel viszonylag nagy hőmérsékletnél (az ausztenitnek ferrit és perlitte átalakulásakor), a hidrogén az acélból kiválik.

A nagyobb mangántartalmú acélban, amikor az ausztenit átalakulása alacsonyabb hőmérsékleti zónában (a második fokozatban vagy a martenites területen) következik be, a hidrogén jelenléte a fém képlékeny tulajdonságait csökkenti, bizonyára a hidrogén által előidézett feszültség következtében. A hidrogén eltávolítása az acél képlékeny tulajdonságait helyreállítja.

A legnagyobb mangántartalmú (ausztenites) acélok szilárdsági tulajdonságait a hidrogén nem befolyásolja. A hidrogén diffúziós sebessége a hőmérséklet fokozásával erősen megnövekszik.

Ilymódon a kis karbontartalmú acélban a pelyhek hiányát és a közepes karbontartalmú acélnak a pelyhalképződésre való hajlamosságát



6. ábra. A 35XH3M acél túlhűtött ausztenitje izotermikus átalakulásának kinetikai diagrammja.

avval magyarázzák, hogy az ausztenit képződés és ezzel kapcsolatosan a hidrogén ugrásszerű kiválása a magas hőmérsékleti zónában következik be, amikor tehát az acél nagyon képlékeny és az acélban a hidrogén diffúziója még sokkal gyorsabb.

Az ausztenites acélban, az ausztenitképződés hiánya folytán, a hidrogén oldhatósága, ugrásszerű csökkenése nem észlelhető.

A 35XH3M típusú acél perlitese mezejében, miként az a 6. ábrán látható, az ausztenit nagyon állékony. Ha a kovácsolás miatti felhevítési hőmérséklet 1200°-ra emelkedik, amint az a diagramon látható, ez a perlitese átalakulási folyamat befejeződését 42 órától 65 órára hosszabbítja meg.

Következésképpen, a 35XH3M acél ausztenitje a kovácsolás után még óránkénti 14—6°-os tehát igen lassú hűtésnél sem alakul át teljesen perlitte, és az ausztenites rész a hűtési folyamatban 500—300° alatti hőmérsékletnél másodfokú bomlási termékekké és martenzitté alakul át.

Az ausztenitnek másodfokú bomlási termékekre való átváltozása folyamán, a hidrogén a szétbomló részekből gyakran kiválik és az ausztenit maradék részeiben feloldódik. Az ausztenitnek további martenzitté alakulásánál a hidrogén kiválik és molekuláris alakba menve át, jelentős feszültséget okoz. A hidrogén diffúziós sebessége a martenzitben nagyon alacsony (6), ennél fogva a hidrogén kiválása és a feszültség fokozódása lassú s a pelyhek az erősen ötvözött acélokban nem tudnak a hűlés után azonnal megjelenni, hanem csak hosszabb idő elteltével. Ezt a jelenséget (a pelyhek megjelenésének inkubációs időközét) 1937-ben Klausting (9) állapította meg.

A pelyhek képződés fentebb ismertetett alapelvei magyarázzák a pelyhek megjelenését az első sorozatban, amelyben a 640—660°-os hőtartás nem volt elegendő ahhoz, hogy az ausztenit teljesen átalakuljon ferrit és karbid eleggyé, ezért az ausztenit a lehűlés folyamán másodfokú bomlási terméké és martenzitté alakult át. A hidrogén alacsony hőmérsékleten történő kiválása pelyhek keletkezését tette lehetővé. Az 5. változatú kovácsolás során az alacsony hőmérsékletű zónában ausztenit is képződött, ami a pelyhek keletkezését idézte elő.

A tárcsák 4. változatú kovácsolásánál a 3. sorozat darabjaiban fellépő pelyhesedés a hideg tuskóból történt kovácsolással indokolható.

#### 4. Erősen ötvözött acélokból készült, nagyméretű kovácsdarabok célszerű hűtésének alapelvei

A pelyhek képződés folyamatának fenti vázlatából, az erősen ötvözött acélokból készült nagy méretű kovácsdarabok célszerű hűtésének alábbi alapelvei állíthatók fel.

1. A hidrogénnek a kovácsolt darabból való eltávolítása céljából az ausztenit átalakulását a perlitese terület legmagasabb hőmérsékletű övezetébe akkor kell megvalósítani, amikor az acél még kellően képlékeny és a hidrogén diffúziója még elég gyors. Az ausztenitnek tökéletlen átalakulása

a perlitese területre: pelyhek megjelenését vonhatja maga után.

Krómnikkemolibdén acélok részére átalakulási hőmérsékletül az ausztenitnek a perlitese területén levő legkisebb stabilitási hőmérséklete szolgál, ami a 35XH3M acélnál 650°.

650°-nál a hőtartás időtartamának az ausztenit teljes átalakulásához elégségesnek kell lennie. Ez az átalakulás a 35XH3M acélnál csupán 100 óra alatt fejeződik be. Ha pedig azt vesszük számításba, hogy a hőtartás során az üzemből a kemencéhőmérséklet elkerülhetetlenül ingadozik, továbbá a kovácsolt tárgyak egyenlőtlen összetételét stb., úgy a hőtartásnak ténylegesen nagyobbak kell lennie.

2. Miként fentebb kimutattuk, az erősen ötvözött acélok ausztenitje, különösen a 35XH3M acéloké, nagyon állékony. Az ausztenit előzetes túlhűtése a második fokozatú hőmérsékletre, a megmaradt ausztenit teljes bomlásához szükséges 650°-os hőtartási időtartamot nagyon lecsökkenti.

A martenzites pontnál sokkal alacsonyabba történő túlhűtés nagyobb mennyiségű durva martenzit képződésére vezet, amelynek hidrogénoldékonysága csekély, keletkezése térfogatnövekvéssel, tehát nagy belső feszültségekkel jár, ami a pelyhek képződés veszélyét vonja maga után.

Kevéssel a martenzites pont alatti (250° körüli) hőmérsékletig eszközölt előzetes lehűtés, miként a 3. változat szerint kovácsolt darabok hűtési eredményei mutatják, pelyhek jelentkezésére nem vezet. A túlhűtött ausztenit bomlási kinetikájából kitűnőleg, az ausztenitnek másodfokú bomlási termékekre való teljes átalakulása csak 300—350°-os hőtartásnál következik be, tehát a túlhűtés legelőnyösebb hőfokú 300 + 20° hőmérséklet tekinthető.

A kemencében a kovácsolt darabok hűtésénél minden egyes tárgy és az egész betét középső rétege lassabban hűl le, mint a felülete. Ha a kovácsolt darab ausztenitjének lehűtési hőmérséklete 400—450° fölért, akkor az átalakulás nem történik a második fokozat szerint, ami oda vezethet, hogy 650°-nál az ausztenit nem alakul át teljesen, s ennek folyamánya a pelyhek megjelenése lehet.

Erősen ötvözött acélban a pelyhek képződése, amint arra már fentebb rámutattunk, bizonyos inkubációs időtartammal kapcsolatos. Ezzel magyarázható meg a pelyhek képződésének elmaradása a másodfokú átalakulási termék jelenléte esetén. Nagyobb inkubációs periódusú hőtartási időtartam a pelyhek megjelenését idézheti elő.

3. Túlhűtés után a 650°-os hosszabb hőtartásnak elégségesnek kell lennie az ausztenit teljes átalakulásához. A hőtartás során azonban, az ausztenit átalakulásán kívül, egyéb folyamatok is lezajlanak, és pedig: a hidrogén diffúziója, mely annak a kovácsdarab keresztmetszetében egyenletesebb eloszlását teszi lehetővé, valamint a hidrogénnek a kovácsolt tárgyból való kiválása.

A hőtartási időtartam tehát nemcsak a túlhűtött ausztenit kinetikus átváltozásától, hanem

az acél hidrogéntartalmától, valamint a kovácsdarab méreteitől is függ. A kísérleti sorozatokban 100 órára terjedő hőntartás elegendőnek bizonyult a pehelymentes kovácsdarabok termeléséhez. Kétségtelen, hogy az acél minőségének további javításával, a hidrogéntartalom csökkentésével a hőntartást nagyon le lehet rövidíteni.

4. Kisebb (350—400 mm átmérőjű) kovácsdarabokat 650°-on való hőntartás után, a levegőn lehet lehűteni. A nagyméretű kovácsdarabokban a levegőn történő hűtésnél jelentős termikus feszültségek képződnek, melyek pehelyképződést okoznak, miért is a nagyméretű kovácsdarabokat kemencében és lassan kell lehűteni. A hőntartást követő lehűtés gyorsításának lehetőségét csupán kiegészítő kutatások után lehet megállapítani.

5. A homogenizáció (egyneműsítő izzítás) hatása tekintetében a kohászok között egységes vélemény nem alakult ki. Amíg sokan az egyneműsítésnek az acél pelyhesedésének csökkentésénél határozott befolyást tulajdonítanak, addig mások úgy vélik, hogy az egyneműsítésnek a pehelyképződésre gyakorlatilag nincs befolyása. Kétségtelen, hogy a magas hőmérsékletknél a diffúzió sebessége és a hidrogénnek a kovácsolt darabból való eltávolítása még 1100°-nál is fokozódik, a 650 mm átmérőjű kovácsolt darabban a hidrogénnek 6 cm<sup>3</sup>/100 grammról 3 cm<sup>3</sup>/100 grammra csökkentéséhez mintegy 150 óra szükséges. A homogenizáció tehát az acél pelyhesedésre való hajlamoságának alig lehet döntő tényezője. Ilymódon lehet megmagyarázni az egyneműsítésnek (1. és 2. változat) alávetett, valamint az alá nem vetett kovácsolt darabok azonos magatartását. Ugyanakkor olyan esetek is előfordultak, hogy (túlhűtés és 650°-os izotermikus hőntartás helyett) 880°-ról lassú lehűtéssel egyneműsített tuskókból kovácsolt darabokban pelyhek mutatkoztak.

6. A közbeeső izzítás, mely 850—870°-os felhevítésből és a műhely hőmérsékletére való lehűtésből áll, olyan pelyhek megjelenését tudja előidézni, melyeknek általánosan elfogadott vélemény szerint a befejező kovácsolás során össze kell hegedniük. A pelyhek összehegedése a másodszori kovácsolásnál vagy a hengerlésnél, a vizsgálatok és üzemi kísérletek során tényleg beállott. Ezek a kísérletek azonban csak kisméretű darabok kovácsolására és hengerlésére vonatkozhatnak. Megállapították, hogy a pelyhek összeforradásához nagyobb fokú deformáció szükséges s hogy a prés alatti tömörítésnél a nagyméretű kovácsolt darabok középső része kevésbé deformálódik, s hogy a tuskó zömítésénél és nyújtásánál a deformáció elégséges lesz-e a pelyhek összeforradásához, azt további vizsgálatok nélkül megállapítani nem lehet. Ezekből olyan gyártási módszert dolgoztak ki, mely 300°-ra történő túlűtésből, 650°-os hőntartási időtartamból áll, mely a darab keresztmetszetében a hidrogén kiegyenlítését, a felesleges hidrogén kiválasztódását és az ausztenitnek, a ferrit és karbid keverékévé való teljes átalakulását okozza, a kovácsolási hőmérsékletig terjedő utólagos izzítással (a műhelyi hőmérsékletre történő lehűlés nélkül).

7. A fentebb kimutatottak szerint, a hidrogéntartalom csökkenésének sebessége a kovácsolt darab keresztmetszetétől illetve átmérőjétől függ. Így például, 6 cm<sup>3</sup>/100 gr hidrogéntartalomnak 4 cm<sup>3</sup>/100 gr értékre csökkentése céljából, 800 mm átmérőjű darabnál mintegy 200 óra szükséges, viszont 400 mm átmérőjű darab esetében mindössze 60 óra. Noha ezeket az adatokat csak hozzávetőlegesen kell tekinteni, mégis arra mutatnak, hogy az izotermikus hőntartás az acél hidrogéntartalma csökkentésének jelentős tényezője és hogy a kovácsdarab nagyobb átmérője esetén a hidrogén kiválasztódás erősen csökken. Ezekből a kovácsolás új módszerének bevezetése amikor is nem 800—850 mm átmérőjű bugákat, hanem 400—450 mm falvastagságú, csőalakú kovácsolt darabokat vetnek alá közbeeső izzításnak, az acél pelyhesedési hajlamoságának csökkentésére komoly befolyást gyakorolt.

## 5. Összefoglalás

A kísérleti munkák és a laboratóriumi vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy a pelyhek keletkezésének hidrogénelmélete bizonyos kiegészítésre szorul.

A jelen mű kapcsán az nyert megállapítást, hogy a pelyhek elleni küzdelemnél a legfontosabb tényező, az ausztenitnek a ferrit és karbidok elegyivé való szövetszerkezeti átalakulása és ezzel kapcsolatban a hidrogén kiválasztása.

A hőntartás, mely az ausztenitnek a perlités mezőben való teljes átalakulásához elégséges, valamint a hidrogénnek lehetőleg teljes kiválasztása és diffúziója, az erősen ötvözött, pelyhesedésre hajlamos acélokból nagy keresztmetszetű, pehelymentes kovácsolt darabok termelését teszi lehetővé.

Az ausztenit másodfokú átalakulási hőmérsékletig való túlűtése lehetővé teszi, hogy a perlités átalakulás hőmérsékleténél a hőntartási időtartam jelentékenyen csökkenthető legyen.

A tuskó egyneműsítő izzítása a kovácsolt darabok pelyhesedési hajlamoságának csökkentésére kedvezően hat ugyan, de jelentősége a szövetszerkezeti átalakuláshoz képest másodrendű.

A közbeeső izzítás az acél pehelyképződési hajlamoságának csökkentésénél jelentős tényező.

Nagyméretű, erősen ötvözött acélból való kovácsolt darabok elméletileg megalapozott, helyes hűtési módszerének kidolgozása csak a kritikus hőmérséklet alatt túlűtött ausztenit bomlási kinetikájának figyelembe vétele mellett végezhető el.

## IRODALOM

1. *Picsachsi*: „Metallurg” 1939., 4. sz.
2. *Keensney*: Metall Progress, 1945., 4. sz.
3. *Bennek, Schenk, Müller*: Stahl und Eisen, 1935., 12. sz.
4. *Babosin*: Hadi-mechanikai intézeti hírek, 1936.
5. *Dubovoj—Stein*: Goszplan CCCP, 1944., 17. sz.
6. *Noszireva*: „Sztalj” 1948., 8. sz.
7. *Dubovoj*: „Sztalj” 1947., 8. sz.
8. *Uhlig*: „Metals Technology”, 1937., 5. sz.
9. *Klausting*: „Metallurg”, 1937., 5. sz.

# Ötvözetlen acélok mikroövezetének hatása az alakíthatóságra

SZABÓ ÖDÖN okl. kohómérnök

## I. RÉSZ

Эден Сабо: Связь между структурой и пластичностью нелегированной стали,

Wirkung der Mikrostruktur der unlegierten Stähle auf die Plastizität.

Influenza della microstruttura degli acciai non alligati sulla plasticità.

Influence de la microstructure des aciers pas alliés sur la plasticité.

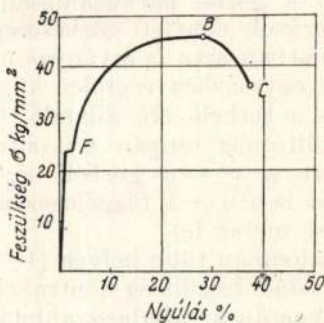
Jelen dolgozat első része a szakítóvizsgálattal foglalkozik. A valódi feszültség-kontrakció diagramm tükrében vizsgálja a szakítókísérlet során végbemenő folyamatokat, és az alakváltozás és keményedés közti összefüggéseket.

A második rész a fémek hideg alakítása során tanúsított magatartása szempontjából három döntő fontosságú tulajdonságot jelöl meg: a szilárdságot, az alakíthatóságot és a keményedő képességet. Közli a fenti tulajdonságok megítélésére alkalmas jellemző értékeket.

A harmadik rész azt tárgyalja, hogy ötvözetlen acélok viselkedése az alakításkor hogyan függ a szénttartalomtól, illetőleg az acél szövetségében lévő karbidok mennyiségétől, alakjától és eloszlásától.

### I. Alakíthatóság vizsgálata szakítókísérlettel

A szakítóvizsgálatnak alávetett fém viselkedését legegyszerűbben a nyúlás és terhelés összefüggését ábrázoló szakítódiagrammból ítéltethetjük meg. Ilyen szakítódiagrammot láthatunk az 1. ábrán. A függőleges koordináta a pálcára ható húzóerő, vagy húzófeszültség ( $\sigma$ ) változását tünteti fel. A vízszintes koordináta a próbapálcá teljes nyúlását jelzi.

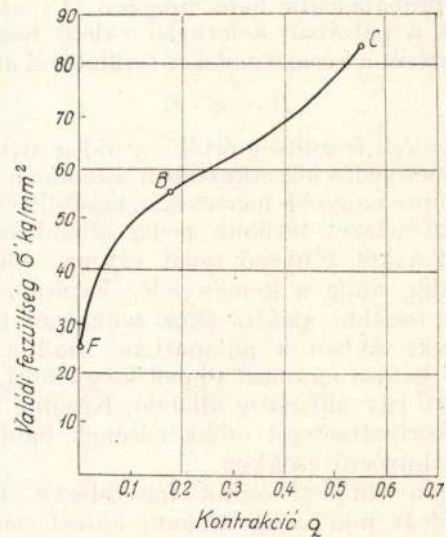


1. ábra. Szakítódiagramm.

A szakítódiagramm előnye, hogy felvétele egyszerű, sem különleges kísérlet, sem különleges mérőberendezés nem kell hozzá. Hátránya viszont, hogy a próba alakíthatóságát és keményedését nem lehet belőle helyesen megítélni. A nyúlás értéke csak akkor jellemezné helyesen a próba alakíthatóságát, ha a nyúlás a pálcá teljes hosszában egyenletes lenne.

A vizsgált fém keményedésének jellemzésére pedig azért nem alkalmas a szakítódiagramm, mert a feltüntetett húzófeszültség értékei a húzóerőnek és a pálcá kísérlet előtti keresztmetszet területének hányadosából adódnak, holott a próbapálcá a vizsgálat során állandóan nyúlik, vékonyodik.

Ezeket a hiányosságokat úgy küszöbölhetjük ki, hogy olyan diagrammot veszünk fel a szakítóvizsgálatról, amelyben a legjobban alakított rész alakváltozása és a pálcában keletkező valódi feszültség összefüggését tüntetjük fel. Az alakváltozás nagyságát most a keresztmetszet csökkenés vagy kontrakció ( $q$ ) értékével fejezzük ki, a valódi feszültség ( $\sigma'$ ) értéke pedig a húzóerőnek és a keresztmetszet terület pillanatnyi értékének hányadosából adódik.



2. ábra.  $\sigma'$ - $q$  diagramm.

Az 1. ábrán bemutatott szakítódiagrammnak megfelelő valódi feszültség-kontrakció ( $\sigma'$ - $q$ ) diagrammot a 2. ábrán láthatjuk. Ennek a felvétele már sokkal körülményesebb. Szükséges, hogy a kísérlet közben többször egymás után megmérjük a pálcá legvékonyabb részének átmérőjét, és egy időben leolvassuk a húzóerő nagyságát.

A pálcá átmérőjének mérése általában tolómércével történik. Ennek hátránya egyrészt az, hogy nem vagyunk biztosítva arról, hogy minden mérés a pálcá legvékonyabb szelvényében történt, s így a kontrakció értékek nem mindig megbízhatók. Másrészt pedig a kísérlet végefelé kockázatosnak kell, hogy a pálcá esetleg mérés közben szakad el, ami a tolómérce megsérüléséhez vezethet.

Kísérleteinknél bevezettünk és eredményesen alkalmaztunk egy új mérési eljárást. A szakítókísérletről kisfilmes fényképezőgéppel felvételeket készítettünk, és leolvastuk az egyes felvételekhez tartozó terheléseket. A felvételekről

készített nagyításokon végeztük el a próbapálca átmérőjének mérését. Ez az eljárás igen jól bevált és nemcsak kiküszöböli a tolómércevel való mérési módszer hibáit, hanem még további előnyei is vannak:

1. lehetővé teszi, hogy a kísérlet során ne csak egy, hanem tetszésszerűen számú szelvényben mérjük az átmérő változását,

2. a keresztmetszetszámítás mellett a próbapálca karcolt jeltávolságok mérése is lehetővé válik, így a pálcá egyes szakaszainak nyúlása is mérhető.

A fényképező eljárás kivitelezéséről és eredményeiről a későbbiekben még részletesen beszámolok.

Kísérleteink során felvett  $\sigma' - q$  görbék beható tanulmányozása néhány olyan megállapításhoz vezetett, amelyek bizonyos mértékben eltérnek a világirodalomban elfogadott felfogástól, így a következőkben részletesen szeretnék foglalkozni a  $\sigma' - q$  görbék jellegzetes tulajdonságaival és ennek alapján a szakítóvizsgálat során lejátszódó jelenségekkel.

A próbapálca ható húzóerő ( $P$ ) nagysága egyrészt a pálcában keletkező valódi feszültséggel, másrészt a keresztmetszet területével arányos.

$$P = \sigma' \cdot F$$

A valódi feszültség értéke a hideg alakítással járó keményedés következtében állandóan növekszik (eleinte nagyobb mértékben, később kevésbé) a keresztmetszet területe pedig állandóan csökken. Ez a két tényező tehát egymás ellen hat. Mindaddig, amíg a keményedés hatása erősebb, a pálcá további alakításához szükséges húzóerő növekszik. Abban a pillanatban, amikor a két tényező hatása egymást éppen kiegyenlíti, akkor a húzóerő egy pillanattal állandó. Később, amikor már a keresztmetszet csökkenésének hatása erősebb, a húzóerő csökken.

Olyan elméleti esetet feltételezve, hogy a próbapálcat mindvégig állandó erővel terheljük, a valódi feszültség változása csupán a keresztmetszet terület, illetőleg a kontrakció függvénye:

$$\sigma' = \frac{P}{F}$$

ahol  $P$  konstans,

$F$  a mindenkori keresztmetszet.

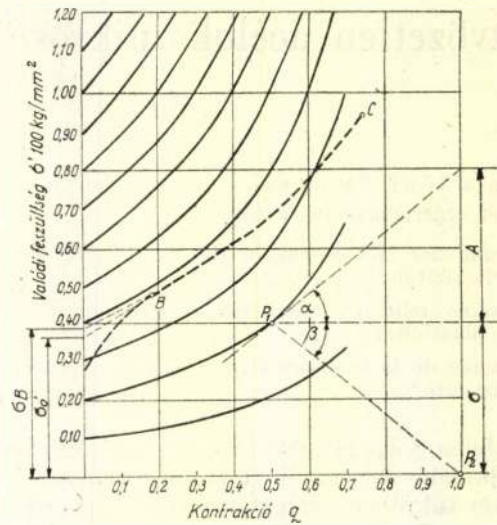
A keresztmetszet terület helyett a kontrakció értékét behozva:

$F = F_0 (1 - q)$ , tehát a valódi feszültség értéke

$$\sigma' = \frac{P}{F_0 (1 - q)} = \frac{\sigma}{1 - q}$$

Ezt az összefüggést különböző nagyságú konstans terhelések esetén diagrammban ábrázolva a 3. ábrán látható görbesereghez jutunk, ahol az egyes görbék sorban a  $\sigma = 10, 20, 30, 40$  stb.  $\text{kg/mm}^2$  kiinduló feszültséghez (ahol  $q = 0$ ) tartozó valódi feszültség értékeket ábrázolják a kontrakció függvényében.

Hogy a grafikus ábrázolásnál a két koordinátangelyen felmért értékek léptéke azonos legyen, a feszültség értékeket  $100 \text{ kg/mm}^2$  egység-



3. ábra.  $\frac{\sigma}{1 - q}$  görbesereg.

ben mértem fel. Így pl.  $\sigma = 20 \text{ kg/mm}^2$  feszültség  $0,2 \cdot 100 \text{ kg/mm}^2$  pontnak felel meg.

A jelzett elméleti görbesereg tetszésszerűen pontjában húzott érintő iránytangensének nagyságát a függvény első differenciálhányadosa adja:

$$\sigma' = \frac{\sigma}{1 - q}, \quad \text{tg } \alpha = \frac{d\sigma'}{dq} = \frac{\sigma}{(1 - q)^2} = \frac{\sigma'}{1 - q}$$

A tetszés szerint felvett  $P_1$  ponton és  $q = 1$ ,  $\sigma = 0$  ponton ( $P_2$ ) keresztül húzott egyenes iránytangense pedig

$$\text{tg } \beta = - \frac{\sigma'}{1 - q} = - \text{tg } \alpha, \quad \text{ezért } \beta = \alpha$$

és  $A = \sigma'$ .

Tehát a  $\sigma' = \frac{\sigma}{1 - q}$  görbék bármely pontjában húzott érintő a  $q = 1$  függőlegesen  $2\sigma'$  nagyságú darabot metsz le.

Ha a 3. ábrába egy kísérletileg felvett  $\sigma' - q$  görbét berajzolunk, akkor a maximális terhelés pillanatában a görbe párhuzamosan kell, hogy fusson az ábrázolt elméleti görbesereggel, mert a jelzett pillanatban arra is érvényes a  $P = \text{konst.}$  feltétel. Két egymáshoz végtelen közel eső pontban ugyanis a terhelő erő állandó, így a valódi feszültség változása csupán a kontrakció függvénye. Ezért a  $\sigma' - q$  görbék  $\sigma_B'$  pontjában húzott érintő is a  $q = 1$  függőlegesen  $2\sigma_B'$  nagyságú darabot metsz le.

Az irodalomban több helyen (1-6) olvashatjuk, hogy a valódi feszültség-kontrakció diagramm egyenes szakaszának meghosszabbítása a  $q = 1$  függőlegesen  $2\sigma_B'$  nagyságú részt metsz le. Fentiek szerint ez a megállapítás csak akkor érvényes, ha a  $\sigma_B'$  pont már a diagramm egyenes szakaszára esik. Kísérleteim során azt tapasztaltam, hogy ez csak lágy acéloknál fordul elő. Nagyobb szilárdságú acélok esetében a  $\sigma_B$  pont után még kisebb-nagyobb mértékben csökken a  $\text{tg } \alpha$  értéke, így az egyenes szakasz meghosszabbítása a  $q = 1$  függőlegest a  $2\sigma_B'$ -nél kisebb értéknél metszi.

(Folytatjuk)

# KOHÁSZATI

*lapok*

ALAPÍTOTTA PÉCH ANTAL 1868-BAN



**3.** SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

---

KOHÁSZATI LAPOK 8. (86.) ÉVFOLYAM 3. SZÁM 49—72 OLDAL

BUDAPEST, 1953. MÁRCIUS

# KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület,  
A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége  
TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest VI. Rudas László-u. 45 • Telefon: 129-696, 127-084

Венгерский Журнал Metallургии

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

Főszerkesztő: Komjáthy László • Felelős szerkesztő: Vajk Péter

Szerkesztőbizottság: Árkos Frigyes, Deniflée Sándor, dr. Dobos György,  
Felföldi Zoltán, dr. Gillemot László, Jakóby László, Kálmán Lajos, Varga Ferenc

Felelős kiadó: Solt Sándor

A kohászat vezetőinek és kiváló dolgozóinak értekezlete .....	49
Szabó Ö.: Ötvözetlen acélok mikroszövetének hatása az alakíthatóságra .....	56
Balsay I.: Az acélgyártás időszerű kérdéseiről .....	70
Öntöde:	
Szekeres J.: A vízüzeges magkötés technológiája .....	49
Füle E.: Koptatási kísérletek szürke öntöttvasból készült vasúti féktuskókkal .....	56
Dimitrijev: A statisztikai ellenőrzés módszere az öntvénygyártásban .....	63
Boda—Hegedüs: Öntöttvas gőzturbinaház meghibásodása .....	69
Ferenczi J.: Pelton-kerék öntése .....	71
Alumínium:	
Ferenczy M.: Műkorund karbidtartalmára vonatkozó vizsgálatok .....	49
Bártfai—Harsányi: Korszerű nemesfémvizsgálatok .....	52
Szentiványi Gy.: Az áramhatásfok javítása az alumínium-elektrolízisben .....	56
Dr. Papp E.: Ritkafémek kinyerési lehetőségei .....	61
Domony A.: Néhány új szempont könnyűfémek alkalmazására .....	64

KIADJA A NEHÉZIPARI KÖNYV- ÉS FOLYÓIRATKIADÓ VÁLLALAT

Kiadóhivatal: Budapest V, Nagy Sándor-utca 6 • Telefon: 111-091  
Megjelenik havonta • Egyévi előfizetés: 36.—Ft. Egyes példányok ára: 4.—Ft

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Nemzeti Bank 61.770



# VASKOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET  
VASKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLYA FOLYÓIRATA

## Mérnökök és Technikusok Összszövetségi Tudományos Társasága

M o s z k v a

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségének vezetősége a tudományos egyesületekbe tömörült műszaki értelmiségiek és tudományos munkások nevében mély részvétét és együttérzését fejezi ki a Mérnökök és Technikusok Összszövetségi Tudományos Társaságának J. V. Sztálin elvtárs halála alkalmából.

A magyar mérnökök, technikusok, tudományos dolgozók tízezrei gyászolják Sztálin elvtársat. Jól tudjuk, hogy mit köszönhetünk Sztálin elvtársnak, akinek neve mindörökké összejorrott mindazzal, ami számunkra drága: hazánk függetlenségével, népünk szabadságával, a magyar és a szovjet nép szétvághetetlen barátságával, az egész haladó emberiség nagy ügyével.

Azt, hogy ma jártunk, a Magyar Dolgozók Pártja segítségével a szocializmust építhetjük, hogy alkotó munkánkban nap, mint nap felhasználhatjuk az élenjáró szovjet tudomány eredményeit, hogy minden lépésünk-nél érezhetjük a szovjet emberek önzetlen baráti segítségét, Sztálin elvtársnak köszönhetjük.

Megfogadjuk, hogy Sztálin elvtárs legjobb magyar tanítványának, Rákosi Mátyás elvtársnak vezetésével továbbra is hazánk és a nagy Szovjetunió iránti rendíthetetlen hűséggel, még jegyzetmunkáival járulunk hozzá 5 éves tervünk megvalósításához, országunk szocialista építéséhez, a béketábor győzelméhez.

Budapest, 1953. március 6.

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége vezetősége

## A kohászat vezetőinek és kiváló dolgozóinak értekezlete

A Magyar Dolgozók Pártja Központi Vezetősége január 31-én a Szakszervezetek Országos Tanácsának székházába egész napos értekezletre hívta össze a kohászat vezetőit és kiváló dolgozóit, hogy megbeszéljék az 1953. évi vaskohászati terv teljesítésének feltételeit.

Az értekezleten megjelentek Rákosi Mátyás

a minisztertanács elnöke, Gerő Ernő és Hidas István a minisztertanács elnökhelyettesei, Krisztof István a SzOT főtitkára, Zsifinyecz Mihály kohászati miniszter, Dénes István a DISZ főtitkára, a MDP Politikai Bizottságának tagjai, továbbá a MDP Központi Vezetőségének több tagja.

### Zsifinyecz Mihály kohászati miniszter előadói beszéde

„Egész további fejlődésünk szempontjából változatlanul a döntő, alapvető kérdés: az alapanyag ipar gyorsított — az eddiginél is gyorsabb — fejlesztése, tehát ugyanaz a kérdés, melyet Pártunk II. Kongresszusa előtérbe állított“. — mondotta Gerő elvtárs Pártunk Központi Vezetőségének mult év november 29-i ülésén. Gerő elvtárs beszámolójában ismertette népgazdaságunk egyes iparágai termelésének fejlődését és iparunk fejlődésének számszerű adataiból azt a következtetést vonta le, hogy — „ezek a számok iparunk hatalmas fellendülését mutatják. Egyúttal azonban felhívják a figyelmet iparunk fejlődésének egyes gyengeségeire is, például arra, hogy bár vaskohászatunk igen jelentős mértékben fejlődik, fejlődésének üteme mégis elmarad egész iparunk fejlődésének üteme mögött“.

Mindnyájunk előtt ismeretes az a leninista törvény, hogy legdöntőbb feladatunk a termelő eszközöket gyártó iparágak gyors fejlesztése. A termelőeszközöket gyártó iparágak — elsősorban a nehézipar — termelésének növelése azonban a vaskohászat termelésének erőteljes fejlesztése nélkül nem valósítható meg. Az elmondottakból következik tehát, hogy népgazda-

sági terveink teljesítése, ezen keresztül a szocializmus felépítése és a béke megvédésének nagy ügye jelentős mértékben kohászati üzemeink, — azok vezetői és dolgozói — jó munkájától függ.

A vaskohászati iparág 1952-ben 19,6%-kal termelt többet, mint 1951-ben. A legfontosabb alapanyagokban, így a nyersvasban a fejlődés mértéke 26,3%, a martinacélban 13,3%, elektroacélban 11,6%, hengerelt acélban 19,8% és varrat nélküli csőben 27,8%.

Gerő elvtárs a Központi Vezetőség november 29-i ülésén az 1953. évi alapvető feladatokról beszélve megállapította, hogy „az iparban továbbra is erőfeszítéseink javát az alapanyagiparra kell összpontosítanunk annál is inkább, mert alapanyagiparunkat 1953-ban az ipar átlagos fejlődésénél jóval nagyobb mértékben kell fejlesztenünk“.

A népgazdasági terv 1953. évre az ipari termelés 16%-os fejlesztése mellett a kohászat termelésének 19%-os fejlesztését írja elő. A vaskohászat legdöntőbb termékeiben a termelés emelkedése a következő: nyersvasban 44,3%, acélban 18,5%, hengerelt acélban 17,8%. Üzemeink vezetői jól ismerik feladataikat és tudják, hogy

a Párt és a kormány által meghatározott fejlődés az egyes vállalatoktól mit követel. A feladatok ismeretében az 1953. évi tervről elmondhatjuk, hogy „ezek a célkitűzések magasak, de elérhetőek, sőt túlteljesíthetőek”, — mint ahogyan azt Rákosi elvtárs a múlt év december 15-i országgyűlési beszédében megállapította.

Az 1953. évi terv megindulása előtt Pártunk vezetői több ízben felhívták figyelmünket az eddig elkövetett hibákra és meghatározták a hibák kiküszöbölésének módját. Rákosi elvtárs az új tervén megkezdésére vonatkozóan a következőket mondotta: „Különösen nagy súlyt kell helyezni arra, hogy ne ismétlődjék meg az elmúlt esztendő utolsó hónapjának az a hibája, hogy minden erőt csakis a tervén befejezésére összpontosítottak és elhanyagolták a januári termelés előkészítését”.

Népgazdaságunk gyorsiramu fejlődése mind több és több vasat és acélt követel a vaskohászatól. Ha a vaskohászat ezt a nagyobb mennyiségű vasat és acélt népgazdaságunk számára nem biztosítja, a gépgyárak egész sora és számos más iparág marad el tervének teljesítésében.

A vaskohászat lemaradása következtében elmaradunk exportkötelezettségeink teljesítésében s ezzel nem tudjuk megalapozni éppen a kohászat nyersanyagellátása érdekében szükséges importunkat. A kohászati üzemek vezetőinek, minden egyes dolgozójának éreznie kell azt a felelősséget, amely reá hárul, amikor népgazdaságunk egyik legdöntőbb iparágának vezető posztján vagy martin-kemencéinél, hengersorainál teljesíti feladatát a szocializmus építésében. Ez a felelősség nemcsak a feladatokból fakad, hanem abból is, hogy Pártunk és kormányzatunk a felszabadulás óta évről-évre hatalmas összegeket bocsátott a kohászat rendelkezésére, lehetővé tette új, nagyteljesítményű berendezések üzembehelyezését. Pártunk kezdeményezésére rendeztük kohászati dolgozóink bérezését, javítottuk életkörülményeiket és ezen felül pártunk szinte felsorolhatatlan segítséget nyújtott mindennapi munkánkhoz. Éppen ezért gyűltünk össze Pártunk Központi Vezetőségének felhívására, hogy a kohászati üzemek vezetőivel, mérnökeivel, technikusaival, művezetőivel, legjobb dolgozóival megtárgyaljuk vaskohászatunk jelenlegi helyzetét s megszabjuk azokat a feltételeket, amelyek szükségesek ahhoz, hogy maradéktalanul teljesítsük a vaskohászat elé kitűzött 1953. évi feladatokat.

Legelső sorban is meg kell állapítanom, hogy kohászati üzeink vezetői egyáltalán nem — vagy csak részben — hajtották végre a Központi Vezetőség november 29-i határozatait, nem fogadták meg Rákosi elvtárs iránymutató országgyűlési beszédének az iparra és a vaskohászatra vonatkozó részét, nem dolgozták fel és nem alkalmazták konkrétan az üzeinkre vonatkozó tennivalókat.

A Diósgyőri Kohászati Üzemekben például december 9-én értékelték ki a Központi Vezetőség november 29-i ülését. A beszámolót nem Varga elvtárs, az üzem igazgatója tartotta meg, hanem rábizta a termelési osztály vezetőjére.

Ezen az értekezleten ugyan sokat beszéltek

Gerő elvtárs útmutatásairól, határozatokat mégsem hoztak, nem adtak konkrét feladatokat az egyes fontos üzemeknek s mivel ezt nem tették, a Diósgyőri Kohászati Üzemek januári tervteljesítését nem is tudták biztosítani.

A diósgyőri példa mutatja, hogy egyes vezetőink még mindig formálisan kezelik a párt- és kormányhatározatokat és a megvitatásnál meszebb legtöbb esetben nem jutnak.

Gerő elvtárs november 29-i beszámolójában felsorolta azokat a döntő hibákat, amelyek akadályozták vaskohászati üzeinket 1952. évi tervük teljesítésében.

Elmondotta, hogy kohászati üzeinkben még mindig rossz a berendezések kihasználása, Diósgyőrben a martin-kemencék kapacitásának 20%-a szervezési hiányosságok miatt kiesett a termelésből, a karbantartás tervszerűtlensége nem teszi lehetővé a hengersorok jobb kihasználását. A kohászati termékek minősége egyes üzeinkben türhetetlenül rossz. Vaskohászatunkban nem kielégítő a programmszerűség alakulása. Még mindig sok hiba van a munkafegyelem terén. Nagy a munkásvándorlás, még mindig fennáll a vezetők részéről a munkafegyelemmel kapcsolatos liberalizmus. Mindezek felsorolása után Gerő elvtárs ezt a következtetést vont le: „Mindez arra vall, hogy kohászati üzeink vezetésében még igen komoly hiányosságok mutatkoznak, amelyeket 1953 folyamán alapjukban ki kell küszöbölnünk.”

Pártunk nem első ízben figyel fel a kohászat munkájára. Már 1951. október 13-án országos kohászati értekezletre hívtuk össze a Párt kezdeményezésére kohászatunk vezetőit és dolgozóit. Sok olyan dolgozó és vezető vesz részt ezen az értekezleten, aki már az akkori iránymutató értekezleten is résztvett.

Már az 1951. október 13-i kohászati értekezleten alaposan kiértékeljük a kohászat munkáját és a munka megjavítására meghatároztuk a feladatokat. Pártunk határozatai a vaskohászatról és mai értekezletünk összehívása is azért vált szükségessé, mert nem tettünk meg mindent a hibák kijavítása érdekében és megállapíthatjuk, hogy a régen felfedett hibák még jelenleg is fennállnak. Ez azt mutatja, hogy baj van kohászati üzeink vezetőinél a határozatok végrehajtásával és egyben a végrehajtás ellenőrzésével is.

Ezekből a tényekből levonhatjuk lemaradásaink legdöntőbb okát, hogy még mindig alacsony kohászati üzeinknél a vezetés színvonala. Alig érvényesül az egyszemélyi felelős vezetés. Az egyes munkakörök nem határolják el kellően. A napi termelési feladatok üzemekre, műszakokra, brigádokra felbontása hiányos. E miatt a feladatok végrehajtásának ellenőrzése, a termelés alsóbb parancsnoki karának felelősségre vonása nem történhet meg és ha megtörténik is, ez a felelősségrevonás formális. Ez a vezetés az évről-évre előttünk álló nagyobb feladatok megoldásához nem elegendő és szocialista vezetési módszernek egyáltalán nem mondható.

Alapvető feladatunk tehát a vezetés színvonalának megjavítása. E célból elsősorban helyesen kell kiosztani a feladatokat, konkrétan meg-

határozni az egyes személyek felelősségét, hogy a végrehajtás során az igazgatótól kezdve a csoportvezetőig mindenki pontosan ismerje feladatát és felelősségét. Ki kell építeni a termelés szakadatlan ellenőrzésének módszerét — a diszpécsér szolgálat segítségével — hogy kohászati üzemeink termelését ritmikussá, grafikonszerűvé tegyük. El kell érni, hogy a Párt és kormány, valamint a minisztérium és az üzemek saját határozatait maradéktalanul végrehajtsák. Ennek érdekében fokozni kell az ellenőrzési munkát, mint a vezetés egyik legfontosabb módszerét, rövid időn belül el kell érni, hogy mindazokat a feladatokat, amelyek előttünk állnak, műszakilag megalapozzuk és az egyes feladatok közötti összhangot szervezési intézkedésekkel biztosítsuk. Ezt úgy tudjuk elérni, ha a vezetésben alapvetően támaszkodunk a műszaki szervezési intézkedések tervére.

Az üzemek tervteljesítésének feltételei érdekében hozott minisztériumi és üzemi határozatokat menetközben is be kell építeni a műszaki intézkedések tervébe. Mindezeket a feladatokat természetesen csak úgy tudjuk végrehajtani, ha növeljük kohászati üzemeink vezetőinek, de minden egyes dolgozójának műszaki és politikai képzettségét, megjavítjuk mérnökeink műszaki színvonalát. Javítanunk kell a kádernyomtatás terén is. Meg kell szüntetni olyan jelenségeket, ami például a Diósgyőri Kohászati Üzemekben fordul elő, hogy Varga elvtárs a kádereket állandóan cserélgeti és nem rátermettségüknek és szakképzettségüknek megfelelően osztja be őket. Több segítséget kell adni a fiatal kádereknek mind az üzemvezetőség, mind a tapasztalt szakemberek részéről. A hiányosságok alapvető okainak ismertetése után vizsgáljuk meg részleteiben azokat a konkrét hiányosságokat, amelyek okozóivá váltak a kohászati üzemek tervtől való elmaradásának. Először is beszélnünk kell a kohászati berendezések jobb kihasználásáról. Vaskohászatunk termelése évről-évre szakadatlan növelésének egyik legfontosabb feltétele a meglévő berendezések jobb kihasználása a munka magasabb fokú szervezettsége és a termelésből kieső idő állandó csökkentése révén. A kieső idő csökkentésének előfeltétele a karbantartás jó megszervezése.

Ha kohászati üzemeink kemence- és gépberendezéseinek karbantartását megvizsgáljuk, még mindig rengeteg lazaságot, hiányos szervezést, a termelő berendezésekkel való kíméletlen, gondatlan bánásmódot tapasztalunk. És, hogy karbantartásunkat nem sikerült még a megkívánt nivóra felemelni, bizonyítják azok az esetek, amelyek kohászati üzemeinkben január hónapban előfordultak. A Diósgyőri Kohászati Üzemekben a martinkemencéknél egymás után sorozatos meghibásodások történtek. Előfordult olyan nap, amikor 7 kemence közül 4 javítás alatt állt, azért, mert december hónapban az évvégi hajrá munkában nem végezték el a beütemezett javításokat, elhanyagolták a kemencék adagközbeni javítását.

A megelőző karbantartás elhanyagolásának következtében történt a Rákosi Mátyás művek martinüzemében, hogy január 3-án a 3 berakódaru 35 órát állt.

Borsodnádason január hó folyamán motortengelytörés volt, aminek következtében 93 órás üzemzavar állott elő. Annak ellenére, hogy még múlt nyár folyamán a borsodnádasi karbantartók megállapították a tengelyvég hibáját, mégsem gondoskodtak időben új tengely előkészítéséről, hogy a hibás tengelyt — a törést megelőzve, termelés kiesés nélkül — kicserélték volna.

Természetesen a karbantartás ilyen állapota mellett, amikor a termelőberendezések tervszerűtlenül, meghatározatlan időre kiesnek a termelésből, beszélni sem lehet a kohászati üzemek egybehangolt, tervszerű termelő munkájáról, az ü. n. grafikon szerinti termelési módszerről.

Ha a vasúti vágányzat és felszerelés rossz karbantartása miatt kisiklik a nyersvasat szállító szerelvény, a martinmű nem kap időben nyersvasat. Ha a martin kemencék kényszerű leállása következtében lecsökken a martinacéltermelés, elégtelen a blokkhengesorok anyagellátása, aminek az a következménye, hogy a további feldolgozó kész hengesorok sem kapják időben az anyagot. A karbantartás elhanyagolása következtében kieső idők így sokasodnak meg termelő üzemek sorozatán keresztül és válnak fékjeivé a ritmikus termelő munkának, az egyenletes ütemű tervteljesítésnek.

Ezen a területen feladatunk berendezéseink jobb kihasználásának fokozása, kemencéink és gépei berendezéseink jobb karbantartása útján. Meg kell szervezni a karbantartáson belül a gépek állandó szakszerű felügyeletét, meghatározni a legfontosabb cserékre szoruló alkatrészek ütemterv szerinti cseréjét, biztosítani a berendezések tartalék alkatrészeit, lerövidíteni a kemencék, hengesorok javítási idejét. Minden körülmények között biztosítani kell a termelési tervek betartása mellett a karbantartási tervek maradéktalan végrehajtását.

További hiányosságként foglalkoznunk kell a tervfegyelem kérdésével. Meg kell állapítanom, hogy a tervfegyelem betartása terén minden üzemünkben baj van, de legsúlyosabb a helyzet az Ózdi és Diósgyőri kohászati üzemekben. Különösen ki szeretném hangsúlyozni Ózdi és Diósgyőri buga-, platina, hengerhuzal szállítási kötelezettségeinek betartását, mert ezen a téren mutatkozó minden lazaság, szállítási lemaradás azt okozza, hogy a Lőrinci Hengermű, a Rákosi Mátyás Művek, a Borsodnádasi Lemezgyár, a Salgótarjáni Acélárugyár tervteljesítését akadályozzák.

Fel kell számolnunk azt a gyakorlatot, hogy Ózdi és Diósgyőri saját kész hengesorainak ellátására igénybevegye a terv szerint külső szállításra kerülő bugamennyiségeket, durván megszegje a tervfegyelmet és kohászati üzemeink tervteljesítését akadályozza.

Helytelen lenne, ha az alapanyagok termelésénél csak a globális tonnateljesítést értékelnék és nem vennék azt figyelembe, ami jelenleg kohászati üzemeink legfontosabb feladata s különösen hengerműveinkre érvényes, hogy a tervet tervszerűen a rendelők által feladott rendelésekben megszabott választékban és minőségben kell teljesíteni.

Annak ellenére, hogy az Országos Martinász

Értekezlet kimondotta, hogy 1952 a kohászatban a minőség éve és Pártunk Titkárságának határozata megszabta a minőségi javítás feltételeit, mégis a fejlődés e téren nem kielégítő.

Meg kell mondanom, ameddig nem válik törvénné kohászati üzemekben az előírt technológia szigorú rendszeres betartása, addig nem fogunk a minőségi acélgyártás területén komolyan előrehaladni. Már pedig ezt megköveteli tőlünk exportgyártmányaink egyre jobb minőséget igénylő szükséglete.

A technológiai előírások rendszerét fejlesztették üzemünk, legtöbb gyártmányra elkészítették a technológiai előírásokat, azonban ezek az előírások a legtöbb esetben üzemünk dolgozói előtt nem érthetők és nem támaszkodnak a szovjet tapasztalatokra. Azonban a legnagyobb hiba az, hogy ott is, ahol az előírások megfelelőek, a vezetők nem teremtik meg az előfeltételeit a technológia betartásának, inkább opportunistá módon túrik a lazaságokat.

A technológiai utasítások be nem tartásának másik oka, hogy üzemünkben nem az egész termelési folyamatra dolgozták ki a gyártási szabályokat és nem követelik meg a termelési folyamat minden pontján egyformán a lefektetett utasítások betartását. Így van ez pl. a diósgyőri martinacélműben, ahol a kemencéknél betartják ugyan a technológia szabályait, az öntőcsarnokban azonban már nem s a kemencében elkészített jó minőségű acél az öntőcsarnoki munka hibái következtében selejtté válik. Annak ellenére, hogy mindegyik acélművünk vezetői előtt ismeretes öntőcsarnokaink szűk keresztmetszete és, hogy az öntőcsarnokban a kokillák, üstök nem megfelelő kezelése miatt sok kiváló minőségű acél selejtté vált, mégis ezen a téren igen keveset tettek. Még mindig olyan primitív állapotokat tűrnek főleg Diósgyőrben és Ózdon, hogy a kemencék salakját a kemence előtt lévő földbe-vájt gödörbe csapolják ahelyett, hogy kidolgozták volna és betartanák a salak eltávolítás technológiai szabályait. A salak ilyen primitív eltávolítása következtében legtöbb esetben az adagokat a kemencében vissza kell tartani, s amikor a kemencéből nem a megfelelő időben csapolunk, jó minőségről beszélni nem lehet. Másrészt a salaknak ez a primitív kezelése egyik döntő okozója annak a nagymennyiségű szemétnak, piszoknak, amelyek megtűrése nem csak a minőség, de balesetvédelem szempontjából is tűrhetetlen.

Az öntőcsarnokoknál azt a hibát is tapasztaljuk, — különösen a Diósgyőri Kohászati Üzemeknél — hogy az öntőüstök helytelen előkészítésével igen tekintélyes mennyiségű acélt veszítünk el, mert a martinból lecsapolt acél mennyiségéhez megfelelő üstöket nem biztosítanak.

Negyedik feladatunk tehát a minőségi acélgyártás fokozása, a selejt csökkentése, ennek érdekében a technológiai fegyelem szigorú betartása. A minőségi acélgyártás fokozásával el kell érünk, hogy javuljon martinműveink programmszerűsége. Ezáltal biztosítani tudjuk, hogy hengerműveink ténylegesen azt hengereljék, ami a gépipar és a népgazdaság egyéb ágai részére szükséges, tehát

kohászati üzemünk betarthatják a választékra és minőségre vonatkozó előírásokat.

Ipari fejlődésünk jelen szakaszában azonban nem elegendő, ha maglégszünk a rendelkezésünkre álló technikai és technológiai módszerekkel, hanem elsőrendű kötelességünk — különösen üzemünk főmérnökeinek kötelessége — a technológiát és technikát tovább fejleszteni.

Az utóbbi időben mindinkább tapasztaljuk, hogy üzemünk keveset foglalkoznak a műszaki fejlesztés kérdéseivel. Annál furesább az új technológiai módszerekkel kapcsolatos szembenállás üzemünkben, mivel az utóbbi évek során bőséges tapasztalatot kaptunk e téren a Szovjetuniótól, elsősorban a nálunk járt szovjet specialistáktól.

Az új szovjet módszerek bevezetése terén értünk el sikereket, javult gyártmányaink minősége, növeltük a kohók térfogatkihasználását, emeltük a martin kemencék fűrdőfelületének egységére eső termelést és a gyorshengerlési mozgalom következtében is sikerült hengerek soraink teljesítő-képességét növelni. Mégis, az elért eredmények ellenére az új módszerek bevezetése és kiszélesítése nem eléggé halad előre üzemünkben. Azt tapasztaljuk pl. a Diósgyőri Kohászati Üzemeknél, hogy a rekonstrukció során belépő új berendezéseknél, amelyek fejlettebb technológiai módszerek alkalmazását teszik lehetővé, a gyártás technikáját nem dolgozták ki, mint ahogy legutóbb a 180 tonna buktatható kemencénél tapasztaltuk.

A jelenleg oly sokszor hangoztatott „objektív nehézségek“ legtöbb esetben éppen a műszaki fejlesztés, az új technikai módszerek bevezetésének elhanyagolásából keletkeztek s a vezetők nem veszik észre, hogy amikor objektív nehézségek miatt panaszkodnak, tulajdonképpen saját hibáik felett siránkoznak.

Az 1953. év folyamán tehát előtérbe kell helyeznünk a műszaki fejlesztés kérdéseit, a rendelkezésre álló technológiák továbbfejlesztését a szovjet tapasztalatok és munkamódszerek alapján. Biztosítanunk kell a műszaki intézkedések tervének végrehajtásával időben a következő negyed-évek tervfeladatainak teljesítését.

A továbbiakban beszélnem kell még egyéb hiányosságokról is. Fel kell említenem az anyagellátás szervezetlenségét. Bár kétségtelen, hogy az utóbbi időben az anyagellátás terén voltak nehézségeink, ez mégsem indokolhatja a termelés visszaesését.

Vannak készleteink az üzemeknél ércből, kokszból, ócskavasból, mégsem készültek fel üzemünk vezetői időben arra, hogy az üzemek területén lévő készletek felszedésével biztosítsák a be nem érkezett külső anyagmennyiségeket. Elhanyagolták az ócskavas feldarabolására szükséges előkészületeket és az ócskavasra várás miatt sok acél esett ki a termelésből. Növelnünk kell tehát anyagellátásunk szervezettségét és biztosítani kell termelő berendezéseink normális anyagszükségletét. Beszélnem már az üzemi rend és tisztaság kérdéséről. Mégis újra alá akarom húzni azt a lehetetlen állapotot, ami minden kohászati üzemünkre jellemző, hogy mind az üzemekben, mind a gyárak területén nagyfokú a rendetlenség s évek

sora óta halmozódik fel a szemét és piszok. Többször beszéltünk már erről a kérdéstről, azonban haladás a rendcsinálás terén nem mutatkozik. A rendcsináláshoz, a szemét eltávolításához a vezetők haladéktalanul fogjanak hozzá. Osszák fel az üzemek és a gyárak területét körzetekre, jelöljék ki a rendfenntartás felelősét és legszigorúbban követeljék meg a rend és tisztaság fenntartását. A rend és tisztaság kérdéséhez szorosan kapcsolódik a munkavédelem kérdése is. Ha arról beszélünk, hogy üzeinkben nagy a rendetlenség, akkor már megtaláljuk a sok sérülés egyik alapvető okát is. A kohászati üzemek baleseti statisztikáját értékelve megállapíthatom, hogy dolgozóink védelmének megteremtése terén a vaskohászati üzemek vezetőit komoly felelősség terheli. Ezt a helyzetet Pártunk és kormányzatunk tovább nem tűri. Ezért nyomatékosan felhívom igazgatóink figyelmét, hogy széleskörű intézkedéseket és terveket készítsenek a munkavédelmi mulasztások gyors és tényleges felszámolására. Kíméletlenül lesújtunk azokra a vezetőkre, akik bűnös hanyagsággal és gondatlansággal kezelik a rájuk bízott dolgozók életét. Felsoroltam azokat a döntő hiányosságokat, amelyek okozói vaskohászatunk termelési lemaradásainak. Ha ezeket a hibákat nem küszöböljük ki sürgősen, akadályozóivá válnak 1953. évi feladataink végrehajtásának. Hogy ezeket a feladatokat végre tudjuk hajtani, ahhoz szükséges az is, hogy kiküszöböljük a munkafegyelem terén mutatkozó lazaságokat, s elérjük azt, hogy minden egyes vezető a munkafegyelem terén kemény kézzel teremtsen rendet.

Végezetül beszélnem kell a munkaversenymozgalomról. Rákosi elvtárs megállapítása, hogy tervteljesítésünket hátráltatta, hogy a szocialista munkaverseny kérdését helyenként elhanyagolták, érvényes kohászati üzeink munkaversenymozgalmára is.

A versenymozgalom kérdését üzeinkben még mindig formálisan, bürokratikusán kezelik és a múlt év 4. negyedéhez viszonyítva ez évben még visszaesés is tapasztalható. Vezetőink még mindig nem értették meg, hogy a munkaversenymozgalom terveink teljesítésénél legnagyobb segítségünk, ezen keresztül lehetséges a dolgozók csatasorba állítása nagyobb feladataink teljesítéséért. A versenymozgalmon keresztül jönnek fel százával és ezrével dolgozóink tervünk teljesítését segítő kezdeményezései és elgondolásai.

Egyes dolgozóink januárban is értek el kiváló eredményeket, a hiba azonban ott van, hogy a kiváló egyéni eredmények nem kerülnek általánosításra és állandósításra. El kell ismerni végre a műszaki vezetőknek, hogy a munkaversenymozgalom felkarolása nélkül nagyobb feladatainkat megoldani nem tudjuk.

Feladatunk, hogy jobban támaszkodjunk üzeink dolgozóink kezdeményezésére, a tervteljesítést elősegítő javaslataira. A munkaversenymozgalom keretén belül meg kell teremteni a fizikai és műszaki dolgozók együttműködését. A munkaversenymozgalom fejlesztése érdekében nagy kohászati üzeink között meg kell szervezni a versenyt, a nagyolvasztók, a martinművek,

a hengerészbrigádok nemes vetélkedését és a szakma legjobb dolgozója címért folyó versenyt.

Összefoglalva 1953. évi terveink biztosítására az alábbiakat kell tennünk:

1. *Meg kell javítani kohászati üzeinkben a vezetés színvonalát.*

2. *A kohászati berendezések jobb kihasználása érdekében meg kell javítanunk a berendezések karbantartását.*

3. *A legszigorúbban biztosítanunk kell a tervfegyelmet.*

4. *Javítani kell vaskohászati termékeink minőségét, csökkenteni a selejtet, a technológiai fegyelem szigorú betartásával biztosítani kell üzeink tervszerű, programmszerű termelését.*

5. *Meg kell javítanunk anyagellátásunkat.*

6. *Rendet kell teremtenünk üzeinkben és a legsürgősebben el kell távolítanunk a felgyült szemetet.*

7. *Kohászati üzeink munkavédelmét biztos alapokra kell helyezni, csökkentenünk kell a balesetek számát és kemény szigorral kell lesújtani azokra a vezetőkre, akik dolgozóink életbiztonságával nem törődnek.*

8. *Mindezen feladatok végrehajtása érdekében meg kell javítani a munkafegyelmet és élővé kell tenni üzeinkben a munkaversenymozgalmat.*

Ha a felsorolt feladatokat végrehajtjuk, meg vagyok győződve arról, hogy vaskohászatunk 1953. évre kitűzött tervét teljesíteni fogja.

A most létrejött Kohászati Minisztérium elsőrendű feladata, hogy 1953. évi tervünk teljesítésének lehetőségét megteremtse. A lemaradások felszámolásának és az éves terv maradéktalan teljesítésének megvan minden reális feltétele.

Az első feltétel az, hogy minden felmerülő nehézségnél, akadálnál megtaláljuk a hatalmas Szovjetunió segítő kezét kimeríthetetlen tapasztalatainak gazdag tárházat. Minden eddigi sikerünk és eredményünk kiindulópontja, alapja a Szovjetunió sokoldalú, önzetlen segítsége.

Vegyük még alaposabban igénybe a magas műszaki színvonalú segítséget, támaszkodjunk még alaposabban a szovjet tapasztalatokra és az eredményt biztosítottuk.

A terv teljesítésének másik feltétele a mi nagy Pártunk szüntelen segítsége, biztoskezü irányítása. A Párt sokat vár kohászatunktól, de sokat segít is. A kohászat iránti megbecsülést mutatja, hogy vas- és acélgyártásunk emelésére épül a Sztálin Vasmű, készül a diósgyőri rekonstrukció, létrejönnek az új martin kemencék, automatikus hengerek. A Párt tehát nemcsak sokat vár a kohászatától, de sokat nyújt is számára. A Pártnak ez a gondoskodása, vezetése, útmutatása a másik döntő feltétel a terv teljesítéséhez.

A harmadik döntő feltétel az, hogy a feladatok végrehajtásához szükséges megfelelő emberek is megvannak. Van jó műszaki vezetőgárdánk és vannak nagyszerű, áldozatkész munkástömegeink. Az új típusú munkások, a sztahanovisták, a szocialista építési hősei nagyon jól tudják, mit vár tőlük Pártunk, dolgozó népünk. A kohászat munkásai jól tudják, milyen nagy mértékben függ az ő jó munkájuktól 5 éves tervünk teljesítése.

Nagyon jól tudják, hogy a kohászati üzemek tervteljesítésétől függ nagy részben, hogyan állunk helyt a béke frontján. Tudják, hogy minden tonna acél fontos hozzájárulás hazánk megvédéséhez, szép, szabad boldog életünk megteremtéséhez.

Ezért állnak készen a feladatok megoldására. Most rajtunk a sor! Mi rajtunk, gazdasági és műszaki vezetőkön, párt- és gazdasági funkcionáriusokon múlik, hogy élükre álljunk, harcba vezessük és győzelemre segítsük dolgozóinkat.

Tervünket teljesíteni fogjuk, mert ezt várja tőlünk dolgozó népünk. Feladatainkat megoldjuk, mert bízunk bennünk a mi nagy Pártunk és minnaniunk szeretett vezetője, Rákosi Mátyás elvtárs. Célunkat elérjük, mert számít ránk a legyőzhetetlen béketábor, amelynek élén ott áll a hatalmas Szovjetunió és az egész emberiség nagy vezére, Sztálin elvtárs.

#### *Részletek a hozzászólásokból*

##### **Réti Vilmos**

Az év elején rosszul indult a munka üzemünkben, januári tervünket nem teljesítettük. Ahhoz, hogy ezt a csorbát kiköszöröljük s eleget tegyünk nagy feladatainknak, komolyan emelnünk kell a műszaki vezetés színvonalát.

Sok műszaki vezető szeret siránkozni, ahelyett, hogy cselekedne. Gyakran nem azon törjük a fejünket, hogyan lehetne *teljesíteni* a tervet, hanem azon: hogyan lehetne *bebizonyítani*, hogy a terv *teljesíthetetlen*. Ez sok kárt okoz. Hadd mondjak erre egy példát. Tavaly az új 180 tonnás martinkemence építése miatt le kellett bontani a martinmű 5-ös kemencéjét. A kemencék száma tehát csökkent — a terv viszont változatlan maradt. Mi, műszakiak akkor azt mondtuk: lehetetlen, hogy kevesebb kemencével is teljesítsük a tervet; vitatkoztunk, érveket kerestünk. Másfél hónap telt el így. Akkor végre rájöttünk, hogy kevesebb kemencével is érhetünk el jó eredményeket. A felocsudott műszaki vezetőség több fontos intézkedést hozott: a dolgozók javaslatára felemeltük a kemencék betétsúlyát stb. Végül sikerült kevesebb kemencével is többet termelni, mint azelőtt. Ha másfél hónappal előbb hagyjuk abba a vitatkozást, ha előbb cselekszünk — nagyobb lett volna az eredmény. *Nincs az a logarél, amelyen ki lehetne számítani: milyen hatalmas lehetőségek rejlenek a munkások és műszaki értelmiségi dolgozók kezdeményezésében! Bátrabban kell építenünk ezekre a kezdeményezésekre!*

A párt gyakran felhívta figyelmünket arra, hogy a helyes vezetés legfontosabb módszere az ellenőrzés. Mi is szoktuk ellenőrizni utasításaink végrehajtását. De vajjon mikor? Amikor a felsőbb szervek valamiért „a fejünkre ütnek“. Ilyenkor gyorsan szaladunk ellenőrizni azt a területet, ahol baj van. Megállapítjuk a hiányosságot, esetleg felelősségre is vonjuk azt, aki a hibát elkövette. De az ilyen ellenőrzés nem ad elég segítséget a munka megjavításához. *Az ellenőrzésnek szervezettnek, állandónak kell lennie.* Csak így fojthatja el a vezető még csírájában a hibákat; így előzheti meg, hogy nagyobb kár származzék belőlük. Újabban igyekszünk rendszeresebben ellenőrizni.

Minden reggel valamennyi gyárrészlegvezetőtől számonkérjük, hogyan hajtotta végre az előző nap kapott utasításokat. Amikor ez első ízben megtörtént, a gyárrészlegvezetők rendkívül meglepődtek. Szokatlan volt számukra, hogy gondosan megkérdeztük őket a végrehajtás körülményeiről. De azután ez a rendszer elősegítette a fegyelem erősödését. Ezen az úton nem szabad megállnunk; meg kell szerveznünk az utasítások végrehajtásának folyamatos ellenőrzését.

A kapkodó ellenőrzés — az a módszer, hogy odaszaladtunk, ahol éppen legnagyobb a baj — lesüllyesztette a vezetés színvonalát. Valahogy úgy lehetne jellemezni a helyzetet, hogy minden vezető tulajdonképpen azt a munkát végezte, amelyet a hozzá beosztott, alacsonyabbfokú funkcionáriusnak kellett volna végeznie. A főmérnök a gyárrészlegvezető munkáját, a gyárrészlegvezető az üzemvezetőét, a művezetőét stb. Rossz példát mutatott ebben a minisztérium is. A főosztály-vezető, vagy más magasrangú funkcionárius sokszor 300 kiló anyagért telefonálgatott a gyárigazgatóhoz. Sőt gyakran nem is hozzá, hanem az igazgató „feje felett átnyulva“ közvetlenül valamelyik kisebb részleg vezetőjéhez. Ez súlyosan megsérti az egyszemélyi felelős vezetés elvét. A vezetőnek nem szabad erejét, lendületét, idejét csip-csup-ügyek intézésére elfecsérelnie, hanem valóban *irányítania* kell a hozzá beosztott kádereket. *Önálló és öntudatos, cselekedni tudó vezetőket kell nevelnie beosztottjaiból — s akkor nem kell magának foglalkoznia minden részletkérdéssel.*

A műszaki vezetés színvonalának emelését akadályozza az, hogy *túlságosan elhalmoznak bennünk adminisztratív munkákkal.* Ebben komoly felelősség terheli a minisztériumot. A minisztérium egyes vezetői és munkatársai azt hiszik, hogy rendeletekkel, napi 8—10 papírral lehet üzemeket vezetni. Rettenetes sok értekezletet tartunk. Egyetlen adatot hozok fel erre: 1952 közepén 40 nap alatt 67 értekezleten vettem részt. Nem hangolják megfelelően össze a különböző értekezleteket és jelentéseket. Most például az 1952. évi munkáról jelentést kellett adni a minisztériumnak, csekély 26 oldal terjedelemben; ugyanakkor egy másik szerv is hasonló tartalmú jelentést kért, 12 oldal terjedelemben. Gyakran kételkedünk abban, hogy vajjon szükség van-e a mi jelentéseinkre. Nemrégén a budapesti MÁVAG egyik technikus, aki most Diósgyőrött dolgozik, behozott hozzánk egy levelet, amelyet mi írtunk a minisztériumnak a munkaverseny ügyéről. Elmondta, hogy ezt a levelet véletlenül látta meg a minisztériumban — a földön heverni. Hát arra kellene egyes jelentéseink, hogy a minisztériumban lábtörlőnek használják? *A műszaki vezetőktől, a mérnököktől joggal követelik, hogy foglalkozzanak többet a technika fejlesztésével, új technológiai eljárások kidolgozásával. De ehhez segítséget is kell kapniuk oly módon, hogy kevesebb értekezletre hívják össze, kevesebb jelentés készítésére utasítják őket.*

A műszaki vezetés színvonalát akkor emelhetjük gyorsan, ha tovább növeljük a műszaki értelmiség szakmai tudását. A kohómérnökök továbbképzése lényegében nem folyik. Sokszor nem

gondoskodnak megfelelő előadóról, nem szervezik meg lelkiismeretesen a tanfolyamokat. Azok, akiknek leginkább szükségük volna a továbbképzésre, hanyagságból nem járnak el. Azt javaslom, hogy a műszaki fejlesztés érdekében tegyék kötelezővé a kohászatban a műszaki továbbképzést. Legyenek vizsgák is. Ugy hallottam, hogy a Szovjetunióban időnkint felmentik a műszaki kádereket az üzemi munka alól, s hosszabb-rövidebb továbbképző tanfolyamra küldik őket. A tanfolyam anyagából le is kell vizsgáznok. Én a magam részéről nagy híve lennék az ilyen továbbképzésnek és egyáltalán nem restelném, hogy ismét beüljek az iskolapadba.

Mi, a Diósgyőri Kohászati Üzemek műszaki vezetői rajta leszünk, hogy munkánk súlyos fogyatékoságait kiküszöböljük. Ehhez kérjük a párt és a kormány segítségét.

### Fessler Péter

A haza nagyon sokat vár tőlünk, kohászoktól. Az öntudatos kohászoknak azzal kell felelni erre, hogy még nagyobb lendülettel, még nagyobb odaadással versenyeznek.

A szocialista verseny fejlődését azonban akadályozza az, hogy egyes műszakiak nem értik meg jelentőségét. Az ilyen műszakiak logarlécén a munkaversenynek nincsen rubrikája. Hadd hozzak fel egy példát erre. Brigádom, az Ifjúsági brigád, megbeszélte a szomszédos kemencénél dolgozó Kossuth-brigáddal, hogy kölcsönösen segítjük egymást. Vannak olyan műveletek, amelyeket közös erővel sokkal gyorsabban, tökéletesebben lehet elvégezni. Két adag közben például ki kell javítani a kemence kisebb hibáit. Ilyenkor a kemence négyfőnyi személyzetéből ketten a csapolással vannak elfoglalva, egy az ajtót nyitogatja, az olvasztár tehát egyedül végzi a javítást. Amióta a két brigád együttműködik, a javításhoz átjön a másik kemence négy embere, s így nem egy, hanem öt dolgozó végzi ezt a munkát. Pillanatok alatt elkészülnek vele; rövidebb ideig marad tehát nyitva a kemence ajtaja, sokkal kisebb a hővesztés. Hasonlóképpen segítjük ki egymást más műveleteknél is.

A főmérnök örömmel fogadta ezt a kezdeményezést. Azt mondta: „Milyen nagyszerű dolog ez, hiszen most a szabadnapok beosztását könnyebben meg lehet majd oldani. Ha a két kemence kollektívája együttműködik, akkor nem okoz nagyobb zavart, hogy a nyolc emberből egy otthonmarad“. Még azt is hozzáfűzte: kétszáz forint jutalmat szándékozik adni nekem ezért a kezdeményezésért. De a dolog lényegét — azt ugyanis, hogy ez a kezdeményezés több acélt jelent — nem látta meg.

A verseny lendületét komolyan növeli, ha a dolgozók pontosan ismerik tervüket. Azok a műszaki vezetők azonban, akik lebecsülik a versenyt, nem gondoskodnak idejében a tervfelbontásról sem. A felbontott havi tervet csak 6-án, 9-én, sőt nem egyszer 12-én kapjuk meg. Még december végén kértem az üzem vezetőit: kapjuk meg idejében a januári tervet, s hallgassák meg a mi véleményünket is a tervek felbontásánál. Ennek

ellenére január 6 előtt semmit sem tudtunk a tervről.

A munka szervezetlensége is akadályozza a versenyt. Fontos feladatok hárulnak a munka jobb megszervezésében a diszpécserekre. Nálunk azonban a diszpécser szót rosszul fordították magyarrá. Ez a szó tulajdonképpen munkairányítót jelentene — de nálunk *küldőncöt* jelent. Ha a diszpécser-hálózatot megerősítenék műszakilag képzetesebb elvtársakkal, ha többet törődnének szakmai képzésükkel, akkor bizonyára nem mérülne ki a tevékenységük a szaladgálásban, az anyag „felhajtásában“, hanem jobban segítenék a munka irányítását, a különböző részlegek munkájának összehangolását.

Nagyon fontos feladatok hárulnak a szakszervezetre. Egyebek közt az is, hogy nyilvánosságra hozza, népszerűsítse a legjobb eredményeket. Ehelyett azonban sokszor meg nem született eredményeket reklámoznak. Én igyekszem becsülettel dolgozni és értem is már el jó eredményeket. De 220 százalékos teljesítményem sohasem volt s a mi martinüzemünkben soha nem is született még ilyen magas eredmény. Mi szükség volt hát arra, hogy a műhelyben kifüggesztett versenyzászlóra a nevem mellé 220 százalékos teljesítményt írjanak? Többször kértem, hogy vegyék le — mégis ott maradt.

A sajtó is hibát követ el, amikor „gyorsolvasztásnak“ nevez el minden rövidebb idő alatt sikerült olvasztást. A sztahanovista gyorsolvasztár *tudatosan* teremt olyan műszaki körülményeket, amelyek lehetővé teszik a gyorsabb olvasztást. *Előre* megtervezi, megszervezi a gyorsolvasztást. *Az ilyen* gyorsolvasztár megérdemli a dicséretet. Ehhez azonban semmi köze nincs annak, ha *véletlenül*, a műszaki körülmények előre nem látott szerencsés alakulása következtében sikerül a szokottnál rövidebb idő alatt elvégeznie az olvasztást — s erről azután *utólag* kisütik, hogy „gyorsolvasztás“ volt.

Befejezésül még a tapasztalatcsereéről szeretnék szólni. A tapasztalatcsere régi formájanem vált be. A másik üzemben tett látogatás tulajdonképpen nem volt más, mint „kirándulás“. Legfeljebb azt segítette elő, hogy a különböző kohászati üzemek dolgozói barátságot kössenek egymással, de a termelési tapasztalatok kicseréléséhez alig járult hozzá. Most a minisztérium kezdeményezésére a tapasztalatcsere új formáját vezetjük be. Egy kemence három olvasztárát nem egy-két napra, hanem néhány hétre áthelyezik valamelyik másik kohászati üzembe. Ott azután alaposan megismerkedhetnek a helyi tapasztalatokkal, hiszen nemcsak futó látogatók, hanem heteken át lapáttal a kezükben ott dolgoznak a kemence mellett. A csepeli martinászok szeretik a munkaversenyt — csak azt kérik, hogy kapjanak meg több segítséget a versenyzéshez. Így tudunk majd több és jobb acélt adni az országnak.

### Suszter Sándor

Mi, a kohászat sztahanovistái kevés bírálatot kaptunk azért, mert a nagyolvasztóművek, acélművek, hengerművek nem teljesítették 1952. évi

feladataikat és rosszul kezdték az új esztendőt is. Pedig ugyancsak kemény kritikát érdemlünk. Nem mintha az üzemek vezetésében elkövetett súlyos hibákat mentegetném, de nem lehet személtárgy afelett, hogy sok mulasztást követünk el mi munkások is. Elsősorban a sztahanovistáknak kellett volna példásabban dolgozniuk, harcosabban szembeszállniuk saját hibáikkal és a vezetők hibáival. Elterjedt szokás a kohászatban, hogy az elmaradást csak a rossz anyagellátással magyarázzák. Arról azonban vajmi kevés szó esik, hogy saját hibáinkból mennyi selejt keletkezett, milyen sok acél folyt el, mennyi értékes percet hagytunk kihasználatlanul. Ha mi, ózdi sztahanovisták kijelölünk a saját portánkon, ószintén meg kell vallanunk, hogy nem emelkedtünk ki mindig jó munkával, nem tüntünk ki harcoságunkkal. Bennünket a szocialista munkaverseny segítette, hogy kibontakoztassuk tehetségünket — mégis elnéztük, hogy ellaposodjék, tessék-lássék módon folyjék a verseny. Szégyelnevő dolog, hogy sztahanovisták is elhanyagolják a kemencék apró javításait, rosszul készítik el a csapolónyílást, vagy a csatornát. Ilyen körülmények között nem csoda, ha a martinacélműben 20 sztahanovista oklevéllel kitüntetett olvasztár közül 10 sem teljesíti a tervét. Azok a sztahanovisták, akik ma az elmaradók között vannak, szíves-örömezt hivatkoznak anyaghiányra, a kohók mellett és a hulladéktéren dolgozók rossz munkájára. Az igazi ok azonban az, hogy ők megvannak elégedve tudásukkal, nem szívesen tanulnak mástól, nem alkalmazzák a sztahanovista munkamódszereket. Amikor Amoszov elvtárs 1951-ben Ózdon járt, elmondotta, hogy náluk el sem képzelhető egy adag lecsapo-

lása a salak eltávolítása nélkül. Ózdon minden lehetőség megvan a salak olvasztásközben való eltávolítására. De a lehetőségeket mégsem használjuk ki, a salakot visszatartjuk a kemencében. Így több szennyező anyag marad az acélban, hosszabb a kikészítés ideje, hamarabb tönkremegy a kemence. A salak eltávolítása az acélfürdő tetejéről a sztahanovista olvasztási munkamódszer fontos része, s mégsem alkalmazzuk. Ez csak egyetlen kiragadott példa a sok közül. Azért lettünk sztahanovisták, mert nagy erővel, szívóssággal harcoltunk az acéltermelés fokozásáért, mert megfogadtuk a szovjet elvtársak sok jó tanácsát, mert nem féltünk az új utaktól. Semmi okunk sincs, hogy most már megpihenjünk babérainkon, hiszen a követelmények egyre nőnek és elsősorban nekünk, sztahanovistáknak kötelességünk, hogy ezekkel lépést tartsunk.

A sztahanovisták helytállása nemcsak azt jelenti, hogy jól dolgoztatják a rájuk bízott martinacémét, hanem azt is, hogy segítik a gyengébbeket, az elmaradókat. Mi, sztahanovisták — jómagam is — úgy gondoltuk, hogy ha teljesítjük, vagy túlteljesítjük a tervünket, tökéletesen eleget tettünk pártunk és kormányunk felhívásának. Elégedettségünk közepette megfeledeztünk az elvtársi segítségről, tapasztalataink, munkamódszerünk átadásáról. Elmaradásunk intő figyelmeztetés: nem elegendő az, ha az Ózdi Kohászati Üzemekben 100, vagy akár 200 kiugró teljesítmény születik! Ahhoz, hogy teljesítsük a tervünket, a dolgozók döntő többségének 100 százalékos feletti teljesítenie feladatait. Szükséges tehát, hogy mi, sztahanovisták odaadón tanítsuk társainkat és saját politikai és szakmai tudásunkat is szüntelenül gyarapítsuk.

## Ötvözetlen acélok mikroszövetének hatása az alakíthatóságra

SZABÓ ÖDÖN okl. kohómérnök

### II. RÉSZ

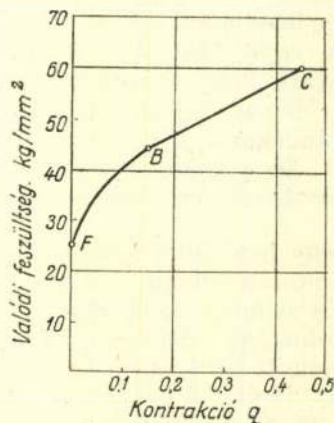
F. Körber és A. Krisch szerint (4) a valódi feszültség-kontrakció görbe a szakítóvizsgálat során általában meghatározott alábbi adatok alapján is megszerkeszthető: folyási határ ( $\sigma_F$ ), szakítószilárdság ( $\sigma_B$ ), a pálcá egyenletesen nyúlt részén mérhető kontrakció ( $q_c$ ) és a szakadási szelvényben mért kontrakció ( $q_e$ ). Ezekből az adatokból a 4. ábrán feltüntetett három pontot határozhatjuk meg:

$$\begin{array}{lll} F \text{ pont} & q = 0 & \sigma' = \sigma_F \\ B \text{ „} & q = q_e & \sigma_B' = \frac{\sigma_B}{1 - q_e} \\ C \text{ „} & q = q_c & \sigma_c' = \sigma_B \frac{1 + \psi - 2q_e}{(1 - q_e)^2} \end{array}$$

Megjegyzem, hogy a  $\sigma_c'$  kiszámítására a G. Sachs és G. Fiek-től (7) származó fenti bonyolult képlet helyett a

$$\sigma_c' = \frac{P_c}{F_0 (1 - q_c)}$$

képletet is használhatjuk, ehhez azonban szükséges, hogy a szakítókérslet során a szakadás pillanatában ható húzóerő ( $P_c$ ) nagyságát meghatá-



4. ábra.  $\sigma' - q$  görbe szerkesztése a szakítóvizsgálat adataiból.



rozzuk. Ez az érték a szakító gép által felrajzolt szakítódigrammból utólag kimérhető.

Kísérleteink azt mutatták, hogy a  $\sigma' - q$  görbék fenti három pont alapján történő felvétele sok bizonytalanságot rejt magában. Ennek okai a következők:

1. A görbe  $\sigma_B'$  és  $\sigma_c'$  pontok közötti szakasza nem vehető egyenesnek. A kísérletileg felvett görbék legnagyobb részénél azt találtam, hogy az alakítás utolsó szakaszán a diagramm eltér az egyenestől, és meredekebben halad. Ez a jelenség főképpen lágy acéloknál mutatkozott, és magyarázatát a nagymértékű helyi kontrakció kialakulásában kereshetjük. E. Siebel szerint [8] ugyanis hengeres alakú rúdban a feszültség eloszlása egyenletes, és az alakváltozás szempontjából mértékadó maximális csúsztató feszültség ( $\tau$ ) és a valódi húzófeszültség ( $\sigma'$ ) között a következő összefüggés áll fenn:

$$\sigma' = 2\tau$$

A helyi kontrakció kialakulásakor a feszültségeloszlás egyenletessége megszűnik, és a helyi kontrakció alakjától függő keményedés mutatkozik. A valódi feszültség ebben az esetben az alábbi képletből adódik:

$$\sigma' = 2\tau \left( 1 + \frac{d}{8r} \right)$$

ahol  $d$  pálcát átmérője a legvékonyabb szelvényben,

$r$  pálcát palástvonalának hajlási sugara.

Tehát az alakításhoz szükséges valódi feszültség értéke annál nagyobb, minél nagyobb mértékű helyi kontrakció alakul ki.

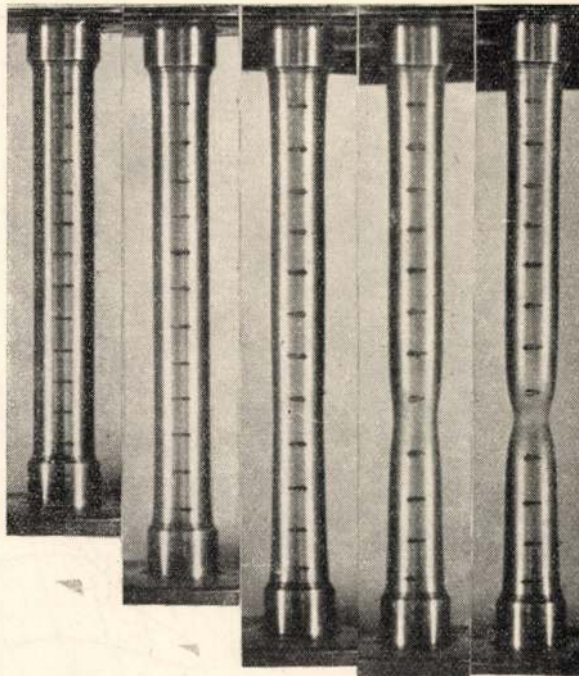
2. A  $\sigma_B'$  pont nem esik mindig a diagramm egyenes szakaszába. Már az előzőekben említettem, hogy kemény acélok esetében a  $\sigma' - q$  görbe irántangense még a  $\sigma_B'$  pont után kisebb-nagyobb mértékben csökken. Így az egyenes szakasz csak a  $\sigma_B'$  pont után kezdődik. Megjegyzem, hogy az ebből eredő eltérés csak kismértékű.

3. Sokkal nagyobb bizonytalanságot jelent, hogy a pálcát egyenletesen nyúlt részén utólag mért  $q_e$  nem felel meg pontosan a maximális terhelés pillanatában érvényes kontrakció értéknek. Az eltérés két tényezőtől adódik. Egyrészt a maximális terhelés pillanatában a pálcát alakváltozása már nem tekinthető egyenletesnek, hanem mérhető helyi kontrakcióval kell számolni. Másrészt figyelembe kell venni, hogy a maximális terhelés elérése után még a pálcát nem kontrahált részén is további alakváltozás megy végbe, úgyhogy a szakadás után mért  $q_e$  nagyobb, mint a maximális terhe és pillanatában érvényes kontrakció érték.

Első kísérleteinknél, amikor a pálcát átmérőjének csökkenését tolmércével mértük, azt tapasztaltuk, hogy a maximális terhelés elérése előtt már határozottan észlelhető a próbapálcát helyi elvékonyodásának megindulása. Természetesen ilyen mérési módszer mellett nem volt lehetőség arra, hogy a helyi és egyenletes kontrakció közötti eltérést számszerűen kimutassuk. Ennek a kérdésnek a tisztázására végeztük azokat a kísérleteket,

amelyeknél a próbapálcát alakváltozását fényképfelvételre mértük.

Egy-egy szakítókísérletről kisfilmes fényképezőgéppel 35–40 felvételt készítettünk, és a megvilágítás pillanatában mindig leolvastuk a próbapálcára ható húzóerő nagyságát. A próbapálcát képét kinagyítottuk a természetes nagyság kb. 1,5–2-szeresére, és így mértük az átmérő és jeltávolság változását.



5. ábra. X-jelű próbapálcát alakváltozása a szakító-kísérlet során.

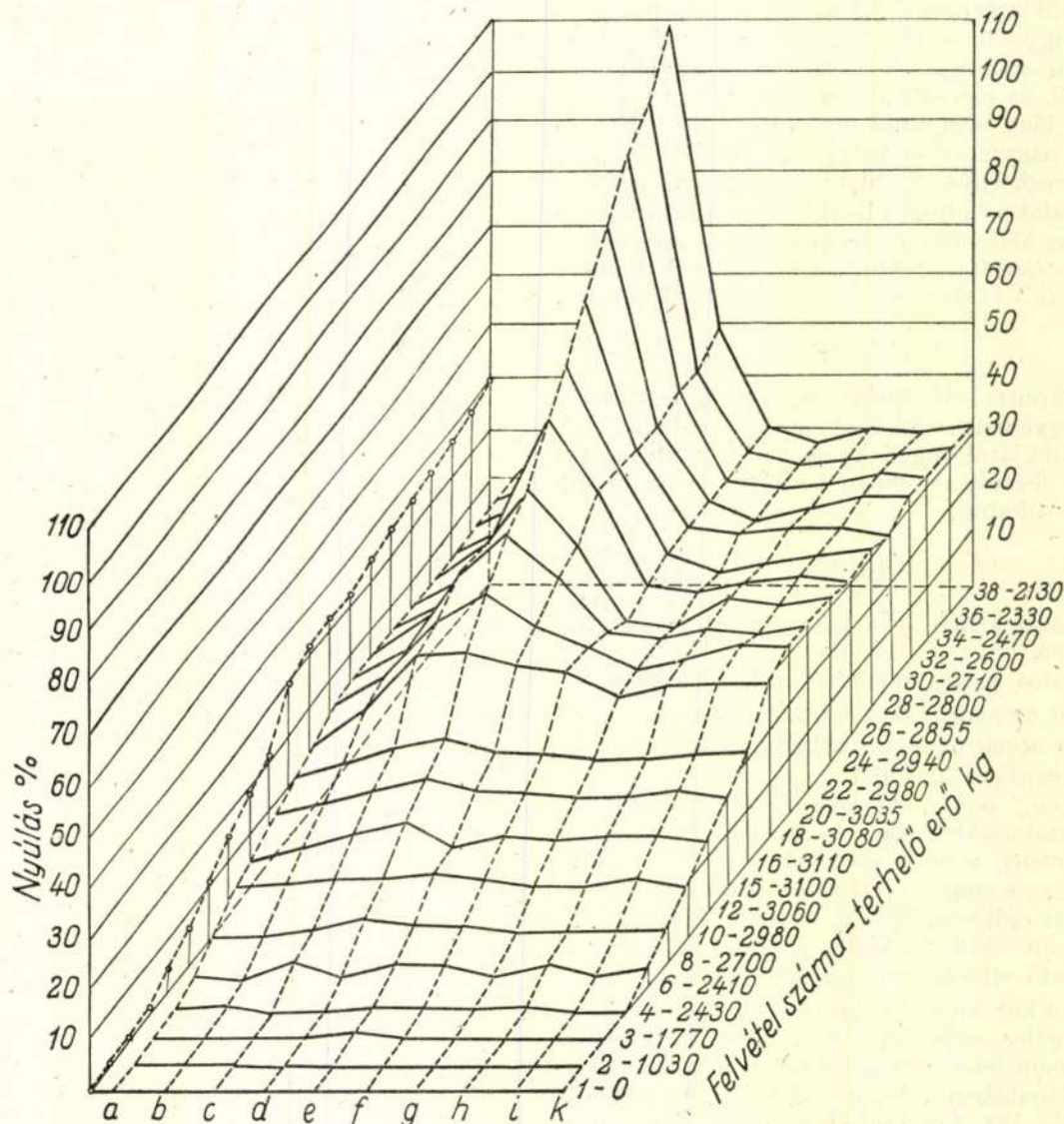
Az X-jelű próbapálcán végzett kísérlet eredményeiről alábbiakban részletesen beszámolok. A próbapálcát átmérője 10 mm, jeltávolság 50 mm, amelyet 10 db 5 mm-es beosztással láttunk el. A fényképsorozatból kiragadott néhány képet láthatunk az 5. ábrán. A nyúlást és kontrakciót minden 5 mm-es szakaszon külön mértük. Az egyes szakaszok nyúlását a felvételekhez tartozó terhelések függvényében ábrázolva, a 6. ábrán látható térbeli diagrammot kaptunk. Az 50 mm-es jeltávon mért százalékos nyúlást (mint az egyes szakaszok nyúlásának átlagát) a diagramm baloldali határoló síkján ábrázoltuk.

Az egyes 5 mm-es szakaszok középvonalában meghatározott kontrakció értékeket ugyancsak térbeli diagrammban tüntettük fel (7. ábra). A diagramm azt mutatja, hogy a  $c-d$  szakaszon a helyi kontrakció kialakulása a 6–8 felvételen, tehát 2410–2750 kg terhelés mellett megindul, és a maximális terhelés elérésekor már egész határozottan mérhető (15–16 felvétel).

A maximális terhelés (3110 kg) pillanatában a kontrakció szélső értéke az  $a$  jelű szelvényben 10,1%,  $d$  jelű szelvényben 17,5%. Ha a helyi kontrakcióban résztvevő  $c$ ,  $d$ ,  $e$ , szelvények értékeit figyelmen kívül hagyjuk, akkor a többi

— egyenletesen nyúlt — szakasz átlagos kontrakció (a c, d, e szakaszt megint figyelmen kívül hagyva) 18,5%. Láthatjuk tehát, hogy a maximális terhelés elérése után még a helyi kontrakcióban részt nem vevő szakaszokon is jelentős alakváltozás megy végbe. Megjegyzem, hogy ennek

Az egyenletes, homogén anyagból pontosan megmunkált próbapálcán is mindig akad egy szelvény, amelyben valami helyi hiba található. Akár belső (pl. salakzárvány, gázhólyag), akár külső (pl. vékonyabb méret, felületi karcolás) hibáról van szó, végelemzésben mindegyiket úgy tekint-



6. ábra. Nyúlás-eloszlás változása a terhelés függvényében.

legnagyobb része közvetlenül a maximális terhelés utáni időszakokra esik. Így pl. a 3035 kg terhelésnek megfelelő 20. felvételen mért átlagos kontrakció érték már 18,1%, tehát majdnem eléri a szakadás-kor mért értéket.

Fentiekből kitűnik, hogy a valódi feszültség-kontrakció görbének a szakítópróba adataiból való megszerkesztése bizonytalan. Pontos eredményt csak akkor kapunk, ha az összetartozó terheléseket és keresztmetszet-területeket külön-külön meghatározzuk.

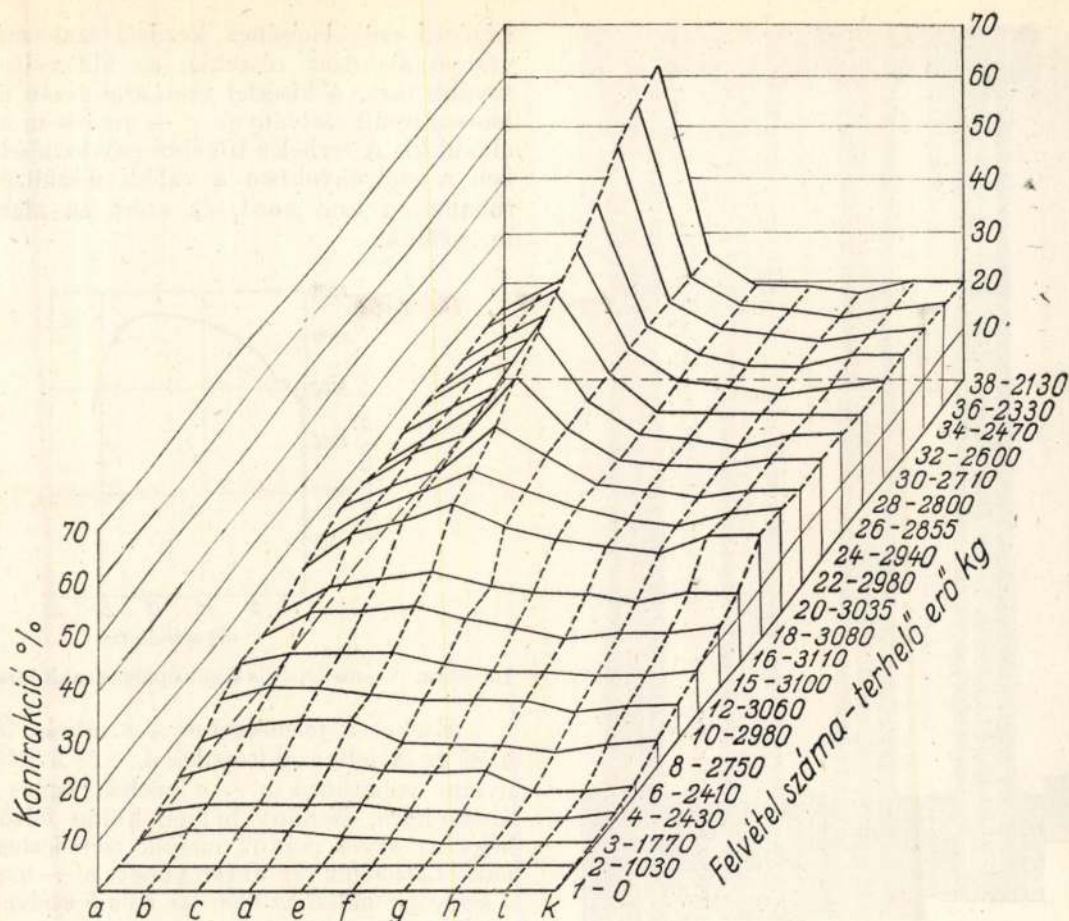
A fényképezett szakítópróba adataiból levont következtetések szerint a szakítóvizsgálat során a pálcá egyes részeinek alakváltozása és a helyi kontrakció kialakulása az alábbi módon folyik le:

hetjük, hogy általa a pálcá ép keresztmetszete bizonyos mértékben lecsökkent.

Tegyük fel, hogy az ép keresztmetszet területe  $F_E$ , a hibás szelvényé pedig  $F_H$ . Ebben az esetben  $F_E > F_H$ . A maradó alakváltozás megindulása előtt tetszőszerinti időpontban a próbapálcára ható húzóerő legyen  $P$ , akkor az ép és hibás keresztmetszetben a húzófeszültség értéke a következőképpen alakul:

$$P = \sigma_E \cdot F_E = \sigma_H \cdot F_H \text{ tehát } \sigma_E < \sigma_H$$

Ezért a hibás szelvény előbb éri el az anyagra érvényes folyási határ értékét, tehát benne előbb indul meg a maradó alakváltozás. A terhelés további növekedésekor a hibás keresztmetszetben



7. ábra. Kontrakció-eloszlás változása a terhelés függvényében.

mindig nagyobb a kontrakció értéke, mint az ép szelvényben, így a két keresztmetszet terület nagysága közötti különbség még fokozódik. A maradó alakváltozás megindulása után a valódi feszültségek összefüggése a következőképpen alakul:

$$P = \sigma'_E \cdot F_E (1 - q_E) = \sigma'_H \cdot F_H (1 - q_H)$$

mivel

$$F_E > F_H$$

és

$$1 - q_E > 1 - q_H \text{ mert } q_E < q_H$$

ezért

$$\sigma'_E < \sigma'_H$$

A hibás szelvény kisebb kiinduló keresztmetszetéből és nagyobb kontrakciójából származó kisebb teherbíróképeséget a keletkező nagyobb feszültség egyenlíti ki.

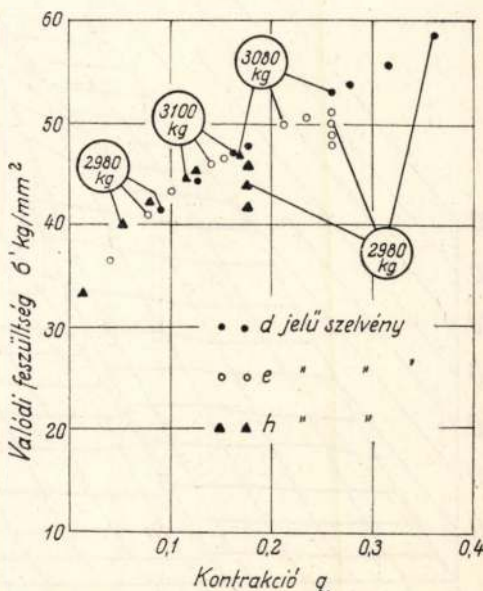
A képlékeny alakítás első szakaszában a valódi feszültség görbéje meredeken emelkedik (2. ábra), így a kontrakciónak már kismértékű növekedése elegendő ahhoz, hogy a hibás szelvényben szükséges nagyobb  $\sigma'$  értéket elérjük.

Később a valódi feszültség görbéje mind laposabban halad, és így a teherbíróképeség kiegyenlítéséhez nagyobb helyi alakváltozás szükséges. Emiatt a helyi kontrakció mértéke fokozatosan növekszik.

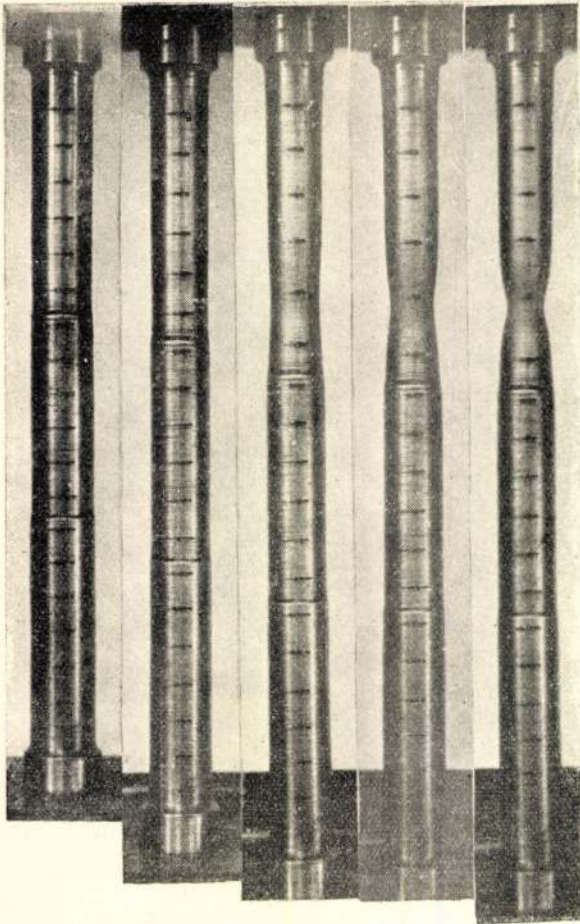
Végeredményben a pálcá minden egyes szelvénye végigmegy a  $\sigma' - q$  görbének megfelelő

keményedési fokozatokon, csak az eredetileg gyengébb szelvény mindig bizonyos mértékben előbbre jár, mint a többi keresztmetszetek.

Ez a folyamat mindaddig tart, míg a kritikus szelvényre nézve el nem érjük a maximális terhelés értékét. A maximális terhelés alatt, és a

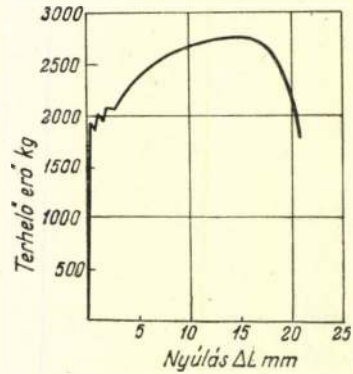


8. ábra. X-jelű próbapálcá d, e, és h jelű szelvényeire vonatkozó  $\sigma' - q$  görbék egyes pontjai.



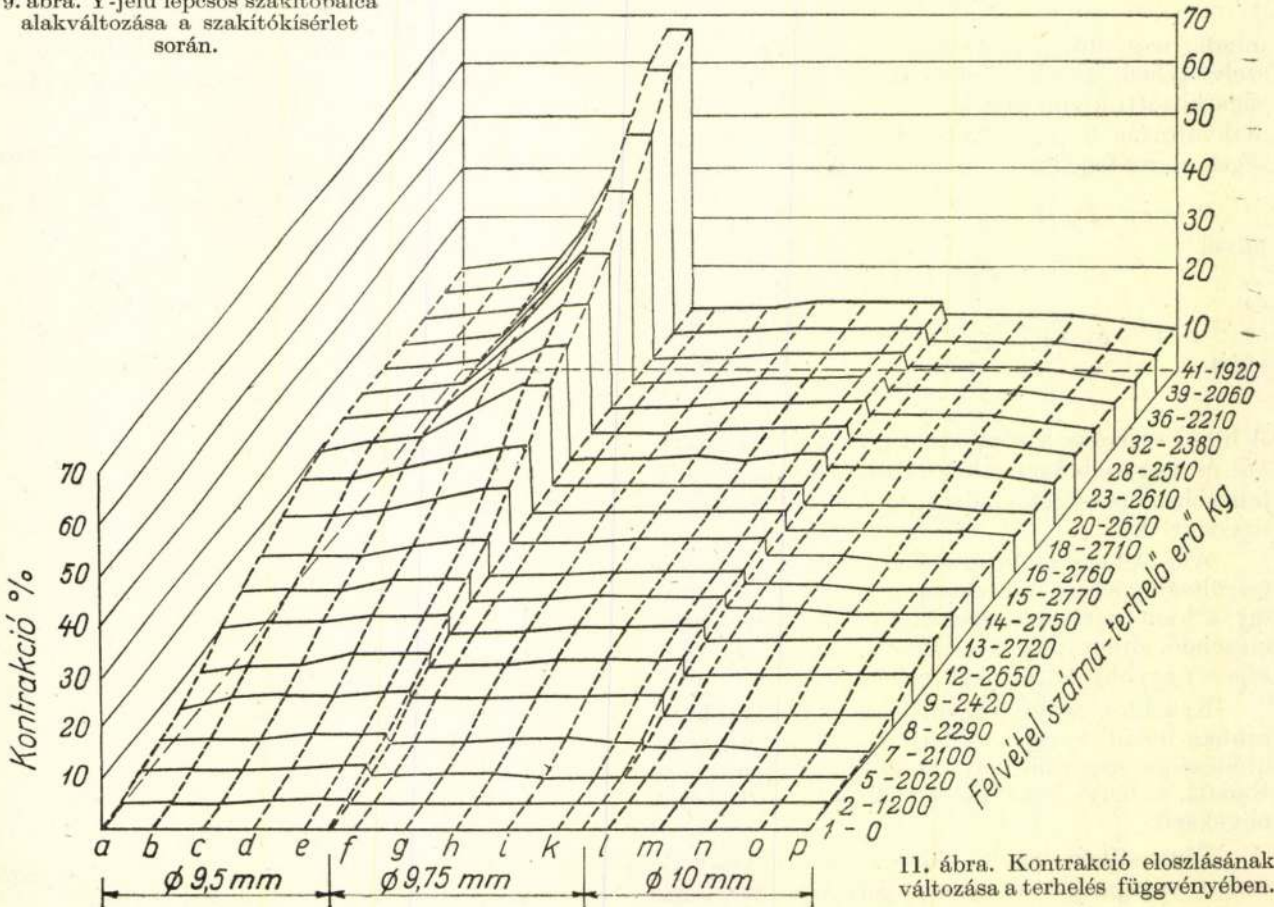
9. ábra. Y-jelű lépcsős szakítópálcá alakváltozása a szakítókéísérlet során.

húzóerő csökkenésének kezdeti szakaszán a kevésbé alakított részekben az alakváltozás még tovább tart. A kísérlet ezen szakaszán az egyenletesen nyúlt szelvények  $\sigma' - q$  görbéin maximum alakul ki. A terhelés további csökkenésekor ezekben a szelvényekben a valódi feszültség értéke rohamosan esni kezd, és ezért az alakváltozás megszűnik.



10. ábra. Y-jelű lépcsős szakítópálcá szakítódigrammjá.

Ezeket a jelenségeket a 8. ábrán láthatjuk, ahol az X-jelű szakítópálcá  $d, e$  és  $h$  jelű szelvényeire vonatkozó  $\sigma' - q$  görbék egyes pontjait ábrázoltam. Néhány helyen külön feltüntettem, hogy az egyes pontok melyik terheléshez tartoznak. Láthatjuk az ábrán, hogy  $\sigma' - q$  görbén a  $d$  szelvény halad az élen, az  $e$  és  $h$  szelvény pedig mind jobban elmarad mögötte.

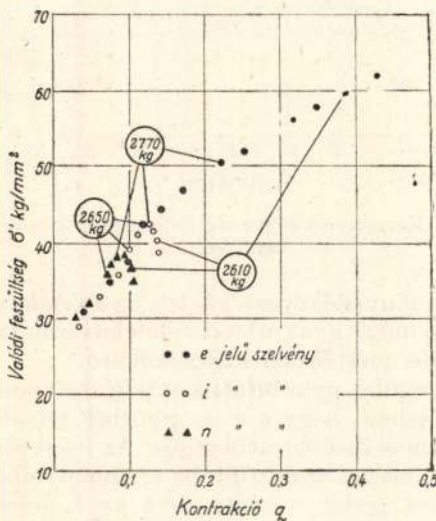


11. ábra. Kontrakció eloszlásának változása a terhelés függvényében.

A leírt jelenségek még jobban megfigyelhetők olyan próbapálcák szakításakor, amelyen a megmunkáláskor már szándékosan különböző keresztmetszetű részeket képeztünk ki. Az Y-jelű próbapálcán háromféle keresztmetszet szerepel:  $\varnothing$  10, 9,75 és 9,5 mm. Mindegyik pálcárészen 5 db 5 mm-es jeltávolságot jelöltünk meg, és ezeknek nyúlását és kontrakcióját mértük a szakítóvizsgálatról készített fényképfelvételeken. Néhány fényképet a 9. ábrán láthatunk.

Az Y pálcák szakításakor felvett szakítódiagrammot a 10. ábrán mutatom be. Érdekes megfigyelni, hogy a diagrammon három különálló folyási jelenség mutatkozik a háromféle keresztmetszetnek megfelelően.

A próbapálcák egyes szelvényeiben a kontrakció értékek változását a 11. ábrán láthatjuk. Jól megfigyelhető, hogy a kontrakció a legvékonyabb szakaszon (a—e) indul meg először, később a középső, végül pedig a legvastagabb részen.



12. ábra. Y-jelű pálcák e, i és n szelvényeire vonatkozó  $\sigma' - q$  görbék egyes pontjai.

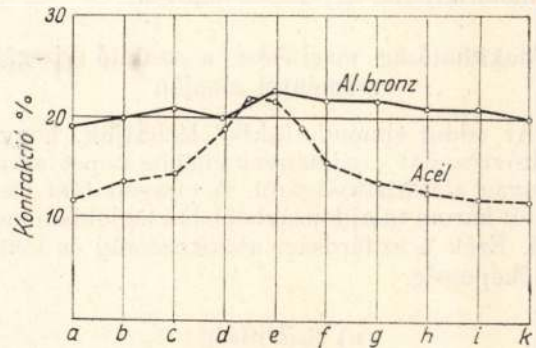
Az e, i és n jeltávra vonatkozó  $\sigma' - q$  görbék egyes pontjait a 12. ábrán tüntettem fel. Itt is ugyanazok a jelenségek figyelhetők meg, mint az X-jelű próbapálcák esetében, csupán az a különbség, hogy itt a mesterségesen előállított keresztmetszetkülönbség miatt az egyes terheléseknek megfelelő összetartozó pontok még távolabbra tolódtak el egymástól.

A szakítóvizsgálat jelenségeivel kapcsolatban még azt szeretném megvilágítani, hogy mi dönti el, hogy a szakítópálcák helyi kontrakció keletkezik-e, vagy pedig a pálcák egyenesen nyúlás után a maximális terhelésnél szakad el (mint pl. alumíniumbronz). Kísérleteink eredményei szerint ez a vizsgált fém keményedőképességétől függ.

Hasonlítsuk össze pl. az acél és alumíniumbronz próbapálcák viselkedését. A szakadási kontrakció értéke mindkét kiválasztott próbánál 21—22%, tehát alakíthatóságuk egyforma, mégis az acél pálcán helyi kontrakció mutatkozik, míg az alumíniumbronz pálcák alakváltozása közel egyenesen mondató. A szakadási kontrakció

eloszlását a pálcák hossz tengelye mentén a 13. ábrán mutatom be.

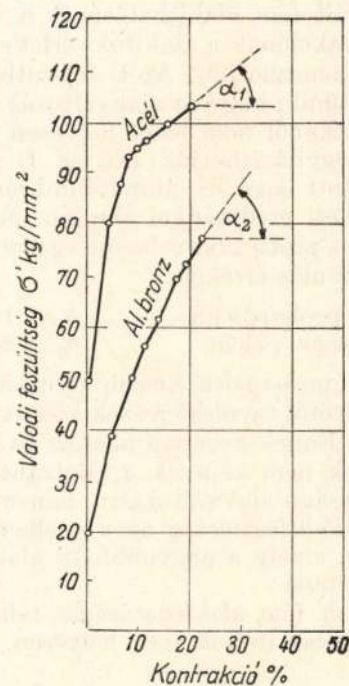
A két anyag viselkedése között mutatkozó lényeges eltérés a különböző mértékű keményedő-



13. ábra. Acél és Al-bronz pálcák kontrakciójának eloszlása a próbapálcák hossz tengelye mentén.

képességéből adódik. Vizsgáljuk meg a  $\sigma' - q$  görbékét (14. ábra). A szakadás pillanatában az iránytangensek értéke a következő:

Acélpróba .....  $\text{tg } \alpha_1 = 0,84$   
Al-bronz .....  $\text{tg } \alpha_2 = 1,38$



14. ábra. Acél és Al-bronz pálcák valódi feszültség görbéje.

Az acél diagrammjának iránytangense a maximális terhelést megelőző szakaszon erősen lecsökken. A kis  $\text{tg } \alpha$  érték következtében a gyengébb keresztmetszetben nagymértékű alakváltozás szükséges ahhoz, hogy a húzóerőnek megfelelő nagyobb valódi feszültséget elérjünk. Ezért a gyengébb szelvény alakváltozása nagyobb, míg a többi részeké elmarad, s így helyi kontrakció alakul ki.

Az alumíniumbronz  $\sigma' - q$  görbéjének iránytangense egészen a szakadásig nagy marad. A nagy keményedőképesség azt eredményezi, hogy az erősebb és gyengébb szelvények teherbírásának kü-

lönbsége már egész kismértékű alakváltozással kiegyenlítődik, így az erősebb szelvények alakváltozása alig marad el a gyengébb szelvény mögött, vagyis a pálcák kontrakciója egész a szakadásig majdnem teljesen egyenletes marad.

## II. Alakíthatóság megítélése a szakító vizsgálat eredményei alapján

Az eddig elmondottakból láthatjuk, hogy a szakítóvizsgálat eredményei világos képet adnak az anyag alakíthatóságáról. A vizsgált fém viselkedését három tulajdonságból lehet legjobban megítélni. Ezek a szilárdság, alakíthatóság és keményedőképesség.

### a) Szilárdság

A fémek viselkedése az alakításkor elsősorban a szilárdságtól, illetve keménységtől függ. Ennek mérésére a szakítószilárdság értékét legcélszerűbb felhasználni. Acéloknál a Brinell-keménység arányos a szakítószilárdsággal, így a vizsgált acél szilárdsága ennek alapján is megítélhető.

### b) Alakíthatóság

A vizsgált fém alakíthatóságát a nyúlásnak vagy a kontrakciónak a szakítókérslet során mért értékével jellemezhetjük. Az I. fejezetben elmondottakból kitűnik, hogy az alakváltozás nagyságát a nyúlás értékéből nem lehet helyesen megítélni. Könnyen megvilágíthatjuk ezt az I. fejezetben összehasonlított acél és alumíniumbronz próbapálcák kísérleti eredményei alapján. Mondottuk, hogy mindkét próba kontrakciója egyforma. Ezzel szemben a nyúlás értékei:

az acél próbapálcán.....  $\delta_5 = 16,0\%$   
az Al-bronz pálcán.....  $\delta_5 = 25,6\%$

Az acél próbapálcák kisebb nyúlási értéke a szakadás helyétől távolos részek kismértékű nyúlásából ered. Ennek azonban nem az oka, hogy azok a részek nem képesek a kontrahált részhez hasonló nagyságú alakváltozásra, hanem az, hogy bennük a valódi feszültség nem emelkedett olyan nagy értékre, amely a nagyobb fokú alakváltozást kiválthatta volna.

A vizsgált fém alakíthatóságát tehát a kontrakció értékéből ítéljük meg helyesen.

### c) Keményedőképesség

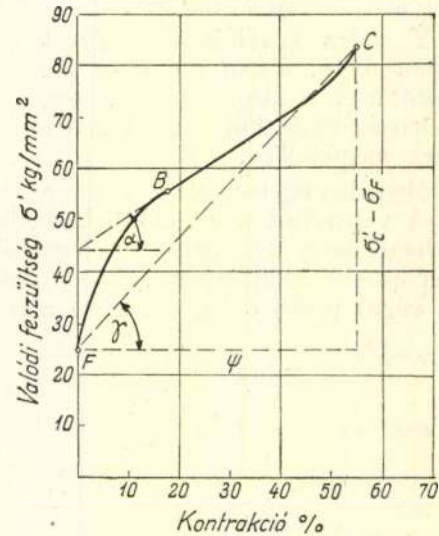
Ennek helyes megítélésére már nehezebb megfelelő mérőszámot találni.

A H. Frank [9] ajánlotta szilárdulási (keményedési) szám az alakított fém végső szilárdságának és a közepes alakítási szilárdságának a viszonya. A keményedőképesség ilyen megítélésének az a hátránya, hogy az alakváltozás mértékének a befolyása nem tűnik ki belőle.

A. Saveur és E. Burns [10] a következő eljárást ajánlja a keményedőképesség meghatározására: A vizsgálandó anyagot két Rockwell B mérést végzünk. Egyiket sima felületen, a másikat pedig egy Brinell-mérési benyomódás felekén. A két mérés

eredményének viszonya fejezi ki az anyag keményedőképességét.

F. Körber és W. Rohland, majd őket követően több más szerző [3, 4, 11—14] a  $\sigma' - q$  görbék egyenes szakaszának iránytangensét tekinti a keményedőképesség mérőszámának (15. ábra). Ennek nagy előnye, hogy a keményedésnek az alakváltozás nagyságához való viszonyát fejezi ki.



15. ábra. Keményedőképesség kifejezése  $\operatorname{tg} \alpha$  és  $\operatorname{tg} \gamma$  értékkel.

A keményedőképességnek a  $\operatorname{tg} \alpha$  értékkel való jellemzése mégis gyakorlati és elméleti szempontból is bizonyos mértékben kifogásolható.

A vizsgálat gyakorlati kivitele szempontjából hátrányt jelent, hogy a  $\sigma' - q$  görbék felvételéhez hosszadalmas kísérlet szükséges. Az iránytangensnek a közönséges szakítópróba eredményeiből való kiszámítása pedig — mint arra az I. fejezetben rámutattam — bizonytalan, illetve pontatlan eredményekhez vezethet.

Elméleti szempontból pedig azért nem egész helyes a keményedőképességnek a  $\operatorname{tg} \alpha$  értékkel való kifejezése, mert a valódi feszültség görbe iránytangense az alakítás első szakaszán állandóan változik. Az alakítás kezdetén a legnagyobb, aztán folyton csökken. Ha tehát az anyag keményedőképességét a  $\operatorname{tg} \alpha$  értékkel fejezzük ki, akkor az alakítás kezdeti szakaszán érvényes nagyobb keményedőképességet figyeimen kívül hagyjuk.

Fenti okok miatt a keményedőképesség jellemzésére a  $\operatorname{tg} \gamma = \frac{\sigma'_c - \sigma_F}{\psi}$  értéket (15. ábra),

mint átlagos keményedést javaslom. ( $\psi = 100 q$ , a kontrakciónak %-os értékkel kifejezett mérőszáma).

A  $\sigma_F = \sigma_F$  érték az anyag folyás határát, vagyis a képlekeny alakváltozás megindulásához szükséges feszültséget jelenti. A  $\sigma'_c$  érték pedig a kísérlet során a hideg alakítás hatására keletkezett maximális valódi feszültség. A  $\operatorname{tg} \gamma$  érték tehát az anyag teljes keményedését (szilárdulását) állítja arányba az alakváltozás nagyságával. Ez az érték a pillanatnyi keményedőképességek átlagát adja,

A gyakorlat szempontjából azért előnyös a  $\gamma$  érték alkalmazása, mert meghatározásához nem kell különleges kísérlet, a közönséges szakítópróba adataiból kiszámítható, csak a szakadás pillanatában ható  $P_c$  húzóerőt kell megmérni a szakító-diagrammon.

### III. Ötvözetlen acélok alakíthatóságára vonatkozó vizsgálatok

Ötvözetlen acélok alakítási viselkedése — mint az előző fejezetben rámutattam — a szakítószilárdság, kontrakció és keményedőképesség alapján ítéltethető meg. Kísérleteim célja az volt, hogy ötvözetlen acélok fenti tulajdonságainak változását vizsgáljam a karbontartalom és hőben való kezelés függvényében.

Azoknak az ötvözeteknek az alakíthatósága, amelyeknek szövete szívós és rideg fázisokból tevődik össze, elsősorban az alapanyag tulajdonságaitól függ. Ha az alapanyag rideg, akkor az ötvözet nem alakítható, ha viszont az alapanyag szívós, akkor az ötvözet általában alakítható, de az alakíthatóság mértéke az alapanyagba beágyazott rideg fázis mennyiségétől, alakjától és elhelyezkedésétől függ.

Az ötvözetlen acélok szövete egyensúlyi állapotban két fázisból: ferritből és cementitből áll. A szövet alapanyagát a lágy, jól alakítható ferrit alkotja. A beágyazott vaskarbid viszont rideg, törékeny. Ennek mennyiségétől, alakjától és eloszlásától függ az acél alakíthatósága.

Szobahőmérsékleten az alfa-vas karbonoldó képessége elhanyagolható, így gyakorlatilag az acél összes karbontartalma cementit formájában van jelen. A cementit 6,67% karbontartalmából számítva a szövetben lévő cementit mennyiségét az alábbi képlet adja:

$$\text{Cem \%} = 15 \text{ C \%}$$

ahol Cem %-a cementit mennyisége a szövetben, C %-az acél karbontartalma.

Fenti képlet szerint a szövet cementit tartalma még az eutektoidos koncentrációnál is csak 12,9%, és mégis ez a viszonylag csekély rideg fázis az acél hideg alakításakor tanúsított viselkedését jelentősen megváltoztatja. A karbontartalom és kontrakció összefüggésére vonatkozólag S. Jameson [15] közöl kísérleti adatokat.

A mennyiség mellett nem hanyagolható el a cementit kristályok alakjának hatása sem. A lemezes perlitet ferrites alapanyagba ágyazott vékony cementit lemezek alkotják. A szemcsés perlit pedig gömbalakú karbid kristályokat tartalmaz. A cementit kétféle alakja természetesen együtt is előfordulhat, és a 100% lemezestől 100% gömbös cementig sok átmeneti fokozat lehetséges. J. Billigmann [2] értékes adatokat közöl a szemcsés és lemezes cementit százalékos mennyisége és az alakíthatóság összefüggésére vonatkozólag.

A cementit lemezes vagy szemcsés alakját megfelelő hőben való kezeléssel tudjuk beállítani. Az alakíthatóság szempontjából — mint látni fogjuk — ennek éppen olyan nagy jelentősége van, mint a cementit mennyiségének.

Mint harmadik tényezőt, a cementit eloszlását említhetjük. Például egy bizonyos mennyiségű gömbalakú cementit eloszlása kétféle lehet: vagy különálló ferrites és szemcsés perlit mezők vannak az acél szövetében, vagy pedig a cementit gömböcskék az egész alapanyagban egyenletesen elszórva helyezkednek el. A cementit eloszlást szintén a hőben való kezelés módja határozza meg.

Kísérleteimben fenti három tényezőnek az alakításkor tanúsított viselkedésre gyakorolt hatását vizsgáltam. A kísérletekhez felhasznált acélok kémiai összetételét és a szövetben lévő cementit mennyiségét az 1. táblázat tünteti fel.

1. táblázat

Acél jelz.	K é m i a i ö s s z e t é t é l					Cementit mennyisége %
	C%	Mn%	Si%	P%	S%	
A	0,10	0,47	0,04	0,031	0,062	1,5
B	0,24	0,55	0,12	0,015	0,033	3,6
C	0,39	0,52	0,26	0,036	0,057	5,9
D	0,62	0,88	0,23	0,021	0,036	9,3
E	0,77	0,27	0,15	0,021	0,016	11,5
F	0,89	0,29	0,39	0,021	0,028	13,3

A kísérleti acélok az alábbi hőben való kezeléseket kapták:

- I. sorozat: kezelés nélkül,
- II. „ átkristályosító izzítás,
- III. „ szemcsés karbidosra való izzítás,
- IV. „ egyenletesen elszórt szemcsés karbidok előállítására.

A hőben való kezelésekre pontos adatait a 2. táblázat tartalmazza.

A hőben való kezelésekre hatására az egyes próbák mikroszkópi szövetképe következőképpen alakult:

A jelzés

- I. sorozat. Kissé soros elrendezésű ferrit + kevés lemezes perlit (16. ábra).
- II. sorozat. Ferrit + lemezes perlit. A sorosság kissé csökkent. A perlit mezőket terciér cementit veszi körül (17. ábra).
- III. sorozat. Ferrit + szemcsés perlit. A soros elrendeződés változatlanul megmaradt (18. ábra).
- IV. sorozat. Ferrites szövet, benne egyenletesen elszórt karbid szemcsék (19. ábra).

B jelzés

- I. sorozat. Erősen soros ferrit + lemezes perlit (20. ábra).

Acél jelzése	H ő b e n v a l ó k e z e l é s m ó d j a			
	I. sorozat	II. sorozat	III. sorozat	IV. sorozat
A	Kezelés nélkül	Izzítás 900° C 1 órán át lehűtés kemencében	Izzítás 700° C 4 órán át lehűtés kemencében	Izzítás 980° ½ órán át lehűt. lev.; edz. 950° víz; izz. 700°-on, 4 óra leh. kemencében
B	Kezelés nélkül	Izzítás 900° C 1 órán át lehűtés kemencében	Izzítás 700° C 4 órán át lehűtés kemencében	Izz. 970°-on ½ óra leh. levegőn; edz. 900° víz; izz. 700°-on 4 óra leh. kemencében
C	Kezelés nélkül	Izzítás 900° C 1 órán át lehűtés kemencében	Izzítás 700° C 4 órán át lehűtés kemencében.	Izz. 900°-on ½ óra leh. levegőn; edz. 830° víz; izz. 700°-on 4 óra leh. kemencében
D	Kezelés nélkül	Izzítás 900° C 1 órán át lehűtés kemencében	Izzítás 700° C 4 órán át lehűtés kemencében	Izz. 850°-on ½ óra leh. levegőn; edz. 800° víz. izz. 700°-on 4 óra leh. kemencében
E	Kezelés nélkül			Edz. 800° víz; izz. 700°-on 4 óra lehűtés kemencében.
F		Izz. 840°-on 2 óra leh. kemencében	Izz. 710°-on 4 óra leh. kemencében	

II. sorozat. Az I. sorozatnál durvább soros elrendeződésű ferrit + lemezes perlit (21. ábra).

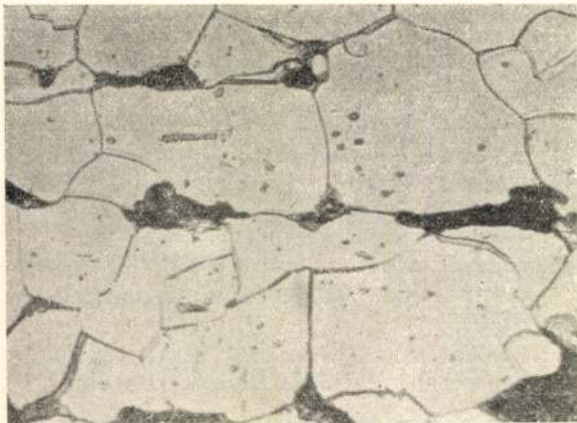
III. sorozat. Ferrit + szemcsés perlit. A perlit mezők határvonalai kissé elmosódtak, és a soros jelleg is csökkent (22. ábra).

IV. sorozat. Kissé Wiedmannstätten jellegű ferrites szövet, benne egyenletesen elszórt cementit szemcsék (23. ábra).

#### C jelzés

I. sorozat. Egyenletes eloszlású ferrit + lemezes perlit (24. ábra).

II. sorozat. Az I. sorozatnál sokkal durvább ferrit + lemezes perlit (25. ábra).



16. ábra. A. I. próba. 750-szer.

III. sorozat. Ferrit + szemcsés perlit. A ferrit és perlit mezők élesen elkülönülnek (26. ábra).

IV. sorozat. Ferrites szövet, benne egyenletesen elszórt szemcsés cementit (27. ábra).

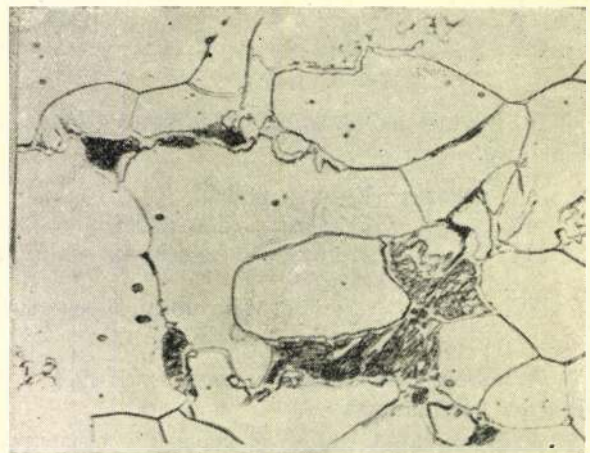
#### D jelzés

I. sorozat. Lemezes perlit + ferrit háló (28. ábra).

II. sorozat. Az I. sorozatnál valamivel durvább ferrithálós szövet (29. ábra).

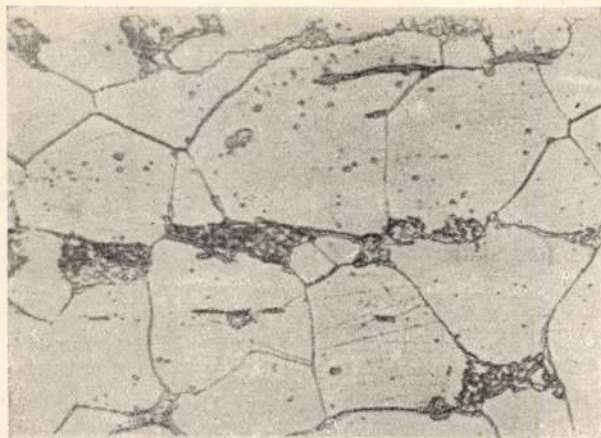
III. sorozat. Általában szemcsés perlites szövet, a ferrit hálózat helyén elmosódott ferrites mezők (30. ábra).

IV. sorozat. Finom ferrites szövet egyenletesen elszórt szemcsés cementittel (31. ábra).

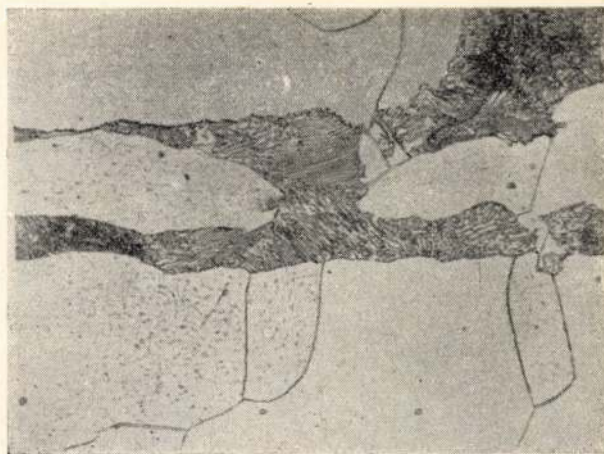


17. ábra. A. II. próba 750-szer.





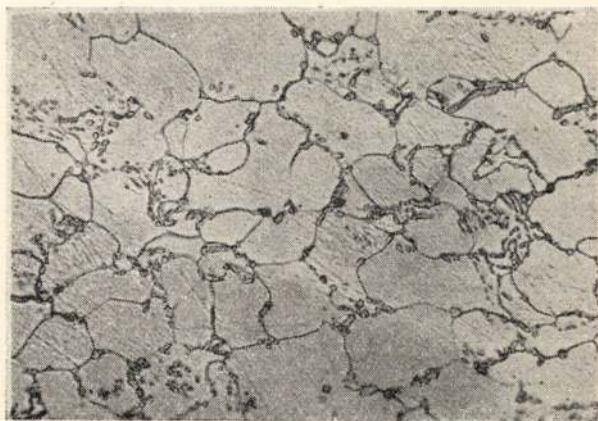
18. ábra. A. III. próba 750-szer.



21. ábra. B. II. próba. 750-szer.



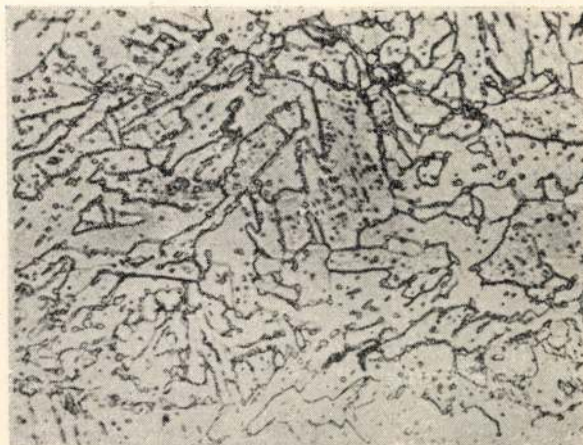
19. ábra. A. IV. próba. 750-szer.



22. ábra. B. III. próba. 750-szer.



20. ábra. B. I. próba. 750-szer.



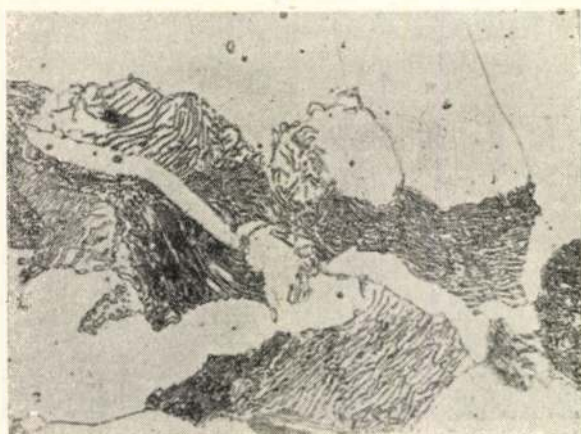
23. ábra. B. IV. próba. 750-szer.



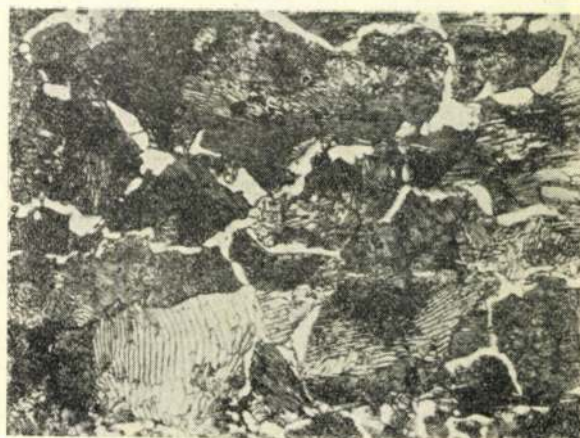
24. ábra. C. I. próba. 750-szer.



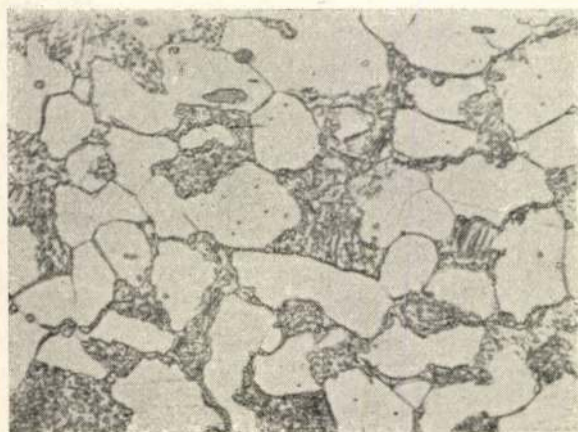
27. ábra. C. IV. próba. 750-szer.



25. ábra. C. II. próba. 750-szer.



28. ábra. D. I. próba. 750-szer.



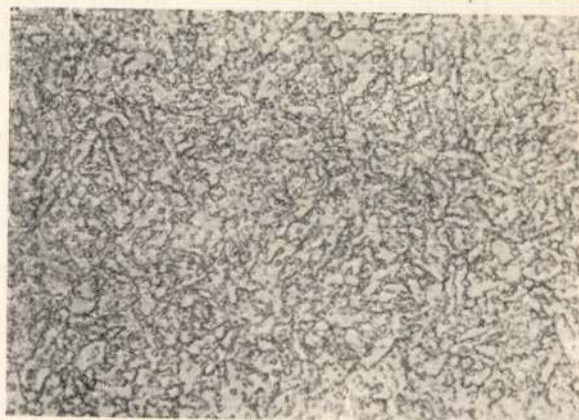
26. ábra. C. III. próba. 750-szer.



29. ábra. D. II. próba. 750-szer.



30. ábra. D. III. próba. 750-szer.



33. ábra. E. IV. próba. 750-szer.



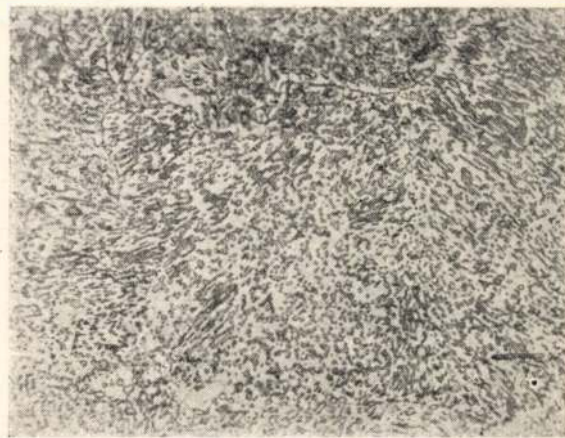
31. ábra. D. IV. próba. 750-szer.



34. ábra. F. II. próba. 750-szer.



32. ábra. E. I. próba. 750-szer.



35. ábra. F. III. próba. 750-szer.

**E jelzés**

- I. sorozat. Igen finom lemezes perlit (32. ábra).
- IV. sorozat. Finom egyenletes szemcsés perlit (33. ábra).

**F jelzés**

- II. sorozat. Durva lemezes perlit (34. ábra).
- III. sorozat. Egyenletes szemcsés perlit, helyenként némi lemezes jelleg még felismerhető (35. ábra).

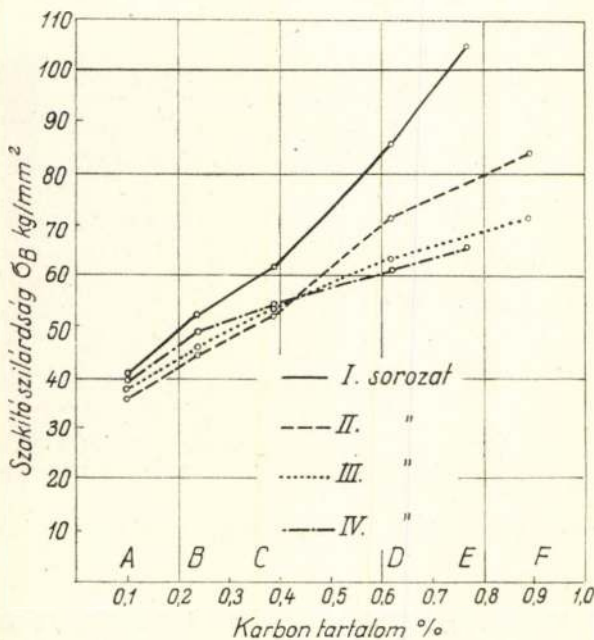
A hőben való kezelés után mindegyik sorozatból  $d = 10$  mm átmérőjű és  $L_0 = 50$  mm jeltávolságú szakítópálcákat készítettünk, és 2—2 párhuzamos próbán elvégeztük a szakítóvizsgálatot,

illetve a valódi feszültség-kontrakció görbék felvételét. A párhuzamos próbák jól összevágó eredményeket adtak. A vizsgálat eredményeinek átlagértékeit a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat

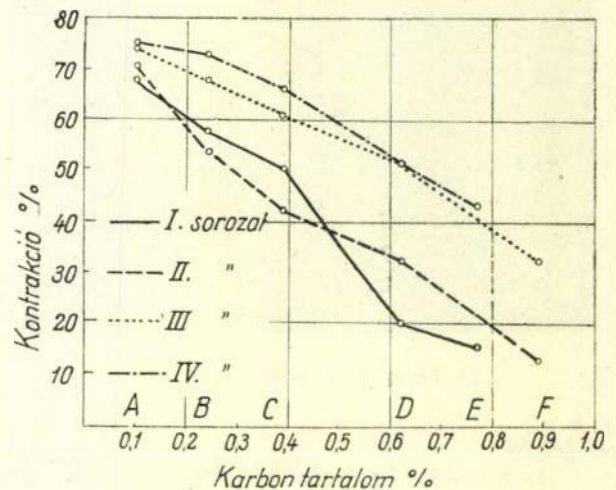
A p r ó b a j e l e	Szilárdsági értékek				Keménység	
	$\sigma_F$ kg/mm <sup>2</sup>	$\sigma_B$ kg/mm <sup>2</sup>	$\delta_5$ %	$\psi$ %	tg $\alpha$	tg $\gamma$
A. I. ....	27,8	40,8	35,2	68,2	0,63	0,81
A. II. ....	27,8	36,5	36,2	71,0	0,57	0,80
A. III. ....	28,4	38,3	39,4	74,5	0,66	0,88
A. IV. ....	27,4	39,2	38,8	75,5	0,62	0,92
B. I. ....	41,4	52,2	23,4	57,7	0,75	0,99
B. II. ....	25,1	45,0	31,1	53,7	0,63	1,03
B. III. ....	33,2	45,9	33,7	68,2	0,70	1,00
B. IV. ....	33,0	48,8	31,1	73,3	0,70	1,17
C. I. ....	38,5	61,4	25,1	50,2	0,81	1,27
C. II. ....	29,7	51,8	25,2	42,5	0,67	1,26
C. III. ....	33,9	53,1	29,8	61,5	0,79	1,11
C. IV. ....	35,6	53,5	31,3	66,5	0,70	1,12
D. I. ....	50,3	85,5	15,1	19,9	0,96	2,65
D. II. ....	35,8	71,6	23,0	32,8	0,86	1,95
D. III. ....	32,3	63,2	24,2	51,0	0,75	1,42
D. IV. ....	41,8	60,8	29,0	51,3	0,79	1,21
E. I. ....	58,6	105,0	9,0	15,3	1,25	4,16
E. II. ....	41,3	65,5	24,1	43,5	0,87	1,40
F. I. ....	41,8	83,3	8,8	12,6	1,04	1,90
F. II. ....	36,0	71,5	18,4	32,8	0,81	4,03

A mikroszkópi szövet és a szilárdsági tulajdonságok között az alábbi összefüggéseket állapíthatjuk meg:



36. ábra. Szakítószilárdság változása a C-tartalom és hőben való kezelés függvényében.

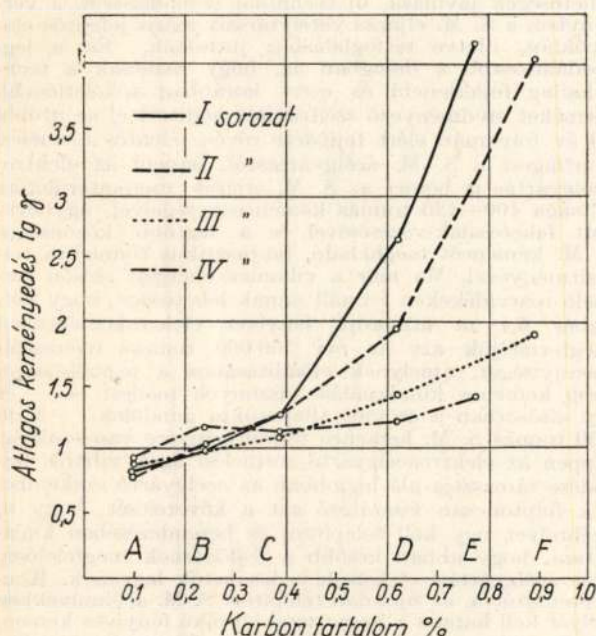
A szakítószilárdság változását a karbontartalom és kezelési mód függvényében a 36. ábra mutatja. A cementit mennyiségének és a szilárdságnak az összefüggése általában lineárisnak mondható. A szemcsés karbidos szövetnek megfelelő III. és IV. vonal emelkedése lényegesen kisebb, mint a lemezes perlitet ábrázoló I. és II. diagrammé. A lemezes perlit mennyiségének növekedése erősebben keményíti az acélt, mint a szemcsés



37. ábra. Kontrakció változása C-tartalom és hőben való kezelés függvényében.

perlit. A lemezes perlit finomságának is lényeges befolyása van. A gyors lehűlésnek megfelelő finom perlit (I.) sokkal nagyobb szilárdságot eredményez, mint a lágyítással előállított durva perlit (II.). Az ábrából az is kiolvasható, hogy alacsony széntartalmaknál a hőben való kezelés kisebb hatással van a szilárdságra, mint nagyobb karbontartalmú acéloknál, ahol több karbid van a szövetségben, tehát alakjuknak és eloszlásuknak változása jobban kihat a szilárdságra.

A kontrakció változását a 37. ábra tünteti fel. Ez a változás a szilárdsággal ellentétes értelmű. A szemcsés perlites szövetű próbák alakíthatósága lényegesen nagyobb, mint a lemezes perlites acéloké. Az alakíthatóság már kisebb (0,24–0,39%) széntartalmaknál is nagymértékben függ a cementit alakjától és eloszlásától. Érdekes jelenség, hogy a B és C jelű acéloknál átkristályosító lágyítás után kisebb alakíthatóságot kaptunk, mint hőkezeletlen állapotban. Ezt a nagy hőfokról való lassú lehűlés során létrejött durva, erősen soros szövet okozta.



38. ábra. Átlagos keményedés (tg  $\gamma$ ) változása a C-tartalom és hőben való kezelés függvényében.

A keményedőképességet az átlagos keményedés tg  $\gamma$  értékével jellemezzük. Ennek változását a 38. ábrán mutatom be. A diagrammok szerint 0,39% karbontartalomig az acélok keményedőképessége alig változik, és a karbidok alakjának, eloszlásának sincs jelentős befolyása. Nagyobb karbontartalmaknál viszont már nagy hatása van a karbideloszlásnak. Egyenletesen elszórt cementit esetén (IV.) a keményedőképesség majdnem teljesen független a karbontartalomtól, tehát mindig csak magának a ferritnek a keményedőképessége érvényesül. Az  $A_1$  átalakulási pont alatti izzítás-

sal (III.) létrehozott szemcsés perlit esetén a karbidoszemcsék gömbalakja és egyenletes eloszlása nincs mindig biztosítva, így a karbontartalom növekedése már a keményedőképességet is növeli. Nagyobb mennyiségű lemezes perlit jelenlétében (II.) és különösen finom perlit esetén (I.) a keményedőképesség ugrásszerűen emelkedik.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A dolgozat első része bebizonyítja, hogy a fémek alakítás során tanúsított viselkedésének megítélésére a valódi feszültség-kontrakció görbék a legalkalmasabbak. A kontrakció mérésére új módszert vezet be, amelynél az alakváltozás mérése fényképfelvételeken történik. Ez az eljárás lehetőséget ad a szakítóvizsgálat során lejátszódó folyamatok megmagyarázására. (Egyenletes és helyi alakváltozás elkülönülése, helyi kontrakció keletkezésének oka.)

A vizsgált fém hideg alakítási viselkedését három tényező alapján ítéltük meg; ezek: szilárdság, alakíthatóság és keményedőképesség.

Ötvöztelen acélok viselkedése a karbontartalomtól (karbidok mennyiségétől), a karbidok alakjától (lemezes vagy szemcsés) és eloszlásától (csoportos vagy egyenletesen elszórt) függ. Szemcsés cementit alig befolyásolja az acél viselkedését. A lemezes perlit mennyiségének növekedése a szilárdságot és keményedőképességet növeli, az alakíthatóságot pedig csökkenti.

Befejezésül köszönetet mondok a Magyar Vagon és Gépgyár Igazgatóságának, hogy a fent leírt kísérletek elvégzését lehetővé tette, és a szükséges kísérleti anyagot rendelkezésemre bocsátotta. Ugyancsak köszönet illeti Nagyági István, Kun István és Vintze Iván munkatársaimat, akik a kísérleti acélok hőben való kezelésénél, szilárdsági vizsgálataimál és a fényképfelvételek készítésénél segítségemre voltak.

## IRODALOM

1. F. Körber : Stahl und Eisen. 1922., 365.
2. J. Billigmann : Stahl und Eisen. 1951. 826.
3. F. Körber u. W. Rohland : Mitt. K. Wilh. Inst. 1944. 55.
4. F. Körber u. A. Krusch : Siebel; Handbuch der Werkstoffprüfung, Berlin. 1939. II—43.
5. Dr. S. Todl : Pevnot a tvarnost oceli. Praha, 1951.
6. M. E. Zubcov : A hidegsajtolás technológiája. Magyar fordítás. Budapest, 1952.
7. G. Sachs u. G. Fieck : Der Zugversuch. Leipzig, 1926. 45.
8. E. Siebel : Ber. Werkstoffaussch. VDEh. 71., 1925.
9. H. Frank : Stahl und Eisen 1942., 276.
10. A. Saveur u. E. Burns : Metals and Alloys. 1933., 6.
11. Dr. Verő J. : Metallográfia. Sopron, 1942.
12. H. Hoff u. T. Dahl : Grundlagen des Walzverfahrens. Düsseldorf. 1950., 73.
13. W. Rohland : Elastische und mechanische Eigenschaften kalt gereckter Metalle. Düsseldorf, 1924.
14. A. S. Jameson : Hot and cold heading. Metal Progress. 1940., 691.

## Az acélgyártás időszerű kérdéseiről\*

BALSAY ISTVÁN

I. rész.

Иштван Балшан :

ОБ АКТУАЛЬНЫХ ВОПРОСАХ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛИ.

Краткий обзор: общие вопросы производства стали, пути удовлетворения растущей потребности в стали. Исходные материалы, качество чугуна. Возрастающее значение чугуна при производстве стали, его современное кондиционирование. Применение продувки готовой стали кислородом. Вопросы футеровки печи. Выбор подходящего типа печи. Приготовление загрузка и переналивания железного лома. Вывод: печи большой мощности, кипуск всего металла в один ковш. Разливка через сифон и разливка сверху. Экономический вес ситков. Выбор размеров изложниц.

Nincs olyan mérőszám, amely valamely nemzet gazdasági erejét hívebben visszatükrözné, mint a gazdasága által megtermelt nyersacélmennyiségnek egy főre jutó hányada. Ha a nehézipar egy ország iparosodásának alapja, mintahogy biztosan az, akkor ennek a mérőszámának a nagysága és fejlődési iránya döntő fontosságú az ország ipari fejlődése szempontjából.

A Szovjetunióban az egy főre eső nyersacéltermelés az 1937-es 105 kg-ról 1950-ben 152 kg-ra emelkedett, azaz a fejlődés 50%-os volt. Ehhez hasonló fejlődést a világ acéltermelése nem ismer.

Amikor a világ vaskohászata az első nagyüzemi acélgyártási mód feltalálásával, a Bessemer-konvertérezéssel, kilépett addigi patriarhális és a mai fogalmak szerint kisiparinak nevezhető kereteiből, a közlekedési és szállítási eszközök a legvirharosabb fejlődés korszakát élték. Az acélananyagok nagyipari termelésének és a közlekedési eszközök elterjedésének ez a szerencsés kölcsönhatása volt kétségtelenül technikai civilizációnk alapja. A termézetes és mesterséges víziutak, valamint a vasúti hálózat szerves kiépülése révén kialakult az a mai gyakorlat, hogy sokkal gazdaságosabb az ércet szállítani a szénlelőhely közelébe, ahol, amint azt főleg a Szovjetunió keleti acélműveinek példái mutatják, gyorsan fejlődnek ki az acélgyártás centrumai. A nyersvasgyártásnál még több érc kell ugyan, mint szén, de az acélananyag továbbfeldolgozása során ez az arány megfordul. Itt válik az emberi munka és vele a lakosság sűrűsége döntő tényezővé és az ipari fejlődés legértékesebb biztosítékává.

Különösen a mesterséges úton történő víziszállítás jelentősége van erősen növekvőben, az óriási teljesítményű ekskavátoroknak a legutóbbi évtizedben bekövetkezett fejlődése folytán. Ezekben a víziutakban látom, mint kohász, nemcsak a mezőgazdasági termelékenység és elektromos áramtermelés jövőbeli fejlődésének alapjait, hanem a nagyüzemi acéltermelés további kiterjesztésének lehetőségeit is, miután az acélgyártás szélesebb értelemben vett majdnem minden nyersanyaga viszonylag olcsó, és éppen ezért a szállítási költségek tekintetében nagyon érzékeny anyag. Ez a viszonylag olcsó kiinduló anyagokkal folyó termelés végső terméke azonban a beléje fektetett emberi munka folytán olyan érték szintet érhet el a legszélső esetben, hogy az acéltermék ára az arany árának többszázszorosát teheti ki. Ilyen extrém esetben tehát a szállítási költségek, de a kiinduló nyersanyagok értéke is teljesen elveszti a jelentőségét.

Az egyes acélgyártási módok meghonosodása és kiépülése a fentiek folytán már nemcsak a szűkebb értelemben vett helyi adottságokból folyik, hanem nagyobb gazdasági területek egymáshatásából, amelyek egymástól néha több ezer kilométer távolságra vannak, mint pl. a Szovjetunió esetében, vagy országhatárok, sőt óceánok választják el őket, mint az gyakori eset a nyugati iparúzó országokban.

A világ vasérclelőhelyei általában az északi féltekére

\* Megjelent a Kohászati Tervezés 1. számában.

esnek és a nagyjelentőségű szovjet és lotharingiai előfordulást leszámítva, olyan vidékeken vannak, amelyek az éghajlati viszonyok folytán emberi tartózkodásra, vagy nagyipari tevékenységre kevésbé alkalmasak. Példaként a svédországi lappföldi, az újfundlandi, ill. labradóri és marokkói, guayanaei és braziliai ércelőfordulások érdemelnek említést.

Az egész világ nyersacél-ipara ebben a pillanatban évi kerekén 200 millió tonna nyersacél-öntecset, illetve acélöntvényt állít elő. A gyártás három fő ága a S. M. eljárás, a bázikus és savas bélésű konvertérezés és az elektroacélgyártás. Minden más acélgyártási módnak csak helyi és elenyészően csekély jelentősége van. Amikor leszögezzük azt, hogy a világtermelés 80%-át meghaladja a bázikus S. M. acélgyártás, 10%-át túl nem lépik a szélfrissítési eljárások és erősen a 10% felé tendál a különféle elektroacélgyártási módok részeseződése, akkor korántsem állíthatjuk, hogy ez a megoszlás akár csak a legközelebbi jövőben is változatlan marad. Az említett acélgyártási módok ugyanis egymással éles technikai és gazdasági versenyben állnak. A szállítási lehetőségek javulása, új technikai berendezések, a versenyben a S. M. eljárás vetélytársait máris jelentős előnyökhöz, illetve térfoglaláshoz juttatták. És a legcsodálatosabb a dologban az, hogy nemcsak a technikai fejletlenebb és ezért korábban tökéletlenebb terméket eredményező szélfrissítés hódított el az utóbbi 10 év folyamán elért fejlődése révén jelentős termelési kontingest a S. M. acélgyártástól, hanem az elektroacélgyártás is betört az S. M. eljárás munkaterületére a maga 100—120 tonnás kemenceegységeivel, úgynevezett feketesalak-vezetésével és a legtöbb közönséges S. M. kemencét meghaladó, fantasztikus tonna/óra teljesítményével. Ma már a villamos energiát olcsón termelő iparvidékeken fennáll annak lehetősége, hogy két, habár 6,1 m átmérőjű fényíves elektrokemencében megtermeljük azt az évi 300 000 tonnás nyersacélmennyiséget, amelynek előállításához a legszélsőségesebb kemence kihasználási viszonyok mellett is — és így elsősorban a szovjet állapotokra gondolok — 3 db 150 tonnás S. M. kemence teljesítményére van szükség. Éppen az elektroacélgyártó termelési ágak viharos fejlődése támasztja alá legjobban az acélgyártó szakemberek folytonosan visszatérő azt a követelését, hogy új acélművet úgy kell telepíteni és berendezésében kialakítani, hogy abban később a fejlődésnek megfelelően, más acélgyártási eljárások is kivihetők legyenek. Konkrétan szólva, az újonnan telepített S. M. acélművekben helyet kell kapnia a nagyüzemi léptékű fényíves kemencének épüget, mint a szélfrissítéses féltérkép és késztermék gyártásának és az úgynevezett salakreakciós eljárások lehetőségének is. A világ acéltermelése kerekén 50% nyersavas és 50% hulladékvasbetétből indul ki. Az acélgyártási módszerek lefolytatását mind a szélfrissítés, mind a S. M. eljárás viszonylatában a nyersanyag tulajdonságai döntően befolyásolják. Ezért kell az acélnyersvas-gyártás néhány alapvető szempontjára ehelyütt kitérni. Az acélmű számára a későbbiekben megállapítandó legmegfelelőbb összetételű nyersvas kellő mennyiségben szűk kémiai határok között ingadozó minőségben és magas hőfokon történő előállítása a kohómű legfontosabb feladata. Minél nagyobb a kohóegység, minél kevesebb számú alkatrészből áll az elegy, és minél egyenletesebb az elegyalkatrészek darabnagysága, fizikai tulajdonsága és kémiai összetétele, annál egyenletesebb kohómenet és nyersvasminőség várható. A magyar kohóművek az említett követelmények teljesítése felé vezető úton a kezdet kezdetén állanak. Minthogy pedig a diósgyőri és ózdi S. M. acélművek jelenleg nem rendelkeznek a fennálló nyersvasingadozások gazdaságos és termelékeny kiküszöbölésének eszközeivel, azért megítélésem szerint pusztán a nyersvastermelés mennyiségi kiterjesztése révén még tekintélyes fejlődés áll a magyar

nyersacélgégyártás előtt, az alábbiakban kifejtendő eljárások bevezetése esetén. Ezt a fejlődést a konjunkturális hullámzásoktól mentes szocialista iparfejlesztési politika teszi lehetővé, amely vagy, mint a Szovjetunió esetében, a világ vasérc- és szénvagyónának 30%-át megközelítő készletével rendelkezik, vagy hosszúlejáratú gazdasági szerződésekkel az említett készletek folyamatos igénybevételére támaszkodik. A világ egyetlen iparúzó állama sem rendelkezik, az Északamerikai Egyesült Államokat is beleértve, a nagyüzemi acélgégyártás következő leglényesebb kiinduló anyagainak összességével: vasérc, kokszolható szén, mangánérc, krómérc, magnezit és dolomit. Egyedül a Szovjetunió nemzetgazdasága rendelkezik a felsorolt kiinduló anyagok mindegyikével olyan mennyiségben, amely biztos alapot nyújt a sztálini öt éves tervek folyamán végrehajtandó termelési előirányzatok teljesítéséhez.

A növekvő acélszükséglet és a válságmentes termelés az alapja a szocialista acélipar zavartalan fejlődésének és termelékenységének fokozódásának. A szovjet kohóművek és acélművek ma ugyanazt a termelést félannyi munkaórával termelik, mint 30 évvel ezelőtt.

A munka termelékenységének növekedését a gépesítés és a termelési eszközök kapacitásának gyors és nagyméretű kiterjesztése tette lehetővé. Különösen szemléltető az a Szovjetunióban létesített S. M. kemencék kapacitásában bekövetkezett hatalmas arányú fejlődés. Amíg ugyanis 1930-ban a szovjet S. M. kemencék közepes fűrdőfelülete 21,5 m<sup>2</sup> volt — ez az érték Ozdon ma is 25 m<sup>2</sup> — addig 1940-ben szovjet viszonylatban 61 m<sup>2</sup>-re emelkedett. Itt a 185—200 tonnás egység minőségi acélt gyártó kemencének számít, míg hazai viszonylatban két évvel ezelőtt komolyan vitatkoztunk azon, hogy a 80 tonnás, egyébként igen korszerű, teljesen bázikus S. M. kemencében lehet-e egyáltalán, a kemence nagysága miatt, minőségi acélt termelni. A szovjet S. M. kemencék évi közepes kemencetermelésénél a második világháború előtt 56 800 tonna volt, míg ez a szám 1950-ben 76 000 tonnára emelkedett. A fejlődés tehát egy évtized alatt 35%-os volt. A fejlesztési tervek az újonnan épülő S. M. kemencék 70%-ánál 150 tonnán felüli, 16%-ánál 100—150 tonna közötti, 14%-ánál 100 tonna alatti kemencebefogadóképességet irányoznak elő.

A tökéletes gazdálkodás mellett a fellendülés és prosperitás időszakában, a szocialista nemzetgazdaságban pedig állandóan fennáll az acélgégyártás egyik főproblémája, a kellő hulladékvas hiánya. Minél erősebb volt a fejlődés tempója és minél alacsonyabb volt az egy főre eső acélfogyasztás mértéke az előző egy-két évtizedben, annál érezhetőbb a hulladékvas-hiány. A hulladékvas, amely világviszonylatban, mint említettük, a nyersacélgégyártás fémhulladékjének 50%-át teszi ki, hármaskör-forgásban van. Az egyes körfolyamatok egymástól nemcsak mennyiségben, hanem periodicitásában is erősen különböznek. Becslésem szerint, egy tisztára félterméket gyártó, de kellően differenciált ú. n. vegyes vasmű visszatérő hulladékvasa 20%, a félterméket továbbfeldolgozó művektől visszaáramló hulladékvas 6%, az országosan begyűjtött összes hulladékvas 24%, a nyersacélgégyártás összes fémhulladékjára vonatkoztatva. Igen lényeges az említett hulladékvas-körfolyamatok periodicitása is, miután saját, ú. n. belső hulladékvas naponként, a továbbfeldolgozási hulladékvas legfeljebb 6 havonként, a begyűjtött óskavas pedig átlagban 15—25 évenként reprodukálódik.

Amint említettük, a szocialista termelési viszonyok következtében bekövetkező acélttermelés-növekedés szükségszerűen állandósítja a hulladékvas-hiányt. Ezért szükséges egyrészt a nyersvastermelés fokozása, másrészt a hulladékvasbegyűjtés erőteljes fokozása mellett a mesterséges, azaz a folyékony hulladékvas előteremtésének megvalósítása. A folyékony nyersvasnak keverőben, konverterben vagy üstben történő előfrissítése az a határ-felület, ahol az acélgégyártás nyersvas és hulladékvas ellátási problémái egymással érintkeznek.

A fejlődő acélgégyártó iparok egyik legegyszerűbb problémája a fejlődés tempójával nemhogy lépést tartani nem tudó, de egyenesen visszafejlődő vasércminőségi probléma. A vasérc minőségromlása világjelenség. Az eddig ismert és nagyüzemi művelés alatt álló vala-

mennyi vasércelőfordulás igen erős fémtartalom-csökkenést mutat. Ez a körülmény nemcsak az ércék kohósításánál jelent többletköltséget és a termelési körutak megnövekedését, de végzetes kihatással van a frissítő ércék tekintetében a sokkal igényesebb acélgégyártásra is. A fémtartalomban szegényedő, káros meddőben szaporodó, poros ércék egyre nagyobb tömegeit kell dúsítással és tömörítéssel a kohósításra alkalmasabbá tenni és ugyanez áll a sokkal igényesebb felhasználási célt jelentő acélművi frissítő ércere is.

Ez a körülmény a magyarázata annak, hogy az acélgégyártók figyelmébe az acélgégyártás folyamán a nyersvas kísérő elemeinek oxidációjára, frissítésére szolgáló és a vasércben kémiaiilag kötött oxigénről egyre inkább az atmoszferikus levegőből kinyert, kémiaiilag kötetlen oxigén felhasználása felé fordul. Ezt az irányzatot a legnagyobb mértékben támogatja az a körülmény, hogy ma már ismertek és nagyüzemi használatban vannak olyan eljárások, amelyek révén az atmoszferikus levegőből naponta többszáz, sőt több ezer tonna 75—98%-os oxigén nyerhető gazdaságosan.

A levegőből kivont oxigénnek a nyersvasgégyártásnál és az acélgégyártásnál biztosan várható előnyei magyar viszonylatban már csak azért is figyelmet érdemelnek, mert Magyarország sem említésre méltó kohászható szénvagyónnal, sem a Martin-acélgégyártás céljaira szolgáló frissítő érccel nem rendelkezik, de a vegyes kohóművek kohógázenergiájában és a magyar föld gazdag barnaszénvagyónában az atmoszferikus levegő oxigénjének leválasztásához szükséges energiaforrásokkal bőségesen el van látva. A fent elmondottakból következik, hogy az acélgégyártás főbb módszerei a kivitelezés eszközei tekintetében a jövőben tovább fognak differenciálódni.

Az acélgégyártás a maga teljességében sokkal kevésbé lesz a jövőben uniformizálható, mint volt napjainkig. A leguniverzálisabb acélgégyártó berendezésnek, ismereteink mai állása szerint, mégis csak a Martin-eljárás és ezen belül a buktatható S. M. kemence tekinthető.

Minél primitívebbek a nagyolvasztóművek betét- és üzemi viszonyai, annál kiáltóbbak az ellentétek az S. M. művek kívánságai és a kohóművek tényleges teljesítése között. A Martin-műnek elvben olyan kiinduló folyékony acélnyersvasra van szüksége, amely összetételében és hőfokában minél közelebb álljon a gyártandó készacél összetételéhez és hőfokához.

A kohómű üzemenete viszont annál biztonságosabb, minél magasabban jár a nyersvas C, Mn és Si tartalma tekintetében az acélművi optimum felett. Az érdekellentétek kiegyenlítésének két járható útja van. Az egyik a kohó részéről a betét és üzemi viszonyok olyan mértékű állandósítása, amely a gyártott nyersvasat az acélművi követelmények közelébe hozza, a másik az acélmű önségélye, amellyel a kohónyersvas minőségi ingadozásait uniformizálni, kondicionálni igyekeznek.

Annélkül, hogy a nyersvasgégyártás rejtelmeit le bocsátkoznék, megállapíthatom, hogy a kohó betétviszonyai és üzemi körülményei ingadozásának egyik legkellemetlenebb velejárója és okozója a kohó áthaladási idő nagysága. Bár ez az idő a fejlődés során 8—10 órára rövidült, még mindig túlságosan hosszú ahhoz, hogy adott esetben súlyos menetbeli ingadozásoktól megkímélhesse a nagyolvasztót. A nyugodt betét- és üzemi viszonyokkal rendelkező nagyolvasztóknak járatos fenntartására nagy hőtartalomra nincs szükségük. Ezzel szemben a jelenlegi magyar nagyolvasztóknak annál inkább. Csodálatos, hogy nemcsak megvalósításra nem került, de még komoly javaslat formájában sem merült fel annak gondolata, hogy a kohójárat egyenletességét ne az áthaladási idő elteltével végrehajtott betétváltóztatási rendszabállyal, hanem a kohó fűvószelének oxigénnel dúsításával, tehát pillanatok alatt ható eszközökkel lehessen befolyásolni. Nálunk a kohók fűvószelének oxigéndúsítását kizárólag külföldi szemszögből szemlélik, azaz érdemesnek csak a ferromangángégyártásnál találják a bevezetést, holott a külföldi gyakorlatban elő sem fordul, de el sem képzelhető járati ingadozások megelőzésénél alkalmazása bőségesen kifizetődő volna. Acélművi szempontból a mult egyik legterhesebb örökségének tekintem azt a helytelen szemléletet, amely a nagyolvasztó munkáját a maga elhatárolt parciális részletében tekinti, nem pedig

a gyártott kész acél mennyiségi és minőségi viszonylatában. A nyersvasat gyártó kohások „utánam az özönvíz” felfogását sürögés és gyökerestől fel kell számolni. A megvalósítandó rendszabályok pénzben és időben egymástól erősen eltérnek. De megállapítható, hogy a fűvószerű oxigéndúsítása sem a legnehezebb, sem a legköltségesebben megvalósítható rendszabály. Röviden összefoglalva, az oxigénnel dúsított kohó fűvólevető előnyeit abban látom, hogy a medencének magasabb lesz a hőmérséklete, a bázikusabb salaknak megjavul a kénfelvevő képessége, a nagyobb salakhőmérséklet alatt a lecsapolt nyersvas hőmérséklete is emelkedik, sőt a nyugvó sima működése is biztosítva van. Persze, elképzelhető olyan kohóművek, ahol a fűvólevető oxigéndúsításának műfogása nélkül is egészen konszolidáltak a termelési viszonyok a betét és a szorosan ellenőrzött üzemvezetés jóvoltából. Ez az esete például a magnitogorszki vasműnek, ahol az egyfajta ércfelhasználás mellett óriási arányú ércgyengítés is valósult meg, amely a kohóelegy ferrumtartalmának  $\pm 0,5\%$  határok közötti ingadozását engedi csak. Az ilyen mértékű ércgyengítés következménye az lett, hogy a kohó teljesítménye 4—5%-kal emelkedett, kokszfogyasztása 2—3%-kal, ércfogyasztása 1,0—1,5%-kal, salakképző hozaganyagai pedig 6—8%-kal csökkentek. A S. M. acélgártás céljaira szolgáló magnitogorszki acélnyersvas összetétele ezek folytán egyike a S. M. acélgártás számára legideálisabbaknak, C 4,0—4,3%; Si 0,6—0,7%; Mn 1,2—1,5%; P 0,12—0,13%; S 0,05—0,06%. A mi kohászaink az acélnyersvas Mn és S tartalmának egymással szoros kapcsolatba hozása során hangoztatják, hogy a max. 0,1%-os S tartalom biztosításához legalább 2%-os Mn tartalomra van szükségük, míg a szovjet nagyipar lényegesen szigorúbb S-előírást biztosít, kisebb Mn-tartalom mellett, azaz, közelebb hozza folyékony nyersvasát a kész acél összetételéhez. Ez pedig, mint a fentiekben említettem, a minőség és termelékenység döntő tényezője az acélműben.

Az S. M. acélművi betét nyersvas összetételére lényeges befolyással van természetesen a betét százalék alakulása is. Mennél magasabb az S. M. kemence nyersbetétszázaléka, annál alacsonyabbak természetesen a nyersvas kísérőelemeinek tolerált értékei is és annál nehezebb a kohómű számára az előírt határokat betartása. A megkívánt nyersvas összetételét befolyásoló döntő szempont a Martin-mű szempontja. Eszerint a S. M. kemencében lebonyolítandó acélgártási, lényegükben oxidációs ú. n. frissítő folyamatok az öszkemence fémbetétre vonatkoztatva 1,0—1,4%-os Mn-tartalmat, max. 0,15% Si-t és annyi C-t kívánnak meg, amennyi az előírt acélminőség legyártásánál az adag biztonságos gáz-talanításához, dezoxidálásához és leöntéséhez szükséges. Mindez a többlet, amely a kísérőelemekből a megjelölt cél eléréséhez szükséges mértékben felül van, kiküszöbölendő a nyersvasból, mielőtt az a Martin-kemencébe kerül. Ezt követeli meg az előadottakon kívül a főlös mennyiségben lévő elemek oxidációs termékének vagy mondatjuk, salakjának az acélgártás rendszeréből való mielőbbi kiküszöbölésének szükségessége is. Döntően fontos az S. M. acélgártás minőségére és termelékenységére az, hogy felesleges elem a rendszerben ne legyen és az eltávolításával járó salakképződést haladéktalanul kövesse a salaknak minél tökéletesebb eltávolítása. A kohónyersvas tehát salakmentesen kerüljön az acélműbe. A keverőben, konverterben vagy üstben előkészített nyersvas ugyancsak salakmentesen kerüljön a kész acélgártó kemencébe. Az erre a célra fordítandó anyagi áldozatok és fáradozások soha nem lehetnek elég magasak. Saját tapasztalatomból ismerem a kohósalak és keverősalak eltávolításának a termelés minőségi és mennyiségi alakulására gyakorolt kedvező hatását, de ismerem azokat az egyszerű, mondhatnám primitív eszközöket is, amelyeknek alkalmazása tulajdonképpen költség nem is jelent, csak némi gondoskodást. A S. M. készacélgártás rendszerébe jutó kohósalak az acélgártási fogalmak

szerinti alacsony bázicitása folytán a bázikus béléstűzálló falazatra erősen korrodáló hatású és a Martin-kemencében végrehajtandó kéntelenítő művelet céljaira nagymennyiségű égetett mészsel egészítendő ki, úgy, hogy erősen növeli a salak mennyiségét. Más a helyzet az ú. n. aktív, vagyis lapos keverőből kicsapolt nyersvasal együttjáró salak esetében. Itt a keverő megfelelő hőmérsékleten történő üzemeltetése és kellő mennyiségű, 5—7% mészke adagolása esetén komoly kéntelenítő hatással és a salakban számottevő kén tartalommal kell számolnunk. Számításunk szerint ez az S-tartalom pl. őrzi viszonylatban tonnánként kb. 20 kg-rarug. A keverősalak távoltartása, ha lehet, még fontosabb követelmény, mint a kohósalaké. A most elmondottak korántsem jelentik azt, hogy a nyersvas kén tartalmának csökkentése kizárólag, vagy akárcsak elsősorban is, az acélmű feladata volna. Történjék a nyersvas kén tartalmának csökkentése akár a nagyolvasztóban, akár a nagyolvasztón kívül, ez a művelet a kohómű elsősorú feladatai közé számít. A kohó belsejében a már említett fűvószerű-oxigéndúsítás biztosítja a kéntelenítés hatályosságát, míg a kohón kívül a szódás, ill. mészporos kéntelenítés lehetőségei adódnak. Mindkét utóbbi eljárásnál elkerülhetetlen a nyersvas lehűlése.

A szódás kéntelenítés lebonyolítása különleges berendezést nem kíván ugyan, de drága import anyaggal dolgozik és kéntelenítő hatása legjobb esetben is csak 50% körüli. A mészporos kéntelenítés ezzel szemben igen olcsó üzemanyagú: a kezelendő nyersvas 2 súlyszázalékát kitevő mészpor és 0,5 súlyszázaléknyi kokszipor keverékét igényli és csak az igen finom szemmagyságra kell különös gondot fordítani, amennyiben a porkeverék 30%-ának 0,1 mm-es szemmagyság alatt kell lennie és a legdurvább frakció sem haladhatja meg az 1,5 mm-es szemmagyságot. A kéntelenítés olyan samott-téglával bélelt forgó dobkemencében történik, amelyet a kéntelenítési periódusokon kívül időszakokban elektromos ivfénnyel, vagy olajégs tüzeléssel melegítünk. A dobót a kéntelenítés 20—30 perces időtartama alatt percenként 34 fordulattal forgatjuk. Benne tekintet nélkül a kéntelenítendő nyersvas Mn és Si tartalmára, átlagban 90%-ot is meghaladó kéntelenítő hatás érhető el. 90%-os kéntelenítés már 20 perces kezelés után biztosra vehető. Példaképpen említem egy öntödei célokat szolgáló nyersvas összetételi adatait a kéntelenítés előtt és után:

## Nyersvasösszetétel

	Kéntelenítés előtt	Kéntelenítés után
C .....	3,70 —4,10	3,60 —4,00
Si .....	0,80 —1,80	0,70 —1,70
Mn .....	0,40 —0,80	0,40 —0,80
P .....	0,025—0,030	0,025—0,030
S .....	0,06 —0,2	0,002—0,02

A kb. 70 fokos hőmérsékletvesztéssel járó kéntelenítő reakció ezek szerint kizárólag a S-tartalom csökkentésére szorítkozik és minthogy a többi elem változatlanul marad, azért az eljárás mindenféle nyersvas kéntelenítésére alkalmas. A kohó csapolónyílásától a kéntelenítő dobba való kifolyásig az elszorított összes hőmérsékletvesztés már 150 fokos. Ezt az értéket 80—100 fokosra lehet mérsékelni, ha a nyersvascsapolást a nyersvas üst közbeiktatása nélkül közvetlenül a kéntelenítő dobba tudjuk terelni. Sajátságos, de tény az, hogy a mészporos kéntelenítés hatályossága a nyersvas hőmérsékletének csökkentésével nő. Az eljárásnak magyar viszonylatban igen nagy a jelentősége és kívánatosnak látszik a mészporos kéntelenítő dobkemencének a lecsapolt nyersvas útjába történő olyan szerves beépítése, hogy a kohóból kicsapolt nyersvasnak minden esetben először a dobkemencébe kell összegyűlnie és csak az ott lebonyolított 20—30 perces kéntelenítő folyamat lezajlása után folytathatja útját a nyersvasüstbe és onnan a Martin-acélműbe.

(Folytatjuk.)

## V A S K O H Á S Z A T

Felelős szerkesztő: Vajk Péter. — Felelős kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat vezérigazgatója  
Megjelenik: 1480 példában. — Szerkesztőség: VI, Rudas László-u. 43. — Telefon: 129-699.



# KOHÁSZATI

*lapok*

ALAPÍTOTTA PÉCH ANTAL 1868-BAN



**4.** SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 8. (86.) ÉVFOLYAM 4. SZÁM 73—96 OLDAL

BUDAPEST, 1953. ÁPRILIS

# KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület,  
A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége  
TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest VI. Rudas László-u. 45 • Telefon: 129-696, 127-084

Венгерский Журнал Metallургии

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

Főszerkesztő: Komjáthy László • Felelős szerkesztő: Vajk Péter

Szerkesztőbizottság: Árkos Frigyes, Deniflée Sándor, dr. Dobos György,

Felföldi Zoltán, dr. Gillemot László, Jakóby László, Kálmán Lajos, Varga Ferenc

Felelős kiadó: Solt Sándor

## Vaskohászat

Mit kapott Bardin akadémikustól a magyar kohászat	73
A SzKP XIX. kongresszusának irányelveivel kapcsolatos kohászati problémák (Bardin akadémikus előadása)	74
Visnyovszky László: A nyersvasgyártás koksztartásának csökkentése (I. rész)	78
Szovjet gyorsolvasztási tapasztalatok	81
Hozzászólások Szücs Endre „Ötvöztét acélgyártásunk időszerű gyakorlati kérdései” című előadásához	85
Egyesületi hírek	96

## Öntöde:

Körös Béla: Gömbgrafitos kéreghengerek gyártásának 1952. évi hazai kísérletei	73
Rakovszky Gábor: Szabatos anyagnormák a vasöntődékben	82
Pintér András: Szürkeöntvényjavításunk időszerű kérdései	86
Vékony Sándor: Tiszta vasöntvények előállítása centrifugális beömlő alkalmazásával	91
Könyvismertetés	94
Üdvözljük 1953. évi Kossuth-díjasainkat	96

## Alumínium:

Halmos György: Nagyobb vastartalmú, mangánnal ötvözött alumíniumlemezek mélyhúzósságának vizsgálata	73
Horváth Zoltán: A kéneskörre vonatkozó legújabb ismeretek	78
Jakóby László: A csurgatási maradékötvetek feldolgozása	84
Domony András: Néhány új szempont könnyűfémek alkalmazására vegyipari berendezések építésénél	88
Balogh Artúr: A nomográfia új módszerének alkalmazása a metallurgiában	91
Jakóby László: „Jó szerencsét” köszönésünk története	94
Levelsláda	95

KIADJA A NEHÉZIPARI KÖNYV- ÉS FOLYÓIRATKIADÓ VÁLLALAT

Kiadóhivatal: Budapest V, Nagy Sándor-utca 6 • Telefon: 111-091  
Megjelenik havonta • Egyévi előfizetés: 36.— Ft. Egyes példányok ára: 4.— Ft

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Nemzeti Bank 61.770

# VASKOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET  
VASKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLYA FOLYÓIRATA

## Mit kapott Bardin akadémikustól a magyar kohászat?

A Magyar-Szovjet Barátság Hónapja alkalmából másodszor látogatott el hozzánk *Ivan Pavlovics Bardin* elvtárs kétszeres Sztálin-díjas akadémikus, a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának alelnöke, a Szocialista Munka Hőse, a Legfelsőbb Tanács tagja. A sztálini öt éves tervek e kiváló harcását négyszer tüntették ki Lenin-renddel. Nevéhez fűződik az egyik zseniális sztálini-terv megvalósítása: Nyugat-Szibéria hatalmas kohászati központjának, a kuznyecki kombinátnak felépítése az első öt éves terv idején.

*Bardin* elvtárs első ízben 1950-ben, öt éves tervünk megindulásakor járt hazánkban. Végigjárta üzeminket, száz meg száz kérdésre válaszolt, részletes tanácsokat, útmutatást adott. Útmutatása felmérhetetlen értékű volt kohászaink fejlődése, öt éves tervünk első éveit teljesítése szempontjából.

Idei látogatása talán még nagyobb jelentőségű. Amit első látogatásakor még csak megálmodtunk, ma már a megvalósítás útján van. Olyan üzemeket, berendezéseket építünk, amilyeneket hazánkban még sohasem láttunk. A Sztálini Vasmű, Diósgyőr újjáalakítása gigantikus feladat, melynek számtalan részletkérdésében könnyen eltévedhetünk, hibákat követhetünk el.

*Bardin* elvtárs ittlétekor nagyon behatóan, lelkesen, barátilag foglalkozott e kérdésekkel, találó megjegyzései, a szovjet tapasztalatokkal való összehasonlítás nagyszerű példái tucatjával döntöttek el olyan problémákat, amelyeken hazai szakembereink hónapokig vitatkoztak és megoldásuk bizonytalan volt.

*Bardin* elvtárs idén is végiglátogatta üzeminket. Tanácsos adott a diósgyőri belső szállítás megjavítására, a nagyolvasztók termelésének fokozására, az ózdi martinmű munkája minőségének megjavítására, az öntött acéltárgyak hőkezelésére, csőgyártásunk korszerűsítésére, foglalkozott hideghengerlési és vasötvözetgyártási problémáinkkal.

Nem állt meg termelő üzemeknél. Meglátogatta Miskolcon a Rákosi Mátyás Nehézipari Műszaki Egyetem kohómérnöki tagozatát, értékes és feledhetetlen tanácsokkal látva el a jövő szakembereit. A Kohóipari Tervező Irodában a távlati tervekhez adott döntő fontosságú útmutatásokat, a Vasipari Kutató Intézetben

megvilágította azokat a lehetőségeket, amelyek acélgyártásunk, öntödeink, ritka ötvözetgyártásunk fejlődését segítik elő. Bámulatos széles a tudása. Egyformán otthonos a vaskohászat, fémkohászat, megmunkálás, metallográfia minden ágában. Élő példája annak, mire képes a sokoldalú képzettségű szakember és mennyire káros az a kapitalista gyakorlat, amely elskatulyázta az embereket, bezárta szűk szakmai látóköri falai közé. Két nagygyűlésen vett részt *Bardin* elvtárs. A Magyar Tudományos Akadémián a SZKP XIX. Kongresszusának irányelveivel kapcsolatos alapvető kohászati problémákról beszélt. A termet zsúfolásig töltötte meg a legjobb műszaki dolgozókból álló hallgatóság, akik lélegzet-visszafojtva hallgatták azokat a csodálatos távlatokat, amerre a műszaki tudományokat a szovjet ember tudása, lelkesedése a kommunizmus nagy építkezései útján viszi. A Sportcsarnokban a Magyar-Szovjet Társaság és az Országos Békétanács ünnepi nagygyűlésén többek között a következőket mondta:

— A szovjet tudósok célja, hogy barátságot tartsanak fenn minden ország becsületes tudósaival, kicseréljék egymással tudományos tapasztalataikat, együtt dolgozzanak a békéért és a népek virágzásáért. A szovjet tudósok arra törekcsenek, hogy kiszélesítsék a nemzetközi kulturális együttműködést és ezért tevékenyen résztvesznek különböző tudományos nemzetközi kongresszusokon és konferenciákon, külföldi tudósokat hívnak meg a Szovjetunióba. Csupán 1951—1952-ben 20 ország tudósai látogatták meg a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának és a szövetséges köztársaságok tudományos akadémiáinak intézeteit, tudományos intézményeit — és ismerkedtek meg azok munkájával. A szovjet tudósok résztvettek a bécsi békekongresszuson, amely felhívta a világ népeit, hogy közösen harcoljanak a háború ellen, a békéért.

— Ugyanakkor, amikor a szovjet tudósok kiszélesítik a tudományos együttműködést az igazi tudomány területén — folytatta — kötelességüknek tartják leleplezni az imperializmus embergyűlölő áltudományát, síkraszállni az ellen, hogy az imperialisták a fizika, a kémia és a bakterológia nagy vívmányait az embermilliók, nemzetek és népek tömeges kiirtására használják fel.

— Elvtársak! A kommunizmus építésének a Szovjetunióban elért sikerei örömmel töltik el a világ dolgozóinak szívét. Azok a népek, amelyeket a Szovjetunió a fasiszta rabságból felszabadított, eredményesen építik demokratikus alapon állami életüket és a szovjet nép testvéri segítségére támaszkodva, szilárdan haladnak előre a szocializmus útján.

— A szovjet nép gazdasági és kulturális eredményei, a demokrácia és a szocializmus táborának további tömörülése és megerősödése ádáz gyűlöletet vált ki az ellenségből. Az amerikai-angol imperialisták lázasan készülnek egy új világháború kirobbantására, igyekeznek országunkba

— és a népi demokráciákba is — minél több kémet és diverzánst küldeni, akiket az egész világon a társadalom söpredékéből toboroznak. Ezért a Kommunista Párt arra tanítja a szovjet embereket, hogy legyenek mindig éberek, erősítsék a szovjet államot, országunk honvédelmét. A Párt arra tanítja a szovjet embereket, hogy ne elégedjenek meg az elért eredményekkel, ne tőrjék soraikban az egykedvűséget és szájtátiságot hanem egyre fokozzák a forradalmi éberséget ellenségeink cselszövéseivel szemben.

Bardin elvtárs szavai és tettei, a Szovjetunió önzetlen támogatása még több lelkesedéssel tölti el a magyar békeharcosokat is.

## Az SZKP XIX. kongresszusának irányelveivel kapcsolatos alapvető kohászati problémák

J. P. Bardin akadémikusnak a Magyar Tudományos Akadémián tartott előadásából

Az SZKP XIX. kongresszusa új, nagyszerű programot tűzött ki az ötödik ötéves terv folyamán, a negyedik ötéves tervhez viszonyítva nagyobb mértékben kell növelni a termelési kapacitást új termelőegységek üzembehelyezése útján, mégpedig a nyersvastermelést körülbelül 32 százalékkal, az acéltermelést körülbelül 42 százalékkal, a hengerelt áruk termelését pedig legalább kétszeresével emelik.

A termelés fejlődésének ez a rövid áttekintése mutatja, milyen hatalmas sikereket ért el a szovjethatalom ideje alatt a Szovjetunió kohászata. *Kohóipari dolgozóink jól tudják, hogy a kohászati ipar fejlődésének alapvető kérdései nagy vezérünk és tanítónk, Sztálin elvtárs személyes részvételével oldódtak meg.*

A szovjet kohászat gyors fejlődésének igen fontos tényezője az ipar és a tudomány szoros kapcsolata. A műszaki tudományos kutatások széleskörű és mélyreható fejlődése nélkül nem volna lehetséges a kohászatban az új technika elsajátítása. Mint Sztálin elvtárs rámutatott, az élenjáró szovjet tudomány „nem keríti el magát a néptől, nem tartja magát távol a néptől, hanem kész szolgálni a népet, kész a népnek a tudomány összes vívmányait átadni, a népet nem kényszerből, hanem önkéntesen, szívesen szolgálja.”

A tudomány és a termelés dolgozóinak szoros kapcsolata a Nagy Honvédő Háború idején tovább fejlődött és rendkívül megszilárdult. A tudomány művelői a mérnökökkel és a kiváló sztahanovistákkal, munkásokkal karöltve oldják meg elsősorban a gyorsított kohászati eljárások kialakítását és a termelésbe való bevezetését. Ide tartozik például a nagyolvasztóüzemek, martin- és bessemer-acélművek munkaintenzitásának fokozása az oxigén alkalmazása révén. Jelentős méretű és jó eredménnyel járó munkát végeztek e téren. A tudomány emberei segítséget nyújtanak a sztahanovistáknak, akik az új technológiai

eljárások bevezetésekor gyakran nem tudják az általunk feltárt új tényekből az összes következtetéseket levonni és szükségük van e tények tudományos elemzésére. A tudomány segítségére gyakran szükség van a sztahanovista technológia elterjesztése céljából is, mert az megkívánja az új termelési módszerek megfelelő, teljes magyarázatát és műszaki tudományos megalapozását.

Ha tekintetet vetünk a tudomány állására a kohászat területén, úgy jelentős eredményeket állapítunk meg. Ime néhány példa:

A kohászati folyamatok intenzitásának növelésénél nagy jelentősége van az oxigén alkalmazásának. A negyedik ötéves tervről szóló törvény a következő irányelvet tartalmazta: „A nagyolvasztóknál és az acélgyártásnál ipari méretekben alkalmazandó az oxigénnel dúsított levegő.” Az SZKP-nek az ötödik ötéves tervről szóló irányelveiben a következők állanak: „Széles körben használjanak oxigént a különféle iparágak gyártási folyamataiban — elsősorban a vas- és jémkohászatban, a szénből nyert gáz gyártásában, a cellulóze- és cementiparban.”

Ezeknek az irányelveknek megfelelően a szovjet kohászati tudomány e téren nagy munkát fejtett ki és jelentősen túlszárnyalta a külföldön az egész világon elért eredményeket. Hogy e területen a legutóbbi időig is milyen kevés történt, még az Amerikai Egyesült Államokban is, arról képet alkothatunk magunknak a Frine társaság alelnökének, O. P. Ricenek a Blast Furnace and Steel Plant c. folyóiratban megjelent kijelentése alapján, aki a következőket írja a kohászat jelenlegi helyzetéről Amerikában: „Csak merész kohász szakember kockáztatja meg azt az állítást, hogy az oxigénnel dúsított levegő alkalmazása esetleg jobb eredménnyel jár, mint más eljárások. A teoretikusok éveken át készítették hipotéziseket az oxigénnel dúsított levegő alkalmazásának hatásosságáról és hol itt, hol ott

villantak fel kísérletek e javaslat megvalósítására, de csak néhány palack oxigén felhasználásával, amelyet egy-két fúvókába adagoltak.

Szigorúan tudományos alapon tökéletesítették nálunk a nyersanyagok előkészítését az olvasztáshoz. Jelentős kutatásokat végzett a tudomány a nagy kohászati gépegységekben végbemenő fizikai és kémiai folyamatok megismerésére, és a kohászati folyamatok elméletében elért eredmények alapján kidolgozták, hogy lehet a laboratóriumokban és a termelés során tudatosan irányítani ezeket a folyamatokat. A technológiának tudományos alapon való, mindenre kiterjedő tökéletesítése lehetővé tette, hogy lényegesen növeljük a kohászati gépegységek, különösen a nagyolvasztók, martinkemencék, valamint a hengerosorok kapacitását és jelentősen túlszárnyaljuk a külföldön elért legmagasabb eredményeket. Az összes termelési folyamat gépesítése és az utóbbi évek során kialakult széleskörű automatizálás a kohóiparban is általános jellegű.

A fémkohászat területén a szovjet tudomány nagy segítséget nyújtott az összes színes- és ritkafémek, alumínium, magnézium, réz, nikkel és sok más fém termelési kérdéseinek megoldásában. A többféle fémet tartalmazó, réz-nikkel tartalmú és más összetett ércek bonyolultsága és sokrétűsége azt kívánta meg a szovjet kohászoktól, hogy dolgozzák ki az ilyen ércek komplex feldolgozásának technológiai eljárásait, és pedig olyképpen hogy az értékes komponenseket minél nagyobb mértékben vonják ki az éreből.

A szovjet tudósok által kidolgozott elektromos termikus módszerek igen fontos termelési láncszemei a fémkohászatnak: segítségükkel rendkívül tiszta, 99,999 százalékos finomságú fémeket nyerünk.

A mi országunkban kutatták ki és írták le először teljes részletességgel a folyékony acél tulajdonságait, felületi feszültségének kutatása alapján. Az elméleti és gyakorlati metallográfia nagy fejlődése lehetővé tette sok új acélösszetétel és speciális ötvözet, valamint azok megmunkálási módszereinek kidolgozását. Igen jelentős munkát fejtettek ki a szovjet tudósok a nagyszilárdságú és kopásálló acélok és ötvözetek előállításának területén.

Az új technológia területén a szovjet kohászat sok olyan feladatot oldott meg, amelyek az acélöntecs szerkezetének megjavításával, a hengerlés, a sajtolás, a kovácsolás folyamatainak tökéletesítésével voltak kapcsolatban, hőkezelés útján megjavították az acél- és az öntvények tulajdonságait.

A szovjet metallográfia vezető helyet foglal el különböző területeken: idetartozik az ötvözetek állapotábráinak tanulmányozása, a fizikai és kémiai analízis, az ötvözetekben bekövetkező átalakulások mechanizmusának természete, az ötvözetek általános elméletének kidolgozása, a fémek tanulmányozásának legújabb kísérleti módszerei (vákuum-metallográfia, elektronográfia, röntgenográfia, rádióaktív indikátorok).

Szovjet tudósok dolgozták ki a fémek képlékeny alakításának elméletét, amely a modern

fizika, mechanika és metallográfia bázisára épül. Ez az elmélet elvileg megoldott olyan gyakorlati feladatokat, mint a fémek viselkedése deformáció közben, ennek előzetes becslése és az alakváltozás optimális feltételeinek meghatározására szolgáló módszer kidolgozása. Ezek segítségével tudományos alapon megoldható, hogyan juthatunk el azokhoz a legracionálisabb technológiai sémákhoz, amelyekkel intenzívebbé lehet tenni a fémek képlékeny alakítását. A legújabb tudományos adatok alapján a szovjet hengerezékek és kovácsok rendkívül nagy szúrások és nagy sebességeket alkalmaznak a megmunkálási folyamatoknál. Nagy sebesség alkalmazása a húzásnál, a sok tonna súlyú kovácsolt darabok elkészítésének észszerű technológiája, a lemez-sajtolás új módszereinek alkalmazása, a kalapácsnélküli kovácsműhelyek munkájának elsajátítása, a folyamatok hengerlés fejlődése — ime néhány példa a szovjet technikának a képlékeny alakítás terén elért sikereire. De mindezen eredmények ellenére a technika és a kohászat legújabb ágainak számos problémája még nem nyert oly mértékben megoldást, hogy a további kutatások már feleslegesek lennének. Az SZKP XIX. kongresszusa azt kívánja: „Javítsák meg a tudományos kutatóintézetek munkáját és a főiskolák tudományos munkáját. Jobban használják ki a tudományos erőket a népgazdaság fejlesztésével és az élenjáró tapasztalatok terjesztésével kapcsolatos legfontosabb problémák megoldására oly módon, hogy biztosítsák a tudományos felfedezések széleskörű gyakorlati alkalmazását.” A kongresszus továbbá szükségesnek tartja, hogy „minden módon segítsék a tudósokat tudományuk elméleti problémáinak kidolgozásában és fűzzék szorosabbra a tudomány és a termelés kapcsolatát.” Ezek az útmutatások teljes mértékben vonatkoznak a szovjet kohászatra is, amelynek a legközelebbi jövőben számos új problémát kell megoldania.

Idetartozik az új ipari körzetek kohászati nyersanyag- és fűtőanyagellátásának problémája. Ez egyik a legfontosabbaknak. Kohóiparunk fejlődése hatalmas méreteket ölt — és országunk mérhetetlen területén egyenletesen elosztva telepítjük majd. Ennek következtében teljesen új érlelőhelyeket kell kiaknázni, melyeknek összetétele lényegesen eltér a mai napig feltárt lelőhelyektől. Bonyolult műszaki problémák merülnek fel a kohászok előtt azokban a körzetekben, ahol nincs jóminőségű kokszolható szén, de amelyek gazdagok tüzelőanyagban és vízenergiában. Az ilyen vidék problémáinak megoldása céljából a tudományos kutatóintézetek kísérleteket folytatnak abban az irányban, hogy a kokszt félkokszzal, vagy közvetlenül barnaszénrel helyettesítsék, melyet csak redukálóként használnának és a hőenergiát elektromos áram alkalmazásával nyernék, vagyis a nyersvasat villamoskemencékben olvassák, amelyek napi 200 tonnánál nagyobb kapacitásúak lennének. Ez a feladat megoldható félkokszzal, vagy barnaszénrel működő alacsonyaknás kemencékkel is, oxigénnel dúsított levegő alkalmazásával.

Mind a villamoskemencénél, mind az alacsony-aknás kemencéknél, amelyek oxigénnel dúsított levegővel működnek, feltétlenül szükséges a gáznak, mint vegyi nyersanyagnak, komplex felhasználása, szintetikus üzemanyagok, ammóniák kinyerésére és más célokra. Ezzel egyidejűleg az új és a régi kohászati vidékek számára egyaránt széleskörű kísérletek folynak, amelyeknek az a célja, hogy új módszerek szerint vegyi és flotációs dúsítással elválasszák a szenet a hamutól és a kénből. Ezek a kísérletek kisebb méretekben már igen kielégítő eredményekkel jártak.

Országunk egyes körzetei nem rendelkeznek dús foszforítókkal, de rendelkeznek nagy foszfortartalmú vasércekkel, vagy olyan ércekkel, amelyek apatit és nefelin konglomerátumai. Az ilyen érceket az apatitokban levő foszfor felhasználásával és a nefelinekben levő timföld alumíniumgyártásra felhasználásával kell feldolgozni, valamennyi hasznos alkotó teljes kivonásával. Az alumíniumot tartalmazó különféle nyersanyagok timföldre, vagy alumíniumötvözetekre való feldolgozásának sürgős tanulmányozása a legfontosabb problémák egyike, minthogy a Szovjetunió Kommunista Pártja XIX. kongresszusán adott irányelvnek megfelelően az alumíniumipar fejlődése maximális arányokat ölt. Ide sorolhatók még azok a kérdések, amelyek a szinesfémek érceinek komplex felhasználását érintik, valamint a harc a veszteségekkel szemben a feldolgozás során.

*A szovjet kohászat következő fő problémája a kohászati berendezések termelőképességének fokozása.* A már működő berendezések termelőképességének fokozása, a technika és tudomány legfontosabb feladata. Nem hagyhatjuk figyelmen kívül azt, hogy gépeink, berendezéseink, üzemeink zöme egyelőre még a régi. Ezekből különböző technológiai és munkaszervezési eljárásokkal lehetőleg minél többet kell kihozni. Idetartoznak mindazok a munkálatok, amelyek a kohászati berendezések megnagyobbításával kapcsolatosak, a különböző tökéletesítések a régi termelési eszközök alkalmazásánál, vagy pl. az oxigén felhasználása, amiről már bővebben volt szó.

Ezen a téren minden tudásunkat, egész tudományos gépezetünket a legdöntőbb fontosságú területekre kell összpontosítanunk, s megmutatnunk, hol és mit kell tennünk a termelés fokozása, a minőség további javítása, vagy egyszerre mindkét cél elérése érdekében. E feladatok megoldásánál a tudománynak a sztahanovistákkal karöltve kell haladnia. A múltban minden olyan eset, amikor a sztahanovisták magukra maradtak és a tudomány segítségével nélkül dolgoztak, nagy idővesztésekre és nem mindenkor helyes megoldásokra vezetett. Ma, amikor már mind a sztahanovisták, mind pedig mi is gazdag tapasztalatokra tettünk szert az együttes munkában, a régi elavult technika ellen baráti együttműködéssel kell megindítanunk a támadást. A tudománynak általánosítania és tudományosan magyaráznia kell a sztahanovista vívmányokat — ez volt a múlt — ma azonban a tudománynak már az a feladata, hogy előkészítse azokat a munka-

területeket, ahova a munkásosztály legjobb rohambrigádjait, a sztahanovistákat irányítani kell.

A kohászati folyamatok intenzitásának növelése, e folyamatok meggyorsítása, egyidejűleg megköveteli az automatikus ellenőrző rendszerek kidolgozását, s mint önként következő további lépcsőfokot — az automatikus vezérlést, ahol az ember nem vesz részt a szabályozásban, s feladata csupán az automatikus ellenőrzést és vezérlést végző műszerek beállítása. Jó példaként említhetjük egyik urali üzemünk nagyolvasztójának automatikus adagolását. Ebben az üzemből a helybeli politechnikai intézet munkatársainak részvételével önállóan megoldották a nagyolvasztó berakásával kapcsolatban az adagok automatizált mérését. A mérés pontosabb, mintha ember végezné: a gépet oly módon szerkesztették meg, hogy munkáját automatikusan végezze, önműködően leálljon valamely rendellenesség esetén. Ilyenféle automata-berendezésekkel találkozunk a martinkemencéknél és a hengerdégekben is.

Új technikánk legfontosabb problémái sorába tartozik az igen nagy és igen kis hőmérsékletű technikája, ahol a fém vagy ezerfokos, vagy annál nagyobb hőmérséklet, vagy ahol —150 C-fok alatti hőmérséklet hatása alatt van. Az ilyen fémeken alapul az atmoszféra magasságainak meghódítása, a hang tovaterjedési sebességét felülmúló sebességek elérése és különféle vegyületek nyerése. E feladatok megoldása céljából a technikának új összetételű ötvözetekre van szüksége, amelyek a kívánt tulajdonságokkal rendelkeznek. Meg kell honosítanunk olyan új fémeket, amelyeket azelőtt csak nevük után ismertek, mint például a titán, cirkónium, tantal stb. Mindez megköveteli: mind maguknak a fémeknek, mind pedig az ötvözetek állapotábráinak legkörültekintőbb tanulmányozását, szilárdsági tulajdonságaik változásának vizsgálatát a hőmérsékleti változás függvényében, továbbá a képlékeny alakítás és hőkezelés különféle lehetőségeinek vizsgálatát.

A távközlés új technikája, az új műszerek különleges fémeket igényelnek, igen kicsiny mennyiségben, azonban olyan fontos tulajdonságokkal, mint a mágneses permeabilitás, a koercitív erő, hiszterézis stb. Továbbá igen sokféle, a vákuum-technika szükségleteit kielégítő fémötvözetekre van szükség.

A kohászatnak ez a része — a precíziós ötvözetek, egyre fokozottabb követelményeket támasztanak a tudománnyal szemben, a tulajdonságaikat meghatározott törvények felfedezése terén.

*A Tudományos Akadémia valamennyi intézetének munkaprogramjában külön elbírásban részesülnek azok a munkák, amelyek a kommunizmus nagy sztálini építkezéseit segítik.* A Tudományos Akadémia keretében bizottságot szerveztek a sztálini építkezésekkel való együttműködésre. A kohászat kapcsolata a kommunizmus nagy építkezéseivel mindenekelőtt abból adódik, hogy ennek az építkezésnek egyik fő anyaga a vas, amelyet a különféle építményekbe és a gigászi arányú építőmunkákat végző temérdek gépbe,

berendezésbe, építenek. Az olyan építményekhez, mint például a sztálingrádi, vagy kujbisevi víz-erőműközpont, körülbelül hétszáz ezer tonna vasra van szükség, gerendák, betonvasak stb. alakjában. Ez a szám még kifejezőbbé válik, ha figyelembe vesszük, hogy egy előnyújtósoros, korszerű kohászati üzem építkezéséhez körülbelül ötszáz ezer tonna fém szükséges.

A készülő építményeknek igen hosszú ideig kell fennállniuk. Ebből következik, hogy a kohászoknak a fém minőségével szemben különösen nagy igényeket kell támasztaniuk. Az első feltétel, amelyet a hidrotechnikai építkezésekhez használt fémmel szemben támasztanak — az igen hosszú élettartam. A fémnek nagy szilárdsága és rozsdállóssága mellett nagy képlékenységgel, az ütő és változó igénybevételekkel szemben nagyfokú ellenállóképességgel is kell rendelkeznie (itt főleg tömegében betonacélról van szó).

Ezeket a feltételeket jól kielégítik a gyengén ötvözött acélok és a hidegen hengerelt acél. Az ilyen acélból a szükséglet másfélszer kevesebb lesz, mint a közönséges acélból.

A kohászat szerepe nem ér véget a nagy építkezések befejeztével. A gigászi mennyiségű, olcsó villamosenergia felhasználásához, sokmillió hektár földön a öntözéses gazdálkodásra való áttéréshez, az új víziutakon folyó szállítások megszervezéséhez megint csak acél és fém szükséges.

A mintegy 25 millió hektár föld termővé tételéhez, gépesítéséhez (ez a terület százmilliófőnyi lakosságot lát el mezőgazdasági termékekkel) kétmillióöttszáz ezer tonna acélt kell összesen befektetni traktorok stb. alakjában. Ha a gépek elhasználódására öt évet számítunk, a további évi szükséglet ötszáz ezer tonna, nem számítva a permetezéses öntözéshez szükséges csöveket. Nagy területen ugyanis át kell térni a permetező-öntözéses rendszerre, s ez többszáz kilométer hosszú, elektromos hegesztéssel előállított, könnyű és olcsó permetezőöntözőcsövet igényel.

A kohászat azonban nemcsak a fémek vonalán tart kapcsolatot a nagy építkezésekkel, hanem a foszforban és nitrogénben gazdag műtrágyák gyártásának vonalán is. 25 millió hektár föld legalább egymillió tonna kettős szuperfoszfátot, vagy egyenértékű mennyiségű Thomas-salakot igényel, továbbá nagymennyiségű nitrogéntartalmú műtrágyát. Az előbbi megkapjuk a foszforitok és a timföldtartalmú ércek feldolgozásával, az utóbbit a kohászati üzemek kokszoló kemencéinek gázai segítségével. *Mindez együttvéve azt bizonyítja, hogy a nagy építkezések befejezése — a kohászat újabb szükségszerű fellendülését vonja maga után mind a fémkohászatban (aluminium), mind pedig a vaskohászatban.*

Az általános változások, amelyek a XIX. kongresszus irányelvei kapcsán szemünk előtt kirajzolódnak, a következők: az összes fémféleségek termelésének nagyarányú mennyiségi növekedése: minőségük további javulása, a gyártásra kerülő fémek gyártmánylistájának bővülése. A hengerelt árukat illetően erőteljesen növekszik majd a vékony és vastag lemezek gyártása. Ez

viszont bizonyos módosításokat igényel gépgyáraink technológiájában és berendezésében. A lemezeknek helyettesíteniük kell a gerendákat, szögvasakat és mindazokat a profilacélokat, amelyek hidegsajtolás útján előállíthatók. A mi országunkhoz hasonló mezőgazdasági termelést folytató ország a lakosság ellátása céljából nagy arányokban fejleszti konzerviparát, a hűtőkocsik, nagy- és kisteljesítményű helyhez kötött hűtőberendezések gyártását. Mindez pedig lemezt és lemezt követel.

A Szovjetunió Kommunista Pártja XIX. kongresszusának irányelveiben, miként azt már idéztük — a többi között ez áll: „*minden rendelkezésre álló eszközzel segíteni kell a tudósokat az elméleti problémák kidolgozásában az ismeretek minden területén és megszilárdítani a tudomány kapcsolatát a termeléssel.*“

Ennek kapcsán rá kell mutatnunk, melyek nálunk a legsürgősebb megoldást igénylő elméleti problémák, szem előtt tartva azt, hogy még nem is olyan régen az elmélet csupán magyarázta a gyakorlat vívmányait, ma pedig — az idők változásával — az elméletnek kell utat nyitni a gyakorlat számára. Következésképpen, az elméleti problémák ugyanolyan fontosak, mint a gyakorlatiak. Bontsuk fel azt az utat, amelyen ércből fémeket állítanak elő három — leginkább elhatárolható — szakaszra: 1. Folyékony fém nyérése, 2. a fém átalakítása folyékony halmazállapotból szilárd halmazállapotúvá, és végül 3. azok az átalakulások, amelyek a szilárd halmazállapotú fémekben mennek végbe hőmérséklet, nyomás, vagy más tényezők hatására. A fémek ércekből előállításánál a multban képlékeny masszát nyertek, az összes redukációs folyamatok lassan mentek végbe, az olvadáspontot meg nem haladó hőmérsékletek mellett. A redukációs folyamatok további fejlődési fokán a nagyolvastókban már folyékony fémeket és salakot nyertek e nyersvas olvadáspontja csökkentése révén és a redukációs folyamatok már három — gáznemű, cseppfolyós és szilárd halmazállapotú — fázisban mentek végbe. Ez már a folyamatok adott sebessége mellett is, számos — nem mindenkor egyszerűen magyarázható — jelenséget hív életre a kemencéjében, a fokozott ütemű olvasztásra való áttéréssel pedig (oxigén alkalmazásával) számos olyan jelenséggel találjuk szemben magunkat, amelyeket néha csupán magyarázni tudunk, de nem tudjuk azokat irányítani. A nagyolvastókban lejátszódó fizikai-kémiai folyamatok ismerete bizonyos mértékben csak azok termodinamikájának ismeretére korlátozódik, keveset tudunk azok kinetikájáról és a gázok ellenáramlásának mechanizmusáról az anyagok tömegével szemben, amelyek különböző fizikai, ásványtani és kémiai állapotban, és az akna falától és a medence szintjétől különböző távolságokra helyezkednek el. Alapvetően meg kell ismernünk a folyamatok kinetikáját, a szilárd halmazállapotból főlécsseppfolyós állapotba való átalakulás sebességét és a redukáló gáz felfelé haladó áramlásával szembeni ellenállás problémáit. Mi megvizsgáltuk az újonnan képződő vegyületek ásványtani összetételét. Ezek a vizs-

gálatok igen érdekes adatokat adnak. Azok a kutatások, amelyeket a szovjet tudósok általában a gázok és folyadékok porózus közegekben való mozgása terén végeztek, lehetővé teszik, hogy a mi — nehezebb — viszonyaink mellett is elérjünk olyan megoldásokat, amelyek lehetővé teszik a mozgás dinamikájának jobb megismerését és annak irányítását.

Az acélművi folyamatoknál, amelyek főként olvadt állapotban és oxidációs légkörben mennek végbe, szintén végeznek kinetikai vizsgálatokat rádióaktív elemek alkalmazásával. Különösen nagy figyelmet fordítanak egyes, hevítéskor lejátszódó folyamatokra: gázzal, kőolajjal, vagy együttesen végzett hevítéskor. Idetartozó problémák a martin-, konverter-folyamatok modellizálása, az oxigén salakba és acélba juttatásának sebessége. E vizsgálatok alapján megállapítást nyer majd az olvasztás különböző szakaszainak (berakás, beolvasztás, fővés, kikészítés) időtartama.

A fémek kristályosodása, olvadt halmazállapotból szilárd halmazállapotba való átalakítása terén vannak a kohászat legkevésbé tanulmányozott folyamatai, ha csak nem vesszük számításba a tisztán vizuális megfigyeléseket a fizikai törvényekkel való mindenféle kapcsolat nélkül. E probléma feltárásához a tudományos dolgozóknak igen távoli pontokról kellett elindulniuk, ideértve még a kristályosodási folyamatok utánzását is 100 fok alatti olvadáspontú szerves anyagokon. Jelenleg már behatóan tanulmányozzák ezeket a folyamatokat és megtalálják a megfelelő képleteket, amelyek kifejezik a kristály nagyságának függését a hőmérséklettől, az acél összetételétől, valamint a kis szennyeződések behatásától.

Végül a szilárd halmazállapotú fémekben végmenő átalakulások tanulmányozása terén további kutatásokat végeznek a martenzites át-

alakulások és a nagy hőmérsékleten lefolyó diffúzió sebességének vizsgálatára. A munka e részének sok köze van azoknak a törvényeknek a felfedezéséhez, amelyek a hőállóság terén érvényesülnek. Megtalálták az ötvözetek olyan különféle kombinációit, amelyeknek kis diffúziós sebességek van, s megfordítva.

A részleges kutatások végső feladata, egyéges szilárdsági elméletet adni, amely felöleli a fém szilárdságát mind nagy, mind pedig kis hőmérsékletek mellett. Mindezeknek a munkáknak elvégzéséhez fel kell használni a meglévő műszereket, azonban nagyobbrészt újakat kell alkotni a laboratóriumok saját erejével és iparunk közreműködésével. (Pl. nagy hőmérsékletek méréséhez, a rendkívül gyors lefolyású alakváltozások igen pontos méréséhez stb.)

Mindez csupán igen rövid felvázolása azoknak a munkálatoknak, amelyeket a szovjet kohászok a tudományos problémák területén végeznek.

A XIX. pártkongresszus felhív arra, hogy minden rendelkezésre álló eszközzel segítsék a tudósokat munkájukban. Nem kétséges, hogy a Párt és kormány állandó segítsége mellett a szovjet kohászati tudomány sikerrel megbirkózik az előtte álló problémák megoldásával. *A szovjet kohászok tudják, hogy a népi demokratikus köztársaságok, a Magyar Népköztársaság tudományos erői is számos aktuális kohászati problémán dolgoznak. Egyesült erőfeszítéssel meggyorsítják a tudományos problémák megoldását.*

Jelenleg az a feladat, hogy minden vonalon túlszárnyaljuk a külföldi kohászati eredményeket. A szovjet kohászok, Sztálin elvtárs által nagy hazánk iránti legmesszebbmenő odaadás szellemében nevelve, dicsőséges győzelmet aratnak a világszűrésért vívott harcban.

## A nyersvasgyártás koks-szükségletének csökkentése

VISNYOVSKY LÁSZLÓ, a műszaki tudományok kandidátusa

### I. RÉSZ

Ласло Вишнёвски.  
СНИЖЕНИЕ РАСХОДА КОКСА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЧУГУНА.

Visnyovszky László:

Verminderung des Koksbedarfes bei der Roheisenerzeugung.

Visnyovszky László:

Diminuzione del fabbisogno di coke nella produzione del ferro greggio.

Visnyovszky László:

Diminution des besoins de coke dans la production du fer brut.

A világ szénkészletének kb. egyharmad része kokszolható és bár az így rendelkezésre álló kokszolható szénmennyiség még igen tekintélyes, a nagy ipartelemek közelében a szénkészletek már némileg csökkenőben vannak. Minthogy a

nagyolvasztók a legnagyobb kokszfogyasztók, világszerte nagy erőfeszítéseket tesznek a nyersvasgyártás kokszfogyasztásának csökkentésére. A kérdés megoldása nem könnyű, mert a kokszfogyasztás csökkentése mellett a nyersvastermelést meg kell tartani, sőt állandóan fokozni is kell.

A nyersvasgyártás kokszfogyasztásának csökkentése különösen nagy jelentőségű Magyarországon, mert mi csak korlátozott mennyiségben rendelkezünk kokszolható szenekkel és így a kohókoksztól kénytelenek vagyunk távolról ide szállítani, ami már egymagában is költségesebbé teszi nyersvasgyártásunkat, mint olyan helyeken, ahol kokszt, illetve kokszolható szén közelben található.

A nyersvasat csaknem kizárólag nagyolvasztóban gyártják. A nagyolvasztó munkamenete az elmúlt évszázad alatt alig változott. Ennek



oka, hogy az eljárás már kezdetben is annyira tökéletes volt, hogy megközelítette az elméletileg elérhető értékeket. Talán ez volt az oka annak, hogy a legutóbbi évtizedekig nem foglalkoztak behatóan a nyersvasgyártási folyamat elméletével, hanem elsősorban gyakorlati alapokon fejlesztették az eljárást annyira, hogy a régi kisltesítményű kohókból ugyanolyan elven működő, hatalmas méretű nagyolvasztók fejlődtek ki.

Ez a fejlődés mindemellett kétségtelenül a korszerű technika legnagyobb teljesítményének igazolása, mert a kohóprofil legkedvezőbb kialakítása, az adagoló és felvonó szerkezetek megválasztása, szállítási, illetve nyersanyag mozgatási kérdéseknek olyan mestéri módon való megoldása, mint ahogy ez jelenleg történik, nem volt könnyű, ha meggondoljuk, hogy egy korszerű 2000 t napi teljesítményű kohó vasúton szállítandó napi anyagforgalma több, mint 10 000 t.

A kohósítás elvi munkamenete rendkívül egyszerű, a gyakorlati kivitelnél azonban a tényleges folyamatok kétségtelenül igen bonyolultak és ezeknek *mechanizmusa* még ma sincs teljesen felderítve. Mindenesetre ma már sok mindent tudunk, aminek következtében a legutóbbi időben számos kezdeményezés történt arra vonatkozólag, hogy a nyersvasgyártás a klasszikus nagyolvasztótól eltérő elveken történhessen. Ezeknek a kezdeményezéseknek elsősorban az a céljuk, hogy a kohókoksztot kisebb értékű, gyengébb minőségű tüzelőanyaggal lehessen helyettesíteni.

Ennek érdekében olyan nyersvasgyártó berendezéseket igyekeznek kialakítani, melyeknél a nyersanyagok, elsősorban a kokszt, fizikai tulajdonságai, darabnagyság, szilárdság, nem játszanak lényeges szerepet. Ez az irányzat az alacsony aknás kohók kialakulásához vezet. Olyan helyeken, ahol koksztolható szén nincs, de az elektromos energia aránylag olcsó, a nyersvasgyártás kérdését elektromos kohóban lehet igen előnyösen megoldani. A legújabb elektrokohók 200 t nyersvasat termelnek naponként. 1 tonna nyersvasához 2400—2600 kWó áram és kb. 400 kg aprókokszt szükséges, elektródájuk Söderberg-rendszerű.

Vannak már, üzemileg jól bevált, olyan eljárások is, melyek nem koksztot, hanem CO és H<sub>2</sub> gázt, vagy földgázt használnak a vasérc redukálására. Ezeknél tehát szintén nincs kohókoksztokra szükség és energiafelhasználásuk is kedvező. Nem nyersvasat, hanem ú. n. vasszivacsot termelnek. A vasszivacs elsőrendű nyersanyaga az acélgégyártásnak, de a vasszivacsos vasdús tiszta érc szükséges, ami csak kevés helyen található, vagy pedig csak költséges ércelőkészítő eljárásokkal állítható elő. A vasszivacsgyártó berendezések termelőképessége kicsi (kb. évi 20 000 tonna) s így a nyersvasat, illetve a nagyolvasztót egyelőre nem helyettesíthetik.

Az új irányokat illetően a vélemények megoszlanak és sokan úgy vélik, hogy a mai rendszerű nagyolvasztót még hosszú ideig nem lesz lehetséges mással helyettesíteni, elsősorban nagy termelékenysége miatt. Valóban úgy látszik, hogy a következő évtizedekben a nyersvas túlnyomó részét nálunk is nagyolvasztóban kell majd gyár-

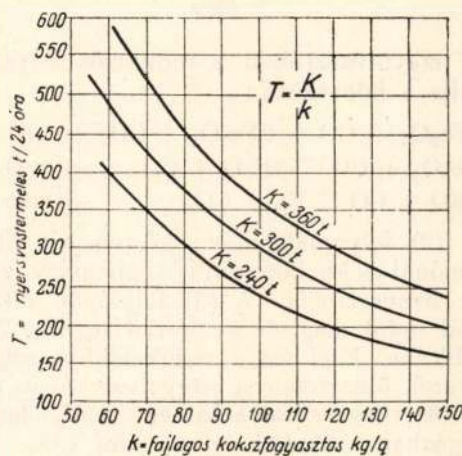
tani, éppen ezért szükségesnek látszik, hogy megvizsgáljuk mindazokat az utakat, melyek a meglevő nagyolvasztók gazdaságosabb üzeméhez, kisebb koksztfelhasználáshoz és nagyobb termeléshez vezetnek.

\*

Ha a nagyolvasztó kapacitását a benne naponként elégethető koksztmennyiséggel határozzuk meg, úgy a nagyolvasztó mindenkor termelése:

$$T = \frac{\text{naponként elégetett kokszt}}{\text{fajlagos koksztfelhasználás}} = \frac{K}{k}$$

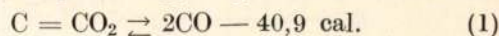
Ez az egyenlet hiperbolát határoz meg (l. 1. ábra), amely szerint azonos mennyiségű kokszt elégetésénél annál több a nyersvastermelés, minél kisebb a fajlagos koksztfelhasználás. Mindenekelőtt tehát a fajlagos koksztfelhasználásra befolyással lévő tényezőket kell vizsgálat tárgyává tenni.



1. ábra.

A nagyolvasztó elvileg egy akna, melyet érc, mészkő és koksztkeverékből álló eleggyel töltenek meg. A fenék fölött, fúvókákon keresztül, meleg levegőt fújtatnak a koksztba, mely a kokszt karbon-tartalmát CO-vá égeti el. A karbon elégetésekor keletkező hőmérsékleten a salak és vas megolvad, a CO gáz pedig az aknán felfelé haladva fémig redukálja az ércek vasoxid tartalmát. A kokszt elégetése csak a fúvókák előtt következik be, ezért a kohóban mindig szilárd *karbontöbblet* van, a gázfázis pedig a karbon elégetéséből keletkező CO-ból, valamint a redukciónál képződő CO<sub>2</sub>-ből, illetve ezek keverékéből áll.

A gázkeverék és a szilárd karbon heterogén rendszerének egyensúlyát a nyomás és hőmérséklet határozza meg. A vegyi egyenlet a következő:

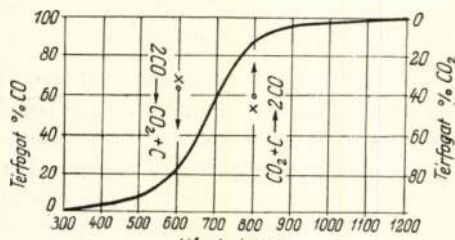


Az egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{p^2_{CO}}{p_{CO_2}}$$

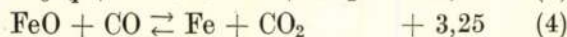
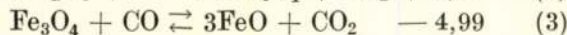
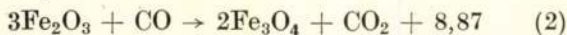
A hőmérséklet csökkenésével vagy a nyomás emelkedésével az egyensúly hőfejlődés közben bal felé tolódik el, vagyis karbon válik ki és 400 C°-on elméletileg CO már nincs, ami a valóságban azonban csak igen hosszú idő múlva következne be.

Növekvő hőmérséklettel a karbonból és  $\text{CO}_2$ -ből  $\text{CO}$  keletkezik, a folyamat hőt fogyaszt és  $1100^\circ$ -nál megszűnnek a  $\text{CO}_2$  létezésének előfeltételei. A közbenső hőfokon az egyensúly feltételeinek változását az *ismert Boudouard-görbe* adja meg. (2. ábra.) Pl. az  $x$  összetételű gázkeverék  $\text{CO}$ -tartalma  $600^\circ$ -on mindaddig szeszesik  $\text{C}$ -ra és  $\text{CO}_2$ -ra, míg az összetétel eléri az egyensúlyi görbét,  $800^\circ$ -on viszont a  $\text{CO}_2$  bomlik  $\text{CO}$ -ra az egyensúlyi görbe eléréséig.



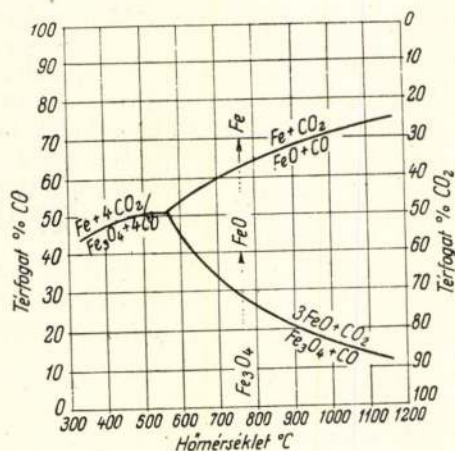
2. ábra.

A nagyolvasztóban a redukciós folyamatok sorrendje a következő:



A (2) folyamat már egészen kis  $\text{CO}$ -koncentrációnál és kis hőfokon is végbemeget, gyakorlatilag irreverzibilis. A (3) folyamat általában  $500^\circ$ -nál indul meg, és gyakorlatilag kb.  $750^\circ$ -on fejeződik be. Ezekhez a redukciókhoz szükséges gázkeverék összetétele a nagyolvasztóban mindig biztosított, mert a folyamat egyensúlyi helyzeténél a gázban több  $\text{CO}_2$  lehet, mint  $\text{CO}$ .

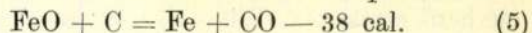
Az ércek vasoxid tartalmának  $\text{FeO}$ -ig végbemenő redukcióját a nagyolvasztóban ezek szerint figyelmen kívül hagyhatjuk anélkül, hogy ezzel különösebb hibát követnénk el, annál is inkább, mert e folyamatok hőmennyiséget sem fogyasztanak.



3. ábra.

A  $\text{FeO}$  további redukciója fémvasig már nehezen teljesíthető feltételekhez kötött. A 3. ábrából kiolvashatóan a (4) folyamat szerint fémvas csak akkor képződhet  $750^\circ$ -on, ha a gázkeverékben a  $\text{CO}_2/\text{CO}$  kisebb mint  $0,61$ , ha e viszonyszám  $0,61$ -nél

nagyobb, a redukció szénmonoxidgázzal nem mehet végbe és a  $\text{C}$ -al történő redukció lép előtérbe, a



egyenlet szerint A (4) folyamat az úgynevezett *indirekt*, az (5) a *direkt redukció*. A két folyamat között igen nagy különbség van, mert míg az indirekt redukció sem szilárd karbon, sem hőmennyiséget nem fogyaszt, a direkt redukció vegy-folyamatához szilárd karbon és megfelelő hőmennyiség kell. Ennek alapján állította fel Gruner azt az elméletét, hogy az ideális nagyolvasztóban csak indirekt redukciónak szabad végbemennie.

Az előzőkből adódik a nagyolvasztó folyamatának az az elve, hogy a medencében legalább annyi karbon kell elégetni, hogy a  $\text{FeO}$  indirekt úton végbemenő redukciója után  $750^\circ$ -nál a gázkeverék összetétele a  $\text{CO}_2/\text{CO} = 0,61$  legyen. Ez elméleti érték, de *Wiberg* szerint gyakorlatilag legfeljebb csak  $0,49$ -es viszonyszám érhető el.

Az elméleti értékkel számolva  $100 \text{ kg FeO}$ -nak, vagyis  $28,7 \text{ kg}$  oxigénnek redukációjához  $50,2 \text{ kg CO} = 40,6 \text{ m}^3 \text{ CO}$  szükséges, melyből az indirekt redukciókor  $40,6 \text{ m}^3 \text{ CO}_2$  keletkezik. A redukáló atmoszféra eléréséhez tehát

$$\frac{\text{CO}_2}{\text{CO}} = 0,61 = \frac{40,6}{x}$$

összefüggésből számíthatóan  $x = 66,5 \text{ m}^3 \text{ CO}$  kell maradjon a gázban, vagyis a fűvósikban  $66,5 + 40,6 = 107,1 \text{ m}^3 \text{ CO}$ -gázt kell termelni. Ez  $107,1/1,86 = 57,5 \text{ kg C}$  elégetésével teljesíthető.  $57,5 \text{ kg C}$  megfelel  $70 \text{ kg}$   $80\%$   $\text{C}$ -tartalmú koksznak, vagyis  $100\%$  indirekt redukcióval történő kohósítás kokszt-szükséglete  $70 \text{ kg/q}$  nyersvas. Ennél kevesebb kokszzal is termeltek már nagyolvasztóban nyersvasat, kétségtelen tehát, hogy a tiszta indirekt redukció nem adja a legkisebb kokszt-fogyasztást, vagyis Gruner elve nem az ideális nagyolvasztót teremti meg.

Ha a másik végletet, a tiszta direkt redukciót vesszük figyelembe, a  $\text{C}$  szükséglet a következőképpen alakul:

$100 \text{ kg Fe}$  redukációjának az (5) egyenlet szerinti vegy-folyamatához  $21,5 \text{ kg C}$  és  $65\,400 \text{ kcal}$  szükséges, és ezt a hőmennyiséget  $1100^\circ$ -on kell közölni, mert fel kell tételizzük, hogy a direkt redukció szükségszerűen itt megy végbe.

$1100^\circ$ -on,  $1 \text{ kg C}$ -nak  $600^\circ$  hőfokú levegővel történő elégetésénél, mindössze  $1674 \text{ kcal}$  hasznosítható és így a direkt redukció hőszükségletnek fedezésére  $\frac{65\,400}{1674} = 39,2 \text{ kg C}$ -t kell elégetni.

Az összes  $\text{C}$ -szükséglet  $39,2 + 21,5 = 60,7 \text{ kg C}$ .

A kétféle, direkt és indirekt redukciós karbon-szükséglet között tehát lényeges különbség nincs, ha a folyamatot maximálisan  $1100^\circ$ -on végezzük, vagyis ha a termékeket nem olvasztjuk meg. Ez az eset a vasszivacsgyártás. A gyakorlati megoldásoknál a tiszta indirekt redukciót a *Wiberg* eljárás, a direkt redukciót pedig a *Högenáz* eljárás valósítja meg. Mindkét eljárással kedvező eredmények érhetők el. Svédországban és Norvégiában több, évi  $20\,000 \text{ t}$  teljesítményű vasszivacs-kemence van üzemben.

(Folytatjuk)

## Szovjet gyorsolvasztási tapasztalatok

G. D. Karpov és V. A. Voropajev, a Metallurgizdat által 1951-ben kiadott „Opit viplávki sztalizskorosztznimi metodami” című könyvben összehasonlítja az Azovsztál legkiválóbb olvasztárai, Cisanov, Sevesenko és Todorov munkamódszereit. A megfigyeléseket 350 tonnás buktatható kemencén végezték. Az eredmények értékeléséből az alábbi következtetéseket vonhatjuk le.

### A vegyes olvasztárbrigád munkájának megszervezése

A Martin-kemence vegyes olvasztárbrigádja három műszakból áll. Minden műszak összetétele: az olvasztár, az első kemencesegéd és két másik kemencesegéd.

A brigád munkájának jellemző sajátága az, hogy a brigád mindegyik műszakjában pontosan meghatározzák a brigádtagok feladatát és a munkaidőt észszerűen használják ki.

Mindegyik brigádtag, a munka megkezdése előtt 20–30 perccel, a kemencében végzendő munka menetével részletesen megismerkedik.

Az olvasztár a műszak átvételekor figyelmesen átvizsgálja:

a) a kemence állapotát: a boltozatot, a tűzfejeket, a regenerátorokat és a kemencefeneket (ha a kemencét csapolás után veszik át);

b) az átváltóberendezés állapotát;

c) a szerszámok hiánytalan meglétét és hibátlanságát;

d) a betétanyagokat (nyersvas, acélhulladék, érc, mészke és mész), a frissítőanyagokat (vasérc, mész, bauxit és folyópát), az ötvöző és dezoxidáló anyagokat.

A kemence állapotának vizsgálati eredményeiről és az anyagok hiánytalan meglétéről az acélolvasztár az üzemvezetőt azonnal értesíti, a műszakátadási és átvételi naplóban megfelelő írásbeli feljegyzést készít és kemencesegédei részére a rendelkezéseket kiadja.

A műszakátvételkor az első kemencesegéd gondosan meggyőződik:

a) a kemence adagolásához és az olvasztáshoz szükséges anyagok meglétéről, mennyiségéről és minőségéről;

b) a csapolónyílás tűzálló anyagának kezeléséhez szükséges szerszámok hiánytalan meglétéről és állapotáról;

c) a csapolónyílás, az acél kieresztésére szolgáló csatorna, az égő fejek állapotáról.

A kemencesegédek a vasötvözetek, az oxigéntartályok és a csövek hiánytalan meglétéről, a munkahely tisztaságáról és a nyersvasbeöntőcsatorna állapotáról győződnek meg.

A kemencesegédek minden rendellenességgől az olvasztárnak tesznek jelentést.

### a) A kemence javítása

Az olvasztár a csapolás után figyelmesen megvizsgálja a kemence fenekét. A fenék normális állapota esetén utasítást ad az első kemencesegédnek a csapolónyílás elzárására.

A másod-kemencesegédek a töltőbrigáddal együtt javítják meg a kemence hátsó falát és lejtős részét.

A kemence javítását Dmitrenko-rendszerű géppel és kézierővel végzik.

A hátsó fal javítását csapolás közben megkezdik, az elülső fal (pillérek) javítását a betét melegítésének időszakában, az egyes adagok berakása közben végzik. A hátsó falat és a lejtős részeket égetett dolomittal töltik fel, a hátsó fal felső részét pedig magnezittel és kátrányos magnezittel.

A kemencét a javítás ideje alatt sem engedik kihűlni, 5000 m<sup>3</sup>/óra kokszkemencegázt fogyasztanak.

### b) Az adagolás

A hátsó fal és a lejtős részek javításának befejezte után az olvasztár, miután az üzemvezetőtől az adag összetételére és az acél fajtájára vonatkozólag az utasítást megkapta, hozzálát a szilárd betét meghatározott sorrend szerinti berakásához.

Az olvasztár az adagolás ideje alatt az anyagok elosztására ügyel és a fűtést irányítja.

Az első kemencesegéd a csapolónyílások elzárása után a berakóajtók nyitásával és zárásával foglalkozik. Ezalatt a két kemencesegéd egyike a berakóteknők füleit megtisztogatja, hogy a berakógép azokat gyorsan megfoghassa és a hulladékot az ajtónyílásba irányíthassa. A másik kemencesegéd a csapolócsatorna régi bélést lebontja és ennek helyrehozatalát előkészíti.

Az első adag berakása után a töltőbrigáddal közösen folytatják a kemence (első fala pilléreinek) javítását.

A javítást két lapáttal két ajtón át végzik, azaz egyszerre négy pillért hoznak rendbe. A berakás befejeztével a kemencesegédek az ajtóküszöbököt rakják meg nyers dolomittal, amelyet darura szerelt tartályból adagolnak. A küszöb beszórása céljából az egyik kemencesegéd kinyitja a tartály reteszét és beszórja az ajtóküszöböt, a másik kettő a dolomitot egyengeti az e célra szolgáló kis gereblyékkel.

Az olvasztárok az adag berakását a lehető legnagyobb gyorsasággal végzik, két berakógép alkalmazásával és igyekeznek az adagot a hátsó fal közelébe rakni.

A kemencefenékre kerül a könnyű hulladék (ez a fenéktől kapja a meleget), a középre kerül a vasérc és a mészke, e fölé jut a nehéz hulladék, mely a hőt már a lángtól nyeri.

A betét nem fémből álló rétege, amely ily módon két hővezető réteg között helyezkedik el,

a nyersvas beöntésének pillanatában melegsik fel teljesen.

Az olvasztár a beolvasztás ideje alatt a művelet lefolyására és a fűtésre ügyel. A kemencesegéd a szerszámokat kezelik és a nyersvas beöntéséhez szükséges előkészületeket végzik: felerősítik a beöntőcsatornát és felülvizsgálják a salakeltávolító berendezést.

Az olvasztár a nyersvas beöntés idején a gáz és a levegő kemencébe adagolását (4000—5000 m<sup>3</sup>/óra) csökkenteni és az egyik kemenceajtót felhúztatja a kemencébe való betekintés céljából.

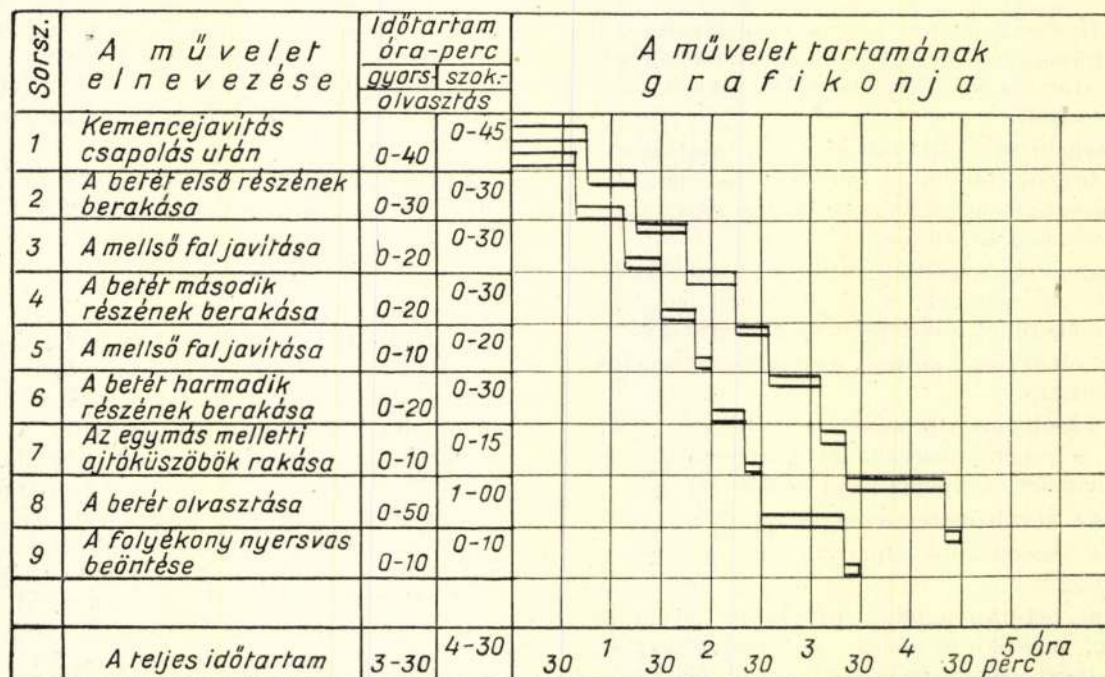
Az első kemencesegéd a nyersvas beöntését irányítja (vezényszavakat ad a daruvezetőnek); a többi kemencesegéd eközben a munkahelyek takarítását végzi.

gyorsabb beolvadását és a fürdő jobb fővését idézi elő. A fürdő ekkor a kemencegázokból kevesebb ként nyel el, a kéntelenítés korábban kezdődik és az utána következő periódusban fokozottabban halad.

Az adagok gyors és szokásos berakási módszere az 1. ábrán látható.

### c) A beolvasztás

A beolvadási idő a teljes olvasztási időtartam 40%-át veszi igénybe. Ez a szakasz ennél fogva az egész olvasztási időtartamra a legnagyobb befolyású és hatásának sikerét is ez dönti el. A beolvasztási szakasz lebonyolításának döntő tényezője a fűtési módszer.



1. ábra.

A jól áthevített betétre öntött nyersvas vegyileg erősen hat ennek nemfemes alkotóira, ami — a gyors beolvadáson kívül — elősegíti a mielőbbi salakképződést. Ez fokozott hőterhelés esetén, anélkül, hogy a boltozat megolvadna, az adag elkészítése szempontjából kedvező körülményeket teremt.

Az oxidáció révén előálló vasvesztés legelőkerülése végett a nyersvasnak a kemencébe öntését két részletben szokás elvégezni: előbb, amikor a betét jól átizzott, az olvadás jelentkezőségekor, az első (két üstnyi) adag folyékony nyersvasat öntik hozzá, majd 1 óra—1 óra 30 perc múlva a másik adagot (a harmadik üstnyit).

A fűtést az adagolás idején úgy szabályozzák, hogy a betét hevítésével időt ne veszítsenek, s e célra az egyes adagrészek berakása közti megszakítások alatt, valamint a szilárd betét berakásának befejezte után a beolvadásig terjedő időközöket a legnagyobb mértékben kihasználják.

A gyors berakás, melyet erős fűtés alkalmazása mellett végeznek, a betét szilárd részének

Az olvasztási szakasz kezdetén, amikor a kemencében lévő hő, és ennek folytán a boltozat hőmérséklete még aránylag nem nagy, a hőnek a betétanyagok általi fokozott ütemű elnyelése következtében, a fűtőanyagfogyasztás a legnagyobb fokú. Ekkor átlag 5500—6500 m<sup>3</sup>/óra kokszkemencegáz, 35 000—50 000 m<sup>3</sup>/óra levegő fogy, azaz a hőfogyasztás  $40 \times 10^6$  kal/óra s ez az adag gyorsabb olvadását és előnyösebb salakképződést hoz létre.

A nagyobb hőterhelés egyúttal megakadályozza a habos salak képződését. Ezenkívül, a habos salakképződés megakadályozása céljából, az olvasztás végén gyakran karburálnak kátrányt is a lángba, ami még fokozza a hőátadást.

Az olvasztási művelet gyorsítására a láng helyes kialakítása nagy befolyást gyakorol. Éles, fényesen világító láng a szilárd betét beolvasztását jelentékenyen gyorsítja. Ilyen lángot a kemencébe juttatott levegőfelesleg révén teremtünk. Amikor a salakképződés befejeződött és a kemence hőelnyelő képessége csökken, a gázkeve-

rék fűtőértékét, a kokschemencegázfogyasztás csökkentésével fokozatosan csökkentjük. Az olvasztárok az olvasztás végén a láng hosszabbodását a levegőfelesleg csökkentésével érik el.

A gyorsolvasztárok döntő fontosságát tulajdonítanak az olvasztási munkaszakban a salakképzésnek. A salak legyen higan folyó, 2,0—2,2 bázicitású, ami a fővés gyorsulását és fokozott kéntelenítést von maga után. Az olvasztás befejezte előtt 1 óra — 1 óra 30 perccel, elvégzik a salak összetételének beállítását. Ha a salak savanyú, úgy a beolvadás végén kiesztik és mészke hozzáadagolással bázikusságát fokozzák; ha a salak sűrű úgy bauxit segítségével hígítják. A korán meghígított salak gyorsan és nagyobb mennyiségben húzható le, minek következtében a további olvasztást az elkerülhetetlenül szükséges legkisebb salakmennyiséggel folytatják. Ez az acél gyors és jó fővését, a CO<sub>2</sub>-képződéshez szükséges vasérc oxigénjének teljes felhasználását idézi elő és a szén gyorsabb kiégése a frissítés és fővés szakaszának lebonyolítását biztosítja.

Ilyen adagvezetés az egész olvasztási időtartam csökkenését és az acél minőségének javítását teszi lehetővé. Ezenfelül, az olvasztásnak a lehető legkevesebb salakkal való lebonyolítása a kemence salakzónájának kisebb mértékű kimaródását, kevesebb anyag (érc, mészke stb.) és fűtőanyag fogyasztást tesz lehetővé.

A beolvadási periódus helyes vezetése ilyen módon nemcsak az időtartam rövidítését, hanem az olvasztás további szakaszának gyorsulását és a kemencefalazat nagyobb tartósságát is biztosítja.

Az első kemencesegéd a beolvadás tartama alatt a salakképződést figyeli és a kemencéből állandóan salak- és acélpróbákat vesz. A másodkemencesegédek ezalatt a dezoxidáló anyagokat (ferromangánt, ferroszilíciumot, alumíniumot), valamint az üstbe kiömlő salak besűrítésére szolgáló „port” készítik elő. Ezenkívül, az első kemencesegéd a frissítéshez szükséges (vas- és mangánérc, mészke, bauxit stb.) anyagoknak a kemencéhez kellő időben való odajuttatásáról is gondoskodik.

#### d) A frissítés

A frissítés akkor kezdődik, amikor a szilárd betét beolvad és a fürdő eléggé felmelegszik. A frissítő anyagok adagolását, szabályszerint, a beolvadás után a fürdőből vett acélpróba elemzése alapján végzik; sínacél esetén 1,1—1,5%, a meg nem nyugtatott acél gyártása esetén pedig 0,50—0,90% a megkívánt beolvadási karbon tartalom.

A tapasztalat azt mutatta, hogy ha a fürdő széntartalma beolvadáskor megegyezik a beolvadáshoz megkívánt karbon határ felső értékével, ez biztosítja az olvasztás gyors menetét és elsőrendű minőségű acél nyerését.

Amikor a beolvadás után a széntartalom a beolvadáshoz megkívánt, alsó karbonhatárnál kisebb, akkor az acél kedvező forrása nincs biztosítva, ami a minőség romlásával jár. Ha a széntartalom az előírt határokat meghaladja, olyan-

kor érc hozzáadása szükséges, ami az olvasztás időtartamát jelentékenyen megnyújtja.

Azon célból, hogy a frissítést a szén minél gyorsabb kiégésével vezessék le, a vasércet csak jól felhevített fürdőbe adagolják.

Ha a fürdő elég meleg volt, akkor a vasérc hozzáadása után a fürdő egész felületén erősen, nagy buborékokkal forr. A vasércadag hatékonyságát a fürdőben ilyen forrásnak jelentkezése és a fürdőben lévő széntartalom határozza meg. Ha a vasércet nem elég forró fürdőbe adagolják, ez a fürdő lomha forrását, a szén lassú kiégését idézi elő, ami az olvasztást elnyújtja és az acél minőségét rontja.

A salak összetételének és folyékonyságának szabályozását a frissítési szakaszban mészkevel és bauxittal vagy folypát segítségével érik el, higan folyó és 2,2—2,5 bázicitású salak figyelembe vételével. Emellett, kedvező körülmények elérése végett, a frissítési szakasz végén, a salak legnagyobb részét lehúzzák és új, higan folyó salakot képeznek. Ez a fővési szakaszban 2,2—2,5 bázicitású salak keletkezését teszi lehetővé kis vasoxid (FeO) tartalom mellett, ami megnyugtató acél előállításánál a minőségen is pontosan meglátszik.

A frissítési időszakban a gyorsított olvasztásnál a szénkiégés sebessége óránként 0,30—0,40%.

#### e) A fővés

A fővési szakasz a frissítés befejeződése után abban a pillanatban kezdődik, amikor a fürdő hossz méretének kétharmada forrásnak indul és a dezoxidáló anyag adagolásáig tart.

Megfigyelés szerint, ennek a munkaszakasznak szabályszerű lefolytatása az acél minőségére lényeges befolyást mutat. Ebben a periódusban a fürdő fokozott forrásától és a forrás időtartamától függ, mint köztudomású az acél minősége, a nemfémes zárványoktól való tisztulás foka és a fürdő gáztalanításának mértéke egyaránt.

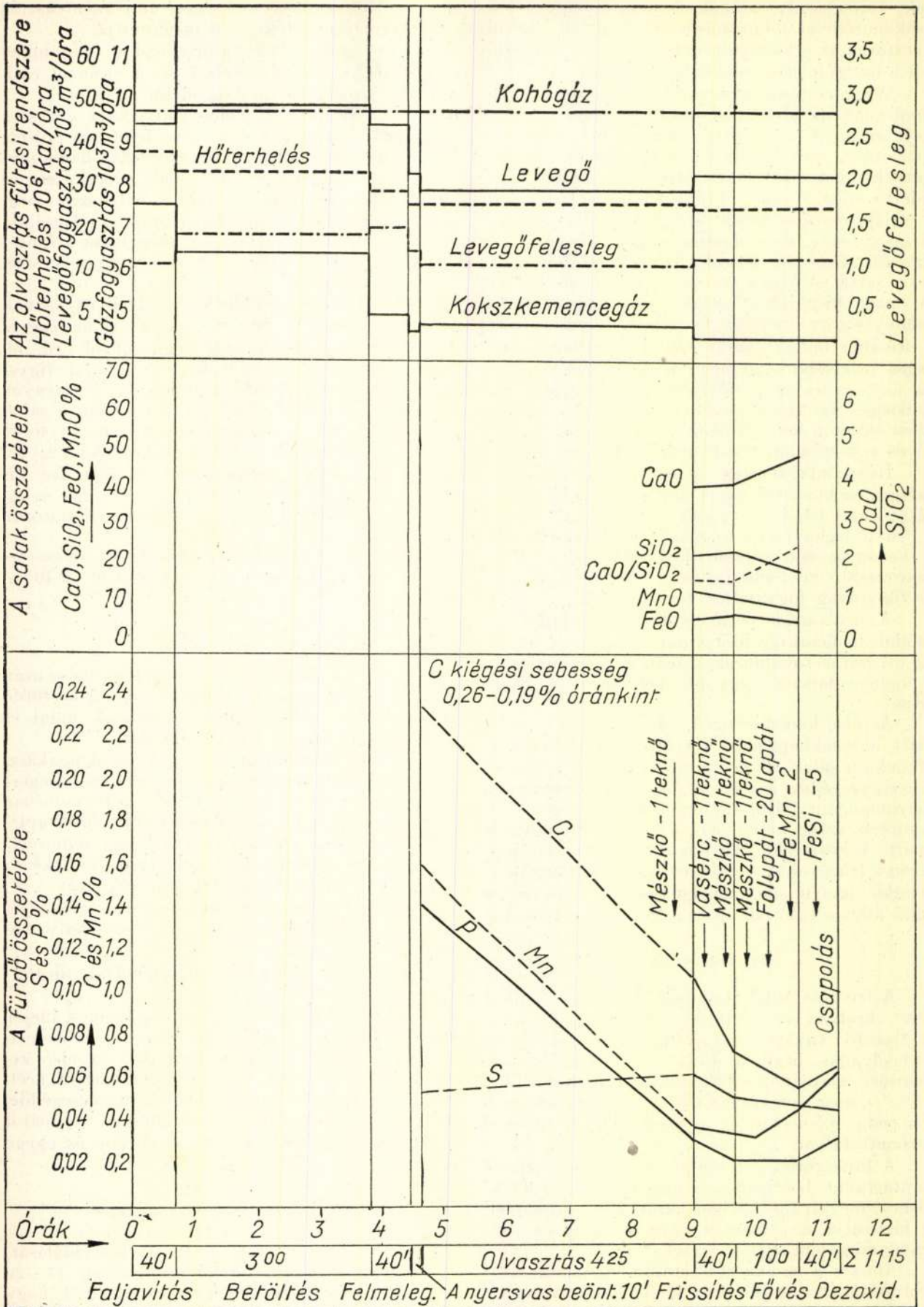
A fővés szakaszában a leggyorsabb szénkiégés 0,18—0,20% óránként a szokásos 0,12%-kal szemben.

Az utóbbi körülmény határozottan meglátszik az acél minőségén.

Az olvasztár a frissítés és a fővés idején az üzemvezető rendelkezése szerint vasércet, mészkevet stb.-t adagol a fürdőbe. Az első kemencesegéd, az olvasztár útmutatása szerint, acél- és salakpróbákat vesz, a többi kemencesegéddel egyetemben bauxitot, égetett meszet, folypátot és egyéb anyagokat dob a kemencébe és egyéb munkát végez.

#### f) A kikészítés és a csapolás

A gyorsolvasztárok az acél dezoxidálását, a technológiai utasításoknak megfelelően, 15—20 perc alatt végzik el. Emellett, azon célból, hogy a dezoxidáló anyagot teljesen felhasználják, a kemencébe adagolás előtt jól felizzítják (vörös izzásig) és az adagoláskor az egész fürdőben egyen-



2. ábra.

letesen szétesztják. A fürdőt ferromangán adagolás után 8—10 percig, ferroszilícium adagolás után 10—15 percig állni hagyják. A dezoxidálás ilyen módszere a nemfémes szennyezők teljes eltávolítását teszi lehetővé és az acél minőségét javítja.

A csapolónyílás előkészítését a csapolás előtt 5—10 perccel kezdik meg. A csatornából és a nyílásból a javítóanyagot figyelmesen eltávolítják.

Az olvasztár a fővés befejezésekor és a csapolás idején ügyel a technológiai utasítások szigorú betartására, a fűtésre és a boltozat állapotára. Az első kemencesegéd az olvasztás során acélpróbákat vesz a kemencéből. A második-kemencesegédek a próbák vételénél és ezeknek a gyorslaboratóriumba szállításánál tevékenykednek. Az első és a második kemencesegéd öt perccel a csapolás előtt előkészíti a nyílást a csapolás céljaira és elvégzi a mester utasításait.

Az első- és a második-kemencesegédek a csapolás alatt dezoxidálókat — alumíniumot, ferroszilíciumot és szükség esetén ferromangánt — dobálnak az üstökbe.

#### A műszak átadása

Az olvasztárok az átvételt és átadást gondosan előkészítik. Az olvasztár a váltás előtt átvizsgálja a szerszámok (műszerek) állapotát, a munkahely tisztaságát, a nyersanyagok, a dezoxidáló és egyéb anyagok előkészítését, megteszi a zavarok elhárítására szükséges előkészületeket, az új műszakot megismerteti a munka menetével

és jelenlegi állapotával, valamint a kemence munkájában és az olvasztás során bekövetkezett zavarokkal.

A segéd munkások a váltás átadásához szintén előkészülnek és a felváltókat saját teendőikkel részletesen megismertetik.

A 2. ábrán az egyik jellegzetes gyorsolvasztás technológiai körülményeiről vezetett adatok láthatók.

#### ÖSSZEFOGLALÁS

1. Az olvasztás egyes szakaszait meg kell rövidíteni a munka jobb megszervezése és a brigádok pontos, összehangolt tevékenysége útján.

2. Az olvasztás mindenik szakában helyes fűtési rendszert kell alkalmazni a fürdő tulajdonságának és összetételének megfelelően.

3. A lángot az olvasztás szakaszai szerint kell formálni, éles láng kell az olvasztás kezdetén és pásztatúz a végén.

A gázt kátránnyal kell karburálni.

4. A kemencét erősen fel kell melegíteni az adagolás kezdetén.

5. A betét szilárd részeit gyorsan, két géppel kell beadagolni.

6. Az ércet és a mészkövet két réteg adalék közé kell adagolni.

7. A salakot a beolvadás és a frissítés alatt is szabályozni kell, az olvasztást a lehető legkisebb salakmennyiséggel kell végezni.

8. A forrást a frissítés időszakában fokozni kell a kellő kintelenítés és a minőség javítása érdekében.

V. Á.

## Hozzászólások Szücs Endre „Ötvözött acélgyártásunk időszerű gyakorlati kérdései“ című előadásához\*

**Dr. Kismarty Loránd.** A takarékoság csak részben műszaki kérdés, elsősorban gazdasági feladat. A takarékosággal kapcsolatban két elvi megjegyzést kell kiegészítésként figyelembe vennünk.

Takarékoság az is, ha valamely anyagot, amely nem áll korlátlan mennyiségben rendelkezésre, vagy beszerzése nehézségbe ütközik, nem helyettesítünk teljes mértékben más anyaggal, hanem csak egy részét pótoljuk, helyettesítjük. Az ötvöző anyagokkal való takarékoság vonalán különösképpen áll ez, mert az ötvöző anyagok már egy részének megtakarítása is jelentős eredményeket hoz a népgazdaság anyagfelhasználásában.

Takarékoskodunk tehát, ha a nikkelt csak részben helyettesítjük bórral még abban az esetben is, ha a helyettesítés következtében az anyag tulajdonságai kis mértékben megváltoznak.

\* Az előadás megjelent a Kohászati Lapok 1952. évi 12. számában.

A takarékoskodás azonban nem merül ki azoknak az eljárásoknak bevezetésével, amelyek egyes ötvöző anyagokat pótolhatóvá tesznek. A takarékoságnak van egy másik vonala is és pedig az acéloknak megfelelő kiválasztása és kezelése.

Acélfelhasználásunkban jelentős szerepet játszanak az ötvözött szerszám-acélok. A szerszám-acélok rendkívül sokfélék. Azok helyes kiválasztása és kezelése alapos műszaki megfontolást kíván, viszont a jó választásnak és helyes kezelésnek eredménye a lényegesen magasabb teljesítmény vagy élettartam.

Ebből következik, hogy a szerszám-acélokkal való takarékoskodás túlmegy a takarékos szerszám-acélok technológiájának kidolgozásán, vagy bevezetésének elrendelésén.

A kongresszus elé tűzött feladatokon túl — mely szerint megvizsgálandók és kidolgozandók azok az eljárások, amelyekkel a nehezen beszerezhető ötvöző anyagokat pótolni lehet — biztosítani

kell azt is, hogy a szerszámacélokat felhasználók a helyes választásban és a megfelelő kezelésben rejlő anyagmegtakarítási lehetőségeket kiaknázzák.

A Szerszámacél Takarékosági Bizottság, éppen az elmondottak alapján tartotta feladatának oly kézikönyv összeállítását, amely a helyes alkalmazás módjait könnyen érthetően és jól áttekinthetően nyújtja. Többszer üzemünkben működő és szerszámacélokat használó mérnökünk, üzemvezetőnk és kezelőmesterünk jó munkájával — ami azonban csak megfelelő adatgyűjtemény birtokában végezhető — szerszámacélfelhasználásukat mintegy 30—35%-kal lehet csökkenteni.

**Weigl Ernő okl. vaskohómérnök.** Szücs Endre előadásában, a többi kartárs pedig hozzászólásaiban egy-két utalástól eltekintve, majdnem kivétel nélkül csak bór- és titán ötvözéssel kívánja megoldani azoknak az acéloknak helyettesítését, amely acélok gyártása a mai vasötvözet beszerzési nehézségek miatt vagy lehetetlen, vagy nagy anyagi áldozatokba kerül.

Kétségtelen, hogy a bór és a titán nagy területeken teszi lehetővé új acélok előállítását és külföldön már nagyon sok eredményt is értek el velük, de nem szabad a magyar vaskohászoknak ezt a fontos kérdést csak a bórra és a titánra bízni.

Nem szabad megfeledkeznünk azokról az ötvöző elemekről sem, amelyek régóta ismeretesek és amelyek felhasználásával készültek régebben és készülnek ma is az acélok túlnyomó fajtái, mert még korántsem hozott ki a vaskohászat mindent, ami ezen a területen elérhető. Az eddig is jólismert ötvöző fémek helyes alkalmazásával és azok százalékos mennyiségének helyes megválasztásával még nagyon sok takarékcél gyártható. Sőt még olyan területeken is lehet eredményeket elérni, amely területek első meggondolásra esetleg nem sok reménnyel kecsegtetnek ebben a tekintetben.

Itt hivatkoznom kell M. P. Braun és P. L. Voronov szovjet kohászokra, akik a régi CrNiMo acélok helyettesítésére ugyancsak CrNiMo acélokat használnak ugyan, de ezekben a takarékcéloknak sokkal kevesebb Cr, Ni és Mo van. Értékes,

jó acélokat hoztak ki, amelyeket nagyon sok felhasználási helyen tudnak alkalmazni jó eredménnyel. Vagy hivatkozhatom itt a Böhler gyár „Dreierstahl“-jára, amely nagyon kevés ötvöző fémrel oldja meg a nagy W-Cr-V-Mo tart. gyorsacélok helyettesítését stb.

Hozzászólásomban elsősorban ezeket a területeket kívánom érinteni és itt kívánom bemutatni azokat az eredményeket, amelyeket különleges összetételű takarékcélokkal értünk el. Ezek között a takarékcélok között vannak korábbi összetételek is, de vannak egészen új acélok is, amelyeket a legutóbbi időkben dolgoztunk ki.

Alább ismertetett takarékcélokat úgy állítottuk össze, hogy az ötvöző fémek közül a most legnehezebben beszerezhető fémeket vagy teljesen nélkülözik, vagy azok százaléka a lehető legkisebb. Így tehát elsősorban Co, Mo, Ni azok a fémek, amelyekkel elsősorban kívántunk takarékoskodni, azután a Cr és a W. Az ismertetett acélok mind beváltak a gyakorlatban, számtalan adag került már feldolgozásra, vizsgálatra és azok minden tekintetben megfeleltek a várakozásoknak. A legújabbak között van olyan acél, amely gyakorlati alkalmazásban még nem tud elegendő műszaki, illetve gazdasági adattal szolgálni, azonban a bemutatott minőségi értékek és tulajdonságok olyanok, hogy a szakember szemével nézve azok is mind a jó takarékcélok közé sorozhatók.

Az ismertetett takarékcélokat alábbi csoportosításban tárgyalom:

- I. csoport: Szerkezeti nemesíthető acélok.  
II. „ Szerszámacélok.

Minden egyes ismertetett acélra gyakorlati példát mutatunk be, hogy a felhasználó megismerhesse az alkalmazandó hőkezelési eljárást, a megalakítási hőmérsékleti határokat és a felhasználási területet. Megadjuk egyúttal azt is, hogy ezek a takarékcélok mely nagyobb ötvözésű acélok helyettesítésére alkalmasak nagy általánosságban is.

### Szerkezeti nemesíthető acélok

Ebben a csoportban ismertetett acélok tényleges vegyi összetételét az I. számú táblázatban adom meg:

I. táblázat

Sor-szám	Acél jele	Vegyi összetétel								Mely acélokat helyettesíti általában
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	V	
1	MnV I. ...	0,47	0,24	0,94	0,014	0,042			0,19	1—2% Ni tart. CrNi acélok
	II. ...	0,50	0,30	0,90	0,015	0,030			0,21	
2	Mava .....	0,45	0,17	1,40	0,005	0,020			0,47	„ de 2—3% Ni
3	Mani .....	0,25	0,28	1,44	0,016	0,010		0,85		„ 1—2
4	Maniva I. .	0,27	0,21	1,60	0,023	0,031		0,64	0,23	„ 2—3
	II. .	0,43	0,25	1,50	0,008	0,010		0,79	0,59	„ 2—3
5	Macrova I.	0,48	0,31	0,95	0,018	0,036	1,40		0,23	„ 2—3
	II.	0,41	0,27	0,99	0,014	0,035	1,82		0,20	„ 2—3
6	Mansi I. ..	0,20	0,56	2,00	0,027	0,020				„ 1—2
	II. ..	0,52	1,26	1,28	0,016	0,023				„ 1—2
7	Sicro .....	0,48	1,19	0,85	0,016	0,028	0,51			„ 1—2

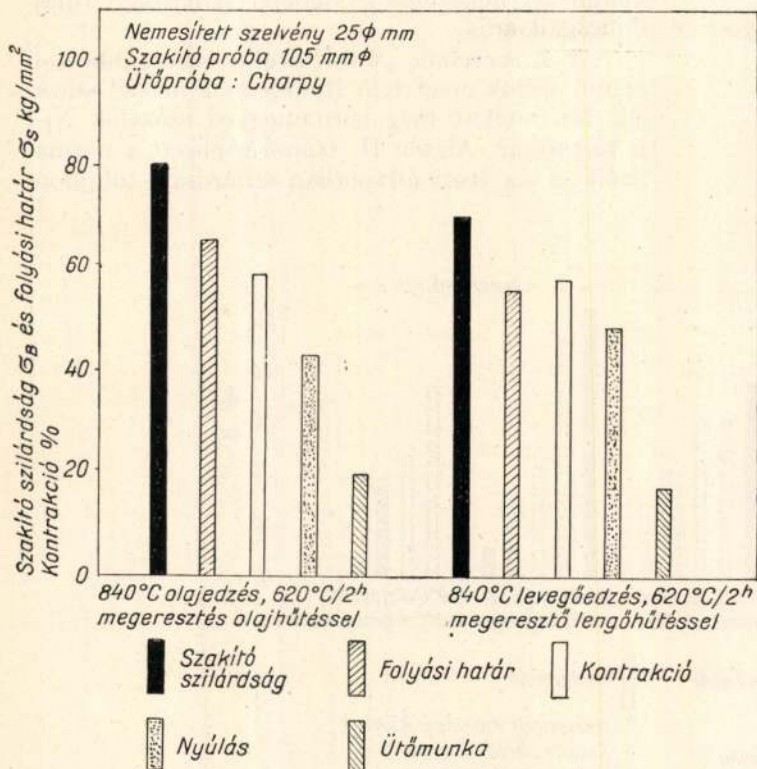


Az 1. sorszámú „MnV” acél nemesített értékeit az 1. számú grafikonban mutatjuk be. A baloldali olajedzés, a jobboldali levegőedzés eredménye. A szakítópróbákat 25 mm  $\varnothing$ -re kovácsolt rúdból munkáltuk ki nemesítés után. Az ütőpróbák ugyanebből a szelvényből kimunkált Charpy-próbák.

Az 1. sorszámú 0,50% C tartalmú MnV acél-megeresztési szilárdsági tulajdonságait a 2. számú

konját a 3. számú ábrában láthatjuk. Az acélt 840 C°-ról olajban edzettük.

Nemesített állapotban használjuk elsősorban, de szükség esetén normalizálva és megeresztve is felhasználható. Hajlításra és húzásra nagymértékben igénybevett alkatrészeknél nemesített állapotban építsük be. Hajtótengelyek, első tengelyek,



1. ábra.

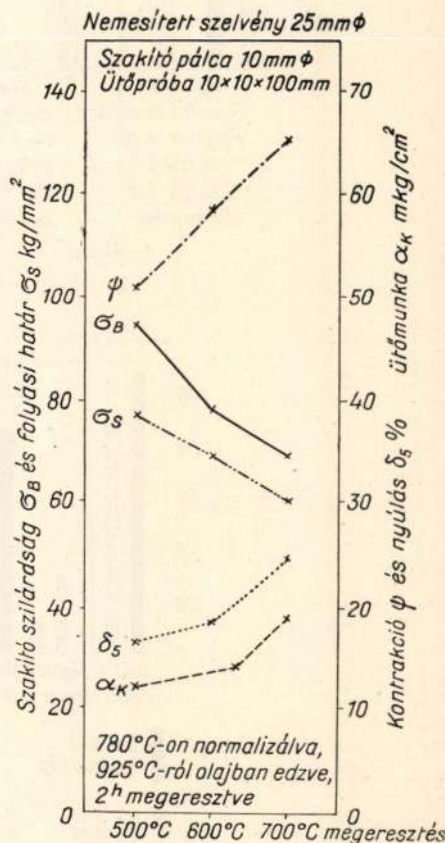
grafikon mutatja. Ez az acél 780 C°-on normalizálva alábbi szilárdsági tulajdonságokat adja :

- 73,5 kg/mm<sup>2</sup> szakítószilárdság
- 54,3 kg/mm<sup>2</sup> folyási határ
- 22,4% nyúlás 5d-re
- 15,6% nyúlás 10d-re
- 52,2% kontrakció

Az 1% Mn tartalmú szerkezeti nemesíthető acélok finom szemcsés acélok, a hőkezelésre eléggé érzéketlenek, tág hőmérsékleti határaik vannak, a folyási határ — nemesített állapotban — eléggé közel esik a szakítószilárdsághoz. Nagyon sok esetben alkalmasak normalizált és utána megeresztett állapotban is beépítésre, de a biztos módszer a nemesítés. Ez történhet olajban vagy vízben, a kész darab méretétől, valamint a szilárdsági tulajdonságoktól függően.

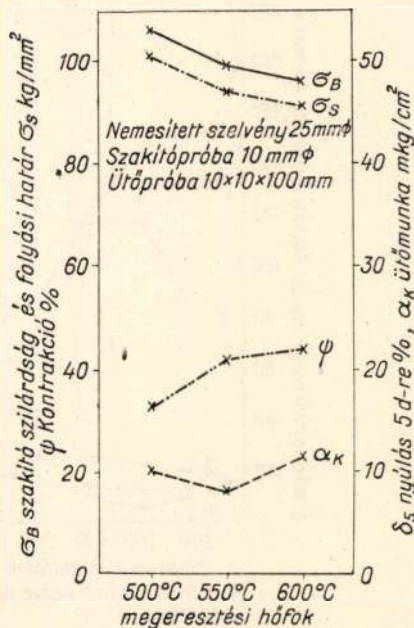
Közepesen igénybevett szerkezeti alkatrészek készítésére alkalmas közlekedési eszközök és gépek alkatrészeinek gyártásához, főleg tengelyek, kapcsolók, orsók stb. részére.

A 2. sorszámú „Mava” acél nagyobb Mn tartalmú, hogy az átédződés jobban legyen biztosítva. Az I. számú táblázatban megadott vegyi összetételű acél edzési, illetve megeresztési grafi-

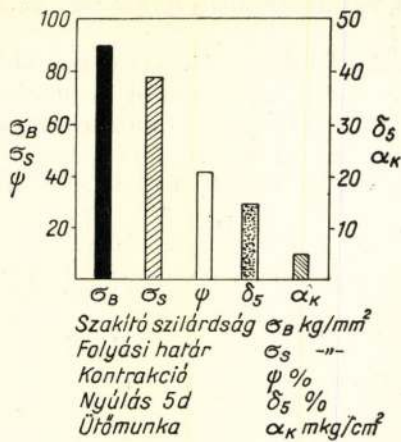


2. ábra.

tengelycsokkok, görbített tengelyek, mozdonyalkatrészek, vezérgörgők, vezértengelyek, fogaskerekek építőanyaga.



3. ábra.

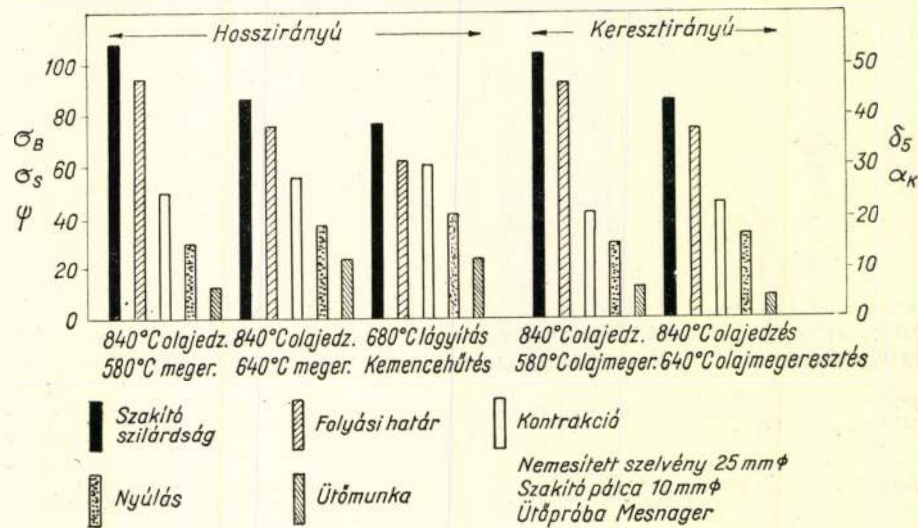


4. ábra.

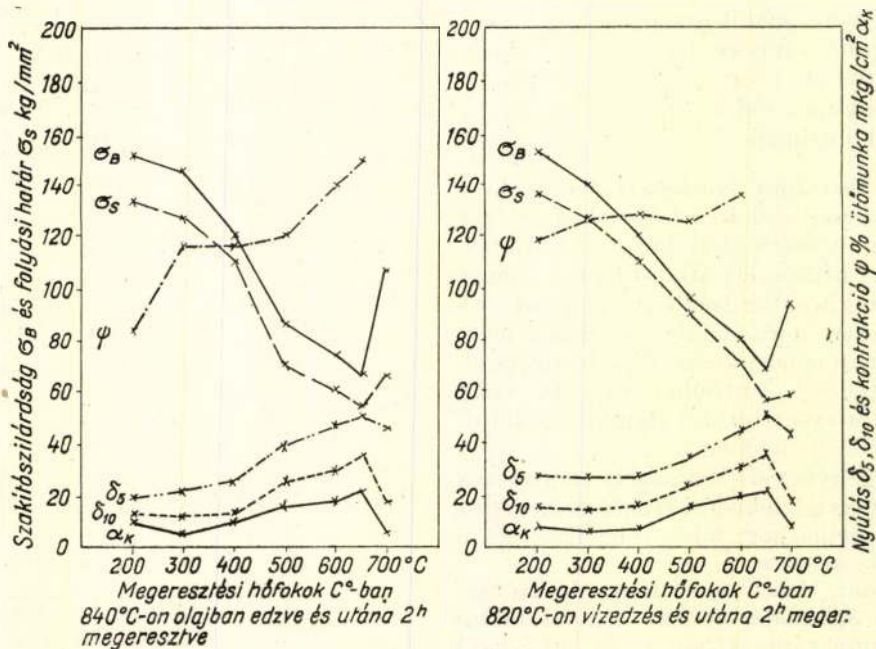
Alkalmos anyaga az autó- és repülőgéppalkat-részeknek is, mert finomszemcsés, nagy hőfokhatárokon hőkezelhető és nagy folyási határ eléréséhez nem kell túlságosan nagy szilárdságra nemesíteni.

A 4. számú ábra 130 mm átmérőjű, 20 mm vastag tárcsából vágott keresztirányú próbák eredményeit mutatja. Az 5. számú ábra viszont mind hosszirányú, mind keresztirányú próbák különböző hőkezelések melletti szilárdsági tulajdonságait adja.

A 3. sorszámú „Mani” acél a vastagabb szelvényű acélok megfelelő átédzésére a másfél százalékos Mn mellett még háromnegyed százalék Ni-t is tartalmaz. Alábbi II. számú táblázat a normalizált és lágyított állapotban szilárdsági tulajdon-



5. ábra.



6. ábra.

ságait mutatja. A 6. számú ábra pedig nemesített szilárdsági tulajdonságait adja olajedzés és víz-edzés esetén 200—700 C° megeresztési hőmérsékletek mellett.

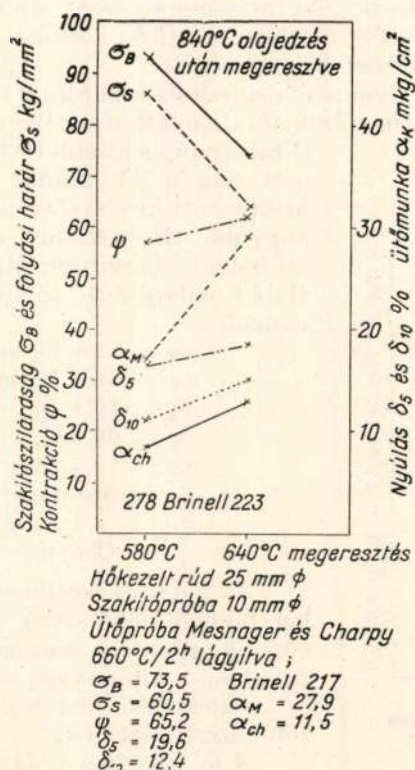
Az acélt főleg közepesen és erősen igénybevett gépszerkezeti alkatrészek készítésére használhatjuk. Jó anyaga a mozdonytengelyeknek, forgattyúknak stb. is.

2. táblázat

	Normalizálva		Lágyítva				
	800	900	600	630	650	680	700
$\sigma_B$ kg/mm <sup>2</sup>	76,4	75,1	64,9	65,4	83,1	67,5	70,1
$\sigma_s$ kg/mm <sup>2</sup>	42,0	45,9	49,5	45,9	44,6	47,8	38,2
$\delta_5$ %	21,0	20,0	28,7	27,0	26,4	26,6	26,0
$\delta_{10}$ %	16,0	15,0	18,8	18,5	18,8	18,5	17,8
$\psi$ %	48,7	50,9	67,2	66,4	69,7	67,6	60,2
$\alpha$ mkg/cm <sup>2</sup>	6,8	5,9	10,0	9,8	7,1	7,3	8,2

A 4. sorszámú „Maniva” acélnál a nagyobb Mn tartalom okozta kellemetlen tulajdonságok csökkentésére, valamint a nagyobb szívósság és nagyobb ütőmunka elérésére, egyúttal pedig a nagyobb folyási határ és szakítószilárdsági arány biztosítására a másfél százalék Mn, háromnegyed százalék Ni mellé még 0,20—0,50% V adagolásával igen jó nemesíthető szerkezeti acélhoz jutunk. Ez a MnNiV acél alkalmas a legnagyobb igénybevételekre; a legnagyobb sztatikus és a legnagyobb dinamikus terhelések felvételére. Kiváló anyaga a legkényesebb gép-, autó- és repülőgépalkatrészeknek és egészen kitűnő acél a hirtelen fellépő lökés-szerű nagy igénybevételek ellen is.

Az acél finomszemcsés, nagyon jól edződik át, edzési repedésekre nem érzékeny, túlhevítés iránt érzéketlen.

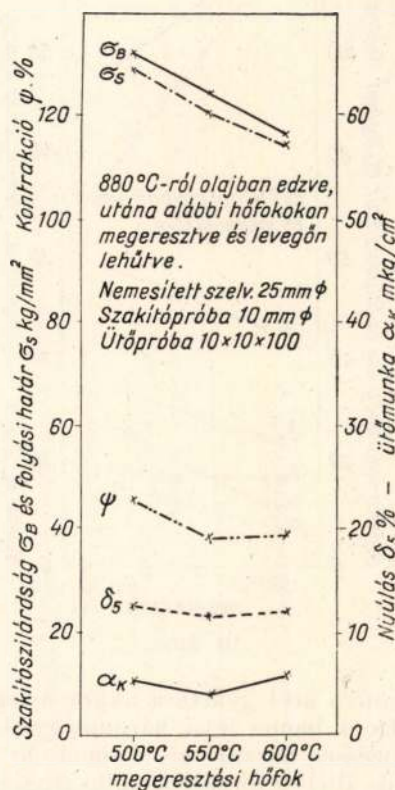


7. ábra.

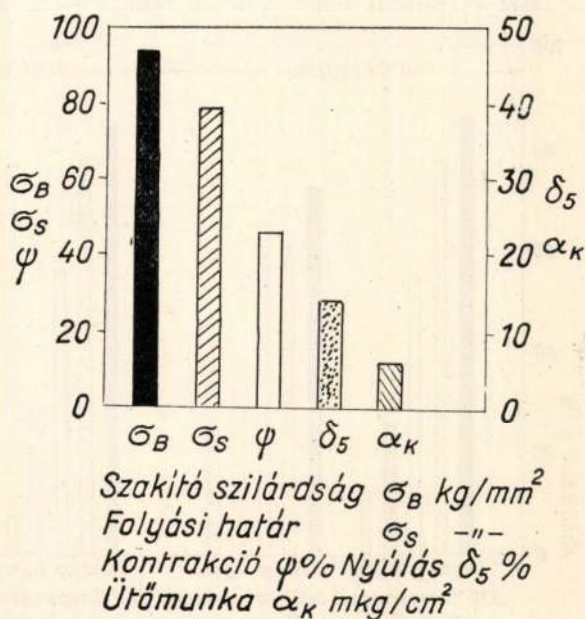
Egy lágyabb ilyen acél nemesített állapotban szilárdsági tulajdonságait a 7. számú ábra mutatja kétféle megeresztés mellett.

Egy keményebb Maniva acél nemesített szilárdsági tulajdonságait a 8. számú ábra mutatja háromféle megeresztés mellett.

Keresztirányú igénybevételekhez is alkalmas, de ezt a körülményt a gyártó vállalatnak tudomá-



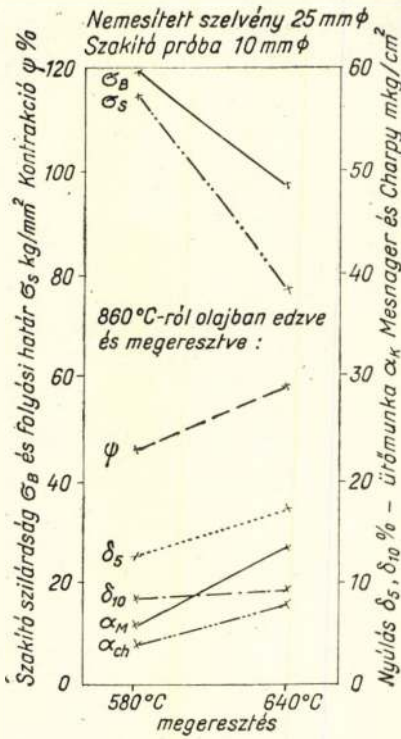
8. ábra.



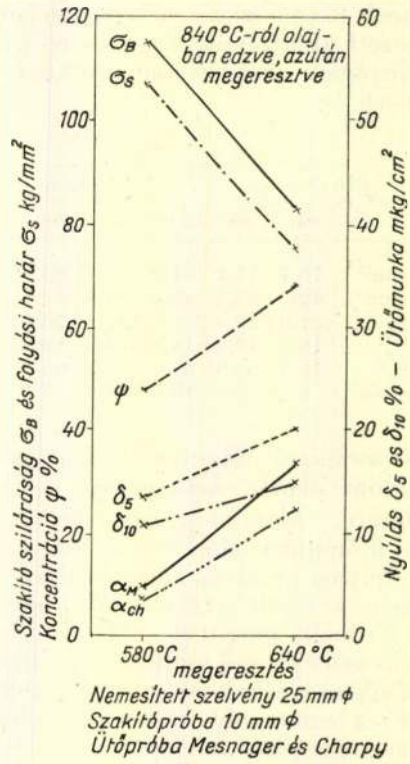
9. ábra.

sára kell hozni, mert az acél gyártásánál erre különös gondot kell fordítani. A 9. számú grafikon 130 mm átmérőjű 20 mm vastag tárcsának 860 C° olajedzés, 600 C° megeresztés melletti keresztirányú szilárdsági tulajdonságait mutatja.

tartalmú CrNi, sőt a CrNiMo acélokat is. Miután csak egynegyed annyi Ni-t tartalmaz, mint a régi acélok, igen gazdaságosan gyárthatók.



10. ábra.



11. ábra.

A Maniva acél gyártása akkor a leggazdaságosabb, ha a benne lévő háromnegyed % Ni-t nem ötvözéssel hozzuk be, hanem Ni tartalmú hulladékok, illetve forgácsok felhasználásával. Az országban még nagyon sok Ni tartalmú hulladék és forgács van, ezek célszerűen használhatók fel Maniva acélok gyártásához.

Helyettesíteni lehet vele a régi 2—3% Ni

Előnye a CrNi acélokkal szemben még az is, hogy sokkal kisebb hajlama van pelyhesedésre.

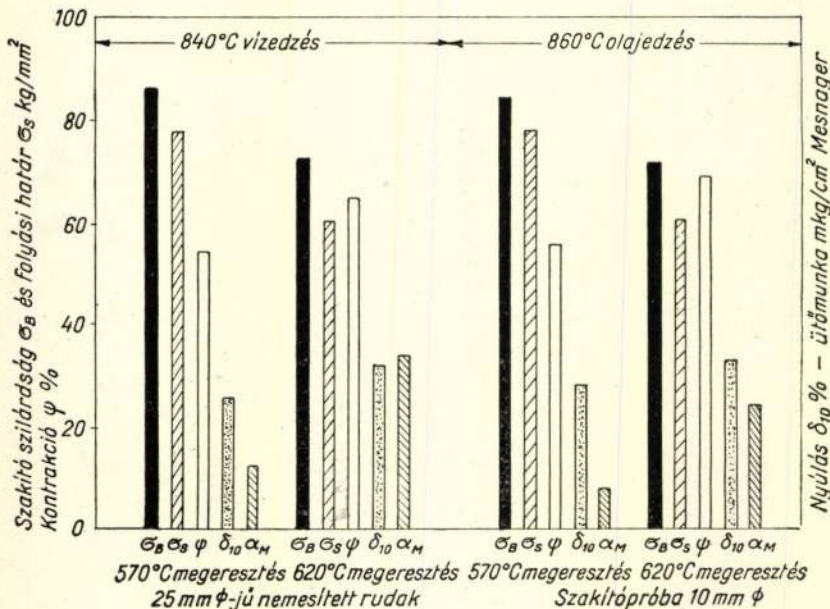
Az 5. sorszámú „Macrova“ acélok a legnagyobb igénybevételekre alkalmas acélok, amelyekkel 1—3% Ni tartalmú acélokat, de sok esetben a 3—4% Ni tartalmú CrNi acélokat is eredménnyel lehet helyettesíteni.

Égy ilyen acél nemesített szilárdsági tulajdonságait a 10. számú ábrában láthatjuk. Ez nagyobb C tartalmú és kisebb Cr tartalmú acél, míg a 11. számú ábrában bemutatott kisebb C tartalmú, de nagyobb Cr tartalmú acél. Ez utóbbinak lágyított állapotban alábbi szilárdsági tulajdonságai vannak:

- $\sigma_B = 82,8 \text{ kg/mm}^2$
- $\sigma_S = 68,2 \text{ kg/mm}^2$
- $\delta_5 = 12,8 \%$
- $\psi = 66,00 \%$
- $\alpha_M = 12,7 \text{ mkg/cm}^2$   
Mesnager
- $\alpha_C = 8,4 \text{ mkg/cm}^2$   
Charpy

A Macrova acélokat hirtelen fellépő lökészerű igénybevételek ellen is használhatjuk. Alkalmas építőanyaga a gépipar és közlekedési ipar legkülönbözőbb szerkezeteinek.

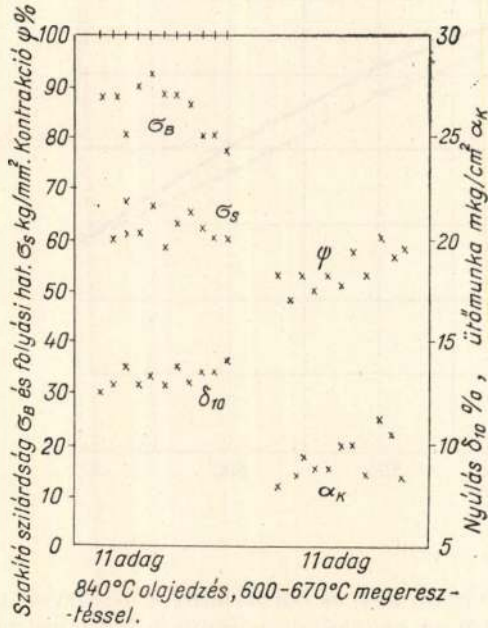
A 6. sorszámú „Mansi“ acélok Mn-al és Si-al ötvözött acé-



12. ábra.

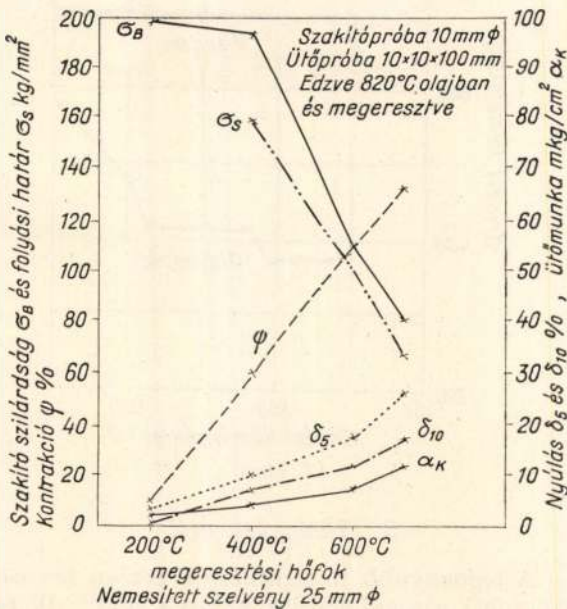
lok. A 12. számú ábra egészen lágy acélt mutat, amelyet főleg lemezek készítésére alkalmazunk. Nagyon jól hegeszthető ez az acél.

A 13. számú ábra az I. számú táblázatban megadott vegyi összetételű adagból készült 11 különböző gépszerkezeti alkatrész nemesítés utáni szilárdsági tulajdonságait mutatja. Az edzés mind a 11 alkatrésznél 840 C°-ról történt olajban, a megereztés az alkatrész mérete szerint 600—670 C° között. Látható, hogy a gyakorlatban milyen szép eredményeket sikerült elérni mind a 11 alkatrésznél. A szóródás nagyon kis határok között volt tartható. Az acél szívóssági tulajdonságai jók.



13. ábra.

A Mansi acélokat egyszerűbb szerkezeti alkatrészek gyártásához használhatjuk, amelyek inkább húzásra vannak igénybevéve. Alkalmos anyaga a vonókészülékeknek, horgoknak stb. is.



14. ábra.

A 7. sorszámú „Sicro“ acél alkalmas közepes igénybevételeknek kitett alkatrészek gyártásához 100—110 kg/mm szakitószilárdság alatt. A 14. számú ábra nemesített szilárdsági tulajdonságait mutatja. Normalizálva alábbi szilárdsági tulajdonságai vannak (800 C°-on norm.) :

$$\begin{aligned} \sigma_B &= 98,8 \text{ kg/mm}^2 & \delta_{10} &= 13,6\% \\ \sigma_S &= 58,0 \text{ kg/mm}^2 & \psi &= 57,7\% \\ \delta_5 &= 19,8 \text{ kg/mm}^2 & \alpha &= 2,7 \text{ mkg/cm}^2 \end{aligned}$$

Általában nemesítve szoktuk használni.

## II. Szerszámacélok

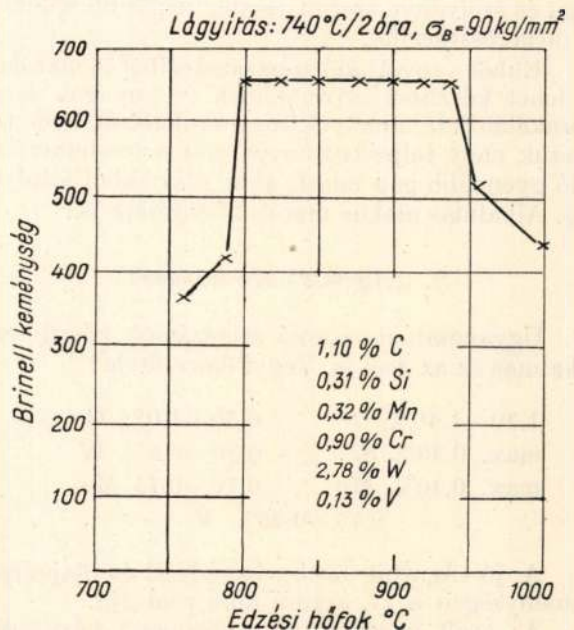
Ebben a csoportban elsősorban a Mo, azután a W mennyiségének csökkentését tűztük ki feladatul. Itt is sikerült néhány egészen elsőrendű acélt találni, amely minden további nélkül alkalmas az erősebben ötvözött Mo, illetőleg W tartalmú szerszámacélok pótlására. Néhányat a legjellegzetesebb szerszámacélokból egy-egy példa keretében mutatunk be. A közölt adatokból a szakértő már megállapíthatja, hogy alkalmas, jó acélok, amit a gyakorlat minden esetben igazolt is.

### 1. Rovátkoló szerszámacél

A régi jól bevált 5—6% W tartalmú CrVW ötvözésű rovátkoló acél helyett alkalmazható és kiváló minőségű takarékos rovátkolóacélt ad. Vegyi összetétele alábbi :

1,30—1,40% C	0,80—1,20% Cr
max. 0,30% Si	3,00—3,30% W
max. 0,40% Mn	0,10—0,20% V

Az acélt vízben kell edzeni 760—800 C°-ról. Ez olcsó hőkezelés és nagyon jó átédződést biztosít. A nagyobb szelvényeket azonban nem szabad vízben edzeni, mert káros feszültségek lépnek fel az acélban. Ilyen esetekben folyamodjunk a kombinált edzéshez. Ugyancsak ezt az edzési eljárást



15. ábra.

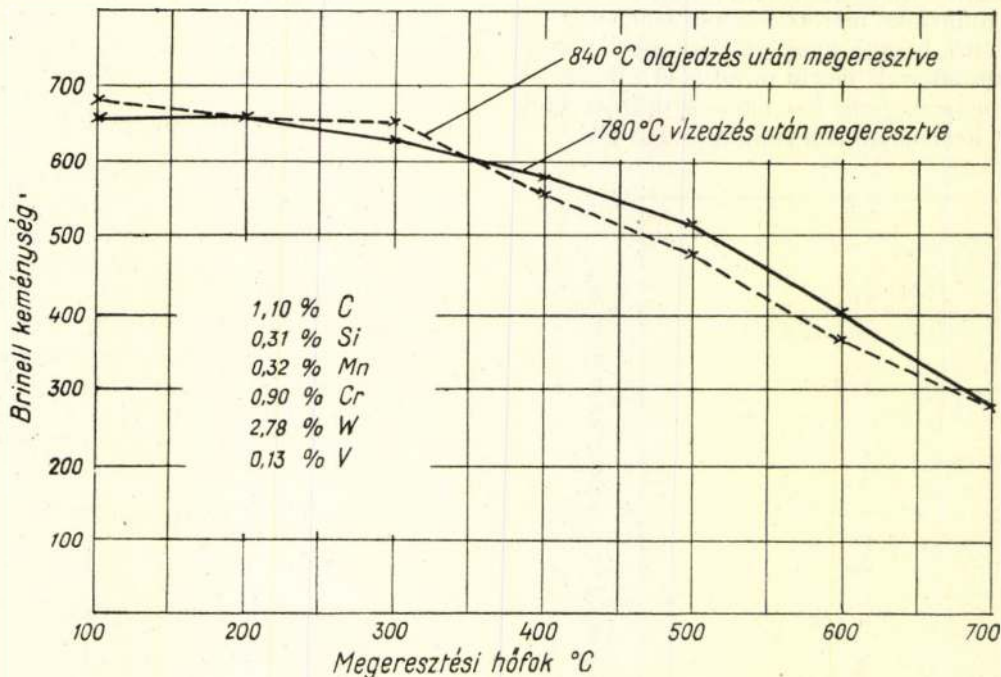
1,10% C  
0,31% Si  
0,32% Mn  
0,90% Cr  
2,78% W  
0,13% V

kell alkalmazni a bonyolult alakú szerszámoknál is.

A 15. számú ábrában egy ilyen rovátkoló takarékcél keménysége látható 760—1000 C° edzési hőmérséklet mellett. Ugyanennek az acélnek megeresztési görbét a 16. számú ábra adja külön olajedzés és külön vízedzés esetében.

használhatjuk. Így keményebb fémek, vagy más kemény anyagok mérsékelt vágósebességű forgácsolásához, marókra, gyalukra, nagyoló és simító késekre.

Alkalmas azonkívül húzógyűrűkre, menetvágókra, vésnöki szerszámokra, dörzsárakra és hideg sajtolómatricákra is.



16. ábra.

Lágyítani 740 C°-on kell 2 órai hőntartással, lehűteni pedig 600 C°-ig óránként 150 C° hőesséssel, innen kemencével együtt hűlhet le. Lágyított keménysége 253 Brinell, 90 kg/mm<sup>2</sup> szakítószilárdság.

Edzés után kifőzéssel szoktuk feszültségmentesíteni a szerszámot. A szerszám alakja, nagysága és szelvénye szerint esetleg nagyobb hőfokon is megeresztethetjük.

Ebből a rovátkáló szerszámacélból jó marókat is lehet készíteni olyan fémek és anyagok megmunkálásához, amelyek megmunkálását nem végezzük nagy teljesítménnyel akár a rendelkezésre álló gyengébb gép miatt, akár más okból kifolyólag. Alkalmas alakos marók készítésére is.

### 2. „Agathit” szerszámacél

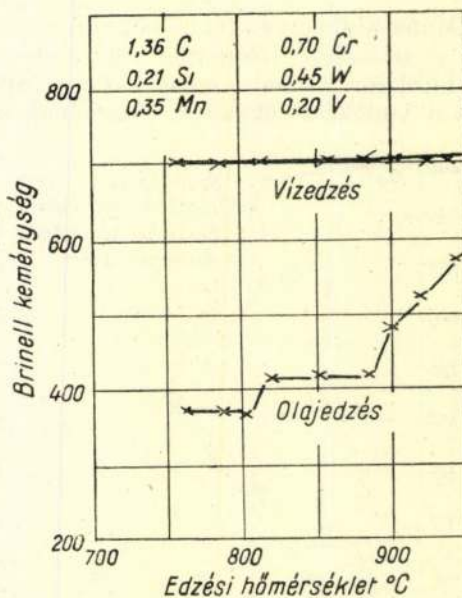
Ugyancsak rovátkoló szerszámok készítésére alkalmas ez az acél is. Vegyi összetétele:

1,30—1,40% C	0,50—1,0% Cr
max. 0,30% Si	0,30—0,5% W
max. 0,40% Mn	0,10—0,15 Mo
	0,15—0,25% V

A jó Agathit acél vízedzési és olajedzési keménységeit a 17. számú ábra mutatja.

Az acélt a rovátkoló szerszámok készítésén kívül még nagyon sok szerszám készítésére is

Kiváló kés- és borotvaanyag is. Orvosi eszközök, finom vágókések és jóminőségű borotvák készíthetők belőle.



17. ábra.

### 3. Húzógyűrű acél

A legnagyobb teljesítményű erősen ötvözött húzógyűrű szerszámacél a 12% Cr és 3% W tartalmú acél. Ennek helyettesítésére sokkal ke-

vésbé ötvözött acélt állítottunk elő, amely Cr és Mn-t tartalmaz csak. Összetételi határai előnyösen alábbiak:

1,40—1,60% C	1,80—2,20% Mn
max. 0,40% Si	5,50—6,50% Cr

Az acélt 850—900 C°-ról kell fűvott levegőn edzeni (esetleg olajban). Lágýtási hő 730—800 C°.

A végzett edzési és megeresztési kísérletek eredményeit alábbi táblázat adja (1,48 C, 0,35 Si, 1,92 Mn, 5,82 Cr):

800—940 C° olajedzéssel 682 Brinell, levegőedzéssel 654 Brinell;
960 C° olajedzéssel 555 Brinell, levegőedzéssel 514 Brinell;
1000 C° olajedzéssel 363 Brinell, levegőedzéssel 514 Brinell;
1040 C° levegőedzéssel 429 Brinell.
860 C° olajedzés, illetőleg 880 C° levegőedzés utáni megeresztés eredményei:
200 C° megeresztéssel 627 Brinell olajedzésnél, 602 Brinell levegőedzésnél;
300 C° megeresztéssel 587 Brinell olajedzésnél, 578 Brinell levegőedzésnél;
400 C° megeresztéssel 555 Brinell, olajedzésnél 555 Brinell levegőedzésnél;
500 C° megeresztéssel 461 Brinell olajedzésnél, 477 Brinell levegőedzésnél;
600 C° megeresztéssel 352 Brinell olajedzésnél, 341 Brinell levegőedzésnél.

#### 4. Süllyesztékacél műanyagok részére

A régi nagy Ni tartalmú (főleg 4,5% Ni) acélok pótlására alábbi összetételű süllyeszték takarékcélt kísérleteztük ki a bakelit és hasonló műanyagok részére:

0,35—0,50% C	2,50—3,00% Cr
max. 0,40% Si	0,20—0,40% V
	0,65—0,85% Mn

Az acélt 850—900 C° között kell olajban edzeni, megereszteni pedig 450—500 C°-on. Szakító szilárdság ekkor 110—160 kg/mm-t éri el. Megeresztés után levegőn kell lehűteni.

720 C° lágýtással 211 Brinellre, 75 kg/mm<sup>2</sup> szakszil.-ra lehet kilágýtani. 860 C° olajedzés után 100 C°-on megeresztve 578 Brinell, 450 C°-on megeresztve 429 Brinell keménységű.

Az acél alkalmas különböző fémek fröccsöntő gyártásánál alkalmazott kokillák készítésére is.

#### 5. Különleges süllyesztékacél

A 2—3% Ni tartalmú CrNiMo süllyesztékacélok nagyrészeinek helyettesítésére nagy C tar-

	C	Si	Mn	W	Cr	V
lágýabb	0,25—0,35	max. 0,30	max. 0,40	1,80—2,20	2,50—3,00	—
keményebb	0,32—0,42	max. 0,30	max. 0,40	2,20—2,60	2,50—3,00	0,15—0,25

A lágýabb kivitel jól lehet használni a 15 mm-es és ennél kisebb szelvényű idomdarabok sajtolására, a keményebb kivitel a 15 cm-nél nagyobb szelvényű idomdarabok gyártásánál.

A lágýabb lágýtási hője 720—750 C°, edzése 870—920 C° olaj;

talmú CrV acélt dolgozunk ki, amelynek összetétele:

0,85—1,05% C	3,50—4,50% Cr
max. 0,35% Si	0,35—0,45% V
	max. 0,35% Mn

Az acélt 850—900 C°-on kell olajban edzeni, vagy 900—950 C°-on vízben. Megereszteni általában 550—620 C°-on szoktuk.

Lágýtása 720 C°-on történik, amikor 253 Brinell keménységet, azaz 90 kg/mm<sup>2</sup> szakítószilárdságot érünk el.

860 C°-on olajban edzve, 2 órai hőntartással: 100 C°-on megeresztve 682 Brinell, 303 kg/mm<sup>2</sup> szilárdságot,

550 C°-on megeresztve 444 Brinell, 152 kg/mm<sup>2</sup> szilárdságot ad.

900 C°-on vízben edzve és 2 órai hőntartással: 100 C°-on megeresztve 627 Brinell, 249 kg/mm<sup>2</sup> szilárdságot,

550 C°-on megeresztve 477 Brinell, 166 kg/mm<sup>2</sup> szilárdságot mutat.

#### 6. Melegsüllyesztékacél

A legnagyobb teljesítményű 10—12% W alapú WCrMoV tart. melegsüllyesztékacélok helyettesítésére alkalmas az alábbi acél:

0,25—0,35% C	max. 0,40% Mn
max. 0,30 Si	4,50—5,00% W
2,80—3,3 Cr	0,40—0,60% V

Az acélt 980—1080 C° között olajban edzzük és 550—650 C°-on szoktuk megeresztetni. Lágýtani 780—820 C°-on kell.

1000 C° olajedzéssel és utána 2 órai hőntartással:

100 C° —400 C°-on megeresztve 495 Brinell keménységű,

500 C°-on megeresztve 477 Brinell keménységű,

600 C°-on megeresztve 444 Brinell keménységű,

650 C°-on megeresztve 385 Brinell keménységű.

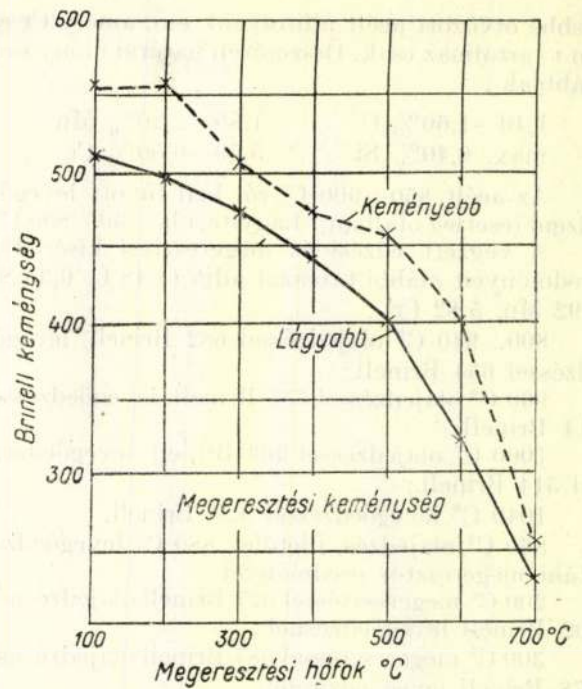
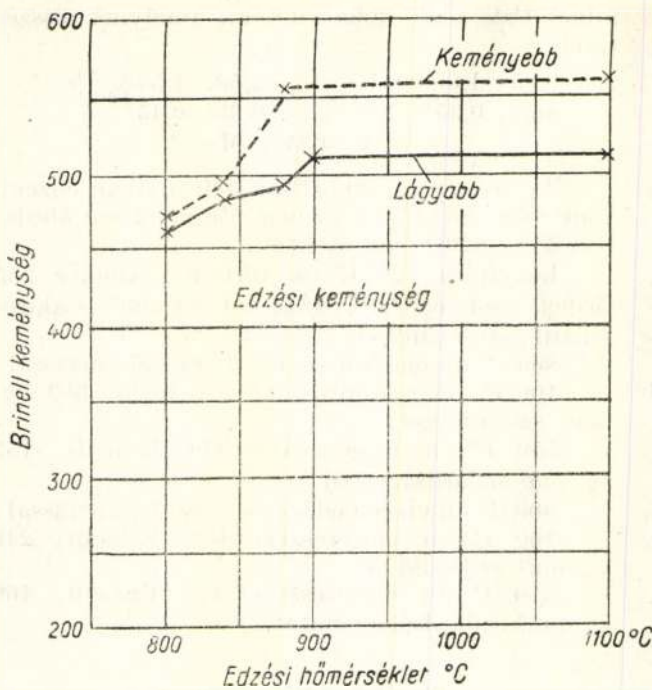
Az acélt matricákra és tüskékre lehet jól használni, de jó anyaga a fröccsöntő szerszámoknak is.

#### 7. Melegszerszámacélok

A régi, bőségesen ötvözött 5%, illetve 8%, vagy 10% W alapú különböző melegszerszámacélok helyettesítésére alábbi két olcsó szerszámacél használható:

a keményebb lágýtási hője 740—760 C°, edzése 870—920 C° olaj.

A 18. számú ábrában a lágýabb és a] keményebb kivitel edzési keménységei és megeresztési keménységei láthatók.



Lágycobb	0,28 C	Keményebb	0,40 C
	0,31 Si		0,37 Si
	0,30 Mn		0,35 Mn
	2,62 Cr		2,71 Cr
	2,02 W		2,05 W
	0,00 V		0,22 V

18. ábra.

8. Gyorsacélok

Gyorsacéloknak az eredeti 16—20% W alapú, 4—5% Cr és különböző V és Mo tartalmú régi acélok helyettesítésére alábbi két Mo nélküli jóminőségű gyorsacél vált be:

0,70—0,80% C, illetőleg 0,75—0,90% C	
4,00—4,60 Cr	4,00—4,60 Cr
8,00—10,0 W	10,0—12,0 W
1,30—1,50 V	2,00—2,50 V

Mindkét összetételű gyorsacélból jól használható, közepes teljesítményű fúrók, marók, simító- és nagyolókések, gyalukések stb. készíthetők. Jól helyettesítik a régi, nagyötvöztetésű gyorsacélokat. A hőkezelésre érzékenyebbek, de jó sófürdő és szakszerű munka eredménye mindig kifogástalan.

Edzésük 1230—1260 C°-ról történik, a megeresztés 530—560 C°-on.

Jeney kartárs hozzászólásában közölte velünk az egyik szovjet kutató által előállított takarékgyorsacél összetételét, amely csak

8% W-ot, 2,5% V-ot és 5% Cr-ot tartalmaz. Közlebbi összetételét nem ismertette. Kíváncsinos lenne az erre vonatkozó adatok megszerzése, hogy egy kísérleti adag legyártásával és a végzendő vágási kísérletekkel megismerjük annak teljesítményét. Az összetételből ítélve, annak teljesítménye fenti két takarékgyorsacél teljesítménye között felelhet.

Itt tartom szükségesnek bejelenteni, hogy egy gyengén ötvöztött gyorsacélt sikerült előállítanunk, amelynek összetétele egészen elüt az eddig alkalmazott gyorsacél összetételektől. A kísérleti adag

eddig eredményei szépek, azonban a forgácsolási kísérletek és a teljesítményvizsgálatok még nem fejeződtek be és így az adatok közlése még nem lehetséges. Ezzel a kevés ötvözőelemet tartalmazó gyorsacéllal helyettesíteni lehet majd a jelenleg alkalmazásban lévő gyorsacélok túlnyomó részét.

Fentiek közlése után szabad legyen még csatlakoznom Szücs kartárs azon véleményéhez, hogy „minél kevesebb fajtájú acélt alkalmazzunk”, mert ennek nemcsak abban az előadó által részletesen ismertett körülményben van nagy jelentősége, hogy az acélgártó programja sokkal egyszerűbb lesz, hanem abban is, hogy a gyárakban nagyon jól meg fogják ismerni a kevés acélfajtát, azoknak megalakítása, hőkezelése, hibái és gyakorlati fogásai mind ismertekké válnak, így tehát gazdaságosabban és sokkal kevesebb selejttel lesznek gyárthatók, mint a sok fajtájú acélok ma gyárthatók.

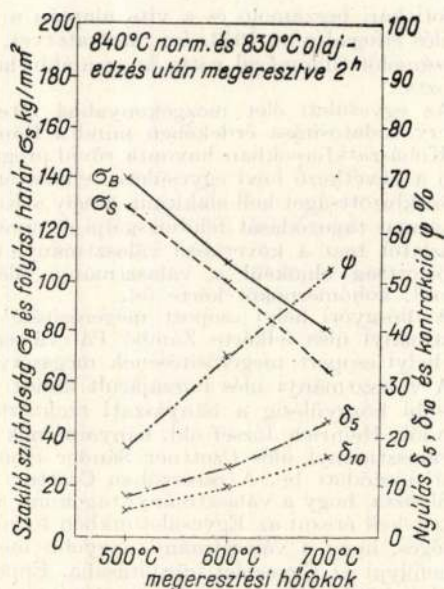
További előnye, hogy a főgyártmány egészen nagymértékű szelektálásnak vethető alá, mert a visszamaradó anyagnak sok felhasználása lévén, nagy mennyiségeket lehet belőle elhelyezni. Így a főgyártmány sokkal jobb és egyenletesebb minőségűvé válik anélkül, hogy annak gyártásánál nagyobb költség merülne fel. A szelektálás által kiesett acélok pedig gazdaságosan használhatók fel.

Szücs kartárs említette, hogy a svédek a golyóscsapágyacélt még reszelőkre is használják. Miután alkalmam volt az SKF gyár svédországi törzsgyárát egészen közelről megismerni, a magyar golyóscsapágygyártás megvalósítása érdekében



nem lesz érdektelen, ha Szücs Endrének ezt a megállapítását megerősítem és megtoldom azzal, hogy a felhasználásnak ilyen irányba való vezetését éppen a főgyártmány minősége feletti gondos őrködés tette szükségessé. Az SKF-nél a legmesszebb menő szelektálást vezették be, aminek következtében a nagyságok, típusok és igénybevételek szerinti elkülönítések mellett olyan anyagok is maradtak vissza, amelyeket a minőség fenntartása érdekében nem tartottak kívánatosnak golyóscsapágyacélra kiadni. Ezeket másképpen kellett tehát hasznosítani.

A golyóscsapágyacélt, mint szerszámacélt magam is megvizsgáltam. 1,05% C, 0,33% Si, 0,28% Mn, 1,33% Cr, 0,011% P, 0,015% S összetételű acélt 780 C°-on 2 órai hőntartással 192 Brinellre, 68 kg/mm<sup>2</sup> szilárdságra lehetett kilágyítani. 760 C°-tól edzve egészen 860 C°-ig 700 Brinell-keménységet, 340 kg/mm<sup>2</sup> szilárdságot mutatott.



Nemesített szelvény 25 mm φ  
Szakító próba 10 mm φ  
Útőpróba 10×10×100 mm

19. ábra.

Mint szerkezeti acél is használható, jó acél. A 19. számú ábrában bemutatom ennek az acélnek megevezési grafikonját, amelyből kivehető, hogy elég szívós, nemes szerkezeti acélt képviselt.

A teljesség kedvéért álljanak itt a golyóscsapágyacél lágyított és normalizált szilárdsági tulajdonságai is:

3. táblázat

	Lágyítva		Normalizálva	
	750 C°	800 C°		
σ <sub>B</sub> =	68,4	67,5	104,5	Kg/mm <sup>2</sup>
σ <sub>S</sub> =	45,2	44,5	65,0	
δ <sub>5</sub> =	26,0	26,4	14,4	%
δ <sub>10</sub> =	18,8	19,5	10,0	%
ψ =	55,1	59,1	39,2	%
H =	207	201	321	Brinell

Végezetül szabad legyen nekem is kitérnem arra, amiről már az előadó és a hozzászólók is meg-

emlékeztek, de ami olyan fontos érdeke a magyar nehéziparnak, hogy szükségesnek tartom és is le- rögzíteni véleményemet!

*Az acélt felhasználók és szerkesztők mondjanak már le végre arról a helytelen állásponttól, hogy annál jobb az acél, minél több benne az ötvözőanyag.*

Nagy általánosságban természetesen az ötvözés milyenségétől és mennyiségétől függ az acél sok tulajdonsága és így annak valamely célra való alkalmassága, vagy alkalmatlansága, de nagyon sok esetben feleslegesen nagy ötvözésű acélokat alkalmazunk még ma is ott, ahol kisebb ötvözésű acélok, sőt sok esetben tiszta C acélok is megfelelnek.

A ritkább ötvöző fémek gazdaságosabb felhasználása megkívánja, hogy minden szerkesztő és felhasználó — akár szerkezeti, akár szerszámacélokról is legyen szó — csökkentse az ötvözést legalsó fokára. Nem szükséges, hogy ezt a szintet egyszerre érje el, jobb, ha fokozatosan megy le, akkor kevesebb zökkenő léphet fel. Legyen ehhez a munkához, ehhez a kezdeményezéshez bátorsága, és ha maga gyengének érzi magát ezen a területen, hívja segítségül az acélgyártókat, akik készséggel fognak segíteni.

Ha gondos revizó alá kerül minden acélfelhasználás, akkor ki fog derülni, hogy nagyon sok helyre a tiszta C acél is megfelel, a legtöbb felhasználási helyre pedig alkalmasak a takarékcélok. Csak egészen különleges célokra kell nagyon ötvözött acélt venni.

Ne elégedjünk meg azzal, hogy felhívjuk a szerkesztők és felhasználók figyelmét a legmesszebbmenő takarékosagra és a helyes irányelvek alkalmazására, hanem megfelelő szakemberek bevonásával ellenőrizzük minden acélfelhasználást.

A szerkezeti acélok vonalán ezt természetesen könnyebb végrehajtani, mint a szerszámacélok területén, mert az előbbinél csak az egyes gépek gyártásához szükséges anyagszükségletet kell ellenőrizni, de a forgácsolóműhelyek különféle szerszámacélait már sokkal nagyobb munkával lehet csak ellenőrizni és sokkal nehezebb olyan korlátok közé szorítani, ami a leggazdaságosabb felhasználásnak felel meg. Itt gondos és részletes — műhelyek szerinti — revízió adhat csak kielégítő eredményt. Ez a revízió egyúttal tanácsot is adna a takarékcélok felhasználására, hőkezelésére, zökkenőmentes bevezetésére és minden kérdésre, amely ezzel összefügg.

### A szovjet műszaki irodalom segítségével a magyar iparnak

A Magyar-Szovjet Barátsági Hónap keretén belül az Országos Műszaki Könyvtár és az Állami Könyvterjesztő Vállalat a Budapest, VI., Sztálin-út 45. sz. alatti kultúrközpontban fenti címmel kiállítást rendezett. A kiállítás iparáganként ismerteti meg a látogatókkal a kiváló szovjet szak- könyveket, melyek 3 és 5 éves tervünk végrehaj- tásához nagy segítséget nyújtottak.

## EGYESÜLETI HIREK

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület  
1953 február 24-i választmányi ülése

A választmányi ülésen megjelent Czottner Sándor az Egyesület elnöke, Valkó Endre a MTESz főtitkára, Bocsányi János az Egyesület főtitkára, Árkos Frigyes, Bauma Viktor, Dobos György, Domony András, Felföldi Zoltán, Hegedüs Ferenc, Heinrich József, Jakóby László, Horváthy Lóránt, Kálmán Lajos, Kálmán Sándor, Lányi Béla, Lengyel András, Lomniczy Dezső, Mazalán Pál, Piukovich Sándor, Podányi Tibor, Szele Mihály, Szeless László, Székely Lajos, Vajk Artúr, Varga Ferenc, Vajk Péter, Verő József, Vécsey Béla, Zambó Pál, Dániel Lajosné.

Kimentette magát: Deniflée Sándor, dr. Geleji Sándor, Hargitay Sándor, dr. Kassai Ferenc, Kántás Károly, Martos Ferenc, Máriássy Mihály, Selmeczi Béla, Szakál Pál, Komjáthy László, dr. Gillemot László, Herczeg Ferenc.

Nem jelent meg a választmányi ülésen Ajtay Zoltán, Becker Ervin, Csepai Dezső, Csizsár Miklós, Alligander Endre, Bubits György, dr. Esztó Miklós, Georgieff D. Traján, Gerencsér József, Gyulai Zoltán, Kassai Lajos, Kerpely Kálmán, Kemény Kornél, Osztrovszki György, Sáfár László, Stoll Lóránd, dr. Szádeczky Kardoss Elemér, Szélyely Miklós, dr. Tarján Gusztáv, Tetmajer Alfréd, Tóth András, Tömösközy Jenő, Zonda Pál, Zorkóczy Béla, Zsille Lajos.

A választmányi ülés 3 napirendi pontot tárgyalt:

1. Jelentés az előző választmányi ülés határozatainak végrehajtásáról.

2. Főtitkári beszámoló.

3. Vita.

Az 1. napirendi pont keretében a főtitkár beszámolt arról, hogy a Bányászati Lapokban a páncélpajzs pályázat meghirdetése megtörtént és bányászati szakosztályunk gondoskodik arról, hogy az érdeklődők részére a szükséges szakirodalom rendelkezésre álljon. Ugyancsak beszámolt arról, hogy a tagság felszólítása következtében a január és februári tagdíj befizetési arány lényegesen javult.

Végül bejelentette, hogy Budapest Város Tanácsa Péch Antal emlékének megörökítése céljából a II. ker. Zárda-utcát Péch Antaltól nevezi el az Egyesület javaslatára.

A főtitkári beszámoló értékelte az előző választmányi ülés óta eltelt időszak munkáját és ezzel párhuzamosan előterjesztette a választmány elé az 1953. évi munkatervet. A főtitkári beszámoló döntően az üzemi és vidéki szervezetek munkájával, a szakosztályok munkájának és munkaterveinek értékelésével, valamint a Bányászati Lapok és Kohászati Lapok értékelésével foglalkozott. Ami az üzemi munkát illeti, rámutatott arra, hogy a jövőben nagyobb gondot kell fordítani arra, hogy a közvetlen üzemi problémák megoldása az egyesületi munkában nagyobb súllyal szerepeljen és ezáltal is közelebb kerüljünk az üzemek műszakijaihoz és mind jobban bevonjuk őket az egyesületi munkába. Szükséges az is, hogy a Bányászati Lapok és a Kohászati Lapok

többet foglalkozzon az Egyesület belső életével és ezáltal nemcsak formailag, hanem tartalmilag is visszatükrözze azt, hogy a lapok az Egyesület orgánumai.

A főtitkár kiemelte azt, hogy az egyesületi munkában kerülni kell a látszateredményeket és példaképpen kiemelte a Diósgyőri Kohászati Üzemek csoportját, ahol a helyi csoport titkára beszámolója keretében hangzatos szavakkal igyekezett leplezni a csoport rossz munkáját. A beszámoló kiemelte mint legjobb szakosztályt az öntődei szakosztályt, melynek jó munkája elsősorban Hargitay Sándornak, a szakosztály elnökének köszönhető.

A főtitkár beszámolóhoz Szele Mihály, Lengyel András, Árkos Frigyes, Vajk Péter, Domony András, Lányi Béla, Jakóby László, Varga Ferenc, Hegedüs Ferenc, Dobos György, Heinrich József, Horváthy Lóránd, Székely Lajos és Valkó Endre szólt hozzá.

A hozzászólók a lapok tartalmával, a vidéki munkával és az Egyesület belső munkájával foglalkoztak, de szóba került a mérnöktovábbképzési rendszer bírálata is.

A főtitkári beszámoló és a vita alapján a választmányi ülés elfogadta az 1953. évi munkatervet, a főtitkári beszámolót tudomásul vette és az alábbi határozatokat hozta:

1. Az egyesületi élet mozgékonyabbá tétele és a munkaterv tudatosítása érdekében mind a Bányászati, mind a Kohászati Lapokban havonta rövid programot kell adni a következő havi egyesületi rendezvényekről.

2. Szakbizottságot kell alakítani, amely a Kohászati Lapok hármas tagozódását felülvizsgálja és ennek alapján javaslatot tesz a következő választmányi ülésnek. A szakbizottság elnökéül a választmányi ülés Szele Mihály okl. kohómérnököt kérte fel.

3. A diósgyőri helyi csoport megerősítése céljából a választmányi ülés felkérte Zambó Pál választmányi tagot a helyi csoport megerősítésének megszervezésére.

4. A választmányi ülés hozzájárult ahhoz, hogy a legközelebbi közgyűlésig a bányászati szakosztály titkári teendőit Heinrich József okl. bányamérnök lássa el.

A választmányi ülés Czottner Sándor elnök zárószavaival fejeződött be. A zárószóban Czottner elvtárs kihangsúlyozta, hogy a választmányi tagoknak nagyobb felelősséget kell érezni az Egyesületünkben folyó életért és szükséges, hogy a választmány nagyobb mértékben tudjon befolyani az Egyesület irányításába. Éppen ezért rendkívül helytelen, hogy a választmányi tagok nagy része távol tartja magát a választmányi üléstől. Felkérte a jelenlévőket, hogy a távolmaradóknak hívják fel a figyelmüket arra, hogy a vállalt egyesületi munka kötelez és ennek megfelelően tartásuk is kötelességüknek az Egyesület vezetésében való részvételt. A választmányi ülés aktivitása azt bizonyítja, hogy az Egyesületben a kritikai szellem jó és ha ezzel a társadalmi fegyelem is párosulni fog, akkor az Egyesület jó munkát tud végezni.

B. J.

Balsay István. Acélgépjártásunk időszerű kérdései c. cikkét lapunk következő számában folytatjuk.

## A III. ORSZÁGOS ÚJÍTÓ KIÁLLÍTÁS

Lapunk zártakor, március 28-án nyílt meg Budapesten, a városligeti Centenárium Csarnokban a III. Országos Újító Kiállítás. Kohászati részének részletes ismertetésével lapunk következő számában foglalkozunk.

## VASKOHÁSZAT

Felelős szerkesztő: Vajk Péter. — Felelős kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat vezérigazgatója  
Megjelenik: 1400 pld-ban. — Szerkesztőség: VI, Rudas László-u. 45. — Telefon: 129-699.

# KOHÁSZATI

*lapok*

ALAPÍTOTTA PÉCH ANTAL 1868-BAN



**5.** SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

---

KOHÁSZATI LAPOK 8. (86.) ÉVFOLYAM 5. SZÁM 97—120 OLDAL

BUDAPEST, 1953. MÁJUS

# KOHÁSZATI LAPOK

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

Szerkesztőség: Budapest VI. Rudas László-u. 45 • Telefon: 129-696, 127-084

Венгерский Журнал Metallургии

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

Főszerkesztő: Komjáthy László • Felelős szerkesztő: Vajk Péter  
Szerkesztőbizottság: Árkos Frigyes, Deniflée Sándor, dr. Dobos György,  
Felföldi Zoltán, dr. Gillemot László, Jakóby László, Kálmán Lajos, Varga Ferenc  
Felelős kiadó: Solt Sándor

## Vaskohászat

<i>Visnyovszky László: A nyersvasgyártás koksz-szükségletének csökkentése (II. rész)</i> .....	97
<i>Balsay István: Az acélgyártás időszerű kérdéseiről (II. rész)</i> .....	108
<i>Németh Emil: A konduktív ellenállásanyagok</i> .....	116

## Öntöde:

<i>Körös Béla: Gömbgrafitos kéreghengerek gyártásának 1952. évi hazai kísérletei (II. rész)</i> .....	97
<i>Hollósi Béla: Szerszámok kezelése az öntödében</i> .....	103
<i>Csiszár Miklós: Új eljárás nagyméretű lendkerék gyártásában</i> .....	106
<i>Hammer Ferenc: Formázó homokok szemcsézetét meghatározó és ábrázoló eljárások</i> .....	111
<i>Marechal Károly: Hozzászólás Jahoda „Olvasztóberendezések a fém-öntödékben” c. cikkéhez</i> .....	117
<i>Stemmer Ferenc: Az öntödei selejt és a mintakészítés</i> .....	119
Szakosztályi élet .....	120

## Alumínium:

<i>Emőd Gyula: Nikkelmentes kovácsolható nagyszilárdságú alumínium ötvözetek</i> .....	97
<i>Domony András—Vassel K. Róbert: Bór ötvözés hatása a finomított és a kohóalumínium villamos vezetőképességére</i> .....	103
<i>Bártfai Ferenc: Savkeverék nagy Si-tartalmú ötvözetek oldására</i> .....	105
<i>Szádeczky-Kardoss Géza—dr. Benkő István: Kismennyiségű szilícium gyors meghatározása alumíniumfluoridban spektográfiai módszerrel</i> .....	105
<i>Harrach Václav: Korundolvasztó kemencék termelőképességének növelése az elektromos teljesítmény maximális kihasználásával</i> .....	110
<i>Balogh Artúr: A nomográfia új módszerének alkalmazása a metallurgiában (II. rész)</i> .....	113
Könyvismertetés .....	117

KIADJA A NEHÉZIPARI KÖNYV- ÉS FOLYÓIRATKIADÓ VÁLLALAT

Kiadóhivatal: Budapest V, Nagy Sándor-utca 6 • Telefon: 111-091  
Megjelenik havonta • Egyévi előfizetés: 36.—Ft. Egyes példányok ára: 4.—Ft

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Nemzeti Bank 61.770

# VASKOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET  
VASKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLYA FOLYÓIRATA

## A nyersvasgyártás koks-szükségletének csökkentése

VISNYOVSZKY LÁSZLÓ, a műszaki tudományok kandidátusa

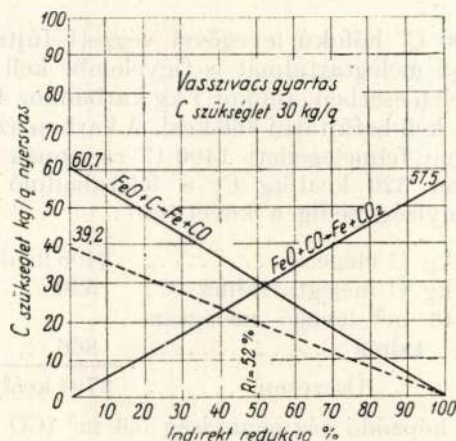
### II. RÉSZ

A direkt redukciónál CO-gáz képződik a redukció termékeként és ez a továbbiakban indirekt redukciót tud végezni mindaddig, míg a gáz összetétele az előzőekben megadott arányoknak megfelel. *Direkt redukció önmagában tehát gyakorlatilag nem létezik.* Karbon jelenlétében, vagyis a nagyolvasztóban mindig kombinált redukcióval van dolgunk. A lehetséges legkisebb karbonfogyasztás nem tiszta indirekt, hanem kombinált redukcióval érhető el. Ha a termékeket nem olvasztjuk meg, vagyis a vasszivacsgyártásnál az

Az olvasztás karbonszükséglete 100 kg nyersvas mellett 50 kg salakmennyiséget tételezve fel:

100 kg vas melegtartalma 1500°-on..	31 200 kcal
50 kg salak melegtartalma 1500°-on	20 000 „
Összesen .....	51 200 kcal

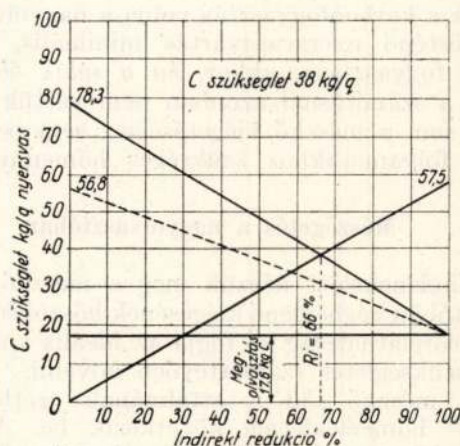
Nagyolvasztóban történő kohósításkor, 600 °C hőfokú levegőt és 200 °C torokhőmérsékletet véve figyelembe, 1 kg C után 2919 kcal hasznosítható és így az olvasztáskarbon szükséglete  $51\ 200/2919 = 17,6$  kg C/q nyersvas. A 17,6 kg karbonból, melyet a megolvasztáshoz kell elégetni, 32,6 m<sup>3</sup> CO-gáz képződik. Ennek figyelembevételével a nagyolvasztó legkisebb karbonfogyasztása, *hővesztések nélkül, 38 kg karbon*, amely eset akkor következik be, ha az indirekt redukció 66%, a direkt redukció pedig 34% (l. 5. ábra).



4. ábra

elméletileg legkisebb karbonszükséglet, 52% indirekt és 48% direkt redukciónál van és a 4. ábra szerint 30 kg C-t tesz ki 100 kg vasszivacs.

Más a helyzet, ha a folyamatot a nagyolvasztó munkamenetének megfelelően tovább visszük az olvadási és az 1500°-ra történő túlhevítésig. Az indirekt redukció esetében a karbon-elégésből származó összes hőmennyiség rendelkezésre áll az olvasztáshoz, mert maga a redukció semmi hőt sem fogyaszt, sőt elhanyagolhatóan kis mennyiséget termel is. A direkt redukciónál viszont a karbonelégésből fejlődő összes hőt a redukció vegyfolyamata fogyasztja el és így az olvasztáshoz újabb koks-mennyiséget kell elégetni.

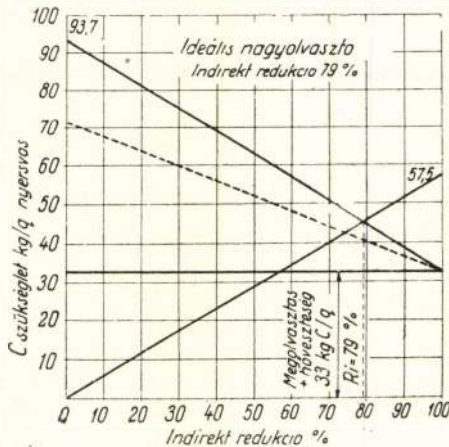


5. ábra

Nagyolvasztóban a hővesztéseket 1 q nyersvasra vonatkoztatva 45 000 kcal-ban szokták megadni. Ennek fedezésére további karbonmennyiséget, számszerűleg  $45\ 000/2919 = 15,4$  kg karbon, kell elégetni. Az ebből fejlődő CO további lehetőséget ad indirekt redukcióra, úgyhogy az indirekt redukció lehetősége megnő és a kohósítás legkisebb karbonfogyasztása 79% indirekt reduk-

ció mellett, 45 kg C értékre tolódik el a 6. ábra szerint.

A direkt redukció vegyfolyamatának karbon-szükségletét fedezheti a  $2CO = C + CO_2$  folyamatnál kiváló karbonmennyiség, ami 21%-os direkt redukció esetében 4,1 kg karbont jelent.



6. ábra

Fenti esetben tehát a nyersvasgyártás karbon-szükséglete a következő tételekből adódik össze :

100 kg vas és 50 kg salak megolvasztása	17,6 kg C
hővesztés	15,4 kg C
redukció (direkt + indirekt)	
(12,5—4,1)	8,4 kg C
Összesen	41,4 kg C
A nyersvas C-tartalma	3,6 kg C
Összesen	45,0 kg C

Az összkarbon-szükséglet tehát 45 kg/q nyersvas, ami megfelel 56 kg 80% karbontartalmú koksznak.

Ez a karbonfogyasztás volna a nagyolvasztóban történő nyersvasgyártás minimális, illetve ideális fogyasztása, akkor, ha a salak 50 kg/q. Ennél a számításnál azonban nem vettük figyelembe sem a mészkelet kiégetéséhez, sem pedig az egyéb folyamatokhoz szükséges hőmennyiséget.

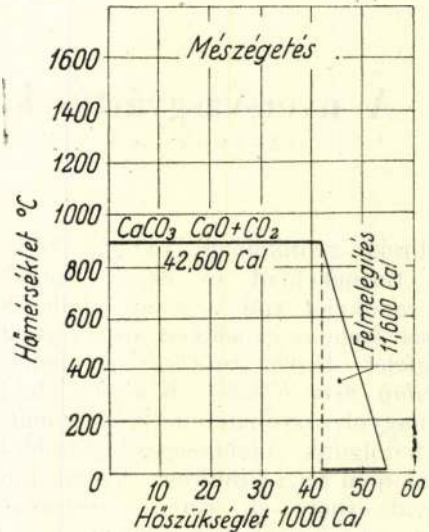
### Mészégetés a nagyolvasztóban

Mindenekelőtt nézzük meg a mészkelet nagyolvasztóban végbemenő kiégetésének hőszükségletét, mert előreláthatólag ez fogja az ideális kohósítás kokszzükségletét számottevően növelni.

A mészkelet  $CaCO_3$ -tartalmának szétbontása  $900\text{ }^\circ\text{C}$  hőmérsékletnél következik be. A szétbontás hőszükséglete 42 600 kcal/q mészkelet, ezt a hőmennyiséget tehát  $900\text{ }^\circ\text{C}$ -on kell a mészkelettel közölni, miután a mészkeletet  $900\text{ }^\circ\text{C}$ -ra átmelegítettük. A  $900\text{ }^\circ\text{C}$ -ra történő fölmelegítés hőszükséglete 11 600 kcal, ahol azonban csak CaO fölmelegítését vettük figyelembe, mert a  $900\text{ }^\circ\text{C}$ -nál távozó  $CO_2$  melegét leadja a fölmelegítendő anyagnak. A mészégetés hőszükségletét a hőfok függvényében a 7. ábra szemlélteti.

Ahhoz, hogy megállapíthassuk a mészkelet kiégetésének tényleges hőszükségletét, meg kell

vizsgálni a *hőközlés folyamatát*. A nagyolvasztóban a hőt karbonnak CO-vá történő elégetésével állítjuk elő. 1 kg karbonnak hideg levegővel végzett elégetésénél 2408 kcal válik szabaddá. ( $CO_2$ -vé történő elégésnél 8080 kcal képződne, de az előzők szerint a redukció miatt nem termelhetünk  $CO_2$ -gázt, mert ennek jelenlétében a redukció nem menne végbe, sőt a redukálódott vas is visszaoxidálna. Éppen ezért a nagyolvasztóban a karbon elégetése csak CO-vá lehetséges.)



7. ábra

$600\text{ }^\circ\text{C}$  hőfokú levegővel végzett fűjtatásnál a levegő melegtartalmát is figyelembe kell venni, mely jelen esetben, amikor 1 kg karbonhoz 4,46 m<sup>3</sup> levegőt kell befűjtatni 866 kcal. A karbon az elégés előtt már fölmelegedett  $1400\text{ }^\circ\text{C}$ -ra, ennek melegtartalma 520 kcal/kg C, a felszabaduló összes hőmennyiség pedig a következő :

1 kg C elégése	2408 kcal
1 kg C melegtartalma	520 ,,
4,46 m <sup>3</sup> levegő melegtartalma	866 ,,
Összesen	3794 kcal/kg C.

A képződő gázmennyiség 5,4 m<sup>3</sup> ( $CO + N_2$ ). Az elméleti égéshőmérséklet  $1995\text{ }^\circ\text{C}$ .

A 3794 kcal hőmennyiségből a kokszelegetéséhez 520 kcal-t kell felhasználni, úgyhogy a *hasznosítható hő* 3274 kcal/kg C. Ezt a hőmennyiséget azonban csak akkor hasznosíthatjuk, ha a gázokat  $0\text{ }^\circ\text{C}$ -ig lehűtöttük. A mészégetés hőfokán  $900\text{ }^\circ\text{C}$ -on csak az a hőmennyiség hasznosítható, melyet a gázok az égéshőmérsékletéről  $900\text{ }^\circ\text{C}$ -ig lehűlve leadnak, vagyis számszerűleg :

A gázok összes melegtartalma az égéshőmérsékleten	3794 kcal
A gázok melegtartalma $900\text{ }^\circ\text{C}$ -on	1604 ,,
$900\text{ }^\circ\text{C}$ -on rendelkezésre áll	2190 kcal

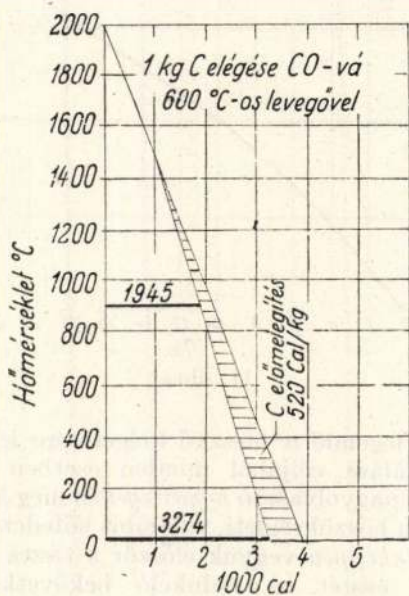
Ebből azonban 245 kcal-t a koksznak  $900\text{ }^\circ\text{C}$ — $1400\text{ }^\circ\text{C}$ -ra történő fölmelegítésére kell felhasználni

és így 900°-on ténylegesen hasznosítható hőmennyiség 1945 kcal/kg C (8. ábra).

100 kg mészkeő nagyolvasztóban történő kiégetésének karbonszükséglete tehát

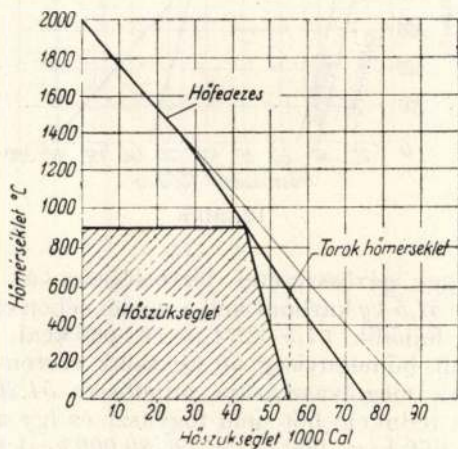
$$42\ 600/1945 = 22\ \text{kg C,}$$

ami megfelel 27 kg koksznak. Ha még a fellépő hővesztéseket is hozzászámoljuk, úgy 100 kg mészkeő kohósítása kerekén 30 kg kokszot fogyaszt.



8. ábra

22 kg karbon elégetéséből  $22 \times 3274 = 72\ 028$  kcal hasznosítható hőmennyiség fejlődik, melyből a mész kiégetésére 42 600 kcal-t, a 900°-ra történő fölmelegítésre 11 600 kcal-t, vagyis összesen 54 200 kcal-t használunk fel és így a toroknál 17 828 kcal hőfelesleg mutatkozik, ami a torokgázok hőfokát kb. 500 C°-ra emeli (9. ábra).



9. ábra

A jól vezetett nagyolvasztó torokgázainak hőfoka ennél kisebb, tehát nem mindig helytálló az a felfogás, amely szerint nyersmészkeő adagolása hűtené a torkot, sőt ellenkezőleg a torok hőfoka akkor csökken, ha mészkeő helyett égetett meszet adagolunk. Ez világos lehet abból a tény-

ből is, hogyha a mész kiégetésére nem kell külön kokszmennyiséget elégetni, kevesebb gáz képződik a medencében, ami természetesen kevesebb meleget visz az aknába, így a torokgáz hőfoka csökken.

A mészkeő adagolásának nemcsak az a hátránya, hogy külön kokszmennyiséget fogyaszt, hanem *metallurgiai szempontból is kedvezőtlen*, akkor, ha a karbonátok bomlása nem 900°-nál, hanem ennél nagyobb hőfokon következik be. Túlnagy darabos mészkeő adagolása vagy gyors járat esetén, a mészkeő a 900°-os zónán áthalad anélkül, hogy teljes egészében kiégne, a karbonátbomlás tehát nagyobb, pl. 1200°-on következik be. Az itt felszabaduló CO<sub>2</sub> a jelenlévő izzó koksz karbonjával a  $CO_2 + C = 2CO$  vegyfolyamat szerint bomlik, és részben szilárd karbon, részben tetemes hőmennyiséget fogyaszt, aminek következtében a medencében karbon, illetve hőhiány lesz. Ezt a hőhiányt csak további koksz elégetésével lehet kiegyenlíteni. Gyorsjáratú kohóknál tehát az égetett mész adagolásnak a kokszfelhasználás szempontjából igen nagy jelentőséget kell tulajdonítani, már csak azért is, mert a mészkeő kiégetése bizonyos darabnagyságon felül hosszabb időt vesz igénybe, mint az ércek redukciója. Ezzel kapcsolatban érdemes vizsgálat tárgyává tenni azt, hogy az elérendő áthaladási idő mellett *milyen legnagyobb mészkeőszem nagyság engedhető meg* ahhoz, hogy a mészkeő kiégetése 900 C°-on tökéletesen befejeződjön.

Block kísérletei szerint a mészkeő hevítéskor úgy viselkedik, mint pl. a víz. A disszociáció hőfokán (a víznél gőzölgés) a mészkeő hőmérséklete mindaddig nem változik, míg az egész tömeg fel nem bomlott. Ez azonban csak akkor áll fenn, ha nem túl nagy hőfokra és nem túl gyorsan történt a hevítés. Ellenkező esetben a nagyobb hőmérsékleten a darab külső rétege felbomlik és túlhevül, mielőtt a belsejében a kalciumkarbonát disszociálhatna. 1240°-nál a kalciumkarbonát és CaO eutektikumot képez és így, ha a mészkeövet túlnagy hőmérsékletre hirtelen felmelegítjük, a külső réteg kiég ugyan, de a közepe, mint CaO-CaCO<sub>3</sub> eutektikum olvad meg. Az eutektikum kb 50% CaO-t tartalmazhat. Az olvadékból a CO<sub>2</sub> később kiválik és a medence nagy hőfokán a  $CO_2 + C = 2CO$  folyamatnak megfelelően C-t és kalória-mennyiséget fogyaszt. Fontos tehát, hogy a kiégetés 900 C°-on, vagy ennél nem lényegesen nagyobb hőfoknál következzen be.

A mészkeő kiégetésének idejét két részre oszthatjuk. Az egyik a 900°-ra történő felmelegítés, a másik pedig a 900°-on végbemenő disszociáció ideje. A felmelegítés idejének meghatározásánál a következő képletet vehetjük alapul:

$$Q = F(t - t_1) \cdot K \cdot \text{idő,}$$

ahol a Q a mészkeődarab melegtartalma 900 C°-on,  $t - t_1$  az a hőfokkülönbség, ami a hőátadó és átvevő anyag között fennáll,

F a hőátvevő felület,

K a hőátadási tényező, amelynek értéke

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha} + \frac{\delta}{\lambda}}$$

$$A \text{ felmelegítés ideje} = \frac{Q}{F(t - t_1)K}$$

A mész- és füstgáz között  $\alpha = 8$ ,  
 A mész hővezetőképessége  $\lambda = 2$ ,

A falvastagság  $\delta =$  a mészgolyó sugara.

$K$  értékei a különféle mészgolyó-nagyságonál a következők:

$\varnothing$	$K$
200 mm	5,6
100 „	6,67
50 „	7,30
10 „	8,—

Ezeknek az értékeknek a felhasználásával a mész 900°-ra történő felmelegítésének ideje:

200 mm $\varnothing$ -jú golyónál	9 óra 50 perc
100 „ „ „	4 „ 10 „
50 „ „ „	1 „ 50 „
10 „ „ „	20 „

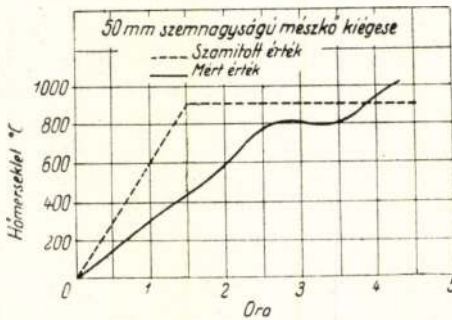
A karbonát bontásának idejét ugyanezzel a képlettel kiszámítva, úgyhogy a  $Q$  helyére a diszociációs hőt helyettesítjük be, az értékek a következőnek adódnak:

200 mm $\varnothing$ -jú golyónál	14 óra 15 perc
100 „ „ „	6 „
50 „ „ „	2 „ 30 „
10 „ „ „	30 „

A felmelegítés és kiegészítés együttes ideje:

200 mm $\varnothing$ -jú golyónál	24 óra
100 „ „ „	10 „ 10 perc
50 „ „ „	4 „ 20 perc
10 „ „ „	1 „

Ezek a számított értékek elég jól egyeznek a kísérletileg mért eredményekkel (l. 10. sz. ábra).

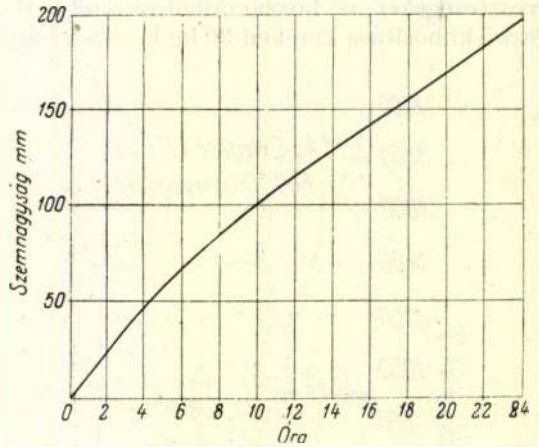


10. ábra

Nagyobb hőmérsékleten természetesen gyorsabb a kiegészés, de ez az előzőekben mondottak szerint a nagyolvasztó koksztfogyasztása szempontjából hátrányos. A mész szem nagyságát tehát úgy kell megválasztani, hogy a kiegészés 900°-on menjen végbe.

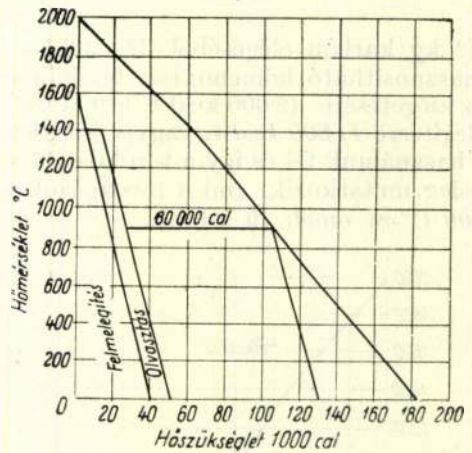
A nagyolvasztóban átlagosan 5 óránál nem számolhatunk hosszabb idővel, a 900°-ra történő felmelegítés és mészkiégetésnél. Ebből következik, hogy a mész szem nagyságának 50–60 mm-nél semmiesetre sem szabad nagyobbak lennie (11. ábra).

Sokat vitatott kérdés, hogy a nagyolvasztóban van-e elegendő hőfelesleg a salakképzéshez adagolandó mész kiégetésére, vagy pedig erre a célra külön kokszt kell elégetni. A kérdést pontos számítások nélkül eldönteni nem lehet. Kétségtelen, hogy vannak olyan esetek, amikor a hő-



11. ábra

felesleg elegendő a mész kiégetésére is. Ennek megvizsgálása céljából minden esetben fel kell állítani a nagyolvasztó hőmérlegét és meg kell szerkeszteni a hőszükségleti, valamint hőfedezési ábrákat. Példaképpen vegyük először a tiszta indirekt redukció esetét. A redukció bekövetkezéséhez



12. ábra

szükséges gázösszetétel biztosítására az előzők szerint 57,5 kg karbonat kell a medencében elégetni. Ebből fejlődik  $57,5 \cdot 3274 = 188\,000$  kcal. A felhasznált hőmennyiség 50 kg salak esetén a vas és salak megolvasztására mindössze 51,200 kcal, mert a redukció hőt nem fogyaszt és így a mészkiégetés hőfokán, 900°C-on kb. 80 000 kcal hőfelesleg van, amivel kerekén 190 kg mészkiégethető. Ebben az esetben tehát a mészkiégetése és égetett mész adagolása teljesen felesleges volna. Megjegyezzük azonban, hogy fenti számításnál a hővesztéseket nem vettük figyelembe (l. 12. ábra).

Tiszta direkt redukció esetén 39,2 kg karbonat égetünk el és a képződő hőt 1100°C-nál a redukció



hőszükségletének fedezésére mind felhasználjuk, úgyhogy már az olvasztáshoz is külön karbont kell elégetni. Az olvasztáshoz elégetett karbónból fejlődő CO<sub>2</sub>-gáz már végez indirekt redukiót, vagyis az előzőekben tárgyalt azt az esetet kell figyelembevenni, amikor 66% indirekt redukió-nál az ideális karbon-fogyasztás 38,3 kg és ebből a medencében levegővel ténylegesen elégetett mennyiség, vagyis a hőfejlesztéshez szolgáló karbon 31 kg. Ebből a 31 kg-ból  $31 \cdot 1945 = 602\,000$  kcal 900 C°-on hasznosítható hő fejlődik. A kohósítás hőszükséglete 900 C° felett (felmelegítés, direkt redukió, megolvasztás) összesen 51 700 kcal, vagyis 900°-nál 8500 kcal hőfelesleg marad, amivel 20 kg mézskő égethető ki. Amennyiben a salakképzéshez ez a mézskőmennyiség elegendő, úgy az égetett mézskő adagolásnak nem volna kalórikus előnye. Tekintve azonban, hogy a 900°-nál távozó CO<sub>2</sub> megváltoztatja a gázatmoszféra összetételét, aminek következtében az indirekt redukió nem mehet az ideális esetnek megfelelő mértékben végbe, ismét a direkt redukió lép előtérbe, ami többlet kokszfogyasztáshoz vezet és így a minimális kokszfogyasztást csak égetett mézskő adagolással érhetjük el. *Más szóval, gyakorlati esetekben a mézskő kiegészítésére mindenkor külön kokszt kell a nagyolvasztóban elégetni*, kivéve azokat a különleges gyártásokat, pl. ferromangán, ferroszilícium, ahol az indirekt redukió nem játszik szerepet.

Nagyüzemi és éveken át végzett folyamatos gyártásnál beigazolódott, hogy ha 100 kg mézskő helyett ennek megfelelő mennyiségű égetett mézskő adagolnak, a koksztartalmat 30 kg/100 kg mézskő.

A jelenlegi hazai nyersvasgyártásunknál 100 kg nyersvashoz 50 kg mézskövet kell adagolni; égetett mézskő adagolással tehát mind elméleti alapon számítva, mind a külföldi tényleges eredmények alapján, kb. 15 kg koksztartalomra számíthatnánk minden q nyersvas után. Ez évi 1 millió t nyersvas gyártásánál 150 000 t koksztartalmat jelentene.

E. Baumgarten szerint (Stahl und Eisen 1934. 500. old.) az égetett mézskő adagolásának előnyei tartós üzemben mutatkoznak, tehát néhány napos kísérlet nem ad végleges eredményt. Kladnón a fajlagos koksztartalmának égetett mézskő adagoláskor 1039 kg/t-ról 868 kg/t-ra, vagyis 16%-kal csökkent. (Stahl und Eisen 1938. évf. 857/65. old.)

A kladnói dokumentáció alapján az égetett mézskővel történő kohósításra vonatkozólag az alábbi következtetéseket vonhatjuk le.

Nagy szerepet játszik az égetett mézskő keménysége és darabnagysága. A puha mézskő részben elporlódik és nedves ércelegynél hidroxiddá alakulhat át, amelyből a torokgázok CO<sub>2</sub> tartalmának hatására az aknában ismét karbonát képződik, tehát a továbbiakban nem mint égetett mézskő, hanem mint karbonát szerepel, vagyis ugyanaz a helyzet, mintha mézskövet adagoltak volna. Éppen ez ok miatt az égetett mézskő adagolással végzett kísérletek nem mindenütt hozták meg a várt eredményt. A nagyolvasztóba adagolandó mézskőnek keménynek kell lennie, az ilyen mézskő

gyors áthaladási idővel, nagy hőmérsékleten égethető. Az így égetett mézskő porladási vesztesége nem több 10%-nál és ez a por is előnyösen felhasználható a Greenealt-rendszerű zsugorító berendezéseknél. A kladnói üzemben a torokgáz hőfoka égetett mézskő adagolásakor nem változott. A használt mézskő szemnagysága 50—150 mm, 10—15% CO<sub>2</sub>-tartalommal.

A mézskőégetés természetesen költségekkel jár. A költségek legnagyobb részét az égetéshez felhasznált tüzelőanyag képezi. A nagyolvasztó telepeken általában majdnem mindenütt van olyan torokgáz felesleg, amit felhasználási lehetőség hiányában a levegőbe engednek. Ha ezt a torokgázt használjuk fel a mézskőégetésre, úgy a mézskőégetés különösebb költséget nem jelent.

A kladnói mézskőégetők üzemi adatai:

egy kemence napi teljesítőképessége 150 t mézskő, tüzelőanyag felhasználás 710 m<sup>3</sup> torokgáz/t mézskő, energiaszükséglet 31 kWó/t mézskő;

munkaerőszükséglet 1 dolgozó műszakonként és kemencénként, mézskőfelhasználás 1 t égetett mézskőre 1800 kg.

### Dolomit hozagolás

Számítások szerint nemcsak égetett mézskővel, hanem mézskő helyett dolomit adagolással is lehet a nyersvasgyártásnál koksztartalmat elérni. A magnéziumkarbonát disszociációs hője ugyanis kevesebb, mint a CaCO<sub>3</sub>-é és ami ennél is lényegesebb, kisebb hőfokon, 610 C°-on történik a bomlás és így a hőmennyiséget nem 900°-on, hanem 610°-on kell közölni.

Habicht rendszerű termikus analizátorban végzett kísérleteknél azt találtuk, hogy a mézskő bomlási hőfoka 880°, a magnezit 610 C°. A dolomitnál viszont 700°-nál bomlik a MgCO<sub>3</sub> és 872°-nál a CaCO<sub>3</sub>. Ha ennek a dolomitnak kiegészítéséhez szükséges koksztartalmát számítással határozzuk meg, az értékek a következők:

100 kg dolomit felmelegítés 900°-ra	11 600 kcal
60 kg mézskőbontás 872°-on	25 400 „
40 kg MgCO <sub>3</sub> bontás 700°-on	12 200 „
Összesen..	49 200 kcal

A legnagyobb hőszükséglet 700°-on lép fel, éspedig 40 200 kcal. 1 kg karbon elégéséből 700°-on hasznosítható 2304 kcal és így 100 kg dolomit kiegészítésének karbonszükséglete 17,6 kg karbon. Ez a karbonmennyiség az elégésnél 57 500 kcal-t ad le, a felhasznált hő viszont csak 49 200 kcal, amiből a torokgázok hőfoka 278 C°. Az előző számítások szerint 100 kg mézskő kiegészítése 22 kg karbon igényelt. *A megtakarítás tehát dolomit esetében 4,4 kg karbon, vagyis 5,5 kg kokszt/100 kg dolomit.*

A nagyolvasztó salak összetétele miatt azonban valószínűleg nem engedhető meg, hogy a teljes mézskőszükségletet dolomittal helyettesítsük. Feltételezve, hogy a jelen viszonyok között a mézskőszükségletnek a fele pótolható dolomittal,

1 millió t nyersvas gyártásánál 250 000 t dolomitnak megfelelően 12 500 t kokszt volna megtakarítható, mészke helyett dolomit adagolással.

Minthogy a dolomit adagolása *semmivel sem költségesebb*, mint a mészkeé ez a megoldás tényleges gazdasági előnyt biztosít avval a további előnnyel, hogy a fajlagos koksztfelhasználás csökkenésének megfelelően a nyersvasstermelés is kb. 1,25%-kal növekszik.

További hőfogyasztó folyamatok a nagyolvasztóban a vaskarbonátok bontása valamint az ércek hidratvíz és nedvességtartalmának elgőzösítése. A vaskarbonát bomlása 500 C°-nál, tehát arány-

1 kg CaCO<sub>3</sub>:

0,56 kg CaO + 0,44 kg CO<sub>2</sub> — 425 Cal. Hőfok = 880—900 C°

1 kg MgCO<sub>3</sub>:

0,48 kg MgO + 0,52 kg CO<sub>2</sub> — 310 Cal. Hőfok = 610—700 C°

1 kg MnCO<sub>3</sub>:

0,62 kg MnO + 0,38 kg CO<sub>2</sub> — 279 Cal. Hőfok = 500—600 C°

1 kg FeCO<sub>3</sub>:

0,62 kg FeO + 0,38 kg CO<sub>2</sub> — 173 Cal. Hőfok = 500—600 C°

### Hővesztések

A nagyolvasztó hőmérlegében számottevő tétel a hővesztés. A nagyolvasztóban fellépő hővesztéseknek a koksztfelhasználásra igen nagy befolyásuk van. A tényleges hővesztésekre vonatkozó ismereteink azonban még nagyon hiányosak ahhoz, hogy számításoknál pontosan figyelembe vehessük. Általában feltételezik, hogy a hővesztések háromnegyedrésze a medencére jut. Ezért van az, hogy nagy salakmennyiséggel dolgozó kohók a hővesztésre kevésbé érzékenyek, mint a kis salakmennyiséggel dolgozók. A salak ugyanis nagyobb fajhője miatt nagy hőmennyiséget visz magával a medencébe és a túlhevített salaknak pl. 1500 C°-ról 1400 C°-ra való lehűlése fedezi a kemence hővesztésének egy részét.

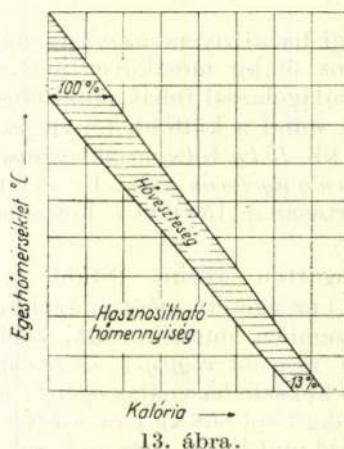
Kétségtelen, hogy a *hővesztés elsősorban az idővel* arányos, illetve az időegység alatti hővesztés adott berendezésben és adott hőmérsékleti viszonyok között állandó. Minél több nyersvasat termelünk az időegységben, annál kisebb a nyersvasra vonatkoztatott hővesztés, annál kisebb a fajlagos koksztfelhasználás. Eszerint növekvő termeléssel a koksztfelhasználásnak csökkennie kellene. Ez egy bizonyos határig így is van. E határon túl azonban ismét nő a koksztfelhasználás, ennek azonban nem a hővesztések, hanem a rosszabb indirekt redukció és a növekvő torokgáz-hőmérséklet az oka.

Újabban a hővesztéseket nem a nyersvasra, hanem a felhasznált koksztmennyiségekre vonatkoztatják. Ez mindaddig helyes, amíg a kohót azonos terheléssel járatják, vagyis azonos koksztmennyiséget égetnek el benne naponként. 1 kg kokszt 300—500 kcal hővesztéséget szoktak számolni. Ez végeredményben helyes lehet, de ha a különféle hőfokokon vizsgáljuk az értékeket, egészen más eredményeket kapunk. Az előző számításokban 450 kcal hővesztéssel számoltunk 1 kg karbon után hasznosítható 3274 kcal termelt hőre. Ez a termelt hőnek 13%-a. Kétségtelen azonban,

lag kis hőmérsékleten, a hidratvíz és nedvességkiűzés pedig még kisebb hőmérsékleten megy végbe. Ilyen hőmérsékletnél a nagyolvasztóban rendszerint hőfelesleg van, különösen akkor, ha az elegyhez sok mészkevet is kell adagolni, vagy pedig ha sok a direkt redukció, ami csak nagy hőfokon fogyaszt hőmennyiséget. Ilyen esetekben a vaskarbonát előzetes pörkölésére nincs szükség és legalábbis részben nyersen is adagolható anélkül, hogy ez többletkoksztfogyasztást eredményezne. Ilyenkor a nyers karbonát adagolása csökkenti a torokhőmérsékletet.

A karbonátok disszociációs hője:

hogy minél nagyobb a hőmérséklet, annál nagyobb a %-os hővesztés és nagy hőmérsékletnél elérheti a 100%-ot is, olyan értelemben, hogy a hővesztés az égéshőmérsékletet leszállítja annyira, hogy bizonyos hőmérsékletnél nagyobb hőfokú hőmennyiséget hasznosítani egyáltalában nem tudunk, holott elméleti számítás szerint még hőmennyiségnek kellene rendelkezésre állnia (l. 13. ábra). Ez az oka annak, hogy az elméleti égéshő-



13. ábra.

mérsékletet gyakorlatilag elérni sohasem sikerül. A hővesztés hőmérsékletek szerinti eloszlásának megállapítása még sok elméleti és gyakorlati kutatást igényel. A tényleges helyzet kiderítése valószínűleg lényegesen fogja gyarapítani azokat az ismereteinket, amelyeknek birtokában a jelenleginél jobb hőkihasználású és jobb pirometrikus hatásfokú tüzelőberendezéseket lehet majd kialakítani.

### A kokszt elégetése

Az előzőekben már röviden vizsgáltuk a kokszt elégetésekor képződő hőmennyiségek hasznosítási lehetőségét és megállapítottuk, hogy a különböző hőmérsékleteken milyen hőmennyiség hasznosít-

ható akkor, ha a koksz elégetését  $600^\circ$  hőfokú levegővel végezzük. Kétségtelen, hogy a levegő előmelegítése nagy mértékben hozzájárul ahhoz, hogy a nyersvasgyártás kokszszükségletét csökkenthetjük. Általában  $100^\circ\text{C}$  levegő hőmérsékletkülönbségnek 5 kg kokszszükségletkülönbséget adnak meg 1 q nyersvasra vonatkoztatva, vagyis  $100^\circ$ -kal melegebb levegő 5 kg kokszmegtakarítást eredményez. Az üzemben megállapított értékek azonban ettől felfelé és lefelé lényegesen eltérhetnek.

Amikor 1830-ban a kohók fújtatásánál először használtak  $150^\circ$ -os meleg levegőt, azt tapasztalták, hogy a szénfelhasználás 806 kg-ról 513 kg-ra csökkent. Ez a nagy csökkenés semmiestre sem magyarázható csupán avval a hőmennyiséggel, amit a karbonelégetéshez szükséges  $4,46\text{ m}^3$  levegő bevitt. A levegő előmelegítés hatása csak akkor világítható meg, ha az égési hőmérsékleteket is figyelembe vesszük.

A karbonnak hideg levegővel történő elégetésénél az elméleti égéshőmérséklet  $1580^\circ\text{C}$ . Ha ilyen tüzelés mellett akarunk 100 kg vasat és 50 kg salakot megolvasztani, melyeknek hőszükséglete  $1400^\circ$ -on 11 400 kcal, akkor 1 kg karbon után csak 348 kcal-át hasznosíthatunk az olvasztásra és így a karbonszükséglet  $32,7\text{ kg}$  karbon.

$150^\circ$ -ra felmelegített levegőnél az égéshőmérséklet  $1721^\circ$  és az  $1400^\circ$ -ig leadott hőmennyiség  $553\text{ kcal/kg}$  karbon, vagyis az olvasztáshoz  $20,5\text{ kg}$  karbon kell. Ez a számított érték, ahol a hővesztéseket nem vettük figyelembe arányosan, teljesen megfelel az 1830-ban gyakorlatilag talált értéknek

$$806/513 = 1,58 \quad 327/205 = 1,6$$

$1000^\circ$ -ra előmelegített levegőnél az égéshőmérséklet  $2285^\circ$  és az  $1400^\circ$  felett hasznosítható hőmennyiség  $1867\text{ kcal}$ , vagyis ilyen elégetésnél a megolvasztáshoz csak  $6,1\text{ kg}$  karbonra van szükség. Ebből a számításból világos, hogy minél jobban előmelegítjük a levegőt, annál nagyobb az égéshőmérséklet és adott hőmérsékleten annál több hőmennyiség hasznosítható, vagyis az előmelegítés hőfokának növelésével a nyersvasgyártás fajlagos kokszfelhasználása elméletileg csökkenthető. Az égéshőmérsékletet nemcsak levegő-előmelegítéssel, hanem oxigéndúsítással is növelhetjük.  $40\%$  oxigéntartalmú hideg levegőnél az égéshőmérséklet  $2480^\circ$ , tehát nagyobb, mint  $1000^\circ$ -os levegő előmelegítésénél. A kokszelégésből származó nagy hőfokon hasznosítható hőmennyiségre az oxigéndúsításnak hasonló hatása van, mint a levegőelőmelegítésnek. Míg azonban a meleg levegővel tényleges kalóriamennyiséget is beviszünk a rendszerbe, oxigéndúsításnál ez a többlet elmarad, ennek következtében  $900^\circ$  alatti hőmérsékleteken, vagyis a nagyolvasztó aknájában nagy oxigéndúsítás esetén hőhiány mutatkozhat, különösen olyan elegy kohósításánál, ahol sok a hidrátvíz és nedvesség. Ilyen esetekben oxigéndúsítással kokszmegtakarítás már nem érhető el.

Az eddigi elméleti számításoknál sok mindent nem vettünk figyelembe, pl. a levegő nedvességtartalmát, a kokszhamu elsalakítását, a távozó gáz melegtartalmát stb. Ha ezeket mind levonjuk a karbon elégetésekor keletkező hőmennyiségből,

megkapjuk a metallurgiai célokra rendelkezésre álló ú. n. hasznos meleget. Ez a hasznos hőmennyiség Krebs számításai szerint (Stahl und Eisen 1950, 358. old.)  $600^\circ$ -os levegő esetén 1 t koksz után  $1755\text{ kcal}$ , ami a termelt összes melegnek kb.  $60\%$ -a.  $50^\circ$ -os levegőhőmérsékletnél viszont csak  $132\text{ kcal}$ , vagyis kb. csak  $6\%$ -a hasznosítható hő. A többi elvész főképpen a távozó gázok melegtartalmaként, mert ilyenkor a torokgázok hőmérséklete igen nagy.

Gyakorlati tapasztalat, hogy minél kisebb hőfokú levegővel fújtatunk, annál nagyobb a torokhőmérséklet. Ez az összefüggés azonban csak kb.  $550^\circ$ -ig feltűnő, ennél nagyobb levegőhőmérsékletnél már az ellenkező eset is fennállhat.

A svéd nagyolvasztók igen kis fajlagos kokszfelhasználással, évi átlagban  $65\text{ kg}$  kokszsal termelik a nyersvasat. A levegőhőmérséklet ott  $750\text{--}800^\circ\text{C}$ . Egy külföldi kohóban, amikor a levegő hőfokát  $630^\circ$ -ról  $830^\circ$ -ra emelték fel, a kokszfelhasználás  $90\text{ kg-ról } 69\text{ kg-ra}$ , vagyis  $21\text{ kg}$ -mal csökkent. Egy másik helyen a levegő hőmérsékletének  $500^\circ$ -ról  $600^\circ$ -ra történő növelésekor a kokszfogyasztás  $14\text{ kg/q}$ -val csökkent, míg  $700\text{--}800^\circ$ -ra történt további levegőhőfok növekedésnél kokszcsökkenés már csak  $8\text{ kg/q}$  volt. A levegő hőfokának további növelésénél a kokszmegtakarítás egészen jelentéktelenre zsugorodott. Az irodalmi dokumentációkból általában azt lehet megállapítani, hogy minél nagyobb a fajlagos kokszfelhasználás, annál nagyobb befolyása van a levegő előmelegítésének az elérhető kokszmegtakarításra. Ilyenkor kívánatos tehát minél melegebb levegőt fújtatni. Ez azonban nem mindig lehetséges és gyakorlati tapasztalatok szerint a levegő hőfokának növelése nem is mindig eredményez kokszmegtakarítást. Ennek oka még nem teljesen tisztázott és valószínűleg részben a koksz minőségével, éghetőségével, reakcióképességével, részben az elegy kémiai összetételével, valamint a kohóban fellépő gázsebességekkel függ össze. Maga az a tény, hogy a levegőhőfok növelésével a torokgáz hőmérséklete csökken, valószínűvé teszi az olyan helyzeteket, amikor az akna nagy hőszükséglete miatt a torokgáz hőfokának csökkenése már nem engedhető meg. Ilyen esetben tehát a levegőhőfok növelése nem hozhat csökkenést a kokszfelhasználásban, mert a kokszot az akna hőszükségletének fedezésére kell elégetni. Amikor viszont sok Si-t és Mn-t kell a nyersvasba redukálni, vagyis a hőmennyiségre nagy hőfokon van szükség, melegebb levegő számottevő kokszmegtakarítást eredményezhet.

A levegő hőmérsékletének helyes megválasztása különösen lényeges a poros ércek kohósításánál. Általában azt tapasztalták, hogy aprószemű poros érceknél bizonyos levegőhőmérséklet túllépése csak akkor előnyös, ha egyúttal a levegőnyomást is kis értéken lehet tartani. Egyébként ugyanez áll a befújtatott levegő mennyiségére is. Az okok tisztán fizikai tényezőkre vezethetők vissza. Nagyobb hőfokú levegő térfogata is nagyobb és így növeli a befúvó nyomást, illetve az olvasztási térbe belépő levegő sebességét, ami által az égési zóna kitágul. A behozott nagyobb hőmennyiség kihat az egész anyagoszlopra, ha csak

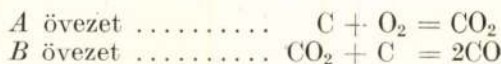
a többletmeleget több ércadagolással ki nem egyenlítjük. Ez azonban csak akkor lehetséges, ha a direkt és indirekt redukció aránya nem változik meg. Ezek a redukciók rendkívül érzékenyek a hőmérsékletváltozásokra és könnyen eltolódások állhatnak be, amihez járul még az a körülmény, hogy több poros érc esetén az anyagoszlop ellenállása még inkább megnő, s a gázáramlási viszonyok kedvezőtlenül alakulnak, ami végeredményben nem koksztmegtakarítást, hanem többlet koksztfelhasználást eredményezhet.

A nagyolvasztó fúvókái előtti égőtér fizikai viszonyainak megállapítására J. F. Elliot, R. A. Buchanan, J. B. Wagstoff igen érdekes és tanulságos kísérleteket végeztek, amelyek új megvilágításba helyezik a nagyobb levegőhőfok és nagyobb levegőmennyiség befűjtatása következtében beálló jelenségeket.

A fúvóka kémlelőnyílásán át be lehet tekinteni az égőtérbe. Itt azt látni, hogy viszonylag sötét koksztarabok „táncolnak” a levegőáramban. Az, amit látunk, nagy segítségünkre van abban, hogy megérthessük a kemence viselkedését valamely adott időpontban, de a gyorsan mozgó részecskék és az intenzív sugárzás elfedik azt, ami mélyen az övezet belsejében történik. Ennek kiderítésére gyors filmfelvétel használtak, 3000 kép/perc maximális sebességgel. Ez látszott a legjobb gyakorlati módszernek arra, hogy ezt a jellegzetesen heves mozgást a nagy fényességű térben „lelassítsák”.

Az égőtér fölött és az olvasztótér alatt is valószínűleg olyan övezetek vannak, amelyekben a kokszt viszonylag nyugalomban van. Itt a gázoknak szilárd koksztarabokból álló rétegeken keresztül felfelé kell áramolniuk a lefelé haladó folyékony salakkal és fémekkel szemben. Nincs egyszerű mód arra, hogy a nagyolvasztóban ezt az övezetet megfigyeljük, de modelleken végzett tanulmányok bizonyos segítséget nyújtottak, hogy megmagyarázzuk az övezet természetét és a szereplő folyékony anyagok áramlását irányító törvényeket.

Az egész probléma bonyolult és sokrétű, s a teljes megoldás bármilyen megközelítéséhez hosszú vizsgálatokra van szükség. A karbonnak a fúvókák előtti égése úgy látszik két övezetben megy végbe:

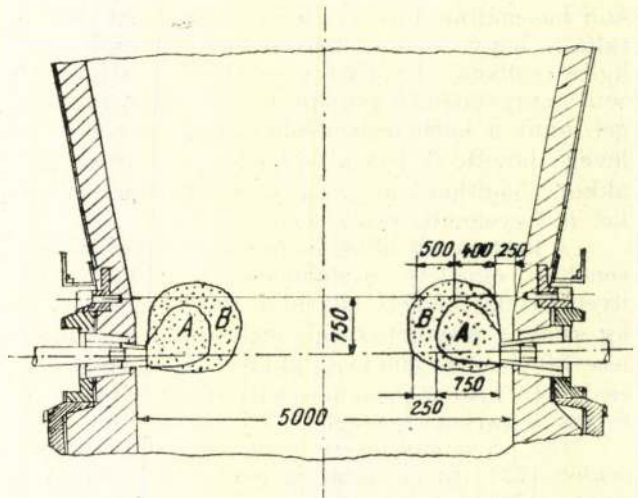


Az A övezet (14. ábra) közel van a fúvóka hegyéhez, a B övezet valamivel hátrább van; van egy átmeneti övezet is, amelyben mindkét reakció fellép.

A korszerű kohókban egy fúvóka előtt az (A) egyenlet szerint körülbelül 0,25 kg karbon fogy el másodpercenként. Hasonló mennyiség fogy a (B) egyenlet szerint is, tehát az összes fogyasztás 0,50 kg fúvókánként és másodpercenként.

Az égőtérben uralkodó hőmérsékleteknél a karbonelégségs sebességét valószínűleg a gázdifúziósebességek, a részecskék mellett eláramló levegő viszonylagos sebessége és a szabad felület (a kokszt darabnagysága) befolyásolják. A kémiai szempontok, pl. a tüzelőanyag reakcióképessége és a re-

akciósebességek valószínűleg másodrendű fontosságúak. Általában a nagyolvasztóban uralkodó hőmérsékleteknél azt találták, hogy a karbonnak levegővel való elégségs sebessége durván az abszolút hőmérséklettel arányos. Itt elég azt megjegyeznünk, hogy az égőtérben a kokszt karbon-tartalmának elégségs sebessége szigorúan az oxigénszállítás sebességének a függvénye és az égőtér nagyságát a szereplő fizikai tényezők befolyásolják.



14. ábra.

Egy sorozat nagysebességű, színes filmfelvételt készítettek több nagyolvasztó fúvókáin keresztül. A sebesség 800 és 3000 kép/perc között változott. A felvételgépet a fúvóka nyílásán át tengelyirányban állították be és ehhez különleges kvarcüveggel ellátott kémlelőnyílást használtak.

A filmen sarkos részecskék sorozatát látni, amint leesnek a fúvóka levegősugarába. Amint ezzel a sugárral összeütköznek, ez hirtelen hátrahatók őket a vizsgált terület hátsó részébe. Ezen a területen eléggé sűrűn vannak azok a részecskék, amelyek mind a felvételgéptől eltávolodnak. A kis részecskék láthatólag aránylag nagy sebességgel mozognak, a nagyobb részecskék sebessége sokkal kisebb. A levegősugárban való tartózkodási idő 50 mm nagyságú daraboknál körülbelül 0,1 sec, 5 mm nagyságú részecskéknél körülbelül 0,01 sec. Tehát a koksztelés sebessége kicsi ahhoz a koksztmennyiséghez képest, ami a fúvóka előtt mozog.

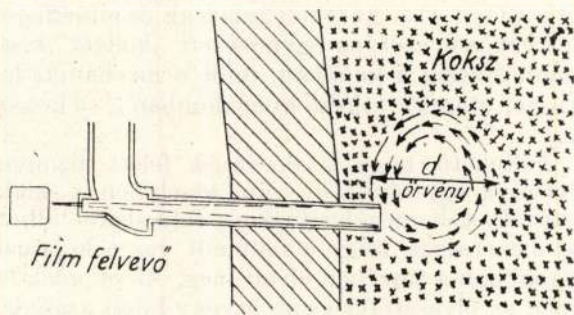
A részecskék fényessége a színesfilmen fekete és majdnem fehér között változik és gondos megfigyeléssel sem látni változást az égőtérén átvonuló részecskék fényességében. A fényesség úgy látszik a szemcsenagyság szempontjából teljesen véletlen eloszlású. A részecskék fényessége valószínűleg főleg a hőmérsékletükből származik és a fényesebbek egyszerűen forróbbak.

A filmen látható részecskék azonosítása úgy történt, hogy lefényképeztek egy tisztán koksszal töltött kemencét és a megfigyelt látóteret összehasonlították egy normális betétes nagyolvasztóval. Ehhez az összehasonlításhoz a felvételeket olyan üzemben vették fel, ahol a nagyolvasztó hosszabb

lefojtás után nem egészen 5 órája volt üzemben. A 16 fúvóka közül hat volt üzemben és a vizsgált fúvókán átmenő szél sebessége a normális működési sebességnek körülbelül 33%-a volt. Majdnem biztos, hogy ennél a kísérletnél a fúvókák előtt csak koks volt.

Mindkét film durva, sarkos részecskéket mutat és elég ritkán előfordulnak sötét, törekeny darabok is. A lefojtott és a normális nagyolvasztó képe között gyakorlatilag nincs különbség és ezért arra a következtetésre jutottak, hogy a fúvóka-övezetben a darabok nagyrésze kokszból áll. A törekeny anyag valószínűleg részben redukált ércvagy salakképző anyag.

A filmek arra is mutatnak, hogy rendszertelenül működő nagyolvasztóban a fúvókaövezetben több sötét darab jelenik meg, mint normálisan működő nagyolvasztóban. Ezek a darabok a levegősugár ütőhatására néha szétesnek és érc- és koks-darabokat szórnak szét. A sötét szín arra mutat,



15. ábra.

hogy a darab belsejének hőfoka aránylag kicsi. Az egyik magyarázat az, hogy rendszertelen működés folyamán megvan annak a lehetősége, hogy a részben megszilárdult salak körülzárjon kisebb érc- és koks mennyiséget. Ez a darab aztán hirtelen lecsúszhat az égőtérbe, még mielőtt megolvadt. Ezek a darabok néha nem törnek szét, amikor az örvénytérbe belekerülnek; mert túlnagyok ahhoz, hogy a szél körbefújja őket, ezért leülepednek a látható terület aljára és lassan elolvadnak. Az ilyen darabok képeinek gondos vizsgálata arra vall, hogy ezek a nagyolvasztóban képződött tapadványok.

A filmek megtekintése közben az a benyomás, hogy a koks részecskék hátrafelé mozognak egy elég nagy ürben, és hogy közvetlenül a mozgó részecskék mögött erősen fénylő fal van. Mélységmutató nélkül lehetetlen ennek az ürnek a nagyságát vagy a faltól való távolságát megbecsülni. Gondos megfigyeléskor azt látni, hogy a mozgó részecskék általában kissé felemelkednek, amint a szél hátrafelé fújja őket és a nagyok közül egy-néhány még felfelé is gurul, mintha valami felülkné egy ferde sík mentén. Ez az utóbbi hatás és az a tény, hogy a fúvókák előtt leeső koks részecskék egyrésze nagyon fényes, arra enged következtetni, hogy a koks egy függőleges kör mentén forog körben, és a levegősugár a kör alsó széléhez képest durván érintőlegesen helyezkedik el (15. ábra).

Nincs egyszerű mód arra, hogy a nagyolvasztó égőtérének függőleges keresztmetszetét a fúvókatenyelvek síkjában megfigyeljük. Ezért modellt szerkesztettek, hogy utánozzák a nagyolvasztónak ezt a képét.

A modell két párhuzamos, egymástól 100 mm távolságban lévő üveglemezből állt, amelyeket a két oldaluk és fenekük mentén egy fakeret tart össze. Egy 30 mm átmérőjű fúvókát úgy helyeztek el a modell egyik szélén, hogy a kiáramló levegősugár tengelye közepén legyen a két üveglemez között. A fúvóka tengelye a vízzintessel 2°-nyi szöveget zárt be. Ha a modellt megtöltötték darabos szilárd anyaggal és a fúvókából levegősugarat fújtak rá, akkor a részecskék viselkedését az üveglemezekon át meg lehetett figyelni.

Sokat gondolkoztak azon, hogy hogyan lehet a nagyolvasztó viszonyait visszatükröző modellt a legjobban elkészíteni. Először úgy látszott, hogy az összes méretet arányosan csökkenteni kell és a levegősugár Reynolds-számát változtatlanul kell tartani. Ez a hangsebességhez közelálló igen nagy sebességeket eredményez. Ezért ajánlatosnak látszott a részecskénagyságot körülbelül változatlanul meghagyni és olyan sebességeket alkalmazni, hogy a részecskék körül áramló levegő Reynolds-száma állandó legyen. Ekkor viszont el kellett fogadni azt, hogy a részecske-sugáratmértő aránya elég erősen megváltozik. Feltételezhető, hogy a részecskék legalább minőségileg hasonlóan viselkednek, akár 1:1, akár 6:1 a sugáratmértő-részecskeátmértő aránya. Az alatt a rövid idő alatt, amíg a koks részecske a fúvóka levegősugarában marad, úgy látszik, hogy a nehézségi erőkhöz képest a sugár által kifejtett erők vannak túlsúlyban.

A hasonlóság problémáját leegyszerűsítette volna, ha kokságyat használnak, de ez kísérletileg, főleg fényképezési korlátozások következtében nem volt lehetséges. Ehelyett tölgyfakockák-ból álló ágyat használtak, ami körülbelül megfelelt a nagyolvasztó égőtérében megjelenő koks darabnagyságának. A tölgyfakocka térfogatsúlya kb. azonos a koks darabéval.

A kísérletnél megfigyelték, hogy bizonyos áramlási sebesség alatt a tölgyfarészecskék nem mozdulnak. A levegősebesség növekedésével egy kritikus ponton túl a részecskék az éleiken és sarkaikon mozogni, billegni kezdenek. Kissé nagyobb sebességnél a részecskék turbulens mozgásba jönnek és még nagyobb sebességeknél egy ür képződik, amelynek keresztmetszete durván kör alakú és a levegősugár az alsó szélét érinti. Az ür külső szélé mentén nagysebességű részecskékből örvény alakul ki.

Ezeket a részecskéket a levegősugár elkapja és hátrafelé meg felfelé viszi magával, mivel az aktív övezet körül lévő, sűrűn megrakott ágy eltéríti a levegősugarat az útjából. A részecskék végighaladnak az övezet tetején, ahol a levegő eltávozik és a fal mentén ismét leszállnak és belekerülnek a levegősugarba. Az örvény folytonosan kicseréli a részecskéket a szomszédos ággal.

A levegő az örvényből felfelé egy akkora övezet át távozik, aminek hossza egyenlő a levegő-

sugárnak az ágyba való teljes behatolási hosszúságával, szélessége a modell egész szélessége. *A levegőáramlás növekedésével a sugár gyorsan megnöveli a körbenforgó övezet átmérőjét, mert bejárja magát a tömören megtöltött ágyba.* A minimális áramlási sebesség felett, amelynél teljes örvény képződik, ez az övezet adott áramlási sebességnél gyorsan stabilizálódik és reprodukálható.

Ez a modell nem tükrözi vissza pontosan a nagyolvasztó égőterében uralkodó körülményeket, mivel lényegileg nem háromdimenziós, hanem két-dimenziós, és ezenkívül nem szemlélteti azt a befolyást, amit az égés fejt ki a gáztérfogatra és sebességre az igazi nagyolvasztóban. Mégis sok hasonlóság van a nagyolvasztó fúvókáján át felvett gyorsfelvételek és a modelltől készült felvételek között. *Ezért úgy látszik, hogy bizonyos minimális szélesség fölött a nagyolvasztóba a fúvókák előtt a koks egy elég nagy űrben körben forog.*

A különböző vizsgálatok eredménye azt mutatja, hogy modern nagyolvasztókban a fúvókák előtti örvény teljes szélerősségnél körülbelül 1 m átmérőjű.

Az örvény nagysága és a sugáron átáramló levegő összefüggésének megállapítására két gondolatmenet lehetséges, az egyik az energia megmaradásának, a másik a nyomaték megmaradásának elve alapján.

Az elsőnél feltesszük, hogy a levegősugár kinetikai energiája elfogyott, mivel a gázok aránylag lassan hagyják el az örvényt. Ez összefüggést ad az örvény átmérője és a sugárban a kinetikai energiafogyasztás sebessége (energiaszóródás) között. Vagyis:

$$d = f \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{Q}{t} \cdot v^2 \right),$$

ahol  $d$  = az örvény átmérője,  $Q$  = a  $t$ -idő alatt belépő levegőtömeg,  $v$  = a levegő lineáris sebessége,  $f$  = függvény.

Az örvénynagyság összefüggéseinek megállapítására a második módszer a nyomaték megmaradásának az elvén alapul. Lehet, hogy az örvény átmérőjét a levegősugárnyomatéknak és az ellenkező erőnek a viszonya szabja meg. Ez az ellenkező erő a nyomásnak és az örvény felületének a szorzata. Ekkor

$$d = f \frac{F \gamma v^2 0,75}{p},$$

ahol  $F$  a levegősugár területe,  $\gamma$  a levegő faj-súlya,  $v$  a levegő sebessége,  $p$  az uralkodó nyomás.

Ezek alapján azonban nem könnyű azt megállapítani, hogy az örvény átmérőjének (vagyis a kohóba való szélbehatolás mélységének) a meghatározására melyik módszer a legjobb. Egyik módszer nem veszi figyelembe az örvényben lévő anyag szemcsenagyságát, már pedig egyes adatok arra mutatnak, hogy ezt nem szabad elhanyagolni, bár nem könnyű dolog a nagyolvasztó-örvényben lévő koks szemcsenagyságát sem megbeesülni. A modell és a kohó közti további különbség az égés és a megfelelő energiafelszabadulás. Az égési energia legnagyobb része az örvényben szabadul fel és valószínűleg megfelelő hatást is fejt ki.

Nem tudunk még semmit arról, hogy a kohóban két szomszédos fúvóka között milyen viszonyok uralkodnak. A filmfelvevőgépnek csak 3°-os látótere van, tehát a látás vonala közvetlenül a fúvókák előtti térre szorítkozik. A modell mechanikailag aktív övezetének vékony függőleges sávja nem ad felvilágosítást az örvény szélességére vonatkozólag. Ezért további adatok megszerzéséig csak találgathatunk, hogy vannak-e aránylag nyugalomban lévő koks „oszlopok” a szomszédos örvények között.

A kémiai aktív égőtér valószínűleg a mechanikailag aktív téren túl terjed. Az örvényt kétségtelenül  $O_2$ -ban és  $CO_2$ -ban dús gázok foglalják el; tehát a mechanikailag aktív övezet kedvez a  $C + O_2 = CO_2$  folyamatnak (14. ábra). A gáz nagyrésze gyorsan felfelé áramlik, de egy része oldalirányban be kell hatoljon a környező kokságyba, mivel a fúvókaövezet nyomása valamivel nagyobb, mint a környezetéé. Ezek a gázok karbont fogyasztanak a környező ágyban. Ez megfelel a  $CO_2 + C = 2 CO$  folyamatnak és ennélfogva a közömbös övezet, az úgynevezett „holttér” kissé beljebb fekszik a kohóban, mint a mechanikailag aktív tér után következő nyugalomban lévő kokságy.

Feltehető, hogy az örvények felett bizonyos távolságra egy olyan öv van, amelyben a salakképző alkotók megolvadnak és folyadékok alkotnak. Lehetséges, hogy a redukált vas a kohónak ugyanabban a részében olvad meg. Az olvadék lecsöpög az olvasztótér és az örvény közti aránylag nyugalomban lévő koksra át. Ebben az övezetben tehát forró gázok haladnak át a darabos szilárd anyagokból álló rétegen a lefelé haladó folyadékkal szemben. Ebben az elképzelésben nincs semmi feltevés arránézve, hogy az örvény teteje és az olvasztó övezetek között milyen távolság van. Egy kis, lassan kioltott kohóban azt találták, hogy az olvadás a fúvótér közelében következett be. Nem alkalmaztak azonban korrekciót arránézve, hogy az örvények összeestek, amikor a szelét lezárták és hogy a kioltás első részében némi olvadt anyag lejjebb folyhatott. Ezért a kioltott kohó állapotából csak bizonyos óvatossággal lehet következtetni az üzemben lévő kohó fúvókaterének viszonyaira.

Azok a kísérletek, amiket megtöltött abszorpciós tornyokban felfelé áramló gőzzel ellenárammal szemben mozgó folyadékkal végeztek, arra mutatnak, hogy az ilyen típusú rendszer változó áramlási feltételek mellett simán dolgozik, amíg egy kritikus állapotot el nem ér. Ezen a ponton a folyadék már nem áramlik simán lefelé az oszlopban, hanem a töltet közeiben megáll és visszafelé is áramolhat, vagyis az oszlopot elárasztja.

Tegyük fel, hogy a nagyolvasztóban az áramlási viszonyok közvetlenül az örvény feletti kokságyban ugyanazok, mint az abszorpciós toronyban. Gondoljuk meg, hogy mi történhetne, ha a folyadék adott áramlási sebességénél elérnők a gáz kritikus felfelé áramlási sebességét. Ekkor a folyékony fém és a salak, ahelyett, hogy a kokságy csatornáin át lefelé folyana, megáll a kokságy közeiben. Ha a gázáram elég erős, akkor egyik

vagy mindkét folyadék egyes helyeken visszafelé is áramolhat. Az oszlopban az olvasztótér közelében jelentős hőfokkülönbség van és hidegebb részekbe felfelé mozgó folyadékok a koksztartalom üregeiben megdermednek. Ez nagymértékben csökkenti ezeknek a helyeknek a gázáteresztőképességét és így a normálisan erre áramló gázok másfelé kényszerülnek és azoknak az utaknak is az elárastását és eldugulását okozzák, ami erre felé is megszakítja a gázáramot. Az egész folyamat nem stabil, és ha egyszer elindult, akkor mind tovább fejlődik. Könnyen elképzelhető, hogy valamilyen rendellenesség következtében a szélnyomás megnő, az oszlop megakad és az üzem rendszertelenné válik, zuhanások lépnek fel. Szélsőséges esetekben az egész kohón át egy áthatolhatatlan réteg képződhet, ami a termelést megszakítja. Az akadozások tehát ilyen jelenségekre is visszavezethetők.

Az ilyen fennakadás matematikailag négy tényező szorzatából áll. Az első, lényegileg a gázsebesség, a második a részecskék darabnagyságával összefüggő tényező. Mivel a részecskék felülete gyorsan nő, ha a nagyságuk csökken, ez a tényező érzékeny a darabnagyság kismértékű változásaira. A harmadik tényező a szereplő gáz és folyadék fajsúlyának viszonya. A negyedik a folyadék viszkozitása.

A nagyolvasztóban az elárastási feltételeket úgy foglalkozhatjuk össze, hogy az elárastási hajlandóságot növeli a nagyobb gázsebesség, a viszkozusabb salak és csökkenti a nagy, egyenletes nagyságú kokszt.

Nyilvánvaló, hogy az elárastást befolyásoló tényezők és a kohók fennakadását befolyásoló tényezők közt feltűnő a megegyezés. Ezért azt mondhatnánk, hogy a fennakadás gyakran jár együtt a kohó olvasztótér alatti koksztoszlop elárastásával. Ezt azonban nehéz közvetlenül bebizonyítani. Közvetlen bizonyítékokat a modellek alkalmazásával kaphatunk.

A fennakadás jelenségét úgy reprodukálhatjuk, ha meleg levegőt fújunk át egy viaszrészecskével és semleges töltőanyaggal, pl. üvegyöngyökkel megtöltött oszlopon.

Kis levegősebességeknél a megolvadt viasz lefolyik az oszlopon. A levegősebesség emelkedésekor a kritikus értéknél a viasz már nem folyik le simán, hanem a gyöngyök közti üregekben megáll és kissé nagyobb sebességeknél visszafröcsköl az ágyban felfelé és megdermed. Így nagy át nem eresztő viasz- és üvegyöngyömegek képződnek. Ha egy kis rög egyszer kialakult, akkor erősen hajlamos arra, hogy tovább növekedjék, valószínűleg azért, mert a levegősebesség a csőnek abban a keresztmetszetében megnő. Ez nem állt egészen azoknál a kísérleteknél, amelyek folyamán kevés viaszt keverték sok üvegyönggyel. Itt néha a szomszédos területeken olyan kevés viasz volt, hogy a rög eltűnt.

Minden esetben, amikor az oszlopban a folyadék megakadt és a levegőbevezetést elzárták, a befolyás ismét megindult. Ez hasonló ahhoz az

általánosan tapasztalt tényezhez, hogy ha egy kohónál a szelet leállítjuk, akkor salak csöpög le a fúvókák előtt.

A fennakadás viszonyainak tanulmányozására több kísérletsorozatot végeztek adott viaszbetéttel és változó levegősebességekkel, hogy megtalálják azt a sebességet, amelynél az ágyban éppen rög képződik. Elég nehéz azt eldönteni, hogy mi az elárastási állapot, főleg a viaszszegény keverékeknél, úgyhogy a kapott értékek eléggé szórtnak. További bizonytalanság az, hogy a viasz viszkozitása és hőfoka a kritikus területen bizonytalan.

Ha a fent leírt jelenségek nagyolvasztóban lépnek fel, akkor a fennakadás okát az olvasztótér alatti viszonyokban kell keresni. Erre az övezetre rendkívül kevés adatunk van.

Mindenesetre a nagyolvasztóban két folyékony fázis van jelen, a fém és a salak. Feltesszük, hogy csak a salak vesz részt az elárastó folyamatban. A vasnak sokkal kisebb viszkozitása és nagyobb fajsúlya azt mutatja, hogy sokkal nagyobb sebességnél történne az elárastás, mint a salaknál.

A gázok felületi lineáris sebességének a meghatározásához meg kell határoznunk a kohónak valamely tényleges keresztmetszetét. Pontos feltételezéshez sokkal jobban kell ismerni a holttér alakját és a kohóban felfelé haladó gázok áramlási útjait, mint ahogy azt ma ismerjük. Feltehető, hogy a kohó kritikus keresztmetszete jóval a fúvókák fölött van. Úgy látszik, hogy a nagyolvasztó működésének egyik hátránya a kokszt közvetlenül a fúvókaszint felett folyékony salakkal való elárastása. Ezt manapság még nem veszik eléggé figyelembe.

Ha ez a magyarázat helyes, akkor a nagyolvasztóban szükséges koksztartalom meghatározott előírás lehet adni. Optimális viszonyok eléréséhez a nagyolvasztó alján közvetlenül a fúvókaszint fölött lévő kokszt *egységnyi térfogatra kis felületű legyen, amit nagy darabokkal érhetünk el és a szabad tér mennyisége nagy legyen, ami egyenletes szemcsenagyságú anyagnál következik be.* Ez megfelel a nagyolvasztások tapasztalatainak, amelyek szerint a kokszt nagy és egyenletes szemcsenagyságú legyen.

Az elmélet azt is mondja, hogy a salak a lehető legfolyékonyabb legyen. Ezt a legkönnyebben MgO szükség szerinti adagolásával érhetjük el. McCaffery szerint 10% MgO nagymértékben csökkenti a salak viszkozitását.

Ilyen megfontolások alapján kétségtelennek látszik, hogy minden ércelegy kohósításánál szoros összefüggés található a legkedvezőbb levegőhőmérséklet, fúvószelelvény és befújtható levegőmennyiség között. Az is világos lehet, hogy nagyobb salakmennyiség esetén kisebb levegősebességnél következik be az elárastás kritikus helyzete, ezért nagy salakmennyiségnél, vagy hidegebb, vagy kevesebb levegővel kell fújtatni. Első esetben a koksztfelhasználás nő, a második esetben a termelés csökken akkor, ha a fajlagos koksztfelhasználást állandó értéken akarjuk tartani.

(Folytatjuk)

## Az acélgyártás időszerű kérdéseiről\*

BALSAY ISTVÁN

## II. rész.

Amint említettem, az alkalmazott nyersvasbetét szálaléknövekedésének mértékében egyre fontosabb az, hogy a folyékony acélnyersvas összetétele és hőfoka minél kevésbé távolodjék el a gyártandó készacéltól. Ezt kívánja a S. M. kemencében végrehajtandó frissítési munka a legszükségesebbre korlátozásának szempontja. Egy másik igen fontos szempont a frissítésnél keletkezett salak, amelynek eltávolítása még akkor is falazatkopással, minőségromlással és termelékenységszökkenéssel jár, ha az gyorsan és átfogón végrehajtható, amint ez a buktatható kemencék esetében fennáll, de igen veszteséges, ha álló kemencében kell végrehajtani és katasztrofális, ha a salakeltávolítás lehetősége még a csapolásig sem nyílik meg és így az adag egész tartama alatt kénytelen a folyton növekvő salakmennyiség minden minőségi és mennyiségi ódiúmat viselni. A nyersvasfürdő egyes alkotóelemei, ettől függően, hogy pusztán oxidjaik alakjában a salakban megkötődnek-e vagy a kötődéshez egy komplex vegyület létrehozása szükséges, igen különböző salakképző hatásúak. Így a fémvasnak, illetve fémmangánnak salakképző hatása a fém súlyegységére vonatkoztatva, kb. 1,3-szeres, míg a foszforé már 5,9-szeres, sőt a szilíciumé 6,2-szeres. Még a kovasavnak is 2,9-szeres a salakképző hatása. A szilícium esetében kalciumortosilikát ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) képzését, a foszfor esetében tetrakalciumfoszfát ( $4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ ) képzését feltételezem. E salakképző faktorkok, a nyersvas összetétele, 1–2%-os mangán, 2–3%-os vas elsalakulása és a fenék és oldalfalról felvett kb. 2%-os  $\text{CaO} + \text{MgO}$  mennyiségéből a keletkező összes kemencesalak igen jó megközelítéssel megállapítható. Ez a salak még növekszik azáltal, hogy az oxidáció nem szabad állapotú, azaz nem a kemence atmoszférából ill. gáznemű befűtatott oxigénből származik, hanem többé-kevésbé meddő anyagokkal szennyezett szilárd frissítőanyagokból (vasérc, reve, forrasztósalak, kénkovand-pörk, stb.). Ez a körülmény a salakmennyiség további növelésére vezet. Ha feltételezzük, hogy a frissítőérc 60% Fe-tartalmú, magnetit típusú, azaz 229 kg oxigént tartalmaz vastartalmához kötötten, akkor

1 kg C elégetéséhez	5,15 kg érc
1 kg Si	5,35 .. ..
1 kg P	4,95 .. ..
1 kg Mn	1,12 .. ..

szükséges. Az átlagos ózdi összetételű nyersvas egy tonnájának lefrissítése kb. 70 kg oxigént, azaz 300 kg fenti oxigéntartalmú vasércet kíván meg.

Az ércfrissítésnek nagy salakképző hatása mellett legnagyobb hátránya az, hogy a vashoz kötött oxigénnek a vegyületből történő felszabadítása nagyobb hőfogyasztást igényel, mint a legtöbb oxigént fogyasztó C-tartalom szénmonoxidra történő elégetésének hőtermelése. A S. M. eljárásnál tehát annál nagyobb az ércfrissítés hődeficitje, minél nagyobb a betétben alkalmazott nyersvashányad, mivel az érc vasoxidjainak szétbontása az egész rendszerre nézve erősen endotermikus természetű. A frissítés szempontjából tekintetbe jöhető szilárd és gáznemű anyagok 1 kg oxigénjének szabadabb tétele vegyületeikből a következő hőfogyasztással jár:

1 kg oxigén redukálása $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -ből	4,160
1 kg .. .. $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ből	4,060
1 kg .. .. $\text{FeO}$ -ből	4,000
1 kg .. .. $\text{CO}_2$ -ből	4,220

kalóriába kerül.

Ugyanakkor 1 kg oxigén megkötődése termel  $\text{SiO}_2$ -dá való oxidációkor ... 6,515 kalóriát  $\text{P}_2\text{O}_5$ -dá való oxidációkor ... 4,520 ..

Magnetit ércel történő frissítést feltételezve:

1 kg C kiégetésének hőfogyasztása	3,470
1 kg Mn .. .. hőtermelése	468
1 kg Si .. ..	2,944
1 kg P .. ..	186 kalória.

Minthogy pedig a nyersvas összetételében a domináló szerepet a C játssza, azért könnyű átlátni, sőt a közölt szám adatok alapján kiszámítani az ércfrissítés hődeficitjét. A fentiek folytán fontos az ércel történő frissítésnél a C-nak minél alacsonyabban való tartása, míg a szélfrissítésnél a kötetlen állapotú oxigén a ballaszt nitrogén hűtő hatása és a szénmonoxid képződési hője tekintetében kb. egyensúlyt tart. Ezért a szélfrissítésnél a C tartalom meglehetősen közömbös szerepet játszik.

A fentiek szolgáljanak illusztrálására annak, hogy mennyire hátrányos hógazdaságilag a kötött oxigénnel történő frissítés és mennyivel előnyösebb a levegő, habár nitrogénballasztal terhelt oxigénjének és legfőképpen a levegő, nitrogénballasztjától megszabadított oxigénjének frissítő hatását igénybevenni. Magyar viszonylatban a legszorosabban vett szakmai érdekeltséget leszámítva, csak most kezd ennek a tényleg óriási hordereje kibontakozni. Ózdi a rendelkezésre álló lapos keverőben több-kevesebb igyekezettel folytatja az érchez kötött oxigénnel történő nyersvas előfrissítését, míg Diósgyőr ezt a lépesőfokot átugorva, a levegőből nyert oxigénes előfrissítés bevezetésének útjára lépett. Természetes, hogy hasonló törekvések megvalósítása Ózdon is folyamatban van. Addig is, amíg erre sor kerülhet Ózdon, a lapos keverő szabta lehetőségekhez idomulva végezzük a nyersvas előfrissítését, a C = 3,5%, Si = 0,7%, Mn = 2,5%, P = 0,25%, S = 0,070% kiinduló összetételtől a C = 3,0%, Si = 0,2%, Mn = 1,4%, P = 0,10%, S = 0,04% összetételre kb. 5%-os frissítőérc és 4%-os égetett méz, ill. 7%-os mézskő hozagolásával és a keverő intenzívebb fűtésével.

Kétségtelen, hogy ez a frissítés a keverő fűtés ellenére fürdőhőmérséklet veszteséggel jár és éppen ezért meggyőződésem az, hogy a keverőben rendelkezésre álló nyersvas kalóriákat csakis a nyersvaskeverőben végrehajtandó endotermás folyamatok hőszükségletének fedezésére szabad fordítani és csak igen kis mértékben olyan hulladékvasanyagok beömlesztésére, amelyek sok Si-ot tartalmaznak, vagy salakosak és emiatt nem valók a S. M. kemencék betétjébe. A szilárd acélnyersvas beömlesztése azonban semmiképpen sem lehet a keverő-kemence feladata.

A nyersvasgyártás konjunkturális hullámszoktól mentes, folyamatos fejlődése, amint arról a korábbiakban szó volt, a nyersacél gyártás hulladékvashányát állandósítja. Szükséges tehát, vagy olyan acélgyártó módok alkalmazása, amelyek nagy százalékban, vagy kizárólag nyersvasból indulnak ki, ilyen a szélfrissítő eljárás, vagy a mesterséges folyékony hulladékvassal dolgozó S. M. és elektro acélgyártó módok alkalmazása, amikor az S. M. vagy elektro kemencék részére félig, vagy teljesen előkészített folyékony betétet gyártunk. A teljesen lágy acélminőségre lefűtatott kemencebetétet duplex fémmek, vagy folyékony hulladékvassal nevezük, míg a nyersvas állapotát többé-kevésbé megtartott, de a kohóvas kémiai és hőfokbeli ingadozásaitól messzemenően megszabadított folyékony középterméket kondicionált nyersvasnak nevezhetjük.

10 évvel ezelőttig a szélfrissítés klasszikus felfogása az volt, hogy savas konverterben az 1,5% Si-tartalom felüli, bázikus konverterben pedig az 1,8% P-tartalom felüli nyersvasak konverterezhetők csak kész acéllá.

Kb. 10 éves az a felismerés, hogy a kb. az ózdi acélnyersvas összetételének megfelelő közönséges ú. n. Martin-nyersvas is konverterezhető atmoszferikus levegővel bázikus béléssű konverterben, ha beöntési hőmérséklete a min. 1240 fokot eléri. Ezzel majdnem egyidejűleg az oxigéndúsításos konverter-kísérletek során kiderült az, hogy a konverter fűvözelének már 30%-ra történő dúsítása a gyakorlatban előforduló legtöbb esetben az acélnyersvasat bázikus konverterben üzembiztosan lefűtathetővé teszi. Egy, nem túlságosan éles ózdi kohójáratból származó acélnyersvas 3,5% C-t, 2,2% Mn-t, 0,7% Si-ot, 0,23% P-t tartalmaz.



Ennek az acélnyersvasnak a lefúvatás folyamán elérhető hőfokemelkedése elemenként levegős, ill. oxigénes fúvatást feltételezve, a következő:

	Levegővel	Oxigénnel
S 3,5 —0,1-ra .....	21	88
Si 0,7 —0,0-ra .....	133	161
Mn 2,2 —0,4-re .....	86	122
P 0,23—0,03-ra .....	24	36
Fe veszteség 2% .....	56	94
Összes hőfokemelkedés ...	320	501

A felsorolt elemek hőfoktermelő hatásából következik, hogy az atmoszferikus levegővel történő acélnyersvas lefúvatás hőegyensúlya valóban kritikus. Bár számszerűen a C hőtermelő hatása még oxigénes fúvatásnál sem túlnagy, az igen sok oxigént fogyasztó szénmonoxidképzés nitrogénballasztjának elmaradása folytán, az oxigénes fúvatásnál a relatív hőnyereség valamennyi elem között éppen a C-nál a legnagyobb és kb. 300%-ot tesz ki.

A folyékony hulladékvastaknak a minőségi acélglyártásnál egyik nem megvetendő előnye az, hogy ha a kohó elegyének nem adunk hulladékvasat vagy vasforgácsot, sem nagy réztartalmú éreket, úgy a folyékony nyersvas lefrissítése után adódó folyékony hulladékvast az acélglyártás szempontjából a szó szoros értelmében szűzi anyagnak számít. Ez vonatkozik a nikkelle és krómra, sőt néhol, de sajnos nem nálunk, a réztartalomra is. A legtekintélyesebb hazai árcelőfordulásunk, a rudabányai érc ugyanis a kelteténél legalább 3—4-szer nagyobb rézmennyiséget tartalmaz.

A nyersvas frissítése, illetőleg kondicionálása történhetik a klasszikus konverterek továbbfejlesztéséből kialakított modern fenékfúvásos konverterekben éppúgy, mint a ráfúvásos konverterekben. A fenékfúvásos konverterek ugyanis az oxigéndúsítást csak 30% oxigént tartalmazó fúvólevegőig bírják. E felett az egyébként kieserlhető fenékrész elhasználódása aránytalanul erősödik. A ráfúvásos konverternél viszont vízűtéses, megfelelő szelvényű fúvókán keresztül fúvatjuk az oxigént a konvertálandó acélfürdő felületére és így elmarad a kényes fenékrész gyakori cseréje. Megfelelő gyakorlatot feltételezve, a ráfúvásos konverter dolomit béléstasyaga 150—250 fúvatást bír el. A fenékfúvásos eljárás szelének oxigéntartalma, mint említettük, max. 30%, míg a ráfúvásos 98% lehet.

A nagyipari oxigénleválasztás óriási fejlődését az a felismerés jette lehetővé, hogy a cseppfolyós levegő frakcionált desztillálásához nem szükséges a szétbontandó teljes levegőmennyiség komprimálása, a kompresszió nélküli felszabadult hőnek mesterséges hűtéssel történő elvonása és a komprimált levegőnek hűtés céljából való expandáltatása. Elegendő ezt a folyamatot a szétbontandó levegő egy részével elvégezni és a rendszerből eltávozó alacsony hőfokú nitrogén és a beszívott és szétbontásra kerülő levegő között nagy hatásfokú hőkicsérlelést foganatosítani. Az alapelveikben egymástól csak nagyon kevésen különböző oxigénleválasztó módszerek áramfogyasztása kb. óránként 5000 Nm<sup>3</sup> oxigént termelő telep esetén a leválasztott oxigén tisztasági fokától függően a következő:

Az oxigén tisztasága %	73	92	95	98	99,5
Áramszükséglet kWo/ Nm <sup>3</sup> .....	0,345	0,44	0,47	0,50	0,55

A metallurgiai célokat szolgáló oxigén-leválasztás tisztaságának súlypontja a 95%-ra esik. Az ezentúl létesítendő telepeket viszont a jövőbeli eshetőségekre való tekintettel majdnem kivétel nélkül 98%-os tisztaságra méretezik. A leválasztott oxigén az oxigéntartalom mellett, mint szennyezőt argont és nitrogént tartalmaz, a különböző tisztasági fokok mellett alábbi részletezés szerint:

Az oxigén tisztasága %	96	98	99	99,5
Ar tartalom .....	2	1,0—1,5	0,6—0,9	0,48
N <sub>2</sub> tartalom .....	2	1,0—0,5	0,4—0,1	0,02

A tisztátalanság fele már a 96%-os tisztaságnál is a teljesen közömbös argonra esik. A 2% nitrogénnek

viszont az acél tulajdonságaira gyakorolt kedvezőtlen hatását még eddig nem sikerült kimutatni.

Az ózdi viszonyoknak olyan oxigénleválasztó műfelelne meg legjobban, amely óránként 2000 Nm<sup>3</sup> 98%-os tisztaságú oxigént termel amellett, hogy külön rektifikálóban 100 m<sup>3</sup> 99,5% tisztaságú oxigént is előállít. Ennek az óránként 2000 m<sup>3</sup>-es mennyiségnek a fele volna a teljes folyékony nyersvas termelés kondicionálására fordítható, míg másik fele a S. M. acélmű részére fejlesztendő generátorgáz fúvószelének dúsítását szolgálná. Később az esetleges ráfúvásos készacélglyártás bevezetése esetén, a generátorgáz viszonyok mellett, számításmos szerint, az elméleti levegő szükséglettel történő elégsz hőmérsékletét a generátorok fúvószelének 21%-ról 26%-os oxigéntartalomra való dúsítása kb. 70 C-fokkal emeli. Ezek a 70 C-fokkal magasabb rendelkezésre álló kalóriák igen értékesek a S. M. kemencék munkaterében és erősen javítják a kemence hatásfokát; mert bár a folyékony betét jóvoltából a kemencék abszolút kalóriafogyasztása csökken, de oxigéndúsítás híjján, a füstgázok alacsonyabb égéshőmérséklete és a fémbetét már eredetileg nagy hőfoka miatti rossz hőátadási viszonyok miatt, a tüzelés hatásfoka alacsony. Ezen a helyen kívánom hangsúlyozni, hogy a S. M. kemencék fűtőanyagának nagy égéshőmérséklete és kalóriatartalma korántsem azonos, illetve párhuzamosan futó fogalmak. Ha valahol, akkor a Martin-kemencék fűtésénél nem a nagy kalóriatartalom, hanem a nagy égéshőmérséklet a döntő. Nem közömbös tehát az, hogy az elégetésnél szabaddá váló kalóriák milyen égéstermék mennyiségére oszlanak el és ennek folytán milyen égéshőmérsékletet eredményeznek.

Az átlagos magyar viszonyoknak megfelelő kapacitású S. M. kemence 1 tonna acél gyártására eső hőfogyasztása 1 200 000 kalória. Ennek a hőmennyiségnek 28%-a a hasznos meleg, 35%-a falazat-vesztés, 37%-a pedig füstgázvesztés. Ezt a viszonylag súlyos eredményt a Martin-kemencék munkaterében fennálló hőátadási és geometriai viszonyok okozzák. A munkaterében termelő hőmennyiségek vezetés és sugárzás, illetve áramlás útján olyan felületeknek adódnak át, amelyeknek legjobb esetben egy harmada számít hasznos felületnek, s a hőátadás még ezen a felületen is csak a salak közvetítésével történik. Ezzel szemben majdnem ideálisan veszteségmentes a fémfűrdőben oldott elemek oxidációjához szabaddá váló exotermikus melegnek, a fűrdőnek történő átadása. Erősen analog ehhez a Dósgyőrött és Ózdon is kipróbálásra került az a módszer, amelynek az S. M. kemencébe rakott hulladékvast megömlésztésének meggyorsítására oxigént fúvatnak az izzó hulladékvast felületére. A ráfúvás folyamán már 1 m<sup>3</sup>/tonna oxigénfogyasztás mellett is hatásos olvasztást lehetett elérni, mert füstgázok nem képződtek és a fémvas összes oxidációs melege a vasanyag olvasztására volt fordítható.

A nyersvas kondicionálása vagy duplex fém alakjában a betétben való alkalmazása a Martin eljárásnál a kiinduló kemencebetét-nyersanyag ideális egyenlőségét jelenti. A folyékony betétanyag szilíciumtartalmának csekély (max 0,10%) értékre való csökkentése vagy teljes Si mentesítése egészen kiküszöbölheti a nyersvas szilícium ingadozásából eredő és a S. M. kemence menetére kellemetlenül kiható zavarokat. A lefúvatott fém hőmérsékletét is úgy lehet szabályozni a fúvatás alatt, hogy nagyon egyenletes üzemviszonyokat lehet a S. M. kemencében teremteni. A folyékony hulladékvast nemcsak az említett szennyezőkben való szegénysége miatt értékesebb a legtöbb szilárd hulladékvastnál, hanem azért is, mert kényelmesen és gyorsan lehet a Martin-kemencébe vinni.

A Martin-kemencében a szennyezők eltávolítása gyors, a fűrdő homogenitása negyedórákon belül biztosítható és hőmérsékletnehezégek alig fordulnak elő. A leglényegesebb különbség az előfrissítés és a rendes hulladékvast-nyersvasbetétes S. M. eljárás között a salaknak a megtermelt acélsúlyhoz való viszonyában van. Amíg ugyanis még a legalacsonyabb, de előkészítetlen nyersvasbetét esetén is a keletkezett salak súlya a 10%-ot meghaladja, addig a legnagyobb százalékú, de előfrissített nyersvasbetét esetén sem kell a Martin-kemence salakjának soha a 10%-ot meghaladnia.

A duplex fém előállításánál pedig alkalmilag olyan termék állítható elő, amelynek mangántartalma eddigi fogalmaink szerint kizárja a minőségi acélglyártásnak mégcsak a lehetőségét is. Itt a 0,2% alatti, sőt 0,10% körüli mangántartalmakra gondolok. Ha azonban megfontoljuk, hogy az előfrissítésnél visszamaradó mangántartalomnak csak 0,10% alatti tartalmaknál nő meg a jelentősége, mert 0,10% C felett a C, a maga nagyobb dezoxidáló képességével jobban szabályozza az acél oxigéntartalmát, mint a mangán, akkor a mangán szerepe az acélglyártásban egészen új megvilágításba kerül. Ebben a szemléletben a mangán a frissítési folyamat során már nem védőeleme a vasnak az oxidáció behatásával szemben, hanem gátja és akadályja a C gyors és termelékeny eltávolításának. Ha nem is a szélfrissítéssel elérhető kis mangántartalmakig, de ércfrissítéssel is igen messzemenően el kell távolítani a mangánt a dekarbonizáció gyors lebonyolítása érdekében. El kell ismerni, hogy a lefúvatással előállított duplexfémekben az oldott ferrooxid tartalom azonos karbon-tartalom mellett nagyobb, mint az előfrissítéssel előállított acélfüvedben, ami a frissítési folyamatok nagyobb gyorsaságának és az egyensúlyi feltételek beállás késésének tudható be. Ennek ellenére tapasztalati tény az, hogy a lefúvatott fém hengerelhetősége a kisebb mangán és a vasban oldott nagyobb ferrooxid-tartalom ellenére is jobb. A kemencében, de még inkább az üstben hozagolt dezoxidáló anyagok gazdaságos alkalmazásával a dezoxidálás, illetve megnyugtató minden kívánt fokozata ma már pontosan és gazdaságosan végrehajtható.

Közismert tény, hogy csökkenő fűrdő-karbonszéntartalommal növekszik a dekarbonizáció fajlagos oxigén-szükséglete. Ez éppúgy érvényes az ércel, mint a kötetlen állapotú oxigénnel történő frissítésre. Példaképpen felemlítem, hogy

0,5% tartalom felett	0,57 m <sup>3</sup> O <sub>2</sub>
0,5 — 0,20% C tartalom között	1,14 m <sup>3</sup> O <sub>2</sub>
0,2 — 0,15% C tartalom között	1,71 m <sup>3</sup> O <sub>2</sub>
0,15 — 0,1 % C tartalom között	2,85 m <sup>3</sup> O <sub>2</sub>
0,1 — 0,05% C tartalom között	7,13 m <sup>3</sup> O <sub>2</sub>

szükséges a fűrdő minden kilogramm karbonjának oxidálásához. A S. M. kemencék fémvetéjében a kondicionált nyersvas részesezése 100%-ig, a duplex fémé 70—95% között változhatnak. Minél nagyobb a duplex fémből és nyersvasbetétből kialakult beolvadási karbon-tartalom, és a kszacél karbonszéntartalma közötti különbség, annál kisebb természetesen a S. M. kemence fajlagos teljesítménye. 0,15% C-tartalmú készacélt termelő kemence átlagos adagtartam viszonyzámjai a beolvadási karbonszéntartalomtól függően kb. a következők, ha a 0,20 C tartalomú beolvadást egységnek vesszük:

0,20% C tartalomig	1,00
0,20—0,34% C tartalomig	1,03
0,35—0,49% C	1,10
0,50—0,64% C	1,18
0,65% C tartalom felett	1,34

A felsorolt viszonyzámok híven visszautkrözik a beolvadási C-tartalomnak a termelékenységre gyakorolt óriási befolyását.

Elrettentő példaképpen említem, hogy Ózdon első sorban, de nem kizárólagosan a kohóvas ingadozásából folyó S. M. kemencei beolvadási karbonok nem ritkán kerek 1%-kal magasabbak az optimálisnál. Hogy a viszonyzámokról áttérjünk a százalékszámokra, megemlítem, hogy az S. M. kemence, amelynek betéjében 80%-os előfrissített folyékony hulladékbetét van, 70%-kal nagyobb termelékenységgel, mint ugyanazon kemence 50% szilárd hulladékvas + 50% folyékony nyersvas betéttel. A kondicionálásnak és a duplex fém alkalmazásának még az is igen nagy előnye, hogy a betétanyag túlhevítése a S. M. kemencén kívül történvén, független a kemence kampány szabta fűtési viszonyoktól és a teljesítmény a járat végén nem esik olyan érezhetően, mint a tiszta S. M. eljárásnál.

Az S. M. acélglyártás határtényezőjének ma kétség-telenül a tűzállótégla tekinthető. A szélfrissítésnél viszont, történjék az akár atmoszferikus levegővel, akár oxigénnel, a hő termelésének és átadásának körülményei olyanok, hogy ilyen korlátozásról alig lehet szó. A dup-

lex-fém előállításának és a nyersvas kondicionálásnak ebben a vonatkozásban sem lehet komoly akadály, hiszen korlátlan mértékben, belföldön rendelkezésre álló kiváló minőségű nyersanyagra támaszkodhatik és ezért a megnövelt termelékenységet figyelembevéve, a drága külföldi eredetű krómmagnezit téglák kétharmad részének megtakarítására vezet. Itt említem meg, hogy a legkiválóbb minőségű krómmagnezit téglák 70% krómércből és 30% égetett magnezit örelemből készülnek. Ezek a téglák 4,5-szer drágábbak, mint a legkiválóbb minőségű szilika téglák, minthogy 50%-kal nehezebbek és egységáruk is 3-szorosa a szilika téglá árának.

Az előzőekben ismertetett meggondolások kondícionáltak arra, hogy az acélglyártás nyersvas betéjének kondicionálására, amelynek gondolatával 1945. eleje óta foglalkoztam, 1949. nyarán konkrét javaslatot tegyek. A termelésnek azóta bekövetkezett nagyarányú kiszélesítése, a folyékony nyersvas fokozódó jelentősége a gondolat számára a kormányzat érdeklődését is felkeltette. Ózdon és Diósgyőrött félüzemi kísérletek történtek a nyersvas-kondicionálás lehetőségének és mértékének megállapítására. A kezdeményezésemre Ózdon lefolytatott nyersvas-kondicionálási kísérletről összefoglalóan a következőket közölhetem: 1952 március 17-én a nyersvaskeverőből egy közönséges samott téglával bélelt 3 tonnás üstbe lecsapoltunk 2 tonnányi: C 3,35%, Mn 1,26%, Si 0,23%, P 0,26%, S 0,06% összetételű nyersvasat. Az üstre kónikus, illetve hengeres végződésű sisakrészt helyezve, fél collos csövön keresztül megkezdtük a nyersvas felületére való oxigénfúvatást olyan nyomással, amely a cső végén kb. 10 atmoszférát tett ki, a folyékony nyersvas felület ütközésének reakciója következett. A fúvatást minden perc végén megszakítottuk, próbavétel céljából. Egy esetben a fúvatócső páncceltöltőszakadása miatt valamivel hosszabb megszakítás állott be. A tiszta fúvatási idők összege 10 perc, az időmegszakítások tartama 16 perc, az összes oxigénfogyasztás pedig kb. 38 m<sup>3</sup> volt. A nyersvas kezdeti hőmérséklete Pyroptoval mérve 1190 C-fok volt, vég hőmérséklete pedig, a gyakori és hosszan tartó megszakítások ellenére, 1370 fokra emelkedett. A nyersvas összetétele gyakorlatilag a hatodik perc végén teljesen kielégítette a nyersvas-kondicionálás követelményeit, amit azonban akkor még nem tudtunk, mert arra csak a próba meglemezése vezetett rá. A kondicionált nyersvas összetétele ugyanis a fúvatás hatodik percének végén a következő volt: C 3,30%, Mn 0,12%, Si 0,01%, P 0,17%, S 0,037%.

Megjegyzem, hogy a kondicionálás során a salak kialakítására különös gondot nem fordítottunk, hanem amúgyis a keverővas hőmérséklet konzerválása céljából, a fúvató üstbe a nyersvas beöntését megelőzően, 12 kg kokszport és 12 kg mézport adtunk, tisztára a hőszigetelés céljából. Amint az elemzésből látható, a nyersvas C-tartalma a kondicionálás folyamán egészen változatlan maradt, vagy amint mondják, a konvertreznél nem gyulladt be. Ennek kizárólagosan a következő alapvető okai voltak: 1. A kondicionálás a legminimálisabb nyersvas hőmérsékletéről indult ki (a nyersvas túlhevítése a fúvatás megkezdésének pillanatában semmiesetre sem lehetett 30—40 foknál nagyobb), 2. a 0,23%-os kis keverői Si-tartalom exotermás melege nem volt elegendő a nyersvasnak a C begyulladás hőmérsékletére való felhevítéséhez. 3. Az exotermikus folyamatok során szabaddá váló melegmennyiség fűtőhatását erősen lerontotta a csekély vasmennyiséghez viszonyított nagy hűtőfelület és a hosszú kísérleti időtartam. Azóta két további kondicionálási kísérletet folytattunk le. Ezeknél a kísérleti nyersvasat az üzemi viszonyoknak megfelelően, illetve azokat jobban megközelítően a kohóból érkező nyersvasüstből vettük, ami hőfokban és Si-tartalomban egyaránt jobban megközelítette az első kísérlethez képest. A második kísérletnél 6 percen át, a harmadiknál 8 percen át fúvatunk az oxigént megszakítás nélkül. Mindkét esetben sikerült a C-t begyújtani és kb. 1240 fokra kiinduló hőmérséklet-ről 1460 fokra hőmérsékletre eljutni, miközben a kondicionált nyersvas összetételében 2,3% körüli C, 0,50% körüli Mn és 0,05% körüli Si-tartalmat értünk el. Az első kísérlet során keletkezett salak súlya kb. 117 kg volt, amelynek ferrooxid tartalma 50%, MnO-ja 20%.

kovaszva 12%, kalciumoxidja 4%,  $P_2O_5$ -je 4% volt. Amint az a külföldi szakirodalomból ismeretes, a kísérletekből is adódott, hogy a kiinduló nyersvas-hőmérséklettől függően kb. 1240 foktól felfelé lehet számítani a C begyulladására és ezzel a nagyobb mérvű frissítésre, míg kisebb hőfokokról való kiindulás esetén csak Si- és Mn-tartalom módosításról lehet beszélni. Ha utóbbi esetben nem is lehet nagyipari alkalmazásról szó, mégis megemlítendő, hogy általa lehet olyan kis Si- és főleg Mn-tartalmú féltermékhez jutni, amely közönséges S. M. kemencében tovább frissítve a svéd lágvasbetéhez hasonló terméket szolgáltat, azaz 0,06% C mellett 0,08% Mn-tartalmat. A nyersvaskondicionálás műszaki kilátásai további kísérletezésre nem szorulnak, annál inkább szükséges azonban a kondicionált nyersvasnak nagyüzemi léptékben történő alkalmazása az S. M. kemence betétjében. Minthogy hazai viszonylatban legalább 25–27 t-nyi nyersvas mennyiségnek a kezeléséről van szó és a kondicionáló edénynek legalább 2,5-szeres térfogatúnak kell lennie a nyugalmi helyzetben lévő nyersvasfűrdő-térfogatához viszonyítottan, azért a kísérlet nem folytatható le minden beruházás nélkül. Külön problémát jelent a kb. 500 m<sup>3</sup>-es oxigén-szükséglet készletezése egy óránként 50 m<sup>3</sup>-t előállító berendezés mellett és ennek az 500 m<sup>3</sup>-nek kb. 12 percen belül a fűrdőbe való juttatása.

Bizonyos vagyok abban, hogy a vázolt kondicionálás normális, atmoszferikus levegő alkalmazása esetén tartós eredményt nem fog adni, csak oxigén-dúsítás, de még inkább a 98%-os oxigén alkalmazása esetén.

Meggyőződésem az, hogy a magyar kohászatot a termelés kiterjesztése, a külföldi eredetű krómmagnezit téglák szállításának nehézségei és a megfelelő minőségű frissítő érc hiányának együttes kényszerítő hatása nemcsak a nyersvas-kondicionálás sürgős megvalósítására fogja szorítani, hanem a kondicionálás egyenes folytatását képező készacélgártás megvalósítására is fogja készíteni. A ma ismert eljárások a SM-acélok minőségével azonos, tehát foszfor és kénben a 0,05%-ot, nitrogéntartalommal a 0,005%-ot meg nem haladó minőséget szolgáltatnak oxigénes ráfűvadás módszer mellett, miközben 30%-ig terjedő hulladékvas beömlését is lehetővé teszik. Az oxigénnel való készacél-fűvadás kilátásai tehát kedvezőek. A gazdaságosságra nézve irányadóul szolgálhat, hogy:

1. a bázikus szélfrissítés összes önköltsége kb. meg egyezik az 50%-os folyékony nyersvassal dolgozó S. M. kemencék acél önköltségével, ha az ócsakvas ára, a nyersvas árának kétharmada. Ha az ócsakvas ára ennél alacsonyabb, akkor a S. M. acélöntés önköltsége alacsonyabb;

2. ha a hulladékvas ára a nyersvas árának felét teszi ki és a Martin-kemencék 60%-os nyersvasbetéttel dolgoznak, akkor a szélfrissítés öntés önköltsége olcsóbb a S. M.-énál;

3. ha az acélkapacitás növelése csak a nyersvas és érc növekvő felhasználásával sikerül, akkor be kell rendezkedni bázikus konverterezésre s bár a nyersvasban a 89%-os kihozatal révén nagyobb lesz a veszteség, az öntés önköltsége mégsem lesz a tiszta S. M. eljárásnál nagyobb. Ha mind a S. M. kemence üzemeltetése, mind a konverter üzemeltetése készacél gyártó berendezésnek használjuk mindennemű előfrissítés vagy kondicionálás mellőzésével, akkor a 70% nyersvasat és 30% hulladékvasat feldolgozó konverter és S. M. kemenceüzem öntésönköltsége között nagy fölnyomatkozik a konverterüzem javára. Még az 50–60% nyersvas-hulladékvasbetétes S. M. üzem költsége is nagyobb a 70% nyersvas, 30% hulladékvasbetétes üzemű konverterhez viszonyítva. Végül megállapítható, hogy a konvertertermé, az oxigén leválasztóművet is beleértve, 60%-kal olcsóbb, mint az ugyanolyan teljesítményű S. M. kemenceüzem.

Az acélgártásban a jövő fejlődésének kontúrjai máris elég határozottan kirajzolódtak ahhoz, hogy megállapítható a tendencia az órákig tartó és diffúziós folyamatokon alapuló kémiai reakciókról a percek alatt lebonyolódó kontakt hatásra való áttérésre. A Martin-acél gyártásban az utóbbi időben divatosabb vált ú. n. salakredukciós eljárás semmiestire sem tévesztendő össze az általam említett salakreakciós eljárással. A salak-

redukciós eljárás az előzetesen messzemenően foszfortalanított fém- és salakfűrdő rendszerének a kemencében történő drasztikus hatású redukáló kezeléséből áll, amelynek során a salakfűrdő és természetesen ennek végén a vele érintkező fémfűrdő is erősen megfogyatkozik oxidtartalmában. A folyamat 30–40 perces időt vesz igénybe, tetemes redukáló anyag fogyasztással jár és lefolytatása nem marad hatástalan a kemencefalazat tartósságára sem. Ezzel szemben a salakreakciós eljárás, amelyet közel egyidőben, de egymástól teljesen függetlenül egy szovjet és egy francia szakember talált fel, szinte másodpercek alatt végzi el az alkalmazott reagáló salak természetének megfelelően vagy a foszfortalanítást, vagy az oxid- és kéntelenítés munkáját.

A salakreakciós eljárással történő foszfortalanítás, jóllehet igen hatékony módszernek bizonyult, ma már a múlté. A konverterben történő foszfortalanítás ugyanis annyira hatásos és közvetlen, hogy külön eljárásban történő foszfortalanítást feleslegessé tesz. Annál fontosabb és eredményesebb azonban az acélfűrdőben oldott oxigénnek és kénnek az igen messzemenő és gyors elvonása az említett salakreakciós eljárások segítségével. Az acélok minőségét ugyanis távolról sem az a közönséges analízis határozza meg, amelyet a leöntés alkalmával vett próba C, Mn, P és S tartamára megvizsgálunk. Minél kényesebb a felhasználási cél, különösen hidegalkatás, kifáradás, öregedés stb. eseteiben, annál nagyobb szerep jut az ú. n. mikroanalízisnek, amely olyan elemekre vonatkozik, mint aminosók az  $O_2$ ,  $N_2$ , Al és  $H_2$ . Az utóbbi elemekben beálló néhány ezredrész-százaléknyi változás, különösen az Al-nál, az acél tulajdonságaiban radikális változást idéz elő. Különösen az  $O_2$ -nek van jelentős hatása a könnyen oxidálható fém-alumínium mennyiségi változásaira, azaz az oldott oxigén legkisebb változása kihat a visszamaradt fém-alumíniumra. A modern kohászati technológiában az acélban oldott oxigénmennyiségnek csapolásról-csapolásra csak igen keveset szabad változnia, ami a gyakorlatban azt jelenti, hogy az oxigéntartalomnak abszolút értékben alacsonynak kell lennie. A salakreakciós eljárás lényege az, hogy szintetikus úton előállítunk egy túlnyomórészt  $CaO$ -ból és  $Al_2O_3$ -ból álló keveréket, azt elektromos kemencében megömlesztjük, majd a kezelendő acélt kellő magasságból erre a folyékony szintetikus salakra rácsapoljuk. A kellően nagy Si-tartalmú lecsapolt acél hatására a szintetikus salak alumíniuma kilép oxid állapotából és a születés pillanatában felszabadult, igen finom eloszlású alumínium elvégzi az acélfűrdő messzemenő dezoxidálását és kéntelenítését a csapolás néhány perces időtartama alatt. A salakreakciós eljárás a kiinduló acélgártói kemencétől függetlenül oxigén és kén tartalom tekintetében a kezelt acélt, azaz a szó legszorosabb értelmében elmosza az egyes acélminőségek közötti különbségeket az említett két elem tekintetében. Valósággal áttöri a megszokott acélminőségi korlátokat. Jellemzője gyorsasága, automatikus és reprodukálható mivolta és a végeredménynek a kiindulástól való említett függetlensége a kén- és oxigéntartalom tekintetében.

A kiinduló salak összetétele: 53%  $CaO$ , 43%  $Al_2O_3$ , 3%  $SiO_2$  és max. 1%  $FeO$ . Az acél P,  $H_2$  és  $N_2$  tartalmára a reakció hatástalan marad. A salakreakció sikerének előfeltétele az acélsugár 3,5 m-es esési magassága és a kemence salakjának a salakreakciótól való teljes távoltartása. Ilyen előfeltételek betartása mellett az acél oxigénben annyira elszegényedik, hogy orientációra való hajlamossága majdnem teljesen hiányzik, azaz a belőle hengerelt lemeznek hossz- és keresztirányú szilárdsági tulajdonságai közötti különbség annyira összezsugorodik, hogy a mérési hibahatáron belül marad. A konverterből sikerült P = max. 0,015%, S = max. 0,018% tartalmú, nagyfrekvenciájú, sőt téglgyémencék betétjére is alkalmas kiinduló anyagot gyártani, amelynek eredetét csak nitrogéntartalma árulta el. Utóbbi viszont oxigéndúsítással, vagy oxigénes ráfűvadásal lehet a prima minőséget jelentő 0,004%-os  $N_2$  tartalomra szorítani.

A nyersvasnak kondicionálással, vagy oxigénes ráfűvadásal történő frissítése, valamint a salakreakciós eljárás az acélgártásban egészen új távlatokat nyit. E megállapítás ma kétségtelenül nagyobb túlzásnak

hangzik, mint 5 vagy 10 év múlva, de az acélművek tervezésénél a beépítendő hatalmas töké miatt a nagyobb távlatokban való gondoskodás okvetlenül szükséges. Megítélésem szerint az említett eljárások kifejlődése maga után vonja a jelenlegi fejlődéssel ellentétben a kisebb acélgégyártói egységekre (50—60 tonnára) való visszatérést, amikor is a mai vagy a maihoz hasonló acélgégyártói berendezések csak a gyorsított frissítés és salakreakció lebonyolításához szükséges, főleg fizikai előfeltételeket teremtik meg, míg az acélgégyártás érdemi része, frissítés és finomítás, percekig tartó, de annál intenzívebb és bensőségebb kontakt hatások alapján fog lebonyolódni. Az elektrokemence munkaterületéről is nagy részt fognak az említett eljárások kihasítani, de az ötvözőt hulladékok és nagyértékű és könnyen oxidálódó ötvözők megömlesztése terén továbbra is nélkülözhetetlenek maradnak az elektromos kemencék. A vázolt eljárásokkal összekapcsolva, a teljesen szilárd betéttel dolgozó elektrokemencék fajlagos áramfogyasztása 450 kWóra csökkenthető, miután az elektrocélgégyártás a betétanyag megömlesztéséből áll csupán, míg a kikészítés és finomítás percek alatt, valósággal az acél csapolása közben bonyolódik le.

Nem lehet eléggé hangsúlyozni, hogy mind a kondicionálás és frissítés, mind pedig a salakreakciós eljárás igen döntő tényezője az, hogy a hőt megkötő és szabadlá tevő, valamint az oxigént és kenet eltávolító fizikai és kémiai folyamatok magában az acélfürdő belsejében bonyolódhatnak le. A hőátadás és a kémiai egymásrahatás igen egyenletesen eloszlott állapotban és ezért igen gyorsan megy végbe, hiszen minden reakció gyors lebonyolódásának előfeltétele elvi tisztaságig biztosítva van: az időegység alatt egymással reagáló molekulák száma az elképzeltetől legnagyobb. Sem a kémiai, sem a fizikai folyamatok lebonyolódásában nincs közvetítő. Különösen a hőkezelésnél nem kell a kemence atmoszférája és a fémfürdő között a salak közvetítőhatása miatt olyan hőfeszültséget létesíteni, amellyel járó hőfokok a tűzálló téglá tűzállóságának mindenkor határértékén mozognak. Esetünkben a hőt felvevő, helyesebben a hőt elnyelő közeg nem közvetítő anyag, hanem maga a fémfürdő. Ez hazánkban döntő jelentőségű, ahol az eddig szokásos acélgégyártás hőmérsékleteket kielégítő egyetlen tűzálló nyersanyag a dolomit. Szilika S. M. kemence béléanyag esetén az acélgégyártás üzemi hőmérséklete szükségképpen egybeesik a legjobb szilika anyag cseppenési pontjával, az 1670—1680° C-szal. Króm-magnezit téglá esetén a kemence béléanyag gazdaságos üzemi hőmérséklete 1750° C.

Amíg az előbbi hőmérséklet a szilika téglá gyakorlati használhatóságának felső határát jelenti, addig a króm-magnezit téglák életének nem az említett 1750° C-os üzemi hőmérséklet túllépése, hanem a vas infiltráció következtében beálló duzzadás és leveles leválás vet véget. Lényegesen egyszerűbb, olcsóbb és a termelés folyamatában egyenletesebb munkát eredményez az, ha acélgégyártói kemencéink tűzálló falazatát a mechanikus igénybevételektől és az éppolyan pusztító hatású hőingadozásoktól távol tartva az acélgégyártás bevezető folyamatát vagy részben, vagy teljes egészében a sokkal kisebb munkaterű, igénytelenebb és gyorsabban kicserélhető konverterberendezésekben végezzük el.

Erre a munkamódszerre annál inkább rákényszerülünk, minél erősebben kiterjeszkedik a saját és velünk baráti viszonyban lévő államok acéltermelése. A króm-magnezit anyag ellátásban mutatkozó szűkösség, de a belőle gyártott téglák minőségromlása is, legalább magyar viszonylatban és részlegesen valószínűvé teszi a nagyteljesítményű szilika téglákra való visszatérés szükségességét. A fokozott falazat, de elsősorban boltozatigénybevételnek a megjavított téglaminőségen kívül, elsősorban a boltozat szerkezeti módosításával lehet megfelelni. Itt elsősorban az olyan megoldásra gondolok, amelyek a boltozat merevségét nemcsak keresztirányú, hanem hosszirányú bordák alkalmazásával fokozzák úgy, hogy egy 40 tonnás kemence egyenes boltozatának felületét 100-nál több kazettában futó boltozattéglá borda határolja. A kazetták a bordák-okozta merevség folytán a tető elvékonyodásakor könnyebben javíthatók és ezért a boltozat tartóssága a normálnál 25—30%-kal kedvezőbben alakul. Ha nem akarunk a kemencék

termelékenységének jelentős hányadáról a szilika téglák alkalmazása esetén lemondani, akkor fokozott gondot kell fordítani, különösen diósgyőri és ózdi viszonylatban a legjobban igénybevett részek vízzel történő hűtésére. Ózdi viszonylatban pillanatnyilag megoldhatatlannak látszik a nyári hónapokban biztosítani azt, hogy a Martin-kemencék hűtőszervéből kilépő víz hőmérséklete 40 C-fokot ne haladja meg, pedig ez a biztosítéka annak, hogy a vízkökválás meg ne induljon és a hűtőszerv tartósan teljesítse hivatását. A kemencék falazatának tartóssága nemcsak gazdasági kérdés, hanem az évi termelő üzemórák révén termelési kérdés is. A jól vezetett szilika-kemencék évi átlagban 85%-os, a króm-magnezit téglák 90%-os kihasználási fokkal dolgoznak. Minthogy a kemencék évi teljesítménye az üzemórának és az átlagos óraterjesítménynek szorzatával egyenlő, azért fontos az óraterjesítmény kiszabása is. Itt a sokféle, főleg észere vagy vérmérsékletre alapított megítélési mód helyett ajánlatos abból kiindulni, hogy a munkater négyzetméterére esően óránként max. 350 000 kalóriát, de átlagban 300 000 kalóriát lehet forgalmazni, viszont egy tonna acél előállításához  $1,2 \times 10^6$  kalória szükséges, úgyhogy a 40 tonnás kemencéknél 6,5 t/h fajlagos kemence teljesítményt feltételezve, 26 m<sup>2</sup>-es fűrdőfelületre van szükség, a 80 tonnás kemencénél 10,0 t óraterjesítmény mellett pedig 40 m<sup>2</sup>-re. Természetesen, minél silányabb a fűtőanyag, annál kisebb lesz a kemence fajlagos hőforgalma és vele a teljesítménye is. A S. M. kemencék fűtőanyagára nyugodtan elmondható, hogy a legjobb anyag is éppen csak elég jó.

A hulladékvas előkészítés és adagolás folyamatait közöttük fennálló szoros kapcsolat folytán, együtt tárgyalom. A jelenlegi magyar S. M. kemencék két fő típusa a 40 ill. 80 tonnás kemence. A 40 tonnás kemence átlagos teljesítménye 6,5 t/h-ra, a 80 tonnásé 10 t/h-ra tehető. Ebből folyóan a 40 tonnás kemence közepes adagtartalma 6,17 óra, a 80 tonnásé 8 óra. A teljes adagtartam egyes részletei a 40 tonnás kemencénél: javítás 0,25 óra, berakás + beolvadás 3,42 óra, kikészítés 2,5 óra; a 80 tonnás kemencénél pedig javítás 0,25 óra, berakás + beolvadás 4,75 óra, kikészítés 3,00 óra. A kikészítés és kemencejavítás időszükségletén jelentős időt megtakarítani nem lehet, ill. nem is szabad. Tehát csak a berakás és beolvasztás ideje csökkenthető és ennek alakulásától függ tekintélyes mértékben a kemence teljesítménye, sőt részben a legyártott acél minősége is. A megadott kemence teljesítmények és adagidő-részletek a kampány átlagában vett értékek, amelyeknél a kampány első 10%-ában és utolsó 30%-ában gyengébb, a középső 60%-os szakaszában pedig nagyobb eredmények adódnak. Természetes, hogy a kemence alakjának, munkatere arányainak, a gáz és levegő találkozási szögének és sebességviszonyainak is nagy befolyásuk van a beolvasztás sebességére, de biztosan állítható az is, hogy egy bizonyos mértékig a rövid berakási idő rövid adagtartamot jelent. A berakási idő nagyságát céljainknak megfelelően csak akkor tudjuk szabályozni, ha a kemence szilárd betét anyaga gondosan elő van készítve és annak mozgatása kívánalmainknak megfelelő sebességgel történhetik. A kemence betétanyagának, elsősorban hulladékvas-betéttének mozgatási sebessége a hulladékvas térfogatsúlyától és az adagoló kanalak befogadóképességétől függ. Mindkettőnek a lehetőségek határáig terjedően maximálisnak kell lennie. A hulladékvas előkészítés minden esetben a maximális térfogatsúly előkészítésére irányul. Amíg a kemence hulladékvas-betéttének kb. 50%-át kitevő hulladékvas a saját visszatérő hulladékból kerül ki, amelynek térfogatsúlya a 2,5 t/m<sup>3</sup>-es érték körül jár és minden esetben adagolható darabnagyságú, addig a kívülről beérkezett hulladékvas térfogatsúlya rendszeren 0,3—0,6 t/m<sup>3</sup> közötti. Ez a hulladékvas azonban nemcsak túlságosan terjedelmes, hanem rézzel, zománcsal, horgannyal, ónnal, betonnal, festék- és gumibevonattal stb. szennyezett, sőt rozsdával, égett réteggel, vagy robbanóanyaggal is fertőzött. A hulladékvas válogatása a fenti körülmények folytán még prémiumrendszerrel is fokozandó. Az ócskavaselőkészítés célja az, hogy az idegen származású hulladékvas térfogatsúlyát legalább 1,0 t/m<sup>3</sup> értékre emelje. Eszközei a darabolás ollóval, autogénnel, villanyvágóval, forgácsórlással, forgácszecsakázás-

sal, töréssel és robbantással. A csomagolás viszont történhetik sajtolással, drót- és forgácsanyagok számára kötőanyaggal (pl. vízüveggel), vagy anélkül, sőt egyidejű villamos hegesztéssel. Valamennyi darabolási mód közül a törögolyóval történő darabolás a legolcsóbb és korszerű törőművet feltételezve, a legtermelékenyebb. Viszont nem minden hulladékvas alkalmas a törésre. A legújabb tervek szerint épülő hazai törőmű néhány tájékoztató adata fogalmat alkot a várható teljesítményről: a golyó esési magassága 22 m, súlya 5—7 t, emelési sebessége 40 m/perc. A törögolyót mágneses futódaru emeli és a törés az eddigi kivitelől eltérően nem egyetlen felton, hanem a törő-medence egész területén folyik, úgy, hogy a 8 órás műszakon 50 tonnás törőteljesítmény érhető el. Az adagolható nagyságú, összetört darabok kanálba rakása ugyancsak mágnes segítségével történik. A második legolcsóbb darabolási mód az ollóvágás, amelynek céljaira legalkalmasabb az ú. n. Alligátor-olló, amelynek teljesítménye 35 mm<sup>2</sup>—100 mm<sup>2</sup>-ig terjed, 42 kg szilárdságú anyagot feltételezve. Egy közepes teljesítményű Alligátor-olló három műszakon dolgozva, évenként 10 000 t hulladékvasat képes feldolgozni. A leguniverzálisabb, habár drága darabolási mód az autogénnel vagy villanyvágóval történő darabolás. A vágható vastagság szinte korlátlan és a vágóberendezéssel a feldarabolandó anyagot testszész szerint meg lehet közelíteni. Ez a berendezés kétségtelen előnye. Hátránya viszont a nagy önköltség, és viszonylagos kis teljesítmény. Tapasztalatunk szerint 1 t ócskavas feldarabolásához 3 m<sup>3</sup> oxigén és 3 kg karbid szükséges; egy 8 órás műszakon egy autogénvágó és két segédmunkás együttes teljesítménye 6—8 t. A forgácsörlés csak a forgács keletkezésének helyén kifizetődő, különben a forgácsanyag nagy terjedelme miatt a fuvarköltségek aránytalanul megnövekednek. Csak a keletkezés helyén lehet hathatósan biztosítani az örlés alá kerülő forgácsanyagok az örlőberendezés épségét veszélyeztető vasdaraboktól való mentességét. Az örlött állapotú forgács térfogatsúlya az 1,5—2,0 t/m<sup>3</sup> értéket is elérheti, míg szállítási állapotában 0,18—0,20 kg/m<sup>3</sup> a térfogatsúlya. Robbantással azok a vasanyagok darabolandók, amelyeknek tömörsége a törést vagy autogénes vágást kizárja. A robbantóművek önálló darupályával szerelendők fel, 50 tonnáig terjedő hordképességgel és a talajszint alá süllyesztett betonfalú robbantókamrával, amelyek méret-kiszabása a legnagyobb robbantandó darab méretéhez kell, hogy igazodjék, sőt célszerűen annyival tágasabb legyen, hogy a kamra betonfalát belülről még préselt lemezbálákkal is ki lehessen bélelni a repeszdarabok felfogása céljából. A robbantókamrát természetesen daruval levehető fedelekkkel kell ellátni. A robbantólyukakat a darabnak a kamrába történő behelyezése előtt kell oxigénes fúvatósóval bemélyíteni, viszont a robbantóöltet elhelyezése, ill. begyújtása a kamrában történjék. A robbantókamra üzeme szakaszos, 24 órai teljesítménye kb. 50 t. A hulladékvas egyre jobban silányuló minősége folytán egyre nagyobb jelentősége van a néhány mm-es vastagságú hulladékvasaknak préselt történő csomagolásának, ill. bálázásának. A bálázás akkor mondható eredményesnek, ha a bála térfogatsúlya min. 1,7 t/m<sup>3</sup>, ez a térfogatú bála tekinthető a legideálisabb kemence betétanyagának. A csomagoló prések teljesítménye rendkívül tág határok között változhatik.

Példaképpen említtem, hogy a nálunk használatos kb. 400 kg darabsúlyú bálákból préseink óránként kb. 6 db-ot teljesítenek, míg ismeretesek olyan bálázó berendezések, amelyek 3000 kg-os bálású mellett óránként 20 db bálát készítenek. A teljesítmény tehát utóbbi esetben huszonötöszöröse a mienknek. Természetes az, hogy a hulladékvas előkészítő berendezéseket megfelelő teljesítményű kiszolgáló darukkal is el kell látni. A daruk hordképességét az előkészített hulladékvasal megrakott ú. n. kanál-fogas bruttó súlya szabja meg. Az egészen apró hulladékvas és bugavágók mozgatása teheremelő mágnessel, az ágasbogas ócskavasé Polypmarkolóval történjék. Sajnálatos tény az, hogy a kemencék befogadóképessége többszörösen nagyobb határok között változik, mint az őket kiszolgáló adagolókanalaké. Még a legkisebb kemencék adagolókanalának befogadóképessége se legyen 0,5 m<sup>3</sup>-esnél kisebb, de 100 tonnán felüli kemencéknél érje el az 1 m<sup>3</sup>-t. Mindent

el kell követni a kemence fegyverzetének és falzatának átalakításában azért, hogy a meglévő adagoló kanalak mérete növelhető legyen. A tapasztalat az, hogy a súlyban kifejezésre jutó befogadóképességet nem annyira a kanálmélység, mint inkább a kanálszélesség növelésével lehet emelni. A kanalak megrakásának sebessége természetesen a hulladékvas minőségétől függ elsősorban. Percenként könnyű hulladékvasból 140—200 kg, kevert hulladékvasból 200—250 kg, nehéz hulladékvasból 300—700 kg rakható kanálba. A korszerűen kiképzett, acélöntésű, 1 m<sup>2</sup>-es befogadóképességű adagolókanál önsúlya alig haladja meg az egy tonnát. Ugyancsak acélöntésűek az ú. n. adagoló lapátok is, amelyek a kemenceajtók ajtónyílás-méretéig terjedő szélességű autogénvágású anyagok, elsősorban üstmedvék adagolhatnak. Hazai viszonyok között a 40 tonnás acélüstök belső alsó átmérője nem szokta a 2,2 m-t meghaladni. Célszerű tehát az üstmedvét az üstben történő feldarabolásakor középen kettévágni és olyan magasságú szakaszokra darabolni, hogy azok álló helyzetben a kemence ajtóján beadagolhatóak legyenek. A teljesség kedvéért említtem meg, hogy az adagolókanalak szélsőségesen legnagyobb képviselője 2,5 m<sup>3</sup> befogadóképességű. Sőt, történtek kísérletek a kemence teljes hulladékbetétjének a mellőfal hiányában egyetlen löketben történő betolására is. Ez a módszer a továbbiakban elmondandók miatt elvileg elhízott. Adott körülmények között a mellőfal nélküli, egymás mellé simuló ajtajú Martin-kemencének lehet jövője, miután az ilyen kemence a beadagolható hulladékvas darabnagysága tekintetében gyakorlatilag korlátokat nem ismer.

A S. M. kemencék adagolása kétféle rendszer, ill. kétféle adagolóberendezés segítségével történhetik. A kétféle rendszer: az ú. n. adagolóvonatos, ill. az állványos rendszer, míg a berakóeszköz: futódaru, vagy pódiumszinten dolgozó adagológép lehet. Az adagolóvonat, ha erre a pódiumi helyviszonyok lehetőséget nyújtanak, a legmesszebbmenően függetleníti az adagolás helyét a kanálberakás helyétől, míg az állványos rendszernél a hulladékterén történő kanálberakást követi a rakott kanálnak a pódium szélén álló állványokra való felvétele. Az adagoló-vonatos szerelvényét célszerű a kemencék berakóajtaja előtt húzóóó vágányról beadagolni, amikor is percnként lehet egy-egy kanalat berakni, míg ha az adagológép, ill. adagológép munkája közben forgómozgást is kénytelen végezni, egy kanál berakása 1,5—2 percig tart. Az állványos rendszerrel egy kanál-fogas kicserélése kb. 5 percig tart. Jellemző, hogy ugyanezen idő alatt 50 tonna folyékony nyersvasat lehet a kemencébe juttatni. Az adagológépek számának a gépek rendszeréhez, a kemencék tonnatartalmához, az alkalmazott szilárd betét nagyságához és minőségéhez, ill. a kemencék teljesítményéhez kell igazodnia. Jó járatú, közepes nagyságú és kb. 50%-os hulladékbetéttel dolgozó kemencék esetén nem túlzás, ha félannyi a berakógép, mint amennyi a kiszolgálandó kemence. A kanálberakást végző daruk száma egyezzek meg a berakódaruk számával.

Adagolvasút esetén a fél kemence számhoz való hulladékvonatnak kell készenlében állnia a pódium tároló vágányain és a másik fél kemenceszám egyharmadának megfelelő szerelvénynek a hulladékvas előkészítő téren. Minden szerelvénynek 15 perccel előbb kell a pódiumon lennie, mint a berakás kezdete, minthogy ennyi időt vesz igénybe az adagolási helyzetbe való tolatás. A S. M. kemence munkatér térfogata nem elég nagy ahhoz, hogy normális térfogatsúlyú hulladékvasat feltételezve az adag ócskavas részét egyszerre magába tudja fogadni. Már csak azért sem lehet az adagolást egyetlen menetben elvégezni. A legfontosabb szabály az, hogy az egész adagot olyan részletekben adagoljuk be, amelyek mellett az összes beolvasási idő a legrövidebb. A beolvasási idő viszont akkor a legrövidebb, ha a berakás időszakájában sikerül a boltozat hőmérsékletét egyenletesen magasán tartani. A melegítés, ill. beömlésztés sebessége akkor a legnagyobb, ha a boltozat és a láng hőfoka a legmagasabb, a betétanyag felülete pedig hideg. A kemence fémbetétje beolvasásának két fázisa van:

1. a szilárd betét a kemenceatmoszféra hőjének közvetlen sugárzó és vezető hatása alatt megolvad, lecsorog és furdót képez;

2. a megmaradt szilárd anyag a képződött fürdő felszíne alá kerül és további melegezése a salak közvetítő hatásával történik. Az első fázis jár a gyorsabb hőfelvétellei.

A legrövidebb beolvadási idő előfeltételei: a) a betét egész tömege tökéletesen hővezető, úgy, hogy egyenletesen melegszik át; b) a leghidegebb anyag a felszínen van, úgy, hogy az acélba folyó nettó sugárzást mindig a felső réteg nyeli el; c) a felső réteg vékony és el van szigetelve az adag többi részétől. Ez a réteg elnyeli az összes netto meleget, megolvad és így az alatta lévő réteg lesz kitéve a hő hatásának, amely szintén megolvadva az alatta lévő réteget szabadítja fel és így tovább. Adagoláskor a kemenceboltozat hőmérsékletét a lehető legmagasabban kell tartani és a berakást úgy kell végezni, hogy a felül fekvő anyag a leghidegebb legyen. Ezért nem szabad úgy adagolni, hogy a boltozat hőmérséklete lényegesen csökkenjék, azaz nem szabad nagy tömeget egyszerre a kemencébe rakni. Az adag első részét úgy kell berakni, hogy a kemence munkatere be legyen takarva anyaggal, mert az anyaghiányos helyeken a meleg veszendőbe megy. A további adagolás úgy irányítandó, hogy a boltozat le ne hűljön. Az a sebesség, amellyel az anyagot a kemencébe lehet rakni, a magasabban fekvő részek megolvadásától függ. Az ideális beolvadási ütem az, amikor a boltozat hőmérséklete, mint említettem, az egész idő alatt a legnagyobb megengedhető hőfokon van és az adagra átviendő melegen sohasem kell valamilyen hőellenálláson áthaladnia. Ez utóbbi akkor biztosítható, ha a betét tömegének oly nagy a hővezető képessége, hogy hőmérséklete mindenütt egyforma, ha a leghidegebb anyag mindig legfelül van, végül, ha a tömeg vékony rétegekre oszlik, amelyek egymástól el vannak szigetelve, úgy, hogy az összes hőt a legfelső réteg veszi fel. Modern kemencéknél a boltozatba épített sugárzási pyrométer jelzi azt, hogy mikor süllyedt a boltozat hőmérséklete 1400 fok alá, azaz mikor kell az adagolást időlegesen megszüntetni. A gyakorlat az, hogy az adagolást majdnem mindig meg kell szakítani a hőközlési szűk keresztmetszet miatt. A nem kellően meleg kemencefenékre történő berakás a beolvadási idő elhúzóására vezet. A gáz, az előző adag lecsapolását követően éppen ezért csak oly mértékben fojtható, amennyire azt a kemence belseje állapotának megfigyelése és a csapólyuk lezárása megköveteli. A fojtást ilyenkor aránytalanul későn beálló fővési periódust eredményez, amelynek során a salak, nehezen alakul ki és nehézkes a salak kéntelenítő és foszfortalanító hatása is. A kemenceboltozat megfolyósodása ebben az időszakban a beadagolt hulladékvás nagy hőelnyelő képessége folytán rendszeren ki van zárva, és ha mégis előfordul, úgy az a gázjárás hibáira vezethető vissza. A helyes beadagolási sorrend az, hogy könnyű hulladékvás kerüljön a fenékre. Az adagolás a lehuzati oldal felé eső ajtóban veszi kezdetét. A kemenceközépfelől és a beadagolt rakások tetejébe kerülnek a nehéz hulladékok, a blokkvégek és a törőművi anyag. Ezeket célszerű sokáig kitenni a közvetlen lánghatásnak, hogy beolvadásuk kielégítő lehessen. Tény az, hogy a közepesen szálás és a sajtolt ócskavas a legmegfelelőbb betétanyag, mert ez nyújtja a legtöbb alkalmat a lángnak a vasanyaggal való érintkezésre. Régi, lanyhán menő kemencék a nehéz, tömött hulladékvásat nem képesek megemészteni. A legminimálisabbra szabott mész-mennyiséget, akár meszet, akár meszkövet, mindig alulra kell helyezni. Ezt kívánja meg a hőkezelésnek a lángból kiinduló és mindig lefelé irányuló folyamata. Ezzel ellentétes mésszelhelyezés tiszta ellentmondás volna, minthogy az adagolás végén a fémes betét tetejére terített mész olyan szigetelő-réteggé fogható fel, amelynek elhelyezkedése a hőt leadó láng és a megolvasztandó hulladékvás közé esik. Ezen túlmenően a mész nagyrészt a füstgázok magukkal ragadják és a fejek és kamrák tüzálló falzatának tönkremenetelét okozzák. A különböző munkafeltételeknek megfelelően a meszet különböző magasságban helyezik el a betétben. Folyékony nyersvasbetétnél egy sor könnyű ócskavasra, közvetlenül a fenék fölé kerül a mész. A méssznek ez az alacsony elhelyezkedése védi a fenéket a nyersvas beöntésekor fellépő heves reakciók káros hatása ellen. A méssznek közvetlenül a fenékre való rakása annyiban

hátrányos, hogy a mész könnyen hozzátapad a fenékhez, ami által egyrészt a salakképzés szempontjából elvész és végül a fenék felhízásához vezet, másrésztől azonban a méssznek közvetlenül fenékre való rakása ott kedvelt eszköz, ahol a kemencefenék kisebb egyenetlenségeit kell kiküszöbölni. A hulladékvás szénitési és a hulladékvás-nyersvas eljárásnál — szilárd nyersvasbetét esetén — ahol már eleve megvan a fenék felhízására való hajlandóság, a meszet valamivel magasabbra helyezik el a fenékhez viszonyítottan. Akár van ére a betétben, akár nincs, pontosan meg kell választani a folyékony nyersvas beöntésének legalkalmasabb időpontját. Általában akkor öntik be a nyersvasat, amikor a szilárd betét kis kupacokra olvadt le. Ilyenkor a folyékony nyersvas azonnal reakcióba lép a kemencében lévő sűrű folyású hulladékkal és meggyorsítja a hátralévő megolvadási munkát. A nyersvas túlkorai hozzáadásakor a nem kellően megolvasztott hulladékvás mennyiségének következtében a folyékony nyersvas-reakció erejének nagy része elvész, míg túlkésői nyersvas hozzáadásra a reakciók lefolyása annyira viharossá válik, hogy a kemence oldalfalainak salakkimaródása és a boltozat megfolyósodása mellett a salak nemcsak az ajtók küszöbén lép át és az adagoló pódiumra folyik, hanem a kemencék tűzfűdján áttörve a salakszákokba, sőt a kemence, kampány vége felé onnan a rácskamrákba is bejut. A túlkorai vagy túlkésői nyersvasbeöntés tehát egyaránt megzavarja az adag menetét. Ezek a tapasztalatok alapul a keverőkemencék létesítésének szükségessége, amelyek helyesen vezetve meglehetősen függetleníthetik a S. M. üzemet a kohóüzemtől és tulajdonképpen ezek teszik lehetővé a nyersvasnak az egyes kemencékbe idejében való beöntését. Fontos persze, emellett a nyersvas hőmérséklete is, amennyiben kísérletileg megállapítható, hogy a hideg, kásás nyersvasval szemben a kellően meleg nyersvas a mi adagviszonyaink mellett 25 perces adagrovízülést is okozhat. A szilárd nyersvas adagolásakor a következőket kell tudni: minthogy a nyersvas gyorsabban olvad, mint a hulladékvás, azért belőle elég hamar képződik folyékony tömeg, ami a betét egyéb részeivel érintkezve azokat is gyorsabban megolvadással készíti. Emellett a nyersvasban foglalt kísérőelemek gyorsan elosztódnak a kemence egész folyékony fémtömegében. Ezekből a megfontolásokból kiindulva, a szilárd nyersvasnak az adagolás végén a hulladékvás tetején a helye, a legnehezebb hulladékvásak társaságában. Nem kell attól félni, hogy az így berakott nyersvas idő előtt széntelenedik és ezért nagyobb nyersvas-százalékra van szükség, mint a mélyebben elhelyezett nyersvasmennyiségek esetén.

Az öntőcsarnokkal és berendezésével részleteiben foglalkozni messze meghaladná a tárgyalás kereteit. Elvileg megállapítható, hogy a fejlődés iránya a nagy kemencegépek, a teljes adagsúlynak egy üstbe történő lecsapolása felé irányul. Növekednek tehát a daruhordképességek és a nehéz és drága daruszerkezeteknek legalább a feszítőképességüket igyekeznek csökkenteni az öntőcsarnoki szélesség korlátozásával. Ez szükségessé teszi viszont az öntőcsarnokban pusztán az acél leöntési és a salakeltávolítási művelet elvégzését és minden más előkészítő műveletnek a csarnokon kívüli lebonyolítását. Természetes folyománya ennek, hogy az üstök és öntőberendezések használatra kész állapotban kerülnek az öntőcsarnokba. Korszerű acélművekben mind az alsó-, mind a felsőöntés kocsikon, 5 tonnánál nem kisebb öntéssúlyban történik. Az alsó-, ill. felsőöntés mennyiségi kiszabásánál szükséges a kétféle öntési mód előnyeivel, ill. hátrányaival tisztában lenni. Az alsóöntés előnyei:

1. jó öntecsfelet,
  2. rövid öntési idő,
  3. az emelkedési sebesség jó szabályozhatósága,
  4. az öntések nagyobb fizikai és kémiai egyenletessége,
  5. az öntések kisebb igénybevétele,
  6. az 50%-ig terjedhető nagyobb kokilltartósság,
  7. a nagyobb üsttartósság.
- Ugyanannyi a hátránya is:
1. nagyobbak az anyag- és bérköltségek,
  2. az esetleges rossz tölcser- és csatornatégla szennyezi az acélt,

3. üzemzavar esetén nagyobb a selejtképződés,
4. az ú. n. gyökerek és tölcsérvasak egészen 4%-ig terjedő veszteséget okozhatnak,
5. az acél kitorrésének nagyobb lehetőségei vannak,
6. nagyobb az öntőtér helyszükséglete,
7. állítólag nagyobb a hajlam a szekundér lunker-képződésre.

A felsőöntésre nézve értelemszerűen fentieknek majdnem az ellenkezője vonatkozik. Szerény nézetem szerint az öntés alé kerülő kokillák kifogástalan belső felülete a jó kokilla-bevonat és a rendezetten történő öntés, az utánaöntés lehetőségének fennforgása mellett jelenti az alsó- és felsőöntés között fennálló minőségi különbségek messzemenő kiegyenlítését. Az öntecs önköltségére gyakorolt befolyására és a gyártott acélszövet minőségére való tekintettel részletesebben kell a kokillák szerkesztésének, gyártásának és helyes használatának alapelveivel foglalkozni. A szempontok nem mindig párhuzamosan futóak, azaz a kokillába önthető öntecsek méretezésének alapvető szempontja a továbbfeldolgozásnál elérhető maximális anyagkihozatal, míg a kokillák méretezésének a legalacsonyabb elérhető fajlagos kokillafogyasztás a kiindulása. Általában a hengerlési célokat szolgáló öntecsek karcsúsága 2,8—3,5, míg a kovácsolási célokat szolgálóké 1,5—2,5. Sajátságos, de sokszorosan beigazolt tény, hogy az öntecsek kónicitása a növekvő oldal-hosszmérettel célszerűen együtt nő és egy kb. 4 tonnás öntecsnél felfelé szélesedő, sokszögű szelvény esetén 2,4%-os, négyszögű szelvényénél 3%-os, felfelé keskenyedő négyszögű szelvényénél 1,7%-os. A túl kis kónicitás nehezen stripperezhető, a túl nagy kónicitás kedvezőtlen öntecsszövetet, egyenlőtlen zsugorodást és kedvezőtlen hengerlési és kovácsolási tulajdonságokat eredményez. Döntően fontos a kokillák méretezése a kokillatartósság szempontjából. Itt nemcsak a legömbölyítési rádiuszok igen nagy fontosságára gondolok, hanem a kokillafal vastagságának, azaz összes súlyának a beönthető acél súlyához való viszonyára. A kokilla legkisebb gazdaságos falvastagságának, a beönthető öntecssúlyának és a kokilla tartósságának összefüggése sima, felfelé keskenyedő kokillákból,

ha a kokilla falvas-

tagság : öntecssúly mm/kg	Átlagos kokilla súly kg-ban	Átlagos öntésszám
0,02	7000	70
0,03	3650	88
0,04	3650	98
0,05	3000	108
0,06	2400	116

Különös kokillaszerkesztési ügyességet kíván meg az a szempont, hogy a kokilla külső felületének hőmérséklete a leöntést követő felmelegedés során lehetőleg egyenletes legyen. A kokillák meghibásodásának részben a repedés, részben a kimarodás az oka. A helyes kokillaszerkesztés, kokillagyártás és kokillahasználat egyik döntő ismérve az, hogy mindkét hiba egyidejűleg lép fel.

A kokillagyártónak feladata az, hogy biztosítsa a kokilla anyagának alábbi összetételét: C nem kevesebb mint 4,3%—0,3 Si %, a Si kellően magas ahhoz, hogy a töret teljesen szürke, perlitesszövetű legyen, de legfeljebb 1,8%-nyi, a Mn 1,7 S % + legalább 0,3%, a S 0,1% alatt, P 0,15% alatt. A repedés iránt érzéketlen kokillák nyersanyagának durvaszemcsés hematitnak kell lennie, nagy pelyhes grafittal és ferrites alapszövettel. A túlzott kimaradások csökkentésére viszont a szövetben bizonyos perlit résznek is kell lennie. Mellesleg megjegyzem, hogy az acélművesek a kimarodás miatti kokilla selejteztést szeretik jobban, minthogy ilyenkor a tartósság 15—25 öntéssel nagyobb, mint a repedés miatti selejtezésnél. Döntően fontos még a formázáskor a dögölés egyenletessége és az ebből folyó belső kokillasímaság, ill. a kokillanyag hólyagmentessége.

Az acélművi üzemi viszonyok éppen olyan fontosak a kokilla tartósságára, mint az öntődek. Ennek egyik bizonyítéka az, hogy az alsóöntésnél használt kokillák

általában 30%-kal tartósabbak, mint a felsőöntésűek. A jó kokillatartósság acélművi előfeltételei, amik egyben az ú. n. eszményi kokillakezelés szempontjait is jelentik, nagyjából a következők:

1. felfelé keskenyedő, felöntés nélküli kokillánál 40 perccel, felfelé keskenyedő felöntéses kokillánál 70 perccel, felfelé szélesedő felöntéses kokillánál 100 perccel a leöntés befejezése után megtörténjék a lehűzés.
2. a kokillák lehűlése hűzésük után természetes úton, azaz szabad, nyugvó levegőn történjék,
3. a kokillák belső felületete gondosan letisztítandó, a gödrök és repedések kitapasztandók, ill. kicsiszolandók,
4. a kokillák kátrányozása vagy védő bevonata 120°-ot meg nem haladó kokillahőmérsékleten történjék,
5. a kokillák aljába karikabetét, vagy a belső alsó él mentén acélforgács védőgát kerüljön és kifogástalan állapotúak legyenek az alátélapok,
6. az öntés 50—60 fokos kokillákba történjék,
7. az öntés nem forgó, szabályozott centrális sugárral történjék,
8. a kokilla befogadó-képességét nem szabad túlságosan kihasználni, azaz színi a kokilla nem önthető.

Különösen felhívom a figyelmet a kokilla belső hibáinak kicsiszolás vagy kikenés útján történő kiküszöbölésére, amivel legalább 15%-os élettartamnövekedés érhető el. A jelenlegi ózdi kb. 4 tonnás kokillánál a 12 kg/t nyersacél kokillafogyasztást annak ellenére, hogy a legjobb országos eredmény, nem tarjuk különösen jónak és az eszményi kezelés terén még számos intézkedésünkre van szükség. Különös figyelmet kell szentelnünk a kokilla bevonat anyagok nálunk meglehetősen elhanyagolt problémájának. A jó kokilla-bevonat anyagi védi a kokillafelületet és egyúttal javítja a készgyártmányok felületét is. A jó kokillabevonat anyagtól megkívánjuk, hogy:

1. nem szabad az acél anyagával reakcióra lépnie,
2. az acéllal való érintkezésekor azonnal és tökéletesen el kell égnie. A korai elégés haszon nélküli, a késői elégés káros, mert gázhólyagok keletkeznek az öntecs felülete alatt,
3. a nedvességtartalom, viszkozitás, szilárd alkatrészek stb. tekintetében meghatározott előírásnak kell, hogy megfeleljen,
4. az egészségre ártalmatlan és kényelmesen kezelhető legyen.

Nyugodtan állítható, hogy minden acélfajtára és minden öntecstípusra egyformán alkalmas kokillabevonat nincs. A különböző kokilla-bevonatok alapanyaga: a kifőzött kőszénkátrány, a lakk, a melasz, az aszfalt, a lakol (ez a kátrány kolloidális oldata); ezekhez járul mint hígító anyag a szükséglet szerint: a terpentínolaj, a benzol, a nutilalkohol és a fűtőhatás fokozására a grafit, alumínium, ferrosziliícium és a korom.

A további feldolgozás szempontjából lényeges a csillapítatlan acélok hólyagkoszorújának elhelyezkedése, amelyet az optimális 60 fokos kokilla hőmérséklettel az öntecs felülete alá olyan mértékre lehet szerítani, min. 20 mm-re, amely kizárja a hólyagoknak még a legmesszebbmenő alakítás esetén bekövetkező felületrejutását, ill. felszakadását is. A helytelen acélminőség, ill. öntési hőmérséklet-okozta transzkristallizáció kiküszöbölésére tervebevéttük az ultrasonikus rezgésszámmal történő öntecs-vibráltatást a megdermedés időszakában, amelynek révén reméljük az öntecs anyaga transzkristallizációs vagy dendrites vázának messzemenő szétrombolását, ill. finom szemcsézetttségének biztosítását.

Legvégül, de nem utolsó sorban megemlítenő a leöntendő acél anyagának az öntőüst kagylójára és ezen keresztül a leöntött öntecs minőségére és a kokillára gyakorolt befolyása. Nem minden kagylófolyás írható a tűzállótéglaágyarok rovására és nem minden kokilla-selejt okozója a gyenge kokillaminőség. Az acélfürdőben oldott ferrooxid ugyanis éppen olyan alattomos, mint amilyen veszedelmes ellensége a samott téglának, viszont az ú. n. zártan dugóval való öntés a kokillatartósság halála. A jó kokillatartósságért tehát nemcsak az öntecsarmokban kell küzdeni, hanem azt már nagyrészt a csapolásnál lehet és kell biztosítani.

## A konduktív ellenállásanyagok

NÉMETH EMIL

### КОНДУКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ.

Условия распределения тока и тепла при непосредственном нагреве сопротивлением. Обеспечение равновесия тепла при перемене поперечного сечения. Металлические материалы сопротивления с аустенитной и ферритной базой. Сопротивление и обычный состав солевых ванн.

#### Konduktive Widerstandsmaterialien.

Strom- und Wärmeverteilungsverhältnisse bei direkter Widerstandsheizung. Sicherung des Wärmegleichgewichtes bei Querschnittsänderung. Metallische Widerstände austenitischen und ferritischen Grundstoffes. Widerstand und übliche Zusammensetzung der Salzäder.

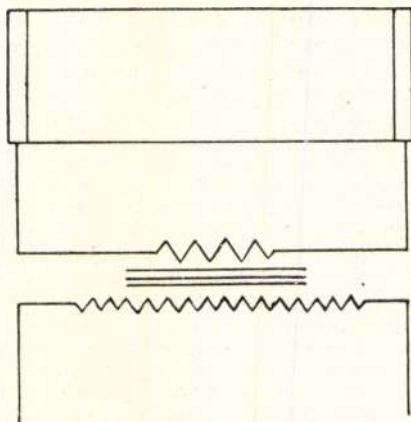
#### Conductive Resistance Materials.

Distribution of heat and current in direct resistance heating. Providing heat equilibrium at cross-sectional changes. Austenitic and ferritic base resistance materials. Resistance and usual composition of salt baths.

A kohászat elektrifikálásának egyik legjelentősebb területe az elektromos energiának hővé való alakítása. E rendkívül bő és változatos témakörből jelen esetben csak a konduktív vezetés elvén felépülő vezető, ill. félvezető anyagok problémáit tárgyaljuk.

Az alábbiakban a konduktív ellenállások 3 főtípusával ismerkedünk meg.

1. Az áramkörben maga a melegítendő darab képviseli az ellenállást.
2. Az ausztenites és ferrites ellenállásanyagok.
3. A sófürdők ellenállás viszonyai.



1. ábra.

1. A legegyszerűbb és leggazdaságosabb fűtési mód az, amikor a hevítendő darabot az áramkör konduktív ellenállásaként kapcsoljuk be. Ez esetben a darab két végét egy transzformátor szekunder oldalának két sarkára kapcsoljuk és a darabban magában, mint ellenállásban, termelődik a hő. (Lásd az 1. sz. ábrát).

Ez az eljárás nagyon előnyösen alkalmazható kovácsolásnál és sajtolásnál használatos buga és gömbanyagok hevítésénél. A kérdés egyszerűnek látszik ugyan, de a hőkezelendő darab mérete, valamint az abban történő árameloszlási viszony elentékenyen befolyásolja gyakorlati felhasznál-

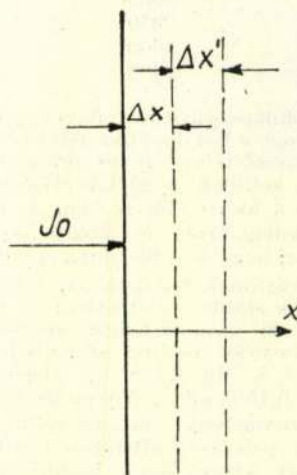
lási területeit és módozatait. Mint ismeretes, a váltóáram soha sem egyenletesen helyezkedik el a vezető keresztmetszélyében: ennek eloszlása függ a periódusszámtól, az áramsűrűségtől, a darab méreteitől, valamint annak fizikai tulajdonságaitól. Annak ellenére, hogy ennél a hevítési módnál közönséges 50 periódusú áramot használunk, az árameloszlási viszonyok mégsem kedvezőek (különösen nagy szelvények esetén).

Az árameloszlás a fémtest belseje felé haladva exponenciálisan változik. Ha a kontaktuson átadódó áramerősség intenzitását  $I_0$ -al jelöljük, akkor a vezetőnek  $\Delta x$  vastag rétege bizonyos  $\Delta I$  intenzitást nyer el. Ez az elnyelt (abszorbeált) rész arányos  $I_0$  intenzitással, a réteg vastagságával ( $\Delta x$ ), valamint az abszorpciós koefficienssel,  $\frac{1}{z}$ -el. (Ennek reciproka értéke „a behatolási

mélység” és  $\delta$ -val jelöljük:  $\delta = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\rho}{\mu \cdot f}}$

$$\Delta I = \frac{1}{z} I_0 \cdot \Delta x.$$

Ez az egyszerű arányosság csak végtelen vékony rétegre vonatkozik.  $J_0$  tovább haladásakor a második rétegbe  $I_0$  helyett már csak  $I_0 - \Delta I$  intenzitás jut, s így az abszorbeálódott mennyiség  $I_0 - \Delta I$ -vel lesz arányos. A további rétegekbe mind kevesebb és kevesebb intenzitás jut, úgy hogy véges  $x$  vastagságú rétegben együttesen elnyelt intenzitás tehát az alábbi integrállal határozható meg. (Lásd a 2. sz. ábrát).



2. ábra.

$$dI = -\frac{1}{z} I dx,$$

$$\int \frac{dI}{I} = -\int \frac{1}{z} dx,$$

$$\ln I = -\frac{1}{z} x + C.$$

<sup>1</sup> Értéke a Maxwell egyenletekből származtatható le.



Ha  $x = 0$ , akkor  $I = I_0$  s így  $\ln I_0 = C$ .  
Így

$$\ln I - \ln I_0 = -\frac{1}{z} x + C - C,$$

$$\ln \frac{I}{I_0} = -\frac{1}{z} x,$$

$$I = I_0 e^{-\frac{1}{z} x}.$$

Tehát az áramerősség értéke exponenciális függvény alakjában csökken a belső rész felé. Ha  $\frac{1}{z} = \frac{1}{x}$ -el, akkor a kitevő  $-1$ , s így:

$$I = I_0 e^{-1} = \frac{I_0}{e}.$$

Az az abszorpciós koeficiens annak a rétegvastagságnak a reciprokjára, amelyen áthaladva az intenzitás az eredeti érték  $\frac{1}{e}$  részére csökken.

Másrészt a fentiek szerint:

$$\delta = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\rho}{\mu \cdot f}},$$

ahova ha  $\mu = \mu_0 \mu_r$  értéket behelyettesítjük ( $\mu_0 = a$  vákuum permeabilitása  $= 0,4 \pi \cdot 10^{-8}$ )

$$\delta = 5030 \sqrt{\frac{\rho}{\mu_r \cdot f}} \text{ (cm)},$$

$\rho$  = a darab fajlagos ellenállása  
 $\mu_r$  = relatív permeabilitás  
 $f$  = a periódus szám.

A fenti képletből könnyen kiszámítható, hogy a ferromágneses anyagoknál  $150^\circ \text{C}$ -hoz tartozó  $\delta = 2,2 \text{ mm}$ -ről  $850^\circ \text{C}$ -nál már  $91,4 \text{ mm}$ -re emelkedik. Ennek az a magyarázata, hogy a hőmérséklet emelkedésével a fajlagos ellenállás nő, a mágneses permeabilitás pedig csökken. ( $780^\circ \text{C}$ -nál a Curie ponton  $\mu_r$  értéke  $300$ – $500$ -ról egyre csökken). Tehát a melegítés kezdetén az árameloszlás még kis keresztmetszvények esetén sem egyenletes, hanem a fenti kitevő függvényében exponenciálisan csökken a közép, ill. növekszik a felszín felé.

A hőeloszlás még egyenletlenebb, mert ez az áramerősség négyzetével arányos. A hőmérséklet emelkedésével azonban mind az áramerősség, mind pedig a hőeloszlás egyenlőtlenége mindinkább megszűnik, majd kiegyenlítődik, sőt a nagyobb hőmérsékleteken ( $1100$ – $1200^\circ$ ) a darab belső részének hőmérséklete túl is haladhatja a felület hőmérsékletét. U. i. a fentiek szerint a hőmérséklet emelkedésével  $\delta$  értéke erősen növekszik, ugyanakkor a darab felületének hőmérséklete a felületi hűtőhatás következtében csökken, s ez az áramerősség egyenlőtlenességéből adódó kedvezőtlen hőeloszlást mintegy semlegesíti.

Kedvezőtlenebb az eset, ha az ellenállásként bekapcsolt darab keresztmetszvénye nem egyenletes, hanem lépcsős, (pl. lépcsős tengelyek edzése). A különböző keresztmetszvények darabjainak végére kapcsolt feszültség a darabon I áramerősséget hajt át, melynek erőssége a darabban mindenütt

azonos lesz, függetlenül a keresztmetszettől. Tehát a vastagabb részen ugyanaz az áramerősség halad át, mint a vékonyabb részen, s így az egyenletes felmelegítésre kedvezőtlen hatással van.

Felvetődik tehát a kérdés, melyik az a keresztmetszvény-változás arányhatára, melynél a fellépő hőmérsékletkülönbség még megengedhető és milyen eljárással valósítható ez meg?

Az elektromos melegítéssel történő hőközlésnél a felhevítés sebessége (ahol a darabban termelődik a hő, tehát esetünkben is) néhány  $10$ , sőt  $100^\circ \text{C}$ -t is elérhet percenként és ez lehetőséget ad a minőség romlása nélkül a túlhevítésre ( $100$ – $150^\circ \text{C}$ -al). Természetes, hogy ez esetben a keresztmetszet változás nagymérvű nem lehet és csak azokban az esetekben alkalmazhatjuk, amikor a keresztmetszet különbségek aránya még biztosítja a megengedett túlhevítést.

Joule törvénye értelmében a darab minden részén

$$Q = 0,24 I^2 R t$$

melegmennyiség fog kiválni, mely melegmennyiség a kérdéses darab  $l$  cm-es hosszában a hőmérsékletet  $T = T_v - T_k$ -re emeli ( $T_v = a$  darab vég hőmérséklete,  $T_k = a$  darab kezdő hőmérséklete). A termelt hőmennyiséggel arányos hőmérsékletváltozást az alábbi egyenlet fejezi ki:

$$Q = G \cdot c \cdot T$$

ahol  $G$  = a felmelegített fém súlya,  
 $c$  = a fém közepes fajhője  $T_v$  és  $T_k$  hőmérsékletek között.

Mivel  $Q$  mindkét egyenletben egyenlő, felírhatjuk, hogy

$$0,24 I^2 R t = G \cdot c \cdot T.$$

ahol  $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$  a fém ellenállása,

$G = S \cdot l \cdot \gamma$  a fém súlya.

$R$  és  $G$  értékek behelyettesítése után:

$$0,24 I^2 \rho \frac{l}{S} t = S \cdot l \cdot \gamma \cdot c \cdot T.$$

A feladat feltételeiből adódik, hogy az  $S$  és  $T$  a változó mennyiség, mivel a többi érték a tengely minden metszetére egyenlő. Így

$$S^2 \cdot T = 0,24 I^2 \frac{\rho}{c \cdot \gamma} t = \text{const},$$

vagyis a melegítendő anyag keresztmetszet terület négyzetének szorzata a hőmérséklet emelkedéssel egy adott rendszeren belül állandó szám. Hengerestestek esetében a keresztmetszvény terület a következő kifejezéssel helyettesíthető:

$$S^2 = \left( \frac{\pi D^2}{4} \right)^2.$$

Az előző kifejezést az alábbi alakban írhatjuk fel:

$$D^4 T = \text{const}.$$

Példaképpen határozzuk meg egy  $30$  és  $31 \text{ mm}$   $\varnothing$ -jú lépcsős tengely edzési lehetőségét, ha a megengedett túlhevítés hőmérséklete  $150^\circ \text{C}$ , az alsó

hőmérsékleti határ pedig 850° C. A kezdeti hőmérséklet 15° C. Felírhatjuk, hogy :

$$D_1^4 T_1 = D_2^4 T_2,$$

$$T_1 = T_2 \frac{D_2^4}{D_1^4}.$$

Behelyettesítve :

$$T_1 = (850 - 15) \frac{3,14^4}{3,04^4} = 950^\circ \text{ C.}$$

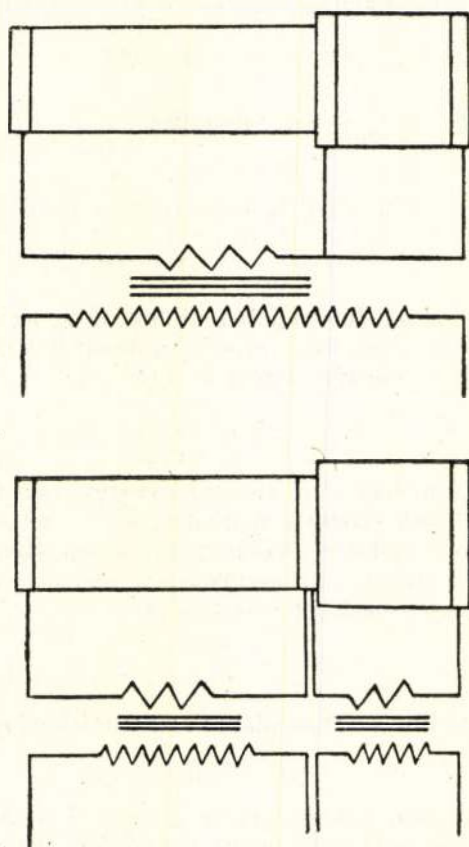
$$T_r = T_1 + T_0 = 950 + 15 = 965^\circ \text{ C.}$$

Tehát a tengely vastagabb vége 850° C, a vékonyabb rész hőmérséklete pedig 965° C, a megengedett túlhevítés határán tehát belül van.

Amint láthatjuk, a keletkezett hőmennyiség fordítottan arányos a keresztmetszet négyzetével, ill. az  $\varnothing$  negyedik hatványával.

Melegalakításoknál a túlhevítés elve kerülendő, mert ez esetben a cél az, hogy a külső és belső hőfokfeszültség minimális legyen, hogy a képlékeny alakításnál a darab teljes szelvényében egyenlő plaszticitású legyen. Ez a felfűtés sebességének és a fűtési időnek helyes beállításával érhető el.

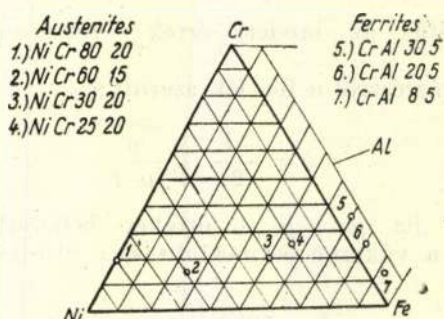
Nagy keresztmetszet különbség esetén az egyenletes melegítés megköveteli, hogy valamennyi keresztmetszvényen megfelelő nagyságú áramerősséget bocsássunk át, vagy pedig minden egyes részével annyi melegmennyiséget kell közölnünk, amennyi a véghőmérséklet eléréséhez szükséges.



3. ábra.

A fenti kívánalmat elérhetjük úgy, hogy az egyes keresztmetszvényekre megfelelő teljesítményű trafót kötünk. A trafó feszültségét a szelvény méretének megfelelő áramerősség határozza meg, viszont az áramerősség nagyságát a szükséges hőmennyiségből számíthatjuk.

Különböző szelvények hevítését egy trafóval is megoldhatjuk. Ez esetben a vastag részhez kiegészítő előfűtést kell alkalmazni pót kontaktusok segítségével, melyet az alap trafóról táplálunk. A kiegészítő fűtés mellett azután rákapcsoljuk még az alapfűtést is és így az egységesített fűtési rendszer biztosítja a darabnak a kívánt hőmérsékletre való felhevítését. (Lásd a 3. sz. ábrát). Természetesen a fent ismertetett két főtípusú kapcsolás mellett még lehet más kivitelezési lehetőség is, ami szintén sikeresen alkalmazható, ha a fenti elveket betartjuk.



4. ábra.

A közvetlen ellenállás-fűtés technológiai kivitelezésének további tárgyalása meghaladja e tanulmány kereteit, úgy hogy ezekkel (kontaktusok illesztése, vég- és radiálkontaktusok stb.) e helyen nem foglalkozom.

2. A hőtermelésre felhasznált konduktív ellenállás anyagok második nagy csoportját képviselik a közvetett ellenállás-anyagok. Ezek közös jellemzője, a hőmérsékleti együtthatójuknak ( $\alpha$ ) jellegzetes változása. A fémötvözetekből készült ellenállásoknál értéke pozitív (növekvő), keramikus, szén és só ellenállásoknál pedig negatív (csökkenő).

Az a kívánatos, hogy ezeknek mindkét irányban történő változása lehetőleg minél kisebb legyen, hogy ne zavarja az elektromos-hőegyensúly, megkívánt értékét, vagyis a berendezés által felvett teljesítmény közel állandó maradjon.

A fémes ellenállás anyagoknak két nagy csoportját különböztetjük meg: az ausztenites és ferrites alapanyagú ellenállásokat. (Lásd az 4. sz. ábrát).

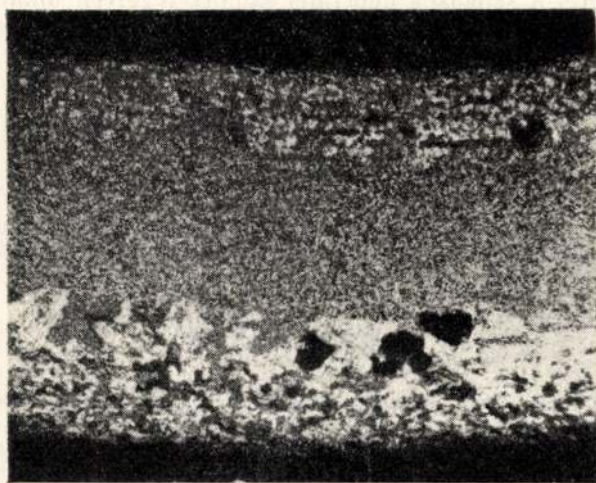
Aszerint, hogy milyen berendezésben és milyen atmoszféra környezetben kívánjuk a fűtőelemet felhasználni, kell a minőséget megállapítanunk.

Az alábbiakban nem kívánom a fűtőellenállások szokásos tulajdonságait és azoktól megkívánt követelményeket felsorolni, hanem ezek közül csak a jellegzetesebbeket és kevésbé ismerteket emelem ki.

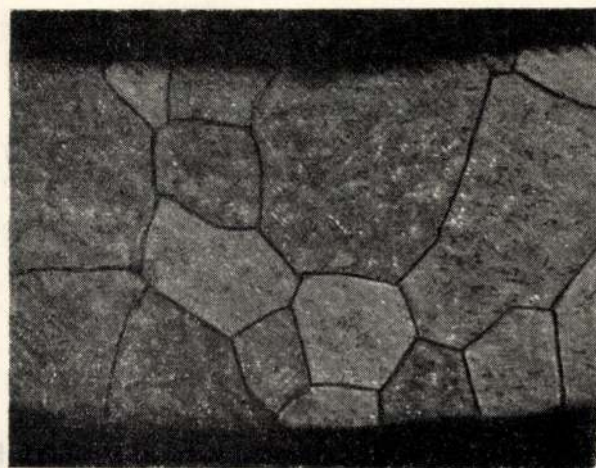
Mindkét fajta ellenállás anyagnak a fajlagos ellenállása  $1-1,45 \text{ ohm} \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$  közt változik (ferri-

teseké a nagyobb). Az ausztenites alapanyagú fűtőellenállások olvadáspontja mintegy 100—120° C-szal kisebb a ferrites ötvözeteknél, s így természetesen csak kisebb üzemhőmérsékletű kemencékben használhatók. Nagy hátránya a ferrites ötvözeteknek, hogy nagyobb hőmérsékleten nagy a szemcsedurvulásra való hajlamosságuk. Így az egyes kristályok közötti kohéziós erő csökken és már minimális külső erőbehatásokra, üvegszerűen elpattannak. (Lásd az 5. sz. ábrát). Az 5. sz. ábra 24% Cr és 3,5% Al. tartalmú fűtőelem szövetképét mutatja:

- a) Még nem használt állapotban.  
b) Tartós üzem után.



5a. ábra.



5b. ábra.

Az ötvözet ridegségéhez hozzájárul még, hogy nitrozus gázok jelenléte esetén a felületen nitridálódik.

A ferrites alapanyagú ellenállás huzaloknak kisebb a melegszilárdságuk, mint az auszteniteseké. Ezért a tartóelem kiképzését úgy kell megoldani, hogy szabadon függő részek ne legyenek (alátámasztás!).

Természetesen a fentebb elmondott mechanikai és kémiai hátrányokkal szemben a ferrites ellenállóanyagoknak előnyük is van. Ez különösen elektromos tulajdonságaikban jelentkezik.

Olyan helyeken, ahol az elem szerkezetekre rázkódás, vagy egyéb más mechanikai igénybevétel nem hat, kitűnően alkalmazhatjuk. Az ausztenites (vasmentes Cr, Ni) anyagokkal szemben az alábbi előnyeit sorolhatjuk fel:

Azonos teljesítmény, feszültség és huzal-méret mellett nagyobb fajlagos ellenállás értéke következtében a beépítendő elem hossz a Cr Ni-nek 78%-a, súlya 68%. Viszont az egységnyi sugárzó felületre eső teljesítmény, azaz felületi terhelés értéke a Cr Ni-nek 128%-a. A fajlagos felületi terhelés értéke általában 1—10 közt változik, nagyobb kemence hőmérsékleteknél kisebb és megfordítva. Végeredményül megállapíthatjuk, hogy a ferrites alapanyagú ellenállások nyugodt településű kemencék alkalmazásánál nagyon jó eredménnyel alkalmazhatók. A nagyobb mechanikai igénybevételeknek kitett berendezéseknél viszont ausztenites ellenállás-anyagok alkalmazása ajánlatos.

3. Végül a konduktív ellenállás anyagok következő csoportját a hőkezeléseknél alkalmazott sófürdők képviselik.

Mint ismeretes a fémek anyagok elsőrendű vezetők, ahol az elektromos áram szállítása a perturbáció által levált szabad elektronok áramlásán alapszik. Az elektroliteknel — így a sófürdőknél is — az áramvezetés mechanizmusa anyagi részeknek, a pozitív és negatív töltésű atomoknak, vagy gyököknek, azaz az ionoknak vándorlásán alapszik. Egyenáram alkalmazásával egyirányú vándorlás létesül, s az elektrolízis jelenségéhez jutunk. A váltóáram alkalmazásánál azonban nincs határozott irányú vándorlás, mert a gyors és sűrűn egymást követő áramlökések hatására az ionok csak „ide-oda” való rezgő mozgást végeznek. Tehát ez esetben az áram vezetése nem az ionok folyamatos vándorlásán, hanem a longitudinális rezgőmozgásához hasonlóan az ionok ide-oda való rezgőmozgásán alapul.

A szilárd sók szobahőmérsékleten az elektromos áramot nem vezetik, még az ion rácsot alkotó alkálihalogenidek sem. Ezért megömlésztésük segédelektrodával (fémek ellenállással) történik. A megolvadás után a hőmérséklet emelkedésének függvényében növekszik a vezetőképességük, ill. csökken az ellenállásuk. ( $-\alpha$ ).

Különböző sóoldatok vezetőképessége nagy határok közt változik. A hőmérséklet emelkedésének függvényében növekvő vezetőképesség értékét a Poincaire-féle lineáris összefüggés adja meg, mely szerint:

$$L = L_0 [1 + \alpha (t - t_0)]$$

ahol

$L$  = a sófürdő vezetőképessége, a kérdéses hőmérsékleten.

$t_0$  = a megolvadt sófürdő vezetőképességéhez tartozó hőmérséklet, amely az olvadáspont körüli érték.

$L_0$  =  $t_0$ -hoz tartozó vezetőképesség.

$\alpha$  = hőmérsékleti együttható.

A vezetőképesség reciproka értéke a fajlagos ellenállás, amelyet általában  $\sigma$ -val jelölünk. Az ellenállás dimenzióját célszerű ohm cm-ben kife-

jezni, mivel az elektrolitek térfogat mennyiségének kifejezésére ez alkalmasabb.

Az alábbi táblázatban a különböző sók fontosabb adatait találhatjuk.

Megnevezés	Vezetőképesség Poincare után	Olv. pont °C	Forr. pont °C
NaNO <sub>3</sub> L = 1,302 [1 + 0,00497 (t-350)]		308—330	—
KNO <sub>3</sub> L = 0,7241 [1 + 0,0055 (t-350)]		327—353	1413
KCl L = 1,788 [1 + 0,0068 (t-750)]		740—804	
NaCl L = 3,4 [1 + 0,006 (t-750)]		776—820	1440
BaCl <sub>2</sub>		960	1560
CaCl <sub>2</sub> L = 1,16 (3 + 0,0046 t-750)		772	600

Általában a nitrátok kisebb, a karbonátok és kloridok nagyobb olvadáspontú sók. A cianátok közbeneső értékűek. A sófürdő a megválasztása a munkahőmérséklettől függ. Az összetétel változtatásával a munkahőmérséklet kívánt értékeit mindenkor jól beállíthatjuk. A szokásos só összetételeket az alábbi táblázatban találhatjuk.

Összetétel	Olvadáspont	Munkahőmérséklet
55% KNO <sub>3</sub> + 45% NaNO <sub>3</sub>	230	230—480
55% NaNO <sub>3</sub> + 45% NaNO <sub>2</sub>	235	235—480
28% NaCl + 72% CaCl <sub>2</sub>	505	550—870
50% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 50% KCl	560	600—820
50% CaCl <sub>2</sub> + 50% BaCl <sub>2</sub>	600	650—900
65% NaCO <sub>3</sub> + 35% NaCl	620	650—880
22% NaCl + 78% BaCl <sub>2</sub>	630	680—900
44% NaCl + 56% KCl	640	640—870
20% KCl + 80% BaCl <sub>2</sub>	700—750	850—1300
KCN vagy NaCN ....	560	Cementálásra

A választott sófürdő kémiai összetételére mindig különös gondot fordítsunk, hogy a kád béléanyagát kíméljük.

Gyorsacél edző sók alapanyaga általában BaCl<sub>2</sub>. Kisebbségi mennyiségben bóraxot és ferroszili-ciumot is teszünk a fürdőbe dezoxidáló szerként. Ha a kemencetégely samott anyaga neutrális, akkor mivel a bórax lúgossá teszi a sót, és ezáltal a béléanyag elhasználódása növekszik, a sót bórsavval semlegesítjük. Ha a tégely bélényaga savanyú jellegű, akkor valamivel több bórsavat használunk, ha pedig bázikus, akkor bórsav adagolása elmaradhat és helyette 4% BaCl<sub>2</sub>-vel többet teszünk a fürdőbe. Az alábbi edzősósó összetétel a szokásos neutrális samott tégelyek alkalmazása esetén nagyon jól használható:

BaCl <sub>2</sub>	= 88%
FeSi	= 4%
Borax	= 4%
Bórsav	= 4%

A felületi elszéntelenedés megakadályozására a sófürdőbe 3—4% ciánnátrium adagolása is ajánlatos.

#### ÖSSZEFOGLALÁS

A közvetlen ellenállás fűtés áram és hőeloszlási viszonyai. Keresztszelvény változások hatása. Austenites és ferrites ellenállás anyagok. Sófürdő ellenállás viszonyai és különböző összetételei.

## Az Országos Műszaki Könyvtár hétfőn is megnyitja olvasótermeit

Az Országos Műszaki Könyvtár a műszaki irodalom iránti érdeklődés öröndetes megnövekedése miatt f. évi április 6-tól kezdődőleg olvasótermeit az eddigi heti egyszeri szünetnapon, hétfőn is nyitva tartja.

Az Országos Műszaki Könyvtár Budapest, VIII. József-krt 6. szám alatti könyv és folyóirat olvasó termei hétfőtől—szombatig 10 órától 21 óráig, vasárnap 9 órától 13 óráig állnak az olvasók rendelkezésére.

Kölcsönzési szolgálat: hétfőtől—szombatig 10 órától 20 óráig.

## Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület

vaskohászati szakosztálya minden kedden,  
fémkohászati szakosztálya minden szerdán,  
öntödei szakosztálya minden csütörtökön

**k l u b n a p o t t a r t**

az Egyesület Budapest, VI. kerület, Rudas László-utca 45. szám. II. emeleti helyiségében

#### V A S K O H Á S Z A T

Felelős szerkesztő: Vajk Péter. — Felelős kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat vezérigazgatója  
Megjelenik: 1400 példában. — Szerkesztőség: VI. Rudas László-u. 45. — Telefon: 129-699.

18281/LD02 - Révai-nyomda Budapest V, Vadász-utca 16 (Felelős vezető: Nyáry Dezső)

# KOHÁSZATI

*lapok*

ALAPÍTOTTA PÉCH ANTAL 1868-BAN



**6.** SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 8. (86.) ÉVFOLYAM 6. SZÁM 121—144 OLDAL

BUDAPEST, 1953. JÚNIUS

# KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület,  
A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége  
TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest VI. Rudas László-u. 45 • Telefon: 129-696, 127-084

Венгерский Журнал Metallургии

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

Főszerkesztő: Komjáthy László • Felelős szerkesztő: Vajk Péter  
Szerkesztőbizottság: Árkos Frigyes, Deniflée Sándor, dr. Dobos György,  
Felföldi Zoltán, dr. Gillemot László, Jakóby László, Kálmán Lajos, Varga Ferenc  
Felelős kiadó: Solt Sándor

## Kohászati Lapok:

<i>Visnyovszky L.</i> : A nyersvasgyártás koksz-szükségletének csökkentése (III. rész) .....	121
<i>Árkos F.</i> : A pászmaöntés mai helyzete .....	126
<i>Cser A.</i> : Bázikus tűzállóanyagok ásványtani számításai (I. rész) .....	138

## Öntöde:

<i>Chapó E.</i> : Hőkezelési kísérletek kúpolóban olvasztott feketetöretű temperöntvény szilárdsági értékeinek meghatározására .....	121
<i>Kovács J.</i> : Pörgető öntés acélöntvényeknél .....	128
<i>Maréchal K.</i> : Különleges sárgarezek .....	135
<i>Dr. Barna J.</i> : A bándi bentonit mint öntődei kötőanyag .....	140

## Alumínium:

<i>Zombory—Vighné—Pintér</i> : Alumínátlúgok $SO_4$ tartalmának gyors meghatározása .....	121
<i>Halmos Gy.</i> : Az alumínium porkohászatának fejlődése .....	130
<i>Nagy T.</i> : Tombakkal borított vaslemezshulladék feldolgozása nátrium- cianidos oldatban való elektrolízissel .....	134
<i>Emőd Gy.</i> : Folyadék és gázálló magnéziumöntvénykészítés tömítéssel (impregnálás) .....	143

KIADJA A NEHÉZIPARI KÖNYV- ÉS FOLYÓIRATKIADÓ VÁLLALAT

Kiadóhivatal: Budapest V, Nagy Sándor-utca 6 • Telefon: 111-091  
Megjelenik havonta • Egyévi előfizetés: 36.—Ft. Egyes példányok ára: 4.—Ft

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Nemzeti Bank 61.770

# KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület  
FOLYÓIRATA

VIII. évfolyam (LXXXVI)

6. szám

1953. június 10

## A nyersvasgyártás koks-szükségletének csökkentése

VISNYOVSKY LÁSZLÓ, a műszaki tudományok kandidátusa

### III. RÉSZ

#### A nyersvastermelés és fajlagos koks-felhasználás közötti összefüggések

A teljesítmény és tüzelőanyagfogyasztás közötti összefüggéseket az erőműveknél és kazánoknál már régen meghatározták és elválaszthatatlan részei minden teljesítménygaranciának és gazdasági vizsgálatnak.

Minden szakember előtt ismeretes, hogy a termelt egységre vonatkoztatott fajlagos hőfelhasználás az erőgépeknél növekvő teljesítménnyel csökken, és megadott teljesítmény átlépése után ismét növekszik hasonlóan, mint a legtöbb költség-tényező. A nagyolvasztó teljesítménye és fajlagos koks-fogyasztása közötti összefüggéseket eddig csak kevés vizsgálták, és csak most, hogy a koks-bőség fokozatosan megszűnik, kezdik ezeket az összefüggéseket keresni.

A nagyolvasztók teljesítményét a bennük naponként elégethető koks, vagyis a koksát-haladás és a fajlagos koks-felhasználás viszonyának adtuk meg.

$$T = \frac{K}{k} = \frac{\text{koksát-haladás}}{\text{fajlagos koks-felhasználás}}$$

Az eddigiekben a fajlagos koks-felhasználást befolyásoló tényezőket vizsgáltuk elméleti alapon. Az alábbiakban Senfter gyakorlati adatait közöljük (Stahl und Eisen 1942, 1041. old.).

A reduktós munka és a megolvasztás koks-szükséglete 100 kg nyersvasra vonatkoztatva salak- és CO<sub>2</sub>-mentes elegy kohósításánál, de a hőveszteségek figyelembevételével:

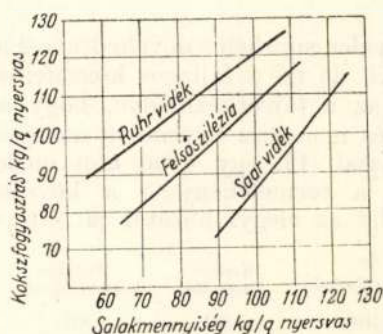
indirekt redukció	redukciós koks	fűtőkoks	koks $\Sigma$
50%	24 kg/q	62,9 kg/q	86,9 kg/q
60%	20 „	58,9 „	78,9 „
70%	16,5 „	48,5 „	65 „
80%	11,2 „	41,2 „	50,4 „

$\pm 1\%$  indirekt redukció  $\pm 1$  kg koksot jelent q nyersvas.

100 kg salak mész-kő hozagolással	41,5 kg koks
100 kg salak égetett mész hozagolással (10% CO <sub>2</sub> )	16 „ „

100 kg salak önjáró ércből (CO <sub>2</sub> -mentes)	13,9 „ „
100 kg salak hidrátvíz kiűzés	43,0 „ „
100 kg mész-kő kohósítása	39,1 „ „
100 kg mész-kőnek megfelelő 60 kg égetett mész	15,6 „ „
100 kg vashulladék átolvasztása	20—30 „ „
100 kg nyersvas átolvasztása	8—15 „ „
1% karbon a nyersvasban	1,2 „ „
1% Si a nyersvasban	6—9 „ „
1% Mn a nyersvasban	1—1,5 „ „
1 kg S az elegyben	1 „ „

Ezek az adatok átlagos üzemi értékek és megfelelő körülmények között be is tarthatók. Ebből azt lehetne következtetni, hogy azonos salak-mennyiséggel gyártott nyersvasak koks-felhasz-



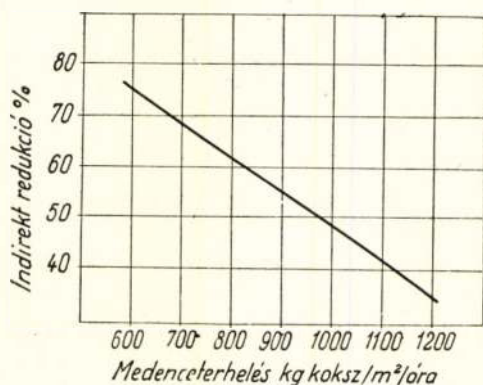
16. ábra.

nálása közel azonos. G. Bulle a világ minden vidékéről összegyűjtött adatai azonban meglehetősen nagy különbséget mutatnak a koks-felhasználásban akkor, ha a koks-szükségletet a salak-mennyiség függvényében vizsgáljuk. Pl. a Ruhr-vidéki kohók koks-felhasználása azonos salak-mennyiségnél 15—25%-kal több, mint a Saar-vidékieké (16. ábra).

A Ruhr-vidék nagyobb koks-felhasználása magyarázatot kap akkor, ha a fajlagos kemence-teljesítményt is figyelembe vesszük. A nagyolvasztók fajlagos teljesítményét a medencekeresztmetszet 1 m<sup>2</sup>-én óránként áthaladó koksszal, az ú. n.

medence-terheléssel szokták meghatározni. A Ruhr-vidéken a medence-terhelés 1000—1200 kg/m<sup>2</sup>/óra, a Saar-vidéken viszont csak 600—800 kg/m<sup>2</sup>/óra, Dél-Németországban pedig 500—700 kg/m<sup>2</sup>/óra.

Ukrajna és az Egyesült Államok óriási nagyolvasztói sem dolgoznak normális viszonyok között 1000 kg-nál nagyobb medence-terheléssel. A Ruhr-vidéken a háború alatt ez a nagy terhelés a nagyobb termelés elérése miatt volt szükséges és csak azért lehetett így dolgozni, mert a ruhrkoksz kitűnő minőségű, kemény, nagydarabos és ugyanakkor darabos, tömör svéd érceket kohósítottak. A gyors járat miatt az indirekt redukció mértéke a Ruhr-vidéken 35—50%, a Saar-vidéken pedig 60—75%. Ezekből az adatokból világos lehet, hogy a nagy medence-terhelés, vagyis a gyors járat csökkenti az indirekt redukciót és ezzel növeli a fajlagos kokszfelhasználást. Külföldi statisztikai adatok szerint a medence-terhelés és indirekt redukció nagy átlagban a 17. ábra szerint függ össze. Ebből természetesen az ércek minősége szerint lényeges eltérés is lehetséges.



17. ábra.

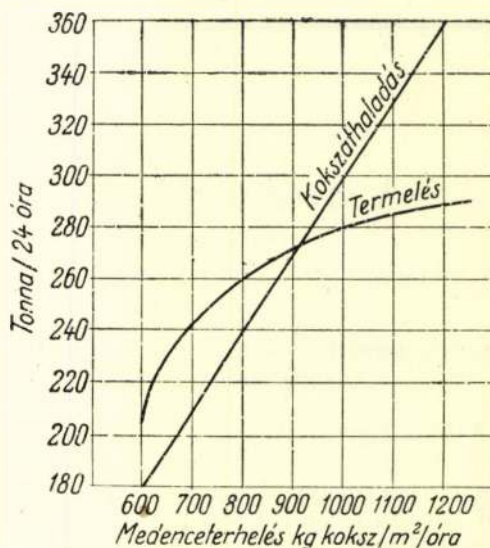
A medenceterhelés növekedésével nő a kokszáthaladás, de nő a fajlagos kokszfelhasználás is, aminek az a következménye, hogy a termelés-növekedés nem lesz egyenesen arányos a kokszáthaladással. Pl. egy 4000 mm medence  $\varnothing$ -jű kohónál a termelékenység a következőképpen alakul, ha az elegykihozatal pl. 40%:

Medenceterhelés	Kokszáthaladás	Fajlagos kokszfelhaszn.	Termelés
600	180	80	225
700	210	87	242
800	240	93	262
900	270	100	270
1000	300	108	278
1100	330	116	285
1200	360	124	290

A 18. ábrán jól látható, hogy túl nagy medenceterhelésnél a nyersvastermelés növekedése csak minimális.

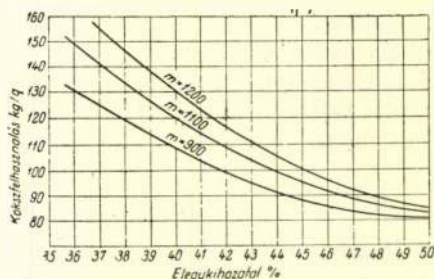
Ez a számítás állandó salakmennyiségre érvényes. A salakmennyiség növekedésével, vagy ami ezzel egyenértékű, az elegykihozatal csökkenésével nő a fajlagos kokszfelhasználás, mert a nyersvas mellett több salakot kell megolvasztani. Elegyen az

érc + mészke mennyiséget kell érteni. Csupán az ércre vonatkoztatott kihozatal teljes hibás következtetésre vezethet, mert ugyanolyan Fe-tartalmú érc lehet önjáró, amikor semmi, vagy csak igen kevés mészkevet kell hozagolni és lehet erősen savanyú, amikor a mészke-hozag meghaladhatja az 50 kg/q nyersvasmennyiséget.



18. ábra.

1926-tól 1945-ig rendelkezésre álló üzemi adatok alapján összeállítottam a diósgyőri nyersvasgyártás fajlagos kokszfelhasználását az elegykihozatal függvényében, a medenceterhelés szerint (l. 19. ábra).



19. ábra.

Az 1945. év utáni adatok ennél jóval nagyobbak, az Anhaltzahlen adatok ennél kisebbek. A háború utáni nagyobb kokszfelhasználás részben a koksz rosszabb minőségével, részben pedig a túlnagy medenceterheléssel és az ezzel kapcsolatos hidegebb levegővel történő fújtatással magyarázható. A háború előtt általában 900 kg-nál kisebb medence-terheléssel dolgoztak, jelenleg viszont elérik az 1200 kg-ot is.

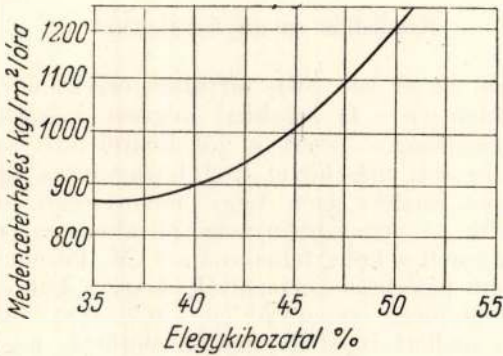
Szükséges volna megvizsgálni, hogy az elegykihozatalnak, illetve salakmennyiségnek milyen befolyása van az elérhető medence-terhelésre. Az irodalomban ilyen adatokat csak keveset találunk. Az Anhaltzahlen-ban közölt diagramm szerint az elegykihozatal csökkenésével a normális medence-terhelés is csökken. Pl. 4 m medence  $\varnothing$ -jű



kohónál a megengedhető medence-terhelés a következő:

Elegykihozatal	Medenceterhelés	{Kokszáthaladás
32%	860 kg	260 t
36%	900 kg	270 t
38%	940 kg	280 t
40%	960 kg	290 t
45%	1000 kg	320 t
50%	1200 kg	360 t

Az értékeket diagrammba foglalva a 20. ábra mutatja.



20. ábra.

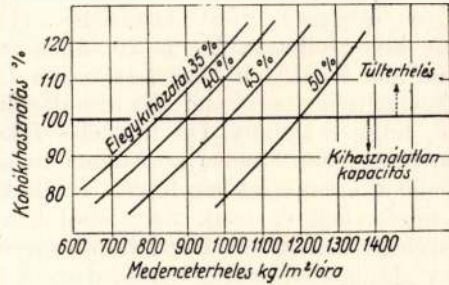
Ezek az értékek valószínűleg statisztikai adatok eredményei. Az a tény, hogy nagyobb salakmennyiségénél csak kisebb medence-terhelés érhető el, véleményem szerint abban leli magyarázatát, hogy több salak esetén az elárasztás, amiről az előbbieken részletesen szoltunk, azonos gázmennyiségénél, ill. gázsebességénél hamarabb következik be, mint kevesebb salaknál. Ezek szerint, ha az elegykihozatal csökken, illetve, ha a salakmennyiség nő, a gázsebességet csökkenteni kell, ami kisebb levegőmennyiség befűjtásával, vagy pedig hidegebb levegővel érhető el. Hidegebb levegőnél ugyanis az égéshőmérséklet kisebb, a gázok kisebb hőfokon kisebb térfogatúak és így a gázsebesség, vagyis az elárasztási veszély csökken.

Ezek alapján elfogadhatjuk azt az általános érvényű megállapítást, hogy csökkenő salakmennyiség esetén a kokszáthaladás fokozható anélkül, hogy ez a kohófolyamatokat károsan befolyásolná, vagyis a kokszfogyasztást növelné.

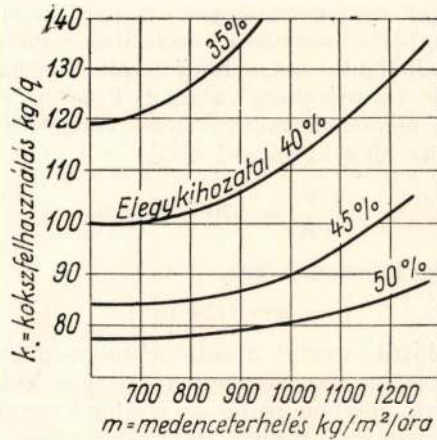
Az elárasztásra vonatkozó elméletből arra is következtetni lehet, hogy nagyobb elegykihozatalnál, ill. kisebb salakmennyiségénél a levegő hőfoka is növelhető, ami a fajlagos kokszfelhasználást csökkenti.

Ha fenti medenceterhelést (20. ábra), amit az elegykihozatal függvényében állapítottunk meg, normál terhelésnek fogadjuk el, és valamely adott elegykihozatalnál elért tényleges medence-terhelést ehhez a normához százalékosan viszonyítjuk, megállapíthatjuk a kohó kihasználási fokát, ill. terhelését. A 21. ábra szerint pl. ha egy kohó 43% elegykihozatal mellett 850 kg-os medence-terheléssel dolgozik, a kohó kapacitása nincs kihasználva, mert ilyen elegynél 980 kg-os medence-terhelés engedhető meg.

Ha a fajlagos kokszfelhasználást a medence-terhelés függvényében és az elegykihozatalnak megfelelően ábrázoljuk, egy olyan görbesereget kapunk (22. ábra), amelyből mindenkor leolvashatjuk az adott viszonyoknak megfelelően elérhető fajlagos kokszfelhasználást.



21. ábra.



22. ábra.

E diagrammok segítségével megállapíthatjuk valamely nagyolvasztótól megkövetelhető termelést, vagy pedig megítélhetjük a kohó munkáját.

Pl. I. kohómedence átmérője 4200 mm

II. „ „ „ 4000 „

$$\text{Termelés} = \frac{d^2 \pi \cdot 24}{4} \cdot \text{medenceterhelés (m)} \cdot \text{fajlagos kokszfelhasználás (k)}$$

$$T_I = 330 \frac{m}{K}$$

$$T_{II} = 300 \frac{m}{K}$$

Ha a várható elegykihozatal 42%, a 20. ábrából  $m = 930 \text{ kg/m}^2/\text{óra}$ ,  $K$  értéke a 19. ábrából 98 kg és a megkívánható termelés

$$T_I = 330 \frac{930}{0,98} = 314 \text{ t}/24 \text{ óra,}$$

$$T_{II} = 300 \frac{930}{0,98} = 285 \text{ t}/24 \text{ óra.}$$

Ha a tényleges üzemeredmények:

	I	II
napi termelés	320 t	275 t
elegykihozatal	43%	39%
fajlagos kokszfelhasználás	95 kg	120 kg

a kohók munkáját a következőképpen értékelhetjük:

I. kohó: Fenti adatokból a tényleges medence-terhelés 890 kg, szemben a 43%-os elegynél megkívánható 980 kg-mal, tehát a kohó kihasználási foka a 21. ábrából csak 90%, 100%-os kihasználásnál 340 t nyersvasat termelhetett volna naponként.

II. kohó: Tényleges medence-terhelés 1090 kg, ami 39%-os elegynél erős túlterhelés (117%). A fajlagos kokszfelhasználás a 19. ábra szerint 102 kg/mm-nek írható elő, ezzel szemben 120 kg kokszzal termelte a nyersvasat. Ez annak a következménye, hogy a mennyiségi termelés fokozása érdekében túlságosan emelte a medence-terhelést.

A közölt diagrammokban foglalt értékek nem abszolút érvényűek és csak nagyjából közelítik meg a tényleges helyzetet. Ezzel inkább a számítások elvi alapjait akartam bemutatni. A tényleges értékeket minden kohóra külön a helyi viszonyoknak és adottságoknak megfelelően kell, a tényleges üzemeredmények alapján, meghatározni. Nagyjából azonban e számítás segítségével előkalkulálhatjuk azt, hogy mit várhatunk, maximális termelésként valamely kohótól. Pl. egy 6000 mm medenceátmérőjű kohó várható termelése, ha az elegykihozatal 40%,

$$T = 680 \frac{m}{K} = 570 \text{ t/24 óra,}$$

ha az elegykihozatal 50%

$$T = 980 \text{ t/24 óra.}$$

Az előzők szerint a salakmennyiségnek igen nagy befolyása van részben a fajlagos kokszfelhasználásra, részben pedig az elérhető maximális kokszáthaladásra. Szélső értékeket véve figyelembe, vagyis pl. 50%-os elegykihozatalnál és 1200 kg-os medence-terhelésnél a fajlagos kokszfelhasználás 85 kg/q nyersvas ls egy 4000 mm medence  $\varnothing$ -jű kohó termelése  $300 \frac{1,2}{0,85} = 426 \text{ t/24}$  óra. Ez azonban még mindig nem a legkedvezőbb eset, mert itt a nagy medence-terhelés következtében az indirekt redukció rosszabb, mint lassúbb járatnál, amikor a diagram szerinti fajlagos kokszfelhasználás 78 kg/q. Ha ezt el lehetne érni, akkor a termelés 460 t-ra nő naponként.

A gyorsabb járat okozta direkt redukció növekedését ellensúlyozhatjuk azzal is, ha a redukálódó oxidok mennyiségét csökkentjük, vagyis, ha az ércelegy egy része helyett pl. fémvasat adagolunk a kohóba. Ilyenkor van értelme a vasforgács-adagolásnak és itt nyer indokolást a Krupp-eljárással termelt vasnak a nagyolvasztóban végezhető gazdaságos átolvasztása.

A fémvas átolvasztása gyakorlati adatok szerint 20–30 kg kokszt igényel mázsánsként, vagyis csak  $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{4}$  részét az ércből történő nyersvasgyártásnak. Ez már önmagában indokolja a kisebb kokszfelhasználást, de másképen is levezethetjük a fémvasadagolással elérhető kokszmegtakarítást.

A redukciók tárgyalásánál kitént, hogy a vas és salak megolvasztásának, valamint a hővesztéseknek fedezésére feltétlenül elégetendő kokszmennyiségből képződő CO-gáz nem elegendő az

indirekt redukcióhoz, mert ez a vasoxidnak kb. csak 65%-át tudja redukálni. A további 35% akár indirekt, akár direkt úton történő redukciójához újabb kokszmennyiséget kell elégetni, de ha ezt a 35%-ot fémalakban adagoljuk, pl. a Krupp-eljárás szerint gyártott vas formájában, akkor a redukció miatt több koksza nincs szükség és ilyenkor minimális kokszfelhasználás mellett maximális termelést érhetünk el.

Ilyen, a nagyolvasztóban történő átömlesztést igénylő vas, nemcsak a Krupp-eljárással, hanem savanyú salakkal végzett kohósítással is termelhető.

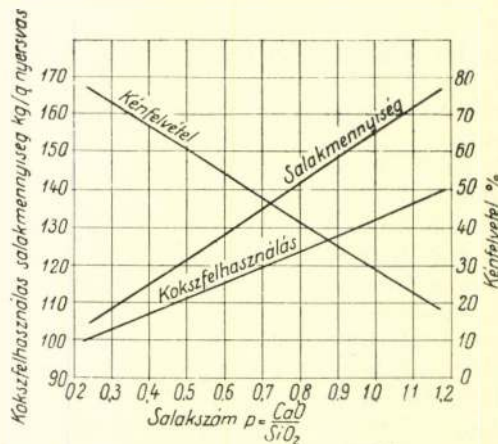
### Kohósítás savanyú salakkal

Kis Fe és sok SiO<sub>2</sub> tartalmú ércet, normál bazicitású ( $p = 1$ ) salakkal végzett kohósítása nem gazdaságos, mert a jól kéntelenítő salak elérésére sok mészkövet kell hozagolni s így a nyersvas mellett igen nagy mennyiségű salak képződik, a salakmennyiség növekedése pedig erősen emeli a kokszfelhasználást. M. Paschke és E. Peetz kísérletei beigazolták, hogy a kohósítás keresztülvihető savanyú ( $p = 0,7$ – $0,8$ ) salak-képzés mellett is és így módon elérhető, hogy a salakmennyiség és ezzel a kokszfelhasználás anynyira csökken, hogy a kohósítás gazdaságos, annak ellenére, hogy a nyersvas kéntelenítéséről utólag kell gondoskodni. Savanyú salak mellett gyártott nyersvas kéntartalma ugyanis 0,3%-nál nagyobb.

Savanyú salakképzésnél elsősorban nem a nyersvasminőséget kell szem előtt tartani, hanem arra kell törekedni, hogy minél kevesebb salakot képezzünk és ez a salak a nagyolvasztó hőmérsékletén híg folyós legyen s így lecsapolása nehézségeket ne okozzon.

A salak híg folyóssága adott hőmérsékleten a vegyi összetételétől függ. Az „SiO<sub>2</sub>–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–CaO” salakrendszer olvadáspotját és híg folyósságát kedvezően befolyásolják a fémoxidok FeO, MnO TiO<sub>2</sub> és alkáliák Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O stb. s így ezek az oxidok, mint folyósító anyagok jönnek számításba a savanyú salak képzésnél. A hőmérséklet növekedése a salak híg folyósságát szintén növeli.

Igen nagy SiO<sub>2</sub> tartalmú salak a nagyolvasztó medencéjének hőmérsékletén már olyan sűrű,



23. ábra.

hogyan nem csapolható ki a kemencéből. Általában az a nézet terjedt el, hogy hígfolyósság szempontjából  $p = 0,7-0,8$  bazicitású salak a legmegfelelőbb és a salakszám alsó határa  $p = 0,6$ .

Mindazonáltal, minthogy sok ércnél még a  $p = 0,7$  salakszám eléréséhez is jelentős mennyiséget kell hozagolni, célszerű volt kísérletileg kivizsgálni, hogy mennyire fokozható a salak savanyúsága és ezzel együtt az eljárás gazdaságossága, annál is inkább, mert a salak hígfolyósságát meghatározó tényezők, összetétel és hőmérséklet nagy határok között változtathatók.

A kísérleteket Maximilianshüttén egy kb. 3300 mm medenceátmérőjű 260 m<sup>3</sup> hasznos űrtartalmú olvasztóban végezték el. Normál salakösszetételről fokozatosan tértek át savanyú salakra.  $p = 0,86$  salakszámig nehézségek nem mutatkoztak. A nyersvas utólagos kéntelenítését (0,3—0,6% S a nyersvasban) szódával el lehetett végezni.  $p = 0,82$  salakszámmal azonban a salak már sűrű lett, nehezen folyt, úgyhogy a salakkast ki kellett szerelni a kemencéből, a nyersvas kén tartalma pedig oly nagyra emelkedett, hogy a szódakéntelenítés sem volt eredményes. Minthogy a salak lassanként annyira sűrű lett, hogy a salakcsapoló nyíláson már nem lehetett lecsapolni, hígfolyósságának növelésére a szódakéntelenítés Na<sub>2</sub>O tartalmú salakját adagolták az elegyhez kb. 2,4%-ban.

Amint a szóda a medencébe beérkezett, a salak hígfolyó lett úgy, hogy a salakszámmal 0,71, majd 0,55, sőt 0,22-ig el lehetett menni.

A salak Na<sub>2</sub>O tartalma 1,3—2,8% között változott, míg FeO tartalma csökkenő salakszámmal növekedett és 0,30 salakszámmal a 6,8, sőt hideg járatnál a 12,5%-ot is elérte.

A koks felhasználás a salakszámmal megfelelő kisebb salakmennyiség arányában csökkent 150,2 kg/q-ról 99,9 kg/q nyersvasra, ami kb. 35% koks megtakarítást jelent.

Savanyú salakkal való kohósításnál nagy medencehőmérsékletet kell tartani. Ennek biztosítására igen meleg levegővel kell fűjtatni (850—980 C°, oxigén dúsítás is alkalmazható) és nagy gondot kell fordítani a levegőszolgáltatás egyenletességére, a helyes fúvószelely megválasztására, az egyes fúvókák befűjtött levegő mennyiségére és sebességére.

A nyugvóban és aknában kialakuló egyenletes gázeloszlás és gázáramlás erősen befolyásolja a koks felhasználás nagyságát, éppen azért fontos, hogy az elegy pormentes, darabos ércből álljon és így az anyag egyenletesen, akadozásmentesen vonuljon lefelé az olvasztóban.

Apróporos érceknél akadozások léptek fel, úgyhogy sok esetben csak 5 pernyi levegőleállításal sikerült az anyagoszlopot megzuhanatni. Általában minél savanyúbb a salak, annál fontosabb szerepet játszik az érc darabossága, az egyenletes gázelosztás és a helyes fűjtetés.

A savanyú salakkal dolgozó kemence járata általában egyenletesebb, mint a bázikusé. A medence lehűlésénél a nyersvas egy része könnyen befagy a medencébe és csak lassan olvasható ki.

Hirtelen lehűlések (pl. lyukas fúvóka kicserélése) nem okoznak üzemzavart, csupán a salak lesz FeO dúsabb, de ez a salak hígfolyósságát csak növeli.

#### A salak összetétele:

SiO <sub>2</sub> = 42 — 45 %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,07—0,25%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 22 — 26 %	FeO = 5,00—8,00%
CaO = 14 — 17 %	Fe met. 0,40—0,80%
MgO = 4 — 6 %	S = 0,10—0,40%
MnO = 1,2— 2,2%	Alkáliák = 2,00—3,00%

Színe barna, törete üveges, hőmérséklete a csapolónyíláson 1450—1490 C°, tehát kb. olyan meleg, mint a bázikus salak

#### A nyersvas összetétele:

C = 2 — 3 %	} felhasznált ércek szerint.
Si = 1 — 3 %	
Mn = 0,1—0,3%	
P = 0,1—1,9%	
S = 0,7—1,5%	

A nyersvas hőfoka 1320—1390 C°, tehát valamivel nagyobb, mint a bázikus nyersvasé, folyékonysága kielégítő. Megmerevedés után 0,7—4,0% Si tartalomig igen könnyen törhető. 0,7%-nál kisebb és 4%-nál nagyobb Si-tartalom mellett a nyersvas sűrű folyású, megszilárdulása után szívos, nehezen törik.

Melegebb járat mellett a nyersvas Si tartalma növekedik, a S pedig kissé csökken, de ez a kén-csökkenés nem számottevő. Általában a jelenlevő kénnek 0,80 salakszám mellett 25—30%-a, 0,3 salakszám mellett 50—60%-a kerül a nyersvasba. Az elegyben levő P-nak kb. 90%-a redukálódik, tehát a P-kihozatal éppen olyan, mint bázikus salaknál. A salakszámmal együtt a salakmennyiség is csökken és így a vaskihozatal értéke csaknem állandó, annak ellenére, hogy csökkenő salakszámmal a salak FeO tartalma növekszik. A vaskihozatal átlagban 94—96%, tehát igen jó érték.

Savanyú salak mellett a Mn csak kis mértékben redukálódik, úgyhogy átlagban 10—15% kihozattal lehet számolni.

A termelt nyersvas további feldolgozásának előfeltétele a kéntelenítés. Minthogy igen nagy S tartalom mellett a szódakéntelenítés nem kielégítő, más megoldást kellett keresni.

Kéntelenítés céljából a savanyú salakkal gyártott nyersvasat bázikus olvasztóba adagolták vissza, vagy szilárdan az eleggyel együtt, vagy pedig folyékonyan öntötték be a bázikus olvasztó medencéjébe. Bázikus olvasztóban a kéntelenítés megfelelő mértékig végbement.

A bázikus olvasztó medencéjébe beöntött nyersvas kén tartalma 1,1% volt és kb. 40—60 perc múlva ismét kicsapolt nyersvas csak 0,12% kén tartalmazott. A további kéntelenítést 0,04 százalékgig szódával végezték el.

Az ilyen módon kéntelenített Thomas-nyersvas konverterben minden nehézség nélkül feldolgozható volt. A szilárdan visszaadagolt nyersvas

átolvasztása általában 6—10 kg kokszt, a nagy Si tartalmú nyersvas 3—5 kg kokszt igényel 100 kg nyersvas. Ez aránylag kis mennyiség a savanyú salakkal történő kohósítás közben megtakarított 50 kg-hoz képest.

A savanyú salakkal végzett kohósítást érelőkészítő eljárásnak lehet tekinteni (Schmelzaufbereitung). Az így előkészített ércnek, illetve fémvasnak a normális ércelegységhez történő adagolásával 48—50%-os elegykihozatal és ezzel kis salakmennyiség biztosítható a nyersvasgyártásnál, ami viszont lehetővé teszi a nagy medence-terhelés alkalmazását és melegebb levegővel történő fűjtatást. Melegebb levegő használatánál csökken a fajlagos kokszfelhasználás, ami adott medence-terhelésnél termelésnövekedést eredményez. Általában a nyersvastermelés növelését nem

gyorsabb járattal, nagyobb medence-terheléssel, hanem a fajlagos kokszfogyasztás csökkentésével kell elérni. Ennek legjobban járható útja és első előfeltétele az ércelőőkészítés és ércdúsítás.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

- M. A. Pavlov: A nyersvas kohászata. 1951.  
Durrer: Metallurgie des Eisens. 1942.  
Dr. Tiegerschöld: St. u. E. 1950., 397—403.  
S. Häbnel: Technik Tidskrift. 1951., 825—834.  
Journal of Metals 1952., 709/717.  
A. Brassert: Stahl und Eisen, 1939., 113/22.  
H. Kegel: Stahl und Eisen, 1950., 733/40.  
E. Krebs: Stahl und Eisen, 1950., 358/60.  
F. Wesemann: Stahl und Eisen, 1948., 1/8.  
E. Senfter: Stahl und Eisen, 1041/53.  
P. Reichardt: Arch. Eisenhüttenwesen, 1927/28., 77/101.  
W. Heiligenstädt: Wärmetechnische Rechnungen, 1941.

## A pászmaöntés mai helyzete

ÁRKOS FRIGYES

СОВРЕМЕННОЕ ПОЛУНЕПРЕРЫВНОЕ ЛИТЬЕ  
Фридеш Аркош

Der Strangguss — heute.

*Az eljárás elnevezése.*

Folyékony acélból közvetlenül öntött bugák, platinák, lemezek, rúdárúk, alakos szelvények gyártási eljárását a külföldi irodalomban „tuskó nélküli hengerlésnek“, „tuskó nélküli öntésnek“, „folytonos öntésnek“, folytonos buga öntésnek“, „rúdöntésnek“, nevezik. A legtöbb nyelvben az új eljárás elnevezését megkerülik, csak a németben találtak rá többé-kevésbé találó szót. A „rúdöntés“ fordítás maga is önkényes, mert a szó szerinti fordítás (a német Strang) kötél, istráng, pálya; rudazatnak felel meg. A kötél, istráng, pálya szót, úgy gondolom, eleve elvethetjük. A rúdöntés szó használata magyar szövegben nem szerencsés, mert a „rúd“ szó (rúdacél) hengerelt árunál már más fogalmat takar és pedig a már készre alakított, hengereit árut jelenti. A rúdöntés terméke az öntött rúd és pedig acélszálló esetén öntöttacélrúd. (Ez pedig ugyancsak megint mást jelent, egy rudat, amelynek anyaga acél). Ezért úgy vélem, hogy az új eljárás elnevezésére elfogadható a fonásnál ismert népies szó, a „pászma“ használata és akkor az eljárás pászmaöntés, az eljárás terméke pedig a pászma, azaz rézpászma, acélpászma stb.

Az irodalomban használt sokféle megjelölés azzal magyarázható, hogy az együtt emlegetett eljárás tulajdonképpen a gép rendszere szerint négy főcsoportra oszlik.

1. A folyékony fém forgó mozgást végző hengerek közé öntik s a fém a hengereket tovább haladása közben, legalább is külső kérgén megszilárdulva hagyja el (tuskónélküli hengerlés).

2. A fém haladó mozgást végző lapok, szalagok közé öntik s ezek között tovahaladó mozgása közben szilárdul meg.

3. A fém két végén nyitott kokillába öntik és míg a kokilla úgyszólván egyhelyben marad, a megmerevedő fém tovahaladó mozgást végez, s a kokillából legalábbis a külső kérgén megmerevedve lép ki.

4. A folyékony fém egyéb módokon nyer szilárdulás közben alakítást.

De szó fér a „hengerlés“ megjelölés helyeségéhez is. A hengerlés fogalmát Cotel „A hengerlés alapelvei“ című kitűnő könyvének 1. oldalán a következőképpen határozza meg: „A hengerlési művelet általános célja a különféle keresztmetszű rudaknak kovácsolható vasból, illetőleg acélből, vagy képlékeny fémekből és fémötvözetekből képlékeny alakítással való tömeges gyártása“.

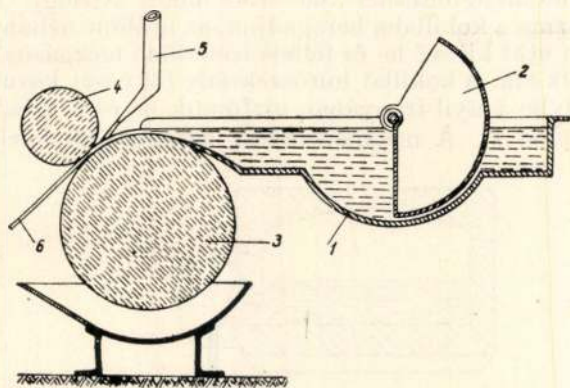
A meghatározás világosan, kifejezően lerögzíti, hogy a hengerlés már megszilárdult, képlékeny fém alakító művelet. Ezzel szemben pászmaöntésnél képlékeny alakításról, tehát hengerlésről nincs szó. Egyes berendezéseknél azonban a megszilárdult pászmat még ugyanazzal a meleggel alakító hengerek közé bocsátják, amikor is a pászmagyártást közvetlenül követi a hengerlés. Ilyenkor tehát csak kétféle műveletet köt össze egy berendezés. Ezt igazolja az is, hogy alakító hengereket alkalmaznak olyankor is, amikor az öntés nem hengerek közé, hanem szalagok közé, vagy kokillába történik.

*Az eljárás rövid története.*

Úgyszólván minden idevágó külföldi közlemény azzal kezdődik, hogy a „tuskónélküli hengerlés“ (folytonos öntés) gondolatát kb. 100 évvel ezelőtt elsőnek a klasszikus szélfrissítés feltalálója, Bessemer Henry vetette fel.

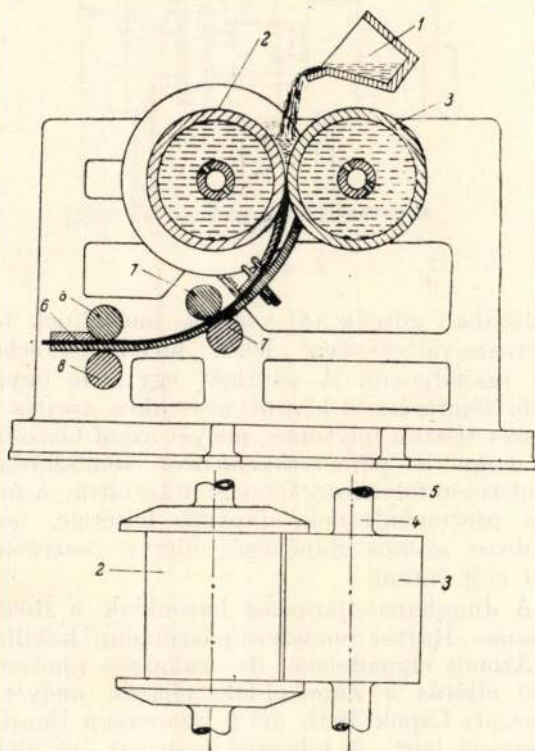
Bessemer 1846-ban angol szabadalmat nyert ólomnak és üvegnek folyékony állapotból lemezzé, sőt sztaniollemezzé való közvetlen hen-

szérlésére (1. sz. ábra).<sup>1</sup> Az ábrán látható folyékony fém tartalmazó fémtartályba (1) egy szegmens (2) merül, melynek forgatásával biztosítják a hengeren (3) a fémek egyenletes túlfolyását. Gyors merevedés elérése céljából a folyékony fémre egy vízszugárcső (5) vizet szór. A megmerevedő fém (6) kihűlés előtt két henger között (3, 4) halad át. Sajat bevallása szerint ezzel a berendezéssel Bessemer a kísérletig sem jutott el.



1. ábra.

Bessemer berendezését 1857-ben átalakította és újabb berendezésével már lágycélt is öntött (2. sz. ábra).<sup>2</sup>



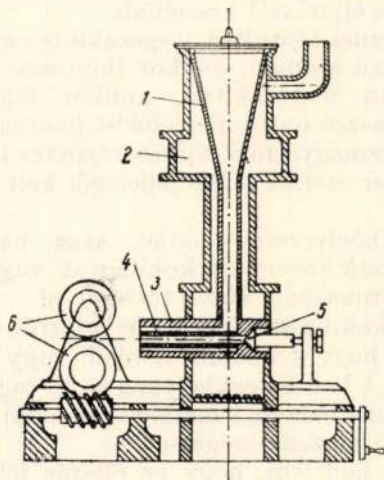
2. ábra.

A folyékony fém tégelyből (1) önti hengerek közé. (2 és 3). A hengereket tengelyükön lévő furaton át vízzel hűti (4 és 5). A fémnek túlfolyását

<sup>1</sup> Dr. E. Herrmann: Alumínium Archiv 1940. évf., 16. sz., 5. oldal.

<sup>2</sup> Kulbacsnij: Mehaniceszkoje abarudovanyie prokatnih cehov, 83. old.

a hengerek szélein azzal gátolja meg, hogy az egyik hengernek mindkét szélén tűzálló anyagból peremet alkalmaz, mely a két henger közötti üreget lezárja. Bessemer szerint az üreg lemezgyártásnál sima felületű, míg alakos szelvénynél a szelvény alakjának felel meg. A megmerevedett pászma lefejtésére a hengereken késeket alkalmaz. A hengerek fordulatszámát olyan határok között szabályozza, hogy a merevedés még a hengerek között következzen be, de arra még elegendő meleg legyen, hogy további két hengerpár (7 és 8) hengerelni tudja. A hűtött hengerek között megmerevedett fém lemez (6) alakjában távozik el, miután azt a (7 és 8) hengerek vízszintes helyzetbe terelik. Bessemernek ezzel az eljárással 1 mm vastag acéllemezeket sikerült kihengerelni. Eljárását 1858-ban a „Journal of Arts“ londoni szaklapban részletesen ismertette. Mások az elsőbbséget Laing J. amerikai szabadalmának tulajdonítják, Laing 1843-ban nyert szabadalmat ólomcsövek öntésére (3. sz. ábra).<sup>3</sup>



3. ábra.

Az ábrán a (2) jelölt fűtőtér melege az olvasztó tégelybe (1) helyezett fémot megömleszti, s az lefelé haladva az alakító csőhöz (3) folyik. A gyártandó ólomcső belső átmérőjét egy kúpos magcső (4) képezi ki. A magcsövet belülről vízzel hűtik, melyet egy szelep (5) szabályoz. A lehűlt csövet hengerek (6) továbbítják. Kísérleti berendezésén Laing ólomcsövet igyekezett gyártani, de mivel a cső a kúpos magról nem vált le, a kísérletekkel felhagyott.

Ézek után a több-kevesebb sikerrel járt kezdeményezések után, úgy szólván évről-évre a legváltozatosabb szabadalmak jelentek meg anélkül azonban, hogy az eljárások akár színes fémre, akár acélra el tudtak volna terjedni.

A megjelent szabadalmak közül az Alumínium Archiv 16. számában (1940. évf.) E. Herrmann, mintegy harmadfélszázát részletesen leírt s kétszáznál is többnek közli a rajzát.

Az első világháború után több államban könnyű és színesfémekkel komoly kísérletek indultak

<sup>3</sup> Dr. E. Herrmann: Alumínium Archiv 1940. évf., 16. szám, 29. oldal.

meg, melyeknek eredményeképpen mind több és több berendezés került üzembe s a pászmaöntés az elfogadott gyártási eljárások közé került.

#### A pászmaöntő berendezések felosztása

A pászmaöntés olyan fémöntő eljárás, amelynél az alakító edénybe öntött fém öntés közben haladó mozgást végez, majd a kívánt alak felvétele után, hűtés következtében megmerevedik, és az öntőedényből kilép. A pászma alakja lehet buga, alakosrúd vagy alakos szelvény, platina vagy lemez, vagy akár cső is.

A berendezéseket többféle szempont szerint lehet felosztani. A gép rendszere szerinti felosztásról már dolgozatomban elején volt szó. Feloszthatók az eljárások a hűtés rendszere szerint is két csoportra. Ha a hűtés hosszú kokillában történik s a kilépő pászmát már nem hűtik vízzel, akkor száraz eljárásról beszélünk. A hűtés történhet rövid kokillában is, amikor a kilépő pászmát, még közvetlen rápermetezett vízzel is hűtik, ilyenkor nedves eljárásról beszélünk.

A pászma készülhet megszakítás nélküli végtelen hosszú szálban, amikor folytonos öntés, és szakaszosan megszakítva, amikor félfolytonos, vagy szakaszos öntés megjelölést használunk.

A pászmagyártási eljárás részletes leírásához O. Schaaber szerint 5 féle jellemzőt kell megadni<sup>4</sup> és pedig:

1. A hőelvezetés módját, azaz, hogy hűtés zömében csak közvetve a kokillán át, vagy közvetlen is rápermetezett vízzel történik-e?

2. A kokilla szerkezetét le kell írni, azaz meg kell adni, hogy a kokilla fémből, vagy grafitból készült-e? A kokilla egyhelyben áll-e, vagy a pászmával együtt haladó ismétlődő (ide-oda) mozgást, vagy forgó mozgást végez-e?

3. Le kell írni, hogy az eljárás folytonos-e, vagy megszakított. Ez utóbbinál a pászmaszűrlő szerkezet lehet hidraulikus, vagy mechanikus megoldású. Az egyidejűleg öntött pászmák számát is meg kell jelölni.

4. Meg kell adni a kokillának és az öntőüstnek egymáshoz való kapcsolatát és pedig azt, hogy külön egymástól független edény-e mind a kettő, vagy pedig össze vannak építve, vagy van-e közöttük összekötő edény?

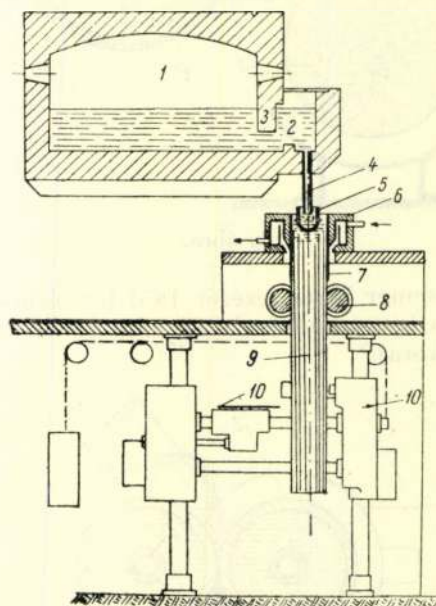
5. A pászmaöntés, illetve levonulás iránya milyen, függőleges, ferde, vagy vízszintes, továbbá a levonulás iránya egyenes, vagy görbített-e?

#### Az irodalomból ismertebb megvalósított berendezések

A Junghans-rendszerű pászmaöntő berendezés a 4. sz. ábrából látható.<sup>5</sup>

A berendezés 1936 óta van üzemben s alumíniumot dolgoz fel. A folyékony fém az öntőüstből elektromos fűtésű pihentető kemencébe (1) öntik át. A kemencében lévő fürdőt az előtértől (2)

gát választja el (3), amely a salakot tartja vissza. Az előtérből a fém keramikusszűrlő (4) grafit elosztótégelybe (5) folyik. A keramikusszűrlő belső átmérője szabályozza az átömlés sebességét. A grafittegely oldalán lyukak vannak, melyeken át ömlik a fém a kokillába (7). A grafittegelynek az a célja, hogy a pászma tetején lévő zsompba a fémnek egyenletesen elosztott beömlését biztosítsa és az örvénylést kiküszöbölje. A kokilla hossza alumíniumfém-öntésnél 60–150 mm. Nehogy a pászma a kokillába beragadjon, az utóbbit néhány mm utat kitevő le- és felfelé ismétlődő mozgásnak vetik alá. A kokillát hűtőszekrény (6) veszi körül, melybe a nyíl irányában víz ömlik be és a másik oldalon ki. A megmerevedett pászmát (9) lefelé



4. ábra.

haladásában görgők (8) vezetnek, melyeknek fordulatszám-változtatásával lehet levonulási sebességét szabályozni. A pászmát egy vele együtt haladó fémfűrész a kívánt hosszakra aprítja. A rendszer tisztán folytonos, melyet azzal biztosítanak, hogy a pihentetőkemencét rendszeresen, egyenletesen folyékony fémmel utántöltik. A folytonos pászmaöntésnek alapvető feltétele, hogy állandóan azonos minőségű, illetve összetételű fémot öntenek.

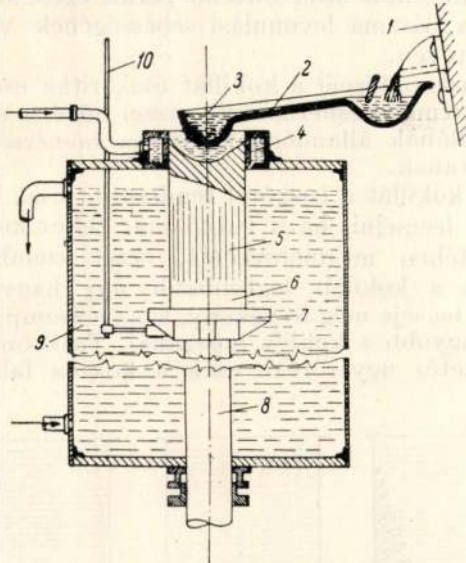
A Junghans-eljáráshoz hasonlóak a Rossi-, Williams-, Harter-rendszerű pászmaöntő kokillák.

Azonos elgondolású, de szakaszos rendszerű öntési eljárás a Zunckel-féle eljárás, melyet a Kohászati Lapok 1951. évi 9. számában Deniflé részletesen leírt. A teljesség kedvéért itt újól megismétlem az 5. sz. ábrában.<sup>6</sup> A folyékony fém a billenthető pihentetőkemencéből (1) öntőcsatornán át (2) jut az elosztótégelybe (3), ennek alján levő lyukakon át, anélkül, hogy örvénylést okozna, ömlik a pászmát (5) körülvevő s vízzel hűtött alumínium, vagy rézkokillába (4). Az öntés megkezdése előtt a hidraulikus henger dugattyúját (8) a legfelső állásba emelik fel, amikor is a mozgó fenéklap (7) közvetítésével a hamistuskó (6) a

<sup>4</sup> O. Schaaber: Zeitschrift für Metallkunde, 1952., 185. old.

<sup>5</sup> H. Kästner: Stahl u. Eisen 1947. évf., 1—2. szám, 14. old.

kokillába tolódik fel. Amint a beöntött fém merevedni kezd, a dugattyút süllyeszteni kezdik, amikor is a pászma a kokillát elhagyva lefelé halad s a vízzel töltött tartályban (9) tovább hűl. A pászma hosszát egy mutató (10) jelzi. Ha a dugattyú legalsó állásába ér, az öntést megszakítják,

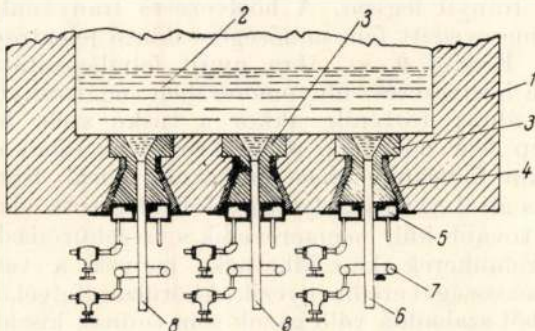


5. ábra.

a kokillát helyéről eltávolítják és a pászmat a hűtővíztartályból kiemelik. A dugattyú felemelése és a kokilla visszahelyezése után a folyamat újra kezdődik. Ezt az eljárást ezért félfolytatólagos vagy szakaszos öntésnek nevezik. Zuncel-rendszerű pászmaöntőgép nálunk is van üzemben s alumíniumpászmatkat öntenek rajta.

A Zuncel-rendszerhez hasonló a Vereinigte Leichtmetall Werke (VLW) által épített berendezés.

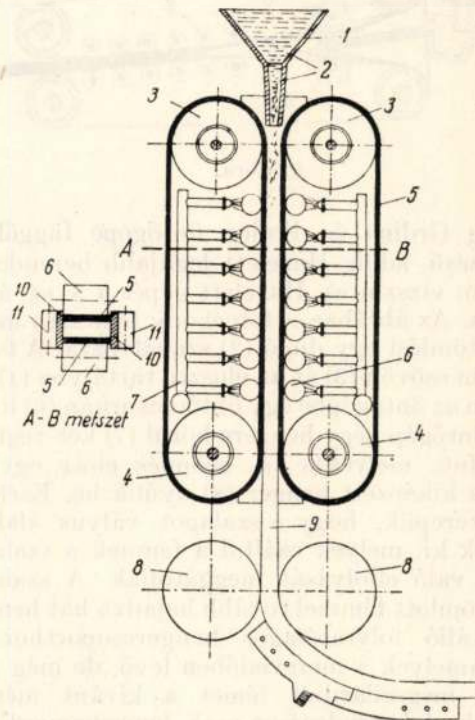
Az ismertetett eljárásoknál a pászma alakítását kokilla végzi. Hasonló elven felépített eljárás még többféle terjedt el, azonban nincs közöttük lényegbevágó eltérés.



6. ábra.

A kokillaöntésnek Eldred által kidolgozott módja eltérő az eddigiektől (6. sz. ábra).<sup>7</sup> Eldred szerint a megszokott módon történő rézőntésnél kedvezőtlen kristályszerkezet képződik. A kristálytengelyek különbözőképpen tájoltak. Ha ilyen réztuskót utólagos felhevítés után kovácsolnak

vagy hengerelnek, a kristályok rendezetlensége kedvezőtlenül hat a megmunkálásra. Ezért Eldred olyan öntési módot javasol, melynél a merevedés a tuskóban alulról felfelé tengely irányban következik be, mely által azt kívánja elérni, hogy a kristályok tengelyei a pászma tengelyével párhuzamosan helyezkedjenek el. Javaslatával tehát az volt a célja, hogy hő csak a már megmerevedett kristályokon át távozzék el. Az öntőminta falát csak olyan hűtésnek veti alá, amely a fálnak és a fémnek azonos hőmérsékletét biztosítja. Szükségesnek tartja, hogy az öntés alatt álló fém hőmérséklete csak kevéssel legyen az olvadáspont felett. A 6. ábrán látható (1) a kemence, melyben a fém (2) megömlesztik. A kemence fenekén csapoláshoz öntőkagylók (3) nyertek elhelyezést, melyek grafitból, karborundumból, vagy más a megömlesztett réz hatásának ellenálló, tűzálló



7. ábra.

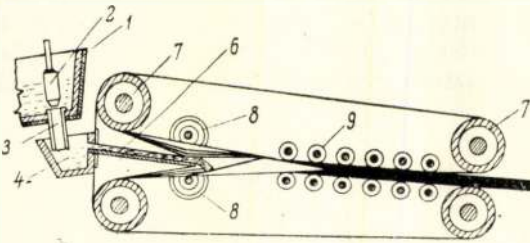
anyagból készülhetnek. A kagyló felső része kiszélesedik s közepén tölsérszerű, ezen át a fém könnyebben folyik át és a képződő gázok el tudnak távozni. A kagylót szigetelő (4) anyag veszi körül, mely megátolja azt, hogy a kemencefenék a kagylóból sok hőt vonjon el. A pászmat (6) hűtőszekrény (5) hűti le, majd egy gyűrűből (7) vizet permeteznek rá. A kemence fenekén 3- vagy 6 ikerpászma egyidejű öntésére van lehetőség. Az Eldred által szabott feltétel, mely szerint hűlés csak a pászma hossz tengelye irányából következhet be, csak igen lassú levonulási sebességet enged meg, amely miatt Eldred készülékét később módosította.

Pászmatknak szalagok közé való öntésére megvalósult berendezések közül a Szovjetunióban

<sup>6</sup> Deniflée S.: Kohászati Lapok 1951. év, 9. sz., 210—215. old.

<sup>7</sup> Kuljacsnij: Mechanicseszkoe abarudovanyie prokatnih cehov, 78. old.

Grdina és Frolov gépe használatos. A gép függőleges elrendezését a 7. sz. ábra mutatja.<sup>8</sup> legfelül egy tölcseralakú, tűzálló anyagból égetett tégely (1) van, melybe a folyékony fém (2) üstből öntik. A tégelyből a fém négy végtelen szalag (5, 10) közé folyik, melyek együtt képeznek egy négyszögű alakítókokillát. A szalagok felülről lefelé haladnak, mozgásukat két-két felső (3) és két-két alsó henger (4) biztosítja. A szalagokat a pászma felőli belső oldalon négy sor henger (6, 11) támasztja meg, ezeket egy-egy sugárcsőrendszerből (7) permetezett vízzel hűtik. A szalagok közül kilépő pászmat (9) egy hengerpár (8) az alattuk elhelyezett terelón vízszintes irányba tereli.



8. ábra.

Míg Grdina és Frolov öntőgépe függőleges elrendezését, addig Hazelett legújabb berendezése majdnem vízszintes. Hazelett gépét a 8. sz. ábra<sup>9</sup> mutatja. Az ábrában a folyékony fémtartó üstből (1) az átömlést egy dugó (2) szabályozza. A folyékony fém csövön (3) át az elosztó tartályba (4) jut, ahonnan az öntőgéphez egy öntőcsatornában (6) folyik át. Az öntőgép négy hengere körül (7) két végtelen szalag fut, melyekbe a beömlés előtt egy-egy alakosra kiképzett henger (8) nyúlik be. Ezeknek az a szerepük, hogy a szalagot vályus alakúra képezzék ki, melyek ezáltal a fémnek a szalagok oldalán való elfolyását meggátolják. A szalagok a rájuk ömlött fémmel tovább haladva hat hengerpárból álló folytatódó hengercsoporthoz (9) érnek, amelyek a merevedőben levő, de még nem teljesen megszilárdult fémeket a kívánt méretre alakítják. A berendezésen csak lemezhanglós szolgáló platinát öntenek, mely 225×12,5 mm. méretű.

A felsorolt pászmaöntő berendezések csak egy töredékét képezik azoknak a berendezéseknek, amelyeket a kiterjedt irodalomban, mint részben üzemből levő, részben kísérleti berendezést leírtak. Az eddig üzemből helyezett berendezések túlnyomórésze könnyű és színesfémek öntésére szolgál.

#### *Tuskó- és pászmaöntés különbségei*

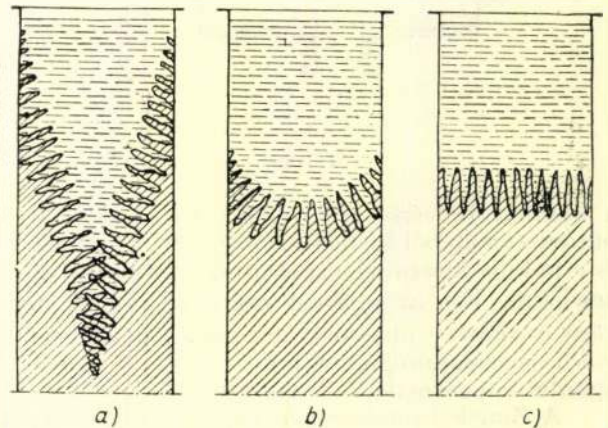
Tuskóöntésnél a tuskó a kokillához képest öntés közben nem változtatja a helyét. Pászmaöntésekor a pászma állandóan változtatja a helyét.

A tuskó hűlését a kokilla fala szolgálja, mely tetemesen felmelegszik. A hűtést, mivel a kokilla alakja, mérete s anyaga változatlanak tekint-

hető, csak a kokillának leemeléssel lehet befolyásolni. Pászmaöntésnél a kokilla segítségével a hűtés sebessége elég tág határok között változtatható, a kokilla anyagának megválasztásával, a kokilla hosszának növelése vagy rövidítése által, a kokillából kilépő pászma víznek élénkebb vagy lassúbb, rövidebb vagy hosszabb úton történő permetezése által és végül a pászma levonulási sebességének változtatása révén.

Tuskóöntésnél a kokillát csak ritka esetben, míg pászmaöntésnél mindig vízzel hűtik s ezáltal a kokillának állandóan egyforma hőmérsékletet biztosítanak.

A kokillát a tuskóról rendszerint csak akkor szabad leemelni, ha a tuskó már teljes keresztmetszetében megmerevedett, ezzel szemben a pászma a kokillát legtöbbször úgy hagyja el, hogy a belseje még folyékony, azaz a zsomp mélysége nagyobb a kokilla hosszánál. Tuskóöntésnél hőelvezetés úgyszólván csak a kokilla falán át



9. ábra.

történhet, tehát a hőelvezetés radiális, míg pászmaöntésnél az elvezetés részben axiális is, sőt oly módon is befolyásolható, hogy túlnyomóan tengelyirányú legyen. A hőelvezetés irányának a megmerevedett fém minőségére döntő jelentősége van. Erre a 9. sz. ábra nyújt felvilágosítást.<sup>10</sup> Ha a hőelvezetés túlnyomórészt sugárirányban (9/a ábra) történik, akkor a tuskó széle felől közép felé növekedő primerkristályok találkozássukkor folyékony fém zárhatnak körül. Körülzárás által az anyafolyadéktól elválasztott, elzárt fém tovább hűl, megmerevedik s összehúzódnak mikrolunkek képződhetnek, melyek a tuskó szivacsosságát eredményezik. Akörülzárt folyékony fémből szabaddá váló gázok sem tudnak kiszabadulni, sőt a még be nem zárt fémből kiváló gázok a ferde, vagy közel vízszintes dendritek alsó felületéhez tapadva bezáródnak és gázhólyagokat képeznek. Ez a folyamat tuskóöntésnél játszódik le. Ezzel szemben túlnyomórészt tengelyirányú hőelvezetéskor (9/b ábra) a folyékony fém kevésbé záródhat be, sőt a gázok felfelé való útjának sincs akadálya. Ez az eset pászmaöntésre érvényes. Az ideális eset lenne a 9/c. ábra, amikor hőel-

<sup>8</sup> Kuljbaesnij: *Mechaniceszkoje abarudovanyie produktih cjhov*, 78. oldal.

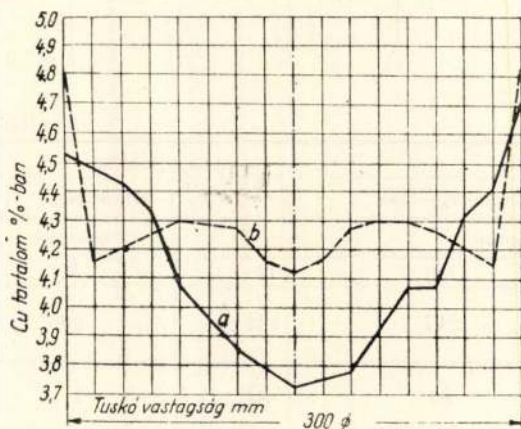
<sup>9</sup> D. I. Brown: *Iron Age* 167, 1951., 4. szám, 53. old.



vezetés csak tengelyirányban, (Eldred elve) azaz a megszilárdult pászman át történne. A *b* és *c* esetekben szivacsos belső rész nem képződhet.

Nem lenne teljes a kép, ha nem hangsúlyoznám külön ki a tengelyirányú hőelvezetésnek a könnyű-ésszínesfémeknél oly fontos hatását, mely a kristályoknak a pászma tengelyével párhuzamos elrendezésében jelentkezik.

Fémöntésnél a merevedő fémre döntő jelentőségű még a hűlés sebessége. A hűlés sebességét befolyásoló tényezők közül még megemlítem a kokilla falának hővezetőképességét, a hő átadását a hűlő fémről a kokillára és a kokilláról a vízre. Színesfém-tuskó-öntődékben az első háború előttig zömben álló agyag- vagy vaskokillákat használtak s a háború után lassan kezdtek elterjedni a vízzel hűtött vaskokillák. Ezzel szemben, mint már említettem, pászmaöntésnél mindig vízzel hűtik a kokillát. A gyors merevedés finom szövet-



10. ábra.

szerkezetű anyagot eredményez. A gyors hűtés még a fordított dúsulásokra is igen kedvező hatást gyakorol. Hivatkozom Deniflének, már korábban is idézett dolgozatára.

Az általa közölt ábrát is megismétlem a 10. sz. ábrában,<sup>5</sup> amely egy 300 mm átmérőjű duraltuskó Cu alkotójának eloszlását mutatja. Az ábrában az *a* görbe egy normál öntésű tuskó, míg a *b* ábra egy gyors hűlésű pászma réz dúsulását mutatja be. Az ábra szerinti erőteljes dúsulású tuskóból sajtolt áru minőségileg — a mechanikai értékeknek a nagyobb dúsulásból származó erős szóródása miatt — sokkal rosszabb, mint a pászma-ból sajtolté. A hűlés sebességének azonban határt szab az a körülmény, hogy túlzott hűtés esetén igen nagyok a pászmaiban maradó feszültségek, amelyek belső repedésre vezethetnek. Ezért a hűtést olyképpen kell szabályozni, hogy repedésre érzékenyebb ötvözetek teljes keresztmetszetükben megmerevedjenek, mielőtt a hűtőteret elhagyják. Ezt háromféle módon lehet elérni. 1. a kokillát meghosszabbítják és száraz pászmaöntésre térnek át, 2. a vizes hűtést nem alkalmazzák közvetlenül a kokilla elhagyása után, hanem esetleg csak

lejjebb, 3. a pászma levonulási sebességét olyképpen lassítják, hogy a zsomp mélysége legfeljebb a kokilla aljáig terjedjen. Ez utóbbi eljárás ad minőségileg legjobb eredményt, de általa a termelés tetemesen csökken.

A pászmaöntésnek a tuskóöntéssel szemben a könnyű- és színesfémek minőségénél olyan fölényes előnyei mutatkoztak, hogy a pászmaöntés rövid idő alatt a fémöntődékben elterjedt.

#### Az acélok pászmaöntésének lehetőségei

A pászmaöntésnek a fémöntés területén elért igen kedvező eredményei a vaskohászok figyelmét magukra vonták és a kísérletek acélokkal több országban is megindultak.

A kutatók elsősorban azzal a kérdéssel foglalkoztak, hogy a pászmaöntésnek acélművekben milyenek a kilátásai. A színes-fémekkel összehasonlítva, acélnál a következő szempontokra kell figyelemmel lenni.

1. Az acél olvadási és öntési hőmérséklete jóval nagyobb a fémekénél.
2. Tetemesen nagyobbak a hőmennyiségek, amelyeket el kell vezetni.
3. Az acél hővezetőképessége kisebb, mint a fémeké.
4. Az acélgyártásnál szükségszerű nagy salakmennyiség nehézségekre vezethet.
5. A vaskohászatban jóval nagyobb mennyiségeket kell feldolgozni, mint a fémkohászatban.
6. Az acélgyártás alacsony árainál az öntési önköltségek érzhetőbben esnek latba.
7. Metallurgiai szempontból a szükséges az acélok minőségének javítására nem jelentkezik oly kényszerrel, mint a színes- és könnyűfémeknél.
8. Acélnál nem áll hosszú idő az öntéshez rendelkezésre, a folyékony acélt tároló edény (üst) fala, a salak és a folyékony acél között végbemenő vegyi folyamatok miatt.

#### Az öntést befolyásoló fizikai tulajdonságok összehasonlítása

A legtöbb kutató a pászmaöntés legfőbb nehézségét az elvezetendő melegmennyiségben látta.

A fizikai tulajdonságok összehasonlítására az 1. sz. táblázatban közlöm O. Schaaber összehasonlító adatait.<sup>4</sup>

Pászmaöntésnél a teljesítményt általában úgy állapítják meg, hogy a kokilla keresztmetszeti területét az öntési sebességgel, azaz az időegység alatt megtett úttal szorozzák meg s az így kapott köbtartalomtól számolják ki a súlyt. A teljesítés alapja tehát a levonuló köbtartalom. Az összehasonlításhoz tehát a fizikai tulajdonságok adatait az időegységben a köbtartalomnak megfelelően kell tekintetbe venni. Kétségtelen, hogy az így számolt fajhő és olvadáspont hő mennyisége acélnál a legkedvezőtlenebb és pedig, ha az acélt 100-nak írjuk, akkor réznél az olvadáspont hőmennyisége 56 és alumíniumnál 26. Azonban több kutató mutatott rá arra, hogy nem kell a teljes, szoba hőmérsékletig terjedő meleg mennyiséget elvezetni, hanem elegendő az acél szilárdulása alá

<sup>10</sup> P. Brenner és W. Roth: Zeitschrift für Metallkunde 32., 1940., 10—14. old.

1. táblázat

A ny a g m e g n e v e z é s e	Fajstűly*	Fajhő*	Hővezető- képesség	Hő- mérséklet- vezető kép.*	Olvadás- pont hő- mérsék- lete = $T_0$	Olvadás hő		Hőtartalom = $T_0 + 100$ C°-nál	
	kg m <sup>3</sup>	kcal kg C°	kcal m · h · C°	m <sup>2</sup> /h	C°	kcal kg	kcal dm <sup>3</sup>	kcal kg	kcal dm <sup>3</sup>
Acél, szilárd .....	7236	017	26	0,021	1540	65	476	339	2410
Folyékony .....	7130	017	(18)	(0,014)					
Réz, szilárd .....	8360	011	274	0,284	1083	50,6	423	172	1355
Folyékony .....	7870	011	—	—					
Alumínium szilárd .....	2550	028	160	0,238	657	94,6	242	281	656
Folyékony .....	2380	025	(51)	(0,086)					

\* Az olvadáspontra interpolálva.  $T_0$  = olvadáspont.

2. táblázat

Az anyag megnevezése	H ő t a r t a l o m			Elvezetendő hő	
	$C_1 = T_0 + 100$	$C_2 = T_0$	$C_3 = T_0 - 200$	$C_1 - C_3$ (I—III. oszlop)	
	C°-nál kcal/kg-ban				kcal/dm <sup>3</sup>
	I.	II.	III.	IV.	V.
Acél .....	339	320	217	122	906
Réz .....	172	161	88	84	718
Alumínium .....	281	256	104,5	175,5	466

$T_0$  = olvadáspont

néhány száz C°-kal lehűteni, amikor is más viszony-számokat kapunk. Ez az álláspont jogos is, hiszen általában az acéltuskót sem hűtik le teljesen a hengerműveknek való átadás előtt, s az acél-pázmát is elég a hengerlési hőig hűteni. Ezenkívül teljes keresztmetszetben a szilárd állapot elérésére a pázma az öntőgépen kívül is lehűtethető, akár a teljesen hideg állapotig.

Ez utóbbi elvnek megfelelően Schaaber egy táblázatot állított össze acélra, rézre és alumíniumra. Összeállítását a 2. sz. táblázatban közlöm.<sup>4</sup> A számolásnál Schaaber mindhárom fémnél abból a feltételből indult ki, hogy a túlhevítés az olvadáspont felett 100° C, míg a hűtés az olvadáspont alá 200° C-kal történik.

Az elvezetendő meleg így már sokkal kedvezőbb képet mutat, mivel ha az elvezetendő hő acélnál 100, akkor réznél 79 és alumíniumnál 51. A számok a gyakorlatban valószínűleg ettől eltérnek, mert hiszen fémeknél ilyen méretű túlhevítésre nincs szükség, viszont az acélt nem hűtik le oly mértékig, hogy még a kokilla elhagyása előtt teljes keresztmetszetében megmerevedjék.

A hőtartalom fizikai adatai tehát azt mutatják, hogy acélnál fémekhez viszonyítva nagyobb

nehézségekkel kell számolni. Ehhez a nehézséghez járul még az is, hogy a hőelvezetés sebessége is kedvezőtlenebb.

Schaaber szerint pászmaöntésre a nem stacioner hővezetés törvényei mérvadók s így a nehézség mértékét a hőmérsékletvezetőképesség mutatja. A nehézségeket természetesen az acél olvadáspontja is fokozza, főként a tűzálló anyaggal szemben támasztott nagyobb követelmények miatt. Itt elsősorban a tárolóedény anyaga és a folyékony acél örvénylésmentes, egyenletes elosztása okoz gondot. A nehézségek mérlegeléséhez mutatószámokat a 3. sz. táblázat mutat, melynél az acél anyagjellemzői képezik az összehasonlítás alapját.

3. táblázat

Tulajdonság	Acél	Réz	Alumínium
Elvezetendő hő .....	100	79	51
Öntési hőmérséklet .....	100	77	45
Hőmérsékletvezető- képesség .....	100	1350	1130

A táblázatból látható, hogy acélból rézhez és alumíniumhoz képest 50, 100%-kal több meleget kell elvezetni, és az elvezetés sebességére jellemző hőmérsékletvezetőképesség mindössze 7,4, illetve 8,8%. Ezek a számok azonos körülmények között azt jelentik, hogy acélöntésnél kisebb levonulási sebességgel kell számolni, vagy pedig még jobb hőelvezetéséről kell gondoskodni.

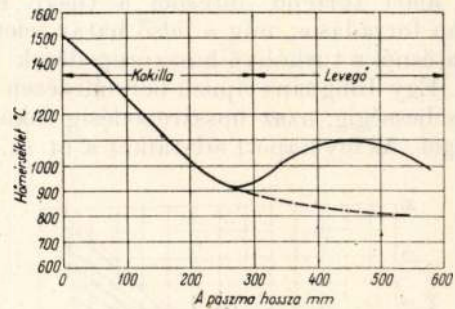
A pászma lehűtése azonban a kokillától és egyéb körülménytől is függ, érdekes az irodalomnak erre vonatkozó adatait is figyelemmel kíséni. A körülmények tisztázására H. Krainer és B. Tarman végeztek igen értékes kísérleteket.<sup>11</sup>

A hő elvezetésének útja közvetlen öntés után a pászma belsejéből annak a kokillával érintkező felületén és a kokillán át vezet. A kokilla falát vízűtéssel tartják állandó hőfokon. A levonuló folyékony pászma külső kérge rövid idő múlva megmerevedik, majd olyan vastagságot ér el, hogy a ferrosztatikus nyomásnak már ellenáll, ezután levál a kokilla faláról. A hőelvezetés ekkor már a pászma belsejéből a szélére vezet-

és a kokillafal közötti sugárzási tényezőt kiszámolva, 1500 kcal/m<sup>2</sup> h. C°-nak találták.

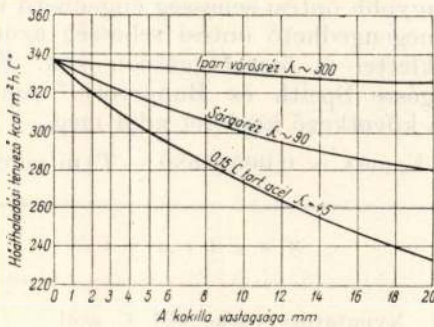
A rendelkezésre álló adatokból kiszámolták a pászma felületén a hőmérséklet eloszlását s azt a 12. ábra<sup>11</sup> szerintinek találták.

A pászma levonulási sebessége 0,6 m/perc volt. A kokilla elhagyása után a belső hő hatására a pászma felületének hőmérséklete emelkedett s



12. ábra.

levegőn a hűtése meglágyódott. A számolási adatok továbbá még azt mutatták, hogy a pászma belseje a kokilla elhagyása után még folyékony. A pászmanak ezt az állapotát a 13. ábra<sup>11</sup> lépték arányosan mutatja. A pászma szilárdulásának ábrája azt mutatja, hogy a hőelvezetés úgyszólván teljesen sugárirányú és tengelyirányú hőelvezetés alig van. Látható az is, hogy teljes megmerevedés csak a kokillán kívül következik be. A megmerevedett fal kúpossága az ábra szerint átlagban kb. 6%, ami



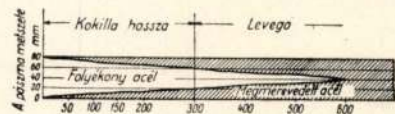
11. ábra.

sel, majd a pászma felületéről a légréven át a kokilla belső falára sugárzással, ezután a kokillán át a külső falra újra vezetéssel jut. A külső falról a hőt hűtővíz vezeti el.

A kokilla falán a hőáthaladási tényező alakulása a 11. sz. ábrából<sup>11</sup> látható. Réznél az áthaladás a kokilla vastagságával alig csökken, míg sárgaréznel, valamint acélnál a csökkenés már jelentős. A kokilla vastagságát minél vékonyabbra kell tartani. Krainer és Tarman az 5 mm vastagságú rézkokillát tartották megfelelőnek, illetve helyette azonos értékű, 3 mm vastagfalú acélkokillát alkalmaztak.

A mérések eredményeként megállapították, hogy olyan vízsebességet kell biztosítani, amely a kokilla faláról a vízre legalább 20,000 kcal/m<sup>2</sup> h. C° hőátadási tényezőt biztosít. Ez a dolgozatukban közölt diagramm szerint kb. 6—8 m/sec vízsebességnek felel meg. Ilyen vízsebesség mellett a víz hőmérséklete 10°-ról 17° C-ra, azaz mindössze 7° C-ot emelkedett. Az így elvezetett hőmennyiség acél kg-onként 87 kcal.

Más forrásból eredő adatok 25—30 m/sec vízsebességre is engednek következtetni. A pászma



13. ábra.

felfelé szélesedő tuskók kokillájának méretezésével is kb. egyező. Ebből következik, hogy a pászma levonulása lunkerveszély nélkül nagyobb sebességgel is lehetséges, főként, ha a hűtés intenzitását például a kokilla meghosszabbítása által növelik.

### A levonulási sebesség

Amint láttuk, az acél fizikai tulajdonságai kedvezőtlenek, főként a hőmérsékletvezetőképessége az alumíniuménak és a rézének csak tötrésze, ebből kifolyólag joggal lehetne arra következtetni, hogy acélpázmát jóval kisebb sebességgel kell önteni, mint rezet vagy alumíniumot.

Fémekre Denifée a már említett do'gozatában<sup>6</sup> adott a sebesség kiszámolásához képletet s egy ennek alapján kiszámolt grafikont is közöl. Alumíniumra vastagabb méreteknél centiméteres, míg vékonyabb méreteknél deciméteres percenkénti sebességek adódnak. Ezzel szemben az iro-

<sup>12</sup> K. G. Speith és A. Bungeroth : Stahl u. Eisen 72., 1952., 869. oldal.

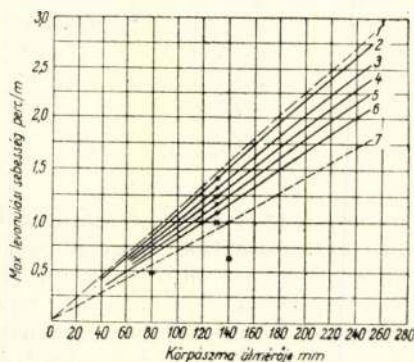
<sup>13</sup> L. H. Nelson : Trans. Amer. Inst. Min. metall. Engrs. Iron Steel Div. 125., 1937., 401—10. old.

<sup>11</sup> H. Krainer és B. Tarman : Stahl u. Eisen 69., 1949., 813. old.

dalmi adatok szerint acélnál a megvalósított sebesség a fémöntés sebességének nem osztott része, hanem többszöröse.

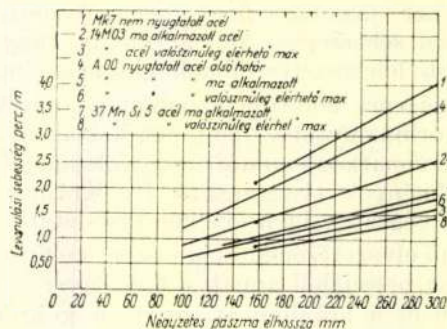
Acélpászma öntési sebességére Speith és Bungeroth<sup>12</sup> közölt igen értékes tanulmányt.

Munkájuk alapját az az ismert tény képezte, hogy tuskóöntésnél a használható sebesség két szélső érték között helyezkedik el. A sebesség alsó határa alatt történő öntésnél a tuskó felülete ragyásan forradásos, míg a felső határ feletti túlgyorsöntésnél a tuskóban hosszúrepedések jelentkeznek. Egy Junghans típusú berendezésen a felső öntési sebességig, azaz hosszrepedésig fokozták a sebességet. Az így kapott adataikat a 14. sz. ábra<sup>12</sup>



14. ábra.

hiányában elegendő levonulási hosszt biztosítani nem tudtak. A 15. sz. ábra több diagrammban közölt adatot foglal össze. Az öntési hő itt is 1580° C. A két ábra összevetéséből megállapítható, hogy



15. ábra.

négyzetes öntésnél nagyobb sebesség érhető el, egyezően a tuskóöntésnél is tapasztaltakkal. Általában minél jobban eltér a keresztmetszet a kör alaktól (ugyanarra az átmérőre vonatkoztatva), annál nagyobb öntési sebesség engedhető meg.

A megengedhető öntési sebesség azonban a hőmérséklettel is összefüggésben van. Erre az összefüggésre Speith és Bungeroth<sup>12</sup> empirikus alapon a következő képletet adja meg.

$$V_i \text{ max} = 0,005 (1580 - T) \text{ m/perc.}$$

Sor-szám	Jele	Összetétel					Megjegyzés
		C	Si	Mn	Cr	Mo	
1		—	—	—	—	—	Nyugtatótt tuskó SM C acél
2	St 00	—	—	—	—	—	Savas kiskonverterből
3	14 Mo 3	—	—	—	—	—	
4	34 Cr Mo 4	0,3 0,37	0,15 0,35	0,5 0,8	0,9 1,2	0,15 0,25	
5	13 Cr Mo 44	0,1 0,18	0,15 0,35	0,4 0,7	0,7 1,0	0,4 0,5	
6	37 Mn Si 3	0,33 0,41	1,1 1,4	1,1 1,4	—	—	
7		—	—	—	—	—	Ötvözött SM acél

mutatja. Az ábrán különféle minőségek vannak feltüntetve. A két vékony szaggatott vonal a tuskóöntés két szélső határértékét tünteti fel. Az ordinátán az egy méterhez tartozó perc van feltüntetve. A leolvasott értékek reciproka adja a m/perc öntési sebességet. Az értékek 1580° C öntési hőmérsékletre vonatkoznak.

Négyszögű szelvényű pászma öntési sebességének felső határát nem tudták megállapítani, mivel berendezésükön megfelelő építési magasság

Az így kiszámított érték az 1580° C-tól való eltérés nagysága.

Ha egy pászmanak a max. öntési sebessége 0,9 m/perc és az öntés 1550° C-nál történik, akkor  $V_i \text{ max} = 0,005 (1580 - 1550) = 0,150 \text{ m/perc}$ . A maximális öntési sebesség tehát  $0,9 + 0,150 = 1,050 \text{ m/perc}$ . 1580° C feletti hőmérsékletnél a kiszámolt különbséget le kell vonni.

Speith és Bungeroth szerint pászmaöntés közben a folyékony acél hőmérséklete öntés kez-

<sup>12</sup> J. W. Spretnak: Trans. Amer. Soc. Metals 39., 1947., 569—626. old.

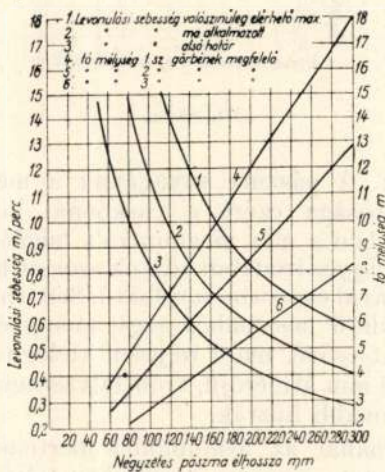
<sup>15</sup> W. Rauterkrus jr.: Stahl u. Eisen, 72., 1952., 883. old.

dettől a befejezésig 100° C-ig terjedő ingadozásnak is ki van téve. Ilyen esetben az öntési sebességet, azaz a levonulás sebességét, részben azért, hogy az lehetőleg a felső, tehát a hosszrepedési határ közelében maradjon, részben, hogy a hűlés adta teljesítmény növekedése kihasználható legyen, öntés közben lehetőleg lépcsőzni célszerű.

*A pászma zsongméllysége*

A tuskóknak a kokillában való várakozási ideje Nelson<sup>13</sup> és Spretnak,<sup>14</sup> képletéből  $T = \left(\frac{D}{50,8}\right)^2 \cdot K$  számolható ki. Ebben a képletben

$T$  a várakozási idő percben,  $D$  pedig a tuskó négyzet, vagy sokszög keresztmetszetébe beírható kör átmérője.  $K$  a tuskó anyagának fizikai tulajdonságaitól függő állandó. Speith és Bungeroth<sup>12</sup> ezt a képletet használja a pászma merevedési idejének



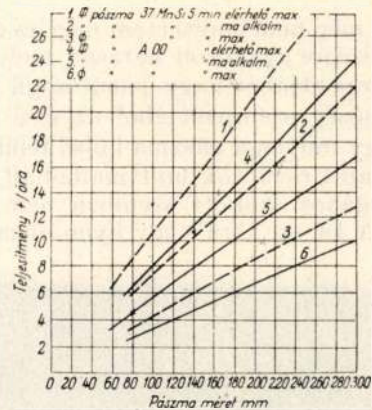
16. ábra.

megállapítására, a  $K$  állandót ötvözetlen és gyengén, ötvözött acélokna kísérletek alapján  $K = 0,85$ -nek találták. A merevedési idő ismeretében a zsong mélysége kiszámolható  $M = V \cdot T$  képletből, ahol  $M$  a mélység,  $V$  a pászma levonulási sebessége és  $T$  a kiszámolt merevedési idő. A sebesség és a zsongmélység közös grafikonba foglalva, A00 acélra vonatkoztatva, a 16. sz. ábrában látható. Az ábrában A00 nyugtatott acél adatai nyernek bemutatást. A hosszú zsongmélységből látható, hogy a teljes megmerevedés a kokillán kívül következik be. A zsong mélységének megállapítása azért lényeges, mert elhatárolja a berendezés építési magasságát. A pászma levágása csak teljesen megmerevedett keresztmetszetben történhet, tehát a zsong mélységén alul. Érdekes lenne más berendezéseken, más gyárakban elért levonulási sebesség adatait a vázoltakkal összevetni. Az irodalomban talált három adatot a 14. sz. ábrában \* -al jelöltem meg. Mindhárom adat nagyobb sebességet tüntet fel, mint amilyen a közölt ábrából látható.

<sup>16</sup> H Krainer és B. Tarman: Stahl u. Eisen. 70., 1950., 1105. old.

*Teljesítmény adatok*

A levonulási sebesség ismeretében az óránkénti teljesítmény is kiszámolható. Az óránkénti teljesítményt a 17. sz. ábra mutatja. Az ábra szerint abban az esetben, ha a pászma méretét — továbbhengerlésre számítva — 80—300 mm □-re választjuk, akkor 3—34 t/órás teljesítménnyel lehet számolni.



17. ábra.

Felmerül az a kérdés, hogy az acélművekben megszokott mennyiségek feldolgozásához melyik rendszer felel meg, a szakaszos, vagy a folytonos öntésű. Az állásfoglalás általában az, hogy csak folytonos ad gazdaságilag kedvező megoldást. Ennek azonban ellentmond az, hogy acélművekben általában, de különösen nálunk, rendkívül változatos minőségi programot kell kielégíteni, még pedig egymást követve alig néhány adag készül azonos minőségben. Ez különösen az elektroacélművek feladatára érvényes. A pászmaöntés megszakítás nélküli folytonos üzemét pedig csak úgy lehet biztosítani, ha az adagolóedénybe kellő időben utánöntünk, ez pedig különféle összetételű anyagoknál lehetetlen. Szakaszos üzemű gép pedig, mint amilyen a Zunkel-rendszerű, aránylag csak kis teljesítményre felel meg s az aránylag kissúlyú egyes darabok, az egyes adagsúlyokkal nehezen egyeztetethők össze. Tehát megállapítható, hogy csak olyan folytatolagos gép felel meg, amely egy-egy minőség teljes mennyiségének feldolgozására (esetleg egy-egy adag) szakaszosan osztható be.

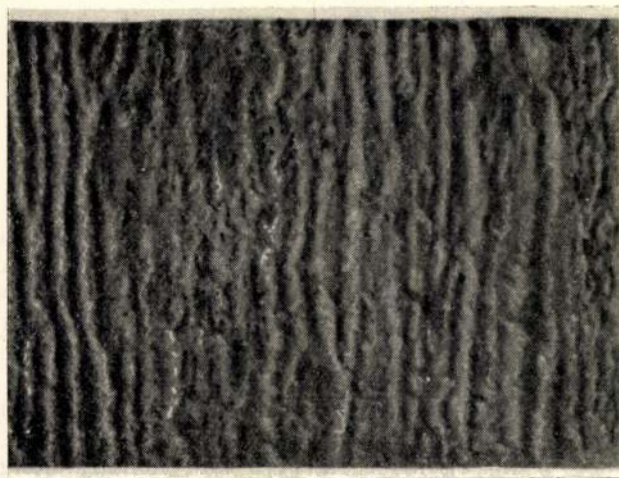
Mind a folytonos, mind pedig a szakaszos üzemű pászmaöntő berendezés egy több kemencéből álló acélmű üzemével nehezen hangolható össze. Az acélkészítés ütemét a pászmaöntőgép feldolgozó sebességével kellene összehangolni, ami az acélművekben használatos mai munkarendszer mellett alig képzelhető el. A pászmaöntő berendezés ütemes igénye és a majdnem percre beállítandó adagtartam összehangolása még nyitott kérdés. Ugyancsak nyitott kérdés az is, hogy a ma mind jobban elterjedő nagy tonna adagsúlyú martin-kemencék adagját miként lehetne 30—40 perc, esetleg 1 óra alatt leönteni. Fémöntő berendezéseknél a folyékony fémot egyszerre több berendezésen, több érben ikerpázmákká dolgozzák fel. A közlésekben nem találtam annak nyomát, hogy acélnál

ezt a módszert üzemszerűen használnák, sőt inkább arról lehet olvasni, hogy a többeres öntést nem tudták még megoldani. Egyelőre meg kell elégedni azzal, ha a pászmaöntő berendezés konverter- és elektroüzemekben terjed el. Azonban amilyen mérföldes léptekkel haladt az eljárás az utóbbi években, remélhető, hogy a még fennálló nehézségeket le fogják győzni.

### Minőségi kérdések

Eddig még nem említettem meg az új eljárásnak a minőségre gyakorolt hatását, mely az elterjedése szempontjából nagy jelentőségű kérdés.

A minőség szempontjából az első felmerülő kérdés, hogy milyen a pászma külső felülete. A felület hosszanti rovátkák hullámaiból áll, amelyek a sima bugához szokott szemben nem keltenek bizalmat. A 18. sz. ábra<sup>15</sup> egy ilyen buga felületét



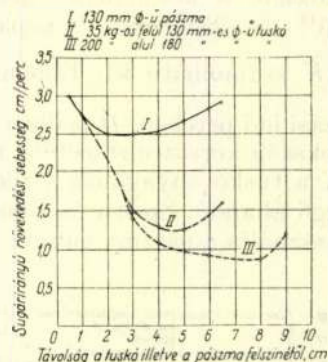
18. ábra.

mutatja, homokfúvóval letisztított állapotban. Az irodalomban egyöntetűen oly értelműek a vélemények, hogy a pászma felülete hengerlésre, kovácsolásra kifogástalanul felhasználható. Ha azonban a további feldolgozás teljesen hajszálrepedésmentes, salaktapadvány nélküli, sima felületet kíván meg, akkor ez a szokásos tisztítási módokkal elérhető. Krainer és Tarman<sup>16</sup> közlése szerint a tisztításnál tuskóból gyártott bugával szemben jelentős megtakarítás érhető el.

További kérdés még az, hogy a pászma továbbhengerlésnél miként viselkednek.

A szövetség alakulása a merevedési sebességtől függ. Pászmaöntésnél és ugyanolyan méretű tuskónál a sebesség alakulását a 19. sz. ábra<sup>16</sup> mutatja. Az ábra mindennél meggyőzőbben mutatja a pászmaöntés és a tuskóöntés közötti különbséget. Tuskóöntésnél a merevedés nagy sebességgel indul, mely a kokillától való elválás után gyorsan csökken. Ilyen csökkenés a pászmanál is beáll, de sokkal kisebb mérvben. Ha a pászma a kokillából kilép, a merevedés sebessége csökken, mint az a 12. sz. ábrából látható, amiért pászma-

nál intézkedéseket foganatosítanak a gyors merevedés további biztosítására. A hőnek sugárirányú gyors elvonása következtében a pászma primer kristályai erőteljesebben átkristályosodnak, mint a tuskóöntésnél. Ez még ötvözött acélokra is vonatkozik, amelyek ötvözött acélokhoz képest kevésbé hajlamosak sugaras szövetség képzésére. A pászma levonulási sebességének növekedése esetén a sugaras szövetség csökken, mindenestre azonban a kristályok szemcsenagysága



19. ábra.

finomodik. A pászma anyagának a meleg megmunkálhatósága ezért a tuskóénál kedvezőbb, ezzel szemben a már megmunkált bugáénál azonban nem. Egyes irodalmi adatok szerint hengerlésnél, a bugával egysorba sorolható. Schorndorffban<sup>17</sup> nyers felületű pászmaiból nagy mennyiséget hengereltek át csővé, majd teljesen kielégítő kihatással 46 mm átmérőjű, 1 mm falvastagságú csőre hidegen tovább húzták.

Pászmanál az átmunkálás mértéke öntéstől a készáruig 4–6-szoros mértékben teljesen kielégítő, sőt sok esetben jobb eredményt ad, mint az ennél sokszorta nagyobb s tuskóból kiinduló átmunkálás. A legkülönbébb összetételű anyagokkal végzett kísérletek azt igazolják, hogy pászmaiból hengerelt és kovácsolt acélok mechanikai és egyéb fizikai tulajdonságai teljesen azonosak a tuskóból gyártott acélokkal.

Ezzel szemben pászmaiból hengerelt anyagok szövetszerkezete kedvezőbb. A szövetben az alkotóelemek eloszlása finomabb, egyenletesebb, sokkal szűkebb a kiválásoknak, dúsulásoknak a szóródása s kedvezőbb a karbidok eloszlása.

### A pászmaöntés gazdaságossága

A pászmaöntő berendezés költségeire nem jelentek meg adatok, sőt a közlemények nem térnek ki az önköltségre sem. Az ezzel kapcsolatban napfényre került megjegyzések a helyzet megítélésére nem elegendőek. A pászmaöntő berendezés beruházási költsége mindenestre kevesebb, egy blocksor, sőt bugasor a hozzátartozó kemence és aprítóberendezés együttes költségénél. Tény az, hogy a pászmaöntő berendezés átalakítási költségeivel szemben tetemes költségek szabadulnak fel, illetve maradnak el, így a kokillák számottevő

<sup>17</sup> H. Buchholz: Stahl u. Eisen, 70., 1950., 116. old.

anyagköltségei, az öntő- és kokillacsarnok munkái mellett a mélykemencék fűtési és a blokkolás hengerelési költségei is. Főként kedvezően esik latba az, hogy tuskóöntéstől a készáruig a kihozatnak 70—85%-os értékeivel szemben a pászmaöntésnek 90—97%-os kihozata áll, sőt egyes bizonyára túlzó kijelentések majdnem 100%-osról is beszélnek.

#### Acélpázmát termelő berendezések

Azt hiszem érdeklődésre tarthat az számot, hogy eddig hol dolgoznak acélpászma gyártó berendezések. Természetesen csak azokat tudom felsorolni, amelyek az irodalomban s annak is részéről hozzáférhető részében jelentek meg.

Bardin professzor említette, hogy a Szovjetunióban négy acélpászmaöntő berendezés dolgozik üzemszerűen. Arról is tudunk, hogy a pászmaöntés megvalósításáért két szovjet kohász Sztálin-díjat kapott. Bardin professzor közlése szerint mind a négy berendezés rézkokillából álló folytonos üzemű, melyek nagyobbbrészt ötvözött acélokot dolgoznak fel. A kokilla hossza kb. 2000 mm, a teljesítményük pedig 10—20 t/óra. Az öntés hőmérsékletét a berendezésen pontosan be lehet állítani, az öntés sebessége pedig tág határok között szabályozható.

Junghans-rendszerű folytonos üzemű berendezés létesült Schorndorfban, Németországban. Az üzem 1949-ben indult meg és másfélév alatt kb. 1900 t acélpázmát öntött. A berendezés nem volt elég teljesítőképes, ezért egy másik berendezést építettek egy nagyobb acélmű keretében további fejlődés elérése céljából, de már Hukingenben.<sup>18</sup>

A korábbi tapasztalatok alapján épült 1950-ben a Duisburg melletti Huckingenben egy újabb Junghans rendszerű folytonos üzemű berendezés, mely három hónap leforgása alatt több száz tonna acélpázmát öntött. Ezeket a négyszögű és köralakú pázsmákat különféle készárura, többek között csőre dolgozták fel. A pázsmák mérete 130 mm  $\varnothing$  és 140  $\times$  180 mm  $\square$ .<sup>18</sup>

A Böhler-cég épített egy berendezést Kapfenbergben, Ausztriában. A berendezés szakaszos üzemű. A berendezés 130 mm  $\varnothing$ -jú pázsmákat önt. A berendezésről teljesítmény adatokat nem közölnek, általában ötvözött acélokot dolgoznak fel rajta.<sup>19</sup>

Amerikában az első acélpászmaöntő berendezés 1946-ban épült Beaver-Fallsben a Babcock-Wilcox cégnél, ez a berendezés 1949-ig 600 t pázsmát öntött.<sup>19</sup> Az Allegheny-Ludlum-Steel Corps cégnek egy Junghans-Rossi rendszerű folytonos berendezése épült 1949-ben, Watervliet-ben. A berendezésen 125 mm  $\varnothing$ -t, 90 mm  $\square$ -t és 75  $\times$  380 mm méretű platinát öntöttek. A tapasztalatok alapján egy új berendezést is építenek, amelyen 1000 cm<sup>2</sup> keresztmetszetig és 30 t/óra teljesítményig szándékoznak önteni.<sup>20</sup>

<sup>18</sup> K. Speith : Stahl u. Eisen 70., 1950. 1007. old.

<sup>19</sup> J. Harter : Iron and Steel Eng. 1950. 56.

<sup>20</sup> D. I. Brown : The Iron Age 168., 1951. 12. szám. 113—118. oldal.

#### Következtetés

A fentiekben kívántam a pászmaöntő eljárás jelenlegi helyzetéről, fejlettségéről tájékoztatást nyújtani. A dolgozatomban az általam hozzáférhető irodalmi adatokból állítottam össze, természetesen a bőséges adatoknak csak egy részét használtam fel.

Ma már az acélpászmaöntés túl van a laboratóriumi kísérlet állapotán s úgy érzem ideje, hogy a jövőnk érdekében már mi is belépünk az eljárás kidolgozó és felhasználói sorába. Szükségem tartom, hogy a Vasipari Kutató Intézet vegye fel sürgősen a munkatervébe a hazai kísérletek megindítását. Szerintem az eljárás nálunk egyelőre két munkaterületen bír fontossággal, és pedig a féltermény előállítás az előbb vagy utóbb, de biztosan megépülő szerszámacél gyárunkban nyerhetne ezáltal megoldást. De igen jelentős teljesítménynövelést jelenthetne, ha a tárcsa és kerékabroncs gyártás kiinduló körszelvényű bugáját sikerülne előállítani s ezzel lehetne a blokkosorunkat, illetve a tartósorunkat tehermentesíteni. Attól azonban még elég messze vagyunk, hogy a nagy tömeget gyártó vasművekben a blokkosort és a hozzá csatlakozó bugasorokat a használatos berendezések közül kiszorítsák.

#### IRODALOM

- H. B. Bleckmann : Stahl u. Eisen, 54. 1934. évf., 1175—80. old.  
 T. W. Lippert : The Iron Age, 135. 1935. évf., 10—17. old.  
 T. W. Lippert : The Iron Age, 138. 1936. évf., 26—30. old.  
 H. Krainer : Feuerungs Technik, 56. 1936. évf., 4—7. old.  
 J. G. Kulbacsniy : Tjazzeloje Masinosztrojenije, 1938. évf., 1. szám.  
 L. Grdina és I. J. Frolov : Sztalj, 1939. évf., 4—5. sz.  
 B. Xenofontov : Uralzkaja Metallurgia, 1939. évf., 8. sz., 23—36. old.  
 E. R. Mort : The Metall Industry, 55. 1939. évf., 41—46. old.  
 C. W. Hazelett : Mechanical Engeneering, 1939. évf., 823—824. old.  
 P. Bränner : Zeitschrift f. Metallkunde, 1940. évf., 10—24. old.  
 T. W. Lippert : The Iron Age, 145. 1940. évf., 14. sz. 31—39. old.  
 T. W. Lippert : The Iron Age, 145. 1940. évf., 15. sz., 44—47. old.  
 Szvedje, Svete és Karoljev : Metallurg, 1940. évf. 5. sz.  
 G. Näeser : Stahl u. Eisen, 61. 1941. évf., 409—416. oldal.  
 P. Brenner és W. Roth : Metallwirtschaft, 1942. évf., 45—49. old.  
 P. Brenner és W. Roth : Zeitschrift f. Metallkunde, 32. 1942. évf., 10—14. old.  
 W. Roth : Aluminium, 24. 1943. évf., 283—91. old.  
 C. Netter : Stahl u. Eisen, 63. 1943. évf., 502—503. oldal.  
 W. Patterson : Aluminium, 1943. évf., febr. hó.  
 T. W. Lippert : The Iron Age, 153. 1944. évf., 8. sz.  
 H. Kästner : Stahl u. Eisen, 66/67. 1947. évf., 10—19. oldal.  
 E. Roth : Metall Industrie, 1947. évf., nov. hó.  
 I. M. Peloutier : Revue de L'Aluminium, 1947. évf., márc. hó.  
 T. W. Lippert : The Iron Age, 162. 1948. évf., 8. sz., 72—80, 159—161. old.

- I. S. Smart és A. A. Smith: *The Iron Age*, 162. 1948. évf., 9. sz. 67—72. old.  
 H. Krainer és B. Tarman: *Stahl u. Eisen*, 69. 1949. évf., 813—819. old.  
 J. Chvojka: *Hutnické Listy* 4. 1949. évf., 175—182. oldal.  
 Shimokova Yoshio: *Stahl u. Eisen*, 69. 1949. évf., 7—15. old.  
 W. Roth: *Zeitschrift f. Metallkunde*, 40. 1949. évf. 445—448. old.  
 W. Helling és F. Gassner: *Metall*, 3. 1949. évf., 367. old.  
 I. H. Hyde: *The Iron Age*, 164. 1949. évf., 23. sz., 80—84. old.  
 L. P. Sperry: *The Iron Age*, 164. 1949. évf., 25. sz., 59. old.  
 E. Schener: *I. Inst. Metal*, 76. 1949. évf., 103. old.  
 T. W. Pell-Walpole és Kondie: *Metal Industry*, 74. 1949. évf., 203. old.  
 I. Harter jr.: *Iron and Steel Eng.*, 1950. évf., 56. sz.  
 I. Rossi: *Steel*, 1950. dec. szám, 70. old.  
 H. Krainer és B. Tarman: *Stahl u. Eisen*, 70. 1950. évf., 1098—1105. old.  
 H. Kästner: *Zeitschrift f. Metallkunde*, 41. 1950. évf., 193—205., 247. old.  
 W. Helling és F. Gassner: *Metall Industrie*, 1950. évf., 215—243. old.  
 J. J. Hober és J. F. Mulvay: *J. Inst. Metal*, 77. 1950. évf., 357. old.

- Deniflée Sándor: *Kohászati Lapok*, 84. 1951. évf., 9. sz., 210—216. old.  
 I. Harter jr.: *Journal Metals*, 3. 1951. 9. sz., évf., 223—226. oldal.  
 I. Rossi: *Journal Metals*, 3. 1951. évf., 227. oldal.  
 D. I. Brown: *The Iron Age*, 167. 1951. évf., 4. sz., 53. old.  
 D. I. Brown: *The Iron Age*, 167. 1951. évf., 7. sz., 87. old.  
 D. I. Brown: *The Iron Age*, 167. 1951. évf., 8. sz., 71. old.  
 D. I. Brown: *The Iron Age*, 168. 1951. évf., 9. sz., 63. old.  
 D. I. Brown: *The Iron Age*, 168. 1951. évf., 10. sz., 106—108. old.  
 D. I. Brown: *The Iron Age*, 168. 1951. évf., 11. sz., 166—168. old.  
 D. I. Brown: *The Iron Age*, 168. 1951. évf., 12. sz., 113—118. old.  
 F. Wiesner: *Hutnické Listy*, 6. 1951. évf., 286—289. oldal.  
 J. C. Wright: *Iron and Coal T. R.*, 1951. évf., jún. hó, 1319—1329. old.  
 J. F. Jacquet: *Iron and Steel Eng.*, 1951. évf., jan. hó, 144—147. old.  
 K. G. Speith és A. Bungeroth: *Stahl u. Eisen*, 72. 1952. évf., 869—885. old.  
 O. Schaaber: *Zeitschrift f. Metallkunde*, 1952. évf., 181—190. old.

## Bázikus tűzállóanyagok ásványtani számításai

CSEER ARISZTID

### I. RÉSZ.

ЧЕР АРИСТИД : МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ  
ОСНОВНЫХ ОГНЕУПОРОВ.

Calculați mineralogice minaralule basice resistente  
contra foc.

Mineralogische Berechnungen von basischen feuerfesten  
Materialien.

Calculs minéralogiques des matières réfractaires basiques.

Az acélglyártás fejlesztése az acélipart kiszolgáló iparágak, így a bázikus tűzállóanyaggyártás fejlesztését is magával vonta. A külföldi behozatal, melyre eddig ez az ipar támaszkodott, egyre nagyobb nehézségekbe ütközik. Ezért parancsoló szükségesség írta elő, hogy hazai bázikus tűzállóanyagokat kutassunk fel. Ezek a kutatások részben már kitaposott úton haladnak, részben azonban a helyi adottságaink miatt hazai nyersanyagokra támaszkodva, új szempontok szerint folynak. Mivel csak empirikus úton haladva, a kutatások túlhosszú ideig tartanának, szükséges volt a gyártás közben végbe-menő folyamatok felderítése és az összetételeket előzőleg számítás útján meghatározni. Ehhez azonban elengedhetetlen az ásványi összetétel megállapítása, hogy az összetevők aránya ennek alapján meghatározható legyen.

A munkához részben a cementiparban használt egyensúlyi diagramokat használtuk fel, részben külföldi szerzők munkái alapján és saját kutatási eredményeink kiértékeléséből vett adatokkal ellenőriztük a számítások helyességét. Sajnos, számos adat még kiegészítésre szorul és a kellő nagyszámú vizsgálat fogja eldönteni, hogy helyesek voltak-e a levont következtetések, azonban eddigi adataink is nagyban segítségünkre voltak egyes problémáink megoldásánál. Az egyes összetevők egyensúlyi viszonyairól, mint pl. a  $Mn_3O_4$ -ról oly kevés és egymásnak ellentmondó adatok álltak csak rendelkezésünkre, hogy kénytelenek voltunk a számításoknál elhanyagolni. Egyes esetekben, mint pl. a  $Cr_2O_3$ -nál egyesek talán merészen fogják tartani az aránylag kevés adatból levont következtetéseket, de az elméleti megfontolások bizonyítása,

tanácsadása, kritikája mégis talán előbbre fogja vinni ezt az eddig teljesen elhanyagolt területet. Előre is felkérünk mindenkit és megköszönjük, hogy amennyiben ellentmondó adatok, kísérletek birtokában van, azt vitaszerűen közölje, hogy a módszer finomításaira lehetőség nyíljon.

A számítások szilárd fázisban kialakuló egyensúlyok esetén természetesen nem adnak való eredményeket, vagy csak ritkán, az elkövetett hiba azonban még mindig kisebb, mintha egyáltalán semmi sem lenne a kezünkben, mint az néhány éve tényleg így is volt.

Az egyensúlyok vizsgálata szilárd fázisú reakciók esetén, különösen nagy hőmérsékleten, nagy nehézségekbe ütközik, de a röntgenvizsgálatok fejlődése lehetővé fogja tenni. Másik lehetőség a differenciál termál elemzés, melynél 1200°-ig vált lehetővé a reakciók vizsgálata, azok mértéke, azonban mennyiségi kiértékelhetőségre egyelőre túl korai lenne gondolni. Mint kiindulással, egyelőre meg kell elégednünk az ásványtani számításokkal és erre támaszkodva az olvadákszámítással.

Az égetett és zsugorított magnezitek jellemzése hosszú időn keresztül csak az oxidos elemzés adatainak alapján történt. A gyakorlati tapasztalat által szolgáltatott adatok és különböző anyagoknak a magnézium-oxidokkal történt keverése, égetése és lágyuláspont vizsgálata alapján teljesen empirikus úton állapították meg, hogy mely anyagok milyen tulajdonságokat kölcsönöznek a kész zsugorított magnezitnek és jellemzésüket ilyen alapon állították össze. Longchambon és Koh-Fu-Csiang vizsgálták, hogy ha a magnéziumoxidhoz különböző oxidokat adnak, milyen változás fog beállni az eredeti anyag lágyuláspontjához viszonyítva. Megállapításaik részben még ma is helytállóak, azonban jelentős eltérés van az értelmezésben. Az ásványtani összetételt K. Konopicky és H. Kassel kísérlete meg először kémiai úton meghatározni, de ennek a módszernek hibája az volt, hogy nem volt tekintettel a termék egyensúlyra. Mint minden kémiai módszernek, úgy az ő módszerüknek is a hibája, hogy az ásványokat elbontották. Vizsgálataik tulajdonképpen csak szintetikus magnezit-



sinterekre vonatkoztak és utólagos röntgenvizsgálatok részben igazolták ugyan feltételezéseiket, azonban általánosságban főleg természetes magnezitkre nem használhatók.

Rigby és munkatársai és J. R. Rait munkatársaival az egyensúlyok vizsgálata, a kialakuló ásványok szempontjából részletes vizsgálatokat végeztek mikroszkópiai és röntgenvizsgálatokkal alátámasztva. Számos ásvány egyensúlyi viszonyait vizsgálták a teljes termikus egyensúly feltételezésével. A magnezitok, stabilizált dolomitok esetében azonban ritkán áll be a teljes termikus egyensúly (csak teljes megolvadás esetén, vagy hosszú ideig tartó nagy hőmérsékleten) olyan mértékben, hogy a szabadon maradó alkotórészek elhanyagolhatók legyenek. Ez az egyensúly szempontjából jelentős eltérésekre vezet. A magnezitokban és stabilizált dolomitokban ugyanis több-kevesebb szabad CaO marad fenn. A szabad CaO meghatározására részben a cementiparban szokásos etilénlikolos módszer, vagy K. Konopicky által kidolgozott ammonitrátos módszer alkalmas.

Az oxidos elemzés megadott CaO értékéből a meghatározott szabad CaO mennyiségét kell levonni és a számítás ezek után kell elvégezni az alább megadott elvek szerint. Az  $Mn_3O_4$  szerepéről nagyon keveset tudunk bázikus tűzállóanyagoknál. A CaO-MnO<sub>2</sub> rendszerrel V. F. Zsuravljev szovjet kutató foglalkozott és megállapította, hogy  $3CaO \cdot Mn_2O_3$  vegyület keletkezhet. Vizsgálatait azonban cementek szempontjából végezte és így azok részünkre kevés támpontot nyújtanak. Egyensúlyi vizsgálatokkal azonban ebben a rendszerben ezideig más nem foglalkozott, így kiegészítő adatok híján szerepét egyáltalán nem ismerjük. Ezért, mint már jeleztük, az  $Mn_3O_4$  szerepét elhanyagoltuk az ásványtani számításoknál.

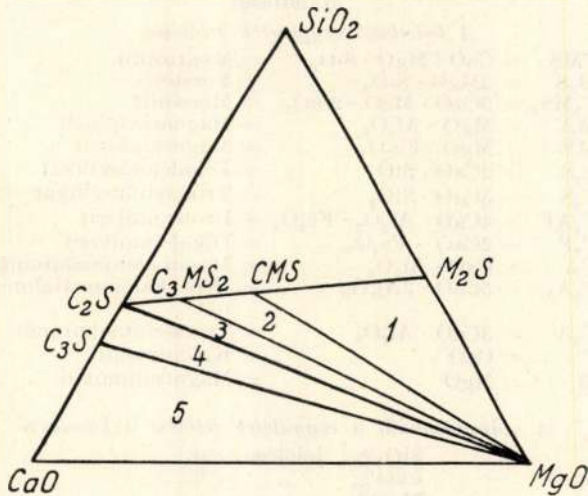
**Fontosabb ásványok egyensúlyi állapotábrái**

A magnezit-, forsterit- és dolomittéglák beépíthetők vagy az MgO-CaO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> ötalkotós rendszerbe, vagy az MgO-CaO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> hatalkotós rendszerbe. Egyik rendszert sem derítették még fel teljesen, ezért a megfelelő háromalkotós rendszert használjuk fel az egyensúlyok kialakulásának megállapításánál.

*CaO-MgO-SiO<sub>2</sub> rendszer*

MgO felesleg jelenlétében az ábrán lévő mezők számozása szerint az alábbi egyensúlyok állnak be:

1. MgO + M<sub>2</sub>S + CMS
2. MgO + CMS + C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub>
3. MgO + C<sub>3</sub>HS<sub>2</sub> + C<sub>2</sub>S
4. MgO + C<sub>2</sub>S + C<sub>3</sub>S
5. MgO + C<sub>3</sub>S + CaO.

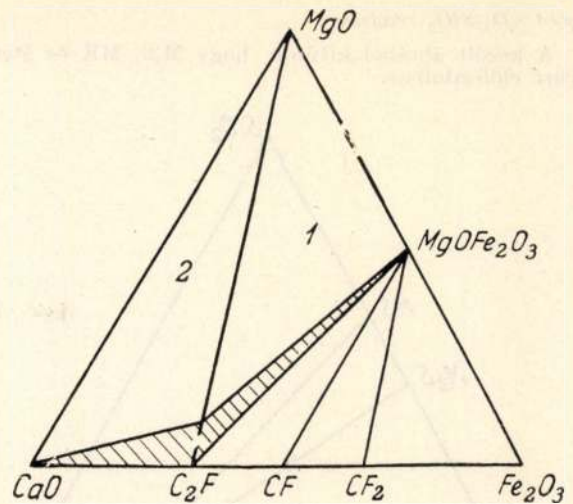


1. ábra.

*CaO-MgO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> rendszer*

Szabad MgO-felesleg jelenlétében az 1 és 2 mezőkben az egyensúlyoknál az alábbi ásványok keletkeznek:

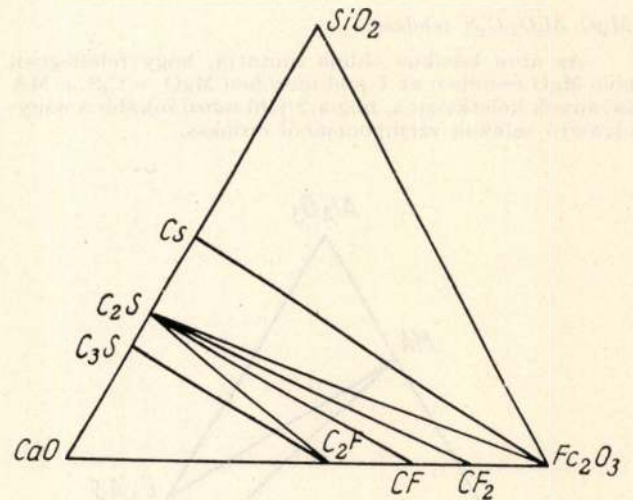
1. MgO + MF + C<sub>2</sub>F
2. MgO + CaO + C<sub>2</sub>F



2. ábra.

*CaO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> rendszer*

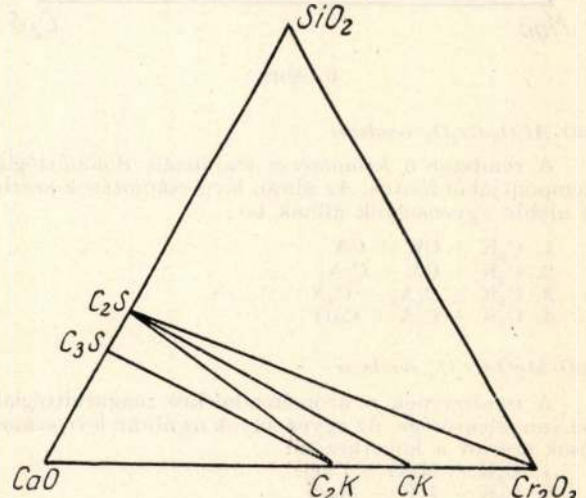
Ennek a rendszernek jelentősége főképpen a dolomitoknál van. A bázikus oldala érdekes a részünkre, mert bebizonyítja, hogy C<sub>2</sub>S és C<sub>3</sub>S jelenlétében C<sub>2</sub>F előfordulhat.



3. ábra.

*CaO-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> rendszer*

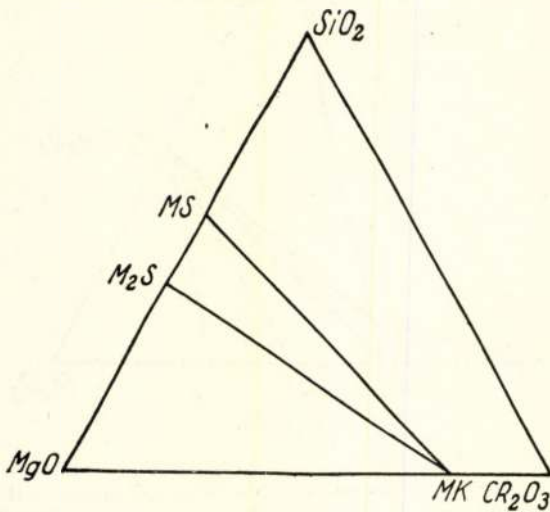
Jelentősége a krómérces stabilizált dolomitoknál van. A bázikus oldal jelentősége az, hogy bemutatja, hogy CaO jelenlétében a C<sub>2</sub>K fordulhat elő és úgy a C<sub>2</sub>S, mint a C<sub>3</sub>S jelenlétében C<sub>2</sub>K jelentkezhethet.



4. ábra.

*MgO-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> rendszer*

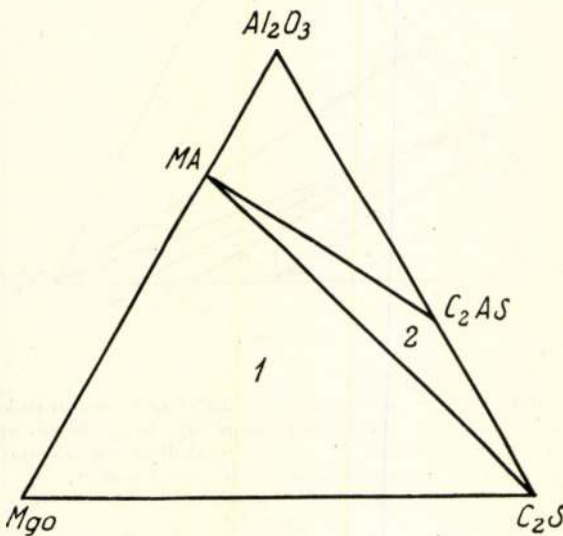
A közölt ábrából kitűnik, hogy M<sub>2</sub>S, MK és MgO együtt előfordulhat.



5. ábra.

*MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-C<sub>2</sub>S rendszer*

Az ábra bázikus oldala mutatja, hogy feleslegben lévő MgO esetében az 1-jelű mezőben MgO + C<sub>2</sub>S + MA ásványok keletkeznek, míg a 2-jelű mező inkább a nagyolvasztó salakok szempontjából érdekes.



6. ábra.

*CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> rendszer*

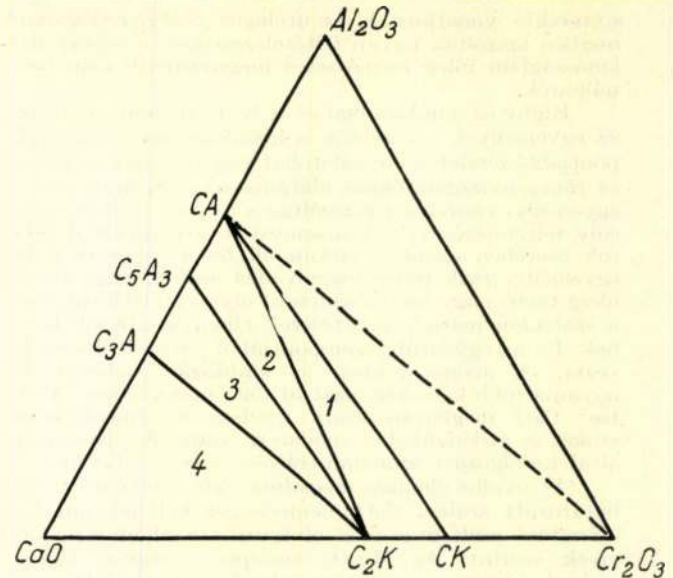
A rendszer a krómércel stabilizált dolomittéglák szempontjából fontos. Az ábrán lévő számozások szerint az alábbi egyensúlyok állnak be:

1. C<sub>2</sub>K + CK + CA
2. C<sub>2</sub>K + CA + C<sub>5</sub>A<sub>3</sub>
3. C<sub>2</sub>K + C<sub>5</sub>A<sub>3</sub> + C<sub>3</sub>A
4. C<sub>2</sub>K + C<sub>3</sub>A + CaO

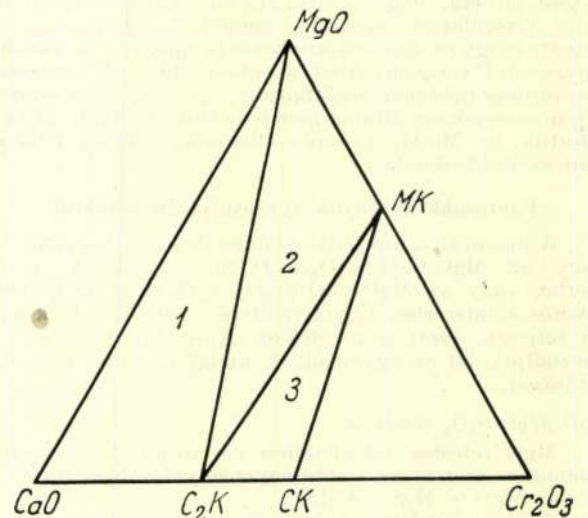
*CaO-MgO-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> rendszer*

A rendszernek a krómércadalékos magnezittéglánál van jelentősége. Az egyensúlyok az ábrán lévő számozások szerint a következők:

1. C<sub>2</sub>K + MgO + CaO
2. C<sub>2</sub>K + MK + MgO
3. CK + C<sub>2</sub>K + MK



7. ábra.



8. ábra.

**Magnezit, dolomit és forsterit tűzállóanyagok ásványtani számításai**

*A keletkező vegyületek jelölései*

CMS	= CaO · MgO · SiO <sub>2</sub>	= Monticellit
M <sub>2</sub> S	= 2MgO · SiO <sub>2</sub>	= Forsterit
C <sub>3</sub> MS <sub>2</sub>	= 3CaO · MgO · 2SiO <sub>2</sub>	= Merwinit
MA	= MgO · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= Magnézia-spinell
MF	= MgO · Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= Magnéziaferrit
C <sub>2</sub> S	= 2CaO · SiO <sub>2</sub>	= Dikalciumszilikát
C <sub>3</sub> S	= 3CaO · SiO <sub>2</sub>	= Trikalciumszilikát
C <sub>4</sub> AF	= 4CaO · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= Brownmillerit
C <sub>2</sub> F	= 2CaO · Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= Dikalciumferrit
CA	= CaO · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= Monokalciumaluminát
C <sub>5</sub> A <sub>3</sub>	= 5CaO · 3Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= Pentakalciumtrialuminát
C <sub>3</sub> A	= 3CaO · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= Trikalciumaluminát
C	= CaO	= Kalciumoxid
M	= MgO	= Magnéziumoxid

*A számításoknál a vegyületek jelölése a következő*

SiO <sub>2</sub> %	jelölése = a <sub>1</sub> ...
CaO%	„ = b <sub>1</sub> ...
MgO%	„ = c <sub>1</sub> ...
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	„ = d <sub>1</sub> ...
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	„ = e <sub>1</sub> ...
C <sub>2</sub> S%	„ = f <sub>1</sub> ...
MA%	„ = g <sub>1</sub> ...
MF%	„ = h <sub>1</sub> ...
C <sub>3</sub> S%	„ = i <sub>1</sub> ...

Számítási alap táblázat.

	Ismert	Keresett	Képlet	Állandó		Ismert	Keresett	Képlet	Állandó
C <sub>3</sub> MS <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	$\frac{\text{MgO}}{2\text{SiO}_2}$	= 0,33566	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{4\text{CaO}}$	= 0,71184
	SiO <sub>2</sub>	CaO	$\frac{3\text{CaO}}{2\text{SiO}_2}$	= 1,4				Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO
CMS	CaO	MgO	$\frac{\text{MgO}}{\text{CaO}}$	= 0,71897	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	= 0,63839
	CaO	SiO <sub>2</sub>	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{CaO}}$	= 1,0709				C <sub>2</sub> F	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
C <sub>2</sub> S	SiO <sub>2</sub>	2CaO · SiO <sub>2</sub>	$\frac{\text{C}_2\text{S}}{\text{SiO}_2}$	= 2,8676	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{2\text{CaO}}$	= 1,4237
	SiO <sub>2</sub>	CaO	$\frac{2\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$	= 1,8675				C <sub>3</sub> A	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
M <sub>2</sub> S	SiO <sub>2</sub>	MgO	$\frac{2\text{MgO}}{\text{SiO}_2}$	= 1,34265	C <sub>5</sub> A <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	$\frac{5\text{CaO}}{3\text{Al}_2\text{O}_3}$	= 0,9169
MA	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\frac{\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	= 1,3955	CA	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{CaO}}$	= 1,8177
MF	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO · Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\frac{\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	= 1,2525	C <sub>3</sub> S	SiO <sub>2</sub>	CaO	$\frac{3\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$	= 2,80
C <sub>4</sub> AF	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	$\frac{4\text{CaO}}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	= 2,2	CaO	2CaO · SiO <sub>2</sub>	CaO	$\frac{\text{C}_2\text{S}}{\text{CaO}}$	= 3,0709
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	= 1,5664				C <sub>2</sub> S	CaO
	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{4\text{CaO}}$	= 0,4545					

## A számítás menete

A súlyszázalékot elosztjuk az illető anyag molekuláris súlyával, azután a CaO molekuláris arányát elosztjuk az SiO<sub>2</sub> molekuláris arányával. Ez megadja a CaO : SiO<sub>2</sub> arányát, amely ha 2 alatt van, az I. táblázat alapján állapítjuk meg a keletkező ásványok jelenlétét, ha 2 felett van, a II., illetve III. táblázat alapján.

A II. és III. táblázat szerint a dikalciumszilikát-tartalom megállapítása után a visszamaradó CaO súlyszázalékát elosztjuk a molekuláris súlyával és azt 4-gyel osztjuk. Ezt az értéket *L*-vel jelöljük.

Ha a Brownmillerit kiszámítása után CaO marad vissza, úgy a maradék CaO súlyszázalékát elosztjuk az Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, vagy az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> molekuláris súlyával. Ha ez az érték Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> esetében 2 felett van, úgy a maradék CaO a dikalciumszilikáttal lép reakcióba és trikálciumszilikát keletkezik. Ha a CaO és dikalciumszilikát molekuláris aránya 1 felett van, úgy szabad CaO keletkezik. Ha a CaO : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> molekuláris aránya 3 alatt van, úgy különböző kalciumaluminátok, ha 3 felett van, úgy a maradék CaO a dikalciumszilikáttal lép reakcióba és trikálciumszilikát keletkezik. Ha a CaO és dikalciumszilikát molekuláris aránya 1 felett van, úgy szabad CaO keletkezik.

## I. táblázat

A CaO<sub>2</sub> : SiO<sub>2</sub> molekuláris aránya 2 alatt van.

Sorszám	CaO : SiO <sub>2</sub> molekuláris aránya	Keletkező ásványok
1.	0—1,0	CMS, M <sub>2</sub> S, MA, MF, MgO
2.	1,0	CMS, MA, MF, MgO
3.	1,0—1,5	C <sub>3</sub> MS <sub>2</sub> , CMS, MA, MF, MgO
4.	1,5	C <sub>3</sub> MS <sub>2</sub> , MA, MF, MgO
5.	1,5—2,0	C <sub>2</sub> S, C <sub>3</sub> MS <sub>2</sub> , MA, MF, MgO
6.	2,0	C <sub>2</sub> S, MA, MF, MgO

## A számítás kivitele

## I. táblázat 1. pont

CMS számítása  $\text{MgO} : \text{CaO} = c_1 : b_1\%$

$$c_1 = \frac{\text{MgO}}{\text{CaO}} \cdot b_1\%$$

$$\text{SiO}_2 : \text{CaO} = a_2 : b_1\%$$

$$a_2 = \frac{\text{SiO}_2}{\text{CaO}} \cdot b_1\%$$

$$a_2 + b_1\% + c_1 = \text{CMS}\%$$

M<sub>2</sub>S számítása  $a_1\% - a_2 = a_3$

$$2\text{MgO} : \text{SiO}_2 = c_2 : a_3$$

$$c_2 = \frac{2\text{MgO}}{\text{SiO}_2} \cdot a_3$$

$$c_2 + a_3 = \text{M}_2\text{S}\%$$

MA számítása  $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3 = g_1 : d_1$

$$g_1 = \frac{\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot d_1$$

$$g_1 = \text{MA}\%$$

MF számítása  $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 = h_1 : e_1$

$$h_1 = \frac{\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot e_1$$

$$h_1 = \text{MF}\%$$

2. táblázat

A CaO: SiO<sub>2</sub> molekuláris aránya 2 felett van

Sor-szám	L: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> mól-aránya	CaO: Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO: C <sub>2</sub> S	Keletkező ásványok
		molekuláris aránya		
1.	L kisebb mint Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> és Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, MA, MF, MgO
2.	L kisebb mint Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> és nagyobb mint Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0—2,0	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> F, MF és MgO
3.	U. a.	2,0-nél nagyobb	0—1,0	C <sub>2</sub> S, C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> F, MgO
4.	U. a.	U. a.	1,0	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> F, MgO
5.	U. a.	U. a.	1,0-nél nagyobb	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> F, CaO, MgO

3. táblázat

A CaO: SiO<sub>2</sub> molekuláris aránya 2 felett van

L értéke kisebb mint az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és nagyobb mint az Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> molekuláris aránya

Sor-szám	CaO: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO: C <sub>2</sub> S	Keletkező ásványok
	molekuláris aránya		
1.	0—1,0	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, CA, MA, MgO
2.	1—1,67	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, CA, C <sub>5</sub> A <sub>3</sub> , MgO
3.	1,67	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>5</sub> A <sub>3</sub> , MgO
4.	1,67—3,0	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>5</sub> A <sub>3</sub> , C <sub>3</sub> A, MgO
5.	3,0	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>3</sub> A, MgO
6.	3,0 felett	0—1,0	C <sub>2</sub> S, C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>3</sub> A, MgO
7.	U. a.	1,0	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>3</sub> A, MgO
8.	U. a.	1,0 felett	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>3</sub> A, CaO, MgO

I. táblázat 2. pont

CMS számítása MgO : CaO = c<sub>1</sub> : b<sub>1</sub>%

$$c_1 = \frac{\text{MgO}}{\text{CaO}} \cdot b_1\%$$

$$a_1\% + b_1\% + c_1 = \text{CMS}\%$$

MA és MF számítása ugyanaz, mint I. táblázat 1. pont

I. táblázat 3. pont

C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub> számítása  $\frac{3\text{CaO } x}{2\text{SiO}_2} + \frac{(a_1\% - x) \text{CaO}}{\text{SiO}_2} = b_1\%$

rendezés után :

$$x = \frac{b_1\% \cdot 2\text{SiO}_2 - (a_1\% \cdot 2\text{CaO})}{\text{CaO}}$$

$$x = a_2$$

$$\text{MgO} : 2\text{SiO}_2 = c_1 : a_2$$

$$c_1 = \frac{\text{MgO}}{2\text{SiO}_2} \cdot a_2$$

$$3\text{CaO} : 2\text{SiO}_2 = b_2 : a_3$$

$$b_2 = \frac{3\text{CaO}}{2\text{SiO}_2} \cdot a_2$$

$$a_2 + b_2 + c_1 \equiv \text{C}_3\text{MS}_2\%$$

CMS számítása  $b_1\% - b_2 = b_3$   
CaO : MgO = b<sub>3</sub> : c<sub>2</sub>

$$c_2 = \frac{\text{MgO}}{\text{CaO}} \cdot b_3$$

$$\text{SiO}_2 : \text{CaO} = a_3 : b_3$$

$$a_3 = \frac{\text{SiO}_2}{\text{CaO}} \cdot b_3$$

$$a_3 + b_3 + c_2 = \text{CMS}\%$$

MA és MF számítása ugyanaz, mint I. táblázat 1. pont.

I. táblázat 4. pont

C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub> számítása MgO : 2SiO<sub>2</sub> = c<sub>1</sub> : a<sub>1</sub>%

$$c_1 = \frac{\text{MgO}}{2\text{SiO}_2} \cdot a_1\%$$

$$a_1\% + b_1\% + c_1 = \text{C}_3\text{MS}_2\%$$

MA és MF számítása ugyanaz, mint I. táblázat 1. pont.

I. táblázat 5. pont

C<sub>2</sub>S számítása  $\frac{2\text{CaO } x}{\text{SiO}_2} + \frac{(a_1\% - x) 3\text{CaO}}{2\text{SiO}_2} = b_1\%$

rendezés után :

$$x = \frac{b_1\% \cdot 2\text{SiO}_2 - 3\text{CaO} a_1\%}{\text{CaO}}$$

$$x = a_2$$

$$\text{SiO}_2 : \text{C}_2\text{S} = a_2 : f_1$$

$$f_1 = \frac{\text{C}_2\text{S}}{\text{SiO}_2} \cdot a_2$$

$$f_1 = \text{C}_2\text{S}\%$$

C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub> számítása  $a_1\% - a_2 = a_3$   
3CaO : 2SiO<sub>2</sub> = b<sub>2</sub> : a<sub>3</sub>

$$b_2 = \frac{3\text{CaO}}{2\text{SiO}_2} \cdot a_3$$

$$\text{MgO} : 2\text{SiO}_2 = c_1 : a_3$$

$$c_1 = \frac{\text{MgO}}{2\text{SiO}_2} \cdot a_3$$

$$a_3 + b_2 + c_1 = \text{C}_3\text{MS}_2\%$$

MA és MF számítása ugyanaz, mint I. táblázat 1. pont.

I. táblázat 6. pont

C<sub>2</sub>S számítása a<sub>1</sub>% + b<sub>1</sub>% = C<sub>2</sub>S%

MA és MF számítása ugyanaz, mint I. táblázat 1. pont.

II. táblázat 1. pont

C<sub>2</sub>S számítása 2CaO : SiO<sub>2</sub> = b<sub>2</sub> : a<sub>1</sub>%

$$b_2 = \frac{2\text{CaO}}{\text{SiO}_2} \cdot a_1\%$$

$$a_1\% + b_2 = \text{C}_2\text{S}\%$$

C<sub>4</sub>AF számítása b<sub>1</sub>% - b<sub>2</sub> = b<sub>3</sub>

$$\text{Al}_2\text{O}_3 : 4\text{CaO} = d_2 : b_3$$

$$d_2 = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{4\text{CaO}} \cdot b_3$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 : 4\text{CaO} = e_2 : b_3$$

$$e_2 = \frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{4\text{CaO}} \cdot b_3$$

$$b_3 + d_2 + e_2 = \text{C}_4\text{AF}\%$$

MA számítása d<sub>1</sub>% - d<sub>2</sub> = d<sub>3</sub>  
Számítás menete ugyanaz, mint I. táblázat 1. pont.

MF számítása e<sub>1</sub>% - e<sub>2</sub> = e<sub>3</sub>  
Számítás menete ugyanaz, mint I. táblázat 1. pont.

II. táblázat 2. pont

C<sub>2</sub>S számítása  $2\text{CaO} : \text{SiO}_2 = b_2 : a_1\%$

$$b_2 = \frac{2\text{CaO}}{\text{SiO}_2} \cdot a_1\%$$

C<sub>4</sub>AF számítása  $4\text{CaO} : \text{Al}_2\text{O}_3 = b_3 : d_1\%$

$$b_3 = \frac{4\text{CaO}}{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot d_1\%$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3 = e_2 : d_1\%$$

$$e_2 = \frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot d_1\%$$

C<sub>2</sub>F számítása  $b_3 + d_1\% + e_2 = \text{C}_4\text{AF}\%$

$$b_1\% - (b_2 + b_3) = b_4$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 : 2\text{CaO} = e_3 : b_4$$

$$e_3 = \frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{2\text{CaO}} \cdot b_4$$

$$b_4 + e_3 = \text{C}_2\text{F}\%$$

MF számítása  $e_1\% - (e_2 + e_3) = e_4$   
Számítás menete ugyanaz, mint I. táblázat 1. pont.

II. táblázat 3. pont

C<sub>2</sub>S számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont

C<sub>4</sub>AF számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont

C<sub>2</sub>F számítása  $e_1\% - e_2 = e_3$

$$2\text{CaO} : \text{Fe}_2\text{O}_3 = b_4 : e_3$$

$$b_4 = \frac{2\text{CaO}}{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot e_3$$

$$b_4 + e_3 = \text{C}_2\text{F}\%$$

C<sub>3</sub>S számítása  $b_1\% - (b_2 + b_3 + b_4) = b_5$

$$\text{CaO} : \text{C}_2\text{S} = b_5 : f_2$$

$$f_2 = \frac{\text{C}_2\text{S}}{\text{CaO}} \cdot b_5$$

C<sub>2</sub>S% számítása  $b_5 + f_2 = \text{C}_3\text{S}\%$   
 $f_1\% - f_2 = \text{C}_2\text{S}\%$

(Folytatjuk.)

## Kitüntetések

A kohászati miniszter „Kiváló kohász” jelvénnel tüntette ki a következő vállalatok alább felsorolt dolgozóit:

*Lenin Kohászati Művek*: Farkas István, Csépany G. Ferenc, Haris Ferenc, Gács István, Mislóczky Sándor, Zakhar László, Gombos Béla, Czigány Vince, Fancsalszky István, Nyiró István.

*Ózdi Kohászati Üzemek*: Hulik Sándor, Kosik Kálmán, Lőrinc József, Kánya Béla, Belányi Elemér, Bendula Gyula, Simon Béla, Pohl László, Balsay István, Halász Pál, Kovács Arzén.

*Rákosi Mátyás Vas- és Fémművek*: Sinka Lajos, ifj. Csépai Dezső, Krizsán Benjámin, Fejes Frigyes, Szöke László, Varga László, Szigeti Ferenc.

*Borsodnádasdi Lemezgyár*: Bóta Lajos, Bóta Dezső, Érsek Zoltán.

*Lőrinci Hengermű*: Horváth Imre, Litványi László.

*Metallochémia*: Rozs János, Szántó József.

*M. Vasötvözetgyár*: Gaál Barnabás.

*Maszobal*: Takács Lajos, Zsajnovics János.

A kohászati miniszter „Érdemes kohász” jelvénnel tüntette ki az alábbi vállalatok következő dolgozóit:

*Lenin Kohászati Művek*: Juhász János, Gaál Zsigmond, Jenei Imre, Váraljai Károly, Fülemlé Dezső, Werner Antal, Kapusztik József, Szabó János, Bendász István, Serr István, Leskó Mihály, Kovács István, Szoboszlai István, Béza Viktor, Nyiró Imre, Matiscsák János, Nagy Mária, Bumbera Sándor, Vágó Ferenc, Brinza Kálmán, Lerez József, Békési Lajos, Harangozó Barna, Matiscsák József, Somlai Fülöp, Murgács József, Varga István, Venczel Adolfné, Molnár Ferenc.

*Ózdi Kohászati Művek*: Fűrjes Bende Emil, ifj. Veréb Sándor, Varga Ágoston, Dér János, Marhoffer Lajos, Dobró Béla, Turesányi József, ifj. Ulrich József, Bartha Pál, Somogyi István, Nagymarci András, Vízák Károly, Vámos Gyula, Stefanek Béla, Kaszper József, Váradi Zoltán, Öktinsky László, Mészáros László, Jakab József, Erdősi Imre, Gere Sándor, Balázs Lajos, Dózsa János, Molnár Sz. Lajos, Oberth István, Marosi József, id. Molnár István, Tábori (Fityman) László, ifj. Demeter István.

*Rákosi Mátyás Vas- és Fémművek*: Ujvári (Uitz) János, Kriszt Rezső, Bus István, Poltzer József, Lenovics Gábor, ifj. Hübner János, Kovács Ferenc, Zupka István, Szabó Sándor, Csathó Mihály, Gaál Dénes, Illés Imre, Szalai Kálmán, Szabó D. János.

*Borsodnádasdi Lemezgyár*: Kurtány Ignác, Takács János, Érsek József, Érsek Gyula, Sándor Miklós, Artics József, Kormos Ferenc b.

*Lőrinci Hengermű*: Hanula László, Antal János, Boros Ferenc.

*Metallochémia*: Hasszán Márton, Horváth Ferenc.  
*M. Vasötvözetgyár*: Gajdár Lajos.

*MASZOBAL*: Mazi Benjámín, Bödecs Ferenc.  
A kohászati miniszter a „KOHÁSZAT KIVÁLÓ DOLGOZÓJA” jelvénnel tüntette ki az alábbi vállalatok és szervek következő dolgozóit:

*Lenin Kohászati Művek*: Gábor Béla, Cserankó József.

*Ózdi Kohászati Üzemek*: Temesvári Ferenc, Oczella Ede.

*Rákosi Mátyás Vas- és Fémművek*: Wágner Béla, Krétai József.

*Nehézipari Beruházási Vállalat*: Szalai Ferenc.

*Salgótarjáni Acéldrúgyár*: Varga Elemér, Gaál László, Básti Imre, Bocsi József.

*Vaskohászati Kemenceépítő Vállalat*: Kollár Sándor, Vida György.

*Budapesti Tűzállóanyaggyár*: B. Molnár Gyula.

*Diósgyőri Tűzállóanyaggyár*: Furmann János.

*Ózdi Tűzállóanyaggyár*: Kéri Károly.

*Vas- és Fémművelőipari Vállalat*: Batta József.

*Vasipari Kutató Intézet*: Nagy Endre.

*Kohóipari Tervező Iroda*: Radványi László, Szovják Hugó.

*Ferroglobus Vasfegyártmány Értékesítő Vállalat*: Lepsényi György.

*MASZOBAL*: Náray Ernő, Stanga Gyula.

*Kohászati Minisztérium*: Vajda János, Petrik Ottó, Radó Gáspár, Benyik László.

*Vasipari Kutató Intézet*: Zavesiczky János.

A kohászati miniszter „A KOHÁSZAT ÉRDEMES DOLGOZÓJA” jelvénnel tüntette ki a következő vállalatok és szervek alábbi dolgozóit:

*Lenin Kohászati Művek*: Kárpáti László, Istenes József, Virágh Antal, Rozman József.

*Ózdi Kohászati Üzemek*: M. Kiss János, Törő József, Kovács György, Czimirák Jenő.

*Rákosi Mátyás Vas- és Fémművek*: Spurni István, Kovács János, Károly Pál, Mihalik Lajos, Batiz Gyula, Papp Sándor, Bogenffirst Antal.

*Borsodnádasdi Lemezgyár*: Pozsgai József, Magyar Barnabás, Kretyánszky János.

*Lőrinci Hengermű*: Hidas József, Béres István.

*Metallochémia*: Hájjas Ferenc.

*Fémötvöző Vállalat*: Balázs János.

*Ötvözőanyagokat Gyártó Tröszt*: Sámuel János, Mizerák László.

*Nehézipari Beruházási Vállalat*: Gémes Gyula, Zsámbók Elemér, Szalai Sándor.

*Salgótarjáni Acéldrúgyár*: Kovács Rezső, Molnár Béla I., Czíkora Ernő, Mehan József,

Vaskohászati Kemenceépítő Vállalat: Konrád Ádám, Demeter József.

Kerámia Tűzállóanyaggyár: Háder Géza.

Magnezitipar Tűzállóanyaggyár: Ecker Ferenc.

Vas- és Fémm hulladékgyártó Vállalat: Berényi Mihály.

Vasipari Kutató Intézet: Visnyovszky László, Imre Sándor.

Kohóipari Tervező Iroda: Cserháti János, János Ferenc, Faur Mihály, Jákó János, Turesányi József.

Ferroglobus Vasfélégyártmány Értékesítő Vállalat: Molnár Géza.

Maszobal: Sámuel Ferenc.

A Kohászati Minisztérium, illetőleg a felügyelete alá tartozó felsorolt bányavállalatok alábbi dolgozóinak a bánya- és energiaügyi miniszter a következő kitüntető jelvényeket adományozta:

#### „KIVÁLÓ BÁNYÁSZ”

Bodnár Bálint (Rudabányai Vasércbánya), Forintos Lajos (Urkut), Bognár Mihály (Gyöngyösi Ércbánya), Horváth István (Ércbányászati Feltáró Vállalat), Fehér József (Velencei Bánya), Borsós János (Recki Ércbánya), Tiszlevicz József (Rudabányai Vasércbánya), Mtula I. József (Eplény);

#### „ÉRDEMES BÁNYÁSZ”

Szász József (Budabányai Vasércbánya), Kalló Ferenc (Budabányai Vasércbánya), Kivés József (Recki Ércbánya), Kántor József (Velencei Bánya), Erdélyi József (Ércbányászati Feltáró Vállalat), Nagy Dezső (Gyöngyösi Ércbánya), Fuith János (Urkut), Lang János (Urkut).

#### „A BÁNYÁSZAT KIVÁLÓ DOLGOZÓJA”

Veres K. Lajos (Rudabányai Vasércbánya), Kocsis Zoltán (Recki Ércbánya), Rankl József (Urkut), Kovács Gyula (Gyöngyösi Ércbánya), Lehoczki János (Ércbányászati Feltáró V.), Rosz József (Velencei Bánya), Papp Bálint (Kohászati Minisztérium), Kiss Béla (Kohászati Minisztérium);

#### „A BÁNYÁSZAT ÉRDEMES DOLGOZÓJA”

Szantner Artur (Kohászati Minisztérium), Puttyer József (Rudabányai Vasércbánya), Bódi Ferenc (Recki Ércbánya), Ruzsnyák József (Urkut), Szommer Lőrinc, (Eplény), Schidla Antal (Eplény);

#### „A VILLAMOSIPAR KIVÁLÓ DOLGOZÓJA”

Fritz Ferenc (Lenin Kohászati Művek), Pazur István (Ózdi Kohászati Üzemek), Lukács István (Rákosi Mátyás Vas- és Fémművek);

## Egyesületünk tagjai az új országgyűlésben

### KÉPVISELŐK:

Czottner Sándor Egyesületünk elnöke, bánya- és energiaügyi miniszter,

Herczeg Ferenc Egyesületünk alelnöke, a Tervhivatal vezetője,

Szádeczky-Kardos Elemér Egyesületünk választmányi tagja, Kossuth-díjas egyetemi tanár,

Gácsi Miklós sztahanovista kohómérnök,

Jármai Ervin bányamérnök,

Kusnyér Zoltán bányafőmérnök,  
Martin Ferenc a Kohászati Dolgozók Szakszervezetének elnöke,

Szabó Rezső bányamérnök.

### PÓTKÉPVISELŐK:

Benedek Zoltán kohómérnök,  
Borovszky Ambrus igazgatóhelyettes,  
Fogarasi János Kossuth-díjas kohómérnök.

## Az Országos Műszaki Könyvtár szolgáltatásai

Az Országos Műszaki Könyvtár (Bp., VIII., József-körút 6.) havonta megjelenő műszaki referáló folyóirataiban (Műszaki Lapszemlék) rendszeresen ismerteti a Szovjetunió élenjáró műszaki eredményeit, a népi demokráciák műszaki haladását, továbbá a technika fejlődését az iparilag haladott egyéb országokban. Beszámolót adnak a Műszaki Lapszemlék a technika legújabb vívmányairól, a legújabb kutatásokról, a jelentősebb találmányokról és az új munkamódszerekről

Mind ezzel komoly segítséget nyújt termelő üzemeknek (vállalatainknak), amelyek tervük teljesítésében az új műszaki eredmények és eljárások ismeretét nem nélkülözhetik.

A Műszaki Lapszemlék 1953-ban az alanti sorozatokban jelennek meg: Bányászat — Elektrotechnika, Finommechanika, Optika, Híradástechnika — Energia- és Hőgazdaság — Élelmészeti és Mezőgazdasági Ipar — Építés, Építészeti, Építőanyag, Üveg-, Kerámia- és Faipar — Gépészet — Kohászat, Öntöde, Alumínium — Közlekedés — Mély- és Vízépítés, Hidrológia — Papiros- és Nyomdaipar — Textilipar — Vegyészeti, Bőr-, Gumi-, Műanyagipar — Kémiai Szemle (kizárólag szovjet és népi demokratikus anyaggal).

A Lapszemlék évi előfizetési ára egységesen 60 Ft.

Műszaki Figyelőszolgálat. A figyelőszolgálati katonokon a Könyvtár megrendelőihez havonta mintegy 3000—4000 ismertetést (referátumot) küld ki. Figyelembe veszi megrendelőinek egyéni kívánalmait és tárgykör szerinti megrendelésnél havonta rendszeresen küldi a vonatkozó tárgykörbe tartozó teljes anyagot. Adatszolgáltatásait 74 × 105 mm-es nagyságú kartotéklapokon sokszorosítva juttatja el a megrendelőihez. Mind egyik kartotéklap az egyetemes tizedes osztályozás rész-

letes szákszámával van ellátva és így a kartotéklapok számszerinti elhelyezésével minden megrendelőnél mód nyílik olyan műszaki adattár kifejlesztésére, mely az egyes tárgykörökbe tartozó anyagot rendezetten tárolja. Előfizetési díj tárgykörönként havonta 1.50 Ft.

A Könyvtár negyedévenként iparági műszaki bibliográfiákat állít össze, amelyek tartalmazzák mindazokat a Magyarországon található szakkönyveket, folyóirat-cikkeket, szabadalmi leírásokat és egyéb kiadványokat, amelyek egy-egy szakma súlyponti kérdései szempontjából fontosak. Felhívjuk figyelmüket az alábbi bibliográfia kiadványokra:

7. sz. „Építőanyagipar”,
8. sz. „Műanyagokkal az anyagtakarékosságért”
9. sz. „Építőipar”,
10. sz. „Vaskohászat (vas- és acélgyártás)”
11. sz. „Vaskohászat (vas- és acélöntés)”
12. sz. „Vas és acél hőkezelése”,
13. sz. Földmunkák gépesítése. (Kiadás alatt).

Kaphatók az Állami Könyvterjesztő könyvesboltjaiban.

A Műszaki Lapszemlékben vagy a figyelőszolgálati katonokon ismertetett külföldi cikkek teljes szövegének magyar fordítását a Könyvtár a szakszerű hitelesség szempontjából is ellenőrizve (lektorálva) a megrendelők rendelkezésére bocsátja. Egy gépelt oldal (32 sor) ára 8 forint. A fordítások megrendelhetők az Országos Műszaki Könyvtár Fordítási Osztályán (Bp., VIII., Rákóczi-út 5.), illetve az elkészült fordítások betekintésére a Könyvtár olvasótermében díjmentesen rendelkezésre állnak (Bp., VIII., József-körút 6.).

# KOHÁSZATI

*lapok*

ALAPÍTOTTA PÉCH ANTAL 1868-BAN



**7.** SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 8. (86.) ÉVFOLYAM 7. SZÁM 145—164 OLDAL

BUDAPEST, 1953. JÚLIUS

# KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület,  
A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége  
TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest VI. Rudas László-u. 45 • Telefon: 129-696, 127-084

Венгерский Журнал Metallургии

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

Főszerkesztő: Komjáthy László • Felelős szerkesztő: Vajk Péter  
Szerkesztőbizottság: Árkos Frigyes, Deniflée Sándor, dr. Dobos György,  
Felföldi Zoltán, dr. Gillemot László, Jakóby László, Kálmán Lajos, Varga Ferenc  
Felelős kiadó: Solt Sándor

## Kohászati Lapok:

<i>Forbáth Róbert</i> : Mangániszap dúsítása generátorgáz egyidejű kén- telenítése mellett .....	145
<i>Jacunczkája—Sztarovics</i> : Az oxigén gyakorlati felhasználása a Martin-kemence termikus munkájának fokozására .....	151
<i>Cser Arisztid</i> : Bázikus tűzállóanyagok ásványtani számításai .....	162

## Öntöde:

<i>Budinszky Tibor</i> : Héjformázás .....	145
<i>Szekeres János</i> : Héjformázási kísérletek .....	150
<i>Nándori Gyula</i> : Az öntödei nyersvas minőségi kérdései .....	154
<i>Hargitay—Lingsch</i> : Öntödei TMK szervezete és működése .....	160
Szakosztályi élet .....	164

## Alumínium:

<i>Horváth Zoltán</i> : Az alumíniumelektrolízis elmélete .....	145
<i>Benkő Andor</i> : A nagyszilárdságú Al-Mg-Si ötvözet néhány eddig még nem ismertetett tulajdonsága .....	153
<i>Halmos György</i> : Az alumínium porkohászatának fejlődése .....	159
Hírek .....	163

KIADJA A NEHÉZIPARI KÖNYV- ÉS FOLYÓIRATKIADÓ VÁLLALAT

Kiadóhivatal: Budapest V, Nagy Sándor-utca 6 • Telefon: 111-091  
Megjelenik havonta • Egyévi előfizetés: 36.—Ft. Egyes példányok ára: 4.—Ft

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Nemzeti Bank 61.770



# KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület  
FOLYÓIRATA

VIII. évfolyam (LXXXVI)

7. szám

1953. július 10

## Mangániszap dúsítása generátorgáz egyidejű kéntelenítése mellett

FORBÁTH RÓBERT

### I. Nyersanyag

#### Urkuti mangániszap

Az urkuti mangánércbánya nyersérc termelésének feldolgozása Excelsior-mosóban történik. A mosás kb. 34% durva és finom Mn-ércet, 5–6% Mn-homokot és 60% Mn-iszapot eredményez. A Mn-iszap átlagos Mn-tartalma 14–16%. Így az iszapban a nyersérc teljes Mn-tartalmának kb. 40–44%-a vész el a mosási meddőben. Az évek során felgyűlt Mn-iszapot egy volt víztárolóban gyűjtik. A Mn-iszap a hányót képző tóban 40–50% víztartalmú.

A Mn-iszap jellegének pontosabb meghatározására elvégzett vizsgálatok során szitaelemzést és az egyes frakciók Mn-kihozatalának megvizsgálását végezték el.

1. táblázat

Szemcsenagyság	Súly %	Mn %	Mn-tart.	Kihozatal %
... —0,2	10,5	22,90	2,40	14,7
0,2 —0,1	10,6	20,8	2,20	13,5
0,1 —0,06	6,6	18,7	1,24	7,6
0,06—....	72,3	14,5	16,48	64,2
	100%	16,3	16,3	100%

Megállapítható, hogy az iszap meglehetősen homogén. Minél finomabb a szemcsenagyság, annál kisebb a Mn-tartalom és az iszap zömét olyan rendkívül finom szemese alkotja, amelynek fizikai elválasztására gyakorlati lehetőség nincs.

Az iszap lényegében agyagos kötőanyagba ágyazott piroluzit és főleg pszilomelán. A nedves plasztikus iszap levegőn tartva, szobahőfokon néhány nap alatt kiszárad, víztartalma 4–6%-ra csökken és ilyenkor darabossá válik, de könnyen őrlhető.

105°-on szárítva, az iszap tömör lesz, de vízzel néhány napi állás után újból plasztikussá válik. 500° felett elveszti vízfelvevő képességét, de még aránylag könnyen őrlhető, 850°-on zsugorodni kezd és ilyenkor tömör, nehezen törő darabokat alkot, 1050°-nál kezdődik olvadása.

A különböző fizikai úton végzett dúsítási kísérletek 1951-ig eredménytelenek voltak, vagy pedig csak egészen gyenge eredményt adtak. 1951-ben sikerült dr. Tarján Gusztáv egyetemi tanár-

nak hidrociklon segítségével a mangániszapot tovább dúsítani. A 60%-os iszap-meddő 40%-ra, a meddőben lévő Mn-tartalom 15%-ról kerekén 12%-ra csökkenthető (1). Az eljárás üzemi kísérletei várható sikere esetén is ez a kedvező változás főleg csak a jövőben, mosott ércnél fog megmutatkozni, a jelenleg fennálló hatalmas iszaptó sokszázezer tonnás mennyiségét így aligha lehet gazdaságosan dúsítani. A hidrociklon utáni, 12% Mn-tartalmú meddő feldolgozása is nyitott kérdés. Ugyancsak nincs gyakorlati megoldás az egyéb bakonyi és az egervideki — az urkuti iszaphoz hasonló jellegű — agyagos ércek fizikai dúsítására. E megfontolások alapján kémiai úton kíséreltük meg a Mn-iszap dúsítását.

### II. Kémiai feltárás

A Mn-iszap alkalmas mind az ammonsulfátos, mind a kéndioxidos feltárára. A Bradley-eljárás (2), amelynél a redukáló módon pörkölt ércet ammonsulfátos oldattal kezelik, jó kihozatalt adott, azonban az iszapban lévő vastartalom is nagyrészt kioldódott és ezért szennyezett közép-terméket eredményezett.

A kéndioxidos eljárás, aminek részleteit többek között Kakabadze (3) és Vedenski (4) dolgozták ki, szintén jó eredményre vezetett és a még 1943-ban végzett kísérleteim során 95%-os kihozatalt kaptam viszonylag kis vastartalom mellett. Az SO<sub>2</sub> mesterséges előállításában azonban erre a célra nem gazdaságos, SO<sub>2</sub>-tartalmú füstgázok használata pedig a komprimálandó nagy füstgáz mennyisége miatt egyelőre nem látszik gyakorlatilag keresztülvihetőnek.

A vassulfátos eljárásnál (Naeser-féle) (5) az előzőleg redukálóan pörkölt iszapot hulladék-pácvízzel főzik, amikor is cserebomlás révén a Mn-sulfát alakjában oldatba megy. Az eljárás gazdaságossága attól függ, hogy a pácvizek vassulfát-tartalmát nem lehet-e célszerűbben felhasználni pl. festékgyártásra és hogy lehet-e egyáltalában számítani a szükséges pácvíz mennyiségre. Hazai viszonyaink mellett valószínű, hogy az iparban keletkező pácvíz mennyiségét más célokra kell fordítani.

Jelen kutatásunkban igyekeztünk minden máshol értékesíthető anyag felhasználását kiküszöbölni és kísérleteink során a Mn-iszapban lévő Mn-tartalom oldatba vitelére a magyarországi nagy kéntartalmú szenek elgázosításából nyert generátorgáz kénhidrogéntartalmát hasznosítottuk. A kísérletek laboratóriumi részét elvégeztük és néhány kisüzemi próbával megvizsgáltuk a gyakorlati alkalmazhatóságot is.

### III. Tájékoztató kísérletek

A kísérletek során az iszaphányóból vett kb. 10 tonna átlagmintát használtuk fel, melynek összetétele szárazanyagban a következő:

SiO <sub>2</sub> .....	24,2%	CaO .....	2,2 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	22,0%	MgO .....	0,4 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	20,9%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0,32%
ΣMn .....	15,6%	SO <sub>4</sub> .....	0,14%
MnO <sub>2</sub> .....	19,9%	hidrátvíz ..	5,4 %
MnO .....	3,9%		

Ez az összetétel jól egyezik az iszaphányó átlagos összetételével.

A Mn-iszap vizes szuszpenziója elnyelte a tiszta szintetikus H<sub>2</sub>S-t és a leszűrt oldatban Mn-szulfátot találtunk. Generátorgázzal azonban a reakció csak egészen kismértékben folyt le, mert a generátorgáz CO<sub>2</sub>-tartalma a H<sub>2</sub>S-t kihajtotta kötéséből. További kísérleteinket ezért szárított Mn-iszappal végeztük, ami a generátorgázból is élénk reakció közben kötötte meg a H<sub>2</sub>S-t.

Különböző tájékoztató kísérletek után a következő célkitűzést fogadtuk el:

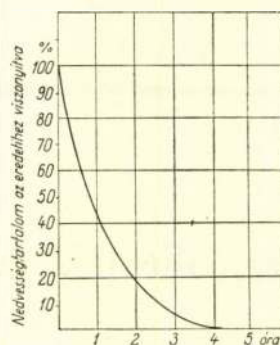
1. Az iszap száradásának jellege.
2. A Mn-iszap kénhidrogén megkötőképességének vizsgálata a nedvességtartalom függvényében. (A legkedvezőbb hidratációs állapot megállapítása.)
3. A megkötőképesség a gázsebesség függvényében.
4. Fluidizációs vizsgálatok.
5. A telítettség megállapítása.
6. A helyes szemcsenagyság megállapítása.
7. A reakció kemizmusának jellege.
8. A kén kinyerése.
9. A Mn-szulfát kinyerése.
10. A Mn-szulfát-oldat tisztítása.
11. Mangánoxid nyerése mangánszulfátoldatból.
12. Fém-mangán előállítása Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-ből.
13. Fém-mangán előállítása elektrolízissel.
14. Egyes állandók megállapítása.

### IV. Részletes laboratóriumi kísérletek

A felvetett pontok alapján végzett kísérletek eredményei röviden a következők:

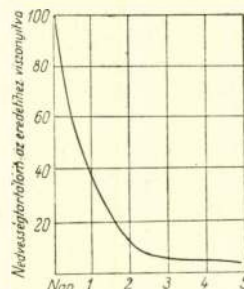
1. A nedves Mn-iszap száradásának lefolyását 105°-on és szobahőmérsékleten végeztük el. A 105°-on való szárítást az 1. ábra jellemzi.

Szobahőmérsékleten végzett szárítási kísérletek: kiindulási nedvességtartalom 29,6% H<sub>2</sub>O, szemnagyság 5–10 mm, levegő hőfoka 18–21°, relatív nedvességtartalom 58–70%. A száradás lefolyását az 1/b ábra mutatja.



1/a ábra. A mangániszap száradása 105°-on.

2. A Mn-iszap nedvességtartalmának nagy befolyása van a generátorgázban lévő H<sub>2</sub>S elnyelésére. Kísérleti elrendezésünkben függőleges üvegcsőben mindig azonos mennyiségű porított iszapmintát érintkeztettünk olyan ipari generátorgáz-



1/b ábra. A mangániszap száradása szobahőfokon.

zal, melynek H<sub>2</sub>S-tartalma 12,2 g/m<sup>3</sup> volt. Állandó, 5 cm/sec gázsebességgel dolgoztunk és változtattuk a berakott por nedvességtartalmát. A kísérleteket nem telítődésig, hanem addig a pontig folytattuk, míg a távozó gáz H<sub>2</sub>S-tartalma éppen meghaladta az eredeti H<sub>2</sub>S-tartalom 50%-át. Ezt az egyszerűsítést azért iktattuk be, mert a további nyeletés során az iszap víztartalma és struktúrája megváltozott és a kísérlet céljára vonatkozólag felvilágosítást adni nem tudott. Mivel minden esetben egyforma rétegmagassággal dolgoztunk, jól összehasonlítható értékeket nyertünk.

Kiértékelésül az 1 g anyag által tisztított gáz-mennyiség és a kísérlet után vett iszapminta kén-tartalma szolgált. A különböző víztartalmú iszapok elnyelőképességét mutatja a 2. táblázat és a 2. ábra. Egyes kísérletek jellemző elnyeletési görbéit ábrázolja a 3. ábra.

A kísérletek alapján a legkedvezőbb kiindulási nedvesség-tartalmat 5–10% között találtuk. A gázaramban tartózkodó massza közömbös volt a gáz nedvesség-tartalma iránt, ha hőmérséklete nem süllyedt a harmatpont alá. Normális körülmények között többórás behatás után a massza általában 3,5–5%-os nedvesség-tartalomra állt be.

2. táblázat

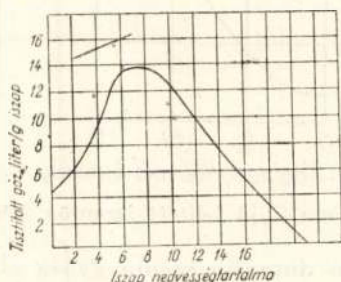
Mangániszap aktivitása a nedvesség függvényében

Kísérlet száma	Nedvességtart. az iszapban %	Tisztított gáz l/g	Kívett iszap kéntart. %	Megjegyzés
1	szuszpenzió	—	—	
2	15,2	6,5	7,26	
3	9,4	10	7,97	
4	8,9	11,5	8,53	
5	6,9	13,5	9,91	
6	6,5	14	10,88	
7	6,05	14	10,96	
8	6,00	14	10,54	
9	5,35	16	10,87	kiugró ért.
10	5,33	12	9,10	
11	4,87	13,5	9,05	
12	4,87	10,5	8,93	
13	4,02	9	8,29	
14	3,5	8,5	8,06	
15	3,14	12	10,96	egri érc
16	2,07	5	5,59	
17	∅	4	5,07	450°-on szárított darabos nyers iszap
18	—	1	1,05	

Megjegyezzük, hogy a 15. számú kísérlet nem urkúti mangániszappal, hanem a demjéni (egervidéki) bányászati kutatás mintájából készült. Az érc jellege igen hasonló az urkúti iszaphoz, összetétele a következő:

SiO <sub>2</sub> .....	13,8%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	36,8%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	11,9%
MnO .....	0,4%
MnO <sub>2</sub> .....	24,6%
CaCO <sub>3</sub> .....	5,0%
MgCO <sub>3</sub> .....	3,8%
hidrátvíz .....	3,5%
ΣMn .....	16,4%

Megállapítható, hogy az egervidéki érc is jól dúsítható ezzel a módszerrel.

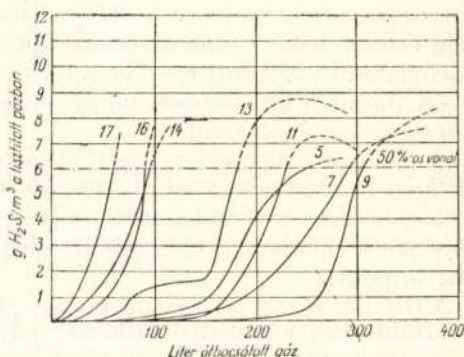


2. ábra. Mn-iszap aktivitása a víztartalom függvényében.

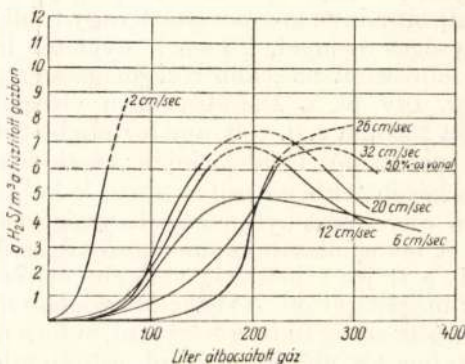
3. A gázsebesség befolyását az elnyelés folyamatára az előbbi elrendezésben és módon vizsgáltuk, de állandó nedvességtartalmú port használtunk és a gáz sebességét változtattuk.

A gázsebesség lefolyását a 4. ábra mutatja. Legkedvezőbb gázsebességként 5—15 cm/sec-ot állapítottunk meg (üres csőre vonatkoztatva), ahol azonban figyelembe kell venni, hogy 10 cm/sec felett a porzás már jelentékeny.

A gázsebesség kérdésének vizsgálata felvette az eljárás egyik legkényesebb problémáját, t. i. a két fázis közti érintkezés legkedvezőbb megoldását. Ez nemcsak a mangániszap és a kénhidrogén gyors és teljes reakciója miatt döntő, de kihat a berendezés méretezésére, a szükséges gáznyomásra és a porzás körülményeire is. Ez a körülmény tette szükségessé, hogy a gáz és szilárd anyagok érintkezési módjának egy újonnan vizsgált irányával végezzünk kísérleteket, az ú. n. fluidizációval.



3. ábra. Jellemző elnyelési görbék.



4. ábra. A gázsebesség befolyása a mangániszap elnyelőképességére.

4. A fluidizáció alkalmazásával érhető el szilárd porszerű anyagok és gáznemű fázis között a legjobb érintkezés. A fluidizációra vonatkozó általános jellemzőkkel ma már elég bőséges irodalom foglalkozik (6, 7, 8). Adott esetben megvizsgáltuk, hogy a kéntelenítés szempontjából milyen feltételek mellett kapunk jó fluidizációt. A vizsgálatok egyrészt a Nehézvegyipari Kutató Intézet végezte. Az eredményeket következőkben foglalhatjuk össze:

a) 0,25 mm-es felső szemecsenagysággal jó fluidizáció érhető el. 0—0,5 mm-ig szemcseméret használata esetén a durvább szemcsék az edény alján gyűlhetnek össze. A szükséges gázsebesség legalább 5—6 cm/sec. Ennél kisebb sebességnél megszűnik a fluidizáció. Lényegesen nagyobb sebesség porvesztést okoz. A nedvességtartalom lehetőleg ne haladjon meg 4%-ot.

b) Saját kísérleteinkkel is reprodukáltuk ezeket az adatokat és a következő eltérést találtuk: 10 cm/sec sebességnél sem volt a porzás különösebben erős, bár huzamosabb idő után feltétlenül

zavarokat okozna. Még 9% nedvességtartalmú anyagnál is elég jó fluidizációt kaptunk.

c) A fluidizált oszlopban keletkező nyomásvesztés értékei megfeleltek az irodalmi képletnek:

$$\Delta p = \frac{V}{F} (1 - d) (f_s - f_g),$$

ahol  $\Delta p$  a rétegben keletkező nyomásvesztés,  $V$  az oszlop térfogata,  $F$  az edény keresztmetszetének felülete,  $d$  a hézagok aránya a fluidizált ágyban,  $f_s$  a rész fajsúly,  $f_g$  a gáz fajsúly.

Lényegében az oszlopban keletkező nyomásvesztés értéke azonos volt az oszlop által képviselt térfogatsúllyal. Adott esetben a térfogatsúly 1,01 lévén, minden cm poroszlopmagasság 1 cm vizoszlopnomást fogyasztott el.

d) A fluidizált ágyban végzett nyeletési kísérletek igen jó eredményt adtak, mert 6 cm/sec gázsebesség mellett a massa saját súlyának kb. 50%-át vette fel kénben és még mindig elég aktív volt. (L. 5. pont.)

e) A fluidizációval járó élénk porzás, de még inkább a fluidizált oszlopban előálló nagy nyomásvesztés igen nagy technikai nehézségeket vet fel. A porzás költséges elektromos porleválasztót tesz szükségessé, a nagy nyomásvesztés pedig igen nagy teljesítményű kompresszort vagy több ventilátoregységet igényel, hiszen a nyeletés biztosítására feltétlenül nagyobb rétegmagassággal kell dolgozni. Így pl. a RM-Művekben vizsgált gáz nyomása 250 mm v. o. volt, ami legfeljebb 200 mm magas poroszlop fluidizációját teszi lehetővé. Ezért a későbbiekben erről az útról le kellett térnünk és a nyeletést nyugvó ágyban végeztük.

5. A mangániszap kénmegkötő képességének határait a teljes telítődésig való elnyeletéssel kívántuk megállapítani. A reakciót azonban minden esetben csak addig tudtuk folytatni, amíg a massa kéntartalma kb. elérte a 30%-ot, ezután a lerakódott kén már túlságosan akadályozta a gáz útját. A massa azonban még ilyenkor is aktív volt és a H<sub>2</sub>S egyrézét továbbra is elnyelte. A telítődési folyamat jellemzésére adjuk alábbi kísérletsorozatot: 100 mm Ø-jű és 700 mm magas hengerbe 1600 g porított iszapot (0,3 mm) adagoltunk. Az iszap nedvességtartalma 6,05%, gázsebesség 6 cm/sec, nyersgáz H<sub>2</sub>S-tartalma 12,3 g/m<sup>3</sup>.

3. táblázat

1600 g mangániszap telítése

Mérés	t óra	v m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup> H <sub>2</sub> S	a tisztított gázban
1	5	8,5	0	
2	16	16	ny	
3	20	30	0,5	
4	30	36	1,4	
5	34	42	0,2	mintavétel
6	36	45	0,2	
7	40	49	ny	
8	50	56	1,2	
9	53	60	2,8	
10	58	69	3,1	
11	70	90	3,6	
12	80	105	4,2	
13	84	112	5,9	
14	90	120	2,9	
15	96	130	4,3	
16	102	136	6,1	

Az 5. mérés után a masszát kivettük és a keletkezett gumókat összetörtük, majd újratöltöttük az edényt. A kivett átlagminta kéntartalma ekkor: 14,2%. A 16. mérés után kivett átlagminta kéntartalma: 30%. S. Gyakorlatilag nem látszik célszerűnek a telítést tovább folytatni. Ilyen telítődési arány mellett 1 kg szárított iszap 30—50 m<sup>3</sup> gázt tud folyamatos üzem esetén megtisztítani, ha a gáz H<sub>2</sub>S-tartalma 10—15 g/m<sup>3</sup>.

6. A finomra porított anyag fentebb felsorolt hátrányai miatt megvizsgáltuk annak lehetőségét, hogy nagyobb szemcse nagysággal dolgozzunk.

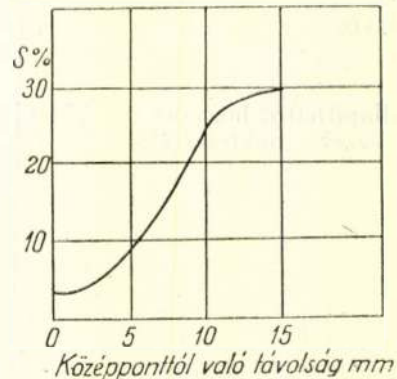
A nyers mangániszap száradás közben mogyoró—ökölnagyságú, eléggé tömör darabokká szárad. Szilárdságuk a víztartalomtól függően 8—16 kg/cm<sup>2</sup>. Ebből az anyagból különböző szemcse nagyságú szitafrakciókkal telítési próbákat végeztünk. Külön megvizsgáltuk továbbá egyes nagyobb darabokon a reakció mélységbehatólási tényezőjét.

Megállapítottuk, hogy azonos telítési körülmények között a 0—0,3 mm-es frakció és az 5 mm-es frakció között mindössze 10—15% eltérés van. Nagyobb darabokon végzett réteganalízisek alapján azt találtuk, hogy 3—3,5 mm mélységig közel azonos a kéntartalom.

4. táblázat

Szitafrakciók kéntartalma

Szitafrakció mm	S-tartalom %
0 —0,3	29,6
0,3—0,6	29,8
0,6—1	29,2
1 —1,5	27,2
1,5—3	28,1
3 —5	27,3



5. ábra. 30 mm Ø-jű telített iszaprög kénmegoszlása.

Mivel a durvább szemcse nagyság alkalmazásával elsősorban a porzást és a nyomásvesztés elkerülését kívántuk megkezezelni, megkerestük a legkisebb, még alkalmazható szitafrakciót, melynek jelenléte az üzemi gázsebességnél még nem okoz porzást. Az általunk használni kívánt 10—12 cm/sec gázsebesség mellett a 0,3 mm-es frakció még alkalmazható, mert ez csak 40 cm/sec-nál kezdett lebegni.

Üzemi körülmények között tehát legalkalmasabb a 0,3—5 mm közti szitafrakció. A szárított iszap törési és szitapróbáinál kb. 10% 0,3 mm-nél finomabb por keletkezett, amit a mangániszaphoz kell visszaadni.

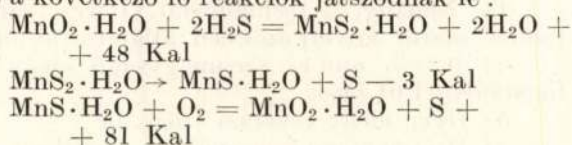
Megvizsgáltuk a 0,3—5 mm-es frakció által okozott nyomásvesztésüket. 10 cm/sec gázsebességnél 20°-os gáz esetében a nyomásvesztés 80 mm vízoszlopnomás 1 m anyagoszlopra. A technológiai folyamatnál az elvégzett számítások szerint 3—4 m-es anyagoszloppal célszerű dolgozni, így az egész nyomásvesztés, a berendezés által okozott veszteséggel együtt 300—350 mm vízoszlopnomás. Ilyen nyomást már egyszerű, esetleg kétfokozatú ventilátorral könnyen elő lehet állítani.

7. A kén megkötésének jellegét a különböző keletkezett termékek vizsgálata mutatja. Megállapítható, hogy szulfid csak átmenetileg keletkezik és gyorsan bomlik. A telített termék elemzése pl. a következő:

összes S-tartalom	29,55%
szulfid kéntartalom	0,22%
szulfát kéntartalom	0,24%
elemi kéntartalom	29,1%

A folyamatok megfigyeléséből és az elvégzett részletes elemzésekből a mangánoxid és a kénhidrogén közötti reakcióra vonatkozólag véleményünk szerint valószínűleg a következő folyamatok játszódnak le: a mangániszapban lévő mangánperoxid, illetve mangánperoxidhidrátok katalitikusan vesznek részt a kénhidrogén megkötésében. Feltehetően több instabil szulfid is keletkezik, így  $MnS_2$ , amit a frissen kivett telített massa színváltozása is bizonyít. Ezek a szulfidok a generátorgázban lévő 0,2—0,4% oxigén segítségével megbomlanak, elemi kén válik ki és a peroxidhidrátok regenerálódnak. Ezt a feltevést bizonyítja, hogy szulfidiónt a telített anyagban csak közvetlenül a telítés után lehet kimutatni, továbbá a massa színének megváltozásából, végül abból a tényből, hogy levegőn állva a már alig aktív massa nagymértékben reaktiválódik és visszanyeri elnyelőképességét.

Leegyszerűsített módon elgondolásunk szerint a következő fő reakciók játszódnak le:



A mangániszapban lévő vas az ismert módon szintén részt vesz a reakcióban, de a mangánhoz viszonyítva valószínűleg alárendelt mértékben.

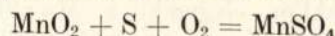
8. Az elemi kén a telített masszából a kén szerves oldószereivel könnyen kinyerhető, az így nyert kén azonban tartalmazza a gázból elnyelt kátrányt is és ezért szürkés színű.

200°-on  $CO_2$  áramban a S-tartalom kb. 15%-át lehet kiszublimálni, elég tiszta alakban.

Nem lehetett túlhevített gőzzel olvasztani vagy  $(NH_4)_2S$  oldattal dolgozni, mert a massa agyagtartalma a kioldást megakadályozza.

Az elnyelt kén értékesíthető a massa pörkölésével, amikor a keletkezett  $SO_2$ -t kénsavgyártásra vagy további mangániszap feltárására használjuk fel. A továbbiakban ezt az utat választottuk.

9. A kénrel telített mangániszapból pörkölés útján mangánszulfátot lehet előállítani.



A feleslegben keletkező  $SO_2$  eltávozik.

Vizsgálatainkban először a különböző hőfokon pörkölt telített iszaptól kioldható Mn-tartalmat vizsgáltuk meg. A kénrel telített massa Mn-tartalma pörkölés előtt 8,65% volt. A pörkölést addig folytattuk, amíg  $SO_2$ -fejlődést már nem észleltünk. A pörkölési kísérleteket az 5. táblázat ismerteti.

5. táblázat

Kísérlet száma	Pörkölési hőfok C°	Vizoldható Mn a pörkölékben	Mn-kihozatal %
1	260	0,44	5,07
2	300	1,40	16,1
3	350	1,97	22,7
4	400	3,60	41,5
5	450	6,03	70,0
6	500	6,02	70,0
7	550	5,74	66,5
8	600	5,25	60,6
9	650	3,93	45,5
10	700	3,84	44,2
11	750	2,7	31,3
12	800	2,0	23,2

Ilyen módon 450—500°-os pörkölési hőfokon az anyag Mn-tartalmának 70%-a alakul át vízben oldható formába.

A Mn-kihozatal növelésére a lepörkölt iszap vizes szuszpenziójába a pörkölésből eredő  $SO_2$  és  $SO_3$  gázkeveréket vezettük be.

Tapasztaltuk, hogy a keletkezett gáz bevezetése alatt a szuszpenzió pH-ja gyorsan 4,5-ről 2,5-re csökkent, ami a keletkezett pörkgázmenyiség kb. 10%-ának bevezetésénél következett be. Az iszap vizes szuszpenziójában a szilárd és vizes rész aránya 1:7 volt, lúgzás időtartama 30 perc. A lúgzási hőfokot 20—90° között vizsgálva, azt találtuk, hogy a leggyorsabban 25—35° között megy végbe a reakció. Az ilyenkor keletkező mangánditionát utólagos főzéssel elbomlik,  $MnSO_4$ -é alakul. A különböző hőfokon végzett pörkölés eredményeit a 6. táblázat mutatja.

6. táblázat

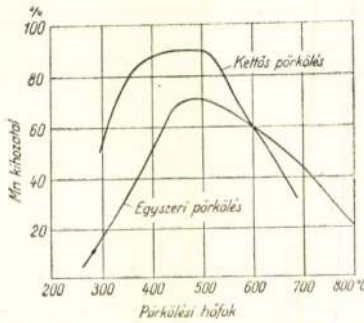
Kísérlet száma	Hőfok C°	Vizoldható Mn-tart. %	Kioldott Fe-tart. %	Mn-kihozatal %
1	300	4,46	0,5	51,4
2	370	7,2	0,4	83,5
3	450	7,5	0,2	86,9
4	500	7,8	0,3	90
5	550	6,41	0,3	74,1
6	600	4,46	0,2	51,4

6. ábra.

Ilyen módon a mangániszap Mn-tartalmának 90%-át sikerült oldatba vinni.

Ugyanakkor feleslegben keletkezett  $SO_2$ , amit kénsavgyártásra vagy további nyers mangániszap kilúgzására lehet hasznosítani, az ismert kéndioxidos lúgzással. Kakabadze (3) szerint a lúgzásnál legkedvezőbb kihozatal (94%) elérhető, ha a Mn :  $SO_2$  aránya 1 : 2,9. 1 kg 30% S-tartalmú telített iszap pörkölésénél 600 g  $SO_2$  keletkezik, amiből annak saját Mn-tartalma kb. 150 g-ot fogyaszt el, a felesleges  $SO_2$  még további 1 kg,

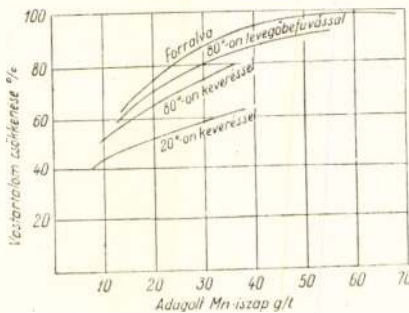
16%-os Mn-tartalmú nyers iszap kilúgzását tudja elvégezni. Ha azonban 75%-os kihozattal megelégszünk, akkor elegendő a Mn:SO<sub>2</sub> arányt 1:1,5-hez venni. Ebben az esetben 2 kg további nyersiszap (szárazanyagra vonatkoztatva) nyerhet feldolgozást és a kinyert abszolút Mn-mennyiség megnövekszik.



6. ábra.

A mangándioxid keletkezése által előálló veszteség minimumra csökkenthető, ha a lúgzás után az oldatot néhány percre forraljuk.

10. Lúgzás közben az iszap egyéb alkotórészei is részben oldatba mennek. Ezek közül a későbbi fémmangán előállítás szempontjából elsősorban a vastartalom okoz zavarokat, míg a Ca, Al, Mg



7. ábra. Az oldott vastartalom csökkenése nyersiszap adagolásával.

sem elektrolízisnél, sem aluminotermiánál nem szennyezik a fémet. Ketzlach (9) kísérleteiből megállapítható, hogy a Fe és Al pH = 4,5-nél leválik, míg a Mn csak pH = 8-nál kezd leválni. Ketzlach a pH beállítását ammóniával végezte, de használható más alkálikus anyag is. Legelőnyösebb tiszta MnO-val dolgozni, amit MnSO<sub>4</sub>-ből szénrel való redukció útján nyerhetünk vagy jóminőségű Mn-érből ugyancsak szénrel való redukció útján (10).

Mi közönséges nyers Mn-iszappal való főzés útján is jó eredményeket kaptunk, hiszen az iszapban a Mn részben (kb. 20%-a) mint MnO van jelen. A kilúgzás után a szuszpenzióhoz további 72 g/l nyersiszapot adva és 10 percre főzve, az eredeti Fe-tartalom több, mint 96%-a az oldatból levált és helyette MnSO<sub>4</sub> lépett az oldatba. Így az oldatban a Mn:Fe aránya 100:0,05 volt.

11. A tiszta MnSO<sub>4</sub> oldat további feldolgozásának egyik útja mangánoxid előállítás. A leválasztás történhet Ketzlach (9) szerint ammóniával és levegőbefúvatással, amikor mangánhidroxid mellett ammonsulfát keletkezik melléktermékként. Egy másik irodalmi adat (11) szerint a mangánsulfátot CaCl<sub>2</sub>-oldattal mangánkloriddá alakítják át és mésztejjel kicsapják.

Legegyszerűbbnek a mangánsulfátoldat bepárlását látjuk és a kivált MnSO<sub>4</sub> termikus elbontását. Erre vonatkozólag Vedenszki (4) nagyüzemi tapasztalatokat közöl. A bepárlást vasedényben végzik, a kivált MnSO<sub>4</sub>-t forgó kemencében 1100°-on kalcinálják a 3MnSO<sub>4</sub> Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> + 3SO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> - 207 Kal reakció szerint.

A kísérlet reprodukciójánál megállapítottuk, hogy a MnSO<sub>4</sub> disszociálása 850°-on indul meg és 1130°-on lényegében befejeződik. A keletkezett termék még némi SO<sub>4</sub>-et tartalmazott. A nyert véggáz SO<sub>2</sub>-tartalma kénsavgyártásra, vagy kör-folyamatban újabb nyersiszap feltárására használható fel.

12. A nyert mangánoxidból nagy tisztaságú fémmangán állítható elő. Elektrotermikus úton való előállításnál a poralakú Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-t előbb szemcsézni kell, ami történhet forgókemencében 1300°-on, vagy pedig mésztejjel való brikettálás útján. Aluminotermikus előállítás esetén a poralakú Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> használható fel.

13. A lúgzásból nyert MnSO<sub>4</sub> oldat tisztítás után elektrolízisre is alkalmas. Erre vonatkozó kísérletet még nem végeztünk, de részletes irodalmi adatokat találunk Agladze (12) cikkeiben és Springer (13) összefoglaló könyvében. Bár az üzemi tapasztalatok még elég sok nehézségre mutatnak, az elektrolízis látszik legkézenfekvőbbnek a MnSO<sub>4</sub> oldat feldolgozására, hiszen ezáltal elhagyható a bepárlás, kalcinálás és kohósítás művelete. Áramfogyasztás szempontjából is lényegesen gazdaságosabb, pl. az aluminotermikus eljárásnál.

14. Néhány, a technológiai kivitel számára fontos adatot következőkben állapítottuk meg:

a) 0,3–5 mm-es szem nagyságú elegy térfogatsúlya 1,01 kg/l.

b) Ilyen elegy csúszási szöge 35°.

c) Mn-iszap szuszpenzióban a szilárd rész ülepedési sebessége: 0,057 m óránként.

(Folytatjuk)

#### Hibaigazítás

Lapunk f. évi 4., 5. és 6. száma folytatólagosan közölte Visnyovszky László „A nyersvasgyártás koksztartalmának csökkentése” c. cikkét. A közlemény mellett elmulasztottuk feltüntetni, hogy az a szerzőnek hasonló címen a Mérnöki Továbbképző Intézetben elhangzott előadása.

A szerkesztőbizottság

# Az oxigén gyakorlati felhasználása a Martin-kemence termikus munkájának fokozására

O. I. JACUNSZKÁJA és M. N. SZTAROVICS tanulmánya

mely a Metallurgizdat által Moszkvában „Primenenije kyszloroda v martenovszkom proizvodstve“ címen kiadott könyv 38—65. oldalain „Praktika primenenija kyszloroda dlja intenzifikácii teplovoj raboti martenovszkoj pecsi“ címen jelent meg.

Fordította Vajk Árpád, ellenőrizte Csomós Zoltán

## Az oxigén használati módszere a kemence termikus munkájának fokozására

Az oxigén felhasználásának kezdeti időszakában a kemence hőkapacitásának fokozására úgy használták fel az oxigént, mint a nagyolvasztóknál, vagyis a levegővel adagolták be. Az első kísérleti olvasztásokat a primerlevegő oxigénnel való dúsításával végezték s e célból az oxigént a regenerátorkamra rácsozata fölé vagy pedig a függőleges felszállóba vezették be. (1, 2, 3, 4.) Az adagolás azonban sok nehézséggel és a falazat résein történő kifúvás nagy oxigénvesztéssel járt és így ezt a módszert tökéletesíteni kellett. Ez olyképpen történt, hogy folyékony fűtőanyagból közvetlenül a fűvókán keresztül, a fűtőanyag pótlásaként vagy azzal együttesen vitték be a kemencébe az oxigént. A gázkemencéknél a gázfelszállóból való kilépése után töltötték be az oxigént a gázáramba. Trubin K. G. (5) azt javasolta, hogy vezessék be az oxigént a fűvókán és így is alkalmazták azt az 1933-ban végzett kísérleti olvasztásoknál.

A németországi Hesch-gyárban (6) az első olvasztásoknál a regenerátorkamrába vezették az oxigént; ennek a módszernek hatékonysága azonban elégtelennek, az oxigénfogyasztás pedig nagyon bizonyult.

Az amerikai gyakorlat szerint, az oxigénnek a martinkemencében való alkalmazásánál, az 1946—1949. években számos üzemi kísérletnél a martinkemence égőfejeibe vagy regenerátorába vezették be kezdetben az oxigént, (7, 8, 2). A kísérletek azt igazolták, hogy ez a módszer nem gazda-

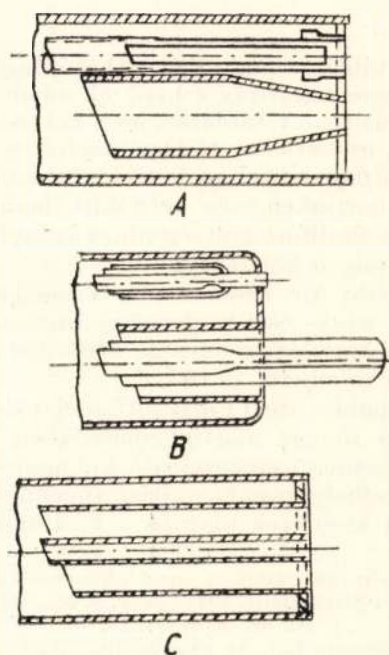
ságos és áttértek arra a gyakorlatra, hogy az oxigént a fűvókákon keresztül vezessék be.

Ezidőszerint mindenütt kizárólag a fűvókán keresztül adagolják az oxigént az égés fokozása céljából.

Az oxigén felhasználása óta kicsiny befogadó-képességű martinkemencékben végezték az első kísérleteket, mihelyt azonban az üzembiztonság és az oxigénadagolás módszere kialakult, a nagy kemencékre is kiterjesztették a kísérleteket. Amerikai adatok szerint, jelenleg 4—250 tonnás martinkemencékben, tetszés szerinti elegyösszetétellel és tetszés szerinti fűtőanyaggal használják az oxigént. Vizsgálatok útján szerzett adatok alapján alkalmunk van összehasonlító elemzést végezni és néhány gyakorlati következtetést levonni az oxigénnek a Martin-acéltermelés fokozása céljából való alkalmazására vonatkozólag.

## Az oxigéndúsításnál felhasznált fűvókák szerkezete

A martinkemencéknél az oxigén adagolására szolgáló berendezést, lényegében, ugyanúgy képezzük ki, mint a fűtőanyag adagolásra szolgáló fűvókákat. Kezdetben kétféle fűvókafajtát használtak. Az első típus — a kombinált (nyersolaj-kokszkemencegáz) fűtőanyag részére szolgáló fűvóka, mely két koncentrikus csőből áll s amelyeken az oxigén kerek nyíláson, nagy sebességgel



1. ábra. Különböző típusú kombinált fűvókaszervezetek

<sup>1</sup> Langmuir Irv.: Utazásom Oroszországba, Chemical and Engineering News, 1946. 24. k. 6. sz. 759—765. o.

<sup>2</sup> Knox J.: Oxigén alkalmazása az acélgyártásban. Steel, 1947. 120. k. 26. sz. 107—108; 144—145; 26. sz. 86—88; 90; 92. o., ismertette Koroleva M. N., Sztál, 1948. 5. sz. 473—476. o.

<sup>3</sup> Zimmermann J.: Az oxigén felhasználása az acélgyártásban. Iron and Steel Engineering, 1948. 2. sz. 35—44. o.

<sup>4</sup> Az oxigén felhasználása a martinkemence fűtőanyagában. Industrial Heating, 1947. 14. k. 6. sz. 962—964. o.

<sup>5</sup> Trubin K. G.: A levegő helyettesítése oxigénnel a martinkemencék nyersolaj fűvókáiba. Ugolj i Zselezo, 1926. 11—12. sz.

<sup>6</sup> Brünninghaus A.: Oxigén és oxigénnel dúsított levegő használata a vasgyártásnál. Stahl und Eisen, 1924. 19. sz. 522—526. o.

<sup>7</sup> Shlottman G. V.: Az oxigén az acéliparban — a múlt, a jelen és a jövő. Blast Furnace and Steel Plant, 1948. 36. k. 1. sz. 64—70. o.

<sup>8</sup> Marsh G.: A martinkemencék munkája oxigénnel dúsított levegővel. Metals Technology, A. I. M. I. 1948. 15. k. 5. sz. T. St. 2417 vagy A. I. M. I. Open-Hearts Proceedings, 1948. 43—56. o.

áramlik ki. Ez a fúvókátípus volt a folyékony tüzelőanyag és az oxigén részére szolgáló kisebbeségű fúvókák kezdetleges alakja.

A másik fúvókátípus a nyersolaj- és a sűrített levegő- vagy gázfűtőanyag porlasztásánál használatos fúvókáknál fejlődött ki. Az oxigén ez esetben csövön, nagy sebességgel áramlott porlasztás céljából. Az amerikai Gary-gyárban háromféle típusú fúvókával végeztek kísérleteket (1. ábra); két fúvóka (A és B) nagysebességű, egy (C) kisebbeségű volt; a főeltérés közöttük az oxigén kifúvására szolgáló nyílás méretében volt.

Az 1. táblázat tartalmazza a 700 és 1340 m<sup>3</sup>/óra oxigénfogyasztás jellegzetes adatait.

1. táblázat

Fúvókátípus	A kifúvási nyílás mérete négyzethüvelyekben	Sebesség m/mperc	
		700 m <sup>3</sup> /óra	1340 m <sup>3</sup> /óra
A	2,175	138,0	166
B	0,719	417,0	501
C	26,056	11,4	13,8

A 2. táblázat foglalja össze a fúvókák termelési adatait oxigén használata esetén.

2. táblázat

Fúvókátípus	Kísérleti olvasztások száma	Az adag jellege (% nyersvas)	Oxigénmennyiség		Idő- megtakarítás %	Fűtő- anyag-
			m <sup>3</sup> /óra	m <sup>3</sup> /tonna acél		
A	10	45 folyékony	700	13,9	21,7	15,2
	11	45 „	840	14,7	17,6	6,5
	10	65 „	700	10,3	9,6	2,7
	10	65 „	890	11,8	2,8	5,3
B	4	hideg betét	252—504	14,2	22,6	18,7
	4	55 folyékony	252—504	9,3	24,1	11,2
C	7	30 „	252—612	10,3	14,8	6,8
	5	40 „	840—1680	21,4	30,0	17,0

A 2. táblázat adataiból látható, hogy idő- és fűtőanyagmegtakarítás érhető el mind a három fúvókátípusnál. A táblázat még azt is mutatja, hogy 65% nyersvas esetén hosszabb lett a beolvadás, a fűtőanyag megtakarítás is csökkent és hogy a martinkemence termikus hatásfokának fokozására fordított költség nincs arányban a felhasznált oxigén költségével.

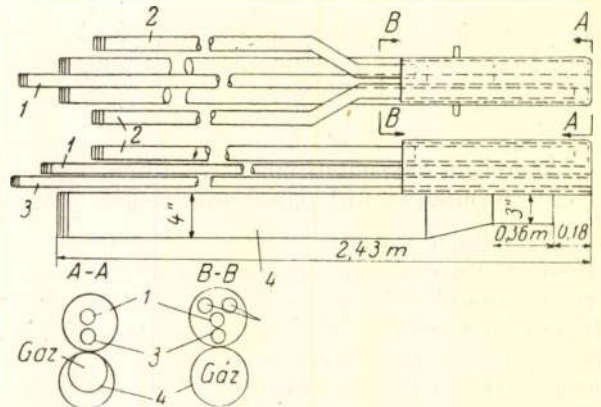
A Linde Air Products Co vizsgálati adatai szerint, a nagy- és kisebbeségű fúvókafajtáknál az oxigén áramlási sebessége 400—500 m/mperc és 40—50 m/mperc. (9,10.).

A Republic Steel Corporation clevelandi gyárában 200 tonnás martinkemencékben végeztek az oxigén befúvatására szolgáló, különböző keresztmetszetű, elhelyezésű és nyílású fúvókákkal kísérleteket. A kísérletek alapján a 2. ábrán látható,

<sup>9</sup> Oxigén használat a martinkemencékben. Blast Furnace and Steel Plant. 1947. 35. k. 8. sz., 949—956. o.; 9. sz. 1091. o.; 10. sz. 1224—1226. o.

<sup>10</sup> Shlottmann G.: Az oxigénfelhasználás gyakorlati kísérletei az acélgyártásnál. Journal of the Iron and Steel Institute, 1947. 157. k. 3. sz. 331—336. o.

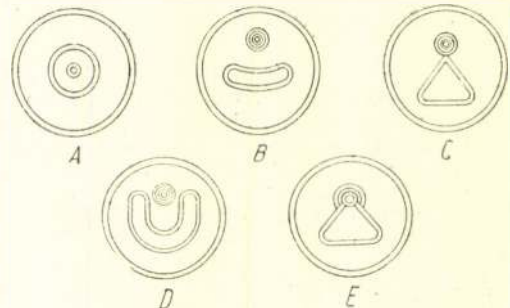
igen egyszerű szerkezetű fúvókákat használtak fel. Ezen az ábrán az oxigén kifúvó nyílás a folyékony tüzelőanyagot kifúvó nyílás alatt van. Az oxigént kifúvó nyílás 4,44 cm<sup>2</sup> területű.



2. ábra. Kombinált fúvóka szerkezetek oxigén porlasztására: 1 pakura és vízgőz kifúvó nyílás, 2 hűtővíz, 3 oxigén adagolás, 4 koks-kemencegáz adagolás

1316 m<sup>3</sup>/óra oxigén fogyasztásnál a fúvóka kifúvó nyílásánál a nyomás 8,8 atm. Ilyen nyomás segítségével nagyon intenzív és jól világító láng érhető el, mely folyékony tüzelőanyagnál és annak koks-kemencegázzal való keverésénél kielégíti a követelményeket. (11).

A Betlehem Steel Corporation gyárában 5 különböző szerkezetű fúvókával folytattak beható kísérleteket. 400 adagnál tanulmányozták a fűrdő sugárzással történő hevítést, amelyek alapján azt állapították meg, hogy a tüzelőanyagnyílás és az oxigénnyílás viszonylagos helyzete a fúvókából történő kifúvásnál, a tanulmányozott jelenség szempontjából mellékes tényező. A kerek nyílású fúvóka ugyanúgy működött a befúvatásnál, mint bármely más nyílású fúvóka. Különbözőképpen elhelyezett (A, B, C, D, E) fúvónyílások használatánál a fűrdő részére történő hőátadás arányos a boltozatnak átadott meleggel (3. ábra).



3. ábra. Kísérleti fúvókák metszete: 1 pakura, 2 oxigén.

A C fúvókával érték el a legkielégítőbb eredményeket, melynek formája a kísérletek folyamán alakult ki. Az egyik fúvóka szerkezetét úgy alakították ki, hogy a tüzelőanyag és az oxigén kifúvására szolgáló nyílások a fúvóka hűtőcsövének végétől bizonyos távolságnyira beljebb kerültek.

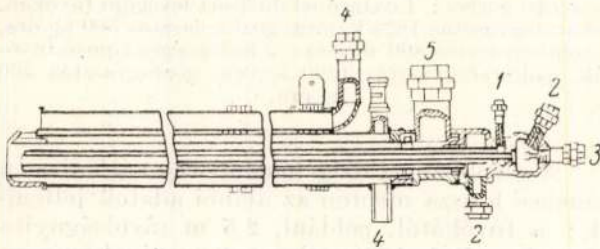
<sup>11</sup> Mac-Donald E.: Oxigén használat a martinkemencében. Iron and Steel Engineer, 1948. 3. sz. 37—47. o.



Néhány kísérletnél a tüzelőanyagot az alsó nyíláson, az oxigént pedig — a felső nyíláson át fúvatták be. A boltozat hőmérséklete azonban nem emelkedett, a beolvadási idő nem csökkent és az adagtartam normális maradt (3).

A kísérletek kezdeti stádiumában számos üzemben (Homestead, Cleveland stb.) kerek nyílású, kis fúvatási sebességet létesítő fúvókát használtak a tüzelőanyag és oxigén keverék adagolására. Később felcserélték ezt a szerkezetet nagy sebességű fúvókákra, külön az oxigén és külön a tüzelőanyag adagolásával. A gyorsított fúvófejes típusok nagy áramlási sebességet létesítettek. A vízhűtés fokozta a fúvókák tartósságát.

A vizsgálatok eredménye szerint, ilyen szerkezetű fúvókák növelték a láng világítóképeségét és a fűrdő felé sugárzását anélkül, hogy a boltozat hőmérséklete növekedett volna. Ilyen fúvókáknál a láng hossza 30%-kal csökkent és a világítóképeség átlag 10%-kal növekedett (12).



4. ábra. Fűtőanyagot és oxigént keverő fúvóka metszete: 1 oxigén, 2 gőz, 3 pakura, 4 víz, 5 fűtőgáz.

A 4. ábra mutatja a kombinált (pakura-kokszkemencegáz) tüzelőanyag és oxigén felhasználására szolgáló fúvóka metszetét. A fúvóka kétféle fűtőanyag, gőz és oxigén adagolására szolgáló csövekből áll. A folyékony fűtőanyag részére a szokásosnál valamivel nagyobb átmérőjű pótcsővet alkalmaztak a „gőz ellennyomása” csökkentésére, a folyékony tüzelőanyag utóhevítésére, valamint a víz okozta lehűlés ellensúlyozására; mindezek igen fontosak nagy viszkozitású tüzelőanyag használatánál (13).

Igen sok fúvókát szerkesztenek oly módon, hogy az oxigénnyílás váltható legyen. Ezek a fúvókák tartósságának fokozására, illetőleg az oxigén áramlási sebesség szabályozására szolgálnak. Az Alliance Works-gyárban, a sebességfokozás érdekében a fúvókák végét Venturi-csőszerűen képezték ki. A fúvókavégek vízhűtésesek, tartósságuk fokozása céljából (14).

Az egyik kissebességű fúvókán az oxigén részére szolgáló kör alakú fúvónyílás 1/16 hüvelyk átmérőjű és két teljes fordulathosszúságú, kettős csavarmenetű volt. Így képzett fúvófej

a tüzelőanyagnak forgó, örvénylő mozgást biztosít (15).

A fúvókák szerkezeti fejlődésében a végcél a „kettős” fúvóka. Ilyen fúvókáknál két fúvófejbe juttatják a tüzelőanyagot, mégpedig oly módon, hogy a felső fúvófejen 60%, az alsó fúvófejen 40% tüzelőanyag halad át. Az alsó fúvófejen kilépő tüzelőanyaghoz dúsítás céljából oxigént kevernek, mely a fűtőanyag részére szolgáló alsó fúvófej alá helyezett külön csövön halad. Így növelik a láng hőmérsékletét (14).

Igen sok üzemben végeztek kísérleteket a kemenceboltozatba szerelt pótfúvókákkal. Ennél az oxigén adagolási sebességnek a tűzfejben lévő fúvókákkal való egybehangolása okozta a legnagyobb nehézséget. Azt tapasztalták, hogy ha a pótfúvókából áramló oxigén sebessége túlnagy volt, akkor a láng a kemence falai felé, kis sebesség esetén viszont a láng a boltozat és falak felé fordult (2).

A John and Laughlin-gyárban azt mutatták a pótfúvókákkal végzett kísérletek, hogy a hulladék olvasztási időtartama lecsökkent 30%-ra, ha a lángot a még nem olvadt hulladékra irányították.

A pótfúvókák alkalmazását ennek ellenére sem vezették be.

#### A láng jellemzői az oxigénnel dúsított tüzelésnél

A martinkemence falazata határt szab a hővel való terhelésnek, egyúttal megszabja a termelékenység fokozásának lehetőségét is. A hőmérsékleti viszonyok általában nem teszik lehetővé a tüzelőanyag jelentős szaporítását.

A gáznemű tüzelőanyag oxigénnel történő dúsításával nagyobb hőmérsékletű lángot kapunk (2400° körül a rendes eljárás 2000° C-ával szemben), de lényegesen kevesebb égési termékkel.

Az oxigénnel végzett olvasztási kísérleti adatai azt mutatják, hogy ily esetben sokkal kevesebb tüzelőanyag ég el anélkül, hogy a kemence tűzterében túlságosan megrongálna a falazatot. Ezenkívül, a berakási és beolvadási időszakban az oxigénes láng nagy sebessége fokozza a hőátadást a láng és a hideg betét közvetlen érintkezése folytán.

Az oxigénnel működő és a levegővel működő égőknek megvan a maguk sajátos jellemzője.

A levegővel porlasztott tüzelőanyag lángja, ha előmelegített levegőben keletkezik, nagy tér fogatú. Az égési termékek mennyisége, a fűtőanyag fajtájától függően, változik. Az elmélet szerint beadagolt levegőszükséglet esetén: 1 kg folyékony tüzelőanyagnál mintegy 12 Nm<sup>3</sup>, 1 m<sup>3</sup> vegyes gáznál pedig 3—4 Nm<sup>3</sup>. Az ilyen láng égése a tűztérben viszonylag lassú. Az égés nem fejeződik be a tűztérben a tüzelőanyagmennyiség növelésével, hanem továbbhalad a tűzfejbe és a regenerátorokba és erősen megrongálja a falazatot.

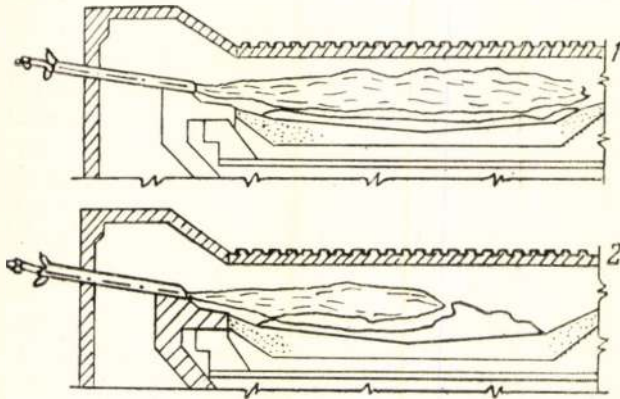
<sup>15</sup> Oxigén felhasználása a martinkemencében. Iron and Coal Trades Revue. 1948. 157. k. 4189. sz. 133—137; 4190. sz. 7—10. o.

<sup>12</sup> Az oxigénnek az acélgyártásban való felhasználásával elért előnyök. Blast Furnace and Steel Plant, 1947. 35. k. 7. sz. 813—816. o.

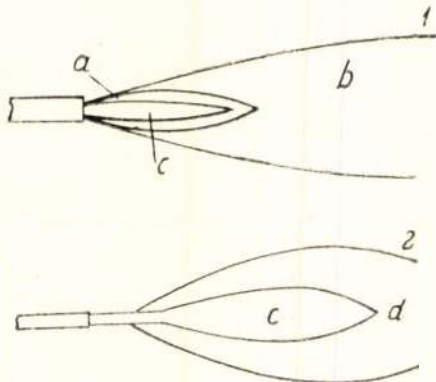
<sup>13</sup> Brusher G.: Kombinált tüzelőanyagú martin-kemence fúvókái. Iron and Steel Engineer, 1948. 25. k. 5. sz. 60—68. o.

<sup>14</sup> Az oxigén használata a kohásban. Iron and Coal Trades Revue. 1949. 158. k. 4241. sz. 1391—1393. o.

A lángok alakja az 5. és 6. ábrán látható. Figyelemreméltó, hogy az intenzív elsődleges égés egy belső körülhatárolt zónát hoz létre az oxigénes lángban, s a másodlagos égés zónájában gyorsan eléggő CO és H<sub>2</sub> képződik. Az elégethető tüzelőanyag mennyisége a szokásosnál 50%-kal növelhető oxigén dúsítással, például a berakási és beolvastási periódusban (16, 17).



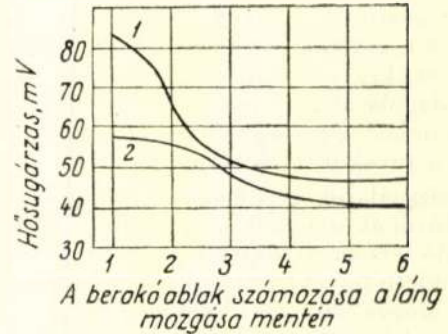
5. ábra. A levegővel képzett és oxigénnel dúsított láng alakja: 1 a levegővel képzett láng, pakurafogyasztás 1380 kg/óra, a levegőfogyasztás 16 800 m<sup>3</sup>/óra; 2 az oxigénnel dúsított láng, pakurafogyasztás 2070 kg/óra, oxigénfogyasztás 1344 m<sup>3</sup>/óra, levegőfogyasztás 13 766 m<sup>3</sup>/óra.



6. ábra. A levegős láng és az oxigénnel dúsított láng vázlata: 1 oxigénnel dúsított láng; 2 levegőláng; a intenzív égési zóna; b másodlagos égési zóna; c pakura porlasztási zóna; d láng.

Miként fentebb rámutattunk, az oxigénnel dúsított láng sugárzása kisebb a közönségesnél, mivel ez a nemvilágító lángtípushoz tartozik és égési sebessége nagyobb. A 7. ábrán láthatók a levegősláng és az oxigénes láng sugárzásának összehasonlító görbéi, melyekből kitűnik, hogy az oxigénes láng sugárzása nagyobb, mint a közönséges lángé, az igen nagy hőmérséklet folytán. A különbség ott a legnagyobb, ahol a láng kilép a fúvókából és a dúsítás mértéke 20–30%. Mivel azonban az oxigénes láng világítóképessége hamar

leesőkken, a betétnek és a falazatnak történő hőátadás egyenlőtlenül történik és a fűrdő hossza mentén csökken. A hőszugárzás foka és az égési termékek hőmérséklete a munkatér végén lecsökken, még a tüzelőanyagnak 20%-os növelése esetén is. Az oxigénes láng sugárzó hatása átlag 10%-kal növekszik (10).



7. ábra. A levegősláng és az oxigénnel dúsított láng sugárzási görbéi: 1 oxigénnel dúsított levegőjű fúvókák, pakurafogyasztás 1825 kg/óra, gőzfogyasztás 500 kg/óra, oxigénfogyasztás 800 m<sup>3</sup>/óra; 2 közönséges típusú fúvókák, pakurafogyasztás 1260 kg/óra, gőzfogyasztás 500 kg/óra.

A gázokban az oxigénmennyiség változását a kemence hossza mentén az alábbi adatok jellemzik: a fúvókától, például, 2,5 m távolságra a kemencegázok 15% oxigént, 3 m távolságra pedig csupán 7%-ot tartalmaznak. A távozó gázokban az oxigéntartalom, az átlag szokásos munkakörülmények közt 0–2% körül mozog. A 3. táblázat tartalmazza a láng vizsgálati adatait.

3. táblázat

	Pakurás levegős lángoknál	Pakurás oxigénes lángoknál
A láng hossza, m . . . . .	15,0—16,5	10,0—12,5
A maximális vastagság, m . . . . .	0,9	0,9
Óránkénti fűtőanyagfogyasztás, kg . . . . .	1207,5	1725
Óránkénti gőzfogyasztás, kg . . . . .	454—545	—
Óránkénti oxigénfogyasztás, m <sup>3</sup> . . . . .	—	700

A levegős lángokról és az oxigénes lángokról készült fényképek alapján az a következtetés vonható le, hogy a lángok hosszúsága különböző és a levegős lángban a tökéletlen égés sötét zónája látható; ez a zóna az oxigénes lángban nem látszik.

Az oxigénes láng irányítását az oxigén és a levegő, illetve az oxigén és a tüzelőanyagarány változtatásával végzik. Az arányok változtatása révén a láng hossza növelhető, illetve csökkenthető és az intenzív égési zónát változtatni lehet. Az oxigénes láng körvonala éles és a láng határozott alakja lehetővé teszi, hogy a betétre úgy irányítsuk, hogy a betéthevítés a leghatásosabb legyen.

<sup>16</sup> Shlottmann G.: Az oxigén felhasználás gyakorlati kísérletei az acélgyártásnál. Journal of the Iron and Steel Institute, 1947. 157. k. 3. sz. 331—336. o.

<sup>17</sup> Shlottmann G. és Kerry F.: Oxigén használat a martinkemencében. Steel, 1946. 119. k. 23. sz. 106—108, 149—150, 152. o.

A lángok eközben nem érik a falazatot, azokat nem rongálják. A falazatot csak a sugárzó hő éri (18, 19).

### Az oxigénadagolás szakasza

A martinkemence termikus munkájának fokozásánál az oxigént úgy használjuk fel a legsikerebben, ha az adagolást a láng és a betét hőmérsékletének maximális csökkenése periódusában végezzük. A fürdőnek átadott hőmennyiséget a gyakorlatban a hősugárzás képletével határozzák meg:

$$\frac{Q}{A} = \sigma e (T_{\varphi}^4 - T_M^4) \text{ kal/m}^2,$$

ahol  $Q$  = hőmennyiség, kal/óra,

$A$  = hevítendő felület,  $\text{m}^2$ ,

$\sigma$  = lángsugárzási együttható,

$e$  = a betétanyagok sugárzási együtthatója,

$T_{\varphi}$  és  $T_M$  = a láng és a hevítendő anyagok (betét, fürdő) abszolút hőmérséklete.

A Martin-eljárásban akkor érjük el a legnagyobb  $T_{\varphi}^4 - T_M^4$  különbséget, amikor már berakták a hideg betétet a kemencébe. A vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy amikor a betétben 30%-nál kevesebb a hulladék, illetve 65%-nál több a folyékony nyersvas, akkor nem nagyon célszerű, hogy az égési folyamat fokozására oxigént használjanak.

Hideg betétnél megfelelő aránynak kell lenni a kemencébe bevitt hő és ennek a betétanyag által történő elnyelése között. Tehát feltétlenül gondoskodni kell a hideg betét gyors berakásáról. Ugyanebből az okból nem célszerű már a berakás első pillanatában megkezdeni az oxigén beadagolását. A gyakorlat az, hogy akkor kezdik az oxigént beadagolni, amikor már berakták a hideg betét legnagyobb részét a kemencébe. Megszüntetik az oxigénadagolást a beolvadás azon időpontjában, amikor salakréteg képződik a fürdő felületén. Ebben az időpontban a láng és a megolvadt fém közti hőközlés lecsökken a képződött salakréteg szigetelő hatása következtében. A fentebb tárgyaltak alapján a berakás befejezte után kezdik meg a fúvókán át történő oxigénadagolást, például, a hideg betét  $\frac{1}{3}$ -része vagy felének berakása után és a beolvadási periódusban fejezik be a salaktakaró képződésekor. Marsh (8) adatai szerint, az oxigén beadagolás folyékony nyersvassal működő 200 tonnás kemencénél a fúvókán át a vas-hulladék berakástól a folyékony nyersvas beöntéséig, mintegy 2 óra hosszat tart. Az oxigén túlkorai és túlkésői beadagolása annak improduktív fogyasztását jelenti. Más kísérletek is hasonló adatokat szolgáltatottak (11).

A fürdő beolvadása után nem szokták az oxigént fúvókán keresztül beadagolni. A kikészít-

tés alatt közvetlenül adagolnak oxigént a fürdőbe, most már nem hőtechnikai, hanem fizikai-vegyszeri folyamatok érdekében.

### A martinkemence termikus hatásfokának növelésére felhasznált oxigén tisztasági fok

Jelenleg az ipari kemencékben technikailag tiszta, 99,5%  $\text{O}_2$ -t használnak. A vágásra, fúvásra, hegesztésre felhasznált oxigénnel szemben támasztott követelmények szabják meg az oxigén tisztaságát, amely műveleteknél szükséges, hogy az oxigén egyéb szennyeződésektől mentes legyen.

A fogyasztó üzemekbe folyékony állapotban, 25 tonna ürtartalmú különleges tankokban szállítják a technikailag tiszta oxigént, ezekben 21 000  $\text{m}^3$  gáznemű, 99,5%  $\text{O}_2$  tartalmú oxigént tárolnak (20).

Kohászati kemencékben, különösen martin-kemencékben nem használják tiszta állapotban az égés fokozására szolgáló oxigént, hanem levegőhöz adagolva, annak dúsítására. Ez lehetővé teszi a kevésbé tiszta oxigén használatát, fontos azonban az, hogy minél olcsóbb legyen. Kohászati kemencék részére legalább 90–95% oxigént tartalmazó gázt szoktak gyártani. A 75% oxigént tartalmazó gáz használatával végzett vizsgálatok azt mutatták, hogy a kohászatban történt felhasználásnál elért eredmények csaknem egyezők a technikailag tiszta oxigén felhasználásával az égési termékek csökkentése érdekében végzett kísérletek eredményeivel. Szükségessé tette ezt az is, hogy bizonyos mértékben növekedett a porlerakódás is (10). A Linde Air Products Co-gyár vizsgálatokat végzett az oxigén felhasználása körül, 90–99,5%-os oxigénnel. Megállapítást nyert, hogy a nitrogén némi növelése a lángban, nem befolyásolja annak jellegzetességét. Ebből a megfigyelésből mindenekelőtt azt a következtetést vonják le, hogy a 90%-os oxigéngáz teljesen alkalmas arra, hogy a martinkemencében a levegő dúsítására használják. Ez a következtetés nem áll ellentétben az elméleti elgondolásokkal. A  $\text{CO}_2$  és a  $\text{H}_2\text{O}$  felbomlása, és a  $\text{CO}$  és  $\text{H}_2$  keletkezése a láng nagy hőfoka következtében, nem hoz létre tökéletes égést és szabad  $\text{O}_2$  képződik, mégpedig annál több, minél nagyobb az adag oxigéntartalma. Más adatok szerint, az adagban levő 80% oxigénmennyiség, az oxigénfogyasztás némi növekedése esetén, kedvező eredményeket szolgáltat (7, 17).

A technikai szemponton kívül a takarékoságnak is nagy szerep jut e kérdésben. Az oxigéngyártásra felhasznált villamosenergia szükséglet hirtelen csökken az elegyben levő  $\text{O}_2$ -nek százalékos csökkenése esetén; például, a 98%-os oxigén termelése 0,5 kwatt-óra/ $\text{m}^3$ -t igényel, 45%-os oxigén termelésére pedig csupán 0,28 kw-óra/ $\text{m}^3$ -t kell ráfordítani. Minthogy a technikailag tiszta oxigén nagy ára költségessé teszi az égés intenzívebbé

<sup>18</sup> *Trinx M.*: Az oxigén kiterjedt használatának lehetőségei az angol vas- és fémiparban. Journal of the Iron and Steel Institute, 1947. 156. k. 285–295. o.

<sup>19</sup> *Mac-Donald E.*: Oxigén használat a martin-kemencében. Iron and Steel Engineer, 1948. 3. sz. 37–47. o.

<sup>20</sup> *Kopecky E.*: Oxigén az acélgyártásban. Iron Age, 1946. 158. k. 122. sz. 45. o., illetve Iron and Coal Trades Revue, 1946. 153. k. 4113. sz. 1196. o.

tétele céljára való felhasználását, tehát döntően fontos, hogy minél olcsóbb oxigén legyen előállítható, az oxigénnek a termelésben meghonosítása szempontjából (21).

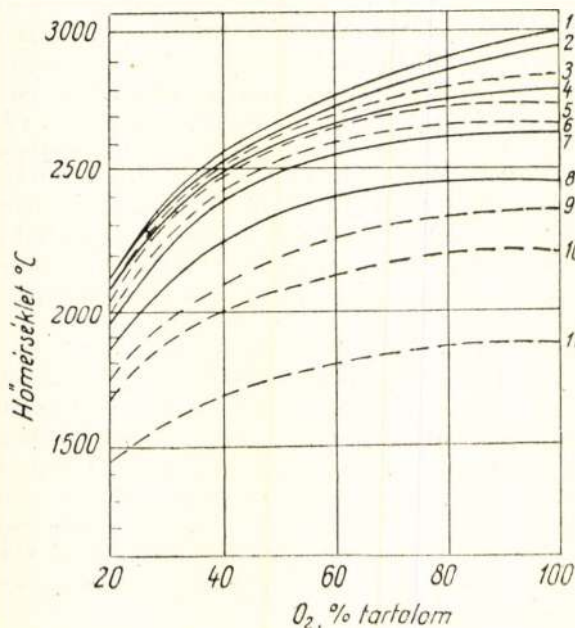
### A levegő oxigénnel végzett dúsításának hatása különböző tüzelőanyagok égési hőmérsékletére

Bármely tüzelőanyag elméleti égési hőmérséklete oxigénnel dúsított levegőben nagyobb a rendes körülmények közötti elméleti égés hőmérsékleténél.

Az égés elméleti hőmérsékleti képletéből

$$T_{\text{elm}} = \frac{Q_{\text{veg}} + Q_{\text{fiz}} - Q_{\text{boml}}}{J(\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 + \text{O}_2)}$$

az következik, hogy az elméleti hőmérséklet növelhető akár a számlálóban lévő  $Q_{\text{fiz}}$  növelésével, akár a nevezőben levő  $J$ , azaz azon távozó gázok hőtartalmának csökkentésével, amely gázokban 60–70% a nitrogéntartalom. Ha a pakura égését 30%-ig terjedő oxigénnel dúsítják, úgy a nitrogéntartalom hozzávetőleg 30–40%-ra csökken, ami megadja a magyarázatát az égési hőmérséklet elméleti növekedésének és az égési termékek térfogatesökkenésének. Az elméleti hőmérsékleti görbék, különféle fajtájú tüzelőanyagokra vonatkozólag, a 8. ábrán láthatók, melyeket a fenti képlet alapján számítottak ki.



8. ábra. Különféle tüzelőanyagok maximális égési hőmérséklete különböző oxigénfogyasztásnál: 1 koks, 2 antracit, 3 benzol, 4 kőszén, 5 nehéz folyékony tüzelőanyag, 6 kokszkemencégáz, 7 lignit (barnaszén), 8 fa, 9 generátorgáz (kőszénből), 10 generátorgáz (kokszból), 11 kohógáz.

Az elméleti hőmérséklet legfeltűnőbbben a levegő 40% oxigéntartalomig terjedő dúsítása intervallumában emelkedik, 40%-on túl terjedő dúsításnál azonban az emelkedés nem lesz oly

éles, a  $\text{CO}_2$  és  $\text{H}_2\text{O}$ -nak a nagy hőmérsékleten beálló felbomlása következtében.

A gyakorlat bebizonyította, hogy amikor az oxigénes dúsítás mértéke meghaladja a 30%-ot, olyankor az elméleti hőmérséklet igen lassan emelkedik az égési termékek bomlásának növekedése folytán, amit Marsh (8) munkája II. fejezetében, a 27%-os oxigénnel telített levegődúsításra vonatkozólag végzett kísérletei alapján részletesen kimutatótt.

A 4. táblázat ismerteti a 27 és 30% oxigént tartalmazó különféle levegődúsítás óránkénti oxigénfogyasztását.

4. táblázat

Óránkénti levegőfogyasztás m <sup>3</sup> -ben	Óránkénti oxigénfogyasztás m <sup>3</sup> -ben	
	27% O <sub>2</sub>	30% O <sub>2</sub>
10 000	600	900
15 000	900	1350
20 000	1200	1800
25 000	1500	2250
30 000	1800	2700

Az 5. táblázat összefoglalja a különböző tonnatartalmú martinkemencék termikus munkájának fokozására fordított tényleges óránkénti oxigénfogyasztás adatait. Ezek, kevés kivétellel, a fentebb ismertetett határok között mozognak.

Miként a 8. ábra mutatja, a levegőnek oxigénnel 30%-ig terjedő dúsításánál az égés hőmérséklete elméletileg, a tüzelőanyag fajtájától függően, 150–300° C-ig emelkedik. Ehelyütt figyelemmel kell lenni arra, hogy az elméleti hőmérsékletet a levegő előmelegítése nélkül számították ki és hogy nem vették figyelembe azt az esetet, amikor kohógázt használtak és hogy ez a hőmérséklet a Martin-eljárás részére megfelelő. Felmerült az a kérdés, hogy vajjon a nagy kalóriatartalmú tüzelőanyaggal és oxigénnel dolgozó kemencéknél szükséges-e a regenerátor.

### A tüzelőanyag befolyása az oxigén felhasználás hatásosságára a martinkemencében

Az oxigén használatát a termikus munka fokozására az U. S. A.-ban és Kanadában a folyékony tüzelőanyaggal dolgozó kemencéknél honosították meg.

Marsh (22) közöl folyékony és gáznemű tüzelőanyag mellett oxigéndúsítással végzett olvasztásokra vonatkozó adatokat, a különböző fajtájú tüzelőanyagok hatásának összehasonlítására. Az olvasztásokat a Betlehem Steel Co-gyár 135-tonnás kemencéiben végezték s az ezek során nyert adatokat a 6. táblázat tartalmazza.

A 6. táblázat azt mutatja, hogy ha a fűtőanyag gáznemű, úgy a termelékenység, a tüzelőanyagfogyasztás és a művelet intenzitása általában kisebb, mint a folyékony tüzelőanyaggal dol-

<sup>22</sup> Marsh J.: Martinkemencék munkája a levegő oxigénes dúsításánál. Metals Technology. A. I. M. I. 1948. 15. k. 5. sz. T. St. 2417, illetve A. I. M. I. Open-Heart Proceedings, 1948. 43–56. o.

5. táblázat

Az oxigén fúvókán keresztül történő használatának jelzőszámai

Kemenceszám	Kemence-tonna tartalom	Olvasztások száma	A betét jellege (nyersvas %)	O x i g é n			F ú t ő a n y a g			Termelékenység		
				fogyasztás		használati idő óra	fajta	fogyasztás		megtakarítás %	t/óra	Növekedés %
				m <sup>3</sup> /óra	m <sup>3</sup> /t			10°-kal	kg/t			
1		10	45 foly.	700	13,9		Pakura			15,2		
2		11	45 foly.	840	14,7		"			6,5		
3		10	65 foly.	700	10,3		"			2,7		
4		10	65 foly.	690	10,8		"			5,3		
5		4	Szilárd	250—500	4,2		"			18,7		
6		4	55 szil.	250—500	9,3		"			11,2		
7		7	30 foly.	250—620	10,3		"			6,8		
8		5	40 foly.	840—1680	21,4		"			17,0		
9	135	149	Folyék.		18,9		"	75,2		15,3		
10	135	31	"		17,1		Pakura és kevert gáz	74,5		13,2		
11	175	1	"	875	24,4		Pakura	0,74		21,9		
12	175	1	"	1344	24,6		"	0,99		20,7		
13	58	20	Szilárd	889	50,3	3,3	"	1,25		7,6	43	
14	115	4	51 szil.	472	21,9		"	1,2		11,7	29,0	
15	180	48	78 foly.	2650	13,6	2	"	1,1		16,5		
16	200	20	40 foly.	1440	25,4	3,5	"	0,576		20,8	38	
17	200	47	40 foly.	2010	15,7	3,75	"	1,15		12,6	20,8	
18	135		73-53 foly.		24,1		"		71,1	17,4		
19		10			30,8		"		132,4	6,9	17,0	
20		162			33,6		"		127,7	8,85	40,5	
21	132	6	59,8 foly.		22,2	2,3	"	75,8	75,8	16,2	18,2	
22	132		Folyék.		16,8		"				50,4	
23			Szilárd		33,6		"					
24	200				20-24		"					
25					14		"					
26					22,5		"					

6. táblázat

A folyékony és gáznemű tüzelőanyaggal működő, dúsított levegős 135 tonnás kemence adata

	Folyékony tüzelőanyag			Kevert gáz és folyékony tüzelőanyag		
	oxigénnel	oxigén nélkül	megtakarítási %	oxigénnel	oxigén nélkül	megtakarítási %
Az olvasztások száma .....	149	28	—	96	31	—
Vashulladék adagolás ideje, óra — perc ..	1—45	2—18	24	1—50	2—29	13
Az adagolás kezdetétől a nyersvas beöntésig terjedő idő, óra — perc .....	2—55	3—55	26	3—06	3—53	20
Időtartam a nyersvas beöntés kezdetétől az olvasztás végéig .....	6—32	7—05	12	7—35	8—28	10
Időtartam a berakástól a csapolásig, óra — perc .....	7—47	9—05	14	9—09	10—20	12
Adagsúly, tonna .....	134	138	—	136	133	—
Termelékenység, tonna/óra .....	15,3	13,6	13	13,2	11,4	16
Folyékony fűtőanyagfogyasztás, kg/t .....	72,2	82,1	8	52,8	66,6	—
Kevert gáz/egyenértékű a folyékony fűtőanyaggal, kg/tonna .....	—	—	—	37,8	29,7	—
Teljes fűtőanyagszükséglet, kg/t .....	75,2	82,1	8	90,1	96,3	7
Oxigénszükséglet, m <sup>3</sup> /tonna .....	18,9	—	—	17,1	—	—
Oxigénadagolás tartama, óra — perc ....	2—16	—	—	2—26	—	—

gozó kemencékben, és pedig mind a közönséges eljárásnál, mind a levegőnek oxigénnel történő dúsításánál.

A fentebb ismertetett adatok rámutatnak azokra a nagy nehézségekre, melyek felmerülnek a láng irányításánál, ha a gázzal fűtött kemencékben oxigént használnak fel. Marsh kísérletei alapján leszűrt adatok vezettek el a kombinált (pakura és gáz) tüzelőanyaghoz. Lehetséges, hogy

némileg más eredményt szolgáltatnak az egyfajta gázzal fűtött kemencék és az is lehetséges, hogy a gázfűtésű kemencékben különleges vizsgálatokat kell végezni az oxigén tényleges alkalmazási feltételeinek meghatározása céljából.

Brandt cikke tartalmazza a gázfűtéses martin-kemencékben az oxigén alkalmazás részleteit. Az oxigén az égőben keveredik a hideg nagykalóriájú gázzal. Ha a kemencéket kiskalóriájú (kevert,

generátor stb.) gázzal fűtik, az oxigént a gázos és levegős égőfejek között elhelyezett csövön vezetik be. Brandt közleményét követő későbbi kutatások azt igazolták, hogy jobb eredményeket értek el akkor, amikor a gázzal fűtött kemencékben oxigénhasználatnál Märtz-féle égőfejeket alkalmaztak, mert ezáltal a gáz gyorsabban keveredett a levegővel, a kiáramlásnál pedig csökkent a gázkeverék örvénylése.

A végzett számítások arra mutatnak, hogy 38%-ig terjedő dúsításnál némelyik kohógáz is megfelel.

A generátorgáz oly módon végzett dúsítása, hogy a generátoron minden 1 kg szénre 0,6 m<sup>3</sup> oxigént fúvatunk, 80%-ig növeli a generátorgáz fűtőképességét, miáltal lehetővé válik, hogy regenerátorok nélkül lehessen dolgozni (23).

### A martinkemencék termikus munkájának növelésére felhasznált fajlagos oxigénfogyasztás

A fajlagos oxigénfogyasztás megállapítása feltétlenül szükséges ahhoz, hogy az oxigéndúsítással működő martinkemencék termikus munkájának növekedését lemérhessük.

Amikor a levegő oxigénes dúsításának fent ismertetett legkedvezőbb foka 27–30%, gyakorlatilag megfelelő tüzelőanyagfogyasztás esetén, valamint ha az oxigént célszerűen adagolják, — a fajlagos oxigénfogyasztás, folyékony nyersvas és a betétben legalább 30% vashulladék jelenlétében, 10–20 m<sup>3</sup>/tonna, hideg betét esetén pedig 15–25 m<sup>3</sup>/tonna.

Az 5. táblázat ismerteti a kemence termikus munkájának fokozására szolgáló oxigénfelhasználás amerikai tapasztalati adatait. Ez a táblázat adatokat szolgáltat a fajlagos fogyasztásra, különböző tonnatartalmú kemencékre és különböző betétekre vonatkozólag. Kevés kivétellel, ezek megegyeznek a fentebb ismertetett mennyiségekkel. Megjegyzendő, hogy a tapasztalatok alapján az általános törekvés arra irányult, hogy mérsékeljék az oxigénfogyasztást az olvasztásnál és csökkentsék a fajlagos felhasználást. 1949–1950. években az oxigénfogyasztás, szemben az 1946–1947. évekkel, a 100–125-tonnás kemencékben majdnem felénnyire csökkent, éspedig 900–1200-ról 450–600 m<sup>3</sup>/óra-ra; a műszaki jellemzők eközben változatlanok maradtak (24).

### A martinkemence termikus munkájának fokozására használt oxigén hatása a technológiai folyamatokra

Amikor a levegőt oxigénnel dúsítják, a beolvasztás technológiai művelete, főként a martinkemencében, függ a betét beadagolás periódusában megállapított üzemi hőmérséklettől, valamint a betét beolvadásától. Ilyenkor a berakás és be-

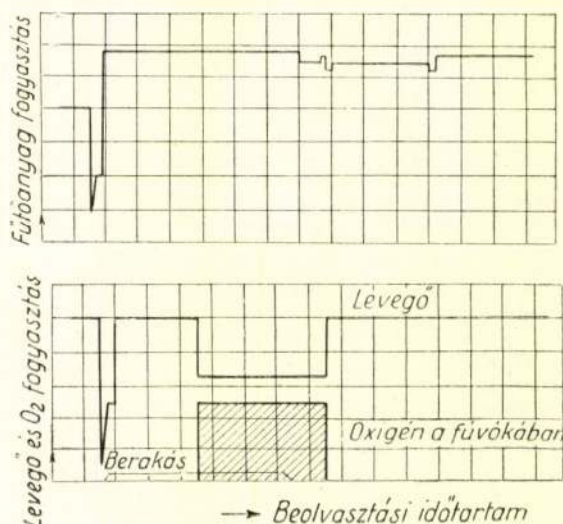
olvadás ideje igen megrövidül, ezért a fürdő összetételét és a betét oxidációjának változását figyelemmel kísérik. Ha egybevetjük ezeket a közönséges olvasztásokkal, úgy megállapíthatjuk, hogy a mutatószámok a kikészítés elején egyezők.

7. táblázat

	Oxigénnel		Oxigén nélkül
	1. sz. adag	2. sz. adag	3. sz. adag
Adagsúly, tonna . . . . .	179,1	178,9	175,9
A berakás ideje, óra, -perc	2—45	2—22	3—35
Melegítés ideje, óra, -perc	0—31	0—56	1—45
Olvasztás ideje, óra, -perc	3—32	2—32	2—30
Az egész hőtechnikai folyamat, óra, -perc . . .	6—48	5—50	7—50
A kemence termelékenysége, tonna/óra . . . . .	21,9	20,7	15,7
Oxigénfogyasztás, m <sup>3</sup> /óra	875	1475	—
Oxigénfogyasztás, m <sup>3</sup> /t .	24,4	24,6	—
Berakás ideje, óra, -perc .	4—50	3—10	—
Tüzelőanyag fogyasztás, 10 <sup>6</sup> kal/tonna . . . . .	0,74	0,97	1,1
FeO a salakban, % . . . . .	9,8	6,0	11,5

A 7. táblázatban szereplő adatok mutatják a levegővel, oxigéndúsítással és enélkül 175 tonnás kemencében 3—3 olvasztásnál kapott összehasonlító eredményeket. A betét 41–43% folyékony nyersvasat tartalmazott.

Ezek az adatok az olvasztási periódus jelentős időbeli megrövidülését mutatják. Technológiai szempontból az a legérdekesebb, hogy a salakban a vasoxidtartalom a beolvadáskor a legkevesebb.



9. ábra. A tüzelőanyag, oxigén és a levegő adagolásának grafikonja 195 tonnás kemencénél.

A berakási és beolvasztási periódus idejének csökkentése apasztja a beolvadáskor keletkező oxidok mennyiségét, a fürdő a beolvadáskor nagy karbontartalmú lesz és ez a betétösszetétel megváltoztatását teszi szükségessé (2, 10).

A frissítő érc mennyiség csökkentése, illetve teljes hiánya folytán módosul a salak mennyisége és összetétele, a mészsükséglet pedig jelentősen csökken. A nagy kemencehőmérséklet foly-

<sup>23</sup> Brandt I. O.: Oxigén használata a vas- és fémkohászatban. G. Society of Glace Technology, 1949. 33. k. 151. sz. 103—120. o.

<sup>24</sup> Stone G. D.: Oxigén az acélolvasztó kemencékben. Iron and Steel Engineer, 1949. 26. k. 8. sz. 56—57. o.

tán a salak rendszerint igen viszkózus, még olyankor is, ha erősebben bázikus. A fürdő kénfelvétele a tüzelőanyagból csökken, az időtartam lerövidülése és a nagy hőmérséklet következtében, melyet az  $S + O_2 = SO_2$  reakció okoz (2, 18, 24, 25, 26, 27).

A Betlehem Steel Co-gyár 9. ábrán látható olvasztási grafikonja ábrázolja a Martin-eljárást fúvókán keresztül oxigén hozzáadással, az oxigén-, tüzelőanyag-fogyasztást és a beolvadási időt magában foglaló adatokkal.

A művelet igen intenzíven folyt le. A 195 tonnás kemencében a beolvadás ideje oxigén használatával 7 óra 25 perc, az előirányzott 8 óra 20 perc helyett. Az oxigénadagolást az egész ócskavas mennyiség  $\frac{3}{4}$  részének berakása után kezdték meg, vagyis az mintegy 2 óráig tartott. A 69 tonna ócskavas berakása 1 órát vett igénybe. Noha a közölt adatok alapján nem állapítható meg a széntelenítési folyamat intenzitásának közvetlen függése, a beolvadás idejében, a fürdő hőmérsékletétől, mégis feltehető, hogy ilyen körülmények között nem fog nehézséget okozni a fürdő mésszel való átfővetése és hogy a hőmérséklet növekedést fel lehet használni az acélgyártás igen fontos vegyi folyamatainak irányítására (8).

#### A martinkemencék tartósságának alakulása oxigén használata esetén

Annak megállapítása, hogy az oxigén használata fúvókán keresztül miként befolyásolja a kemencék tartósságát, szükségessé teszi, hogy bővebb gyakorlati anyagot gyűjtsenek össze az oxigént használó kemencék működésére vonatkozólag. A mai napig azonban nem hoztak olyan adatokat nyilvánosságra, melyek egy és ugyanarra a kemencére és rendszeres oxigénhasználatra vonatkoznak. A gyakorlat az, hogy állandóan változtatják az oxigénes olvasztásokat a közönséges olvasztásokkal, illetve az oxigént sokféle módon fúvatják be (fúvókán át, a fürdő átfűvése útján, illetve mindkét módszer kombinálásával). Ennek folytán nem tudják megállapítani, hogy függ-e a kemence tartóssága attól, hogy az oxigén befűvását miként végzik el.

Amikor oxigént használnak a termikus munka fokozására, olyankor két tényező hat csökkentőleg a kemence tartósságára: a munkatér nagyobb hőmérséklete és a füstgázok nagy mennyiségű szuszpendált vasoxidtartalma.

A gyakorlati adatok azt mutatják, hogy ha a kemence felépítménye dinasz-téglából készült, úgy némileg csökken a boltozat és a tűzfejek tartóssága. A fő boltozatok tartósságának számadatai nagy ingadozásokat mutatnak. Marsh (8) közli, hogy a kísérlet előtt átépített, gyámfallal és

függesztett boltozattal ellátott 135 tonnás kemence 300 olvasztást bírt ki, amelyek közt oxigénes olvasztás 245 volt, és ezek közül 149 olvasztást folyékony tüzelőanyaggal, 96-ot pedig kombinált — gáz és pakura keverékes — tüzelőanyaggal végeztek. Az olvasztások során igen kevés intézkedést tettek, hogy ily módon megközelelték a szokásos termelési körülményeket. Sok, egymástól független közlés szerint, az oxigénnek fúvókán keresztül történő beadagolása nem okoz a kemence tartósságában semmiféle változást. Néhány üzem vizsgálata szerint, egyezően a Linde Air Products Co-gyár vizsgálatával, az oxigénes láng helyes szabályozása megóvjaa a kemence boltozatát a megrongálódástól. A kísérleti vizsgálatok kezdeti idejében azonban akadtak (26) a boltozat tartósságának csökkenését tartalmazó közlemények.

A kemence tartósságának fokozása céljából javasolják az óránkénti oxigénfogyasztás korlátozását. Az óránkénti oxigénfogyasztásnak 850—1150 m<sup>3</sup>/óráról 450—550 m<sup>3</sup>/óra-ra való lecsökkentése kezdetben megjavította a kemencék tartósságát.

Az újabb szerkezetű fúvókáknál úgy védekeznek a boltozat túlhevítése ellen, hogy a láng oxigénnel történő dúsításánál az oxigént a tüzelőanyagbefűvő nyílás alatt adagolják be.

Nagyobb nehézséget okoz azonban, hogy mi módon kell megvédeni a boltozatot és a tűzfejeket a füstgázok vasoxidtartalmától. Az ilyen füstgázképződés azonban lényegében összefügg az oxigénnek a fürdő széntelenítésére és különösen a vashulladék megolvasztására történő felhasználásával. Ez okból, ennek a tényezőnek a kemence ellenállóképességére gyakorolt hatását az oxigénnek egyéb módokon való felhasználásáról szóló eikben fogjuk vizsgálat tárgyává tenni.

#### A martinkemencék gazdasági mutatószámai a kemence hőkapacitásának fokozása esetén

##### A kemencék termelékenysége

A hőkapacitás növelése érdekében befűvatott oxigén azt eredményezi, hogy az adagtartam ideje lecsökken és az óránkénti teljesítmény növekedik.

A 8. táblázat összefoglalja mindazokat az adatokat, melyeket különféle üzemek a levegőnek oxigénnel végzett dúsítása során, 723 adagnál kaptak. Az óránkénti termelés valamennyi adagnál, összehasonlítva ugyanezen kemence oxigénbefűvátás nélkül készült adagjaival, kedvező körülmények között 30—40%-kal növekszik (28).

A vizsgálati adatok szerint, az átlageredmények azt mutatják, hogy hideg betéttel, vagy folyékony betéttel, de nagy hulladékszázalékkal, 25%-os termelésnövekedést értek el. Ugyanakkor csupán 10%-os termelésnövekedést értek el folyé-

<sup>25</sup> Oxigénhasználat a széntelenítésnél. Iron Age, 1947. 159. k. 22. sz. 66—67. o.

<sup>26</sup> Witney L. L.: Oxigénhasználat a hideg adagolásnál, A. I. M. I. Open-Heart Proceedings, 1948. 91—96. o.

<sup>27</sup> Reyer E. H.: Oxigénhasználat a széntelenítésnél és a hőmérséklet fokozásánál. J. for Metals, 1950. 188. k. 8. sz. 982—988. o.

<sup>28</sup> Oxigén felhasználása a martinkemencében. Blast Furnace and Steel Plant, 1947. 35. k. 8. sz. 949—956. o.; 9. sz. 1091. o.; 10. sz. 1224—1226. o.

8. táblázat

Martin-kemencékben oxigén felhasználásával végzett olvasztások adatainak összefoglalása

Mutatószámok	Üzem																		
	A	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	E	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>5</sub>	H
Adagsúly, tonna	58	198	420	206	207	203	157	182	179	178	82	179	90,7	166	113	114	118	214	210
Olvasztások száma	20	20	13	28	64	47	53	48	58	30	102	31	23	20	18	8	4	21	120
Átlagos betét összetétele, %																			
hulladék	60	60	60	60	60	60	61	22	35	22	32	22	40	53	51	32	49	60	58
folyékony és szilárd nyersvas	40	40	40	40	40	40	39	78	65	78	68	78	53	47	44	57	48	40	42
szil.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	5	11	4	—	—
érc	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P a k u r a																			
Tüzelőanyag	1,25	0,576	1,05	1,2	1,02	1,1	1,09	1,1	—	0,84	1,32 <sup>1</sup>	0,794 <sup>1</sup>	—	—	1,02	0,96	1,2	1,16	1,28
Hőfogyasztás oxigénadagolással 10 <sup>6</sup> kal/tonna	1,25	1,0	1,0	1,18	1,2	1,2	1,1	1,07	1,07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ugyanaz, oxigénadagolás nélkül 10 <sup>6</sup> kal/tonna	1015	1644	1663	1820	1772	1910	1995	—	—	—	—	—	1368	1770	1349	1415	1378	2461	2337
Fűtőanyagszükséglet az olvadási periódusban oxigén adagolással kg/óra	576	1187	1187	1292	1035	713	1492	—	—	—	2	2	1150	1565	1197	403	472	1370	596
Ugyanaz, oxigénadagolás nélkül kg/óra	889	1440	1580	753	50	3,6	3,2	2,0	2	—	—	—	2,7	3,4	2,6	3,6	5,5	4,0	4,4
Átlagos oxigénfogyasztás m <sup>3</sup> /óra	3,3	3,5	4,1	4,1	5,0	3,6	3,2	3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oxigénadagolási időtartam óra	2930	5050	6480	3040	5160	2570	4270	5300	5030	6150	5500	6850	1960	2300	1190	1450	2600	5500	2610
Egy adagra eső oxigénfogyasztás m <sup>3</sup>	0,79	0,79	0,354	0,376	0,525	0,34	0,59	—	—	—	—	—	0,47	0,348	0,309	0,256	0,310	0,506	0,230
A beolvadás idejére eső oxigénfogyasztás m <sup>3</sup> /kg tüzelőanyag	50,3	25,4	31,8	14,8	24,9	12,6	27,1	13,6	28	34,2	30,2	38,4	21,6	14,4	10,5	13,8	21,9	25,7	12,35
Fajlagos oxigénfogyasztás, m <sup>3</sup> /t öntecs.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oxigénfogyasztás a fúvókák fogyasztásán kívül, m <sup>3</sup>	8,2	9,6	11,9	14,9	11,37	12,95	10,4	—	1335	3750	2020	4140	7,2	9,1	8,7	7,4	10,1	13,7	14,7
Beolvadási idő oxigén adagolással, óra	11,8	13,2	13,22	15,22	13,35	15,55	13,4	12,0	12,0	8,95	12,0	9,18	8,7	11,0	11,5	9,9	13,0	15,2	15,4
Ugyanaz, oxigén nélkül, óra	31	27	10	8,8	26,9	16,7	22,0	8,0	5,32	25,4	0	23,5	17,3	17,3	24,2	25,3	22,3	9,9	4,5
Oxigénes olvaszt. időtartamcsökk., %	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hulladék berakás időtartama, óra	—	2,5	3,0	4,4	3,25	4,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Olvasztás tartama csapolástól csapolásig, óra	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
oxigén adagolással	9,1	11,2	13,9	15,57	13,75	14,62	12,0	—	—	—	—	—	—	10,6	9,2	—	—	15,3	16,1
oxigén nélkül	13,6	14,5	14,5	17,3	17,13	17,12	—	—	—	—	—	—	—	—	12,0	—	—	16,7	16,8
Átlagos kihozatal oxigén adagolásával, %	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ugyanaz, oxigén nélkül, %	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kemence átlagos termelése: oxigén adagolásával, t/óra	7,06	20,8	17,1	14,8	18,2	15,7	15,0	16,5	15,8	19,8	15,2	19,4	12,6	18,2	12,9	15,4	11,7	15,7	14,3
Ugyanaz, oxigén nélkül, t/óra	4,92	15,1	15,1	13,3	12,8	12,8	11,7	15,1	15,1	15,1	—	—	10,4	15,1	9,8	11,5	9,07	14,1	13,7
Termelékenység növekedés, %	43,7	38,0	13,8	11,0	41,5	22,2	28,7	8,9	4,2	30,8	—	—	20,8	20,3	31,7	33,8	29,0	10,9	4,6
Gazdaságossági tényező (oxigénfelhasználási együttható)	1,9	3,3	1,0	1,9	3,4	4,1	2,5	1,8	0,6	2,3	—	1,9	2,5	3,8	7,2	5,7	3,2	1,2	1,1

1 A berakás kezdetétől a csapolásig terjedő időhöz viszonyítva.  
 2 Az adagolási időtartam és az átlagos oxigénfogyasztás adatai hiányoznak.



kony betéttel vagy középterménnyel (nyersvas, félgyártmány) dolgozó kemencéknél (29).

A 8. táblázatban szerepel a „gazdaságossági tényező” tétel, amely mutatja az adagtartam időbeli csökkenését a berakástól a csapolásig oxigénbefúvatás esetében.

$$\text{Gazdaságossági tényező} = \frac{\text{olvasztási időcsökkenés \%} \cdot 100}{\text{fajlagos oxigénfogyasztás köbláb/tonna öntecs}}$$

Amerikai kutatók nézete szerint, ez a szám helyesebb fogalmat ad az oxigénnek a kemence termelékenységére gyakorolt hatásáról, mint csupán a beolvadási időtartamcsökkenés. A „gazdaságossági tényező” azonban olyan nagy mértékben változik, hogy az olvasztások összehasonlításánál mérőeszközüül nem szolgálhat (10, 11).

A levegő dúsítására szolgáló oxigén felhasználásával működő kemencék termelékenységének növelésére két tényező hat:

1. a szilárd betét berakásának gyorsasága,
2. a betétben lévő szilárd rész mennyisége.

Fentebb már megemlítettük, hogy a levegő dúsítására szolgáló oxigén felhasználása a hidegen történő berakásnál a leghatásosabb. Az oxigén adagolási módjáról szóló fejezetben megemlítettük, hogy a legcélszerűbb befúvatni az oxigént az  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ -rész ócskavas berakástól — hideg betét olvasztása esetén — a salakképződésig, illetve a folyékony nyersvas beöntéséig terjedő időben. A hideg betét gyors berakása azért szükséges, hogy az így jelentkező hőtübbetet gyorsan felvegye. Marshnak (8) a 9. táblázatban közölt adatai, például, mutatják a 135 tonnás kemence elég gyorsan történő berakását.

9. táblázat

A berakási idő 135 tonnás kemencénél

Olvasztások száma	Ócskavas mennyiség		Ócskavas berakás óra,—p.	Beolvadási idő óra,—p.	Teljesítmény tonna/ó.	Pakura kg/t.	Oxigén m <sup>3</sup> /t.
	tonna	%					
6	36,3	27	1—08	7—50	16,8	69,0	24,7
5	45,4	30	0—55	7—16	18,2	69,0	22,4
5	68,1	42	1—25	7—40	17,5	75,2	24,9

Minden kutató ügyel arra, hogy oxigén alkalmazásakor a berakás gyorsan történjék, mert a kis berakási sebesség rontja az oxigénnek és tüzelőanyagoknak a termelékenységre gyakorolt hatását és csökkenti a munkateljesítményt (30).

A 10. táblázat mutatja a kemencék teljesítőképességének növekedését a levegőnek 27% O<sub>2</sub>-ig menő dúsítása révén, szembeállítva a szokásos olvasztásokkal.

Nemely olvasztásnál, az oxigén beadagolással egyidejűleg a karbon kiegészése céljából, a fürdőbe ércet raktak. Az oxigén beadagolás időtartama

5—5 olvasztásnál átlagosan 2 óra 18 percig tartott. Amikor a levegőt 27%-kal dúsították, amit Marsh a legkedvezőbbnek tekint, a kemence óránkénti teljesítménye, összehasonlítva ugyanabban a kemencében végzett 11 közönséges olvasztás óránkénti teljesítményével, 50%-kal növekedett. A beolvadási idő 37,1%-ra csökkent. A berakási és beolvadási idő 2 óra 48 percre, azaz 34,2%-ára csökkent a szokásos időnek. Ez meggyőzően bizonyítja az oxigénhasználat fontosságát.

Marsh 57 kísérleti adag adatainak grafikus feldolgozása útján igazolta, hogy a dúsításnak ezt a fokát miért tekinti a leghatásosabbnak.

A 10. táblázat adatokat közöl, oxigén felhasználása esetén, a kemencék teljesítménynövekedésére, a tüzelőanyag termelékenységére és a megtakarításra vonatkozólag.

Eltelkintve olyan jelentős ingadozásoktól, melyekre vonatkozólag a gyakorlat még nem adott teljes magyarázatot, valamennyi adat megerősíti, az oxigén alkalmazása különféle módszerénél, a kemencék munkateljesítményének jelentékeny megnövekedését.

16 amerikai gyár nyersvas- és acél-ankétje alapján, mely 16 gyár nagy mennyiségben használ fel oxigént (figyelemmel a gyárak munkakörülményeire) 30%-os átlagos teljesítmény növekedést értek el, noha az oxigénadagolás közvetlenül csak 15% teljesítmény növekedést okozott. Ennek az ankétnek adatait ismerteti a 10. táblázat.

10. táblázat

A kemencék termelékenységének növekedése az oxigén kombinált módszerű alkalmazásánál

	A termelékenység növekedése %-ban
A fűtőanyag égésének fokozása következtében .....	15
A széntelenítés fokozása következtében ..	8
A tűzálló anyagok megjavítása következtében .....	5
A berakási mód javítása és a salak ellenőrzése következtében .....	2
Összesen .....	30

### Az oxigén felhasználás rentabilitása

A tüzelőanyag elégetésére szolgáló levegő dúsításánál felhasznált technikailag tiszta oxigén fajlagos fogyasztása 10—30 m<sup>3</sup>/tonna, sőt egyes vizsgálatoknál ennél még több. Az oxigén felhasználása a martinkemencékben, kicsiny költsége miatt, rentábilisnak mondható, ez azonban csak az oxigén helybeli termelése esetén, vagyis csupán akkor válik lehetségessé, ha egyúttal az oxigén előállítására szolgáló telep is működik a kohóüzemben.

Az U. S. A. egyes gyáraiban az 1947—1948. években tervezték és megkezdték naponkénti 2000 tonna oxigéngáz termelésére szolgáló hatalmas üzemek felépítését. Ilyen nagyarányú létesítménynek az a rendeltetése, hogy sok kohászati üzem oxigén szükségletét fedezze.

<sup>29</sup> Shlottmann G.: Az oxigén felhasználás gyakorlati kísérletei az acélgyártásban. Journal of the Iron and Steel Institute, 1947. 157. k. 3. sz. 331—336. o.

<sup>30</sup> Oxigén felhasználás a martinkemencében. Blast Furnace and Steel Plant, 1947. 35. k. 8. sz. 949—956. ; 10. sz. 1224—1226. o.

11. táblázat

A levegő 27%-ig terjedő dúsításának hatása 60% folyékony nyersvas betét esetén

Adagok sorszáma	Hideg	Meleg	Beolvadási idő óra,—p.	Folyékonyvas hozzáadás kg	Érc-	Bera-kástól esapo-lásig tartó idő óra,—p.	Csapo-lástól esapo-lásig tartó idő óra,—p.	Termelékenség		Tüzelő-anyag kg/tonna	Oxigén		Betét			
	berakás időtartama óra. — perc							A betét össz súlya tonna	Névléges idő tonna/óra		m <sup>3</sup> /tonna	Beadagolási idő óra/perc	Folyékony nyersvas %	Hideg nyersvas %	Hulladék %	Érc %
62050	0—35	1—40	4—40	—	2000	5—55	6—45			133						
62053	0—25	1—54	4—19	—	—	5—05	5—55	122	20,7	79,1	23,3	2—00	60,8	—	32,2	7,0
62055	1—25	2—30	4—40	—	3000	6—19	7—39	137	17,9	81,6	21,2	2—03	58,2	—	33,8	8,0
62058	0—59	2—92	6—22	25000	—	6—48	7—38	134	17,6	82,4	24,1	2—18	61,9	—	31,3	6,8
62060	1—07	2—47	7—05	12000	—	7—34	8—24	138	16,4	90,6	23,1	2—23	60,1	—	33,0	6,9
Átlag	0—55	2—14	5—25	—	—	6—21	7—16	132	18,2	82,5	22,2	2—18	59,8	—	33,0	7,2

A d a g o k o x i g é n n é l k ü l

11 adag	2—09	3—34	8—13	—	—	10-06	11-03	134	12,1	109,5	—	—	52,1	5,0	35,9	7,0
Különbs.	-1-14	-1-20	-2-48	—	—	-3-45	-3-47	—	6,1	-27,0	—	—	—	—	—	—
						-31,1%	-34,2%		50,4%	24,6%						

Az 1950—1951. évbéli adatok azt mutatják, hogy már használatba vették számos üzemben az oxigénes berendezéseket (31)

Közlik, hogy a Dresser Industries-cég Texasban naponkénti 175 tonna 90—95%-os oxigén termelésre alkalmas oxigéngyárat létesített.

<sup>31</sup> Madsen G. E.: A nyersvas-acélipar fejlődése az 1951. évben. Iron and Steel Engeneer, 1952. jan. 29. k. 1. sz. 103—138. o.

Az oxigén költségét olymódon számították ki, hogy figyelembe vették az oxigén kombinatív felhasználását és a tüzelőanyagszükségletnél mutatkozó megtakarítást. Ebből azt a következtetést kell levonni, hogy a folyékony, technikailag tiszta oxigén felhasználása az égés dúsítására, nem gazdaságos (32).

<sup>32</sup> Az oxigén felhasználásából származó előnyök az acélgártásban. Blast Furnace and Steel Plant, 1947. 35. k. 7. sz. 813—816. o.

## Bázikus tűzállóanyagok ásványtani számításai

CSER ARISZTID

### II. RÉSZ.

II. táblázat 4. pont

C<sub>2</sub>S számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont  
 C<sub>4</sub>AF „ „ „ II. „ 2. „  
 C<sub>2</sub>F „ „ „ II. „ 3. „  
 C<sub>3</sub>S „ „ „ II. „ 3. „  
 C<sub>2</sub>S% számítása f<sub>1</sub>% — f<sub>2</sub> = C<sub>2</sub>S%, de C<sub>2</sub>S-t az anyag nem tartalmaz, tehát C<sub>2</sub>S% = 0.

II. táblázat 5. pont

C<sub>2</sub>S számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont  
 C<sub>4</sub>AF „ „ „ II. „ 2. „  
 C<sub>2</sub>F „ „ „ II. „ 3. „  
 C<sub>3</sub>S „ CaO : C<sub>2</sub>S = b<sub>5</sub> : f<sub>1</sub>  

$$b_5 = \frac{CaO}{C_2S} \cdot f_1$$

CaO számítása  $b_1\% - (b_2 + b_3 + b_4 + b_5) = CaO\%$

III. táblázat 1. pont

C<sub>2</sub>S számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont  
 C<sub>4</sub>AF „ 4CaO : Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = b<sub>3</sub> : e<sub>1</sub>%  

$$b_3 = \frac{4CaO}{Fe_2O_3} \cdot e_1\%$$

$$Al_2O_3 : Fe_2O_3 = a_2 : e_1\%$$

$$d_2 = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3} \cdot e_1\%$$

$$b_3 + d_2 + e_1\% = C_4AF\%$$

CA számítása  $b_1\% - (b_2 + b_3) = b_4$

CaO : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = b<sub>4</sub> : d<sub>3</sub>

$$d_3 = \frac{Al_2O_3}{CaO} \cdot b_4$$

b<sub>4</sub> + d<sub>3</sub> = CA%

MA számítása  $d_1\% - (d_2 + d_3) = d_4$

MgO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = g<sub>1</sub> : d<sub>4</sub>

$$g_1 = \frac{MgO \cdot Al_2O_3}{Al_2O_3} \cdot d_4$$

g<sub>1</sub> = MA%

III. táblázat 2. pont

C<sub>2</sub>S számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont  
 C<sub>4</sub>AF „ „ „ III. „ 1. „  
 CA „ „ d<sub>3</sub> — d<sub>4</sub> = d<sub>5</sub>

CaO : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = b<sub>6</sub> : d<sub>5</sub>

$$b_6 = \frac{CaO}{Al_2O_3} \cdot d_5$$

d<sub>5</sub> + b<sub>6</sub> = CA%

C<sub>5</sub>A<sub>3</sub> számítása  $d_1\% - d_2 = d_3$   $b_1\% - (b_2 + b_3) = b_4$

$$\frac{5CaO x}{3Al_2O_3} + \frac{(d_3\% - x) CaO}{Al_2O_3} = b_4$$

rendezés után :

$$x = \frac{b_4 \cdot 3Al_2O_3 - a_3 \cdot 3CaO}{2CaO}$$

$$x = d_4$$

$$5CaO : 3Al_2O_3 = b_5 : d_3$$

$$b_5 = \frac{5CaO}{3Al_2O_3} \cdot d_4$$

$$b_5 + d_4 = C_5A_3\%$$

III. táblázat 3. pont

C<sub>2</sub>S számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont  
 C<sub>4</sub>AF „ „ „ III. „ 1. „  
 C<sub>3</sub>A „ „ „ d<sub>1</sub>% - d<sub>2</sub> = d<sub>3</sub>

$$5CaO : 3Al_2O_3 = b_4 : d_3$$

$$b_4 = \frac{5CaO}{3Al_2O_3} \cdot d_3$$

$$d_3 + b_4 = C_5A_3\%$$

III. táblázat 4. pont

C<sub>2</sub>S számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont  
 C<sub>4</sub>AF „ „ „ III. „ 1. „  
 C<sub>3</sub>A „ „ „ d<sub>1</sub>% - d<sub>2</sub> = d<sub>3</sub>

$$b_1\% - (b_2 + b_3) = b_4$$

$$\frac{3CaO}{Al_2O_3} + \frac{(d_3 - x) 5CaO}{3Al_2O_3} = b_4$$

rendezés után:

$$x = \frac{b_4 \cdot 3Al_2O_3 - d_3 \cdot 5CaO}{4CaO}$$

$$x = d_4$$

$$3CaO : Al_2O_3 = b_5 : d_4$$

$$b_5 = \frac{3CaO}{Al_2O_3} \cdot d_4$$

$$b_5 + d_4 = C_3A\%$$

C<sub>5</sub>A<sub>3</sub> számítása d<sub>3</sub> - d<sub>4</sub> = d<sub>5</sub>

$$5CaO : 3Al_2O_3 = b_6 : d_5$$

$$b_6 = \frac{5CaO}{3Al_2O_3} \cdot d_5$$

$$b_6 + d_5 = C_5A_3\%$$

III. táblázat 5. pont

C<sub>2</sub>S számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont  
 C<sub>4</sub>AF „ „ „ III. „ 1., „  
 C<sub>3</sub>A „ „ „ d<sub>1</sub>% - d<sub>2</sub> = d<sub>3</sub>

$$3CaO : Al_2O_3 = b_4 : d_3$$

$$b_4 = \frac{3CaO}{Al_2O_3} \cdot d_3$$

III. táblázat 6. pont

C<sub>2</sub>S számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont  
 C<sub>4</sub>AF „ „ „ III. „ 1. „  
 C<sub>3</sub>A „ „ „ III. „ 5. „  
 C<sub>3</sub>S „ „ „ b<sub>1</sub>% - (b<sub>2</sub> + b<sub>3</sub> + b<sub>4</sub>) = b<sub>5</sub>

$$CaO : C_2S = b_5 : f_2$$

$$f_2 = \frac{CaO}{C_2S} \cdot b_5$$

C<sub>2</sub>S számítása b<sub>5</sub> + f<sub>2</sub> = C<sub>2</sub>S%  
 f<sub>1</sub> + f<sub>2</sub> = C<sub>2</sub>S%

III. táblázat 7. pont

C<sub>2</sub>S számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont  
 C<sub>4</sub>AF „ „ „ III. „ 1. „  
 C<sub>3</sub>A „ „ „ III. „ 5. „  
 C<sub>3</sub>S „ „ „ III. „ 6. „  
 C<sub>2</sub>S% számítása f<sub>1</sub> - f<sub>2</sub> = C<sub>2</sub>S%, de C<sub>2</sub>S-t az anyag nem tartalmaz.

III. táblázat 8. pont

C<sub>2</sub>S számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont  
 C<sub>4</sub>AF „ „ „ III. „ 1. „  
 C<sub>3</sub>A „ „ „ III. „ 5. „  
 C<sub>3</sub>S „ „ „ II. „ 5. „  
 CaO számítása b<sub>1</sub>% - (b<sub>2</sub> + b<sub>3</sub> + b<sub>4</sub> + b<sub>5</sub>) = CaO%

Számítási példák

I. táblázat 1. pont

	Analízis súlya%	Mol. arány	CaO : SiO <sub>2</sub>
MgO .....	93,86	2,3278	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,18	0,001765	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,42	0,00263	
CaO .....	1,88	0,3352	0,658
SiO <sub>2</sub> .....	3,06	0,05095	

Ásványi összetétel

Keletkező vegyületek	CMS	M <sub>2</sub> S	MA	MF	MgO
Súlyszázalék .....	5,24	2,45	0,25	0,53	90,9

A CaO : SiO<sub>2</sub> aránya egynél kisebb, ezért monticellit (CMS) és forsterit keletkezik. Ezt a számítást a magneziteknel és a forsterit tűzállóanyagoknál használjuk fel.

CMS számítása MgO : CaO = c<sub>1</sub> : b<sub>1</sub>%  
 $c_1 = \frac{MgO}{CaO} \cdot b_1\% \quad b_1\% = 1,88\%$   
 $c_1 = 0,71897 \cdot 1,88 = 1,35\% \text{ MgO}$   
 SiO<sub>2</sub> : CaO = a<sub>2</sub> : b<sub>1</sub>%  
 $a_2 = \frac{SiO_2}{CaO} \cdot b_1\%$   
 $a_2 = 1,0709 \cdot 1,88 = 2,01\% \text{ SiO}_2$   
 1,88 + 1,35 + 2,01 = 5,23% CMS

M<sub>2</sub>S számítása a<sub>1</sub>% - a<sub>2</sub> = a<sub>3</sub>  
 3,06 - 2,01 = 1,05% SiO<sub>2</sub>  
 2MgO : SiO<sub>2</sub> = c<sub>2</sub> : a<sub>3</sub>  
 $c_2 = \frac{2MgO}{SiO_2} \cdot a_3$   
 $c_2 = 1,34265 \cdot 1,05 = 1,40\% \text{ MgO}$   
 1,05 + 1,40 = 2,45% M<sub>2</sub>S

MA számítása MgO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = g<sub>1</sub> : d<sub>1</sub>  
 $g_1 = \frac{MgO \cdot Al_2O_3}{Al_2O_3} \cdot d_1$   
 $g_1 = 1,3955 \cdot 0,18 = 0,25\% \text{ MA}$

MF számítása MgO · Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = h<sub>1</sub> : e<sub>1</sub>  
 $h_1 = \frac{MgO \cdot Fe_2O_3}{Fe_2O_3} \cdot e_1$   
 $h_1 = 1,2525 \cdot 0,42 = 0,53\% \text{ MF}$

I. táblázat 3. pont

	Analízis súlya%	Mol. arány	CaO : SiO <sub>2</sub>
MgO .....	84,10	2,0858	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,90	0,00883	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	9,90	0,06199	
CaO .....	2,80	0,049928	1,4279
SiO <sub>2</sub> .....	2,10	0,034965	

Ásványi összetétel

Keletkező vegyületek	C <sub>3</sub> MS <sub>2</sub>	CMS	MA	MF	MgO
Súlyszázalék	4,92	0,78	1,26	12,40	80,4

A CaO : SiO<sub>2</sub> aránya 1-nél nagyobb, de 1,5-nél kisebb, ezért az összes CaO és SiO<sub>2</sub> merwinitté (C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub>) és monticellitté (CMS) alakul.

C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub> számítása  $x = \frac{b_1\% \cdot 2SiO_2 - (a_1\% \cdot 2CaO)}{CaO}$

$$x = \frac{2,8 \cdot 120,12 - 2,1 \cdot 112,16}{56,08}$$

$x = a_2$   
 $a_2 = 1,7974\% SiO_2$   
 MgO : 2SiO<sub>2</sub> = c<sub>1</sub> : a<sub>2</sub>

$$c_1 = \frac{MgO}{2SiO_2} \cdot a_2$$

$c_1 = 0,33566 \cdot 1,7974 = 0,57\% MgO$   
 3CaO : 2SiO<sub>2</sub> = b<sub>2</sub> : a<sub>2</sub>

$$b_2 = \frac{3CaO}{2SiO_2} \cdot a_2$$

$b_2 = 1,4 \cdot 1,7974 = 2,52\% CaO$   
 $a_2 + b_2 + c_1 = C_3MS_2\%$   
**2,52 + 1,80 + 0,57 = 4,89% C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub>**

CMS számítása  $b_1\% - b_2 = b_3$   
 2,80 - 2,52 = 0,28  
 CaO : MgO = b<sub>3</sub> : c<sub>2</sub>

$$c_2 = \frac{MgO}{CaO} \cdot b_3$$

$c_2 = 0,71897 \cdot 0,28 = 0,20$   
 SiO<sub>2</sub> : CaO = a<sub>3</sub> : b<sub>3</sub>

$$a_3 = \frac{SiO_2}{CaO} \cdot b_3$$

$a_3 = 1,0709 \cdot 0,28 = 0,30$   
 $a_3 + b_3 + c_2 = CMS\%$   
**0,28 + 0,20 + 0,30 = 0,78**

MA számítása MgO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = g<sub>1</sub> : d<sub>1</sub>  
 $g_1 = \frac{MgO \cdot Al_2O_3}{Al_2O_3} \cdot d_1$

**g<sub>1</sub> = 1,3955 · 0,90 = 1,26% MA**

MF számítása MgO · Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = h<sub>1</sub> : e<sub>1</sub>  
 $h_1 = \frac{MgO \cdot Fe_2O_3}{Fe_2O_3} \cdot e_1$

**h<sub>1</sub> = 1,2525 · 9,90 = 12,40% MF**

I. táblázat 5. pont

	Analízis súly%	Mol. arány	CaO : SiO <sub>2</sub>
MgO	89,52	2,22	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,42	0,00412	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,40	0,02756	
CaO	2,78	0,04957	1,908
SiO <sub>2</sub>	1,56	0,02597	

Ásványi összetétel

Keletkező vegyületek	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> MS <sub>2</sub>	MA	MF	MgO
Súlyszázalék	3,6	0,8	0,6	5,5	88,1

A CaO : SiO<sub>2</sub> mol aránya kisebb, mint 2 és nagyobb, mint 1,5, a CaO és SiO<sub>2</sub>-ből dikalciumszilikát és a maradék SiO<sub>2</sub>-ből mervinit keletkezik (C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub>). Az alumíniumoxid és vasoxid a magnéziumoxiddal magnézia-spinelt és magnéziaferritet ad.

C<sub>2</sub>S számítása  $\frac{2CaO \cdot x}{SiO_2} + \frac{(a_1\% - x) 3CaO}{2SiO_2} = b_1\%$

rendezés után :

$$x = \frac{b_1\% 2SiO_2 - 3CaO a_1\%}{CaO}$$

$x = a_2$

$$a_2 = \frac{(2,78 \cdot 120,12) - (168,24 \cdot 1,56)}{56,08} =$$

$$= \frac{71,48}{56,08} = 1,274\% SiO_2$$

SiO<sub>2</sub> : C<sub>2</sub>S = a<sub>2</sub> : f<sub>1</sub>

$$f_1 = \frac{C_2S}{SiO_2} \cdot a_2$$

**f<sub>1</sub> = 1,27 · 2,8676 = 3,64% C<sub>2</sub>S**

C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub> számítása  $a_1\% - a_2 = a_3$

1,56 - 1,27 = 0,29% SiO<sub>2</sub>  
 3CaO : 2SiO<sub>2</sub> = b<sub>2</sub> : a<sub>3</sub>

$$b_2 = \frac{3CaO}{2SiO_2} \cdot a_3$$

$b_2 = 1,4 \cdot 0,29 = 0,41\% CaO$   
 MgO : 2SiO<sub>2</sub> = c<sub>1</sub> : a<sub>3</sub>

$$c_1 = \frac{MgO}{2SiO_2} \cdot a_3$$

0,33566 · 0,29 = 0,097% MgO  
 $a_3 + b_2 + c_1 = C_3MS_2\%$   
**0,41 + 0,29 + 0,1 = 0,80% C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub>**

MA számítása MgO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = g<sub>1</sub> : d<sub>1</sub>

$$g_1 = \frac{MgO \cdot Al_2O_3}{Al_2O_3} \cdot d_1$$

**g<sub>1</sub> = 1,3955 · 0,42 = 0,6% MA**

MF számítása MgO · Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = h<sub>1</sub> : e<sub>1</sub>

$$h_1 = \frac{MgO \cdot Fe_2O_3}{Fe_2O_3} \cdot e_1$$

**h<sub>1</sub> = 1,2525 · 4,40 = 5,50% MF**

(Folytatjuk)

# KOHÁSZATI

*lapok*

ALAPÍTOTTA PÉCH ANTAL 1868-BAN



**8.** SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

---

KOHÁSZATI LAPOK 8. (86.) ÉVFOLYAM 8. SZÁM 165—184 OLDAL BUDAPEST, 1953. AUGUSZTUS

# KOHÁSZATI LAPOK

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

Szerkesztőség: Budapest VI. Rudas László-u. 45 • Telefon: 129-696, 127-084

Венгерский Журнал Metallургии

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

Főszerkesztő: Komjáthy László • Felelős szerkesztő: Vajk Péter

Szerkesztőbizottság: Árkos Frigyes, Deniflée Sándor, dr. Dobos György,  
Felföldi Zoltán, dr. Gillemot László, Jakóby László, Kálmán Lajos, Varga Ferenc

Felelős kiadó: Solt Sándor

## Kohászati Lapok:

<i>Forbáth Róbert</i> : Mangániszap dúsítása generátorgáz egyidejű kén- telenítése mellett (II. rész) .....	165
<i>Jacunszkaja—Sztarovics</i> : Fizikai-kémiai folyamatok az oxigénnek a Martin-kemencébe bevezetésekor .....	168
<i>Cser Arisztid</i> : Bázikus tűzállóanyagok ásványtani számításai (III. rész) .....	176

## Öntöde:

<i>Chapó Elek</i> : Gázfázisú temperálás .....	165
<i>Dr. Biró Sándor</i> : Öntödei balesetelhárítás és egészségvédelem .....	170
<i>Hargitay—Lingsch</i> : Öntödei TMK szervezete és működése (II. rész) .....	174
<i>Lukácsfalvi Tibor</i> : Az öntöttvasvizsgálat mai helyzete .....	179
Szakosztályi élet .....	184

## Alumínium:

<i>Halmos György</i> : Az alumínium porkohászatának fejlődése (III. rész) .....	165
<i>Horváth—Wieder</i> : Az $Al_2O_3$ — $Na_2O$ — $H_2O$ -rendszer egyensúlyi dia- grammja .....	176
A Bányászati és Kohászati Egyesület 1953. június 23-i választmányi ülése .....	179
Egyesületi hírek .....	184

KIADJA A NEHÉZIPARI KÖNYV- ÉS FOLYÓIRATKIADÓ VÁLLALAT

Kiadóhivatal: Budapest V, Nagy Sándor-utca 6 • Telefon: 111-091  
Megjelenik havonta • Egyévi előfizetés: 36.—Ft. Egyes példányok ára: 4.—Ft.

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Nemzeti Bank 61.770

# KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA

VIII. évfolyam (LXXXVI)

8. szám

1953. augusztus 10

## Mangániszap dúsítása generátorgáz egyidejű kéntelenítése mellett

FORBÁTH RÓBERT

II. RÉSZ.

### V. Kísüzemi kísérletek

Az eljárás döntő részének, a generátorgáz kéntartalmának mangániszappal való elnyeletésének üzemi viszonyok közti megfigyelésére kísérleti üzemi készüléket állítottunk fel.

A készülék lényegében egy 1200 mm magasú és 600 mm  $\varnothing$ -jú henger, melynek felső végére még egy tölesérszerűen kiszélesedő feltétet hegesztettünk, hogy a gázsebesség csökkenésével a por visszahulljon. A készülék aljára szitaszövetre 3 cm-es rétegben 5 mm-es kavicsokból ágyat készítettünk a jobb gázelosztás kedvéért. A 0,3 mm-es szitán átmenő légszáraz mangániszapot felülről kettős gázzárú tolattyúval ellátott garatból adagoltuk a készülékbe, míg az elhasznált masszát a henger alján a szita felett elhelyezett kilökő szerkezettel töltük egy kettős záródású garatba. Így a készüléket gáznyomás alatt folyamatosan tudtuk működtetni.

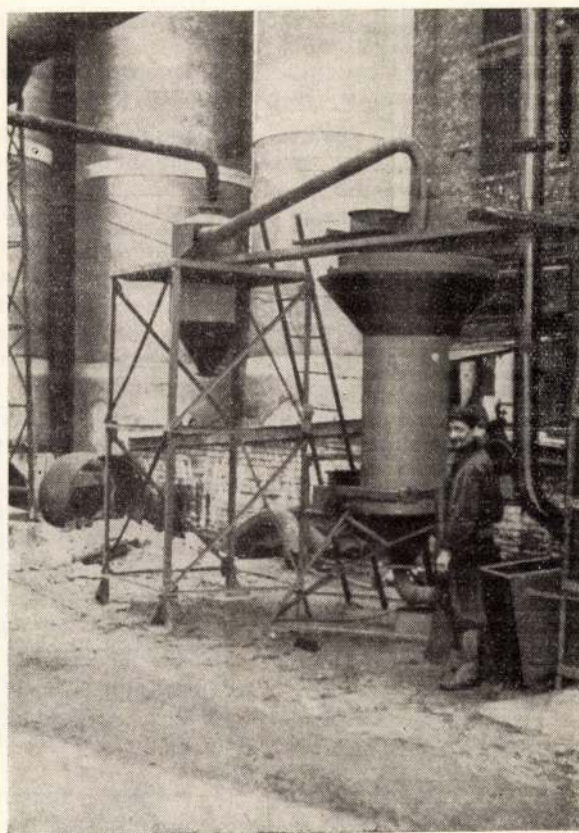
A nyersgázt kónikus csatlakozással vezettük a szita alá, míg a tisztított gázt egy porszűrőn és ciklonon keresztül kiveztettük és elégettük. A készüléken a különböző próbavételek számára mintavevő csapokat és furatokat helyeztünk el.

A berendezést a generátorgáztelephez közel szereltük fel és a gázt közvetlenül a fővezetékéből kaptuk. A gáz hőmérséklete a fővezetékben kb.  $60^\circ$ , a készülékben  $50^\circ$  volt. Mivel a kísérleti készülék és Theissen-mosó között csak 20 m távolság volt, ezért a gáz rendkívül nedves és kátrányos volt. A kátránytartalom egyrészének eltávolítására kis vízzáras kátrányleválasztót építettünk a csőelágazás és a készülék közé.

A gáz sebességét egy 97/150-es mérőperemmel és differenciálmánométerrel mértük. Üzem közben mértük a bemenő nyersgáz kéntartalmát, a kilépő tisztított gáz kéntartalmát és portartalmát, mind a készülék, mind a ciklon után.

A kísérletek során különböző gázsebességeknél vizsgáltuk a kéntelenítés mértékét, a porzást, a porréteg által okozott nyomásvesztéseget, az iszap kénfelvételt, a kátránytartalom befolyását és a folyamatos rendszer egész működését.

1. A kéntelenítés a kipróbált gázsebességi határok között (4–30 cm/sec) gyakorlatilag teljes volt és megfelelt a laboratóriumban nyert tapasztalatoknak.



8. ábra. A kísérleti készülék

2. A porzás	6 cm/sec	0,2 g/m <sup>3</sup>
	12 „	0,5 „
	30 „	6 „

Ez azt jelenti, hogy gyakorlatilag 10 cm/sec feletti gázsebességnél a porzás nagy, de kisebb gázsebességnél is a mangániszapban lévő igen

finom részek a gázáramba kerülnek és utólagos portalanítást tesznek szükségessé.

Az általunk használt ciklon erre a célra nem volt kielégítő és a lebegő pornak csak mintegy 40—50%-át tudta leválasztani.

3. A poroszlop által okozott nyomásvesztés a reakció előrehaladásával jelentősen megnőtt, mert egyrészt a gáz kátránytartalma a kavicságyban és a réteg alsó részében lerakódott, másrészt a massa kénfelvétel közben gumókat képezett, amiket azután az alsó részből el kellett távolítani.

A friss massa betöltésénél lényegében a porréteg vastagságával lineárisan csökkent a nyomás, ha a gázsebesség elérte a fluidizációhoz szükséges 5—6 cm/sec-ot. Ennél kisebb gázsebességnél, ahol tehát csak szivárgás volt, de fluidizáció még nem, a nyomásvesztés lényegesen kisebb. 3 cm/sec-os sebességnél 600 mm-es oszlopban a nyomás 200 mm-ről 150 mm-re csökkent, tehát kb. 25% volt.

6 cm/sec-os gázsebességnél a folyamat fluidizációhoz hasonlóan képzelhető el és ekkor a nyomásvesztés a poroszlop súlyával lineárisan nő.

Mivel a kénfelvétel által okozott gumóképződés megváltoztatja a massa jellegét, a mérések nem voltak jól keresztülvihetőek.

4. Az iszap által felvett kén mennyiségét az az idő határozta meg, amit a massa a készülékben töltött. A kilépő gáz teljes kéntelenítése miatt a felül beadagolt friss masszával azonos mennyiséget kellett alul kilöknöni és így a készülék rövidsége miatt az érintkezési idő nem volt elegendő a teljes telítődéshez. A kilökött masszában ezért 12—17% S-t találtunk. Az oszlop hosszának növelésével vagy több készülék beállításával kell az áthaladási időt növelni. Az oszlophossz növelése azonban a már említett nyomásvesztés miatt poralakú anyagnál nem gazdaságos. Ezért a IV/6. fejezetben ismertetett kísérletek alapján a durvább szitafrakciók használatára tértünk át.

A készüléket 1100 mm magasságban 0,3—3 mm-es szitafrakcióval töltöttük meg. A nyomásvesztés az első órákban 12 cm/sec gázsebességnél 110 mm vízszlopnomás volt. Porzás néhány perc után alig volt észlelhető, a kijövő gáz H<sub>2</sub>S-tartalma nulla volt. A 60°-os gáz nagy nedvességtartalma azonban 1 nap alatt az anyagoszlop egy részét fokozatosan eliszaposította és dugulást idézett elő, ezért a kísérlettel telítési vizsgálatot nem tudtunk végezni. Az oszlop alsó részéből kivett minta 18% S-t tartalmazott.

5. A kátránytartalom a vizsgált gázban 3 g/m<sup>3</sup> körül volt. Ez a reakcióra befolyással nem bírt, ellenben a massa alsó részében, valamint a készülék egyes pontjain lerakódott és eltömődéseket okozott. Folyamatos működés esetén ez a tény csak hosszabb idő után okoz zavarokat, mert az alsó réteg folyamatos eltávolításával a kátrányos részt is eltávolítjuk.

6. A készülékkel két szakaszban 20—20 000 m<sup>3</sup> gázt tisztítottunk meg. A kéntelenítés kifogástalan volt, mert a 12—13 g/m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>S-tartalmú nyersgáz a tisztítás után 0—0,2 g/m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>S-t tartalmazott.

A tapasztalatokból az elrendezésre vonatkozólag a következőket szűrtük le:

a) A finom por használata nem célszerű, mert csak kis oszlopmagasságot enged meg. Emellett nem érhető el, hogy a gáz ugyanabban a munkamenetben teljesen kéntelenedjék és ugyanakkor a massa is telítődjék. Az ehhez szükséges 3—4 m-es oszlopmagasság csak durvább (0,3—5 mm) szemcsenagysággal állítható elő. Ennek az elgondolásnak helyességét a kísérletek teljesen igazolták.

b) A helyes gázsebesség 10 cm/sec körül van. Ennek megfelelően a kéntelenítő reaktorokban 1000 m<sup>3</sup>/óra tisztítandó gázra 2,8 m<sup>2</sup> alapfelülettel kell számolni.

c) A gáz kátránytartalma a reakciót magát nem zavarja, de 2 g/m<sup>3</sup>-nél nagyobb kátránytartalom a készüléket idővel elszennyezi.

d) A gáz hőfoka alig befolyásolja a reakciót, de ha a mangániszap hőfoka lényegesen kisebb a gázénál, a reakciónál keletkező víz és a kondenzációs nedvesség eliszaposítja a masszát. Ez azonban csak akkor mutatkozott kellemetlenül, ha a gáz hőfoka 50°-nál nagyobb és vízgőzzel telített volt. Ezért a gázt a reaktorba lépése előtt 40° alá kell hűteni.

## VI. Következtetések összefoglalása

A laboratóriumi és kisüzemi kísérletekből alábbi általános következtetések vonhatók le:

1. A légszáraz mangániszappal a generátor-gázban lévő H<sub>2</sub>S-t teljesen meg lehet kötni és így gyakorlatilag kénmentes fűtőgázt lehet előállítani.

2. A tisztítás a gázban lévő H<sub>2</sub>S koncentrációjának széles skálájában egyaránt tökéletes.

3. Az iszap legkedvezőbb nedvességtartalma 6—10%. Gyakorlatilag legmegfelelőbb szemnagyság a 0,3—5,0 mm-es szitafrakció. A legkedvezőbb gázsebesség 5—15 cm/sec.

4. A kénmegkötés reakciója lényegében katalitikus és elemi kén keletkezik.

5. Az iszap gazdaságosan 25—30% S-tartalomig telíthető. Ha tehát a gázban 10 g/m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>S van, úgy 1 kg légszáraz mangániszap 40—50 m<sup>3</sup> gázt tisztít meg. Ilyen kénmentes gáz esetében napi 1 000 000 m<sup>3</sup> gáz megtisztításához 20 tonna légszáraz iszap szükséges.

6. A felhasznált iszap Mn-tartalmának 90%-a nyerhető ki vízoldható MnSO<sub>4</sub> alakjában. A feleslegben keletkező SO<sub>2</sub> felhasználásával további nyersiszapmennyiségek dolgozhatók fel.

7. A keletkező MnSO<sub>4</sub> igen tiszta és mind elektrolitikus fémnyerésre, mind Mn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> és azt követő aluminotermikus eljárással fém-Mn nyérésére alkalmas.

8. Ha a feleslegben keletkező SO<sub>2</sub>-t nem kívánjuk további nyersiszap oldására felhasználni, úgy az kénsavgyártásra fordítható.

9. Az eljárás hulladék-terméke a kilúgzott Mn-iszap. Ennek értékesítését még nem dolgoztuk ki. Vastartalma (kb. 20%) miatt Krupp—Renn-eljárással való feldolgozásra tekintetbe jöhet



Plasztikus tulajdonságai és alacsony zsugorodási pontja alapján téglagyártáshoz és kerámikus készítményekhez felhasználható.

10. Az egész eljárás során vegyszert nem használunk fel, hanem terhes hulladéktermékből állítunk elő nagyértékű anyagokat.

## VII. Technológiai folyamat

A kísérletek alapján üzemterv készült. Az üzem célja egyrészt tiszta fémmangán előállítása, másrészt a generátorgáz kéntelenítése során szerzett üzemi tapasztalatok gyűjtése egy később létesítendő nagyméretű telep számára.

Az üzem számára kidolgozott technológiai folyamatot röviden közöljük:

### A) Urkuti mangániszap feldolgoása

1. Az iszaptóban lévő urkuti mangániszap nedvességtartalma 40–50%, felszedés után kb. 30%. Kiszáritása forgó csőszáritóban történik, befűjtatott kb. 100°-os levegő segítségével. A mangániszap rátapadását a csőfalra láncokkal és kaparóval akadályozzuk meg. A száritott termék víztartalma 6–10% legyen.

2. A száritóból kihulló terméket 0,3–5 mm-es sziták között átengedjük. Az 5 mm-nél durvább részt hengeres törőn 5 mm-re törjük, majd ebből is a 0,3 mm-nél finomabb frakciót kiszitáljuk. A 0,3 mm-nél finomabb részt (kb. 10%) visszaadjuk a nedves nyersiszapba és evvel együtt újból száritjuk.

3. A 0,3–5 mm-es iszapot a reaktorokba töltjük. A reaktorokban a mangániszap kéntartalmú generátorgázzal érintkezik. Eközben megköti a gáz kénhidrogéntartalmát és gáztisztító anyagként szerepel. A kéntelenített generátorgázt az esetlegesen magával ragadott portól ciklon segítségével megtisztítjuk és felhasználási helyére vezetjük.

A mangániszap és generátorgáz  $H_2S$ -tartalma reakciójának legkedvezőbb feltételei: a gáz hőfoka 30–50° között, nyomás kb. 400 mm v. o., kátránytartalom 3 g/m<sup>3</sup> alatt legyen. Gázsebesség (üres reaktorra vonatkoztatva) 60–120 mm/sec. Az iszap nedvességtartalma, különösen az érintkezés első időszakában 8–10% legyen.

A mangániszap kb. 30% ként köt meg, tehát olyan gázból, melynek  $H_2S$ -tartalma 15 g/l, 1 kg száraz iszap 30 m<sup>3</sup>-t tisztít meg, illetve 1 kg iszap feldolgozására 20–30 m<sup>3</sup> generátorgáz átbocsátására van szükség.

A kénabszorbiót folytonos üzemben végezzük, a reaktorokban az említett darabnagyságú iszap lassan felülről lefelé vonul, míg a gáz alulról felfelé áramlik. A friss iszap betöltése és telített iszap kihordása kettős gázzáró zsillippel történik.

4. A reaktorból kihordott kénnel telített iszapot kalapácsos malomban 0,5 mm-nél kisebb szemnagyságra őröljük a jó pörköltetés miatt.

5. Az őrölt kénes iszapot forgókemencében oxidáló pörkölésnek vetjük alá. Ekkor a mangán legnagyobb részét vízzeloldható mangánszulfáttá alakul át. A feleslegben lévő kén kéndioxidá, kis részben kéntrioxidá é g el.

6. A pörkölőkemencéből kijövő anyagot lúgzóedényben háromszoros mennyiségű vízzel hidegen kilúgozzuk. A kemencéből fejlődő  $SO_2$ -gázt a lúgzóedénybe nyomjuk és annyi nyers mangániszapot adagolunk, hogy annak Mn-tartalma az  $SO_2$ -höz 1 : 2,5 arányban legyen.

7. A lúgzás alatt némi vas is oldódik. Ennek eltávolítására a kilúgzott zagyot egy másik kádba eresztjük, ott további friss nyersiszap hozzáadásával félóránig főzzük. Ilyenkor a keletkezett ditionátok elbomlanak, egyúttal az oldatba ment vas kicsapódik és újabb mangán megy oldatba.

8. Az előző edényből nyert zagyot szűrőcentrifugába eresztjük és az oldatot elválasztjuk a kilúgzott meddőtől. A meddő iszapot hányóra hordjuk, feldolgozására későbbiekben adunk javaslatot.

9. A centrifugából nyert tiszta szüredék közel vegytiszta mangánszulfát oldat, koncentrációja kb. 15%-os. Feldolgozása történhet elektrolízissel, az irodalomból ismert módszer szerint. Ennek nehézségeit figyelembevéve a közbenső oxidelőállítást dolgoztuk ki részletesen.

A centrifugából nyert kb. 15%  $MnSO_4$ -tartalmú oldatot a lúgzáshoz visszavezetjük mindaddig, míg az közel telítetté válik. A telített oldatot nyitott kristályosító edényben bepároljuk és a kivált  $MnSO_4 \cdot H_2O$  kristályokat az anyalúgtól elválasztjuk. Másik lehetőség az oldat teljes bepárlása hengeres száritókon.

10. A  $MnSO_4 \cdot H_2O$  kristályokat forgókemencében 1100–1200°-on elbontjuk,  $Mn_3O_4$  és  $SO_2$  keletkezik.

11. A keletkező  $SO_2$ -t kénsavgyártásra használhatjuk fel. Adott esetben az  $SO_2$  úgy is értékesíthető, hogy körfolyamatban további nyersiszap feltárására használjuk, amit az ismertett lúgzóedényben hajthatunk végre.

12. A keletkezett  $Mn_3O_4$ -ból alumínótermikus redukcióval nagy tisztaságú fémmangán nyerhető. Igen tiszta Al-Mn segédötvetet gazdaságosan közvetlenül is készíthető, ha alumínium-elektrolizáló kádba timföld mellett  $Mn_3O_4$ -t is adagolunk.

### B) Egervidéki érc feldolgoása

Urkuti mangániszap helyett a jelenleg bányászati kutatás alatti egervidéki mangánérc is feldolgozható. Ennél az ércnél következő eltéréseket kell figyelembe venni az A) pontban közöltekhöz:

1. Az érc bányanedves állapotban is szilárd. Száritása csak túlzott nedvességtartalom esetén szükséges. A megengedett legnagyobb nedvességtartalom: 15%  $H_2O$ .

2. Az egervidéki érc valamivel aktívabb az urkuti iszapnál és általában 10%-kal több kénes gázt képes megtisztítani, illetve teljes telítéséhez 10%-kal több gáz átbocsátása szükséges.

3. A telítés és pörkölés azonos. A lúgzásnál azonban a feleslegben keletkező  $SO_2$  lekötéséhez szükséges nyersiszapot külön kell előállítani egy keverőkádban.

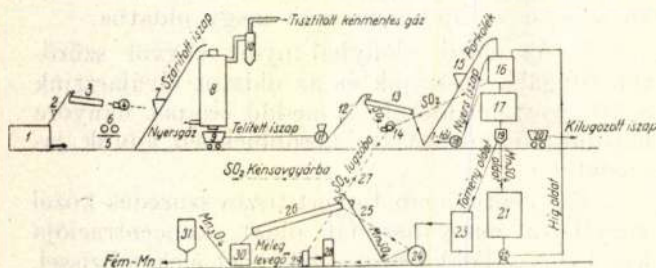
4. A vastalanítás céljára az egri nyersérc kis  $MnO$ -tartalma miatt nem alkalmas. Az A. 7. alatt leírt tisztító főzést urkuti nyersiszappal vagy

külön e célra elkészített, redukálva pörkölt Mn-erccel célszerű elvégezni.

5. Az egri érc nagyobb  $\text{CaCO}_3$ -tartalma (3—5%) miatt gipsz keletkezik, ami némi kénvesztéssel jár. A szűrésnél a centrifugába való töltés előtt a zagyot teljesen le kell hűteni, hogy a gipsz legnagyobb részét a meddőben maradjon.

6. Az egyéb folyamatok, valamint a kihozatal azonosak az urkuti iszapnál leírtakkal.

Az eljárás törzsfáját a 9. ábra mutatja.



9. ábra.

Az eljárás törzsfája

- |                            |                                     |
|----------------------------|-------------------------------------|
| 1. Iszaptároló medence     | 16. Lúgzó kád                       |
| 2. Elevátor                | 17. Tisztító kád                    |
| 3. Szárító csökemence      | 18. Iszapszivattyú                  |
| 4. Meleg levegő ventilátor | 19. Szűrőcentrifuga                 |
| 5. Szita                   | 20. Kihordó csille                  |
| 6. Hengeres törő           | 21. Lúgtartályok                    |
| 7. Ferde elevátor          | 22. Folyadékszivattyú               |
| 8. Reaktor                 | 23. Lúgtartály                      |
| 9. Kihordó csille          | 24. Bepárló v. kristályosító        |
| 10. Porleválasztó ciklon   | 25. Kanalas elevátor                |
| 11. Kalapácsos malom       | 26. Kalcináló csökemence            |
| 12. Kanalas elevátor       | 27. $\text{SO}_2$ elosztó           |
| 13. Pörkölő kemence        | 28. Gőzkazán                        |
| 14. Gázszivattyú           | 29. Hőcserélő                       |
| 15. Felvonó                | 30. $\text{Mn}_2\text{O}_3$ -tároló |
|                            | 31. Alumínotermitikus kemence       |

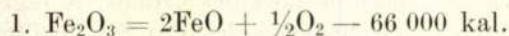
## Fizikai-kémiai folyamatok az oxigénnek a Martin-kemencébe bevezetésekor

Részlet a szerzők „Применение Кислорода в Мартеновской Производстве“ című művéből (Metallurgizdat, 1952.).

Irta: O. J. JACUNSKAJA és M. N. SZTAROVICS.

Fordította Vajk Árpád, ellenőrizte Csomós Zoltán és Visnyovszky László

A Martin-eljárás kémiai reakciói, gáznemű oxigénnek a fürdőbe való beadagolása esetén, eltérnek a közönséges Martin-eljárás reakcióitól. A közönséges eljárásnál az oxigén két forrásból jut a fürdőbe: a kemence tüzelőanyagaiból és a fürdőbe adagolt vasérből. A folyékony fürdő vasa és karbonja a frissítőérc oxigénjével az alábbi reakciók szerint egyesül:



**Megjegyzés:** A reakció hőhatásának számítása, ferrooxid alakjában (FeO), oxidálás céljából a vashoz adagolt 1 kg-mól oxigénnel történik.

2. A FeO diffúziója a salakból és feloldása az acélban  $2 \text{FeO}_{\text{salak}} \rightarrow 2 \text{FeO}_{\text{acél}} - 48\,000 \text{ kal.}$

Az elvégzett munka nem meríti ki a szegény mangánérc és melléktermékként keletkező fémvegyületek reakciói érdekes jelenségeinek minden lehetőségét. Az eddigi eredmények azonban lehetővé teszik ezeknek a hulladékoknak teljesen új utakon való gazdaságos értékesítését.

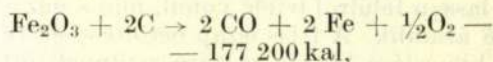
Végezetül köszönetet mondok munkatársaimnak: dr. Mázor László intézeti tanárnak, aki az elvi tételek kialakításában és a kísérleti munkában jelentős segítséget nyújtott; dr. Popp Katalinnak és Bálint Gyulának, a kísérletek elvégzésében nyújtott odaadó munkáért; a Rákosi Mátyás Művek vezetőségének és dolgozóinak, akik az üzemi kísérletek elvégzését lehetővé tették.

### IRODALMI FORRÁSOK

1. Dr. Tarján Gusztáv: Urkuti mangánérc iszapjának dúsítása hidrociklonnal. Bányászati Lapok 1952. II.
2. Zapfe: Szilíciumos mangánércék lúgzása Bradley-eljárással. Eng. and Min. J. 1929. 127—128. és DRP 602281.
3. Kakabadze V. M.: Mangániszapok és ércék kéndioxidos feldolgozása. Zsurnal Prikladnoj Kimii, 1951. 3.
4. Vedenski: Az  $\text{SO}_2$ -vel való eljárás Mn-ércék feldolgozására. Eng. and Min. J. 1946. 8.
5. DRP 700153.
6. Kalbach: Fluidizáció kémiai reakcióknál. Chem. Eng. 1947. I.
7. Leva, Grummer, Weintraub: Bevezetés a fluidizációba. Chem. Eng. Progress, 1948. VII.
8. Fluidizációs Szimpózium: Ind. Eng. Chem. 1948. VI.
9. Ketzlach: Mangán-só oldatok tisztítása. Min. Eng. 1900. III.
10. Plakszin és Juchtanov: Hidrometallurgia. Moszkva, 1949.
11. Mangánérc nyerése szegény ércékből. Iron Age, 1950. I.
12. Agladze: R. I. Elektrolitikus mangánelőállítás technológiája. Izvestija Ak. Nauk, Sz.Sz.Sz.R. 1942. 1—2.
13. Springer R.: Elektrolitikus mangánleválasztás. Leipzig, 1951.

3. Az acél karbontartalmának oxidációja ferrooxidral  $2 \text{FeO} + 2\text{C} \rightarrow 2 \text{CO} + 2 \text{Fe} - 63\,200 \text{ kal.}$

Az egyenleteket összevonva, látjuk, hogy



az egészen endotermikus, sok hőt fogyaszt.

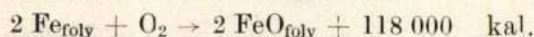
A fürdő reakciói sebességének vizsgálatainál azt állapították meg, hogy az az időtartam, amely alatt a FeO a salakból a fürdőbe áramlik, határozza meg a reakció általános sebességét, de ez számos fizikai tényezőtől, a hőmérséklettől, a viszkozitástól, a salak összetételétől stb.-től függ.

Amikor az oxigént közvetlenül adagolják a folyékony fürdőbe, elmaradnak az érceredukálás reakciói és a ferrooxidnak a salakból az acélba való diffúziója. Az oxigénnek fürdőbe való adagolása-kor a fürdőben hirtelen megkezdődnek a vas, karbon, mangán stb. oxidációs reakciói, miközben nincs szükség hőre sem a vasérc redukációjához, sem a ferrooxidnak a fürdőbe való diffúziójához. Ebből következik, hogy az oxidációs reakcióknak lassúbbaknak kell lenniük érceelő eljárásnál, mint a közvetlen oxidálásnál. A karbon közvetlen oxidációjánál a reakciók a karbon és oxigén között közvetlenül lefolyhatnak, FeO nélkül. Ugyanakkor van olyan vélemény is, hogy a karbonnak közvetlenül oxigénnel történő reakciója csak akkor megy végbe, ha az acélban a karbonkoncentráció jelentékeny (1, 2).

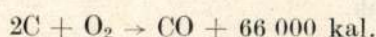
A karbon oxidációja közvetlenül elemi oxigénnel exotermikus:  $2C + O_2 \rightarrow 2CO + 66\ 000$  kal  $1600^\circ C$ -nál.

A karbon oxigénnel való oxidációjánál az összevont reakció endotermikussá válik, amint ez az alábbi két  $1600^\circ C$ -on lejátszódó részreakcióból kitűnik.

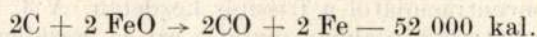
1. Vas oxidációja oxigénnel:



2. Szén oxidációja oxigénnel:



A karbon oxigénnel való oxidációjának összevont reakcióját úgy kapjuk meg, ha levonjuk az első egyenletet a másodikból:



Az első táblázatban láthatók a folyékony fürdőbe befúvatott oxigénnel és ferrooxiddal végbemenő reakciók oxidációs hői (3, 4).

1. táblázat

A fürdőben lévő elemek (vasérc oxigénjével és gáznemű oxigénnel történő) oxidációs reakcióhői.

Reakció	A fürdőbe adagolt 1 kg-mól oxigén reakcióhője kal/kg-ban	
	gáznemű oxigénnel	vasércel
$2C + O_2 \rightarrow 2CO$ .....	+ 66 000	—
$2Mn + O_2 \rightarrow 2MnO$ .....	+ 172 000	—
$Si + O_2 \rightarrow SiO_2$ .....	+ 187 000	—
$2Fe_{foly} + O_2 \rightarrow 2FeO_{foly}$ ...	+ 118 000	— 114 000
$2C + 2FeO \rightarrow 2CO + 2Fe$ .	— 52 000	— 166 000
$2Mn + 2FeO \rightarrow 2MnO + 2Fe$ +	+ 54 000	— 60 000
$Si + 2FeO \rightarrow SiO_2 + Fe$ .	+ 69 000	— 45 000

<sup>1</sup> Mozgovoj N. I.: Szabad oxigén felhasználása az acélgégyártásban. „Kiszlarod“ gyűjtemény, M-L, 1934. 2. kiadás, 194—227. oldal.

<sup>2</sup> Mac-Donald E.: Az oxigén felhasználása az acélgégyártásban. Iron and Steel Engineer, 1948. 3. sz., 37—47. oldal.

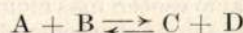
<sup>3</sup> A reakcióhők értékeit az „Osznovoj martenovszkij processz“ című gyűjteményből vettük.

<sup>4</sup> A bázikus Martin-eljárás, gyűjtemény. Metallurgizdat, 1947.

### A fürdő reakcióinak fokozása direkt oxidációval

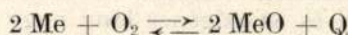
A vegyi reakciók intenzitása a reakcióba lépő anyagok koncentrációjától függ, a tömeghatás törvénye és a szabad energiák változásának elve alapján.

A tömeghatás törvénye értelmében a reakció irányát az egyenlet jobb- és baloldali reakciósebességeinek egymáshoz való viszonya határozza meg:

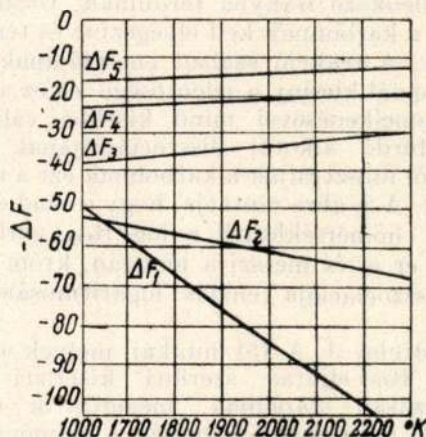


Ha a  $v_{AB}$  reakciósebesség nagyobb, mint a  $v_{CD}$  reakciósebesség, akkor a reakció balról-jobbra folyik le, ha pedig  $v_{AB}$  kisebb  $v_{CD}$ -nél, — akkor jobbról balfelé. Minthogy a reakciósebességek arányosak a reakcióba lépő koncentrációkkal,  $v_{AB} = K_1 AB$  és  $v_{DC} = K_2 CD$ , tehát a koncentrációváltozás az egyenlet egyik oldalán megváltoztatja a reakció eredményét, illetve a reakciósebességet.

Oxigénnek közvetlenül a fürdőbe fúvásánál a fürdő alkotóinak oxidációs sebességei feltűnően megnövekednek a reakcióban résztvevő oxigén koncentrációnövekedése következtében:

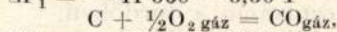


Ehhez járul még a fürdő keveredése a beadagolt oxigén és a széndioxid buborékok hatására, utóbbiak a fürdő karbontartalmának erőteljes oxidációja következtében jönnek létre.

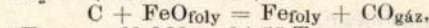


1. ábra. Az oxidáció szabad energiájának változása oxigén, illetőleg ferrooxid használata esetén:

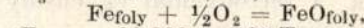
$$\Delta F_1 = -41\ 560 - 5,50 T$$



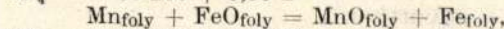
$$\Delta F_2 = +20\ 400 - 20,05 T$$



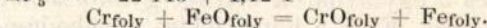
$$\Delta F_3 = -61\ 960 + 14,55 T$$



$$\Delta F_4 = -30\ 200 + 5,35 T$$



$$\Delta F_5 = -22\ 145 + 4,12 T$$



Az 1. ábrán a fürdő alapreakciói szabad energiájának változása látható. A hőmérséklet emelkedésével különösen meggyorsul a karbon oxidációja. Ezenkívül a karbon oxidációjának —  $\Delta F$  abszolút értéke jelentékenyen meghaladja a vas, mangán, króm oxidációjának —  $\Delta F$  értékét, ami a direkt oxidációnál a karbon oxidá-

ciójának előnyös növekedését mutatja. A fürdő reakcióinak ilyen lefolyása technológiai szempontból is figyelemreméltó, mégpedig: a direkt oxidáció esetén lehetővé válik, hogy felhasználják a szén oxidációjának meggyorsulását dezoxidálásra, azaz hogy úgy irányítsák a frissítést, hogy a fürdő önmagát dezoxidálja. Ebben az esetben kevesebb dezoxidáló ferroötvetzetre van szükség, mivel a fürdő oxigéntartalma kisebb lesz.

Direkt oxidáció esetén más elemek — mangán, króm, vas — oxidációs sebességének szintén növekednie kell, összehasonlítva a közönséges eljárás ugyanilyen reakciósebességeivel a tömeghatás törvénye értelmében, mivel az oxidáció közös képletében

$Me + O \rightarrow MeO$ , illetve  $Me + FeO \rightarrow MeO + Fe$  a baloldalon az oxigénnek a fürdőbe adagolása során folyton nő az elemi oxigénkoncentráció, illetve a ferrooxid, ha feltesszük, hogy ugyanetörvény szerint kezdetben a vas oxidációja megy végbe és később a ferrooxid segítségével történik a kísérőelemek oxidálása. Egyidejűleg, amint fentebb megállapítottuk, a Martinkemencében az exotermikus reakciók túlsúlya a direkt oxidációs feltételeknél, és az oxigénes láng nagy hőmérséklete bizonyítja a hőmérsékleti tényezők leghatásosabb befolyását a reakció irányításánál és folyamatosságánál. Ez világosan kifejezést nyert a mangán és króm oxidálásánál, melyek a hőmérséklet emelkedésével fokozatosan csökkennek és végül ellenkező irányba fordulnak. Utóbbi esetben ezt a karbonnak kell elvégeznie és tényleg az is végzi. A reakció szabad energiájának a szén oxidálásánál kicsiny a jelentősége és ez a hőmérséklet emelkedésével mind kisebbé válik.

A fürdő alkotói disszociációjának tenziós görbéi jól illusztrálják a karbonnak ezt a redukáló szerepét. A 2. ábra mutatja, hogy a rendes 1290—1470° C hőmérsékletnél a log  $R_{CO}$  görbe nagy értéket ér el és metszi a mangán, króm és szilícium disszociációja tenziós logaritmusának görbét.

Andrejev J. A. (5) munkái, melyek a Schenk R. és Riss-eljárás szerinti kísérleti adatok feldolgozásán alapulnak, megerősítik a szén-oxidáció intenzitása függését a hőmérséklettől. Andrejev a szénoxidáció sebességének meghatározására az alábbi egyenletet alkalmazta:

$$W = 10^t (C)^{a+b} [(FeO)_N - (FeO)_c]^b,$$

ahol (C) = karbonkoncentráció a fürdőben,

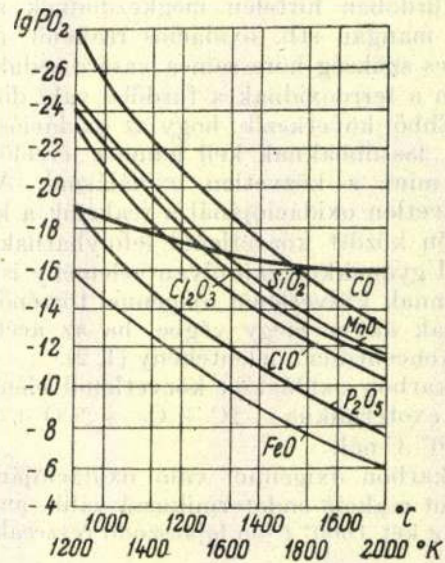
$(FeO)_N$  = ferrooxid elemzéssel meghatározott mennyisége,

$(FeO)_c$  = oxigénnek a ferrooxiddal egyensúlyban levő mennyisége,

t, a és b = együtthatók.

Az a és b együtthatók értékét gyakorlatilag határozták meg. Ezek a hőmérséklet növekedésével módosulnak. Megközelítőleg állandók azokon a hőmérsékleteken, melyek kb. 100° C-al magasabbak egy megadott összetételű fürdő olvadási hőmérsékleténél. Az ennek alapján kidolgozott eljárás biztosítja a frissítés elején a fürdő 105—

110°-os túlhevítését és felhasználja a karbon reakcióit a technológiai folyamatban, mint a fürdő „öndezoxidálási” módját, ami lehetővé teszi, hogy a csökkent oxigéntartalmú fürdőt vas-

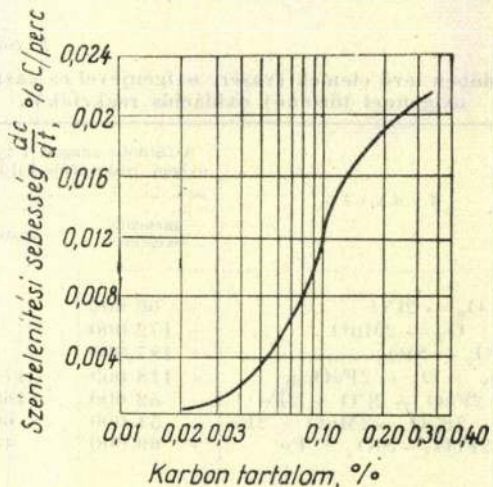


2. ábra. Oxidok disszociációja tenziós logaritmusainak függése a hőmérséklettől.

ötvetzetek segítségével úgy dezoxidáljuk, hogy oxidzárványok tekintetében jobb minőségű anyagot nyerjünk.

*Különféle tényezők hatása a karbon és más elemek oxidációjának sebességére*

A karbon oxidációs sebessége függ a karbon koncentrációjától a frissítés kezdetén. A 3. ábra logaritmikus alakban mutatja ezt az összefüggést 5% karbontartalomig. Kis koncentrációknál, kb. 0,1%-ig a görbe lassan emelkedik, de nagyobb koncentrációknál már gyorsan emelkedik (6, 7).



3. ábra. A széntelenítési sebesség összefüggése a befúvás kezdetén mért karbontartalommal.

<sup>6</sup> Shlottmann G. és Lowmsberry F.: Az oxigén felhasználása széntelenítésre. Iron Age, 1947., 159. k. 8. sz.; Iron and Coal Trades Revue, 1947., 154. k. 4120. sz., 363—366. o.

<sup>7</sup> Az oxigén felhasználása a kohászatban. Iron and Coal Trades Revue, 1949. 158. k. 4241. sz., 1391—1393. o.

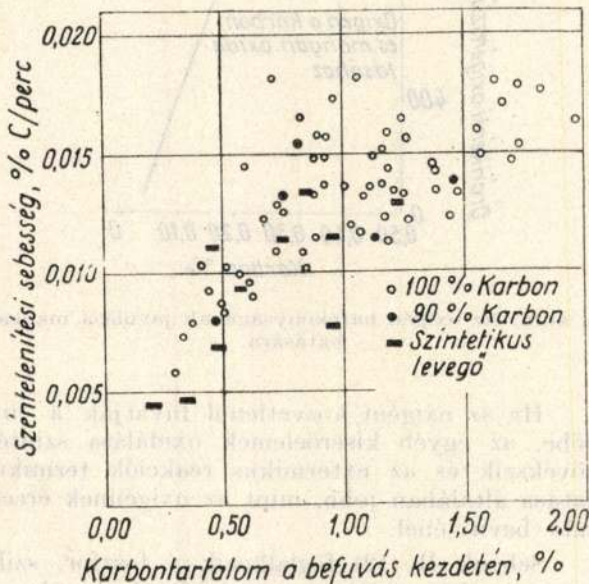
<sup>5</sup> Andrejev J. A.: A szén elégségi sebessége. Sztál, 1948. 122. k. 5. sz. 112. o.

A 0,20 — 2,0%-os karbonkoncentrációs intervallumra vonatkozó kísérleti adatok feldolgozása a befűvott különféle összetételű gáznál ugyanezt az összefüggést állapítja meg, mint a 4. ábrán látható (8).

Az üzemi gyakorlat ettől a törvényszerűségtől eltér. Például, ha a karbontartalom a beolvadás után 1—5%-nál több, az intenzív reakció elmarad. Ezt két tényezővel, a fürdő nagy karbontartalmával és kis hőmérsékletével lehet megmagyarázni. A fürdő nagy karbontartalom esetén viszonylag kis hőmérsékleten olvad, illetve az ilyenkor szokásos ércadagolástól leül. Mindez kedvezőtlenül befolyásolja a karbonreakció intenzív lefolyását. Ez az oka annak, hogy a gyakorlatban gyorsabb széntelenedést tapasztalnak 1,2—2,0% karbontartalom esetén (9).

A széntelenedési sebesség a fürdőbe adagolt oxigén tényleges oldódásától függ. A vizsgálatok egész sorozata igazolta azt, hogy az oxigén felhasználási hatásfoka a fürdő kísérőelemei, mindenekelőtt a karbon oxidációjánál az utóbbiak koncentrációjától függ. A reakció részére szükséges oxigén elméleti mennyisége  $O/C, 16/12 = 1,33$  kg, illetve  $0,93$  m<sup>3</sup> oxigén/kg karbon. A valóságban, nagy karbontartalom esetén az oxigénfogyasztás kisebb az elméletinél, 0,2—0,1%-nál kisebb karbontartalom esetén pedig erősen megnövekszik.

Az oxigén hatásfokát a direkt oxidációnál az oxidált karbonmennyiségnek az oxigénhez való arányával  $C$  kg/O kg súlyegységben szokták kifejezni.



4. ábra. Kísérleti adatok a kezdeti karbontartalom befolyásáról a széntelenítési sebességre.

Az 5. ábrán látható grafikont a karbon kis koncentrációjának adatai alapján állították össze.

<sup>8</sup> Oxigén felhasználása a Martinkemencében. Blast Furnace and Steel Plant, 1947. 35. k. 8. sz., 949—956. o.; 9. sz., 1091. o.; 10. sz. 1224—1226. o.

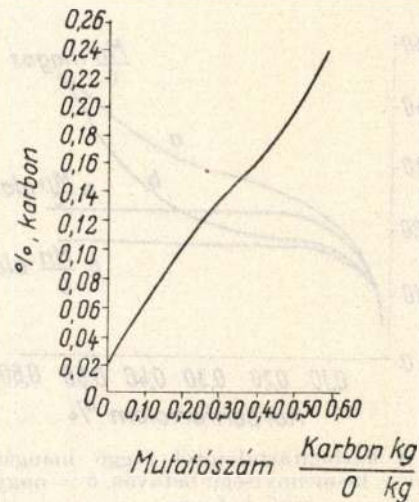
<sup>9</sup> Shlottmann G. és Lownsberry F.: Oxigén felhasználása a Martinfürdőben. Iron Age, 1947. 159. k. 8. sz., 42—45. o.

A grafikon a  $C$  kg/O kg mutatószámának a karbonkoncentrációtól való függését mutatja (10).

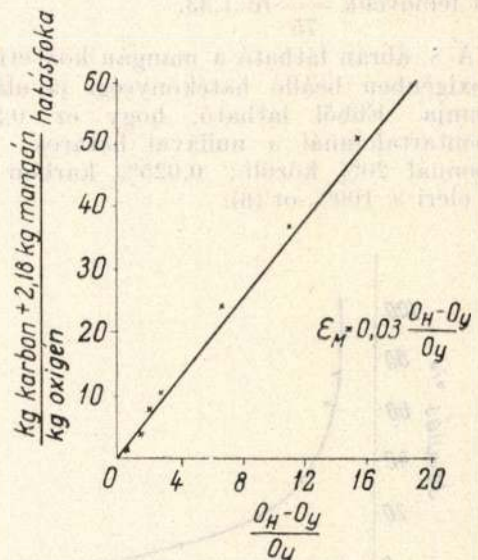
Shlottmann (11) közlése szerint 0,40% és ennél több karbon esetén az oxigénfelhasználás hatásfoka 100%, míg 0,025% karbonnal csupán 2%. Az oxigénfelhasználás hatásfokainak meghatározására az alábbi képlet szolgál:

$$E = 0,03 \frac{O_N - O_y}{O_y} \text{ kg/kg, illetve } E = 4 \frac{O_N - O_y}{O_y} \%$$

ahol  $E$  = hatékonysági tényező,  
 $O_N$  = telítettségi oxigén koncentráció,



5. ábra. Direkt oxidálásnál a fürdő által felvett oxigén függése a karbontartalomtól ( $\frac{C}{O}$  kg).



6. ábra. Az oxigén hatásfokának ( $E_M$ ) függése a diffúziós ( $\frac{O_N - O_y}{O_y}$ ) tényezőtől.

<sup>10</sup> Oxigén felhasználása széntelenítésre. Iron Age, 1947. 159. k. 22. sz., 66—67. o.

<sup>11</sup> Shlottmann G. V.: Oxigén az acéliparban — a múlt, jelen és jövő. Blast Furnace and Steel Plant, 1948. 36. k. 1. sz., 64—70. o.

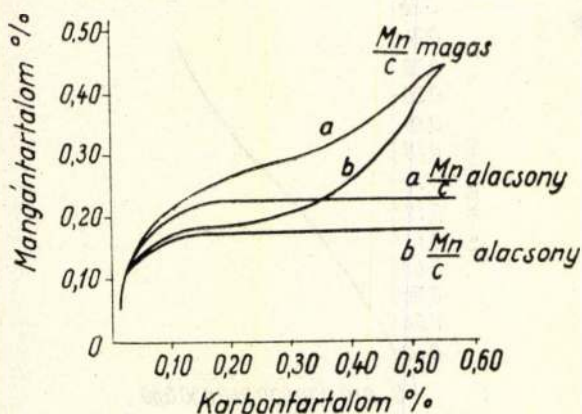
$O_y$  = a karbonnal egyenérték súlyú oxigén koncentrációja, szokás szerint :

a  $C = 0,012\%$  esetén  $O_N = 0,23\%$ ,

$O_N - O_y$  = diffúzió tényező. A hatékonysági tényező függését a diffúzió tényezőtől a 6. ábra mutatja.

Kis karbonkoncentrációnál a fokozott mangánkoncentráció befolyást gyakorol a széntelenítési sebesség csökkentésére. A 7. ábrán a mangánkoncentráció vázlatosa látható a fürdőben lévő karbontartalommal való összefüggésben. A gör-

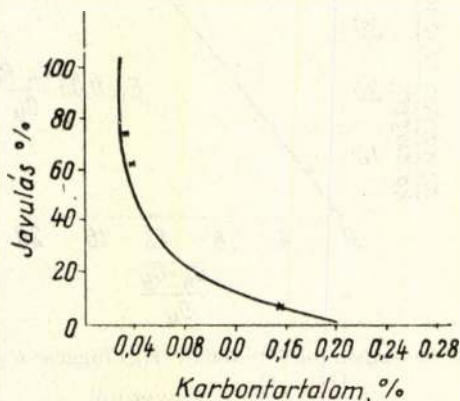
$$E_M = \frac{(\text{karbon oxid menny.}) \text{ kg} + 0,218 (\text{mangánoxid menny.}) \text{ kg}}{(\text{beadagolt oxigén mennyiség}) \text{ kg}}$$



7. ábra. A karbontartalomtól függő mangánkoncentráció: a = kismennyiségű befűvés, b = nagymennyiségű befűvés.

Az  $E_M$ -nek százalékokban való kifejezése céljából felnövelik  $\frac{100}{75}$ -re 1,33.

A 8. ábrán látható a mangán közvetítésével az oxigénben beálló hatékonysági javulás diagramja. Ebből látható, hogy ez 0,20%-os karbontartalomnál a nullával határos; 0,10% karbonnál 20% körüli; 0,025% karbon esetén már eléri a 100%-ot (6).



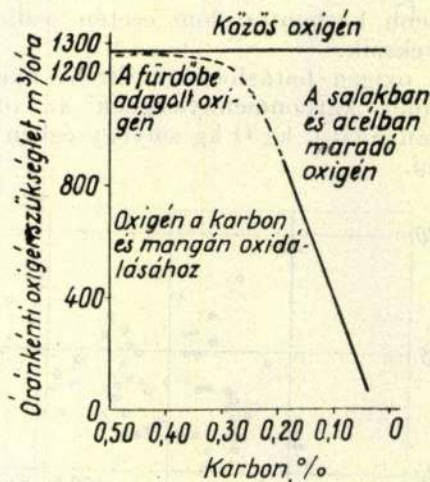
9. ábra. Oxigén eloszlása a fürdőben különféle karbontartalomnál.

A 8. ábrán látható a fürdőben lévő oxigén eloszlása, amely igazolja, hogy az kevésbé oldó-

bék a  $\frac{Mn}{C}$  nagy es kis arányai esetére és a fürdőben az oxigén különböző sebességű adagolására készültek.

A mangánoxidáció 0,10%-ot meghaladó karbontartalomnál minden esetben csökken és állandó maximumot ér el 0,20 — 0,25%-nál. Ha a karbontartalom 0,10% alatti, a mangánoxidáció erősen növekszik úgy, hogy az oxigénfogyasztásnál a mangán komoly versenytársává válik a karbonnak. A hatékonysági tényező egyenlete új alakot ölt :

dik kis karbonkoncentrációnál. De 0,20—0,15% karbon esetén az oxigén a karbon és a mangán oxidálás céljára teljesen felhasználódik, s a karbon kisebb koncentrációnál az oxigén átmege az acélba és salakba, éspedig annál nagyobb mértékben, minél kevesebb karbont tartalmaz a fürdő. A 0,025% karbon a fürdőbe adagolt oxigén mennyiségéből csupán kb. 2%-ot fogyaszt, amire vonatkozólag az adatokat fentebb közöltük (6, 10).



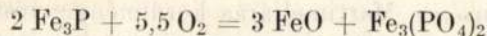
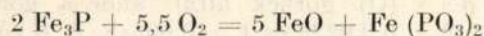
8. ábra. Az oxigén hatékonyságának javulása mangán hatására.

Ha az oxigént közvetlenül fuvatják a fürdőbe, az egyéb kísérőelemek oxidálása szintén növekszik és az extermikus reakciók termikus hatása általában jobb, mint az oxigénnek ércel való bevitelénél.

Schenk R. (12) foglalkozik a foszfor, szilícium és kénoxidálás gyorsításával, amelynek segítségével elért nagy fürdőhőmérséklet előmozdítja azt, hogy a fémoxidok átmennek a salakba. Adatai szerint az oxigénhasználat lehetővé teszi, hogy foszforos nyersvas gyártásánál tetszés szerinti — savas vagy bázikus — alapon foszfát salakot nyerünk. Schenk (12) megállapította, hogy

<sup>12</sup> Schenk R. : Oxigén és oxigénnel dúsított levegő-fűvés felhasználása a nyersvastermelésben. Stahl und Eisen, 1924. 19. sz. 522—526. o.

a fürdőnek oxigénnel végzett befűvésánál a reakciók a foszforelsalakitás felé fejlődnek:



És pedig annál inkább, minél nagyobb az oxigén parciális nyomása. CaO jelenlétében a vasfoszfát átmege a kalciumfoszfát oldhatatlan alakjába a következő (13) reakció szerint



Más adatok (14) szerint, direkt oxidációnál a foszfortartalom a kész acélban kisebb szokott lenni, mivel a fürdő nagy hőmérséklete és jó átkeverése a salakban a mész gyors oldó hatását okozza. Ezenkívül az oxigén és az acél közvetlen érintkezése következtében a nagy kezdeti foszfortartalom könnyen lecsökken a kész fémbe 0,006%-ig. Egyik legújabb (15) munka foglalkozik az oxigénnel befűvott és nagy foszfortartalmú nyersvas betétű (P = 1,50—1,75%) fürdővel végzett kísérletekkel. A foszfor a beolvadási szakaszban 0,56-ról 0,032%-ra csökken, a karbon egyidejű 0,74%-os oxidálása mellett. A P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalom a végsalokban 12,5%-ot tett ki.

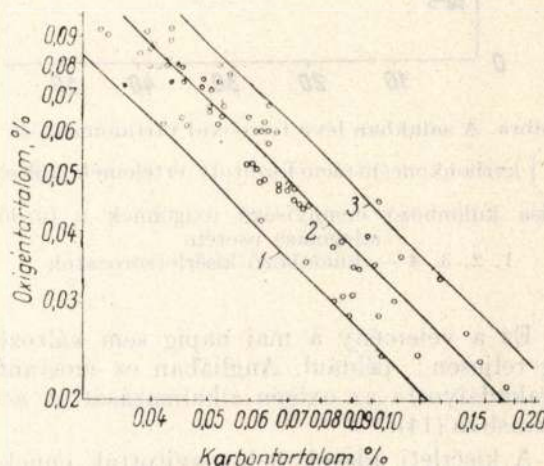
A kén eltávolítása azáltal válik lehetővé, hogy nagy hőmérséklet révén nagyon bázikus salakkal dolgozhasanak. Miután az oxigént a fürdőbe beadagolták, a következő 30 perc alatt a kén jelentékeny része eszalakul (16). A króm viszont — összehasonlítva a szokásos folyamatokkal — lassú oxidálódást mutat. Mint az 1. ábrából látható, a krómoxidáció szabad energiájának görbéje feljebb fekszik, mint a karbonoxidáció megfelelő görbéje. Ez lehetővé teszi a C kiégést a Cr oxidáció nélkül. Ezt gyakran alkalmazzák a krómot tartalmazó adag újraolvasz-

tásánál az elektromos kemencékben és felhasználható a Martin-kemencéknél is.

*A fém oxidációjának mértéke direkt oxidálásnál*

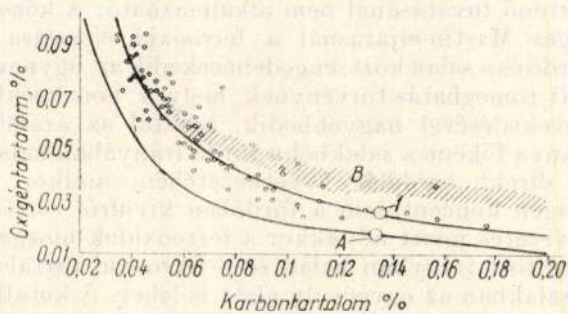
A legfontosabb kérdés — amelynek eldöntésétől függ az oxigénnel közvetlen befűvése — a fém oxidálódásának mértéke.

Arra a kérdésre, hogy vajon, ha az oxigént közvetlenül a fürdőbe fűvatják, úgy a túlzott oxigéntartalom nem vonja-e maga után az összes lehetséges kedvezőtlen körülményeket, a vöröstörékenységet, az öntecsek és a félkészgyártmányok meghibásodását és az acél szilárdságának csökkenését, számos kohász igenlőleg válaszolt.

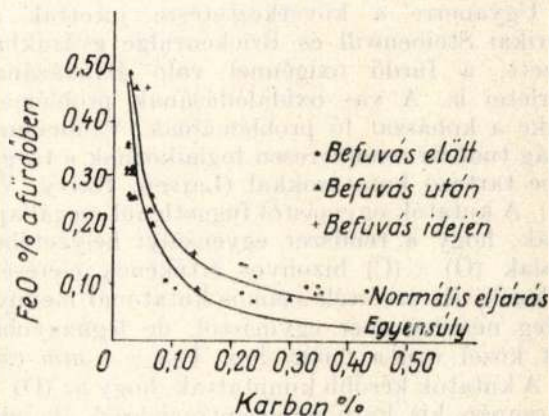


11. ábra. Oxigén és karbon reakciója direkt oxidációval, (logaritmikusan kifejezve).

1 — (O) × [(10) = 0,00248, 2 — (O) × (C) = 0,00348 (átlag), 3 — (O) × (C) = 0,00448.



10. ábra. Oxigén és karbon reakciója direkt oxidációnál, 1 — (C) × (O) = 0,00348 (átlag), A — (C) × (O) = 0,00248 (átlag), B — a rendes eljárás övezete.



12. ábra. A fürdőben lévő oxigéntartalom és karbon-tartalom összefüggése direkt oxidációs kísérletek adatai alapján.

<sup>13</sup> Brümninghaus A.: Oxigénnel dúsított levegő előállítása és felhasználása a kohászati termelésben. Stahl und Eisen, 1924. 20. sz. 737—738. o.

<sup>14</sup> Beszámoló Durrer és Trung Zürichben 1947 július havában tartott előadásáról. Journal of the Iron and Steel Institute, 1947. 157. k. 3. sz. 369—378. o.

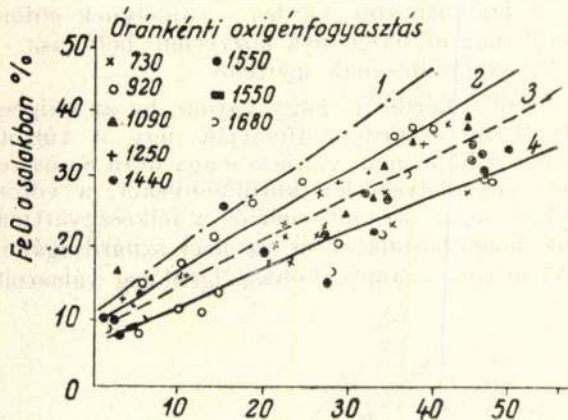
<sup>15</sup> Campbell M. R.: A. I. M. I. Open-Hearts Proceedings, 1948.

<sup>16</sup> Stone G. E.: Oxigén az acéolvasztó kemencékben. Iron and Steel Engineer, 1949. 26. k. 8. sz. 56—57. o.

Egyik 1933. évbéli cikk ezt mondja:

A túloxidációtól, az oxidok és egyéb zárványok növekedésétől való félelem a kohászokat mindig visszatartja az oxigén alkalmazásától az egyik vagy a másik műveletnél. Kétségtelen az oxigén alkalmazásánál annak lehe-

tősege, hogy gondosabb és gázmentesebb fémet nyerjünk, mint a közönséges körülmények között végzett munkánál (17).



13. ábra. A salakban lévő ferrooxid tartalomnak és az  $(\frac{1}{C})$  karbonkoncentráció fordított értékének kölcsönhatása különböző mennyiségű oxigénnel a fürdőbe adagolása esetén.

1, 2, 3, 4 — különböző kísérletsorozatok

Ez a vélemény a mai napig sem változott meg teljesen; például, Angliában ez mostanáig megakadályozta az oxigén alkalmazását az acélgégyártásban (14).

A kísérleti adatok bebizonyították ennek a feltevésnek a jogszerűségét. A Martin-kenencékben a levegő oxigénes dúsításával végzett első 1932—1933. évekbeli és a fürdő átfűtésével 1935—1936. években végzett vizsgálatok már alkalmasak voltak annak bizonyítására, hogy az oxigén felhasználása az acél minőségét nem rontja.

Ugyanerre a következtetésre jutottak az amerikai Steibenwill és Brackenridge gyárakban végzett, a fürdő oxigénnel való átfűtésének kísérletei is. A vas oxidálódásának problémája egyike a kohászat fő problémáinak. Valamennyi ország tudósai rendszeresen foglalkoznak e tárgykörbe tartozó kutatásokkal (Larsen, Hart, Vescer). A kutatók egymástól függetlenül megállapították, hogy a rendszer egyensúlyi helyzetében a salak  $(O) \times (C)$  bizonyos értékének elérésére törekszik. Ez az érték számos kutatónál mennyiségileg némileg eltér egymástól, de legnagyobb részben közel van a 0,0020-hoz,  $P_{CO} = 1 \text{ atm}$  esetén. A kutatók később kimutatták, hogy az  $(O) \times (C)$  csupán kis karbonkoncentrációnál állandó, mintegy 0,20%-ig; ez az érték nagy karbonkoncentrációnál karbonkoncentráció függvényében változik (18). Ez okból a vas oxidálhatóságának mértékét ezzel a konstans tényezővel csak kis karbontartalmú acélnál lehet meghatározni.

<sup>17</sup> Értekezés Norris és Choose „Direkt oxidálás a bázikus Martin-eljárásban“ c. cikkéről. Metals Technology. A. I. M. I., 1948. 15. k. 2448. sz. 10—18. o.

<sup>18</sup> Marshall S. és Chipman G.: Transactions of the American Society for Metals, 1942. 30. k. 3. sz.

Choose eljutott a 10. ábrán látható diagrammig, amely a Steibenwill-gyár kísérleti adatait tartalmazza  $(C) \times (O)$  görbék által, ahol a görbék értékei:  $A = 0,0,0228$  és  $1 = 0,00348$ . A B zónát a közönséges Martin-eljárás körülményei részére szolgáló Larsen-féle diagramm szerint készítették el. Amint a diagrammból kitűnik, a kísérleti pontok a B zóna alatt helyezkednek el  $\sim 0,06\%$  karbon tartalomig, és ezzel a zónával egybeesnek, a kisebb karbonkoncentrációnál. Tehát, a vas oxidtartalma kisebb az oxigén befűtésénél mint a rendes eljárásnál és az értékek csupán a kis C tartalmú acélnál egyenlők. A 11. ábrán ezek az adatok logaritmus alakban láthatók, és majdnem egyenes vonalat mutatnak, emellett a kísérleti adatok pontjai a 2. egyenes vonal körül csoportosulnak, mely megfelel  $(O) \times (C) = 0,00348$ -nak (átlag). Brackenridge gyár kísérleti adatai a 12. ábrán láthatók. Ezek ugyanazt a képet mutatják. A kísérleti pontok a Putters és Chipman szerinti és egyensúlyi állapotbeli rendes eljárás görbéi között helyezkednek el. Ettől csak az egyensúlyi görbéhez közelebb, a 0,05% alatti karbonkoncentráció térségében elhelyezett kísérleti pontok térnek el. Itt ezek, az egyensúlyi görbe alatt helyezkednek el. A 12. ábra mutatja a cambridgei gyárban kikísérletezett olvasztásoknál a fürdő ferrooxid tartalmának összefüggését a karbontartalommal 0,02—0,50% hatáiban. A diagramm azt mutatja, hogy ha oxigént használnak a 0,20%-ot meghaladó karbonkoncentráció terében, az megközelíti a rendes eljárást; ha a karbontartalom kisebb, úgy az oxigéntartalom növekszik, miközben az  $(O) \times (C)$  közeledik a 0,002-höz, ennél még nagyobb karbontartalom esetén pedig a karbontartalom függvényében még növekszik is (6).

A fémoxidáció másik fokmérője a salakban levő ferrooxid. Ez azonban a fürdőnek oxigénnel történő fűtésénél nem alkalmazható. A közönséges Martin-eljárásnál a ferrooxid eloszlása a fürdő és a salak közt, engedelmeskedik az úgynevezett tömeghatás törvénynek, mely a hőmérséklet növekedésével nagyobbodik, miáltal az áramlás iránya főként a salakból a fürdő irányában halad. A direkt oxidálás következtében, amikor az oxigén koncentráció a fürdőben kívülről történő bevezetés miatt nő, akkor a ferrooxidok mozgása fordított irányban halad és a ferrooxid tartalom a salakban az egyensúly alatt is lehet. A kutatók közlése szerint, a fürdő és salak között az egyensúly valóban nem állapodik meg. A diffúzió a fémből a salak felé halad. Shlottman a 13. ábrán látható diagrammot készítette a salakban levő ferrooxid és a fürdőben levő szénkoncentráció  $(\frac{1}{C})$  fordított értéke közti kölcsönhatásról, a fürdőbe adagolt oxigénmennyiség változása esetén. Ebből a diagrammból következik, hogy nagyobb oxigénmennyiség beadagolása esetén a salakban levő ferrooxid tartalom kisebb, mint kisebb mennyiség adagolása esetén. Ez azt igazolja, hogy ha a fürdőbe nagyobb mennyiségű oxigént adagolnak, akkor a salakban levő ferro-



oxid koncentráció az egyensúlytól távolabbra esik, mint rendszeren (6). A kísérleti adatok szerint, az oxigénes Martin-eljárásnál, az acél kis karbonkoncentrációjánál kevesebb ferrooxidtartalom volt a salakban, mint a közönséges eljárásban, és pedig :

Karbon-tartalom	FeO tartalom a salakban %	
	oxigénes eljárás	közönséges eljárás
0,01	37,6	48—58
0,03	26,5	

Ily módon, a fürdő oxigénnel történő kezelése esetén, feltehető hogy az oxigéntartalom nem haladja meg az egyensúlyt, viszont lehet, hogy azt nem is éri el, ami még további vizsgálatokat tesz szükségessé (18).

*Az exotermikus reakciók jelentősége direkt oxidációnál a fürdő hőmérsékletének rendszere szempontjából*

Az oxigénbefúvás által okozott exotermikus reakciók növekedése a fürdők direkt oxidálásánál, megváltoztatja a fürdő hőmérsékleti viszonyait.

A Martin-acélgártásnál oxigénfelhasználás esetében számos kísérlet alapján megállapítható, hogy a hőmérséklet nagyon megnő. Mozgovojev mérnök 1933-ban a fürdő hőmérsékletéről megközelítő számításokat végzett. Számításai szerint, 1 kg bevitt oxigénnél, a reakcióhő ércelemmel —1120 kal és befúvatott oxigénnel történt oxidálásnál + 1600 kal.

Az amerikai „Bázikus Martin-eljárás” című, 1944-ben megjelent gyűjtemény adatai szerint, az ércel történő karbonoxidáció reakciójára eső hőfogyasztás meghaladja a fürdő hevítésére bevitt hőfogyasztást. Ennélfogva, hogy 100 tonna fürdőből 3% karbont eltávolítsunk, kb.  $10 \cdot 10^6$  kal-t kell elfogyasztani, a nyersvas  $1350-1650^\circ \text{C}$ -ra való izzításához pedig csupán  $6 \cdot 10^6$  kal szükséges (4).

Choose számításai szerint, 1 kg ércből és levegőből nyert oxigéne eső  $\text{C} \rightarrow \text{Co}$  reakciónál a reakcióhő közti eltérés  $11\,564 \text{ kal/kg}$ , a tiszta oxigén és érc esetében pedig  $2500 \text{ kal/kg}$ .

Direkt oxidációnál az elemek 0,01%-os kiégése is már fokozza a fürdő hőmérsékletét (16) :

0,01% C  $3,5^\circ \text{C}$ -al ; 0,01% Fe  $3,3^\circ \text{C}$ -al ; 0,01% Mn  $5,4^\circ \text{C}$ -al.

Az acélgártásnál bevitt oxigén hatásának számítása azt mutatja, hogy 1 tonna frissítő-érc helyettesítése egyenértékű és mennyiségű oxigénnel, a fürdőnek mintegy 2 millió kal-t ad. A fürdőbe közvetlenül bevitt  $100 \text{ m}^3$  oxigén mintegy 1 millió kal-t ad (pontosabban  $0,95 \cdot 10^6$  kal).

A direkt oxidációnál felhasznált oxigén hő-

mérlegének számítása azt mutatja, hogy ha közvetlenül a fürdőbe fúvatják az oxigént, kisebb lesz a hőszükséglet, mint az exotermikus reakciók hőmérégeiben.

Mozgovojev mérnök teljesen sematikus hőmérés számításokat végzett és a következő feltevésekből indult ki : az adag — 100% folyékony nyersvas ; oxidálás céljára a frissítés időtartama alatt ércet és a fürdőbe 35 : 65 arányban közvetlenül befúvatott oxigént használt. A fürdőbe befúvatott oxigénmennyiség, az egész olvasztás alatt, az összoxigénszükséglet 44,5%-át tette ki. Ilyen mennyiségű oxigén a hőszükséglet 20%-át fedezi (1).

Breuer és Larsen statisztikai adatok alapján kiszámították a hő mérlegét, számos járatos adagnál. Megállapították, hogy 1 tonna Martin-acél termelése mennyi hőt igényel és ez hogyan függ össze az alkalmazott eljárással :

Eljárás	Adag	$10^6$ kal/kg hőfogyasztás
Folyékony nyersvas-sal	Folyékony nyersvas 78%	0,75
Hideg betéttel	Szilárd nyersvas	1,0
Duplex-eljárással	Előfrissített vas és folyékony nyersvas	0,20

A szerzők itt abból a feltevésből indulnak ki, hogy a duplex-eljárásnál a Martin-kemencére alkalmazott eljárásnál az anyagok hőmérégeinél a tüzelőanyag szükséglet teljesen kikapcsolható. Az adagban levő szilárd nyersvas minden %-ára jutó hőszükséglet 1,2%-kal megnövekszik, az ócskavas-nyersvas és a 40—70%-os folyékony nyersvaseljárásnál pedig a hőszükséglet csupán 5%-os.

Egy tonna acélra a fűtőgázokból felvett szükséges oxigén mennyisége a különféle eljárásoknál maximum 11,3—27,2 kg között változik.

50% érc helyettesítésére szolgáló oxigén felhasználásával készült Martin-adag hőmérége (kb. 1 kg oxigén megfelel 51,7 kg vasércnek) azt mutatja, hogy 1 tonna acélnál a szükségelt hő  $0,20 \cdot 10^6$  kal —  $0,13 \cdot 10^6$  kal-val csökken.

A 2. táblázat tartalmazza az érces eljárás, valamint az ércnek részben oxigénnel való helyettesítésénél kapott hőmérégek adatait. A hőmérés számításánál abból kell kiindulni, hogy : mindkét esetben az adag : 60%-os folyékony nyersvasat tartalmaz ; a fürdőbe adagolt oxigénmennyiség :  $9,3 \text{ m}^3/\text{tonna}$  és, a számítás szerint, az ércfogyasztás 43,7%-kal, azaz kb. felerészére csökkent. Breuer és Larsen statisztikai adatai szerint 1 tonna acélnál a tüzelőanyag megtakarítás, 4,5—13,0 kg oxigén fogyasztás esetén 20—30% között mozog. A szerzők, figyelembe véve az összes lehetőségeket, a termelékenység növekedését 30%-ra becsülik.

<sup>18</sup> Kopecký E.: Az oxigén az acélgártásban. Iron Age, 1946. 158. k. 122. sz. 47. o., illetve Iron and Coal Trades Revue, 1946. 153. k. 4113. sz. 1196. o.

Egy tonna acélnál a Martin-fürdő hőmérlege

A mérleg tételei	Érces eljárás 10 <sup>6</sup> kal	Érces eljárás az ércnek oxigén általi részbeni helyettesítésével 10 <sup>6</sup> kal
<b>Hőbevételek</b>		
A fürdő hőtartalma .....	0,136	0,157
Az oxidációk reakcióhője:		
C CO <sub>2</sub> .....	0,012	0,015
C CO .....	0,035	0,035
Si SiO <sub>2</sub> .....	0,051	0,053
Mn MnO .....	0,021	0,025
P P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0,010	0,010
A salak hőtartalma .....	0,012	0,012
A kemence atmoszférájából jövő oxigén hőtartalma .....	0,007	0,007
A fürdő felett lévő H <sub>2</sub> és CO égési melege .....	0,031	0,031
Összesen .....	0,315	0,345
<b>Hőfogyasztás</b>		
A fürdő hőtartalma .....	0,235	0,235
A salak hőtartalma:		
a lehűztötté .....	0,035	0,025
a lecsapolté .....	0,040	0,040
Az égési termékek hőtartalma .....	0,040	0,035
Az érc és a nedvesség szétbontására felhasznált hő .....	0,075	0,028
A mész felbontására elhasznált hő .....	0,021	0,025
A C CO <sub>2</sub> reakció hője .....	0,012	0,012
Összesen .....	0,534	0,476
A tüzelőanyagból felhasznált hő .....	0,219 (100%)	0,131 (67%)
Az adag (jóminőségű) súlya <i>t</i> .....	86,0	83,7

A közölt mérleg azt igazolja, hogy a hőszükséglet csökkenés  $\frac{100-67}{100} = 33\%$ .

Ha megvizsgáljuk a direkt oxidáció céljára oxigént használó fürdő adatait, úgy meg kell állapítanunk, hogy viszonylag jelentékeny az

eltérés az oxigénes eljárás fizikai-kémiai mutatószámai és a közönséges eljárás mutatószámai között.

Direkt oxidációnál a fürdő reakciói meggyorsulnak, megváltozik a sorrend, a karbonreakciók előresietnek és emelkedik a fürdő hőmérséklete.

## Bázikus tűzállóanyagok ásványtani számításai

CSEER ARISZTID

### III. RÉSZ.

#### II. táblázat 1. pont

Analízis s. %	Mol arány	CaO : SiO <sub>2</sub>	„L”
MgO ...	87,50	2,1702	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	2,47	0,02423	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	2,03	0,01271	
CaO ...	5,50	0,098074	2,62
SiO <sub>2</sub> ...	2,25	0,03743	0,005795

#### Ásványi összetétel

Keletkező vegyületek C<sub>2</sub>S C<sub>4</sub>AF MA MF MgO

Ha a CaO : SiO<sub>2</sub> mol aránya nagyobb, mint 2 : 1, az összes SiO<sub>2</sub> dikalciumszilikáttá alakul, a maradék CaO-tartalom molekuláris arányát osztjuk 4-gyel és az eredményt „L”-vel jelöljük.

Ha az „L” értéke kisebb, mint az Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-nak és Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-nak (külön-külön) molekuláris aránya, úgy a maradék CaO brownmilleritet (C<sub>4</sub>AF) alkot, a maradék alumíniumoxid és vasoxid pedig magnéziaspinelt és magnéziaferritet.

C<sub>2</sub>S számítása 2CaO : SiO<sub>2</sub> = b<sub>2</sub> : a<sub>1</sub>%

$$b_2 = \frac{2CaO}{SiO_2} \cdot a_1\%$$

$$b_2 = 1,8675 \cdot 2,25 = 4,202\% \text{ CaO}$$

$$a_1\% + b_2 = C_2S\%$$

$$2,25 + 4,2 = 6,45\% \text{ C}_2\text{S}$$

C<sub>4</sub>AF számítása

$$b_1\% - b_2 = b_3$$

$$5,50 - 4,20 = 1,30\% \text{ CaO}$$

$$Al_2O_3 : 4CaO = d_2 : b_3$$

$$d_2 = \frac{Al_2O_3}{4CaO} \cdot b_3$$

$$d_2 = 0,4545 \cdot 1,30 = 0,5908\% \text{ Al}_2\text{O}_3$$

$$Fe_2O_3 : 4CaO = e_2 : b_3$$

$$e_2 = \frac{Fe_2O_3}{4CaO} \cdot b_3$$

$$e_2 = 0,71184 \cdot 1,30 = 0,925\% \text{ Fe}_2\text{O}_3$$

$$b_3 + d_2 + e_2 = C_4AF\%$$

$$1,30 + 0,59 + 0,93 = 2,82\% \text{ C}_4\text{AF}$$

MA számítása  $d_1\% - d_2 = d_3$   
 $2,47 - 0,59 = 1,88\% \text{ Al}_2\text{O}_3$   
 $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3 = g_1 : d_1$   
 $g_1 = \frac{\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot d_1$

$1,3955 \cdot 1,88 = 2,62\% \text{ MA}$   
 MF számítása  $e_1\% - e_2 = e_3$   
 $2,03 - 0,93 = 1,1\% \text{ Fe}_2\text{O}_3$   
 $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 = h_1 : e_1$

$h_1 = \frac{\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot e_1$   
 $h_1 = 1,2525 \cdot 1,1 = 1,39\% \text{ MF}$

II. táblázat 2. pont

	Analízis s. %	Mol arány	CaO : SiO <sub>2</sub>	„L.”	CaO : Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
MgO ...	79,10	1,9618			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	0,70	0,006867			
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	8,36	0,05235			
CaO ...	9,70	0,173	5,9368	0,02867	1,6655
SiO <sub>2</sub> ...	1,75	0,02914			

Ásványi összetétel

Keletkező vegyületek	C <sub>2</sub> S	C <sub>4</sub> AF	C <sub>2</sub> F	MF	MgO
Súlyszázalék	5,00	3,3	11,9	0,4	79,0

A CaO : SiO<sub>2</sub> molekuláris aránya nagyobb, mint 2 : 1, az összes kovasav dikalciumszilikáttá alakul, a maradék CaO-tartalmat pedig elosztjuk négyvel. Ezt az értéket „L”-vel jelöljük.

Ha az „L” értéke kisebb, mint a molekuláris aránya a vasoxidnak, de nagyobb, mint az alumíniumoxidnak, az összes alumíniumoxid brownmilleritet (C<sub>4</sub>AF) alkot és a feleslegben maradó CaO és Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> részben dikalciumferritet, részben magnéziaferritet képez. Ha a feleslegben maradó CaO és Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> molekuláris aránya kisebb, mint 2 : 1, az egész CaO C<sub>2</sub>F-et ad, a maradék Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pedig magnéziaferritet képez.

C<sub>2</sub>S számítása  $2\text{CaO} : \text{SiO}_2 = b_2 : a_1\%$   
 $b_2 = \frac{2\text{CaO}}{\text{SiO}_2} \cdot a_1\%$   
 $b_2 = 1,8675 \cdot 1,75 = 3,27\% \text{ CaO}$   
 $a_1\% + b_2 = \text{C}_2\text{S}\%$   
 $1,75 + 3,27 = 5,02\% \text{ C}_2\text{S}$

C<sub>4</sub>AF számítása  $4\text{CaO} : \text{Al}_2\text{O}_3 = b_3 : d_1\%$   
 $b_3 = \frac{4\text{CaO}}{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot d_1\%$   
 $b_3 = 2,20 \cdot 0,70 = 1,54\% \text{ CaO}$   
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3 = e_2 : d_1\%$

$e_2 = \frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot d_1\%$   
 $e_2 = 1,5664 \cdot 0,70 = 1,09\% \text{ Fe}_2\text{O}_3$   
 $b_3 + d_1\% + e_2 = \text{C}_4\text{AF}\%$   
 $1,54 + 0,70 + 1,09 = 3,33\% \text{ C}_4\text{AF}$

C<sub>2</sub>F számítása  $b_1\% - (b_2 + b_3) = b_4$   
 $9,70 - (1,54 + 3,27) = 4,89\% \text{ CaO}$   
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 : 2\text{CaO} = e_3 : b_4$   
 $e_3 = \frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{2\text{CaO}} \cdot b_4$

$1,4237 \cdot 4,89 = 6,96\% \text{ Fe}_2\text{O}_3$   
 $b_4 + e_3 = \text{C}_2\text{F}\%$   
 $4,89 + 6,96 = 11,85\% \text{ C}_2\text{F}$

MF számítása  $e_1\% (e_2 + e_3) = e_4$   
 $8,36 - (1,09 + 6,96) = 0,31$   
 $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 = h_1 : e_1$

$h_1 = \frac{\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot e_1$   
 $h_1 = 1,2525 \cdot 0,31 = 0,39\% \text{ MF}$

II. táblázat 3. pont

	Analízis s. %	Molarány	CaO : SiO <sub>2</sub>	„L.”	CaO : Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
MgO ..	63,5	1,5749			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..	0,04	0,0003924			
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..	5,76	0,03607			
CaO ..	23,1	0,4119	3,255	0,03972	4,3607
SiO <sub>2</sub> ..	7,60	0,12654			

Ásványi összetétel

Keletkező vegyületek	C <sub>2</sub> S	C <sub>4</sub> AF	C <sub>2</sub> F	MgO
Súlyszázalék	19,62	6,99	0,19	9,70

Ha a CaO : SiO<sub>2</sub> mol aránya nagyobb, mint 2 : 1, az összes SiO<sub>2</sub> dikalciumszilikáttá alakul. A maradék CaO-tartalom molekuláris arányát osztjuk négyvel és az eredményt „L”-vel jelöljük.

Ha az „L” értéke kisebb, mint a molekuláris aránya a vasoxidnak, de nagyobb, mint az alumíniumoxidnak, az összes alumíniumoxidból brownmillerit (C<sub>4</sub>AF) keletkezik és feleslegben marad a CaO és a vasoxid.

Ha a CaO : Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> molekuláris aránya nagyobb, mint 2 : 1, az összes vasoxidból dikalciumferrit keletkezik és kalciumoxid-felesleg marad vissza. A feleslegben maradó CaO-t a C<sub>2</sub>S megköti. Ha a CaO : C<sub>2</sub>S molekuláris aránya kisebb, mint 1, úgy részben dikalciumszilikát, részben trikalciumszilikát keletkezik. Ha pontosan 1, úgy csak trikalciumszilikát keletkezik. Ha nagyobb, mint 1, úgy trikalciumszilikát keletkezik és szabad CaO marad vissza.

C<sub>2</sub>S számítása  $2\text{CaO} : \text{SiO}_2 = b_2 : a_1\%$   
 $b_2 = \frac{2\text{CaO}}{\text{SiO}_2} \cdot a_1\%$   
 $b_2 = 1,8675 \cdot 7,60 = 14,19\% \text{ CaO}$   
 $a_1\% + b_2 = \text{C}_2\text{S}\%$   
 $7,60 + 14,19 = 21,79\% \text{ C}_2\text{S}$

C<sub>4</sub>AF számítása  $4\text{CaO} : \text{Al}_2\text{O}_3 = b_3 : d_1\%$   
 $b_3 = \frac{4\text{CaO}}{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot d_1\%$   
 $b_3 = 2,2 \cdot 0,04 = 0,088\% \text{ CaO}$   
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3 = e_2 : d_1\%$   
 $e_2 = \frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot d_1\%$   
 $1,5664 \cdot 0,04 = 0,062\% \text{ Fe}_2\text{O}_3$   
 $b_3 + d_1\% + e_2 = \text{C}_4\text{AF}\%$   
 $0,09 + 0,06 + 0,04 = 0,19\% \text{ C}_4\text{AF}$

C<sub>2</sub>F számítása  $e_1\% - e_2 = e_3$   
 $5,76 - 0,06 = 5,70\% \text{ Fe}_2\text{O}_3$   
 $2\text{CaO} : \text{Fe}_2\text{O}_3 = b_4 : e_3$   
 $b_4 = \frac{2\text{CaO}}{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot e_3$

$b_4 = 0,7024 \cdot 5,70 = 4,0\% \text{ CaO}$   
 $b_4 + e_3 = \text{C}_2\text{F}\%$   
 $4,0 + 5,70 = 9,70\% \text{ C}_2\text{F}$

C<sub>2</sub>S számítása  $b_1\% - (b_2 + b_3 + b_4) = b_5$   
 $23,10 - (14,19 + 0,09 + 4,0) = 4,82\% \text{ CaO}$   
 $\text{CaO} : \text{C}_2\text{S} = b_5 : f_2$   
 $f_2 = \frac{\text{C}_2\text{S}}{\text{CaO}} \cdot b_5$

$f_2 = 3,0709 \cdot 4,82 = 14,80\% \text{ C}_2\text{S}$   
 $b_5 + f_2 = \text{C}_2\text{S}\%$   
 $4,82 + 14,80 = 19,62\% \text{ C}_2\text{S}$

C<sub>2</sub>S% számítása  $f_1\% - f_2 = \text{C}_2\text{S}\%$   
 $21,79 - 14,80 = 6,97\% \text{ C}_2\text{S}$

III. táblázat 1. pont

	Analízis súly%	Mol. arány	CaO : SiO	CaO : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
MgO .....	20,0			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	16,54	0,16225		
CaO .....	49,52	0,883	3,8017	2,5793
SiO <sub>2</sub> .....	13,95	0,23226		

**Ásványi összetétel**

Keletkező vegyületek	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> A	MgO
Súlyszázalék . . . . .	40,00	29,99	10,00	20,00

Ha a CaO : SiO<sub>2</sub> molekuláris aránya nagyobb, mint 2 : 1, az összes SiO<sub>2</sub> dikalciumszilikáttá alakul. A kalciumoxid molekuláris arányát osztjuk négygel és az eredményt „L”-el jelöljük. Ha az „L” értéke kisebb, mint az alumíniumoxid molekuláris aránya, de nagyobb, mint a vasoxidé, az összes vasoxid brownmilleritet ad és szabad kalciumoxid és alumíniumoxid marad vissza. Jelen esetben, mivel a keverék vasoxidot nem tartalmaz, az „L” értékét nem számítottuk ki.

A maradék kalcium- és alumíniumoxid molekuláris aránya kisebb, mint 3, de nagyobb, mint 1,67, a kalcium- és alumíniumoxid C<sub>3</sub>A-vá és C<sub>5</sub>A<sub>3</sub>-má alakul.  
C<sub>2</sub>S számítása 2CaO : SiO<sub>2</sub> = b<sub>2</sub> : a<sub>1</sub> %

$$b_2 = \frac{2CaO}{SiO_2} \cdot a_1\%$$

$$b_2 = 1,8675 \cdot 13,95 = 26,05\% \text{ CaO}$$

$$a_1\% + b_2 = C_2S\%$$

$$13,95 + 26,05 = 40,00\% \text{ C}_2\text{S}$$

C<sub>3</sub>A számítása

$$b_1\% - (b_2) = b_3$$

$$\frac{3CaO}{Al_2O_3} + \frac{(d_1 - x) 5CaO}{3Al_2O_3} = b_3$$

rendezés után :

$$x = \frac{b_3 3Al_2O_3 - d_1\% 5CaO}{4CaO}$$

$$x = d_2$$

$$d_2 = \frac{23,47 \cdot 305,82 - 16,54 \cdot 280,40}{224,32} =$$

$$\frac{7177,60 - 4637,82}{224,32} = 11,32\% \text{ Al}_2\text{O}_3$$

$$3CaO : Al_2O_3 = b_3 : d_2$$

$$b_3 = \frac{3CaO}{Al_2O_3} \cdot d_2$$

$$b_3 = 1,65 \cdot 11,32 = 18,67\% \text{ CaO}$$

$$b_3 + d_2 = C_3A\%$$

$$18,67 + 11,32 = 9,99\% \text{ C}_3A$$

C<sub>5</sub>A<sub>3</sub> számítása

$$d_1\% - d_2 = d_3$$

$$5CaO : 3Al_2O_3 = b_4 : d_3$$

$$b_4 = \frac{5CaO}{3Al_2O_3} \cdot d_3$$

$$0,9169 \cdot 5,22 = 4,78\% \text{ CaO}$$

$$b_4 + d_3 = C_5A_3\%$$

$$4,78 + 5,22 = 10,00\% \text{ C}_5A_3$$

**III. táblázat 8. pont**

Analízis s. %	Mol arány	CaO : SiO <sub>2</sub>	„L”	CaO : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
MgO ..	33,20			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..	4,02	0,03943		13,589
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..	0,99	0,0061998		
CaO ..	52,50	0,9361	6,1311	0,11916
SiO <sub>2</sub> ..	9,17	0,15268		

**Ásványi összetétel**

Keletkező vegyületek ..	C <sub>3</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF	Szabad CaO
Súlyszázalék . . . . .	34,34	8,98	3,01	19,55

Ha a CaO : SiO<sub>2</sub> molekuláris aránya nagyobb, mint 2 : 1, az összes SiO<sub>2</sub> dikalciumszilikáttá alakul. A CaO-maradék molekuláris arányát osztjuk négygel és az eredményt „L”-el jelöljük.

Ha az „L” értéke kisebb, mint az alumíniumoxid molekuláris aránya, de nagyobb, mint a vasoxidé, az összes vasoxid brownmilleritet ad és szabad CaO és Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> marad vissza.

A maradék CaO és alumíniumoxid molekuláris aránya nagyobb, mint 3, az összes alumíniumoxid C<sub>3</sub>A formájában kötődik meg. Szabad CaO marad fenn.

Ha a maradék CaO molekuláris aránya a C<sub>2</sub>S-hez nagyobb, mint 1, úgy az egész dikalciumszilikátból trikalciumszilikát keletkezik és szabad CaO marad vissza. C<sub>3</sub>S számítása 3CaO : SiO<sub>2</sub> = a<sub>1</sub> % : b<sub>2</sub>

$$b_2 = \frac{3CaO}{SiO_2} \cdot a_1\%$$

$$b_2 = 2,80 \cdot 9,17 = 25,67\% \text{ CaO}$$

$$a_1\% + b_2 = C_2S\%$$

$$9,17 + 25,67 = 34,84\% \text{ C}_2\text{S}$$

C<sub>4</sub>AF számítása

$$4CaO : Fe_2O_3 = b_3 : e_1\%$$

$$b_3 = \frac{4CaO}{Fe_2O_3} \cdot e_1\%$$

$$b_3 = 1,4048 \cdot 0,99 = 1,39\% \text{ CaO}$$

$$Al_2O_3 : Fe_2O_3 = d_2 : e_1\%$$

$$d_2 = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3} \cdot e_1\%$$

$$0,63839 \cdot 0,99 = 0,63\% \text{ Al}_2\text{O}_3$$

$$b_3 + d_2 + e_1\% = C_4AF\%$$

$$1,39 + 0,63 + 0,99 = 3,01\% \text{ C}_4AF$$

C<sub>3</sub>A % számítása

$$d_1\% - d_2 = d_3$$

$$4,02 - 0,63 = 3,39\% \text{ Al}_2\text{O}_3$$

$$3CaO : Al_2O_3 = b_4 : d_3$$

$$b_4 = \frac{3CaO}{Al_2O_3} \cdot d_3$$

$$b_4 = 1,65 \cdot 3,39 = 5,59\% \text{ CaO}$$

$$b_4 + d_3 = C_3A\%$$

$$5,59 + 3,39 = 8,98\% \text{ C}_3A$$

Szabad CaO % számítása b<sub>1</sub> % - (b<sub>2</sub> + b<sub>3</sub> + b<sub>4</sub>) = CaO %

$$52,50 - (25,67 + 1,39 + 5,59) =$$

$$= 19,55\% \text{ CaO}$$

Az MgO mint periklás válik ki.

**Krómozott tartalmú bázikus tűzállóanyagok ásványtani számításai**

A keletkező vegyületek jelölései

- MK = MgO · Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = Magnéziumkromát (Pikotit)
- CK = CaO · Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = Monokalciumkromát
- C<sub>2</sub>K = 2CaO · Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = Dikalciumkromát

A többi ásványok jelöléseit lásd magnezit, dolomit és forsterit tűzállóanyagok ásványtani számításainál.

A számításoknál a vegyületek jelölése a következő

- Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % jelölése = j<sub>1</sub> . . .
- MK % „ = k<sub>1</sub> . . .
- CK % „ = l<sub>1</sub> . . .
- C<sub>2</sub>K % „ = m<sub>1</sub> . . .

A többi vegyületek jelöléseit lásd magnezit, dolomit és forsterit tűzállóanyagok ásványtani számításainál.

Ismert	Keresett	Képlet	Állandó
MK	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\frac{MgO \cdot Cr_2O_3}{Cr_2O_3}$	= 1,2652
CK	CaO	$\frac{Cr_2O_3}{CaO}$	= 2,7108
	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\frac{CaO \cdot Cr_2O_3}{CrO_{32}}$	= 1,3689
	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\frac{CaO}{Cr_2O_3}$	= 0,3689
C <sub>2</sub> K	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\frac{2CaO}{Cr_2O_3}$	= 0,7378
	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\frac{2CaO \cdot Cr_2O_3}{Cr_2O_3}$	= 1,7575

A többi állandó értékeit lásd magnezit, dolomit és forsterit tűzállóanyagok ásványtani számításainál.

A számítás menete

Az oxidos elemzésből megkapott súlyszázalék értékét elosztjuk az illető anyag molekulárisúlyával, azután a CaO molekuláris arányát elosztjuk az SiO<sub>2</sub> molekuláris arányával. Ez megadja a CaO : SiO<sub>2</sub> arányát, amely ha 2 alatt van, a IV. táblázat alapján állapítjuk meg a keletkező ásványok jelenlétét, ha 2 felett van, az V., illetve VI. táblázat alapján.

Az V. és VI. táblázat szerint a dikalciumszilikát tartalom kiszámítása után a visszamaradó CaO súlyszázalékát újra elosztjuk a molekulárisúlyával és a kapott eredményt négyvel osztjuk. Ezt az értéket „L”-lel jelöljük.

Ha a brownmillerit kiszámítása után CaO marad vissza, úgy a maradék CaO súlyszázalékát elosztjuk a vasoxid, illetve krómoxid molekulárisúlyával. Ha ez az érték vasoxid esetében 2 felett van, úgy a maradék CaO a krómoxiddal lép reakcióba és kalciumkromátok keletkeznek.

Ha a CaO és Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> molekuláris aránya 1 alatt van, úgy pikotit és monokalciumkromát keletkezik. Ha a CaO : Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> molekuláris aránya 2 felett van, úgy szabad kalciumoxid marad vissza.

Ha a CaO : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> molekuláris aránya 3 alatt van, úgy különböző kalciumaluminátok, ha 3 felett van, úgy a maradék CaO a dikalciumszilikáttal reakcióba lép és trikalciumszilikát keletkezik. Amennyiben a CaO : C<sub>2</sub>S molekuláris aránya 1 alatt van, úgy részben dikalciumszilikát, részben trikalciumszilikát keletkezik. Ha 1 felett van, úgy szabad kalciumoxid marad vissza.

IV. táblázat

Sor-szám	CaO : SiO <sub>2</sub> molekuláris aránya	Keletkező ásványok
1.	0—1,0	CMS, M <sub>2</sub> S, MA, MF, MK, MgO
2.	1,0	CMS, MA, MF, MK, MgO
3.	1,0—1,5	C <sub>3</sub> MS <sub>2</sub> , CMS, MA, MF, MK, MgO
4.	1,5	C <sub>3</sub> MS <sub>2</sub> , MA, MF, MK, MgO
5.	1,5—2,0	C <sub>2</sub> S, C <sub>3</sub> MS <sub>2</sub> , MA, MF, MK, MgO
6.	2,0	C <sub>2</sub> S, MA, MF, MK, MgO

V. táblázat

A CaO : SiO<sub>2</sub> molekuláris aránya 2 felett van

Sor-szám	L	CaO : Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO : Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO : C <sub>2</sub> S	Keletkező ásványok
		molekuláris aránya			
1.	Kisebb mint Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> és Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> mol-aránya	—	—	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, MA, MF, MK, MgO
2.	Kisebb, mint és nagyobb, mint Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> mol-aránya	0—2,0	—	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> F, MF, MK, MgO
3.	Ugyanaz	2 felett	0—1,0	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> F, CK, MK, MgO
4.	Ugyanaz	2 felett	1	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> F, CK, MgO
5.	Ugyanaz	2 felett	1—2	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> F, CK, C <sub>2</sub> K, MgO
6.	Ugyanaz	2 felett	2	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> F, C <sub>2</sub> K, MgO
7.	Ugyanaz	2 felett	2 felett	0—1	C <sub>2</sub> S, C <sub>3</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> F, C <sub>2</sub> K, MgO
8.	Ugyanaz	2 felett	2 felett	1	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> F, C <sub>2</sub> K, MgO
9.	Ugyanaz	2 felett	2 felett	1 felett	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> F, C <sub>2</sub> K, CaO, MgO

VI. táblázat

A CaO : SiO<sub>2</sub> molekuláris aránya 2 felett van „L” értéke kisebb, mint az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és nagyobb, mint az Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> molekuláris aránya

Sor-szám	CaO : Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO : C <sub>2</sub> S	Keletkező ásványok
	molekuláris aránya			
1.	0—1,0	—	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, CK, MA, MK, MgO
2.	1,0	—	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, CK, MA, MgO
3.	1,0—2,0	—	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> K, CK, MA, MgO
4.	2,0	—	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> K, MA, MgO
5.	2 felett	0—1,0	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> K, CA, MA, MgO
6.	2 felett	1	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> K, CA, MgO
7.	2 felett	1—1,67	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> K, C <sub>5</sub> A <sub>3</sub> , CA, MgO
8.	2 felett	1,67	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> K, C <sub>5</sub> A <sub>3</sub> , MgO
9.	2 felett	1,67-3,0	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> K, C <sub>5</sub> A <sub>3</sub> , C <sub>3</sub> A, MgO
10.	2 felett	3,0	—	C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> K, C <sub>3</sub> A, MgO
11.	2 felett	3 felett	0—1,0	C <sub>3</sub> S, C <sub>2</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> K, C <sub>3</sub> A, MgO
12.	2 felett	3 felett	1	C <sub>3</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> K, C <sub>3</sub> A, MgO
13.	2 felett	3 felett	1 felett	C <sub>3</sub> S, C <sub>4</sub> AF, C <sub>2</sub> K, C <sub>3</sub> A, CaO, MgO

A számítás kivitele

IV. táblázat 1. pont

CMS számítása ugyanaz, mint I. táblázat 1. pont  
 M<sub>2</sub>S „ „ „ I. „ 1. „  
 MA és MF „ „ „ I. „ 1. „  
 MK „ „ MgO · Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = k<sub>1</sub> : j<sub>1</sub>%

$$k_1 = \frac{\text{MgO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3}{\text{Cr}_2\text{O}_3} \cdot j_1\%$$

$$k_1 = \text{MK}\%$$

IV. táblázat 2. pont

CMS számítása ugyanaz, mint I. táblázat 1. pont  
 MA „ „ „ I. „ 1. „  
 MF „ „ „ I. „ 1. „  
 MK „ „ „ IV. „ 1. „

IV. táblázat 3. pont

C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub> számítása ugyanaz, mint I. táblázat 3. pont  
 CMS „ „ „ I. „ 3. „  
 MA „ „ „ I. „ 1. „  
 MF „ „ „ I. „ 1. „  
 MK „ „ „ IV. „ 1. „

IV. táblázat 4. pont

C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub> számítása ugyanaz, mint I. táblázat 4. pont  
 MA „ „ „ I. „ 1. „  
 MF „ „ „ I. „ 1. „  
 MK „ „ „ IV. „ 1. „

IV. táblázat 5. pont

C<sub>2</sub>S számítása ugyanaz, mint I. táblázat 5. pont  
 C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub> „ „ „ I. „ 5. „  
 MA „ „ „ I. „ 1. „  
 MF „ „ „ I. „ 1. „  
 MK „ „ „ IV. „ 1. „

IV. táblázat 6. pont

C<sub>2</sub>S számítása ugyanaz, mint I. táblázat 6. pont  
 MA „ „ „ I. „ 1. „  
 MF „ „ „ I. „ 1. „  
 MK „ „ „ IV. „ 1. „

V. táblázat 1. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint II. táblázat 1. pont
C <sub>4</sub> AF	„ „ „ II. „ 1. „
MA	„ „ „ II. „ 1. „
MF	„ „ „ II. „ 1. „
MK	„ „ „ IV. „ 1. „

V. táblázat 2. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont
C <sub>4</sub> AF	„ „ „ II. „ 2. „
C <sub>2</sub> F	„ „ „ II. „ 2. „
MF	„ „ „ II. „ 2. „
MK	„ „ „ IV. „ 1. „

V. táblázat 3. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont
C <sub>4</sub> AF	„ „ „ II. „ 2. „
C <sub>2</sub> F	„ „ „ II. „ 3. „
CK	„ CaO : Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = b <sub>5</sub> : j <sub>2</sub>

$$j_2 = \frac{\text{Cr}_2\text{O}_3}{\text{CaO}} \cdot b_5$$

$$b_5 + 22 = \text{CK}\%$$

MK	„ j <sub>1</sub> % - j <sub>2</sub> = j <sub>3</sub>
----	--

A számítás menete ugyanaz, mint a IV. táblázat 1. pont

V. táblázat 4. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont
C <sub>4</sub> AF	„ „ „ II. „ 2. „
C <sub>2</sub> F	„ „ „ II. „ 3. „
CK	„ CaO · Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = l <sub>1</sub> : j <sub>1</sub> %

$$l_1 = \frac{\text{CaO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3}{\text{Cr}_2\text{O}_3} \cdot j_1\%$$

V. táblázat 5. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont
C <sub>4</sub> AF	„ „ „ II. „ 2. „
C <sub>2</sub> F	„ „ „ II. „ 3. „

C <sub>2</sub> K	„ $\frac{2\text{CaO}x}{\text{Cr}_2\text{O}_3} + \frac{(j_1\% - x)\text{CaO}}{\text{Cr}_2\text{O}_3} = b_5\%$
------------------	--

$$\frac{2\text{CaO}x + j_1\% \text{CaO} - \text{CaO}x}{\text{Cr}_2\text{O}_3} = b_5\%$$

$$x = \frac{b_5\% \text{Cr}_2\text{O}_3 - j_1\% \cdot \text{CaO}}{\text{CaO}}$$

$$x = j_2$$

$$2\text{CaO} : \text{Cr}_2\text{O}_3 = b_6 : j_2$$

$$b_6 = \frac{2\text{CaO}}{\text{Cr}_2\text{O}_3} \cdot j_2$$

CK	számítása	$b_6 + j_2 = m_1\%$
		$j_1\% - j_2 = j_3$
		CaO : Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = b <sub>7</sub> : j <sub>3</sub>

$$b_7 = \frac{\text{CaO}}{\text{Cr}_2\text{O}_3} \cdot j_3$$

$$b_7 + j_3 = \text{CK}\%$$

V. táblázat 6. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont
C <sub>4</sub> AF	„ „ „ II. „ 2. „
C <sub>2</sub> F	„ „ „ II. „ 3. „
C <sub>2</sub> K	„ 2CaO · Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = m <sub>1</sub> : j <sub>1</sub> %

$$m_1 = \frac{2\text{CaO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3}{\text{Cr}_2\text{O}_3} \cdot j_1\%$$

$$m_1 = \text{C}_2\text{K}\%$$

V. táblázat 7. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont
C <sub>4</sub> AF	„ „ „ II. „ 2. „
C <sub>2</sub> F	„ „ „ II. „ 3. „
C <sub>2</sub> K	„ 2CaO : Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = b <sub>5</sub> : j <sub>1</sub> %

$$b_5 = \frac{2\text{CaO}}{\text{Cr}_2\text{O}_3} \cdot j_1\%$$

$$b_5 + j_1\% = m_1\%$$

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint II. táblázat 3. pont
C <sub>2</sub> S%	„ „ „ II. „ 3. „

V. táblázat 8. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont
C <sub>4</sub> AF	„ „ „ II. „ 2. „
C <sub>2</sub> F	„ „ „ II. „ 3. „
C <sub>2</sub> K	„ „ „ V. „ 7. „
C <sub>3</sub> S	„ „ „ II. „ 3. „

V. táblázat 9. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont
C <sub>4</sub> AF	„ „ „ II. „ 2. „
C <sub>2</sub> F	„ „ „ II. „ 3. „
C <sub>2</sub> K	„ „ „ V. „ 7. „
C <sub>3</sub> F	„ „ „ II. „ 5. „
CaO	„ b <sub>1</sub> - (b <sub>2</sub> - b <sub>3</sub> - b <sub>4</sub> - b <sub>5</sub> - b <sub>6</sub> ) = b <sub>7</sub>

VI. táblázat 1. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont
C <sub>4</sub> AF	„ „ „ III. „ 1. „
CK	„ „ „ V. „ 3. „
MA	„ „ „ III. „ 1. „
MK	„ „ „ V. „ 3. „

VI. táblázat 2. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont
C <sub>4</sub> AF	„ „ „ III. „ 1. „
CK	„ „ „ V. „ 4. „
MA	„ „ „ III. „ 1. „

VI. táblázat 3. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont
C <sub>4</sub> AF	„ „ „ III. „ 1. „
C <sub>2</sub> K	„ „ „ V. „ 5. „
CK	„ „ „ V. „ 5. „
MA	„ „ „ III. „ 1. „

VI. táblázat pont 4.

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont
C <sub>4</sub> AF	„ „ „ III. „ 1. „
C <sub>2</sub> K	„ „ „ V. „ 6. „
MA	„ „ „ III. „ 1. „

VI. táblázat 5. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont
C <sub>4</sub> AF	„ „ „ III. „ 1. „
C <sub>2</sub> K	„ „ „ V. „ 7. „
CA	„ „ „ III. „ 1. „
MA	„ „ „ III. „ 1. „

VI. táblázat 6. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont
C <sub>4</sub> AF	„ „ „ III. „ 1. „
C <sub>2</sub> K	„ „ „ V. „ 7. „
CA	„ „ „ III. „ 1. „

VI. táblázat 7. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint II. táblázat 2. pont
C <sub>4</sub> AF	„ „ „ III. „ 1. „
C <sub>2</sub> K	„ „ „ V. „ 7. „
CA	„ „ „ III. „ 2. „
C <sub>2</sub> A <sub>3</sub>	„ „ „ III. „ 2. „

VI. táblázat 8. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint	II. táblázat	2. pont
C <sub>4</sub> AF	"	III.	1. "
C <sub>2</sub> K	"	V.	7. "
C <sub>5</sub> A <sub>3</sub>	"	III.	3. "

VI. táblázat 9. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint	II. táblázat	2. pont
C <sub>4</sub> AF	"	III.	1. "
C <sub>2</sub> K	"	V.	7. "
C <sub>5</sub> A <sub>3</sub>	"	III.	4. "
C <sub>3</sub> A	"	III.	4. "

VI. táblázat 10. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint	II. táblázat	2. pont
C <sub>4</sub> AF	"	III.	1. "
C <sub>2</sub> K	"	V.	7. "
C <sub>3</sub> A	"	III.	5. "

VI. táblázat 11. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint	II. táblázat	2. pont
C <sub>4</sub> AF	"	III.	1. "
C <sub>2</sub> K	"	V.	7. "
C <sub>3</sub> A	"	III.	5. "
C <sub>3</sub> S	"	III.	6. "
C <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	"	III.	6. "

VI. táblázat 12. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint	II. táblázat	2. pont
C <sub>4</sub> AF	"	III.	1. "
C <sub>2</sub> K	"	V.	7. "
C <sub>3</sub> A	"	III.	5. "
C <sub>3</sub> S	"	III.	6. "

VI. táblázat 13. pont

C <sub>2</sub> S	számítása ugyanaz, mint	II. táblázat	2. pont
C <sub>4</sub> AF	"	III.	1. "
C <sub>2</sub> K	"	V.	7. "
C <sub>3</sub> A	"	III.	5. "
C <sub>3</sub> S	"	II.	5. "
CaO	"	III.	8. "

Számítási példák

IV. táblázat 3. pont

	Analízis s. %	Mel arány	CaO : SiO <sub>2</sub>
MgO	81,82		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,95		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,90		
CaO	2,72	0,048502	
SiO <sub>2</sub>	2,46	0,040959	1,1841
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,70		

Ásványi összetétel

Keletkező vegyületek	C <sub>3</sub> MS <sub>2</sub>	CMS	MA	MF	MK
Súlyszázalék	2,35	4,24	1,33	9,89	4,68

A CaO : SiO<sub>2</sub> aránya 1-nél nagyobb, de 1,5-nél kisebb, ezért az összes CaO és SiO<sub>2</sub> merwinitté (C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub>) és monticellitté (CMS) alakul.

C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub> számítása

$$x = \frac{b_1\% \cdot 2\text{SiO}_2 - a_1\% \cdot 2\text{CaO}}{\text{CaO}}$$

$$x = \frac{2,72 \cdot 120,12 - 2,46 \cdot 112,16}{56,08}$$

$$x = a_2 \quad a_2 = 0,86\% \text{ SiO}_2$$

$$\text{MgO} : 2\text{SiO}_2 = c_1 : a_2$$

$$c_1 = \frac{\text{MgO}}{2\text{SiO}_2} \cdot a_2$$

$$c_1 = 0,33566 \cdot 0,86 = 0,29\% \text{ MgO}$$

$$3\text{CaO} : 2\text{SiO}_2 = b_2 : a_2$$

$$b_2 = \frac{3\text{CaO}}{2\text{SiO}_2} \cdot a_2$$

$$b_2 = 1,4 \cdot 0,86 = 1,20\% \text{ CaO}$$

$$a_2 + b_2 + c_1 = \text{C}_3\text{MS}_2\%$$

$$0,86 + 1,20 + 0,29 = 2,35\% \text{ C}_3\text{MS}_2$$

CMS számítása

$$b_1\% - b_2 = b_3$$

$$2,72 - 1,20 = 1,52$$

$$\text{CaO} : \text{MgO} = b_3 : c_2$$

$$c_2 = \frac{\text{MgO}}{\text{CaO}} \cdot b_3$$

$$c_2 = 0,71897 \cdot 1,52 = 1,09\% \text{ MgO}$$

$$\text{SiO}_2 : \text{CaO} = a_3 : b_3$$

$$a_3 = \frac{\text{SiO}_2}{\text{CaO}} \cdot b_3$$

$$a_3 = 1,0709 \cdot 1,52 = 1,63\% \text{ SiO}_2$$

$$a_3 + b_3 + c_2 = \text{CMS}\%$$

$$1,63 + 1,52 + 1,09 = 4,24\% \text{ CMS}$$

MA számítása

$$\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3 = g_1 : d_1$$

$$g_1 = \frac{\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot d_1$$

$$g_1 = 1,3955 \cdot 0,95 = 1,33\% \text{ MA}$$

MF számítása

$$\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 = h_1 : e_1$$

$$h_1 = \frac{\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot e_1$$

$$h_1 = 1,2525 \cdot 7,90 = 9,89\% \text{ MF}$$

MK számítása

$$\text{MgO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3 : \text{Cr}_2\text{O}_3 = k_1 : j_1\%$$

$$k_1 = \frac{\text{MgO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3}{\text{Cr}_2\text{O}_3} \cdot j_1\%$$

$$k_1 = 1,2652 \cdot 3,70 = 4,68\% \text{ MK}$$

V. táblázat 3. pont

	Analízis s. %	Mel arány	CaO : SiO <sub>2</sub>
MgO	61,50		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,50	0,024524	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,00	0,0313126	
CaO	12,90	0,23003	
SiO <sub>2</sub>	1,90	0,031635	7,27
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,50	0,10196	

Ásványi összetétel

Keletkező vegyületek	C <sub>2</sub> S	C <sub>4</sub> AF	C <sub>2</sub> F	CK	MK
Súlyszázalék	5,45	11,91	1,86	11,43	9,04

A CaO : SiO<sub>2</sub> molekuláris aránya nagyobb, mint 2, ezért az összes kovasav dikalciumszilikáttá alakul. A maradék CaO-tartalmat elosztjuk a molekulásúllal és a kapott molekulá arányt ismét elosztjuk négygyel. Ezt az értéket „L”-vel jelöljük.

Az „L” értéke kisebb, mint a vasoxid molekuláris aránya, de nagyobb, mint az alumíniumoxid, ezért az összes alumíniumoxid brownmilleritet (C<sub>4</sub>AF) alkot és a feleslegben maradó CaO és Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dikalcium-ferritet képez. A vasoxid által lekötött CaO mennyiségén felül maradó CaO és a krómoxid molekuláris aránya 1 alatt van, ezért részben monokalciumkromát (CK), részben pikotit keletkezik. A fennmaradó magnézium-oxid, mint periklas válik ki.

C<sub>2</sub>S számítása

$$2\text{CaO} : \text{SiO}_2 = b_2 : a_1\%$$

$$b_2 = \frac{2\text{CaO}}{\text{SiO}_2} \cdot a_1\%$$

$$b_2 = 1,8675 \cdot 1,90 = 3,55\% \text{ CaO}$$

$$a_1\% + b_2 = \text{C}_2\text{S}\%$$

$$1,90 + 3,55 = 5,45\% \text{ C}_2\text{S}$$

C<sub>4</sub>AF számítása

$$4\text{CaO} : \text{Al}_2\text{O}_3 = b_3 : d_1\%$$

$$b_3 = \frac{4\text{CaO}}{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot d_1\%$$

$$b_3 = 2,2 \cdot 2,50 = 5,50\% \text{ CaO}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3 = e_2 : d_1\%$$

$$e_2 = \frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot d_1\%$$

$$e_2 = 1,5664 \cdot 2,50 = 3,91\% \text{ Fe}_2\text{O}_3$$

$$b_3 + d_1\% + e_2 = \text{C}_4\text{AF}\%$$

$$5,50 + 2,50 + 3,91 = 11,91\% \text{ C}_4\text{AF}$$

**C<sub>2</sub>F** számítása  $e_1\% - e_2 = e_3$   
 $5,00 - 3,91 = 1,09\% \text{ Fe}_2\text{O}_3$   
 $2\text{CaO} : \text{Fe}_2\text{O}_3 = b_4 : e_3$   
 $b_4 = \frac{2\text{CaO}}{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot e_3$   
 $b_4 = 0,7024 \cdot 1,09 = 0,77\% \text{ CaO}$   
 $b_4 + e_3 = \text{C}_2\text{F}\%$   
 $0,77 + 1,09 = 1,86\% \text{ C}_2\text{F}$

**CK** számítása  $b_1\% - (b_2 + b_3 + b_4) = b_5$   
 $12,90 - (3,55 + 5,50 + 0,77) =$   
 $= 3,08\% \text{ CaO}$   
 $\text{CaO} : \text{Cr}_2\text{O}_3 = b_5 : j_2$   
 $j_2 = \frac{\text{Cr}_2\text{O}_3}{\text{CaO}} \cdot b_5$   
 $j_2 = 2,7108 \cdot 3,08 = 8,35\% \text{ Cr}_2\text{O}_3$   
 $b_5 + j_2 = \text{CK}\%$   
 $3,08 + 8,35 = 11,43\% \text{ CK}$

**MK** számítása  $j_1\% - j_2 = j_3$   
 $15,50 - 8,35 = 7,15\% \text{ Cr}_2\text{O}_3$   
 $\text{MgO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3 : \text{Cr}_2\text{O}_3 = k_1 : j_3$   
 $k_1 = \frac{\text{MgO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3}{\text{Cr}_2\text{O}_3} \cdot j_3$   
 $k_1 = 1,2652 \cdot 7,15 = 9,04\% \text{ MK}$

**CK** számítása  $b_1\% - (b_2 + b_3) = b_4$   
 $19,60 - (6,09 + 10,68) = 2,83$   
 $\text{CaO} : \text{Cr}_2\text{O}_3 = b_4 : j_2$   
 $j_2 = \frac{\text{Cr}_2\text{O}_3}{\text{CaO}} \cdot b_4$   
 $j_2 = 2,7108 \cdot 2,83 = 7,67\% \text{ Cr}_2\text{O}_3$   
 $b_4 + j_2 = \text{CK}\%$   
 $2,83 + 7,67 = 10,50\% \text{ CK}$

**MK** számítása  $j_1\% - j_2 = j_3$   
 $21,10 - 7,67 = 13,43\% \text{ Cr}_2\text{O}_3$   
 $\text{MgO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3 : \text{Cr}_2\text{O}_3 = k_1 : j_3$   
 $k_1 = \frac{\text{MgO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3}{\text{Cr}_2\text{O}_3} \cdot j_3$   
 $k_1 = 1,2652 \cdot 13,43 = 16,99\% \text{ MK}$

**MA** számítása  $d_1\% - d_2 = d_3$   
 $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3 = g_1 : d_3$   
 $g_1 = \frac{\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot d_3$   
 $g_1 = \frac{\text{MA}\%}{1}$   
 $1,3955 \cdot 0,95 = 1,32\% \text{ MA}$

**A számítás alkalmazásai**

**Jolsvai magnezitszinter ásványtani összetételének számítása:**

Analízis s. %	Mol. arány	CaO : SiO <sub>2</sub>	„L”
SiO <sub>2</sub> .....	1,34	0,02231	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,50	0,004905	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	7,80	0,04885	
CaO .....	3,36	0,05991	2,6852 0,0038337

**Ásványi összetétel:**

Keletkező vegyületek C<sub>2</sub>S C<sub>4</sub>AF MA MF MgO  
 Súlyszázalék ..... 3,84 1,86 0,15 9,00 85,15  
 Mivel a CaO : SiO<sub>2</sub> aránya 2 felett van és az „L” értéke kisebb, mint az alumíniumoxid és vasoxid molekuláris aránya külön-külön, ezért a II. táblázat 1. pontja szerint végeztük el a számítást.

**1942-ből származó jolsvai magnezitszinter ásványtani összetételének számítása:**

Analízis s. %	Mol arány	CaO : SiO <sub>2</sub>	„L”
SiO <sub>2</sub> .....	0,86	0,014319	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,38	0,0037277	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	8,44	0,05286	
CaO .....	2,38	0,04244	2,9639 0,003477
MgO .....	87,28	—	—

**Ásványi összetétel:**

Keletkező vegyületek C<sub>2</sub>S C<sub>4</sub>AF MA MF MgO  
 Súlyszázalék ..... 2,46 1,69 0,40 9,87 85,94  
 Mivel a CaO : SiO<sub>2</sub> aránya 2 felett van és az „L” értéke kisebb, mint az alumíniumoxid és vasoxid molekuláris aránya külön-külön, ezért a II. táblázat 1. pontja szerint végeztük el a számítást.

**Kassai magnezitszinter ásványtani összetételének számítása:**

Analízis s. %	Mol arány	CaO : SiO <sub>2</sub>	„L”
SiO <sub>2</sub> .....	1,03	0,017149	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,95	0,0093192	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	5,60	0,03507	
CaO .....	2,07	0,03691	2,1523 0,00066867
MgO .....	88,93	—	—

**Ásványi összetétel:**

Keletkező vegyületek C<sub>2</sub>S C<sub>4</sub>AF MA MF MgO  
 Súlyszázalék ..... 2,95 0,32 1,22 6,89 —

**VI. táblázat 1. pont**

	Analízis s. %
MgO .....	41,65
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	5,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	7,60
CaO .....	19,60
SiO <sub>2</sub> .....	3,26
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	21,10

**Ásványi összetétel**

Keletkező vegyületek	C <sub>2</sub> S	C <sub>4</sub> AF	CK	MK	MA
Súlyszázalék .....	9,35	23,13	10,50	16,99	1,32

A CaO : SiO<sub>2</sub> molekuláris aránya nagyobb, mint 2, ezért az összes kovasav dikalciumszilikáttá alakul. Az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> molekuláris aránya nagyobb, mint az Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-é, ezért az összes vasoxidból brownmillerit (C<sub>4</sub>AF) keletkezik, az alumíniumoxid egy részével.

A maradék CaO molekuláris arányát osztva a krómoxid molekuláris arányával, a kapott érték 1 alatt van, ezért a krómoxid egy részéből monokalciumkromát, más részéből pedig pikotit keletkezik.

A brownmillerit keletkezésekor nem használdik el az összes alumíniumoxid, a maradékból magnéziaspinell keletkezik. A maradék magnéziumoxid, mint periklas válik ki.

**C<sub>2</sub>S** számítása  $2\text{CaO} : \text{SiO}_2 = b_2 : a_1\%$   
 $b_2 = \frac{2\text{CaO}}{\text{SiO}_2} \cdot a_1\%$   
 $b_2 = 1,8675 \cdot 3,26 = 6,09\% \text{ CaO}$   
 $a_1\% + b_2 = \text{C}_2\text{S}\%$   
 $6,09 + 3,26 = 9,35\% \text{ C}_2\text{S}$

**C<sub>4</sub>AF** számítása  $4\text{CaO} : \text{Fe}_2\text{O}_3 = b_3 : e_1\%$   
 $b_3 = \frac{4\text{CaO}}{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot e_1\%$   
 $b_3 = 1,4048 \cdot 7,60 = 10,68\% \text{ CaO}$   
 $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 = d_2 : e_1\%$   
 $d_2 = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot e_1\%$   
 $d_2 = 0,63839 \cdot 7,60 = 4,85\% \text{ Al}_2\text{O}_3$   
 $b_3 + d_2 + e_1\% = \text{C}_4\text{AF}\%$   
 $10,68 + 4,85 + 7,60 = 23,13\% \text{ C}_4\text{AF}$



Mivel a  $CaO : SiO_2$  aránya 2 felett van és az „L” értéke kisebb, mint az alumíniumoxid és vasoxid molekuláris aránya külön-külön, ezért a II. táblázat 1. pontja szerint végeztük el a számítását.

**Kassai magnezitszinter ásványtani összetételének számítása:**

	Análízis s. %	Mol arány	CaO : SiO <sub>2</sub>	„L”
SiO <sub>2</sub> .....	2,60	0,04329		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,44	0,004316		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	4,82	0,03919		
CaO .....	2,12	0,03780	0,8732	—
MgO .....	89,30	—	—	—

*Ásványi összetétel:*

Keletkező vegyületek	CMS	M <sub>2</sub> S	MA	MF
Súlyszázalék .....	5,91	0,77	0,61	6,04

Mivel a  $CaO : SiO_2$  molekuláris aránya 1 alatt van, a számítását az I. táblázat 1. pontja szerint végeztük.

**Hacavai magnezitszinter ásványtani összetételének számítása:**

	Análízis s. %	Mol arány	CaO : SiO
SiO <sub>2</sub> .....	2,94	0,4895	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,80	0,007848	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	7,30	0,04572	
CaO .....	3,85	0,06865	1,4024
MgO .....	84,41	—	—

*Ásványi összetétel:*

Keletkező vegyületek	CMS	C <sub>3</sub> MS <sub>2</sub>	MA	MF
Súlyszázalék .....	1,38	6,491	1,10	9,14

A  $CaO : SiO_2$  molekuláris aránya 1—1,5 között van ezért a számítását I. táblázat 3. pontja alapján végeztük.

**Sajtolt magnezittégla (kereskedelmi minőségű) ásványtani összetételének számítása (1947 novemberéből származik):**

	Análízis s. %	Mol arány	CaO : SiO <sub>2</sub>
SiO <sub>2</sub> .....	1,44	0,023976	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,68	0,0066706	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	7,08	0,044338	
CaO .....	2,42	0,04315	1,799
MgO .....	87,34	—	—

*Ásványi összetétel:*

Keletkező vegyületek	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> MS <sub>2</sub>	MA	MF
Súlyszázalék .....	2,47	1,58	0,95	8,87

A  $CaO : SiO_2$  aránya 1,5—2,0 között van, ezért a számítását az I. táblázat szerint az 5. pont alapján végeztük.

**Kínai magnezitszinter ásványtani összetételének számítása:**

	Análízis s. %	Mol arány	CaO : SiO <sub>2</sub>
SiO <sub>2</sub> .....	4,24	0,0706	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,10	0,000981	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	5,00	0,031313	
CaO .....	3,32	0,0592	0,8385
MgO .....	86,99	—	—

*Ásványi összetétel:*

Keletkező vegyületek	CMS	M <sub>2</sub> S	MA	MF
Súlyszázalék .....	9,26	0,93	0,14	6,26

A  $CaO : SiO_2$  molekuláris aránya 1 alatt van, ezért a számítását az I. táblázat 1. pontja szerint végeztük.

**Kínai magnezitszinter ásványtani összetételének számítása:**

	Análízis s. %	Mol arány	CaO : SiO <sub>2</sub>
SiO <sub>2</sub> .....	4,88	0,081252	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,33		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	3,27		
CaO .....	2,00	0,035663	0,4389
MgO .....	88,76		
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	0,40		

*Ásványi összetétel:*

Keletkező vegyületek	CMS	M <sub>2</sub> S	MA	MF
Súlyszázalék .....	5,57	6,42	0,46	4,09

A  $CaO : SiO_2$  aránya 1 alatt van, ezért a számítását az I. táblázat 1. pontja alapján végeztük el.

**Magnezitadalékos stabilizált dolomittégla ásványtani összetételének számítása:**

	Análízis s. %	Mol arány	CaO : SiO <sub>2</sub>
SiO <sub>2</sub> .....	11,76		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,24		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	4,70		
CaO .....	27,70		
MgO .....	52,96		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0,91		2 felett

*Ásványi összetétel:*

Keletkező vegyületek	C <sub>2</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>4</sub> AF	C <sub>2</sub> F	MgO
Súlyszázalék .....	30,40	4,40	5,59	4,70	52,96

A P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-öt a keletkező dikalciumszilikát veszi fel, szilárd oldat alakjában. Mivel a  $CaO : SiO_2$  arány 2 felett van, ezért a számítását a II. táblázat 3. pontja szerint végeztük el.

**Jolsvai magnezitszinter ásványtani összetételének számítása:**

	Análízis s. %	Mol arány	CaO : SiO <sub>2</sub>
SiO <sub>2</sub> .....	1,12	0,018648	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,50	0,0049048	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	8,20	0,051346	0,004725
CaO .....	3,15	0,05617	3,01
MgO .....	86,28		
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	0,55		

*Ásványi összetétel:*

Keletkező vegyületek	C <sub>2</sub> S	C <sub>4</sub> AF	MA	MF
Súlyszázalék .....	3,21	2,29	0,03	9,33

A  $CaO : SiO_2$  aránya 2 felett van, s az „L” értéke kisebb, mint az alumíniumoxid és vasoxid molekuláris aránya külön-külön, ezért a II. táblázat 1. pontja szerint végeztük el a számítását.

**Hacavai magnezitszinter ásványtani összetételének számítása:**

	Análízis s. %	Mol arány	CaO : SiO <sub>2</sub>
SiO <sub>2</sub> .....	3,07	0,05111555	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,63		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	7,17		
CaO .....	4,07	0,072575	1,42
MgO .....	84,25		
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	0,65		

*Ásványi összetétel:*

Keletkező vegyületek	C <sub>3</sub> MS <sub>2</sub>	CMS	MA	MF
Súlyszázalék .....	7,06	1,28	0,88	8,98

A  $CaO : SiO_2$  molekuláris aránya 1 felett van, de 1,5-nél kisebb, ezért a számítását az I. táblázat 3. pontja szerint végeztük el.

**Kassai magnezitszinter ásványtani összetételének számítása:**

	Análízis súly %	Mol. arány	CaO : SiO <sub>2</sub>
SiO <sub>2</sub> .....	2,29	0,0381285	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,02		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	5,68		
CaO .....	2,00	0,0356633	0,93
MgO .....	88,13		
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	0,69		

*Ásványi összetétel:*

Keletkező vegyületek	CMS	M <sub>2</sub> S	MA	MF
Súlyszázalék .....	5,58	0,35	1,42	7,04

A  $CaO : SiO_2$  molekuláris aránya 1 alatt van, ezért a számítását az I. táblázat 1. pontja alapján végeztük.

**Sajtolt magnezit-tégla (kereskedelmi minőségű) ásványtani összetételének számítása:**

	Analízis s. %	Mol. arány	CaO : SiO <sub>2</sub>
SiO <sub>2</sub> .....	2,36	0,039294	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,25		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	8,30		
CaO .....	2,44	0,043509	1,107
MgO .....	80,65		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	4,20		
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	0,50		

*Ásványi összetétel;*

Keletkező vegyületek C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub> CMS MA MF MK  
 Súlyszázalék ..... 1,39 4,82 1,41 10,39 5,31  
 A CaO : SiO<sub>2</sub> aránya 1 felett és 1,5 alatt van és a gyártmány krómoxidot is tartalmaz. Ezért a számítást a IV. táblázat 3. pontja alapján végeztük el.

**Kassai magnezitszinter ásványtani összetételének számítása:**

	Analízis súly %	Mol. arány	CaO : SiO <sub>2</sub>
SiO <sub>2</sub> .....	2,76	0,045954	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,43		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	5,72		
CaO .....	2,29	0,040834	0,8858
MgO .....	88,04		
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	0,55		

*Ásványi összetétel;*

Keletkező vegyületek CMS M<sub>2</sub>S MA MF  
 Súlyszázalék ..... 6,40 0,73 0,60 7,16  
 A CaO : SiO<sub>2</sub> molekuláris aránya 1 alatt van, ezért a számítást az I. táblázat 1. pontja szerint végeztük.

**Hacavai magnezitszinter ásványtani összetételének számítása:**

	Analízis s. %	Mol. arány	CaO : SiO <sub>2</sub>
SiO <sub>2</sub> .....	3,06	0,050949	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,20		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	6,95		
CaO .....	4,15	0,0740014	1,4524
MgO .....	84,77		
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	0,65		

*Ásványi összetétel;*

Keletkező vegyületek C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub> CMS MA MF  
 Súlyszázalék ..... 7,58 0,75 0,28 8,70  
 Az oxidos elemzés megadott CaO értékéből le kell vonni a külön meghatározott aktív CaO tartalmat. Ez az előző hacavai magnezitszinternél 2,55% volt. Ha levonjuk ezt az értéket a megadott CaO tartalomtól és úgy végezzük el a helyesített ásványtani számítást, akkor az alábbi összetételt fogjuk kapni:

*Ásványi összetétel;*

	CMS	M <sub>2</sub> S	MA	MF	CaO
Súlyszázalék .....	4,46	3,16	0,28	8,70	2,55

Az első esetben, mivel a CaO : SiO<sub>2</sub> aránya 1 felett, de 1,5 alatt volt, ezért a számítást az I. táblázat 3. pontja szerint hajtottuk végre. A második esetben a helyesített ásványtani összetétel kiszámításánál a CaO : SiO<sub>2</sub> aránya 1 alatt volt, ezért az I. táblázat 1. pontja szerint kell elvégezni a számítást.

**Jolsvai magnezitszinter ásványtani összetételének számítása:**

	Analízis s. %	Mol. arány	CaO <sub>2</sub> : SiO	„L“
SiO <sub>2</sub> .....	1,27	0,0211455		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ....	0,48	0,0047086		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ....	8,16	0,0510958		0,0014711
CaO .....	2,70	0,0481455	2,28	
MgO .....	86,59			
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ...	0,60			

*Ásványi összetétel;*

	C <sub>3</sub> S	C <sub>4</sub> AF	MA	MF
Súlyszázalék .....	3,64	0,71	0,46	9,93

Mivel a CaO : SiO<sub>2</sub> aránya 2 felett van és a „L“ értéke kisebb, mint az alumínium és vasoxid molekuláris aránya külön-külön, ezért a számítást a II. táblázat 1. pontja szerint végeztük el.

Az ásványtani számítások számos kérdésben adnak felvilágosítást a gyártási technológiai szükséges változtatásaira és ennek irányára. Régóta ismert tény, hogy a magnezit-tégla repedezései megszűnnek, ha az örlés és sajtolás után a kiegészített magnezit-tégla újra megőröljük és feldolgozzuk. Ez a gyakorlati tapasztalat alátámasztható azzal, hogy a kiegészített tégla aktív CaO tartalma jelentős mértékben lecsökken. A közölt számítások mutatják, hogy a magnezit-ekben aktív CaO-tartalomnak nem lenne szabad maradnia. A vizsgálatok azonban azt mutatják, hogy minden esetben, még egyszer égetett tégla-knál is jelentkezik, ha csekélyebb mértékben is. Ez azt mutatja, hogy a termék egyensúly még másodszeri égetésre sem áll be teljesen. Természetesen a szabad CaO egymagában nem mértéke a kémiai reakció teljességének.

A gyártási technológia szemszögéből nézve megállapítható, hogy a magnezitszinter gyártását az eddigi módszertől eltérőleg jelentősen meg kellene változtatni. Az eddigi eljárás, főleg az olcsóbb, aknás kemencékben való égetés áll előtérben annak kedvező hőmértéke és olcsóbb beruházása miatt. Ez azonban csak jobbminőségű magnezit-ek feldolgozását teszi lehetővé, melyekből egyre kevesebb van. Kényszerből szükséges a fejlődő acélipar szempontjából feldolgozni a kisebb értékű dolomit-sabb magnezit-eket is. Ezek az aknás-kemencéből kikerülő szinter-ek azonban nagy aktív CaO tartalommal bírnak és csak nagy selejttel dolgozhatók fel. Az ásványtani számítások azt mutatják, hogy teljesen indokolatlan az összetétel alapján a nagy szabad CaO-tartalom. A jellemzősre köztünk egy hacavai magnezitszinter kémiai elemzést és ásványtani összetételt. A számítás alapján jóval nagyobb CaO-tartalmat is elbírna még akkor is, ha dikalcium-szilikát formájában kötnék le. Hogy ezt elérhessük, szükséges volna a szinter gyártását teljesen más úton végezni. Szükséges lenne a cementgyártáshoz hasonló módon a nyersközetet nagy finomságra megőrölni és iszap formájában forgókemencében feldolgozni. Így a kémiai reakciók lezajlása tökéletesebb, a termék pedig egyenletesebb minőségű lenne. Ez azonban a magnezitszinter gyártását olyan forradalmi módon változtatná meg, hogy a jelenlegi magnezit-égető kohók jórészt hasznavehetetlenekké válnának.

Egyes ásványok, mint a brownmillerit és a dikalcium-ferrit különösen káros hatásúak a felhasználás szempontjából, bár a tri-kalcium-szilikát keletkezését nagyban elősegítik. A C<sub>3</sub>S mellett azonban a további feldolgozás szempontjából fontos, hogy szabad CaO ne maradjon, mert a kapott klinker nem dolgozható fel másképp. A nyersanyagok összekeverési mennyiségének megállapításakor használjuk fel ezeket az ismereteket és időnként számításokkal ellenőrizzük, hogy a klinker összetétele megfelelő-e. A kész tégla ásványtani ellenőrzése azért is fontos, mert a későbbi viselkedésre a beépítés alatt is következtetéseket vonhatunk le.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. V. F. Zsuravljev: Cement. (Moszkva.) 1938. 43—45. old.
2. Y. Sanada: Journ. Jap. Ceram. Soc. 39., 466 B, 1936.
3. K. Konopický és H. Kassel: Ber. D. K. G. 17. 1936. 465—483.
4. K. Konopický: Ber. D. K. G. 17. 1937. 97—106 és 465—483.
5. K. Konopický és F. Trojer: Radex Rundschau 1/2 1947.
6. Dr. H. Köhl: Zement-Chemie II. B. 87., 101., 109., 111. old. 1951.
7. J. R. Rait: Basic Refractories. 1950.
8. Rigby, Richardson, Ball: Trans. Brit. Cer. Soc. 1947. okt.
9. Dr. H. Towers: 29. 1952. 101—113. old. Ber. D. K. G.

# KOHÁSZATI

*lapok*

ALAPÍTOTTA PÉCH ANTAL 1868-BAN



**9.** SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

---

KOHÁSZATI LAPOK 8. (86.) ÉVFOLYAM 9. SZÁM 185—204 OLDAL BUDAPEST, 1953. SZEPTEMBER

# KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület,  
A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége  
TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest VI. Rudas László-u. 45 • Telefon: 129-696, 127-084

Венгерский Журнал Metallургии

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

Főszerkesztő: Komjáthy László • Felelős szerkesztő: Vajk Péter

Szerkesztőbizottság: Árkos Frigyes, Deniflée Sándor, dr. Dobos György,

Felföldi Zoltán, dr. Gillemot László, Jakóby László, Kálmán Lajos, Varga Ferenc

Felelős kiadó: Solt Sándor

## Kohászati Lapok:

<i>Martinovich E.</i> : Acélművek tervezési és technológiai feladatai .....	185
<i>Jacunskája—Sztárovics</i> : A Martin-eljárás intenzívebbé tétele a direkt oxidálás módszerével I. rész .....	194
Szakosztályi hírek — Könyvismertetés .....	204

## Öntöde

<i>Chapó E.</i> : Gázfázisú temperálás .....	185
<i>Csiszár M.</i> : A gyorsöntés lényege és gyakorlati alkalmazása .....	189
<i>Lukácsfalvi T.</i> : Az öntöttvasvizsgálat mai helyzete .....	196
<i>Szvath Gy.</i> : Korszerű öntvénytisztítás .....	202

## Alumínium:

<i>Szudyovszky A.</i> : A magnéziumoxid-színítés termodinamikájának gyakorlati vonatkozásai .....	185
<i>Ferenczy M.</i> : Na <sub>2</sub> O-tartalom meghatározása műkorundban, termikus salakokban és tümföldben .....	196
<i>Domony A.</i> : A Magyar Tudományos Akadémia Fémfőbizottságának az Akadémia Műszaki Osztályvezetősége előtt 1953. június 1-én tartott beszámolója .....	201
Hírek .....	203

KIADJA A NEHÉZIPARI KÖNYV- ÉS FOLYÓIRATKIADÓ VÁLLALAT

Kiadóhivatal: Budapest V, Nagy Sándor-utca 6 • Telefon: 111-091  
Megjelenik havonta • Egyévi előfizetés: 36.—Ft. Egyes példányok ára: 4.—Ft

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Nemzeti Bank 61.770

# KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA

VIII. évfolyam (LXXXVI)

9. szám

1953. szeptember 10

## Acélművek tervezési és technológiai feladatai\*

MARTINOVICH ERNŐ

A Szovjetunió kohászati üzemének építésénél világosan kialakult az a tendencia, hogy az újonnan tervezett műveket ú. n. típus művekként tervezik meg és építik fel. Az acélművek elrendezése elvileg jól átgondolt és a gyakorlati tapasztalatok alapján leszűrt megoldásokból úgy alakult ki, ahogy az a technológiai kívánalmaknak minden tekintetben megfelel.

A Martin-kemencék nagyságrendjében is kialakultak egyes jól bevált típusok, melyeket megfelelő számban alkalmaznak, az épített mű szándékolt kapacitásának megfelelően.

A továbbiakban a szovjet Gipromez tervező intézetnek egy ilyen típus acélművét fogom ismertetni. Az acélmű 4 db 120—130 tonna befogadóképességű álló Martin-kemencéből áll, melyeknek fajlagos teljesítménye 14—15 t/óra folyékony acél. A kemencék kihasználási fokát, vagyis a termelő időnek a naptári időhöz való viszonyát általában 88—90% körül számítják.

Az acélgyártás mennyiségi felfejlődésének időszakában, az acélművek fémbetét gazdálkodását általában a művek visszatérő hulladékára alapítják és idegen hulladékot nem vesznek számításba.

Eszerint az acélmű kemencéinek betétje 75% folyékony nyersvasból és 25% szilárd ócskavasból áll. A folyékony nyersvasat egy 600 t befogadóképességű, inaktív keverő kemencén keresztül kapják a Martin-kemencék. Az ócskavas teljes egészében gyári visszatérő hulladék. Ennek a hulladéknak bizonyos mértékű előkészítésére is szükség van, hogy az adagolás gyorsan legyen végezhető. Az előkészítés hideg v. meleg darabolásból, törésből és legfőként sajtolásból áll. Ezen előkészítési munkákból nagyobb jelentősége csak a sajtolásnak van, mivel a hengerműnek kész terméke a lemez, ennek hulladéka lesz a gyári hulladék tekintélyes része, amit az adagoláshoz sajtolással kell előkészíteni. A többi ócskavas előkészítési mód csak az öntés közben keletkező nagyobb terjedelmű nyersvas és acélhulladék darabolását célozza, valamint az elhasznált kokillák előkészítését az újra olvasztáshoz. Ez utóbbi művelet azonban a Martin-kemencék adagolásával nem függ össze.

\* Elhangzott a Sztálin Vasműben tartott ankétnél 1953. április 12-én.

A nagy nyersvas százaléku betét a kemencék technológiáját az érc-nyersvas eljárásban szabja meg. Ennek a technológiának hatásos gyakorlatához a frissítő érc megfelelő minősége szükséges. A kohóelegy számára rendelkezésre álló érc sem fizikai, sem kémiai tulajdonságánál fogva, közvetlenül frissítő ércként való felhasználásra nem alkalmas. Az ércelőkészítőmű a hátrányos fizikai tulajdonságokon (pl. porosság) segít ugyan, azonban a vegyi összetételben mutatkozó nagy  $\text{SiO}_2$  tartalom miatt az érc még külön dúsító eljárást igényel, mellyel a  $\text{SiO}_2$  tartalom 6% alá csökkenthető. Az érc  $\text{SiO}_2$  tartalma felső határának megszabása s ezáltal a keletkező salakmennyiség csökkentése nagymértékben megkönnyíti az ércfrissítés technológiáját. Ércdúsító berendezéseket hazai acélműveinkben egyelőre nem tervezünk, mert az elgondolás az, hogy a kohóérc beérkezéséből a megfelelő összetételű szállítmányokat a martinmű kapná meg.

Ez a megoldás azonban gyakorlatilag igen nehezen keresztülvihető módszer, főként akkor, ha ércsugorítást is kell végrehajtani, úgy hogy ércdúsító berendezés felállítására valószínűleg szükség lesz minden nagy nyersvas százalékkal dolgozó acélműnél. Egy kísérleti berendezés, mely a rázó-flotáló elven alapszik, egyik acélműünkben rövidesen felállításra is kerül. Az ércdúsítás szükségességét csökkenti a nyersvas összetételének megváltoztatása akár úgy, hogy az összetétel már a kohónál változzék, akár a nyersvasnak csapolás utáni utólagos kondicionálása útján. Azt a tényt, hogy az acélnyersvas összetételének megváltoztatásával jobban kell alkalmazkodni az acélgyártás szükségleteihez, már hazai viszonylatban is felismerték és hosszabb idő óta eredményes kísérleteket folytatnak a nyersvas előfrissítésével, ú. n. kondicionálásával. Az acél nyersvasnál rendszerint előírt max 2,0% Mn és max 0,8% Si tartalmat csökkenteni kell max 1,5% Mn és max 0,4% Si-ra a kéntartalom egyidejű max 0,06%-on való tartása mellett.

A frissítés kérdése még nagyobb fontosságú az acélmű megindulásának első szakaszában, amikor a hengermű még legtöbb esetben nincs üzemben és ezért gyári visszatérő hulladék még nem áll rendelkezésre. Ebben az időszakban a Martin-

kemencéknek vagy jóval nagyobb — esetleg 100% — nyersvas betéttel kell dolgozniok, vagy az ócskavas kontingenst országosan kell elosztani úgy, hogy a többi acélművek kisebb ócskavas részesedése árán legyen az új acélmű Martin-kemencéinek szükséglete megtakarítható. Ennek a megoldásnak kivételére különösen ott van mód, ahol a berendezés a nagy nyersvas fogyasztást és ezzel az ócskavas takarékoságát nagy mértékben lehetővé teszi.

A Martin-kemencében frissítés kérdésében a legkomolyabban számításba kell venni azokat a tanácsokat, amiket Bardin szovjet akadémikus elvtárs adott az oxigénnek a Martin-kemencében való alkalmazásával kapcsolatban.

Szerinte a szovjet kohászat már kialakított technológiával rendelkezik e téren és tapasztalatait szívesen bocsátja a magyar népgazdaság rendelkezésére. Kívánatos volna ezeknek a tapasztalatoknak megszerzésére a hivatalos lépéseket haladéktalanul megtenni. Azonkívül a Vasipari Kutató Intézet is lefolytatott hosszabb kísérlet-sorozatokat ugyanebben a kérdésben jó eredménnyel.

Mindezen tapasztalatok hasznosításának előfeltétele természetesen az, hogy az acélmű mellett oxigéngyár létesíttessék — 98% tisztaságú oxigén gyártására kb. 1000 m<sup>3</sup>/óra kapacitással. Az eddig tervezett oxigénfejlesztő erre a célra nem felel meg, kis kapacitása, nagy tisztaságú oxigénje és legfőképpen amiatt, mert erre az oxigénre máshol lesz szükség.

A Martin-kemencék tüzelőanyagául kevert gázt szokás tervezni, melynek alkotó részei 935 cal/m<sup>3</sup> kohógáz és 4000 cal/m<sup>3</sup> kokszkemencégáz. A keveréket úgy állítják be, hogy fűtőértéke 2200 cal/m<sup>3</sup> legyen. A nagy kalóriatartalom biztosításán felül folyékony tüzelőanyagokkal (kát-rány v. pakura) való karburálást is előírnyozzák a gáz jó sugárzóképeségének s azáltal jó hőátadásának biztosítására. Az óránként bevitt átlagos kalória mennyiség  $16,5 \times 10^6$  kal, maximálisan  $21,5 \times 10^6$  kal, tonnánként pedig  $1,15 \times 10^6$ , maximálisan  $1,49 \times 10^6$  kal. A Martin-kemencék üzemének kezdeti szakaszában kokszkemencégáz még nem fog rendelkezésre állni, a kokszoló mű későbbre tervezett megindulása miatt. Ebben az időszakban a Martin-kemencéket kohógázzal fogják fűteni. A pakura mennyiséget úgy számították ki, hogy a láng-hőmérséklet azonos legyen azzal, mint amit a fentebb ismertetett keverék-gáz ad.

Ezzel biztosítható, hogy a termelés azonos szinten marad. A füstgázok melegmennyiségének hasznosítására gőzfejlesztő kazánok szolgálnak. Minden kemencének külön kazánja van. Ezeket páronként közös épületben helyezik el.

A kazánok nagy nyomású és hőmérsékletű gőzt szolgáltatnak.

A gőzteljesítmény 10 t/óra körüli. A füstgáz-kazánokat korszerű műszerezéssel és automatikus huzat szabályozással, a gáztalanítókat pedig nyomás és vízszint szabályozással látják el.

A Martin-kemencék álló típusú 120—130 t befogadóképességű, Venturi-fejjel bíró kemencék,

bázikus felső résszel és függesztett boltozattal. A felszállók és a salakkamrák falazata ugyancsak krómmagnezit tégla. A salakkamrák boltozata szilikatéglából készül. A felszállók és salakkamrák bázikus falazata biztosítja, hogy az összegyűlő salak laza halmazállapotú lesz és így könnyen eltávolítható, ami a hideg javítást igen megkönnyíti.

A kemencék az erős hőhatású helyeken víz-hűtéssel vannak ellátva. A kemencék falazásmódja megfelel az általában szokásos falazásoknak, a falazott fenéken kb. 200 mm vastag döngölt magnezitréteg van.

A Martin-kemencék korszerű műszerezéssel és automatikával vannak ellátva. A műszerek részben a kemence hőfok ellenőrzésére részben az automatikus berendezések impulzus adására szolgálnak.

A kemence tüzelése félautomatikus rendszer szerint szabályozható, melynek impulzusát az olvasztár adja meg. A gázkeverék arány és a levegő hozzáadás beállítása automatikus. A kemencetér nyomásának beállítása teljesen automatikus, a szelep átváltás lehet teljesen automatikus, a regenerátor hőfok alapján, vagy fél-automatikus, az olvasztár irányítása szerint.

A kemencék adagolására pódiumszinti adagológépek, a folyékony nyersvas beöntésére pedig magas pályán futó nyersvas beöntődaruk szolgálnak. A kemencék pódiumszintje 6,5 magasan van. Ezen a szinten érkeznek be a betét szilárd anyagai az elegytérről és a folyékony nyersvas a keverő-csarnokból.

Az egyszinten való szállítás lehetővé tételére az elegytér rakodó vágányai és a keverő csarnok öntővágánya a Martin-kemence pódiummal azonos szinten épülnek. Ezek a vágányok magas hídpályákon jutnak be a kemencecsarnokba.

A szilárd anyagok adagok szerint összeállított szerelvényeken érkeznek az elegytérről először a kemencecsarnok mentén végigfutó ú. n. elegycsarnokba, ahol az adagolás időpontját várják be, majd innen kitérő vágányok segítségével a kemencék előtt végighaladó vágányra, ahonnan az adagolás történik.

A folyékony nyersvas 100 t befogadóképességű, kocsira helyezett üstökben érkezik be a keverőcsarnokból a kemencecsarnoknak nyersvas vágányára, ahonnan a nyersvas beöntő daru felveszi és a kemenceajtótérbe helyezett öntő csatornán át, a kemencébe beönti. A nyersvas-vágány a kemencecsarnoknak a kemencékkel szemközti oszlopsora mentén halad úgy, hogy a nyersvas-szállítás az adagoló gépek munkáját nem zavarja.

A keverőkemence javításakor a folyékony nyersvas a kohóból egyenesen a martincsarnokba érkezik. A nyersvascsapolás és a nyersvas beöntés összehangolása ez esetben fontos feladat.

A hozaganyagok tárolása a kemence pódium alatti beton bunkerekben történik. A bunkerek mellett pófástörő van, mely az anyagok aprítását végzi. Az aprított anyagot a nyersvasdaru a pódiumszinten lévő lemezbunkerekbe rakja át, s innen kerülnek a felhasználás helyére. A FeMn a kemencébe, a FeSi az üstbe.

Az ócskavas, salakképző anyagok és a kemencék meleg javításához szükséges anyagok tárolása az elegytéren történik. Az elegytér, darupálya alatt lévő, részben fedett terület, ami 6,5 m magas feltöltött szinten van elhelyezve. A fedett rész alatt vannak a segédanyagok, földbe süllyesztett bunkerekben, a fedetlen részen az ócskavas foglal helyet, ugyancsak süllyesztett területen.

A vasuti kocsikból kirakás és az adagoló teknőkbe berakás a 6,5 m-es szinten történik. Az anyagkezelést mágnessel és markolóval ellátott futódaruk végzik. Az ócskavastároló terület befedésére nincs szükség, mert a felhasznált ócskavas mennyisége csekély és csak gyári, visszatérő hulladékból áll, amely rövid idő alatt felhasznált nehéz anyag úgy, hogy rozsdásodási lehetősége alig van. Az ócskavas adagolásra előkészített állapotban tárol.

Az adagelőkészítés technológiájával kapcsolatosan felmerülhet az a kérdés, hogy az adagolandó ócskavasat tanácsos-e a keletkezés helyén közvetlenül az adagoló csatornába gyűjteni és az elegytéren csak besorolni az adagokba, vagy pedig jobb-e a különböző minőségekből elkülönítve tárolt, nagyobb készleteket tartani az elegytéren és az adagösszeállítás előírásai szerinti pontos mennyiségekben itt rakni fel az adagoló csatornába.

Az első módszer olcsóbb, mert csak egyszeri rakodást tesz szükségessé. A második módszer műszakilag helyesebb, mert az ócskavas gyűjtése és az adagolás független egymástól, ami az adagkészítés egyenletességét és ezzel a kemencék beolvasási körülményeinek biztosabb kézben tartását teszi lehetővé.

A kemencék melegjavítására dolomitszóró gépet irányoznak elő. A hidegjavítás teljes mértékben gépesített. A hidegjavítás munkafolyamata két részből áll, a bontott anyag elszállításából és az építő anyagnak helyszínre viteléből. Mindkét részfolyamat gépesített.

A felső rész bontott anyagát részben az adagoló gépek teknőiben, részben külön erre a célra szorgáló 26 m<sup>3</sup>-es tartányokban szállítják öntő vasúti kocsikba.

Az alsórész téglahulladékát szállítható, puttonyos felvonókészülék adja egy lejtős szállítószalagra. Innen egy állandó jellegű beépített szállítószalagra kerül. Ez utóbbi a pódiumszint alatt, a kemencék mentén 3,5 m magasan épült. Erről a szállítószalagról az anyag egy másik, haránt irányú szállítószalagra jut és az öntő pódiumszint alatt álló vasúti kocsikba. A salakkamrák salakját ugyancsak szállítószalaggal továbbítják az öntőcsarnoki vágányon álló kocsikba. Kézi munkaerőre csak a puttonyok, illetőleg szállítószalagok etetésénél van szükség.

A javításhoz szükséges téglákat a raktárból a kemencéhez olyan targoncák szállítják, amelyeket villás emelőszerkezettel szerelnek fel. A felső rész téglaszükségletét felvonó szállítja a pódiumra, ahonnan újból targoncák viszik a kemencéhez. A magasabb szinten szükséges téglákat, pl. a bol-

tozat falazásnál, a targonca emelőszerkezete adja fel a hordozható állványokra.

A kohószint alatti falazásra a téglákat ferde csúszdákon juttatják le.

A hidegjavítás gépesítésének helyes alkalmazásával nagy mértékben sikerül az építési időtartamot lecsökkenteni, amire a kemencék kihasználási fokának betartásához szükség is van.

Az előírányzott 89%-os kemence kihasználási fok 325 munkanapot jelent kemencénként úgy, hogy az összes javítási idő kemencénként és évenként max 40 napot tehet ki. Ebből kb. 27 nap esik a hideg és 13 nap a meleg javításokra.

A hidegjavítások gyors lebonyolítása érdekében a hidegjavítás ütemezésének is úgy kell történnie, hogy egyidejűleg csak egy kemence legyen hideg javításban.

A tűzálló téglákat, a bázikus téglák kivételével, a gyár maga állítja elő. Ugyancsak a gyárban készülnek a tűzálló habarcsok készítéséhez szükséges örlemények.

Igen fontos problémája a műnek a salakkezelés kérdése.

A Martin-kemencék üzeménél salakeltávolításra három helyen van szükség, mégpedig:

- a) A frissítés folyamatánál a kemenceajtón kifolyó salak,
- b) csapoláskor az acélüstön túlfolyó salak és
- c) az öntés végén az acélüstben visszamaradt salak eltávolítására.

Mindhárom esetben a salak felfogására külön salaküstök szorgálnak.

Az a) esetben az üst szállítókoszin a kemenceajtó alatt áll és felfogja az ajtón át lehúzott, vagy a felhaboztatás által magától kifolyó salakot. A kocsit egy csőrő a kemence alatt az öntőcsarnokba vontatja, ahol az üstöt az öntődaru átemei a nagy szállítókoszra.

A b) és c) esetben a salaküstök az öntőcsarnokban állványokon vannak elhelyezve és megteésük után erről emeli át az öntődaru a szállítókoszra.

A salak manipuláció legnagyobb problémáját a várható salakmennyiség jelenti. A frissítés tárgyalásánál szó volt arról, hogy a salakmennyiség csökkenthető a nyersvas összetételének megváltoztatásával és a frissítő érc dúsításával és előkészítésével. A probléma ezzel egyszerűbbé lesz, de tekintettel arra, hogy álló Martin-kemencéről van szó, még mindig megmarad a keletkező salak kemencéből való eltávolításának nehézsége.

A szovjet kohászok frissítő technológiája, mely szerint a salak felhabzik és így a kemenceajtón át nagyrésze magától kifolyik, hazai viszonylatban még nem eléggé ismert és gyakorolt módszer.

A nyersvas összetételének és az érc minőségének befolyását a salak mennyiségére szemléletesen két szélső érték.

Ha a nyersvas összetételében a tervezett nagyobb Mn és Si-tartalom van és a frissítő érc SiO<sub>2</sub> tartalma 10%, akkor a keletkező salakmennyiség 23 kg/100 kg acél. Ha viszont a nyersvas Mn és Si tartalma a fentebb megadott értéket nem haladja túl és az érc max 6,0% SiO<sub>2</sub>-t

tartalmaz, akkor a várható salakmennyiség 15 kg/100 kg acél körül lesz. Ebből látható, hogy a salakszállítás és feldolgozás kérdése mily nagy problémává nő, a nyersavas és érc összetételétől függően.

Az acél öntése kocsikon történik, melyeken 4 db kokilla van elhelyezve. Az öntecsek súlya a csillapítatlan minőségekben 3,5–5 t, a csillapított minőségekben 5–7 t között lesz, a gyártandó végterméknek megfelelően. Mivel a végtermék lemez, az öntecs szelvények téglalapalakúak. Az öntés technológiájának megválasztásánál a végtermék minősége lesz a döntő. Tekintettel arra, hogy az acélmű lemezanyagot, később valószínűleg még csőanyagot is gyárt, az alsó öntés módszerét előnyben kell részesíteni, főleg a kisebb méretek esetén. Az alsó öntés technológiája természetesen megkívánja a jó minőségű öntőtéglák alkalmazását és az öntőgarnitúrák igen gondos előkészítését.

Az öntés 130 t befogadóképességű üst segítségével történik. Felülről öntés esetén, 5 t-ás öntecseket és egyes öntést alapul véve, egy órán túl terjedő idővel kell számolni.

Ez az öntési idő meglehetősen nagy igénybevételt jelent mind az üstfalazatra, mind az üstdugó, dugórúd, és kagyló téglákra, főként a lágy, csillapítatlan minőségek gyártásánál. A tűzálló téglagyárnak ezzel a körülménnyel komolyan számolnia kell. Megfontolandó azonkívül a kettős öntés technológiájának bevezetése is az öntési idő megrövidítésére. Lényegesen megrövidül az öntési idő az alulról öntés bevezetése által is.

Az alulról öntésnek nem elhanyagolható előnye az is, hogy az öntecsek öntési sebessége lényegesen kisebb lehet, az egész öntés időtartamának egyidejű megrövidítése mellett, mint felülről öntésnél, ami a hengerlési repedések és így a selejt csökkentésénél lényeges befolyással van.

A csillapított minőségek felfelé szélesedő alakban és felöntéssel, a nem csillapított minőségek felfelé keskenyedő alakban felöntés nélkül készülnek.

Az öntőcsarnokban egy öntővágány és egy salakvágány van. Az öntővágány egész hosszában öntőpódium vonul végig.

Az öntőcsarnokon kívül és annak egész hosszában két várakozó vágány is halad. A várakozó vágányt az öntővágánnyal három kitérő kapcsolja össze, mégpedig a csarnok két végén és közepén. A várakozó vágányoknak az a szerepe, hogy az öntőcsarnokban esetleg keletkező torlódást ki lehessen kerülni.

Az öntőcsarnoki munkára háromféle daru szolgál, mégpedig a nehéz öntődaruk az öntés lebonyolítására, 5 t teherbírású konzoldaru a kemencék mentén az üstkezelés munkájára és 0,5 t-ás velocipéddaru az öntőhely felett a kokilla fedelek kezelésére nem csillapított anyagoknál.

Az üstkezelés az öntőcsarnokban történik. Erre a célra külön hely áll rendelkezésre az üstök falazására és szárítására. Az üstdugórudak szárítására külön szárítókemence szolgál, ahol a dugórudak 24 óra hosszaiig száradnak.

A kokilla sapkák lehúzója és kezelése csilla-

pított anyagnál, a kokillalehúzó, illetve kokilla-kezelő csarnokban történik. Felmerülhet az a kérdés, hogy nem volna-e kívánatos a velocipéddarut úgy megerősíteni, hogy a sapkák lehúzását már az öntőcsarnokban el lehessen végezni, nehogy az öntés után hosszabb idő elteltével megtörténhessék, hogy a sapkák a felöntésre rásülnek és így lehúzásuk nehézségbe ütközzék. A terv azonban a leöntött anyagnál csak 40 perc várakozást enged meg, ami után az öntőkocsikat már át kell vontatni a lehúzó csarnokba. Ily rövid idő alatt pedig 3–5 t-ás öntecseknél a sapkák rásülése még nem valószínű. Másrészt a sapkalehúzás következtében az öntecs test is gyorsabban hűl, ami a hengerlési előmelegítés szempontjából nem kedvező.

Az öntőcsarnokból a leöntött anyag a kokillalehúzó csarnokba kerül. A stripper daru macskája hármass működésű, mégpedig: lehúzza a kokillát a felfelé keskenyedő öntecsről, meglazítja az öntecset a felfelé szélesedő kokillában és meglazítja a felfelé szűkülő öntecset az alaptáblán. A sapkákat és beöntő tölcéseket a 20/5 t-ás segéddaru kezeli. A tölcéseket és sapkákat, valamint az alaptáblákat és kokillákat külön kocsikon szállítják vissza, mint a kokillacsarnoki technológiánál látni fogjuk.

Az üres kokillákat tisztításuk előtt mesterségesen is le lehet hűteni. Erre a célra külön kokilla zuhany berendezés szolgál. Az üzemvitel mutatja meg egyrészt azt, hogy a mesterséges hűtésre szükség van-e, másrészt, hogy a gyors hűtés nem megy-e a kokilla tartósság rovására. A gyors hűtés megfelelő számú kokilla garnitúra készleten tartásával kiküszöbölhető.

A használt garnitúrák újbóli kezelés céljából a kokilla csarnokba kerülnek, a kokillacsarnokban két végigfutó vágány van a két oszlopsor mentén és két csonka vágány a csarnok közepén.

Az öntőcsarnokkal szomszédos vágány azokat a szerelvényeket fogadja, melyeken a falazásra váró üres öntőlapok vannak. Az öntőlapokat a kocsikon falazzák, olyan meleg állapotban, hogy kiszáritásuk saját melegükkel történhessék. Ugyanezen a vágányon történik az új öntőgarnitúrák összeállítása azokból a kokillákból, melyeket erre a célra már előkészítettek.

A kokillák előkészítése a másik végigfutó vágányra beállított szerelvényeken történik. Ide kerülnek be a lehúzott kokillákkal megrakott szerelvények. A kokillákat előkészítésük előtt 100–150°-ig le kell hűteni. Gyors hűtés esetén tehát a szerelvényen beérkező kokillákat kezelik, lassú hűtésnél pedig a kezelendő kokillákat a hűtőpadról veszik le és a szerelvény forró kokilláival cserélik ki. A kokillakezelés kefélekből és kátrány permetezésből áll. Kezelés alatt a kokillák, akár felfelé keskenyedő, akár felfelé bővülő típusúak, nem állhatnak az öntőlapon, mert a lehulló szemétnak és lefolyó kátránynak nem szabad az öntőlapokat beszennyeznie.

A kokilla permetező konzoldaru kiképzésű és végighalad a kokillavágány felett. A kokillakezelés gépesítését még nem oldottuk meg kielégítő módon.



Leghelyesebbnek látszik a kokillakefélőgépet ugyanolyan konzolos szerkezetűre kiképezni, mint a kokillapermetező készüléket és a kokillakezelő csarnok egyik felében a keféő, másik felében a permetező gépet működtetni, a végigfutó kezelő pódiumról.

A kokillacsarnok egyik csonkavágányán a falazandó tölcserék és sapkák érkeznek be, a másikon a keletkező szemetet szállítják el. A kokillacsarnokban mindazok a berendezések kapnak helyet, amelyek az öntőgarnitúrák elkészítéséhez szükségesek, így a szárítók, habarcskeverők, anyagtárolók stb. A kokilla és öntőlap tisztítás céljából több elágazással bíró sűrített levegő vezetéknek is rendelkezésre kell állni.

A szükségképpen vázlatos leírásban csak a legfontosabb súlyponti kérdéseket szándékoztunk felsorolni azzal a céllal, hogy azok vita anyagául szolgáljanak.

### Hozzászólások

Balsay István:

Minden S. M. acélmű termelékenységét a következő tényezők befolyásolják a legdöntőbben:

1. A kemencék kihasználási foka (a meleg + hidegjavítási idők százalékos aránya a naptári időhöz).

2. A kemencék fajlagos teljesítménye. Erre legnagyobb hatással vannak:

a) az acélnyersvas kémiai, fizikai állapota és részesezési aránya a betétben;

b) a nyersvas előkészítési lehetőségei a nyersvaskeverő és nyersvaskezelés révén;

c) a S. M. kemencébe rakott betét frissítési lehetőségei, az oxigén frissítés kérdése a kemencében, általában a frissítőre problémája;

d) a kemencebetét berakási lehetőségei; a hulladékvas előkészítési kérdése;

e) a kemencefűtés, a kemence maximális hőkapacitásának kérdése;

f) a salakmanipuláció mind a termelékenység, mind az acélminőség szempontjából;

g) a gyártandó acélminőségek igényessége és azok százalékos megoszlása.

Amint Martinovich Ernő előadásában hallottuk, az előirányzott acéltermelést 4 db egyenként 120—180 tonnás befogadóképességű kemencének kell produkálnia. A kemencék tervezett kihasználási foka 89%-os. A 11%-os üresjárati idő 40 napjából a terv 27-et a hidegjavításra, 13-at a melegjavításra irányoz elő. A jelenlegi tűzállótégla minőséget és a kezdet nehézségeit tekintve, valószínűbbnek tartom az évi 27 napos hidegjavítás mellett a 20 napos melegjavítási időszakot, azaz a kemencénként és évente felmerülő 47 napos időkiesést, azaz 87%-os kemence kihasználási fokot. Tájékoztatóul közlöm, hogy az egyik acélműben fél év átlagában a Martin-kemencék kihasználási foka 86%-os, a 14%-os veszteségidőben a hideg- és melegjavítások részesezési aránya egyenlő, ami biztos jele a kemencék túlterhelésének és az ebből folyó fenék- és elsőfaljavítások gyakoriságának. Minden kemence ahhoz, hogy az évi tervét teljesítse, 900 adagot gyárt. Az átlagos kemencetartósság tehát két átépítés között 450 adag. A hidegjavításra előirányzott 27 nappól két nagyjavításra telik:

kétszer 11 (6 nap átépítés + 5 nap felfűtés) .....	22 nap
egyszer közbenső javítás: 2 nap javítás + 3 nap felfűtés .....	5 nap
	<hr/> 27 nap.

A kezdetben valószínű évi 20 melegjavítási nappól: 10 naponként egy fenékjavítás a 12 óra, kiesés: 33,8 · 12 óra = 405 óra + 75 óra meleg falazatjavítás (főleg elsőfal) = 480 óra, összesen ..... 20 nap.

Természetes, hogy minél nagyobb az acélműben alkalmazott nyersvasbetét százalékos aránya, annál nagyobb befolyással van az a Martin-acél gyártás minőségére, de termelékenységére is. A nyersvasbetét tekintetében vitathatatlanul a szóbanforgó Martinmű áll a legelső helyen és élvezi a jól előkészített nyersvasfrissítés áldásait, vagy megszenvedi a nyersvasfrissítés megoldatlanságát. A felhasználandó eredeti nyersvasösszetétel a következő volt:

Mn = max. 2,0%
Si = max. 0,8%
P = max. 0,285%
S = max. 0,06%

A hazai jelenlegi kohóbetét- és üzemi viszonyokat tekintve a következő nyersvasösszetétel látszik valószínűbbnek:

C = 3,70%
Mn = 2,00%
Si = 0,70%
P = 0,25%
S = 0,08%

A nyersvas csapolási hőmérséklete a kohó csapolócsatornájában mérve nagy átlagban 1280°. Ha az eddigiekben nem is tulajdonítottunk nagy fontosságot a nyersvas ú. n. fizikai melegének, ezentúl erről a fontosságának megfelelően annál több szó fog esni. A Martin-kemence betétjében a nyersvas részesezési aránya a Martinovich Ernő tájékoztatása szerint 75—100%-os határok között fog változni. Ez a hatalmas nyersvasrészesezéses kellő frissítőre hiányában okvetlenül előkészítésre szorul és minthogy a 600 tonnás keverő körkeverő, azaz inaktív típusú, azért a nyersvas előkészítésének a keverőn kívül kell történnie. Ettől függetlenül a keverő változatlanul fontos az acélmű ütemes termelése szempontjából, ügyelni kell a keverő töltési fokára, hogy a nyersvas optimális áthaladási idejét és ezzel a Martin-acélgyártásra oly fontos maximális keverővas hőmérsékletet biztosítani lehessen. Ismétlem, a megfelelő frissítőre hiánya és az alkalmazandó nagy nyersvasbetét-százalék miatt a nyersvas kondicionálása nemcsak a lehetőség, de a kikerülhetetlen szükségesség is fennáll. Itt röviden rá kell térnem a nyersvaskezelés lényegére és annak eddig elért eredményeire. A nyersvas kondicionálása a kohóüzem és a Martinmű között beiktatott azon folyamat, amelynek során a nyersvasat többé-kevésbé hatásos frissítőeszközökkel kémiai összetételében és fizikai melegében olyan irányban megváltoztatjuk, hogy a folyamatból kikerülő nyersvas C, Mn és Si-tartalma tekintetében az acéllá való átalakulás számottevő útját megtegye. A nyersvaskezelés egyik másik célja pedig az acélmű lehető tehermentesítése a kohóvas összetételbeli ingadozásaitól. Pillanatnyilag mind a két szempont egyformán jelentős. Az 1952-ben egyik kohóüzemünkben gyártott összes acélnyersvas összetétele a következő volt:

C = 3,79%
Mn = 2,39%
Si = 0,755%
P = 0,23%
S = 0,0815%
Cu = 0,17%

Ezt az összetételt a folyó évre is tájékoztatóan lehet tekinteni. Nyomasztó frissítőre-hiányunk, nagy nyersvasbetétszázalékunk (62—64%) és a tájékoztató átlagos összetételről való óriási ingadozás kb. egy háromnegyed éve arra kényszerítettek, hogy a nyersvaskezelés várható előnyei alapján rátérjünk a gyakorlati útra. A kondicionáló berendezés azóta két változatban elkészült. A folyamat lényege az, hogy a kondicionálandó nyersvas minden érdemleges fékezés vagy fojtás nélkül 8—15 perces időtartam alatt átfolyik egy olyan tűzálló téglával bélelt kettős terű frissítő eszközön, amelynek alsó tere a kondicionálás színhelye, felső része pedig a kondicionálás céljából odavezetett 600—650°-os forró fűvószerű elosztó szerkezete. A fűvószerű szerkezetét a kondicionáló térrel olyan rések kötik össze, amelyeknek hossziránya a berendezés hossz tengelyével párhuzamos, ill. arra merő-

leges. A kondicionálásnál alkalmazott levegőnyomás 80 és 260 mm higanyoszlop között változhat. Eddig 200-on felüli kohócsapolást kondicionáltunk, esetenként 20 tonnát meghaladó mennyiségben, úgyhogy 4000 tonnát meghalad a kondicionált nyersvas mennyisége. A kondicionáló rendszerbe belépő nyersvas hőmérsékletétől és a fűvőlevegő hőfokától, ill. nyomásától függően a nyersvas kondicionálásnak elért mértéke igen különböző volt. Kb. 60 kondicionálás átlagában a fojtás nélküli teljes menetű nyersvaskezelés frissítő hatása a következő volt:

C-ből .....	13,4 %
Mn-ből .....	54,0 %
Si-ből .....	63,6 %
P-ből .....	15,88 %
S-ből .....	23,0 %

Mindjárt itt emlitem meg, hogy a kondicionálásnak a Martin-kemencék termelékenysége növekedésére gyakorolt hatása eddig még egyértelműen nem volt megállapítható, a frissítőércben való megtakarításra azonban igen. A jelenlegi viszonyok között, a kondicionálásnál nem kielégítő sem a döntő elemek kiegészének sorrendje, sem a mértéke; túl kevés a C leégése, vonatott a Si-é és mértéken felüli a Mn-é. A legsürgősebb teendő a kondicionálás C és Mn leégési görbéinek divergenciáját megszüntetni, azokat konvergensekké tenni, ezzel Mn-t megmenteni, C-t elégetni és ércet, ill. salakmennyiséget megtakarítani. Ezen cél elérésének eszközei a növekvő hatásosság sorrendjében a következők:

A lehető legforróbb (legalább 650°-os, de inkább a kísérletnél elért maximális 800°-os) fűvőszél, az acél-nyersvas nagyobb Si-tartalma (0,8—1,0% körüli), az acél-nyersvas kellően nagy fizikai hője (az 1350°-os minimális csapolási hőmérséklet állandó biztosítása), és ennek hatásos konzerválása a kondicionáló berendezésbe való belépésig, végül és legfőképpen a fűvőszélnek oxigénben való érdemleges dúsítása.

Nyitott kérdés még a kondicionálás egész, vagy fél folyamatosága is, azaz az a körülmény, hogy a nyersvas a kondicionáló berendezésben stagnál, vagy stacioner áramlásban van-e, minthogy ennek döntő hatása van mind az oxidáció sorrendjére, mind annak a mértékére. Megjegyzem, hogy valamennyi eddig lefolytatott kondicionálási kísérlet stacioner áramlás mellett folyt le.

A kondicionálással eddig lefolytatott félüzemi kísérletek eredménye azt mutatja, hogy az eljárás máris alkalmas a szükséges frissítőérc 40—45%-ának megtakarítására, de a nyersvasösszetétel és főleg hőmérséklet ingadozása folytán nem szabályozható akaratunktól függően. Paradoxonnak hangzik, de tény: a nyersvas Si-tartalmának és ezzel egyidejűleg hőjének fokozásával jelentékenyen lehet növelni az érc-hatásnak kondicionálással történő helyettesítését.

Bardin akadémikus professzor célzott a S. M. kemencébetétek a kemencében történő oxigénes frissítésére. Ez a módszer csak teljesen begyakorlott, a kezdet nehézségein túljutott üzemen ajánlatos. Meg kell állapítani, hogy sok igen fontos kérdés tisztázatlan az oxigénes vagy oxigénnel dúsított nyersvas vagy martinbetét frissítéssel kapcsolatban, ami azzal magyarázható, hogy a fél üzemi (250 m<sup>3</sup>/óra), vagy a nagyüzemi (1200—1500 m<sup>3</sup>/óra) kísérletekhez való oxigén leválasztó berendezés felállításra késik. Pedig vagy a frissítőérc, vagy az oxigénes frissítés problémáját meg kell oldani, mert a jelenlegi felemás állapot a népgazdaság nagy károsodása nélkül továbbra már fenn nem tartható. A jó frissítőérc minősége a véletlektől leegyszerűsítve a következő:

SiO <sub>2</sub> max. ....	6%
a vashoz kötött oxigéntartalom min.	23%
a P és S egyenként max. ....	0,08%

Ennél jobb frissítő médiumot reálisan már csak a gáznemű frissítőanyagoktól lehet várni. Az acélgyártás frissítőerc ellátása teljesen elégtelen.

A kemencébetét berakási viszonyait, különösen az induláskor, kedvezőnek kell mondanunk, hiszen szilárd fémbetét vagy egyáltalán nem, vagy csak igen kis mértékben fog a kemencébe kerülni. 1 m<sup>3</sup>-es kanál

térfogattal és 1 t/m<sup>3</sup>-es hulladékvas térfogatsúllyal számolva 32,5 kanálban elfér a 130 tonnás fémbetét 32,5 tonnás hulladékvas részlege. Adagonként 25 tonna frissítőércel, 12 tonna mézskövel, 3,1 t égetett mészsel és 1,2 t bauxittal számolva a felsorolt bázikus hozagok kb. 21 kanálban férnek el. Így az összes 54 kanálban elférő teljes szilárd kemencébetét egy óra alatt berakható, amely egyik alapfeltétele az előirányzott kemencéterméknégynek.

A hulladékvas előkészítés nem probléma akkor, ha az előkészítésre szoruló vastagabb lemez-hulladékok darabolására az ú. n. gillotintípusú daraboló olló, a vékony nyiradékok számára pedig valóban korszerű és ezért termelékeny bálázó prés áll rendelkezésre.

A Martin-mű főleg minőségi lágy acélokat termel, döntően fontos ezért a kemencék kellő hőkapacitása. Példának említem a kemencék fürdőfelület m<sup>2</sup>-ére eső acél tonnamennyiséget, amely a sokkal kisebb teljesítőképességű regenerátor rendszerű más acélművi ú. n. 70 tonnás kemencéknél 2,8 tonna, szemben a mű korszerű regenerátor rendszerre melletti 2,4 tonnával. Hangsúlyozom, hogy a kokszkemencégáz nélküli periódusban a jó pakura égő porlasztó szerkezetnek döntő a fontossága, míg a porlasztó beépítésének helye másodrangú. A salakzsákban, de még inkább a rácskamrában történő karburálásnál a kohóházak, mint a pakura permet hordozójának mennyiségi kiszabása igen fontos. Egyébként igen tekintélyes szabott maximális kemence hőkapacitás és a kezdetben alkalmazott kohóház miatt igen nagyteljesítményű olajégőkre van szükség a becslésem szerint percenként elporlasztandó 25—30 kg-os olajmennyiségre való tekintettel. Tanácsos esetleg két égőporlasztót párhuzamosan működtetni.

Az alternatív megadott salakmennyiségek 150—230 kg között változnak az acélttermelés tonnájára esően. Főleg a nagyobbik érték döntően befolyásolhatja a martinacél gyártás termelékenységét, mind a fajlagos teljesítmény, mind a kemence kihasználási fok vonalán, ha nem sikerül idejében és nagymértékű (adott körülmények között 60%-ig terjedő) salakeltávolítás megvalósítani. A frissítés és a salakeltávolítás két alapvető tényezője a nagy nyersvaszázalékkal dolgozó S. M. acélgyártásnak.

A gyártandó acélminőségek igényessége — túlnyomóan lemezanyagról lévén szó — nemcsak metallurgiai, hanem technikai vonalon is igen nagyfokú, úgyhogy kikerülhetetlen szükségesség már a megindulás stádiumában a kifogástalanul kiképzett és felkészült szak személyzet rendelkezésre állása.

Szűcs Endre:

Martinovich Ernő előadása szerint az álló Martin-kemencék az úgynevezett „nyersvas-érc” eljárással fognak dolgozni. Ez a technológia a Martin-eljárás fejlődésének újabb időszakában alakult. A Martin-eljárás felfedezésének és kifejlődésének kezdeti szakaszában a gazdasági szükségesség hozta létre az eljárást, mivel a Bessemer eljárás korszakában felzaporodott és óriási gazdasági teherterelt képviselő ócskavasat csak ezzel az eljárással lehetett feldolgozni. Az ócskavas kis világpiaci ára tette az eljárást a szélfrissítő eljárással szemben gazdaságossá, természetesen szerepet játszottak a minőségi kérdések is. Ebben és a későbbi időszakban is a nyersvas csak azt a szerepet játszotta, hogy beolvadás alatt a kísérőelemek, mint C, Mn, Si védjék az ócskavas Fe-ját a fős oxidációtól. Ezen feltétel által megszabott szükséges nyersvas mennyiség a különböző viszonyoktól függően 25—45%. Csak az acélttermelés rohamos fejlődésével és az ócskavas felesleg csökkenésével vált szükségessé a Martinbetét nyersvas mennyiségének fokozása, ami egyet jelent a Martin-eljárás termelékenységének rohamos csökkenésével.

A szovjet kohászok úttörő munkát végeztek a nagy nyersvaszázalékkal dolgozó technológiának álló Martin-kemencében való kialakítására. A szovjet kohászok ebben a munkában megdöntötték azt a korábbi feltevést, hogy jóminőségű Martin-acél gyártásnál az

óránkénti karbonosítás nem lehet 0,3%-nál nagyobb. A kikészítés kezdeti időszakában 0,6—0,7%-os C esést is elértek. Ez tette lehetővé nagy nyersvasfeldolgozási arány mellett a Martin-kemencék nagy termelékenységet. A gazdaságosságot a jó kihozatal biztosítja (káló, hozzáférőség). Emellett a mesterséges felhabzással mód nyílt a nyersvas P tartalmának eltávolítására is. A felhaboztatással történő salak eltávolításának lényege, hogy a beolvadás és ércelés után a tüzelőanyag hosszabb-rövidebb időre történő kikapcsolásával mesterségesen habzást idéznek elő és a felhabzott salak nagyrészt a kemencéből leeresztik. Ezzel az eljárással dolgoztak hosszú időn keresztül a Szovjetunióban. Egy alkalommal több kísérletet végeztünk a felhaboztatási technológia gyakorlati alkalmazására és a tapasztalat az volt, hogy az esetek nagy százalékában a felhabzás a kívánt időben nem következett be. Mások pedig olyan elemi erővel tört ki a kemencéből a salak, hogy percek alatt telt meg az összes salaktál, sőt az egész kemence környéke. Ebből azt következtettük, hogy a felhaboztatás technológiája, az üzemvezetés számára feltétlenül szükséges részletességgel, előttünk nem ismeretes. Később számos kísérletet végeztünk felhabzás előidézésére, a flotálásnál ismertetett elvek segítségével. Sapirovszovjet kohász állítása szerint a salak felületi feszültsége a felhabzás mértékét csökkenti. A felületi feszültség fokozásának pedig egyik módja a salakban oldott mész mennyiségének növelése. Ellenkező szerepet töltenek be a salakban még oldatlan szilárd részecskék, pl. finom eloszlású oldatlan mész részecskék, amelyek a flotálásnál ismert jelenség analogiájára olyan szerepet töltenek be, hogy a gázbuborékok felületén egymáshoz tapadva a buborékok kergét erősítik és annak felszakadását megakadályozzák. Ezek figyelembevételével a felhabzást azáltal idézhetjük elő, ha a salak felületi feszültségét csökkentjük, illetve annak növekedését mesterségesen akadályozzuk, vagy szilárd részecskéket viszünk be a salakba.

Ennek gyakorlati megvalósítása azáltal lehetséges, ha a fővészhez szükséges ércet a mész adagolása után visszük be olyan módon, hogy nem várjuk meg a salakra adagolt mész teljes oldódását és ezáltal a felületi feszültség növekedést. Vagy ha ez sem elegendő, akkor néhány lapát kokszipor beadásával biztosítunk a salakban elég szilárd részecskét felhabzás előidézésére. A felhabzás megakadályozására az ellenkező intézkedéseket végeztük. Mindezekben túlméne a felhabzás előfeltétele a fürdő kis hőmérséklete, ami azt eredményezi, hogy a gázfejlődés, tehát a fűvés a kiváló CO részecskének kis parciális nyomása miatt csak a salak és az acél érintési felületén indul meg és ezáltal a felfelé haladó gázbuborékoknak kicsi az eleven erejük ahhoz, hogy a felhabzásra hajlamos salakon áttörjenek. Az elmondottakból világos, hogy a felhabzás mesterséges előidézéséhez kis, sőt a tüzelés kikapcsolása miatt csökkenő hőmérsékletű fürdőre van szükség, ami pedig szöges ellentétben áll az acélgártás metallurgiai szempontjaival és a mennyiségi termelés fokozására irányuló törekvéssel. A beolvadás utáni habzással végrehajtott salak eltávolítás szovjet szerzők szerint néha a fürdő hőmérsékletének 50 °C-os süllyedését is eredményezi.

Újabb kutatások szerint termelékenyebb módszert dolgoztak ki a Szovjetunióban a nagy nyersvasvázalék feldolgozására álló Martin-kemencében. Eszerint a betétbe mindössze 3—6% mészövet adagolnak és a salakösszetételt beállítását nagy álló kemencében a beolvadás előtt 90—120 perccel kezdik és 30—40 perccel be is fejezik. A P eltávolítás szempontjából elengedhetetlen a salakeltávolítás a csapolóoldal felé. A nyersvas beöntésével egyidőben vagy közvetlen utána meg kell kezdeni és legkésőbb 20—30 perc múlva a nyersvas beöntése után a salakeltávolítást is be kell fejezni. Ezzel a módszerrel a salaknak mintegy 50%-át kell eltávolítani. Utána következnek a végső salak kialakítása. A reakcióképes salak és folyékony nyersvas, vagyis két folyékony fázis érintkezésével a Perrin eljárásához hasonló módon gyorsan megy végbe a foszfortalanítás. Ügyelni csak arra kell, hogy a fürdő felmelegedése előtt a salak leeresztése befejeződjék. Az új salak kialakítás a folyékony fürdőn gyorsan megy végbe meg-

felelő folyósítók alkalmazásával. Ennek az eljárásnak fő előnye:

1. A betét kevés salakképző, tehát szigetelő anyaggal kerül berakásra, azért gyorsabban olvad fel.
2. A foszfortalanítás olyan időben történik, amikor a fürdő még nem olvadt be, tehát a művelethez szükséges kis hőmérsékletet veszteség nélkül biztosítottuk. Tudomásom szerint a novokuznyeci nagy acélmű már évek óta ezzel a technológiával dolgozik. A zaporozsjei acélmű nálunk járt vezetője is közölte, hogy a régi felhaboztatási eljárást lassan új, valószínűleg az előbb említett technológiával cserélik fel.

Hogy az általam említett technológiát alkalmazni lehessen:

1. gondoskodni kell arról, hogy a hátsó falba megfelelő salakleeresztő nyílást építsenek be;
2. a fenék mindig a leggondozottabb állapotban legyen, hogy a hátsó falba beépített nyíláson keresztül mindig csak salak folyjék ki;
3. gondoskodni kell berakódarura szerelhető salaklelőző számszámra arra az esetre, ha a salak kifolyása magától nem történne meg, mert ellenkező esetben a fürdő fokozatos melegedésével a P a salaktól a fürdőbe megy vissza és az acél selejtessé válik. Ennél a foszfortalanítási eljárásnál a P eltávolítása jórészt (FeO), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> vastrifoszfát formájában történik, amely csak kis hőmérsékleten stabil vegyület, ezért kell gondoskodni a gyors salakeltávolításról.

Ezek előrebocsátása után még világosabb annak a szükségessége, hogy a Szovjetunióban olyan tökéletesen kifejlesztett, de előttünk csak az irodalomból ismert technológia részletes tanulmányozása feltétlenül szükséges.

Az elmondottak arra az esetre vonatkoznak, ha 25—30% ócsakavas feldolgozási aránnyal dolgozunk. Véleményem szerint hónapokon keresztül tiszta nyersvasal Martin-üzemet fenntartani nem lehet és ilyen technológiával tudomásom szerint folyamatosan seholy a világon nem dolgoztak álló Martin-kemencében. Legalább 10% az a minimális ócsakavas mennyiség, amelyet az eljárásnál feltétlenül alkalmazni kell. Gyártottunk néhány adagot tiszta nyersvasbetéttel ilyen módon, úgynevezett félterményre, azonban ez a technológia rendkívül nehézkes és jóformán minden adagnál a kemence igen súlyos megrongálásához, egy alkalommal pedig egészen új kemencénél küszöb alatti átlukadásához vezetett. Mind józan megfontolásból, mind irodalmi adatból, valamint Bardin elvtárs legutóbbi látogatása alkalmával tett közlések szerint ilyen nagy nyersvas arány, különösen pedig tiszta nyersvas feldolgozásánál előfeltétel, hogy a nyersvas abban a pillanatban, amikor a kemencébe kerül, nem tartalmazhat 0,6%-nál több Si-t, lehetőleg 0,2%-nál több P-t. A frissítőre pedig min. 50% vastartalmú legyen. Megengedhető max. kavasav tartalom 5%. Ezeknek a feltételeknek betartása esetén is számolni kell még 90%-os nyersvasbetét esetében is mintegy 10—15% termelékenység romlással. Az előbb említett minőségi frissítőre minden körülmények között szükség van és gyakorlatban lehetetlennek tartom azt a megoldást, hogy a nagyolvasztó számára érkező vagonok válogatásával teremtsünk a Martin-üzemnek frissítő ércet. Annál inkább is lehetetlennek tartom ezt, mert egy alkalommal megpróbáltuk és még a rendkívül munkadíjmentes kézíválogatás sem volt kivihető. Közönséges krivojzói ércel végzett frissítésnél pedig a keletkező salak mennyisége térfogatra az acélgártás egyes szakaszában az acél térfogatának 60—70%-át is eléri, az pedig csak kis termelékenységet jelenthet.

A nyersvas kondicionálás elengedhetetlen szükségességével, adott ércviszonyok mellett, egyetértek Balsay Istvánnal. A kondicionálás kivételére azonban más módot ajánlanék. A kifejlődés alatt lévő kondicionáló eljárással a nyersvas előfrissítése a keverőbe való beöntés előtt történik. Inaktív keverő esetében az előfrissített nyersvas folyékonyságának biztosítása a keverő igen nagy hőmérsékletű fűtését kívánja meg, melytől alig lehet fenntartani. Azonkívül ez a frissítési módszer, mint Balsay is említette — nem tartható kézben éppen a berendezés adottságai miatt. Kívánatos volna forró széllel, a körkeverőből kikerülő nyersvas-

nak Martin-kemencébe öntés előtt, külön dobkonver-  
terben történő előfrissítést kikísérletezni. Természe-  
ten ebben az esetben is igen hasznos volna és nagyfokú  
üzembiztonságot jelentene a fúvó levegő oxigéndúsí-  
tása. Ennél a módszernél a fúvatás időtartamának  
változtatásával ki lehetne küszöbölni a nyersvas hő-  
mérséklet és összetétel egyenetlenségét, amelyet már  
a keverő úgysis nagyban kiegyenlített. Még hasonló el-  
járást feltételezve is szükség van a Martin-kemencében  
legalább 10% ócsakavas betétre. Ennek egyik főoka,  
hogy a fővénél keletkező CO kiválás biztosítása, a hő-  
mérsékleten és a salak FeO tartalmán kívül a fűrdővel  
érintkező szilárd felület nagyságától is függ. Ilyen  
pedig, ócsakavasadalós hiányában, egyedül a kemence-  
fal és az acél salak érintkezési felülete. Az átmeneti  
állapot alatti fűtésről elmondottakra visszatérve meg-  
említem, hogy a jelenlegi 100 C°-on 4-es viszkozitását  
olajból percenként 25—30 kg-ot a salakkamrába be-  
vinni alig tartom elképzelhetőnek. Mindenesetre, mint  
Balsay István is megemlítette — itt nagy gondot kell  
fordítani a használandó égő kivételére és ezen túlmenően  
az olaj előmelegítésének szabályozhatóságára, egészen  
140—170 C°-ig, közvetlen a porlasztó előtt mérve.  
Egyetértek Balsayval a kemencekihasználást illetően,  
legalább is a kezdeti időszakban. Ennek az aggálynak  
elosztására gondolni kellene a Szovjetunióban már  
használatos módszerre, amelynek lényege, hogy kam-  
pány közben, hat hetenként a salakkamrából eltávolít-  
ják a poralakú salakot arra alkalmas exkavátor-szerű  
gépi berendezéssel. Ezáltal a kemence egyenetlen tel-  
jesítőképessége és a gyors átépítés is biztosítható.

Megemlítem, hogy a jelenleg használatos dugó és  
kagylóminőség mellett 120 tonnás üstök kiürítésénél  
igen nagy problémák várhatók. Igen kívánatos volna  
megfelelő jómínőségű szovjet kagylót és dugót időben  
beszerezni, melyek birtokában az öntések legnagyobb  
részét — még megnyugtató adagokat is — lemez-  
gyártás számára lapos kokillába felöntés nélkül lehetne  
előállítani. Erről egyik német üzemben személyesen volt  
alkalmam tapasztalatot szerezni.

Feltétlenül ismételtelen fel kell vetni abban az eset-  
ben, ha a frissítő érc kérdés véglegesen és megnyugtatóan  
nem tisztázódik, azt, hogy a nyersvas messzemenő  
kondicionálását, illetve a Martin-kemencéknek kon-  
verterekben előfrissített félterményekkel való adagolását  
alig kerülhetjük el. Ennek a technológiának előnyeiről  
magam győződtem meg egy hónapos tanulmányozás  
alatt egyik német üzemben, ahol 70—80% ilyen fél-  
terménnyel a 70 tonnás kemencék 15 t/óra fajlagos  
teljesítménnyel jártak. A szélfrissítő és duplex eljárások  
térhódításáról emlékezik meg *Bardin* elvtárs, a Szovjet-  
unió 1946—50. évi negyedik ötéves tervéről mondott  
beszédében is, amikor megemlíti, hogy ezen időszak  
alatt a szélfrissítő eljárással előállított acél mennyiségét  
a Szovjetunióban megkétszerezték, a duplex eljárások  
egyidejű kifejlesztése mellett. *Trubin* szovjet professzor  
1951-ben megjelent könyvében igen figyelemreméltóan  
emlékszik meg ezeknek az eljárásoknak előnyéről és  
térhódításáról, nem utolsósorban pedig *Bardin* elvtárs  
legutóbbi látogatása hívta fel erre a figyelmet. A Szov-  
jetunióban legújában igen kedvező tapasztalatokat  
szereztek 30—32% oxigénnel dúsított levegővel dol-  
gozó konverterekkel. *Bardin* elvtárs ajánlja, hogy  
Magyarországon, ahol kevés az ócskavas, szintén fog-  
lalkoznunk kell ezzel a kérdéssel. Felhívja a figyelmet  
a megfelelő előzetes kísérleti tapasztalatok fontos-  
ságára. Ennek figyelembevételével kívánatos volna a  
Szovjetunióban ezt az eljárást tanulmányozni.

Vécsey Béla :

*Balsay István* rendkívül értékes hozzászólásában  
felemlítette a közöttünk lefolyt vitát is. Ez a szél-  
frissítésnél, tehát a kondicionálásnál is, a nyersvas  
kísérő elemeinek : a Si, Mn és C kiegészésének időbeli sor-  
rendjéről folyt. Felszólalásomban nem ezzel a témával  
kívánok foglalkozni. A vitát az Ózdon folyó kondicioná-  
lási kísérletek fogják eldönteni. Csak annyit jegyzek  
meg erről, hogy állításaimat nemcsak irodalmi adatok,  
hanem hideg és nem forró széllel végzett gyakorlati  
tapasztalataim is alátámasztják. Igen sok adagot

fűtattunk le kis Bessemerben a háború alatt *Szűcs*  
*Endrével* együtt.

Felszólalásomban csak a frissítőérc kérdésért szeret-  
ném hazai vonatkozásaiban megvilágítani. Az előadó  
is rámutatott arra, hogy acélművében — ahol csak  
a mű saját visszatérő hulladékával lehet számolni —  
a 75—80% nyersvasbetétnél kb. 20% frissítőérc  
van szükség. Ezzel szemben megállapítható, hogy  
nincs olyan hazai ércelőfordulásunk, amely akár  
dúsítással is, erre a célra felhasználható volna. Azt is  
hallottuk, hogy frissítőérc importálására nem szá-  
míthatunk.

A Kohó- és Gépipari Minisztérium még 1951-ben  
utasította a Vasipari Kutató Intézetet arra, hogy a  
frissítőérc kérdését oldja meg. E célból bizottságot  
alakítottunk, amelyben a soproni Műegyetem Érc-  
előkészítő Tanszékének vezetője, *dr. Tarján Gusztáv*  
professzor és a Vaskohászati Igazgatóság részéről  
*Szeless László* is résztvett.

Az nem volt kétséges, hogy a frissítőérc alap-  
anyagául nálunk csak a krivojrogói érc jöhet tekintetbe  
és hogy ezt a káros szennyezőktől gyakorlatilag mentes  
és a legtöbb oxigént tartalmazó ferrioxidot és kb.  
17% kovásvat tartalmazó ércet kell e célra meg-  
felelően előkészíteni.

Laboratóriumi kísérletek igazolták, hogy a kellő  
szemnagságra aprított, tehát jól feltárt krivojrogói  
érc vízben való ülepitéssel olyan két frakcióra bont-  
ható, melyek egyikeben — kb. 20%-os kihozattal —  
a kovásvat akár 1% alá is csökkenthető. A frissítőérc  
legfeljebb 5% SiO<sub>2</sub>-t tartalmazhat. Ilyen frakciót  
viszont kb. 40%-os kihozattal lehet előállítani. Ter-  
mészetesen három frakció is előállítható különböző  
SiO<sub>2</sub> tartalommal.

A laboratóriumi kísérletek alapján *dr. Tarján* prof.  
tervezlátára szerint elkészült egy napi 150 t érc fel-  
dolgozására alkalmas ülepitőkád. Ez a kisüzemi mé-  
retű berendezés napi 50—70 t frissítőércet termelne  
s egyúttal azt a célt is szolgálná, hogy az ezzel szerez-  
hető üzemi adatok alapján az összes hazai frissítőérc  
termelésére szolgáló nagyüzemi berendezések megter-  
vezhetők legyenek.

A frissítőércnek darabosnak és tömörnek kell  
lennie. Ezért az eredetileg is aprószemű, illetve a dara-  
bositás céljából felaprított finom ércet tömör, nem  
porózus briketté kell alakítani. E tárgyban a Lengyel  
Népköztársaságtól kimerítő és igen használható tanul-  
mányt kaptunk, melyben leírják a frissítőércel szem-  
ben támasztott kívánalmakat és ismertetik a frissítőérc  
brikettelésének szovjet tapasztalatok alapján ki-  
dolgozott technológiáját. Ezt az eljárást laboratóriumi  
méretekben Intézetünk is eredményesen kipróbálta.

Javasolom, hogy az említett kísérleti kisüzemi  
dúsító berendezést mielőbb szereljük fel.

*Wilhelmb Tibor* :

Mindenütt, ahol minőségi lemezeket gyártanak,  
a felület és a kihozatal jelenti a legkomolyabb prob-  
lémát, éppen ezért feltétlenül szükséges, hogy ezzel  
a kérdéssel a gyakorlatban részletesen foglalkozzunk.

Szakemberek előtt nem kétséges, hogy a lemez  
gyártásához szükséges öntecseket csillapítatlan minő-  
ségben kell gyártani. A csillapítatlan acélöntecsek  
belső szerkezete, a gázhólyagok mennyisége és elhelyez-  
kedése határozza meg adott összetétel esetén, hogy az  
öntecsből hengerelt lemezek felületi minősége milyen  
lesz és ugyanezek a tényezők határozzák meg a kihenge-  
relt lemezre vonatkoztatott öntecskihozatalt is. A leme-  
zek felülete annál jobb minőségű, minél mélyebben  
helyezkednek el a gázhólyagok az öntecs felületétől  
számítva. A kihozatal annál jobb, minél kisebb mértékű  
az öntecsen a gázfelhódás okozta dúsulás és minél  
kisebb az öntecs felső részében az erősen porózus rész,  
amely ugyan fogyási üregnek nem nevezhető, csilla-  
pítatlan acélról lévén szó, azonban kisebb-nagyobb  
méretekben minden csillapítatlan öntecs felső részében  
megtalálható.

Az említett két követelmény általában ellentétes  
feltételek mellett elégíthető ki. A külső primérhólyag-  
koszorú akkor helyezkedik el megfelelő, legalább 25—30

milliméter távolságra az öntecs felületétől, ha a gázfejlődés az öntecs megmerevedésének kezdetén igen erős és a fennálló nagy gáznyomás következtében a fejlődő gázok a szabadba távozhatnak. Vagyis a gázfejlődés erősödésével növekszik a tömör öntecskéreg vastagsága, csökken a primér hólyagkoszorú gázhólyagjainak hosszúsága az öntecs felületére merőleges irányban, de mindezekkel együtt csökken az öntecs belsejébe bezárt gázhólyagok mennyisége is. Ennek következtében a fogyási üreg az öntecs felső részében annál nagyobb, minél mélyebben van a külső hólyagkoszorú, vagyis a kihozatal annál rosszabb, minél jobbak a lemez jóminőségű felületeinek az előfeltételei. Hozzájárul ehhez még az a körülmény is, hogy erőteljes nagymennyiségű gázkiválás esetén az öntecs közepe felé a dúsulás mértéke is egyre nagyobb, emiatt gyakran előfordul, hogy az öntecs felső részében elhelyezkedő porózus üreg egyáltalán nem heged össze meleghegerléskor. A leírt állapotnak szélső esete az, amikor a szívnas összetételéhez igen közelálló egészen kis karbon-mangán-tartalmú acélt gyártunk. Ilyen esetben megfelelő adagvezetés esetén a kokillában a gázfejlődés olyan intenzív lehet, hogy külső hólyagkoszorú egyáltalán nem képződik. Az ilyen öntecsekkel kifogásoltan minőségű hólyagmentes lemezeket lehet hengerelni, azonban a felsőrész-hulladék ilyen esetben a legnagyobb. Egy mód ismeretes annak elérésére, hogy jó felületi minőségű lemezeket gyártunk jó kihozattal. Ez a mód a csillapítatlan-lefagyasztott acélöntecsek gyártása. A gyártási módszer lényege az, hogy a kemencében olyan acélt gyártunk, lehetőleg pontos salakvezetés és metallurgiai ellenőrzés mellett, és ennek az acélnak kokillában való viselkedését úgy szabályozzuk utólagos alumínium hozzáadással, hogy a külső hólyagkoszorú képződés lehetőleg az öntecs felülete alatt mélyen kezdődjön el. Azonban semmi esetre sem szabad annyira erősen fővő acélt gyártani, amely a kokillában eredeti öntési szint alá esik vissza. Ugyanis öntés után közvetlenül az öntecseket egy fedőlemezzel le kell takarni, hogy az öntecs teteje a lehető leggyorsabban befagyjon. Ez csak akkor történik meg, ha a folyékony acél érintkezésben marad a zárólemezzel, viszont a zárólemeznek a kokillával jó zárást kell biztosítani. Az öntecstetejének gyors lefagyasztása megakadályozza a további gázkiválást. Ezzel biztosítható az, hogy a külső hólyagkoszorú gázhólyagjainak hossza kicsiny lesz, az öntecs belsejében a felsőrést is beleértve a porozitás minimálisra csökkenthető és a bezárt gázhólyagok a hengerlésnél biztosan összehegednek, mivel a dúsulás is kisebb mértékű.

A leírt gyártási technológiát az egyik Martin-acélműben néhány hónapon belül ki fogjuk kísérletezni. Biztosra vehető, hogy a csillapítatlan-lefagyasztott acél gyártása pontosabb metallurgiai ellenőrzést követel meg, mint a közönséges csillapítatlan acél gyártása. Azonban az is kétségtelen, hogy ezt az áldozatot érdemes meghozni a jobb kihozatal és a jobb felület biztosítása érdekében.

#### Éles László:

Az acélművel kapcsolatban, elsősorban a telepítés korszerű megoldását kell kiemelni. Más üzemekkel összehasonlítva lényeges különbséget találunk az anyagellátás, a kemencékiszolgálás, az acélgyártási művelet lebonyolítása, a készacél leöntése és elszállítása tekintetében.

A szilárd betétanyag előkészítése a kemencésarnoktól külön telepített elegytéren történik. Itt a 28 méter feszítávolságú darupálya alatt 6,5 méter magas munkaszinten az elkülönített bunkerekben tárolt anyagot el lehet készíteni. Az egyes kemencék adagvonata a csapolás előtt már készen várja a kemencét. Az elegytér végén felállított mérlegeken lemérve csak néhány perc szükséges, hogy a kemencékhez jusson.

Nagyobb üzemzavar esetén, ha egyidőben mind a két mágnesdaru használhatatlanná válna, még mindig elérhető az üzem az elegytér mögött fekvő daraboló üzemből ócskavassal.

A nyersvas is kétféle módon juthat a kemencékhez. Rendes üzemmenet esetén a körkeverőből kicsapolt

folyékony nyersvas a 6,5 méter magas összekötő hídon át villamos vontatású üstkocsiban kerül a főépület kemencésarnokában végighúzódbó nyersvas vágányra. Ha akár a keverőkemence üzemében, akár a villamos vontatásban üzemzavar merülne fel, a nyersvasüst gözmözdöny vontatással a kohószinten lévő vágányon juttatható a kemence csarnokba. Ilyen vágány a kemencésarnok mindkét végén van és benyúlik a nyersvasbeöntődaruk munkaterébe. A vágányok felett a 6,5 méter magas munkapódium nyitott, a daruk a nyersvasüstöt fel tudják venni és a szükséges kemencéhez tudják továbbítani. A szilárd betétberakás és folyékony nyersvas beöntése egymást nem keresztezik, sőt nem zavarják az acélt kikészítő kemence munkáját sem. Az adagológépek át tudnak járni a kb. 30 cm magas anyagtároló-ládák felett, amelyekben a salakképző anyagokat tartják.

A kemencéknek a csarnok hosszirányába eső elhelyezési vonala az anyagmozgatást is két egymástól független részre bontja. Az eddig elmondottak szerint a szilárd és folyékony betétanyagok mozgatása teljes mértékben a kemencék előtti területen, ezen elméleti vonal egyik oldalán történik, míg az acél és a salak az öntőcsarnok irányába, a másik oldalon kerül eltávolításra. Az anyagmozgatás zavartalanága szempontjából a salakeltávolítás megoldása különösen fontos. Ismeretes, hogy a kemencében lévő salakmennyiség nagyobb részét a középső ajtón keresztül bocsátják le a kohószinten lévő salakos kocsiba. Hasonló telepítési és technológiával dolgozó zaporozsei acélműben az öntőcsarnok felé történő salakleengedést nem alkalmazták, mert a kellő mennyiségű salakot a középső ajtón át is le tudták engedni. Nálunk véleményem szerint mindkét oldalon történt salakeltávolításra lesz szükség, mert nagyobb salakmennyiséggel kell számolni. A salak kérdésre az előadás részletesen kitér. Szó volt a frissítő érc minősége és a salak mennyisége közötti összefüggésről is. Ezt a kérdést érdemes egy kissé jobban megvizsgálni. Az acélműben évente igen nagy mennyiségű jóminőségű frissítő ércre lesz szükség. Kis  $\text{SiO}_2$  és P tartalom kívánalom miatt ennek biztosítása nem könnyű feladat. A vasmű ércelőkészítő üzeme csak a darabnagyság szerinti osztályozást, illetve az összetétel átlagosítását fogja elvégezni. A beérkező ércnek  $\text{SiO}_2$  tartalma 14–15%, ami acélműi frissítésre nem alkalmas. Hasznos kezdeményezés történt ezelőtt 2 évvel Tarján Gusztáv egyetemi tanár által megtervezett kisebb teljesítményű nedves ércdúsító berendezés felállítására. Sajnos a berendezés nem készült el. Javasolom, hogy a Kohászati Minisztérium ezt a kérdést tüze újból napirendre, mert fontos és mihamarabb megoldandó.

Másik hasonló probléma, ami a termelés mennyiségével, minőségével és gazdaságosságával függ össze, a megfelelő nyersvas összetétel biztosítása. Ezzel a kérdéssel Balsay István is foglalkozott. Én csak annyit akarok megjegyezni, hogy a telepítés az oxigénnel való fúvatásra megfelelő lehetőséget biztosít a keverőkemencék és a főépület közötti, az összekötőhid szakaszán, ahol a fúvatásra szükséges helyiséget és a keletkezett fémoxidgázok elvezetését jól meg lehet oldani.

Az öntési technológiával kapcsolatban lehetőség lesz a felsőöntéseknél közvetítő csatorna segítségével egyszerre több kokilla öntésére. Ennek az öntési módnak az üzemi elterjedését eddig akadályozta, hogy az öntőcsarnokban nem rendelkezünk megfelelő hellyel és daruval a közvetítő csatornák kezelésére. Az öntőpadok mellett működő 0,5 tonnás velicipéd daruk az öntőcsatornák kezelésére is felhasználhatók. A két dugós üst használatának elmaradása, illetve a lerövidített öntési időtartam kárpótol ezért a többlet munkáért, amit az öntőcsarnokban a közvetítő csatornák kezelésével el kell végezni.

#### Visnyovszky László:

Abban az esetben, ha az acélgyártásnál, a betétben a nyersvas részesezés több mint 60%, kétségtelenül a nyersvas minőségének, összetételének van legfőbb befolyása a gyártási folyamatra. Ennek megfelelően kell a helyes acélgyártási technológiát megválasztani. Kívánatos volna kis Si és kis S tartalmú, ezenkívül

minél melegebb nyersvas. Ezek egymással ellentétes követelmények, mert a kis Si tartalom csak hidegebb járattal biztosítható és ilyenkor a kénelsalaktás nem tökéletes. A hazai koksz kéntartalma elég sok, a kén-telenítés tehát gondot fog okozni és valószínűleg csak 1%-nál nagyobb Si tartalmú nyersvasnál lesz biztosítható a kívánt 0,04—0,06% S. Hyen nagy Si tartalmú nyersvasat azonban nem kívánatos a Martin-kemencébe vinni, ezért meg kell majd oldani az előzetes kondicionálást, amiről *Balsay István* részletesen beszélt.

A kondicionálásnál, vagy előfrissítésnél elvileg két eljárás jöhet tekintetbe: 1. ércfrissítés, 2. szélfrissítés, ill. oxigén frissítés.

Ércfrissítésnél a kiegészítő Si, Mn és C vasoxidokat redukál, amit érc alakjában adunk a nyersvasához. Ez a folyamat tehát úgy is felfogható, mint ércből történő közvetlen acélgártás. Ha a frissítő ércet FeO-ig előredukáljuk 1 kg Si-al 4 kg Fe, 1 kg Mn-al 1 kg Fe és 1 kg C-el 4,7 kg Fe redukálható. Elég nagy Si tartalmú nyersvas esetén tehát számottevő vasércet redukálhatunk, ami 10—15% nyersvasat is pótolhat. Frissítő ércnek nagyon jól megfelel a krivojzói ércből ülepítés-sel előállítható dúsítmány. A Martin-kemencén kívüli ércfrissítés megoldása azonban nem könnyű és sok költséges kísérletet kell majd végezni a tökéletes berendezés kialakításához.

A szélfrissítéses megoldás egyszerűbb és jelenleg könnyebben megvalósítható, mint az ércfrissítés. Na-

gyon dícséretreméltó munkát végeztek ebben az irányban eddig. Kár, hogy előzőleg nem tanulmányozták át az idevágó irodalmat, mert sok hasonló, üzemileg jól bevált megoldás található, pl. a vanádiumos salakok előállításával kapcsolatban. Mindenesetre a kísérleteket tovább kell folytatni. A kondicionálást helyesebbnek látszik nem a nagyolvasztónál, hanem a keverő után a Martin-kemencébe történő öntés előtt elvégezni, mert így kapja a Martin a legmelegebb vasat. Ez pedig az acélgártás szempontjából igen lényeges, mert a lehűlt nyersvas felmelegítése csaknem annyi kalóriát igényel, mint a hideg nyersvas beolvasztása.

A *Balsay István* által kívánt olyan kondicionálás, hogy a nyersvasban 1,5—2% Mn maradjon, kissé nehéz, de elvileg nem megoldhatatlan. A hőmérséklet növekedésével ugyanis a C affinitása az oxigénhez nagyobb, mint a Mn-é, vagy akár a Si-é, úgyhogy pl. 1700° C hőmérsékletű fürdőnél konvertálás közben Si is redukálódhat az acélba. Ha elég nagy Si tartalmú nyersvasat frissítünk, úgy a Si kiégése felmelegítheti a fürdőt olyan hőfokra, ahol már a C a Mn előtt kezd kiégni. Ha tehát a kondicionálást Si tartalmú nyersvasnál üzemileg sikerül kedvezően megoldani, ez egyszerűsíti a kén kérdés megoldását is, mert a nagyolvasztó nagy Si tartalmú nyersvasa már kén-szegény lehet.

Hozzászolt még *Kollár Sándor*, *Jenei Lajos*, *Szovják Hugó*, *Jakóby László* és *Szeless László*.

## A Martin-eljárás intenzívebbé tétele a direkt oxidálás módszerével

Részlet a szerzők *Применение Кислорода в Мартеновском Производстве* című művéből (Metallurgizdat 1952)

Írta: O. J. JACUNSZKÁJA és M. N. SZTÁROVICS

Fordította: VAJK ÁRPÁD, ellenőrizte CSOMÓS ZOLTÁN

### I. Rész.

Számos kísérlet mutatja, hogy az oxigén felhasználása a Martin-kemence termikus munkájának fokozására akkor a leghatásosabb, akár hideg betét, akár folyékony nyersvas adagolása esetén, ha legalább 30% ócskavasat adagolunk be. Oxigént nem célszerű a befejező periódusban adagolni.

*Mozgovoij* mérnök erre a periódusra 1933-ban sokkal hatásosabb oxigén felhasználási módszert javasolt. Lényege, hogy vezessenek gáznemű oxigénáramot közvetlenül a folyékony fürdőbe. Ez a módszer, melyet az amerikai gyakorlatban a direkt oxidálás módszerének neveznek, nagyon elterjedt, különösen a kiskarbontartalmú acélok gyártásánál és krómtartalmú hulladékok újraolvasztásánál. Jelenleg kísérletek folynak folyékony nyersvas, azaz nagykarbontartalmú fürdő ledolgozására.

A technikailag tiszta oxigén nagy ára mellett is, figyelembe véve azt, hogy 10—25 m<sup>3</sup>/tonna fajlagos oxigén felhasználás ennél a módszernél 2—4 m<sup>3</sup>/tonnára csökkent, az oxigént használták a kemence termikus munkájának fokozására. A direkt oxidálás éppen ezért terjedt el az utóbbi időben az amerikai gyakorlatban. *Shlottmann* (1) abban a cikkében, ahol az 1946—1947. években a Martin-kemencékben felhasznált oxigén mérlegét állítja fel, a következőket írja: „Egész sor

gyárban megtörtént, hogy az oxigén szokásos alkalmazása takarékosági szempontból nem mutatkozott célszerűnek. Ezért rátértek a tüzelőanyag dúsítása helyett a fürdőbe közvetlenül történő befúvatásra.”

Az amerikai mérnökök 1950. április havában megtartott XXXIII. értekezletén megtárgyalták az oxigén alkalmazás módszereit. A 14 gyár közül, melyek adataikat beküldték, csak 8 gyárban használták fel az oxigént direkt oxidálásra, 3 gyárban a kombinált módszert alkalmazták és csupán 3 gyárban használták a tüzelőanyag dúsítására (2).

Számos gyárban (*Steibenbill*, *Brakenridge*) a direkt oxidálás módszerével gyártják az acéltermelés 70—90%-át. Az ilyen gyártási módszer legújabb adatai lehetőséget adnak kiértékelések elvégzésére és következtetések levonására.

### A direkt oxidálás módszere

Ha oxigént használnak a láng dúsítására, illetve befúvatják a folyékony fürdőbe, csövet vagy különleges vízűtéses fúvófejeket használnak, 5—10 atm nyomással, rendszerint 400 m/perc sebességgel.

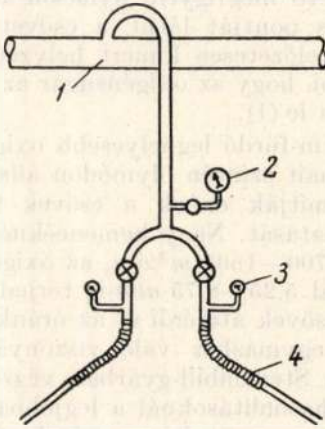
<sup>2</sup> *Chill E. G.*: A Martin-kemencék termelékenységének növelése az oxigén felhasználása, a tűzálló anyagok javítása és a salak ellenőrzése által. *Iron and Steel Engineer*, 1949, 26. k., 8. sz., 85—88. o.

<sup>1</sup> *Shlottman G. V.*: Az oxigén az acélgártásban — mult, jelen, jövő. *Blast Furnace and Steel Plant*, 1948, 36. k., 1. sz., 64—70. o.

A csöveket az acélba 150—250 mm-rel a fürdő felszíne alá vezetik, a fúvófejeket pedig a salak szint felett 75—150 mm-nyi távolságra helyezik el. Az oxigén adagolása rendszerint egy csövön keresztül történik. Tanulmányozták azonban nagyméretű kemencékben és nagy kezdeti karbontartalom esetén az oxigénnek több (2—3) csövön történő beadagolását is. (3,4).

A csöveket vagy kézzel vezetik be, avagy újabban olyan szerkezetet készítettek, amely lábakon áll, vagy kerekeken jár. Ezek a szerkezetek lehetővé teszik, hogy a csöveket előre-hátra mozgathassák és fogasléc segítségével a cső hajlásszögét a fürdő felületéhez viszonyítva változtathassák.

A fúvókákhoz, nagy súlyukra és a kézzel történő adagolás nehézségére való tekintettel, különféle, álló helyzetű berendezéseket készítettek.



1. ábra. A kemencéhez való oxigénvezetés vázlatja: 1 a közös gázvezeték, 2 a közös gázvezeték nyomásmérője; 3 a kemencébe vezető cső nyomásmérője; 4 1,5 m tömlő fémborításasl.

Az 1. ábra szerint a befúvató csöveket és a vezetéket hajlékony tömlőkkel kötik össze és ezeken keresztül vezetik be a kemencébe az oxigént.

A fürdő oxigénnel való kifővetése, a Steibenbill-i és Brakenridge-i gyár adatai szerint, következőképpen történik: Amikor a fürdőben a karbontartalom 0,40—0,10%-ot elér, a fővés mértéke csökken; a cső végén nagy buborékok képződnek, sűrű, világosbarna füst jelenik meg és a karbon CO és CO<sub>2</sub> alakjában távozik a fürdőből.

A karbontartalom további csökkenésekor a fővés lanyhul és a buborékok kisebbekké válnak. Az oxigén egyesül a láng karbonjával, csökkenti ennek fényét és a füst ritkul.

Ha a fürdőben a karbontartalom 0,05%-nál kisebb, a karbonoxidálás reakciója lelassul, a fürdő forrása annak egész felületén kis buboré-

kokba megy át. Sok szabad oxigén és kevés CO és CO<sub>2</sub> válik ki a fürdőből.

Bizonyos körülmények között — ha nem megfelelő hajlásszögű fúvókákat használnak, illetve ha a csöveket nem elég mélyen merítették a fürdőbe, ha az oxigén nyomását és sebességét nem biztosították az adott körülményeknek megfelelően — úgy látszik, mintha a salak fröcskölné és bugyborékolna (4, 5).

A direkt oxidáció helyes levezetéséhez, illetve a fürdő oxigénnel történő átfúvásához tehát meg kell találni a megfelelő helyes megoldást:

1. a használt berendezések — csövek, fúvókák szerkezetét és helyes beállítását,
2. az oxigénadagolás legjobb módszerét, a megfelelő mennyiséget, gyorsaságot és nyomást,
3. a füstképződés, a salakfelhabosodás elhárításának és a tűzálló falazat salakfröccsenésétől való megvédésének módszerét.

### Az oxigénadagolásra szolgáló csövek szerkezete és tartóssága

A gáznemű oxigénnek a Martin-fürdőbe vezetése céljából a normális gyakorlatban közönséges 1/2—1 1/2 hüvelyk átmérőjű gázcsöveket használnak. A csőfogyasztás igen nagy; a kísérleti olvasztások során egy 6 m-es cső élettartama nem volt 2—4 percnél hosszabb, ezért tehát a kísérletek során nagy figyelmet fordítanak a csövek tartósságának kérdésére.

Mozgovoij (6), Medzsibozsszkij (7) szovjet mérnökök a kísérletek kezdeti stádiumában, és az amerikai gyakorlatban is (8,9) különböző védőréteggel ellátott csövet használtak. A védőréteg azonban nem biztosított a csövek részére hosszú élettartamot. Így, a Steibenbill gyárban eleinte a csövek tartósságának javítására és tökéletesítésére irányuló kísérleteket végeztek, e téren megpróbálták a csövek borítását tűzállóanyagokkal, illetve szilimanittal. Ezek a védőrétegek kis mértékben növelték a csövek tartósságát, tartós eredményt azonban nem eredményeztek, mivel használat közben leperegtek. Más gyárakban egyéb módszerrel igyekeztek a csövek tartósságát fokozni. A cső bemeletésre kerülő végére nagyobb átmérőjű csövet szereltek és a két cső közti részt tűzálló anyaggal töltötték meg. A felső cső elégeése után az alsó tűzálló anyag szolgált védőbevonatul. Ezek a borí-

<sup>5</sup> Arness V.: A karbon eltávolítása oxigén segítségével a kereskedelmi acélokban. Steel, 1948, 122. k., 5. sz., 112. o.

<sup>6</sup> Mozgovoij N.: A szabad oxigén felhasználása az acélgyártásban. Az „Oxigén“ gyűjtemény, M.—L., 1934, 2. kiadás, 194—227. o.

<sup>7</sup> Medzsibozsszkij M. J.: A Martin-eljárás fokozása levegőnek a fürdőbe fúvatása által. Stalj, 1947, 4. sz., 807—814. o.

<sup>8</sup> Knox G.: Az oxigén használatáról az acélgyártásban, Steel, 1947, 120 k., 25. sz., 107—108. o.; 144—145.; 26. sz., 86—88. o.; 90.; 92. ref. Koroleva M. N., Sztalj, 1948, 5. sz., 473—476. o.

<sup>9</sup> Norris F. és Choose E. B.: Néhány gyakorlati felfogás a direkt oxidálásról a bázikus Martin-kemencében. Journal of the Iron and Steel Institut, 1948, 160. k., 10. sz., 221. o., illetve Amer. Iron and Steel Institute Évkönyve, 1948, 260—268. o.

<sup>3</sup> Choose E. B.: A direkt oxidálás. Balst Furnace and Steel Plant. 1947, 35. k., 6. sz., 677—688. o.; Steel, 1947, 120. k., 18. sz., 107—118. o.; Iron and Coal Trades Revue, 1947, 54. k., 4130. sz., 823—825. o.

<sup>4</sup> Shlottman G. és Lownsberry F.: Oxigén felhasználása széntlenítésre. Iron Age, 1947, 159. k., 8. sz.; Iron and Coal Trades Revue, 1947, 157. k., 4120. sz., 363—66. o.

tások növelték a költséget és nem hozták meg a kívánt eredményeket, a csövek élettartama nem növekedett, ezenkívül a leolvadt tűzálló anyag zavarta az acélglyártást. A direkt oxidáláskor, sok kísérlet alapján arra az eredményre jutottak, hogy az eljárásnál közönséges, védőréteg nélküli gázcsöveket kell alkalmazni. A csövek tartósságát azzal igyekeztek növelni, hogy megkeresték az összefüggéseket az oxigénadagolás, a csőátmérő, az oxigén sebessége és mennyisége közt. Egyes gyárakban gyakorlatba vették a csövek bemelegítését a salakba, használat előtt, hasonlóan ahhoz, amikor próbavétel előtt a kanalat besalakkozzák.

A direkt oxidálási módszer minél tökéletesebbé tételére a csövek ellenállóképességét sokszor növelték. Az oxigénnek a Martin-kemencék-nél történt meghonosítása kezdetén egy 6 m hosszú cső 2—4 percig tartott, 10 perces élettartamát már teljesen kielégítőnek tekintették (3), viszont vannak arra vonatkozólag adatok, hogy élettartamuk 30 percre (1, 4, 10), sőt még hosszabbra is terjed (1). Egy cikk azt közli, hogy számos gyár már annyira megjavította a csövek élettartamát a helyes használattal, hogy élettartamuk eléri a 1½ órát normális méretű — 6 m hosszú és 1 hüvelyk átmérőjű — csöveknél. A cikk szerzője azt véli, hogy a csövek maximális kihasználása oly módon érhető el, hogy a hűtés céljából megkezdik a fűvást a bemelegítés előtt, a csövet meghatározott mélységig merítik be és a személyzet részére állványokat állítanak fel (8). A cső kézzel végzett irányítását felváltották állvánnyal történő irányítással, ugyanis a kézi adagolás kedvezőtlenül hat a csövek tartósságára. Így, Norris (9) a Steibenbill gyár gyakorlata alapján rámutat arra, hogy milyen nehéz a helyzete a dolgozónak a cső kézzel történő vezetésénél. A nagy hőmérséklet, a nehéz fizikai munka, a fürdő figyelésének nehézségei akadályozták a dolgozót abban, hogy a csövet helyesen és gondosan vezesse be, ami hosszadalmas szabályozást igényelt és ennek következtében a cső 2—4 perc alatt elégett. A csövek bevezetésére szolgáló állványok meghonosítása, a Republic Steel Corporation-gyár adatai szerint, a csövek élettartamát nagyon megjavította: a 6 m hosszú cső háromlábú állványon átlag 18 percig, kedvező körülmények között pedig — 1 óra hosszát működött. A cső-fogyasztás 200 tonnás olvasztásoknál 6—10 darabra csökkent, miközben 2800 m<sup>3</sup>/óra mennyiségű oxigént adagoltak be egyszerre 2 csővel (11). Más gyárak adatai szerint az állványok használata meghosszabbította 30—60 percre a csövek működését (1, 12). Gyakran megtörtént, az átfűvást kezdetén, hogy a csövek, 2% széntartalom mellett is működtek 40 percig.

Vita tárgya a legújabb időkig az a kérdés, hogy a bemelegítés mélysége befolyást gyakorol-

a csövek tartósságára. A gyakorlat rendszerint az, hogy a csöveket a fürdő szintje alá süllyeszti 150—250 mm-nyire (3, 4, 12, 13, 14). Gyakran hivatkoznak azonban arra, hogy a csövek tartóssága érdekében az a leghelyesebb, ha a csöveket a fém és salak érintkezés szintjéig merítik be (15, 16). A Homestead-gyárban véletlenül derült ki, hogy a cső élettartama 1,5 óráig fenntartható, ha a csövet csupán a fém és salak érintkezési felületéig süllyeszti le (17). Az elektrokemencékben a cső sokkal gyorsabban ég el a mélyebre való merítésnél, mint amikor normális mélységig, a fém felülete alá 100—250 mm-nyire süllyeszti le (5).

A cső bemelegése ellenőrizhető; a cső ugyanis, az oxigén kinetikai energiája következtében, rezeg. Ez a rezgés a salakban jól megérezhető; azonban megszűnik, mihelyt a cső vége a fém szintjéig süllyed, a fém által történő oxigén elnyelés következtében. Minthogy a berakodó ablakban levő megfigyelő nyíláson át nem lehet a bemelegítés pontját látni, a csövet előre meghatározott, előzetesen kimért helyzetű állványra kell erősíteni, hogy az oxigénsugár az előírt mélységig jusson le (1).

A Martin-fürdő leghelyesebb oxigénadagolási mutatószámait szintén oly módon állapítják meg, hogy kiszámítják ennek a csövek tartósságára gyakorolt hatását. Nagy kemencéknél az oxigénmennyiség 700—1500 m<sup>3</sup>/óra, az oxigénnyomás a kiáramlásnál 5,25—8,75 atm-ig terjed. A nyomás értékeit a csövek átmérői és az óránkénti oxigénfogyasztás egymáshoz való viszonyából állapítják meg. A Steibenbill-gyárban végzett mutatószám összehasonlításoknál a legjobbaknak találtak azokat a csöveket, melyeknek átmérője ¾—1 hüvelyk, a vezetőtömlő átmérője 1,5 hüvelyk és az átlagos nyomás 7 atm. Nagyobb nyomás nem vált be, mivel a cső végén a gáz által okozott mélyedés keletkezett, mely az oxigén alkalmazás hatékonyságát csökkentette és fokozta az oxigénvesztést, valamint a fém és a salak fröcskölését (18).

A Brakenridge-gyárban részletesebben kutatták a nyomásnak a csövek tartósságára gyakorolt hatását. A 90 tonnás pakurás kemencénél 0,30—0,02% karbontartalmú fürdő átfűvásánál azt

<sup>12</sup> Shlottman G. és Lounsberry F.: Oxigén használat a Martin-fürdőben. *Iron Age*, 1947, 159. k., 8. sz., 42—45. o.

<sup>13</sup> Giod V.: Az oxigén felhasználása a Martin-és elektromos kemencékben. *Foundry*, 1947, 75. k., 10. sz., 74—77., 221—224., 226. o.

<sup>14</sup> Reinhardt A. E.: Oxigénnek a Martin-kemencébe bevezetésére szolgáló fűvőkák. *Journal of Metals*. 1950, 188. k., 6. sz., 835—838. o., illetve *Open-Hearts Proceeding*, 1950, 33. k., 43—51. o.

<sup>15</sup> Kopecky E.: Oxigén az acélglyártásban. *Iron Age*, 1946, 158. k., 122. sz., 47. o., illetve *Iron and Coal Trades Revue*, 1946, 153. k., 4113. sz., 1196. o.

<sup>16</sup> Stone G. D.: Oxigén az acélöntő kemencében. *Iron and Steel Engineer*. 1949, 26. k., 8. sz., 56—57. o.

<sup>17</sup> Zimmermann G.: Oxigén felhasználása az acélglyártásban. *Iron and Steel Engineer*. 1948, 2. sz., 35—44. o.

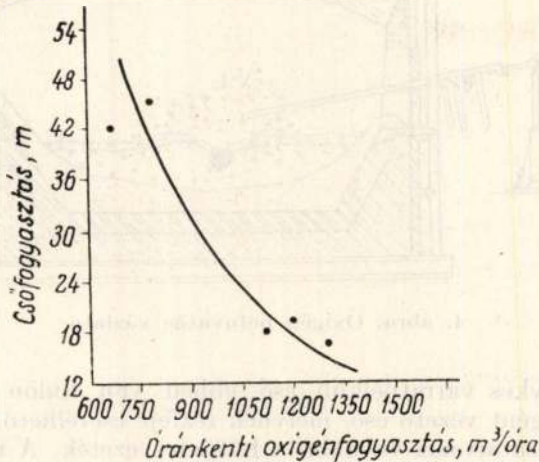
<sup>18</sup> Choose E. B.: A direkt oxidálás. *Blast Furnace and Steel Plant*. 1947, 35. k., 6. sz., 677—688. o.; *Steel*, 1947, 120. k., 18. sz., 107—118. o.; *Iron and Coal Trades Revue*. 1947, 54. k., 4130. sz., 823—825. o.

<sup>10</sup> Hornák G.: A széntelenítés gyorsítása a Martin-kemencében. *Iron and Steel Engineer*, 1948, 1. sz., 34—45. o.

<sup>11</sup> Mac-Donald E.: Oxigén használat a Martin-kemencében. *Iron and Steel Engineer*, 1948, 3. sz., 37—47. o.



állapították meg, hogy 3,5 atm nyomás esetén 48 m cső ég el, 7 atm -s nyomás esetén az egyhüvelykes csövekből csupán 12 m. Ugyanekkor derült ki az is, hogy amikor 20 m<sup>3</sup>/t oxigénmennyiséget adagolnak a csövön át, a csövek oly gyorsan égnek el, hogy a művelet megvalósíthatatlanná válik. A 2. és 3. ábra szemlélteti a csövek tartóságának a beadagolt mennyiségtől és nyomástól való függését. (12, 19).

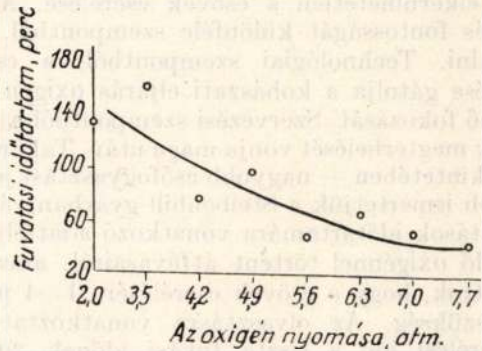


2. ábra.

Más forrásból eredő adatok szintén támogatják a csövek tartóságának az oxigénnyomástól való függését. A csövek tartósága 6—7 atm nyomásnál 10—20 perces, 8—9 atm nyomásnál ennél sokkalta hosszabb időt mutat, egyes esetekben

<sup>19</sup> Shlottman G.: Az oxigénfelhasználás gyakorlati kísérletei az acélgyártásban. Journal of the Iron and Steel Institute 1947, 157. k., 3. sz., 331—336. o.

az 55 percet is eléri (20). Ha az oxigént sűrített levegővel helyettesítik, a csövek tartósága nagyobb. A Gary-gyárban vastagfalú, durva, egyhüvelykes csövek használatánál az átlagos szükséglet sűrített levegővel végzett olvasztásnál csupán két cső volt (21).



3. ábra.

Az elektromágneseknél is megállapították a nyomás jelentőségét a csövek tartóságára (5, 13, 22).

### A csövek cseréje

A Martin-fürdők oxigénnel történő átfúvásának időtartamát a művelet követelményei sze-

<sup>20</sup> Norris F.: Oxigén vagy sűrített levegő felhasználása a Martin-kemencékben. A. I. M. I. Open Hearts Proceeding, 1948, 43—56. o.

<sup>21</sup> Az oxigén felhasználásából eredő előnyök az acélgyártásban. Blast Furnace and Steel Plant, 1947, 35. k., 7. sz., 813—816. o.

<sup>22</sup> Jeemen G.: Oxigén felhasználása az elektrokemencéknél, Steel, III/16., 123. k., 7. sz., 112., 115., 116., 118., 121. o.

1. táblázat

A Steibenbill-gyár szabványos adagjainak ideje 1946 XII. 4-től  
(az acél megadott analízise — 0,04% korbontartalom)

Idő, óra, perc	Hozaganyag és próbavétel	Melyik ajtón	Fém %			Salak %				A cső száma	Átfúvás tartama, perc	Oxigén mennyiség, m
			C	Mn	O <sub>2</sub>	FeO	MnO	CaO / SiO <sub>2</sub>	CaO			
9—30	Vasérc, 997 kg . . . . .											
10—10	Előkészítő próba . . . . .	3		0,12				0,010P	0,038S			
10—11	1. sz. cső bevezetése . . . . .	3								1		
	Acél . . . . .	2	0,158	0,12	0,037							
	Salak . . . . .	4				21,10	4,60	3,19	46,70			
10—19,8	1. sz. cső kivétele . . . . .	3								1	8,9	146
10—20,2	Acél . . . . .	2	0,109	0,104	0,042							
10—21,0	2. sz. cső bevezetése . . . . .	3								2		
10—28,9	2. sz. cső kivétele . . . . .	3										
10—29,3	Acél . . . . .	2	0,069	0,078	0,047					2	7,9	126
10—29,5	Salak . . . . .	4				23,55	4,44	2,88	45,40			
10—31,0	3. sz. cső bevezetése . . . . .	3								3		
10—40,6	3. sz. cső kivétele . . . . .	3								3	9,6	158
10—40,9	Acél . . . . .	3	0,065	0,068	0,066							
	Salak . . . . .	4				29,60	4,38	2,95	40,25			
10—44,5	4. sz. cső bevezetése . . . . .	3								4		
10—50,8	4. sz. cső kivétele . . . . .	3								4	6,3	104
10—51,2	Acél . . . . .	3	0,040	0,058	0,077							
10—53,0	Salak (1680° C) . . . . .											
	Acél . . . . .	3	0,038	0,056	0,077							
	Salak . . . . .	4				33,46	4,38	2,61	39,10			
	Összesen . . . . .										32,7	532

rint szabják meg. Ez kiskarbontartalmú acélok gyártásánál 0,5—1 óra (18), nagykarbontartalmú acélok gyártásánál még hosszabb ideig tarthat; például, a Republic Steel Corporation-gyár 200 tonnás kemencében a fúvatási időt átlag 1,5—2,5 órában szabják meg (11). Ennélfogva a fúvatási idő alatt elkerülhetetlen a csövek cserélése. A cső-cserélés fontosságát különféle szempontból lehet vizsgálni. Technológiai szempontból, a csövek cserélése gátolja a kohászati eljárás oxigén által történő fokozását. Szervezési szempontból a munkahely megterhelését vonja maga után. Takarékoság tekintetében — nagyobb csőfogyasztást jelent. Később ismertetjük a Steibenbill-gyárban végzett olvasztások időtartamára vonatkozó adatfelvételt a fürdő oxigénnel történt átfúvásairól, amelyből azt látjuk, hogy a csövek cserélésére 1—4 percere volt szükség. Az olvasztásra vonatkoztatva a csőcserélési idő a tiszta fúvási időnek 20%-át tette ki. Más gyárban oly irányban végeztek vizsgálatokat, hogy milyen hatást gyakorol az oxigén adagolás félbeszakítása a széntelenítés gyorsaságára. A kísérletek alapján bizonyos helyesbítéseket hajtottak végre a széntelenítési sebesség megállapítása körül olyan esetekben, amikor az oxigén adagolásnál 10 percet meghaladó megszakítás fordult elő (10). Az 1. táblázatban foglalt időmérések ismertetik a csövek élettartamának körülményeit a kis széntartalmú, direkt oxidálású acél szabványos olvasztása esetén.

#### A Martin-acélgégyártásnál használatos fúvókák szerkezete

A kísérletek kezdetén a csövek kis tartóssága és az e célra alkalmas csövek hiánya szükségessé tette, hogy az oxigénnek a fürdőbe való adagolására szerkesszenek különleges felszereléseket. A Linde Air Product Company cég készített egy nagysebességű oxigén befúvására alkalmas, vízhűtéses fúvókát. E szerkezetnél a fúvóka viszi az oxigént 400—450 mm/másodperc sebességgel a Martin-fürdő felé. A fúvóka két koncentrikus cső, melyek szávjégződései kicserélhetők. A nehezen kezelhető egyhüvelykes gázcsövekkel ellentétben, a fúvókákat két- és háromlábú állványokra szerelik fel és össze kell kapcsolni őket három tömlő útján az üzemi oxigén- és vízvezetékkel is (23, 24, 25).

Az állványok helyszükséglete és a fúvókák nehézkes kezelése megkövetelte, hogy áttérjenek a Martin-kemencéknél, a beépített, állandó fúvókák használatára.

Az 5. ábrán a Homestead-gyár Martin-kemencéjénél használt Linde-féle fúvókaszerkezet, — a 6. ábrán pedig a Republic Steel Corporation buffalói gyár fúvókái láthatók (17).

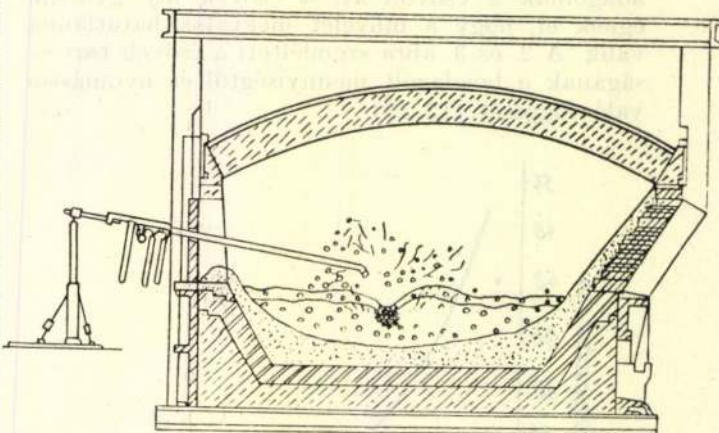
Az Amerikai Kohómérnöki Intézet 1950. évi

<sup>23</sup> Mac-Quade Ch. V.: Oxigén az acéliparban. Iron and Steel Engineer, 1948, 4. sz.

<sup>24</sup> Carb D.: O.N + O<sub>2</sub> = ?. Blast Furnace and Steel Plant, 1948, 36. k., 6. sz., 801—805. o.

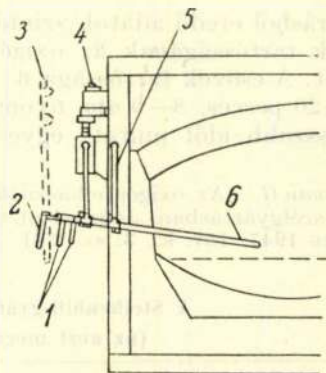
<sup>25</sup> Chatan L. L.: A kohászati oxigén felhasználása az amerikai acélolvasztó üzemekben. Open-Hearts Proceedings, 1949, 32. k., 150—155. o.

konferenciáján (14, 25) értekezletek folytak a Great Lakes Corporation detroiti gyár 250 t kemencéinek hátsó falaira szerelt s a 7. ábrán látható fúvóka szerkezetekről. A fúvóka 6 m hosszú, 4,5 hü-



4. ábra. Oxigén befúvatás vázlata

velykes varratnélküli cső, ebben van külön az oxigént vezető cső, melynek rézfeje cserélhető, és hozzátartozik továbbá a hűtővíz vezeték. A rézfejet a fúvóka végéhez hegesztik. Ez a fej 305 mm



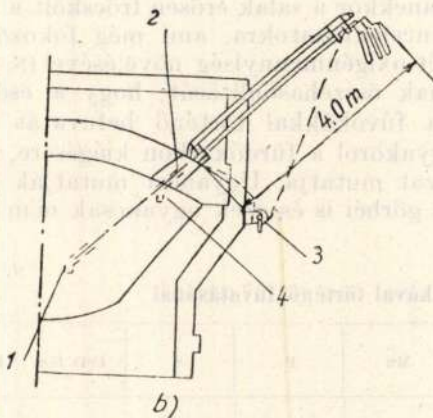
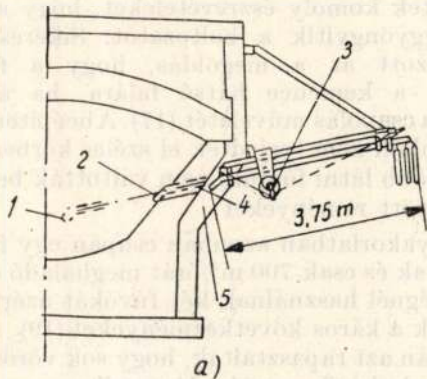
5. ábra. Beépített fúvóka a Martin-kemence homlokfalán.

1 vízhűtés; 2 oxigénvezeték; 3 a fúvóka elhelyezése üzemen kívül; 4 beállító berendezés; 5 csuklós függesztés; 6 a fúvóka helyzete oxigénadagolásnál.

hosszú, és 4,5 hüvelyk külső átmérőjű. A fejen lévő nyílás 16,2 mm (0,531 hüvelyk) átmérőjű és a hosszanti tengelyéhez 45° szög alatt fúrnak be. Az oxigén ezúton kerül a fúvókán keresztül a fürdőbe. A fúvóka keresztmetszetét a 8. ábrán láthatjuk.

Az oxigénnyomás, 840 m<sup>3</sup>/óra adagolás esetén, 9,8—11,3 atm. A fúvókát olyan helyen kell elhelyezni, hogy csapolás alkalmával sérülést ne szenvedjen. A fúvókát a kemence hátulja felől vagy a munkahelyről irányítják. A fúvóka 15°-os szög alatt megy a kemencébe, mely az oxigén kiáramlási nyílás 45°-os hajlásszögével együtt a fürdő felé 60°-os hajlásszöget alkot. A fúvóka szerkezete és felszerelése számos kísérletezésen ment át s a feljegyzett szám adatok kielégítő eredményeket mutattak.

A salak szintje fölött 150—200 mm-rel elhelyezett és a salakon át oxigént adagoló két fúvóka rövid időn belül forrásba hozza az egész furdót. A fúvóka egyszerű, és alakja megkönnyíti a tisztogatását és kiszedését a kemencéből.



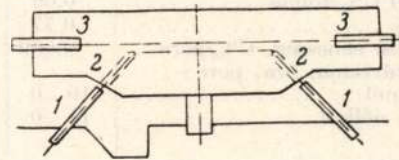
6. ábra. Beépített fúvóka.

a a hátsó falba: 1 a fúvóka elhelyezése oxigénbefu-  
tásnál; 2 a fúvóka helyzete a befúvatás szünetében;  
3 kézi, illetve villamos vitla; 4 a nyílás átmérője  
9—12 hüvelyk; 5 az egész berendezés helyzete a fu-  
vatas megkezdése előtt; b a boltozatba: 1 a fúvóka hely-  
zete az oxigén befúvatásnál; 2 a nyílás átmérője 9—12  
hüvelyk, 3 kézi, illetve villamos vitla; 4 a berendezés  
helyzete a fuvatas megkezdése előtt.

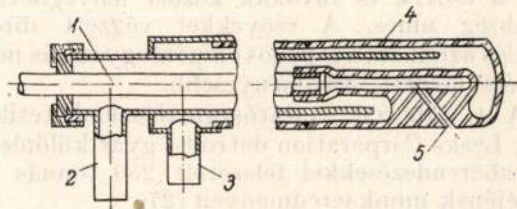
A salak fölött és a salakon át soknyílásos fúvókával végzett kísérletnél kiderült, hogy azok nem elég tartósak, nem szolgáltatnak elég oxigént a furdónak; továbbá azt is tapasztalták, hogy a salakfröcskölés sem kisebb, mint az egynyílású fúvókáknál.

A közepes- és kis karbontartalmú acélok gyártásánál eleinte 0,45% karbonnal kezdték adagolni az oxigént. A széntelenítés gyorsulásán kívül, mint ismeretes, az oxigénfelhasználás további előnye: a salak gyors kialakítása, ami csökkenti a salak felhabzását. A furdó salakmentes része szabadon marad és a reakciók alkalmával keletkezett gázok könnyen távoznak a furdóból. Oly esetekben, amikor a furdó karbontartalma 0,45% alá esett, a fuvatas megkezdéséhez szükséges karbon elérése érdekében folyékony nyersvasat öntöttek be. Abban az esetben, amikor a furdó karbontartalma 0,20%-nál kevesebb volt, csak egy fúvókával fuvattak.

A beépített fúvóka nem kíván többlet-munkát a kemence dolgozóitól. A műszakon levő dolgozók látják el a felszerelési munkálatokat. Az oxigén adagolását a kemencénél — az első segéd elvégezheti, akinek két művelet tartozik a munkakörébe: neki kell kinyitnia az ajtót a hátsó falon és neki kell felügyelnie a fúvókákra és az ezeket összekötő oxigénvezetékek szelepeire. A fúvókák mozgását irányító, valamint a szelepek nyitására és zárására szolgáló gombokat a munka-helyen levő irányítótáblán helyezik el.



7. ábra. A hátsó falban elhelyezett fúvókák vázlata: 1 fúvóka üzemem kívül; 2 fúvóka üzemkőzben; 3 égők.



8. ábra. Beépített, vízhűtéses fúvóka metszete: 1 oxigén; 2 víz bevezetése; 3 a víz elvezetése; 4 fúvóka-fej; 5 ömlőnyílás.

A Linde-cég eleinte saját szerkezetű fúvókákkal végzett érdekes kísérleteket (8) abból a célból, hogy ezeknek a közönséges csövekkel szembeni előnyeit megállapítsa. A 2. táblázat ismerteti a 220 tonnás Martin-kemencékben végzett kísérletek eredményeit kis karbontartalmú adagoknál és csövekkel és fúvókákkal végzett fuvatasoknál.

2. táblázat

Kis karbontartalmú 220 tonnás kemencében csövekkel és fúvókákkal végzett acélglyártás összehasonlító adatai

Összehasonlító adatok	Fúvókák	Csövek
Olvasztások száma .....	8	29
Óránkénti termelés, t/óra:		
oxigénnel .....	22,3	26,6
oxigén nélkül .....	17,3	18,2
A termelékenység növelése, % ...	28,9	35,0
Óránkénti oxigénszükséglet, m <sup>3</sup> /óra	545,6	1717,2
Fajlagos oxigénfogyasztás, m <sup>3</sup> /t ..	3,0	7,4
Széntelenítési sebesség, C%/perc .	0,009	0,020
Az oxigén határfoka, m <sup>3</sup> /C%/tonna	0,05	0,07
Olvasztási időtartam, óra, perc:		
oxigénnel .....	10—6	8—54
oxigén nélkül .....	13—0	12—0
Kezdeti karbontartalom, % .....	0,83	1,27

A 3. táblázat ismerteti a megközelítőleg azonos kezdeti karbontartalmú 225 tonnás kemencék olvasztási adatait (26).

<sup>26</sup> Oxigén felhasználása Martin-kemencékben. Blast Furnace and Steel Plant, 1947, 35. k., 8. sz., 949—959. oldal; 10. sz., 1224—1226. o.

3. táblázat

225 tonnás kemencékben a fürdőnek csövekkel és fúvókákkal történő átfúvásánál az olvasztások összehasonlító százalékos mutatószámai

Lényeges tényezők	Fúvókák	Csövek
Olvasztások száma .....	7	7
Termelékenység növelése, % .....	10,3	6,9
Óránkénti oxigénfogyasztás, m <sup>3</sup> /óra	620	1300
Fajlagos oxigénfogyasztás, m <sup>3</sup> /tonna	2,9	4,6
Az oxigén hatóképessége, m <sup>3</sup> /0,01 C%/tonna .....	0,05	0,09
Szénigáz, % .....	0,77	0,77
Széntelenítési sebesség, C%/perc ..	0,009	0,012
Olvasztás tartama, óra, perc:		
oxigénnel .....	10—0	10—18
oxigén nélkül .....	11—0	11—0

A táblázati adatok összehasonlítása alapján megállapítható, hogy termelékenység szempontjából a csövek és fúvókák között lényegbevágó különbség nincs. A csövekkel végzett direkt oxidálás azonban, a fajlagos oxigénfogyasztás némi növelése mellett, eredményesebb.

A 4. táblázat mutatószámai szemléltetik a Great Leeks Corporation detroit-i gyár különleges fúvókaberendezésekkel felszerelt 250 tonnás kemencéjének munkaeredményeit (27).

A fém- és salakösszetétel változása a fürdő fúvókával történő fúvatásánál

4. táblázat

	C	Mn	P	S	FeO fém	FeO salak
A fúvatás kezdete előtt .....	0,42	0,17	0,057	0,036	0,122	14,25
30 perccel a fúvatás megkezdése után .....	0,11	0,12	0,014	0,030	0,254	22,58
20 perccel a fúvatás befejezése után .....	0,08	0,10	0,008	0,027	0,333	23,25

Az óránkénti oxigénfogyasztás egy fúvókán 840 m<sup>3</sup>, egyidejűleg két fúvókán 1680 m<sup>3</sup>.

A szén kiegészi sebessége két fúvóka esetén, ha a fogyasztás 840 m<sup>3</sup>/óra, 0,010 C%/perc; ugyanazzal az oxigén- és vasérc-fogyasztással, egy fúvókánál 0,0085 C%/perc; egy fúvókánál érc nélkül, 0,0065 C%/perc. Az oxigénhasználat határfoka, ha feltételezzük, hogy az egész oxigén a széntelenítésre használódik fel, 80—85%.

Az átlagos fajlagos oxigénfogyasztás 511 adagnál, melyeket négy kemencében 4 hónapon át gyártottak beépített fúvókákkal, 1 tonna öntecsnél 1,26 m<sup>3</sup>-t mutatott.

A cserélhető fúvókafajok tartóssága 100 óra. Az óránkénti fogyasztás mérséklése csökkenti a fejek tartósságát és a fürdő által elnyelt oxigénmennyiséget.

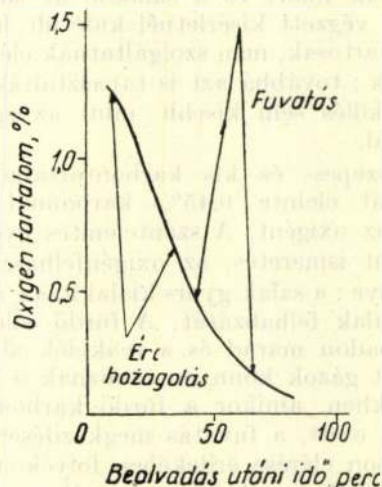
Ezek az eredményeken kívül, amelyek nem igazolták a fúvókák különös előnyét, a beépített fúvókás megoldás sem árult el sikert. A fúvókák elhelyezése a Martin-kemence elülső falán, mint-

hogy három tömlőt is kell alkalmazni, több munkahelyet vett el, mint a közönséges csövek használata. A fúvóka hossza akadályt okozott a homlokzat felőli oldalon, ha a kemencék közti távolság nem volt elegendő. A fúvókáknak a kemence boltozatán való felszerelése ellen azzal a megokolással emeltek komoly észrevételeket, hogy a nyílások meggyöngyítik a boltozatot. Sikeresebbnek mutatkozott az a megoldás, hogy a fúvókát szereljék a kemence hátsó falára, ha az nem zavarta a csapolás műveletét (17). A beépített fúvókák azonban nem terjedtek el széles körben, mert mint később látni fogjuk, nem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket.

A gyakorlatban azonban csupán egy fúvókát használnak és csak 700 m<sup>3</sup>/órát meghaladó oxigénmennyiségnél használnak két fúvókát azért, hogy elkerüljék a káros következményeket (19). A kísérletek során azt tapasztalták, hogy sok vörös-barna „füst” keletkezik, amely lényegében vasoxidból áll. Ugyanekkor a salak erősen fröcskölt a falakra és kemenceboltozatokra, ami még fokozódott a beadagolt oxigénmennyiség növelésével (8, 26, 13).

Annak összehasonlítását, hogy a csövekkel illetve a fúvókákkal történő befúvatás milyen hatást gyakorol a fürdőkarbon kiegészésre, a 2. és 3. táblázat mutatja. Ugyanezt mutatják a 9. és 10. ábra görbéi is és ezek ugyancsak nem mutat-

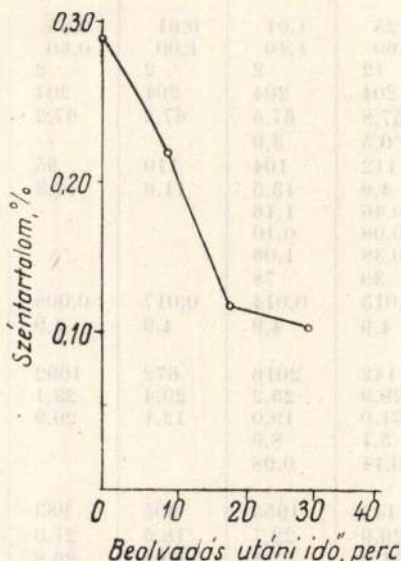
nak különösebb eltérést. A Linde-cég ezért kénytelen volt elismerni, hogy a fürdőnek a salak fölé helyezett vízhűtéses fúvókával történt átfúvása nem volt jobb, mint a fürdő átfúvása csövek használatával, a bonyolult felszerelés és a salak



9. ábra. A karbon kiegészi görbéje a csövekkel végzett átfúvatásnál.

<sup>27</sup> Reinhard A. E.: Oxigénnek a Martin-kemencébe adagolására szolgáló fúvókák. Journal of Metals. 1950, 18. k., 6. sz., 835—838. o., illetve Open-Hearts Proceedings, 1950, 33. k., 43—51. o.

fokozottabb fröcskölése miatt (26). A jelenlegi termelési viszonyok között a gyakorlatban előnyben részesítik a csövek használatát a fúvókákkal szemben, mert ezek használata egyszerűbbnek és megbízhatóbbnak mutatkozott.



10. ábra. A karbonkiégés görbéje fúvókákkal végzett átfuvatásnál. Az oxigénfogyasztás az adagnál 316,5 m<sup>3</sup>. Az 1 tonnára eső oxigénfogyasztás 1,8 m<sup>3</sup>.

A Linde-rendszerű fúvókákkal gyártott adagok mutatószámai a 3. táblázatban láthatók. A mutatószámoknál különösen figyelemre méltó a kis oxigénnyomás és a lassú karbonkiégés, ha ezt összehasonlítjuk a fentközölt, csövekkel végzett befuvatás adataival.

**Széntelenítés sebessége a direkt oxidálásnál**

Amikor az oxigént közvetlenül a fürdőbe adagolják, a karbon oxidálási reakciók sebessége nagyon meggyorsul. Előmozdítja a fürdőben levő oxigén koncentráció folytonos emelkedése és a fürdő nagy hőmérséklete, amit a direkt módszernél jelentkező exotermikus reakciók túlsúlya fejleszt. A karbon oxidálási sebessége a járatos Martin-

eljárásnál, a forrási periódusban 0,008—0,005 C%/perc közt mozog, a tiszta forrás periódusában pedig 0,005 C%/percig terjed. Gyors olvasztásoknál a megfigyelt sebesség rendszerint 0,010 C%/perc, mely a fürdő túloxidálásával érhető el. Ezek a széntelenítési normál sebességek nagyon lecsökkennek — a nem kellő fürdőhőmérséklettől, a hideg sűrű salaktól, azaz olyan tényezőktől, amelyek befolyást gyakorolnak az oxigénnek a salakból a fürdőbe való áramlására.

Már ismertettük azt, hogy a karbon oxidálási sebessége miként függ az oxigén részarányától a fürdőben. A gyakorlatból ismeretes, hogy technikailag tiszta vasnál és 0,03%-nál kevesebb karbon-tartalmú acélnál a bennelévő karbon eltávolítása végett a salakban lévő vasoxidot 30—40%-ra kell növelni és ez jelentékeny időt kíván (28).

Az 5. táblázat szemlélteti különböző karbon-koncentrációknál az oxidáció sebességét.

Az 5. táblázat adataiból, valamint az irodalmi adatokból kitűnik, hogy a karbon oxidálási sebességek növekednek a fürdőnek oxigénnel történő fuvatása esetében. Nagy karbon-tartalom esetén sokkal gyorsabbak a széntelenítési sebességek, mint a rendes Martin-eljárásnál.

Az oxigén adagolási mód hatása is megemlítést érdemel. Így, a 2., 3. és 5. táblázat adatai alapján látható, hogy a széntelenítési sebesség a csövek használata esetén nagyobb, mint amikor az oxigént fúvókán át adagolják be. Utóbbi esetben a füstképződés arra mutat, hogy az oxigén főleg a vasat oxidálja, s a karbon nem.

**Az oxigén tisztaságának befolyása a széntelenítési sebességre**

A Martin-acél gyártásnál eleinte technikailag tiszta oxigénnel végezték a befuvatásokat. A technikailag tiszta oxigén nagy ára és nagy mennyiségben való előállításának akadályai szükségessé tették annak a kérdésnek eldöntését, lehet-e a kohászatban kevesebb oxigént tartal-

<sup>28</sup> Oxigén felhasználása széntelenítésre. Iron Age, 1947, 159. k., 22. sz., 66—67. o.

5. táblázat

A karbon kiégési sebessége C %/perc	Kezdeti	Végső	Fuvatás tartama, perc	Fajlagos oxigén fogyasztás m/tonna <sup>3</sup>	Megjegyzés
	karbontartalom				
0,006	0,16	0,07	18	—	Martin-kemence Fuvatás csövekkel
0,005	0,18	0,08	22	—	
0,007	0,26	0,12	20	—	
0,017	0,50	—	—	2,5	
0,012	0,72	0,16	—	4,6	
0,010	0,80	0,18	—	2,9	
0,020	1,27	0,14	—	3,0	
0,020	nagy C%	—	—	—	Elektromos kemence
0,050	nagy C%	—	—	—	
0,023	nagy C%	—	—	—	
0,015—0,025	—	—	—	—	
0,006	0,41	0,20	35	2,1	Martin kemence Adagolás fúvókán át
0,009	0,83	0,17	75	3,0	
0,000	1,00	0,75	31	2,5	

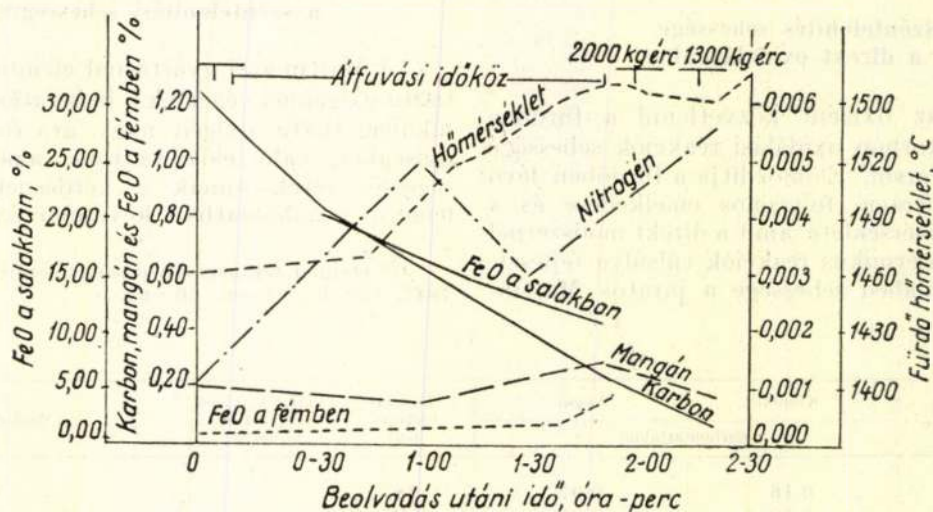
## Adatok a különböző oxigéntartalmú gázok

Megnevezés	O <sub>2</sub> tartalom						
	100		90		70		
A karbonmennyiség az átfuvasítás kezdetén, %	0,01	0,61	0,25	1,01	0,61	0,25	0,61
.....-tól	1,40	1,00	0,60	1,40	1,00	0,60	1,00
.....-ig	26	32	12	2	2	2	4
Adagok száma	204	204	204	204	204	204	204
Adagsúly, tonna	60,0	57,8	57,8	67,5	67,2	67,2	51,4
Mészke a betétben, kg/tonna	1,5	0,8	0,5	3,9	—	—	—
Mészke a kikészítés alatt, kg/t	125	100	112	104	110	95	95
Vasérc a betétben, kg/t	10,9	10,3	4,9	13,5	11,6	17,3	10,0
Vasérc a kikészítés alatt, kg/t	1,21	0,82	0,46	1,16	—	—	—
Karbon a befúvatás kezdetén, %	0,08	0,09	0,08	0,10	—	—	—
Karbon a befúvatás végén, %	1,13	0,73	0,38	1,06	—	—	—
Kiégett karbonmennyiség, %	81	56	39	78	—	—	—
Fuvasítás tartama, perc	0,014	0,013	0,013	0,014	0,017	0,008	0,015
Karbon kiegészi sebesség, C%/perc	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
Nyomás a szelepen, atm.	2276	1570	1142	2016	672	1092	1455
Fuvasításra felhasznált gáz, m <sup>3</sup> :	28,1	29,3	29,9	25,2	20,4	23,1	24,2
olvasztásra	20,1	21,6	31,0	19,0	12,1	29,9	18,1
1 perc alatt	10,1	7,0	5,1	8,9	—	—	—
0,01% C oxidálásnál	0,09	0,10	0,14	0,08	—	—	—
1 tonnára	2276	1574	1142	1955	605	983	1014
Oxigénfogyasztás, m <sup>3</sup> :	28,1	28,0	29,9	22,7	18,5	21,0	16,8
1 perc alatt	20,4	21,6	31,0	17,1	10,8	26,8	13,2
0,01% C oxidálásnál	10,1	7,0	5,1	8,3	2,7	4,4	6,5
1 tonnára	0,09	0,10	0,14	0,08	0,05	0,12	0,06
0,01% C /tonnára	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Nitrogéntartalom a kész acélban, %							

mazó és egyúttal olcsóbb gázt használni. Az oxigéntermeléssel foglalkozó cégek e kérdés iránt különösen nagy érdeklődést tanúsítottak.

Így a Linde Air Products Company cég, karöltve a Carnegie Illinois Steel Corporation-nal a Homstead-gyárban végeztek fuvasítási kísérlete-

csökkenés nem egyenlítődik-e ki a gáz olcsóbb árában. Kísérleteket végeztek 100, 90, 70 és 44% oxigéntartalmú gázokkal, szintetikus és sűrített levegővel és 100%-os nitrogénnel. Valamennyi kísérletet nem lehetett egyforma körülmények között elvégezni — nem lehetett minden-



11. ábra. A fürdő összetételének változása nitrogén befúvás esetén.

ket a Martin-acélgártásnál különböző oxigéntartalmú gáz felhasználásával. A kísérleti olvasztásoknál tanulmányozták a technikailag tiszta, mintegy 100% O<sub>2</sub>-t tartalmazó oxigéntől kezdve a levegőig és a nitrogénnel való fuvasítást is. A fő feladat annak megállapítása volt, vajjon az oxigén kisebb koncentrációi nem csökkentik-e a széntelenítés sebességét, valamint, hogy ez a

kor ugyanazt a kemencét és acélfajtákat, egyenlő adagot, tüzelőanyagot, eljárást stb. biztosítani. A 6. táblázat (10) mutatja a kísérleti adatokat. A fürdő széntelenítési sebessége, nitrogén átfúvásnál, 0,0068—0,0091 C%/perc között mozgott, szemben a fuvasítás nélküli adagokkal, melyek átlagos széntelenítési sebessége 0,005 C%/perc.

A szintetikus, száraz, illetve a 20,8% oxigént

használatáról a Martin-acélgártásnál

6. táblázat

a g á z b a n, %								100% nitrogén			Érc és mész	
44		20,8 (szintétikus levegő)			20,8 (sűrített levegő)							
1,01	0,61	1,01	0,61	0,25	1,01	0,61	0,25	1,01	0,61	0,25	0,60	1,0
1,40	1,00	1,40	1,00	0,60	1,40	1,00	0,60	1,40	1,00	0,60	1,00	1,4
2	3	1	4	4	5	1	1	2	1	1	15	8
204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204
51,3	53,0	67,5	45,3	50,0	53,4	58,2	58,2	50,2	50,2	50,2	58,0	67,5
3,0	—	—	1,4	—	1,2	—	—	—	—	—	3,5	1,5
92	92	97	118	109	57	103	67	92,0	78,4	92,0	95,0	80,0
14,7	14,2	19,0	12,1	3,1	17,3	15,4	11,7	24,3	14,4	10,0	13,2	12,2
1,27	0,87	1,22	0,87	0,46	1,15	0,79	0,55	1,14	0,72	0,45	0,77	1,19
0,13	0,08	0,08	0,12	0,07	0,09	0,13	0,07	0,18	0,14	0,11	0,10	0,20
1,14	0,79	0,14	0,75	0,39	1,06	0,66	0,48	0,96	0,58	0,34	0,67	0,99
67	59	88	73	50	81	72	69	105	80	80	—	—
0,013	0,013	0,013	0,011	0,008	0,010	0,009	0,007	0,007	0,007	0,007	0,005	0,005
4,4	4,9	4,9	4,9	4,9	4,4	4,9	4,4	4,9	4,9	4,9	—	—
2434	1540	2140	1998	1259	2240	1560	1680	2398	1400	786	—	—
26,4	26,0	24,4	27,3	25,8	25,2	21,8	24,3	30,1	17,6	15,5	—	—
21,5	19,5	19,0	26,0	31,4	19,0	23,8	35,0	25,3	24,1	3,56	—	—
10,9	6,8	6,8	8,7	5,6	8,2	7,0	7,4	10,5	6,1	23,1	—	—
0,09	0,08	0,08	0,11	0,14	0,08	0,10	0,15	0,11	0,10	0,09	—	—
1084	677	460	417	215	428	320	354	—	—	—	—	—
16,8	12,3	5,1	5,7	5,3	5,3	4,6	5,1	—	—	—	—	—
9,5	8,6	4,1	5,5	6,6	3,9	5,1	6,4	—	—	—	—	—
4,8	3,0	2,0	1,8	1,8	1,8	1,5	1,6	—	—	—	—	—
0,04	0,04	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	—	—	—	—	—
0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,006	0,004	—	—	0,004	0,004

tartalmazó komprimált levegővel végzett fuvatásnál a széntelenítési sebesség még jobban növekszik, éspedig 0,0070—0,0135 C%/percig. Amikor az oxigén százalékosan növekszik a gázban, a széntelenítési sebesség is nő. A 7. táblázat mutatja a fürdőben levő karbon-tartalom figyelembevételével, a megfelelő C%/percben kifejezett értékeket.

Figyelemreméltó az is, hogy amikor a gáz 70% és ennél több oxigént tartalmaz, a széntelenítési sebesség nem mutat nagy eltérést. A 12. ábra grafikon-szerűen szemlélteti a gázösszetétel hatását a széntelenítési sebességre, ahol a vonalozott terület szemlélteti a széntelenítési sebesség növekedését, amely oly módon következik be, hogy a fürdő és a gázban lévő nitrogén keverednek. Amint látható, ez egymaga fokozza a széntelenítési sebességet 0,005 C%/percről 0,008 C%/percre azaz 60%-kal (12).

Marsh (29) fenntartja abbéli véleményét, hogy a széntelenítési sebességre nézve a fürdő keverése nagy jelentőségű. Ő úgy számítja, hogy a levegőben levő oxigén 3,2 m<sup>3</sup>-e ugyanazt a hatást váltja ki, mint amit 16,0 m<sup>3</sup> tiszta oxigén kivált annak folytán, hogy a fürdő összekeveredik a levegő oxigénjével. Kísérletei szerint, a széntelenítési sebesség a nitrogénnel átfuvarított adagoknál közbeeső helyet foglal el a közönséges ércel végzett eljárás széntelenítési sebessége és a tiszta oxigénnel végzett átfuvarás széntelenítési sebessége között.

<sup>29</sup> Marsh G.: A Martin-kemencék működése a levegőnek oxigénnel történő dústításánál. Metals Technology. A. I. M. I. 1948, 15. k., 5. sz., T. St. 2417., illetve A. I. M. I. Open-Hearts Proceeding, 1948, 43—56. o.

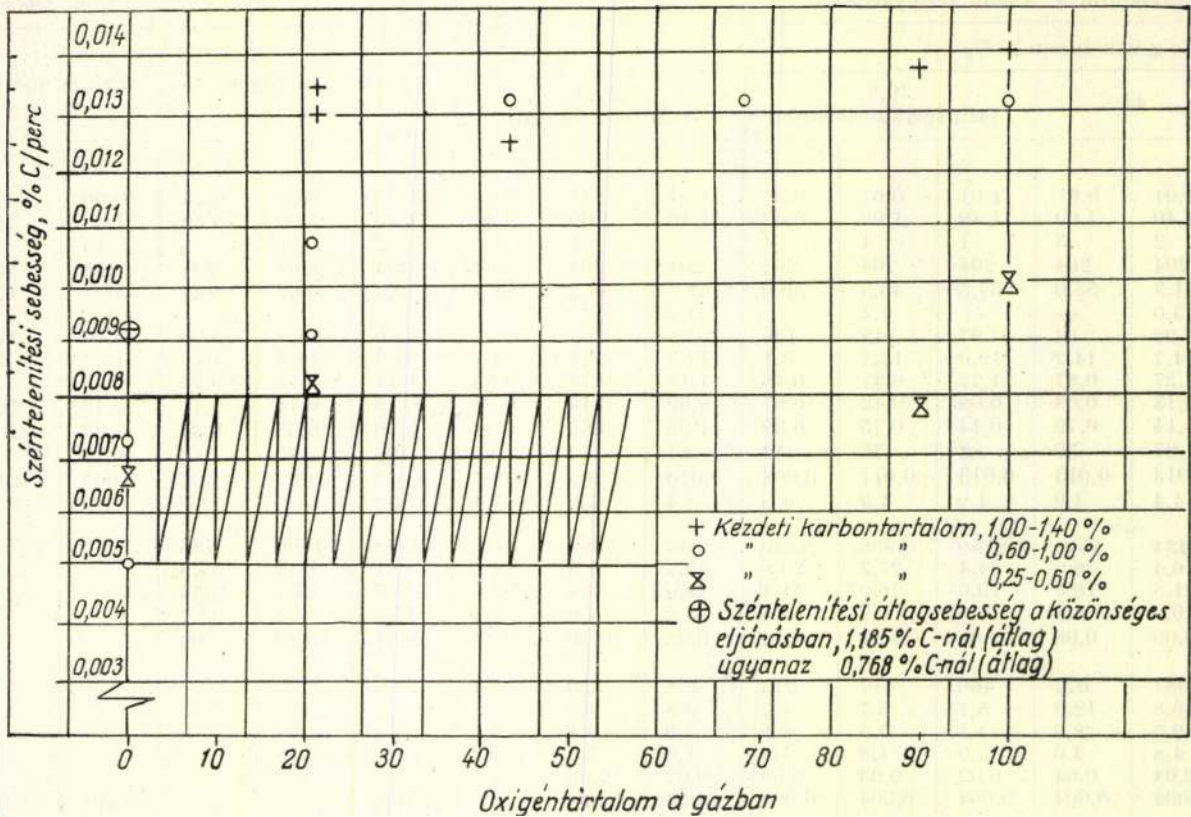
A fenti kérdésre vonatkozóan megejtett fontos kísérleteken kívül, tudomásunk van 4 és 200 tonnás Martin-kemencéken végzett kísérletekről is. A 4 tonnás kemencében a széntelenítési sebesség technikailag tiszta oxigénnel végzett átfuvarás esetén 0,030 C%/percet, alacsonyabb koncentrációjú oxigénes gáz esetén 0,021 C%/percet ér el, ellentétben az átfuvarás nélküli eljárással, ahol a széntelenítési sebesség 0,011 C%/perc. Levegővel történő átfuvarásnál egyenlő széntelenítési sebesség eléréséhez háromszorannyi levegőt kell befuvarni, mint a technikailag tiszta oxigén mennyisége. A 200 tonnás kemencében végzett kísérletek adatai azt mutatják, hogy 90,0 és 99,5% oxigéntartalom a széntelenítés szempontjából azonos eredményeket szolgáltat (22).

7. táblázat

A C%/perc széntelenítési sebesség, különböző karbon-tartalmú fürdő és különböző oxigéntartalmú gáz esetén

Karbon a fürdőben, %	Oxigén a gázban, %			
	100	90	70	44
1,40—1,01	0,0140	0,0138	—	0,0125
1,00—0,61	0,0132	0,0162	0,0132	0,0134
0,60—0,25	0,0100	0,0078	—	—

1940-ben, azaz 6 évvel a Homestead-gyári kísérletek előtt, egy szovjet gyárban kísérleteket végeztek a Martin-fürdő sűrített levegős átfuvarására vonatkozólag. A kísérleti olvasztásoknál a széntartalom a beolvadáskor 2,0% volt.



12. ábra. Különböző oxigéntartalmú gáz használatának befolyása a széntelenítési sebességre.

A levegőt 12,5—4,5 atm nyomással, 1,0—1,25 hüvelyk átmérőjű védőréteggel ellátott csövön fuvatták a salakréteg alá 13—15 percen át. Az átfuvasítás ideje alatt a pakura adagolását csökkentették, illetve teljesen megszüntették. A kísér-

leti olvasztásoknál a széntelenítési sebesség átlag 0,054 C%/perc volt, szemben a közönséges eljárással, ahol az 0,018 C%/perc (7).

(Folytatjuk.)

## SZAKOSZTÁLYI HÍREK

### A kovácstagozat megalakítása

Vaskohászati szakosztályunk 1953. július 6-án megalakította a kovácstagozatot. A tagozat alakuló ülése alkalmával Egyesületünk helyiségében Bors János kartársunk „Kovácsüzemek programtiszttázása a felszerelések függvényében” címmel előadást tartott. Az előadást élénk vita követte, mely alkalommal 21 hozzászólás történt.

A kovács-szakma megjelent tagjai lelkes hangulatban megállapodtak abban, hogy minden hónap első hétfőjén délután 1/26-kor az Egyesület helyiségében találkoznak és baráti megbeszélés keretében kicserélik üzemi tapasztalataikat és megbeszélik üzemi problémáikat. A szakma iránt érdeklődőket szeretettel várjuk a klubnapokra.

L. I.

## KÖNYVISMERTETÉS

*Die Grundlagen des Walzens von E. Cotel.* Wilhelm Knapp-Verlag, Halle, 1953., 3. kiadás.

Cotel Ernő akadémikusnak világszerte ismert kitűnő könyve 1930-ban jelent meg először német nyelven. Az 1950-ben megjelent második kiadás szinte azonnal elfogyott és felmerült a szüksége a most megje-

lent új kiadásnak. Az új kiadásban az üregezésről szóló fejezet lényegesen kibővült korszerű példákkal és megnövekedett a szélesedésről és előresietésről szóló rész is.

A kitűnő könyvet 85 ábra és 17 táblázat egészíti ki.

V. P.

### KOHÁSZATI LAPOK

Felelős szerkesztő: Vajk Péter. — Felelős kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat vezérigazgatója  
Megjelenik: 1400 példányban. — Szerkesztőség: VI, Rudas László-u. 45. — Telefon: 129-699.

20263/LD02 - Révai-nyomda Budapest V, Vadász-utca 16 (Felelős vezető: Nyáry Dezső)



*Henkel e.  
F. 19.*

*Scoban et*

# KOHÁSZATI

*lapok*

ALAPÍTOTTA PÉCH ANTAL 1868-BAN



**10.** SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

---

KOHÁSZATI LAPOK 8. (86.) ÉVFOLYAM 10. SZÁM 205—224 OLDAL, BUDAPEST, 1953. OKTÓBER

# KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület,  
A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE  
TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest VI. Rudas László-u. 45 • Telefon: 129-696, 127-084

Венгерский Журнал Metallургии

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

Főszerkesztő: Komjáthy László • Felelős szerkesztő: Vajk Péter

Szerkesztőbizottság: Árkos-Frigyes, Deniflée Sándor, dr. Dobos György,

Felföldi Zoltán, dr. Gillemot László, Jakóby László, Kálmán Lajos, Varga Ferenc

Felelős kiadó: Solt Sándor

## Kohászati Lapok:

<i>Bors J.:</i> Kovácsüzemek programja a felszerelés függvényében .....	205
<i>Jacuzskája—Sztárovics:</i> A Martin-eljárás intenzívebbé tétele a direkt oxidálás módszerével II. rész .....	212
Kitüntetések .....	224

## Öntöde

<i>Varga F.:</i> Bázikus bélési kupolókemence .....	205
<i>Rakovszky G.:</i> Öntödei anyagnormák .....	214
<i>Puhr I.:</i> A zuhanólapkás gyorsöntés számítása .....	218
Ankét a gyorsöntésről a MÁVAG Mozdony- és Gépgyárban .....	224
Korszerű technológiák ismertetése a Rákosi Művek Vas- és Acél- öntvénygyárában .....	224

## Alumínium

<i>Bese Vilmos</i> miniszterhelyettes megnyitó beszéde az 1953. június 20—21-én Ajkán rendezett bauxit-timföld ankéton .....	205
<i>Dr. Alliquander E.:</i> A bauxittermelés minőségi kérdései .....	208
<i>Müllner—Sass:</i> Új eljárás metallográfiai volfrám és molibdén csiszó- latok fényesítésére és marására .....	215
<i>Dr. Buray Z.:</i> Alumíniumbázisú csapágyfémek értékelése metallo- gráfiai szempontokból .....	216
<i>Emőd Gy.:</i> Biztonsági előírások magnézium feldolgozásánál .....	220
<i>Varga I.:</i> Fémek forrasztása (I. rész) .....	222

KIADJA A NEHÉZIPARI KÖNYV- ÉS FOLYÓIRATKIADÓ VÁLLALAT

Kiadóhivatal: Budapest V, Nagy Sándor-utca 6 • Telefon: 111-091  
Megjelenik havonta • Egyévi előfizetés: 36.—Ft. Egyes példányok ára: 4.—Ft

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Nemzeti Bank 61.770

# KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA

VIII. évfolyam (LXXXVI)

10. szám

1953. október 10

## Kovácsüzemek programja a felszerelés függvényében

BORS JÁNOS

Napjainkban mind több szó esik a kovácsüzemek programjáról, illetve profiljáról. A kérdés végleges eldöntése előtt azonban néhány fontos szempontra kell rámutatni, hogy az ezzel járó nagyobb jelentőségű átszervezési munkákat hogy tudnánk az üzeink életében, inkább a kovácsolás és az üzemi ügyvitel racionalizálásával megoldani. Ebben az esetben természetesen a program kérdése is sokkal kisebb területre szorítkozna és az üzeink eredeti profilja is csak kisebb mértékben módosulna. A kérdést nem is kell különösképpen vizsgálnunk ahhoz, hogy azt elsősorban a sülllesztékes kovácsolás területére vonatkoztassuk.

A sülllesztékes kovácsolás vonalán működő szakembereink tudják, hogy különösen ebben a szakmai ágban, napról-napra nőnek mind a mennyiségi, mind a minőségi követelmények. A sülllesztékes kovácsolásban nemcsak azért nőnek a szükségletek, mert a gyártmányok választéka emelkedik, hanem a szükségletek okozója az is, hogy több gyártmánynál a kis- vagy középsorozatból áttértünk a nagysorozatra, illetve tömeggyártásra. Sok alkatrészt, amelyet azelőtt „teliből”, rúdanyagból, lemezből stb. gyártottak, ma sülllesztékes kovácsdarabként készítenek. Más alkatrészeket, amelyeket azelőtt szabadkézből kovácsoltak, vagy öntöttek, a tipizálás vagy a sorozat növelés következtében sülllesztékes kovácsolásra lehetett átállítani.

Több helyen azonban a nagyobb követelményeknek a sülllesztékes kovácskapacitás nem, vagy csak nehezen tud megfelelni. Ismeretes, hogy népgazdasági terv céljaink egyike a sülllesztékes kovácsipar fejlesztése, ami már jelenleg is jelentős mértékben halad előre. Hazai viszonylatban is az új sülllesztékes gépek sora van gyártás alatt és ezek mellett üzeink technológiai átszervezése is folyamatban van. Ezek a pótlólag belépő kapacitások tekintélyes többtermelést eredményeznek, azonban a fennálló időrendbeli eltolódás miatt ezzel csak a későbbiekben számolhatunk. Szakembereink részére elsőrendű feladattá válik a sülllesztékes kovácsolás racionalizálása. Rejtett tartalékaink nem csekélyek és azok feltárása további kapacitás emelkedést eredményezhet, ami megkönnyíti az azután még szükséges-

nek mutakozó esetleges profilozási kérdés megoldását is.

Vizsgáljuk meg tehát a kérdést, hogy hol mutakoznak lehetőségek a racionalizálás keresztülvitelére. Forgácsoló és kiszállító üzeinknél a gyártás egész menetét egészen a szerelésig a leggazdaságosabb eljárásra állítják be, ahol minden egyes késmozdulatot és a gyártásnak minden mozzanatát kidolgozzák. Egycélú gépek beállításával a leggazdaságosabb gyártási módszerekre törekednek. Ezzel szemben a sülllesztékes kovácsüzemek mindig csak a legáltalánosabb berendezésekre törekedtek, hogy ezáltal minden előforduló megrendelésnek eleget tudjanak tenni. A sülllesztékes kovácsdarabok csekély száma miatt, a sülllesztékes kovácsipar sohasem tudott nagymennyiségű gyártásra berendezkedni. Sok esetben például nem volt érdemes elősülllesztéket sem készíteni, mert a hosszabb idő, amit a szerzők beépítése igénybe vett, az elősüllleszték előnyeit eltörpítette. Az állandó szerkesztési változtatások miatt, a kovácsüzem sohasem lehetett biztos abban, több esetben ma sem, hogy a kovácsdarabokat az addigi formában fogják-e ismét megrendelni. Másik nagy hátrány, hogy nem volt megfelelő közreműködés a szerkesztő és a kovácsipar között. Ez a kérdés még ma is több helyen javításra szorul. Amíg például az autógyártásban az egyes alkatrészek szerkesztését befolyásolták a forgácsolási megmunkálás különféle lehetőségei, addig legtöbb esetben alig törődtek a megalakítás követelményeivel. Kétségtelen, hogy ennek részben a kovácsipar volt az oka, mert a kovácsok ritkán tettek módosító javaslatokat a kiszállító, illetve megmunkáló üzeink felé.

A fentiek alapján, az egész sülllesztékes kovácsiparban, átfogó racionalizálási mozgalomnak kell megindulni abból a célból, hogy felszínre hozzuk a tartalékokat, fokozni tudjuk a termelést és, hogy emellett takarékoskodjunk az anyaggal és a munkaerővel.

Ezen célkitűzésnek alapvető tételei az alábbiak lehetnek:

1. a helyes programozás és programtisztázás,
2. a kovácsolás sikerét biztosító szerkesztés és gyártástervezés,

## 3. a legjobb kovácsolási eljárások bevezetése.

A sülylesztékes kovácsolás jelenlegi programjában sok olyan kovácsdarab tartozik, amelyek a sülylesztékek hosszú ideig tartó átépítésével és a termelés tartós átalakításával járnak. Előfordul pl., hogy az ilyen munkadarabok gyártását több szállító üzem között osztják fel és a darabszám kevés a gazdaságos gyártáshoz. Természetesen sokkal helyesebb volna a program tisztázása által a teljes darabszámot egy, vagy legalább is minél kevesebb számú üzem között elosztani és így lehetővé tenni a racionálisabb munkát. Biztosra vehető, hogy egyedül a helyesebb programtisztázással a sülylesztékes kovácsüzemek termelése 15—20%-kal lenne emelhető és nagymértékben csökkennének a szerszámát-építési idők, valamint további selejtszökkenést és a munkaerők jobb betanulását érhetnénk el. Ha az említett programtisztázással az egyes munkadaraboknál a kedvező darabszámot és a folyamatos gyártást is megközelíthetjük, a gazdaságos gyártás szempontjából további előnyök is elérhetőek. Pl. a kalapácsolású darabok megfelelően gyártott kedvező darabszám esetén a munkabér az önköltség és egyáltalában a gyártási költségek szempontjából elenyészővé válik.

Ugyanakkor, ha egy adott munkadarabnál a szerszámcsere idejéről függetlenül vizsgáljuk meg a teljesítmény emelkedését, kitűnik, hogy a jelzett okokból adódó kényszerű programozás nemcsak, hogy az üzemek termelését, hanem azon túlmenően a dolgozók kereseti lehetőségét is károsan befolyásolja.

A begyakorlás következtében sülylesztékes kovácsdaraboknál, több munkadarabnál történt kiértékelés alapján, a kedvező darabszám megközelítésével a selejtszázalék csökkenését is előidézzük. Pl.: egy adott sülylesztékes kovácsdarabnál 1000 munkadarab legyártása után a selejt 3,5%. Kedvezőtlen darabszám esetén, például 300 darabnál, 7%.

További nagy jelentőséggel bír a programtisztázás a szakemberek hiánya miatt. Kevésbé képzett munkást, aránylag gyorsan be lehet tanítani egy, vagy néhány hasonló sülylesztékes kovácsdarab gyártására. Azonban nem lehet kisebb képzettségű munkából rövid idő alatt általános kovácsot, főleg sülylesztékes kovácsot képezni, aki el tud készíteni minden előforduló kovácsdarabot.

Természetesen a programtisztázást csak olyan szempontok figyelembevételével lehet elvégezni, hogy az egyes megrendeléseket csak annak az üzemnek juttatjuk, amelyiknek berendezése a kérdéses munkadarab gyártására a legjobban megfelel. Ez annál is fontosabb, mert sajnos, ismételtén látjuk azt, hogy több helyen különösen kényszerből, túlságosan könnyű kalapácsokon készítenek munkadarabokat. Ez teljesen hibás, s még csak nem is lehet büszkeség, ha egy kovácsdarabot egyáltalán nem arra való gépen, vagy közügyességgel és különös fogásokkal készítünk. Az ilyen munka nemcsak a teljesítményt csökkenti, hanem a munkagép és a sülyleszték élettartamát is nagyon megrövidíti. Minden üzemben arra kell

törekedni, hogy a program minden egyes kovácsdarabját a legmegfelelőbb gépen készítsük.

Napjainkban a többteljesítéssel kapcsolatban, mindjobban előtérbe nyomul a nagyobb teljesítményű kalapácsok beállításának kérdése. Az irányzat helyes, mert a külföldi példák is azt mutatják, hogy a nehezebb kalapácsok, a szükséges ütések kisebb száma miatt, sokkal nagyobb teljesítményt és emellett kisebb mérvű sülylesztékes kopást biztosítanak, mint a könnyű kalapácsok.

Több esetben további teljesítménynövelést idézhetünk elő, ha a gyártmánytervezésnél figyelembe vesszük a kovácsolási technológia adottságait. Gyártmánytervezőink egy része sajnos, nem ismeri eléggé a kovácsolási technikát és ennek az eredményei a csak igen nehezen elkészíthető kovácsdarabok. Itt elsősorban a kovácsszakemberek segíthetnek azáltal, hogy nem vállalnak el jóindulatú kritika nélkül kovácsdarab gyártást, — hanem indítványokat tesznek a kovácsolás technológiájának megfelelő szerkesztésre. A gyártmánytervező és a kovácsszakember jó együttműködése felszínre hozhat olyan megoldásokat, amelyek a további megmunkálást is lényegesen olcsóbbá teszik.

A sülylesztékes kovácsüzemeknél a gyártmányok tökéletes alakjára, méreteire, a többtermelésre, a gyártmányok egyenletes és jó minőségére, valamint a gazdaságos hőkihasználására való törekvés hozta létre az egy meleggel (egyszeri melegítéssel) való gyártás kifejlesztését.

Az egy meleggel való gyártás, ahol az keresztülvihető, amellet, hogy tetemes hőenergiát takarít meg, csökkenti a légési veszteségeket és ha az alakítás helyes hőfokhatárok között megy végbe, szemcsefinomság és anyagminőségi tekintetben is az optimumot nyújtja.

Bonyolult alakú munkadaraboknál nem mindig lehetséges az egy meleggel való gyártást bevezetni, azonban az ilyen esetekben is arra kell törekedni, hogy a munkadarabot ne hűtsük le félkész állapotban, — ha csak ezt például javítás, faragás, köszörülés nem teszi szükségessé — hanem ismételt utánmelegítéssel alakítsuk kész állapotáig. Az ilyen módszerrel nemcsak a gyártmány elkészítési idejét rövidítjük le, hanem az utánmelegítés is egyrészt lényegesen kisebb (a hideg állapotnak csak 30—50%-át kitevő) hőenergiát fogyaszt, másrészt az anyag minőségét is óvja, mert a lehűlés nem hatol az anyag magjába, s utánmelegítéskor a hőkiegyenlítés könnyen, feszültségmentesen jön létre.

Mivel az egy meleggel való gyártás gyakran jól megszervezett munkát kíván, ennek hiányában rossz munkamegszervezésből kifolyólag gyakori, hogy bizonyos darabokat pl. egy kalapácsos elősülylesztéket vernek, s egy bizonyos mennyiség beverése után (miközben a félkészdarabok lehűlnek) ugyanarra a kalapácsra szerelik be a készrevert sülylesztéket. Ilyenkor egy többüreges sülylesztékekkel áthidalva nemcsak a kiesést, a gyártási időt rövidítenénk le, hanem elkerülhetjük az újra-melegítést. A régi munkamódszernek minőségi hátránya is van, ugyanis az újramelegítésnél a munkadarabok újra revésednek és a kis alakítással

dolgozó kész üregben már alig van remény arra, hogy a munkadarab sima, revementes legyen.

Vizsgáljuk felül üzemeinkben a gyártási technológiákat és ahol lehet alkalmazzunk több-üreges (elő- és készkovácsoló üreges) süllyesztéket. Használatuk a többtermelés és a minőségi termelés szempontjából határozott előnyökkel jár. Egyedüli hátrányuk, hogy az üregek nem egyenletesen kopnak és az egyik, vagy másik kikopott üreg miatt az egész szerszámot át kell munkálni. Időt rabló és gazdaságtalan eljárás az is, ha a drága kész süllyesztékbe egy az üreget takaró nyersanyagot dobunk, s azután sok ütéssel és az ütések között többszöri sorjázással kényszerítjük az anyagot az üreg alakjának felvételére. Az ilyen túl gyors és nagy mozgásra kényszerített anyag molekuláinak elszakadása a munkadarab felületi repedezettségét okozza. A túl gyors és drasztikus anyagfolyás nemcsak felületi, hanem belső szakadások okozója is lehet. Tehát a már jelzett hátrányok mellett a munkamódszer, később az egész termelési tervet felborító, tömeges selejt okozóvá válhatik. Technológiai szempontból továbbvizsgálva a kérdést, nem helyes, ha az ilyen módon „majdnem” készrekovácsolt munkadarab csak egy új meleget kap azért, mert a helytelen kovácsolási eljárás alatt lehülve, az előírt vastagsági tűréseket már nem „sikerült” kiverni. Az így újra-melegített munkadarab, az első kovácsolásnál nyert finom szövetszerkezetét az újrahevítésnél és a második kismértékű átmunkálásnál (mivel a mérettűréshez már alig kellett alakítás) többé nem kaphatja vissza és minőségileg értéktelen termék lesz az eredmény. Az ilyen gyártási körülmények kiküszöbölésére meg kell keresni a helyesen megszervezett (legalább a szabadkézből való) előkovácsolás módját. Nem engedhető meg az ilyen módszerekkel járó idő- és anyagpazarlásokon kívül, a drága kész süllyesztékek idő előtti tönkretétele sem.

Az általában szűknek mutató süllyesztékes kapacitást, az egy meleggel való gyártás észszerű kiszélesítésével, több viszonylatban enyhíteni lehet. Ez a legtöbb esetben csekély üzemi átalakításokkal, kisebb kiegészítésekkel, meg is oldható. A régi szétszórt telepítéseknél az ilyen esetekben szállítószalagokat, illetve csúszópályákat szoktak felszerelni az összetartozó és együtt dolgozó gépek közé. Mindenesetre a távolság túl nagy nem lehet, mert a munkadarabok nemcsak az idővesztés, hanem a szállítóeszközökkel való érintkezés folytán is gyorsan vesznek meleget.

A süllyesztékes kovácsolás gyártásterveinek készítésénél még további lehetőségeket is figyelembe kell venni.

Ilyenek lehetnek:

1. kalapács vagy sajtó összedolgozása kovácsológéppel,
2. előzőmités vagy előhajlítás sajtókon a kalapácsok tehermentesítésére,
3. vasaló ütéseket és kalibrálásokat különforgattyús sajtón végezni,
4. egy kalapácsot több kemencéből kiszolgálni.

Több esetben megfigyelhető, hogy a süllyesztékes kovácsüzemekben a kemencék túl kicsik és ezek korlátozzák a kalapácsok teljesítményét. A munkagépekhez megfelelő kemence nagyság megválasztásával nemcsak nagy teljesítményt, hanem takarékos hőfelhasználást is elérhetünk. Gyakran azok az eredmények, melyek a berendezések észszerű átrendezéséből adódtak, minden várakozást felülmúlnak. Már olyan részletintézkedések is, mint például egy második kemence bekapcsolása, 50%-os teljesítményfokozást jelenthetnek.

A süllyesztékes kovácsolás kívánatos racionalizálásában arra is törekedni kell, hogy a gyártási lehetőségeket, ne csak egyedül a süllyesztékes kovácsolás technológiai szempontjából vizsgáljuk át, mert sok esetben lényegesen jobban lehet egyes munkadarabokat kovácsoló hengerléssel, lemezsajtolással vagy több munkadarabtag összehegesztésével gyártani.

Az a törekvés, hogy a rendelkezésünkre álló berendezésekkel gazdaságos gyártási körülményekkel a legjobb termelési eredményeket hozzuk ki, arra kényszerít, hogy minden kovácsdarabra dolgozzuk ki a legjobb gyártási eljárást, sokszor tekintet nélkül az eddigi gyártási módszerekre. A legjobb eljárások felkutatásának ki kell terjednie a kovácsolás egész munkaterületére. Magába kell foglalnia az anyagméret helyes megválasztását, az anyagdarabolás körülményeit, a legmegfelelőbb gépen való kovácsolást, elősüllyesztéket, kalibrálást, felülvizsgálatot, hőkezelést, szállítás stb. Azért is fontos a teljes munkafolyamat átvizsgálása, mert éppen az úgynevezett mellék-műveleteknél nagy megtakarításokat érhetünk el időben és munkaerőkben.

Előfordul több gyártmánynál, ha időtanulmányokat végzünk, a nyersanyag beszállításától a nemesített áru kiszállításáig, hogy a megalakító munka csak kis hányada az összes igényelt munkaidőnek. Ebből feltétlenül szükségesnek látszik a gyártás mellékidőit is kritikailag felülvizsgálni, mivel itt még lényegesen nagyobb megtakarítások felkutatására lehet kilátás. A mellék-műveletek a munkaidő lényeges részét veszik igénybe és ezeken a területeken az észszerűsítést elhanyagolják, mert nem tűnnek úgy fel, mint a tulajdonképpeni kovácsolási műveletek.

A mellékidők felülvizsgálatának és azok csökkentésének szükségességével kapcsolatban két időelemzett gyártmány átfutási idő vizsgálatát hozom fel.

1. Munkadarab megnevezése	Ütközőrúd domború tányérral.
Munkagép .....	2 to-s, 3 to-s, gőzkalapács.
Anyagminőség .....	CM 4.
Anyagméret .....	150 □ buga.
Kovácsolt súly/db .....	50 kg
Gyártandó darabszám ...	240 db.

Az idők az anyagkivételezési lap kézhezvételétől számítva, a 240 db ütközőrúd gyártási szakaszainak összidejét tünteti fel.

Anyagkivételezés, darabolóba szállítás .....	360 perc
Anyagdarabolás, munkateljesítmény 110% .....	2110 „
Fűrészgéptől tároló helyre szállítás 15 m .....	237 „
Tárolóhelyről a kalapáchoz szállítás 30 m .....	334 „
Magcsere a kalapácson .....	60 „
Előkovácsolás, munkateljesítmény 108% .....	2350 „
2 to-s kalapáctól 3 to-s kalapáchoz szállítás 20 m .....	263 „
Szerszámkészítés .....	80 „
Ütközőtányér beverés, munkateljesítmény 105% .....	1870 „
3 to-s kalapáctól frikciós sajtóhoz szállítás 30 m .....	334 „
Egyengető szerszámraktárból való beszállítása 50 m .....	50 „
Egyengetőszerszám felfogás .....	30 „
Egyengetés, munkateljesítmény 115% .....	1440 „
Frikciós sajtótól darabolóba szállít véglevágásra 30 m .....	334 „
Véglevágás .....	720 „
Darabolóból MEO-hoz szállítás 120 m .....	976 „
11 548 perc = 192,4 óra	

Az összes időből produktív munkavégzésre fordított idő 5660 perc = 94,3 óra.

A példa alapján a közbenső szállítási időket kell velülvizsgálni, illetve megjavítani a belső anyagszállítással. A szállítás kézi rakodással, kézi tolokocsival történt.

2. Munkadarab megnevezése	Acélszelepház.
Munkagép .....	0,8 to-s gőzkalapács, 2,5 to-s ajtókkal.
Anyagminőség .....	Ac. 25,61.
Anyagméret .....	120 □ buga.
Kovácsolt súly/db .....	12,5 kg.
Gyártott darabszám .....	50 db.

Az idők az anyagkivételezési lap kézhezvételétől számítva, az 50 db acélszelepház gyártási szakaszainak összidejét tüntetik fel.

Anyagkivételezés, darabolóba szállítás .....	240 perc
Anyagdarabolás .....	285 „
Fűrészgéptől tárolóhelyre szállítás 15 m .....	24 „
Tárolóhelyről 0,8 to-s kalapáchoz szállítás 30 m .....	32 „
Előkovácsolás, munkateljesítmény 123% .....	1000 „
Előkovácsolástól ejtőkalapáchoz szállítás 10 m .....	21 „
Süllyesztékszerszám beszállítás 50 m .....	40 „
Süllyesztékszerszám felszerelés .....	130 „
Süllyesztékbeverés I., II. sorjázás, I., II. simítás, munkateljesítmény 106% .....	1400 „
Ejtőkalapáctól köszörűgéphez szállítás 50 m .....	43 „
Köszörülés .....	100 „
Hőkezelőüzembe szállítás .....	300 „
Hőkezelés .....	2800 „
MEO-hoz szállítás 25 m .....	29 „
6444 perc = 107,3 óra	

Az acélszelepházak gyártásánál a szállítás kézi rakodással, villamos szállítótargoncán történt.

A munkadarab gyártásánál elsősorban az 1000 + 1400 perces kovácsolási technológiát kell felülvizsgálni, mert mint az a technológiai felsorolásból is kitűnik, helytelen. A szabadrakóból történő előkovácsolásnál, egy darab előkovácsolásra 20 perc esik, amiből arra lehet következtetni, hogy az előkovácsolási munkafolyamat körülményes és ezenfelül nem is kielégítő, mert a kész süllyesztékbe való beverésnél többszöri beverést, sorjázást és ezeken felül, simító ütést is kíván. A munkadarab előkovácsolását tehát külön előkovácsoló süllyesztékben kívánatos végezni, ami által a készrekovácsolási idő is lényegesen lecsökkenthető.

További vizsgálat tárgyát kell, hogy képezze a hőkezelésnél mutakozó időtöbblet is. A hőkezelésnél vizsgálat megállapította, hogy a teljes mennyiségből 4 db szilárdságon alul volt. Tehát ezt a mennyiséget ismételt hőkezelésre kellett utasítani, ami azonban a kemenceterhelés miatt kitolódott és emiatt az egész kiszállítás késett. Ez az utóbbi eset sajnos, hőkezelő üzemünkben elég gyakori. Az előforduló esetek okai gyakran a minőségi munkával, gyakran az anyagok meg nem felelő minőségével kapcsolatosak. Függetlenül azonban az előidéző okoktól, a kiszállítás gyakran néhány darab hőkezelési selejtje, vagy javítható selejtje miatt is késik. Végleges hőkezelői selejtnél a helyzet még tovább rosszabbodhatik, ugyanis vagy van mód, hogy kovácsvonalon azonnal pótolják a hőkezelési selejt miatt kiesett darabszámot, vagy pedig a pótlás újabb besorolást nyer és a szállítás ezért késedelmet szenved. A pótlás akár azonnal, akár egy pár nappal később gyártható le, a kalapácsokon felesleges és esetleg többórás szerszámfogásokat eredményez, ami pedig a kovácsüzem gyártási tervét borítja fel. A pótlás hőkezelésre utasított munkadaraboknál, különösen a kisebb munkadaraboknál, ha a hőkezelő üzem programja sokoldalú és zsúfolt, előfordul, hogy a pótlás hőkezelés időpontjáig a munkadarabok elkallódnak és a kiszállítás ugyancsak késést szenved. Az ilyen és az ehhez hasonló szállításgátló és kellemetlen mellékkörülményekkel járó esetek kiküszöbölése céljából kívánatos volna végérvényesen tisztázni a szállítandó darabszámok függvényében eszközölhető túlszállításokat, illetve alulszállítások kérdését. A kérdés végleges rendezése határozott segítséget nyújtana a szállítási határidők betartása szempontjából.

Üzemeink munkájának eredményessége nagymértékben függ a termelési tervfeladatok megszervezésének és azok végrehajtásának helyességétől. Az operatív tervezésnek biztosítania kell, minden munkahely zavartalan, fennakadás nélküli munkáját. Tehát a feladatok tervezésének előre meghatározott technológiai rendszerre, szigorú technológiai fegyelemre kell támaszkodnia. A technológiai fegyelem betartása jó minőségű gyártmányok készítését, a selejt csökkentését és az üzem munkájánál jó gazdasági mutatószámok elérését teszi lehetővé. A megállapított technológia szigorú betartásának alapkövetelménye, hogy annak kidolgozásába az üzem legjobb műszaki erőit vonjuk be, azonban nyújtunk lehető-

seget, a technológia megjavítására, a fizikai dolgozóknak, művezetőknek és általában a termelésben résztvevő minden dolgozónak. Az adottságokhoz képest helyesen kialakított technológia a termelési tervek legfontosabb láncszeme. Ennek megfelelően az összes gyártandó munkadarabokra a műszaki vezető által jóváhagyott gyártásterveket és ezeket részletező műveletterveket, valamint műszaki előírásokat kell készíteni. A munkadarabok gyártását rajzos technológiai részletekkel és azokkal összefüggő műszaki előírásokkal kell kidolgozni. Függetlenül attól, hogy a gyártásterv szabadkézi, vagy süllyesztékes sajtolási munkához készül, azokat részletesen kell kidolgozni. A gyártásterveken, a műveletek felrajzolásán kívül meg kell adni a kielégítő műszaki előírásokat is. Azokon fel kell tüntetni a nyersanyag minőségét, méretét, a melegítések számát, a hőfokhatárokat, a szerszámadatokat és minden olyan adatot, amelyekkel a dolgozók munkáját és ezen keresztül az üzemek tervteljesítését is elősegítik. Az így kidolgozott gyártástervek sikeres végrehajtását az alsóbb vezetők fokozott bevonásával és nem utolsósorban a kovácsok állandó szakmai oktatásával kell biztosítani.

A kovácsüzemek többsége az egyes gépgyárak előkészítő üzemének tekinthető. Bizonyos esetekben, a kovácsüzemek termékei egyenesen szerelésre kerülnek. Ebből kifolyólag, a kovácsüzemek munkájának tervszerűségétől, a kovácsdarabok szállítását előíró grafikonoknak betartásától függ a gépműhelyek, vagy szerelőüzemek munkája, ezeken keresztül pedig a vállalatok és végül, az egész nehézipari tervteljesítés.

A technológiai szempontok rövid áttekintése után tehát vizsgáljuk meg a kovácsüzemek helyes programozásának kérdését is.

A gyártási program kidolgozásának legfontosabb elemei a következők:

1. a gépek és egyéb berendezések terhelésének megállapítása a már kézhezvett és újabban érkező rendelések alapján,

2. a rendelések összességéből adódó tervfeladatok anyagbiztosítása,

3. készülékek, szerszámok biztosítása.

A gépterheléseknek a programmal kapcsolatos vizsgálata felvilágosítást ad a gyártási kapacitásokra és az üzem terhelésének minden részletére vonatkozóan. Módot ad a szűk keresztmetszetek felderítésére. Ebből kifolyólag lehetővé teszi a szűk keresztmetszetek felszámolását és a szükséges előfeltételek megteremtését. A gépterhelések gyakorlati keresztülvitele külön munkahelyenként, a ténylegesen felmerülő időnormákból kiindulva, azonban a dolgozók tényleges teljesítményszázalékának figyelembevételével történjék. A gépterhelések elkészítésénél, illetve a már ezek alapján adódó gépórapacitások megállapításánál, a gyakorlatban elkerülhetetlen gépállásokat (gépek felülvizsgálása, tervezett javítások stb.) is figyelembe kell venni. A számítások megkönnyítésére, ajánlatos figyelembe venni, mint tényezőt, az üzemenél gyakorlatilag kialakult vagy kialakítandó berendezés-kihasználási százalékszámot. A berendezés-kihasználási százalékszám, hozzávetőleges számí-

tások szerint 0,75—0,8% körül ingadozhat. Ezzel meg kell szorozni a havi teljesíthető órák számát és akkor megkapjuk az adott gép, vagy gépcsoport havi gépórapacitásának reális alapját.

Például:

Adva van 1 db 2 to-s kalapács, amelynél a besorolt munkák elvégzéséhez a szükséges normaórák száma 650 óra.

A gépen dolgozó csoport teljesítményszázaléka 135%.

$$\frac{\text{Szükséges gépórák száma} = \frac{\text{szükséges normaórák száma}}{\text{teljesítményszázalék}} = \frac{650}{135} = 480.$$

A teljesíthető órák száma a rendelkezésre álló két műszak alapján 400 óra/hó.

Eff. gépóra/hó = teljesíthető órák száma x gépkihhasználási tényező

$400 \cdot 0,8 = 320$  effektív gépóra egy hónapra

$$\frac{\text{Szükséges műszakok száma} = \frac{\text{szükséges gépóraszám}}{\text{effektív gépóra}} = \frac{480}{320} = 1,5.$$

Tehát a kalapács havi tervének teljesítéséhez 1,5 műszak szükséges.

Hasonlóan végezzük a süllyesztékes kalapácsok, de az egyéb gépek, például darabológépek, ollók stb. terhelésének kiszámítását is, azzal a különbséggel, hogy ezeknél a gépkihhasználási tényezőbe a szerszámcsereidőket is be kell számítani.

A kovácsolóberendezésekhez hasonlóan, meg kell vizsgálnunk, a sokszor talán csak látszólag szűk keresztmetszetet képező hőkezelőüzemek terhelés, illetve kapacitás felmérésének kérdését is.

A hőkezelőkemencék terhelésének és kapacitásának mérlege, ugyancsak a terhelések, a kemencék kapacitásával történő összehasonlításával állapítható meg. A gyakorlati bevezetés azonban eltér a kalapácsoknál alkalmazott módtól, ugyanis a kemencéknél nemcsak az idővel kell számolni, hanem a kemencék hasznos alapterületével is. Azonos hőkezelési munkáknál (pl. normalizálás, lágyítás) a számítás alapja a négyzetméter/óra termelés. A kemencéknél rendszert három műszakkal kell számolni, miután a gazdaságosabb kihasználás céljából, a kemencéket három műszakban tartják üzemben.

A mérleg összeállításánál, minden kemencére, naptári napok szerint külön kell kiszámítani a munkanapok és a javítási napok számát és e kettő különbségéből állapítjuk meg a rendelkezésre álló üzemórák számát. Az így kapott időeredmény besorozva a számításba jövő kemencék alapterületével, megkapjuk négyzetméter-órákban a rendelkezésre álló kapacitást. A kiszámított kapacitásból le kell vonni az üzemi tapasztalatok alapján megállapított, nem tervszerű kemenceállások százalékos időértékét. Ez utóbbi — üzemeink viszonylatában hozzávetőlegesen és rendkívüli körülményekkel nem számolva — 4—6% között lehet.

Például: hőkezelési célokra rendelkezésünkre áll 3 darab általános célokra használható kemence.

Az 1. kemence alapterülete  $9 \text{ m}^2$ , a 2.-é  $6 \text{ m}^2$ , a 3.-é  $5 \text{ m}^2$ . A kemencék közül, a tárgyi hónap folyamán az 1. kemence 15 napig javítás alatt áll. A 2. kemence folyamatosan üzemben tartható. A 3. kemence négy munkanapon át, ugyancsak javítás alatt áll. A kemencék egyébként három műszakban dolgoznak, a munkaszüneti napok tartamára megszakításokkal.

Eszerint:

1. kemence  $12 \text{ munkanap} \times 24 \text{ óra} = 288 \text{ óra}$
2. kemence  $25 \text{ munkanap} \times 24 \text{ óra} = 600 \text{ óra}$
3. kemence  $21 \text{ munkanap} \times 24 \text{ óra} = 504 \text{ óra}$

Ha a kemencék nem tervszerű állásából adódó munkaidő veszteséget  $5\%$ -nak vesszük, akkor a kihasználási tényező  $0,95\%$ . A kemencék alapterülete  $9 \text{ m}^2$ ,  $6 \text{ m}^2$ ,  $5 \text{ m}^2$ , ezek szerint

- az 1. kemencére  $288 \text{ óra} \times 0,95 = 274 \text{ óra} \times 9 \text{ m}^2 = 2470 \text{ m}^2 \text{ óra}$ ,  
 a 2. kemencére  $600 \text{ óra} \times 0,95 = 570 \text{ óra} \times 6 \text{ m}^2 = 3420 \text{ m}^2 \text{ óra}$ ,  
 a 3. kemencére  $504 \text{ óra} \times 0,95 = 480 \text{ óra} \times 5 \text{ m}^2 = 2400 \text{ m}^2 \text{ óra}$  jut.

A fentiek alapján, a hőkezelő kemencék  $2470 + 3420 + 2400 = 8290 \text{ m}^2 \text{ óra}$  gyártási kapacitással rendelkeznek.

Ha az így megállapított hőkezelő kapacitást összehasonlítjuk a program által előírt terheléssel és ezen belül a hőkezelendő munkadarabok meghatározott hőkezelési idejével, megállapítható a kemencék effektív kapacitásában mutatkozó felesleg, vagy hiány.

A vegyesen normalizálást, lágyítást, edzést, megeresztést, végző hőkezelő üzemenél a kemence terhelés és a gyártási kapacitás kiszámítása hasonlóan történik. A terhelést ugyancsak a tárgyi hónapban hőkezelésre kerülő kovácsdarabok összes súlyából kiindulva, azonban műveletek fajtái szerint pontosan szétválasztva kell kiszámítani. Előfordul azonban, hogy kis sorozatgyártásnál nem lehet mindig azonos hőkezelést igénylő darabokat olyan mennyiségben összegyűjteni, hogy a kemencét teljesen ki tudjuk használni. Így gyakran előfordul, hogy a hőkezelést nem lehet teljes kemenceterheléssel elvégezni, ami természetesen csökkenti a kemence-kihasználási tényezőt is. Ilyen esetben a jelzett számítási módtól annyiban lehet eltérni, hogy kisebb kemence-kihasználási tényezőt kell használni. A kisebb tényezőt ez esetben gyakorlati tapasztalatok alapján kell megállapítani. Ha a hőkezelendő kovácsdarabok méret és az acél minősége szerint nagyon különbözőek, a kemence-kihasználási tényező akkor is csökken és általában  $0,7-0,8\%$  között vehető fel.

A berendezések gyártási kapacitásának és terhelésének fentebb vázolt felmérése, illetve a termelési mérleg elkészítése, a legfontosabb előkészítési munka a teljesítendő termelési terv végrehajtásának érdekében. Az ilyen mérlegkészítés arra szolgál, hogy idejében felfedjük a szűk keresztmetszeteket és ezekre nagyobb figyelmet fordítsunk. A helyzet ilyen értelmű tisztázása módot ad a termelékenység tartalékainak feltárására. Azonban a havi gyártási tervek teljesítésére, a termelés szűk keresztmetszeteinek kiküszöbölésére

irányuló tervek és intézkedések, önmagukban még nem biztosíthatják teljes mértékben az egyenletes és ütemes munkát, valamint azt, hogy a kovácsdarabok idejében legyenek kiszállíthatók. A kovácsüzemeknek a termelési tervet nemcsak mennyiségileg és tételenként kell maradéktalanul teljesíteniük, hanem be kell tartani a hónapközbeni határidőket is. Ezek a havi termelési tervet szűkebb termelési szakaszokra, dekádtervekre és ezen belül pedig naptári napokra, napi tervekre, illetve tovább bontva, műszakfeladatokra kell felosztani.

A dekádtervekbe csak olyan munkadarabok gyártása állítható be, amelyek gyártását teljesen előkészítettük és műszaki segédletekkel (kovácsolási rajzokkal, átadási feltételekkel, technológiai előírásokkal, művelettervekkel, anyagkivitelezési és munkalapokkal látunk el.

A tíznapos tervek összeállításába feltétlenül be kell vonni az érdekelt munkarészegek művezetőit. A munkaterveket legkésőbb a tíznapos időszak kezdete előtt két nappal át kell adni a részlegeknek.

Mint már az előbbiekben jeleztük, helyes, ha a dekádtervek napi bontásban készülnek. Ezekon kívül pedig az ütemezett terv teljesítését a külön készítendő napi műszaktervek teljesítése biztosítja.

A gyártó részlegek és minden egyes munkahely termelési feladatát a konkrétan részletezett napi műszakfeladatok szabják meg. A napi műszakfeladatok készítésének helyes megszervezésénél a legfontosabb feltétel a kiadandó feladatok és a reális termelési feltételek teljes összhangjának biztosítása. Ebből kifolyólag a műszakfeladatok csak olyan munkákat foglalhatnak magukba, amelyeknek kivitelezéséhez minden szükséges előfeltételt biztosítottunk, azaz olyan munkákat, amelyekhez a megfelelő anyag, szerszám, gépi felszerelés, kemence stb. rendelkezésre áll. Minden első műszak alatt ki kell dolgozni a műszakfeladatot ugyanazon nap második műszakjára, esetleg harmadik műszakjára és a következő nap első műszakjára. Ez az intézkedés lehetővé teszi, hogy az előkészítést, a munkahelyek megszervezését és kiszolgálását idejekorán elvégezzék.

A napi műszakfeladatok tervezésének legfontosabb feladatai közé tartozik, a dolgozók helyes beosztása és közöttük a munka helyes megosztása. Ennek a feladatnak a megoldása gyakran nehézségekbe ütközik. Például az egyik, vagy másik géphez beosztott dolgozó távolmaradása, egyes kovácsdaraboknak a megmunkáló műhelybe selejtessé válása, az anyag késedelmes beérkezése, vagy az anyag selejtessége folytán. A napi műszakfeladatok elkészítésével, ha nem is lehet az összes felmerülő nehézségeket kiküszöbölni, de túlnyomó többségben ez mégis lehetőséget ad arra, hogy a felmerülő nehézségeket előre felismerve, azok leküzdhetőek legyenek.

A tervfeladatok teljesítésének további feltétele a helyes tervezés kiegészítését szolgáló anyagbiztosítás. Ennél a kérdésnél nem az anyagkeret biztosítására gondolunk, hanem az üzemen belüli anyagbiztosításra, különösen, sülyesztékes kovácsüzemenél, a darabolt nyersanyag idejében



történő biztosítására. A kérdés vizsgálata ugyan-  
csak fontos, mert az anyagdarabolás gyakran szűk  
keresztmetszetként lép fel.

Üzemeinknél az eddig kialakult gyakorlat  
alapján az anyagdarabolást illetően két rendszer  
van. Az egyik rendszernél az anyagdarabolást a  
vállalatok központosított anyagdaraboló üzemei-  
ben végzik. A napi tervteljesítés szempontjából  
az a rendszer egyenesen hátrányosnak mondható.  
Ugyanis a központosított daraboló üzemek sok-  
oldalú, szerteágazó programja mellett nem, vagy  
legalább is, csak nagyon nehezen teszik lehetővé  
a kovácsüzemek létkérdését szolgáló, ütemezett  
darabolási terv betartását. A helyes megoldás az,  
ha a darabolás terén nagyobb súlyt képviselő üze-  
mek részére, rugalmasabb megoldást biztosító  
külön daraboló egységeket állítanak fel.

A másik rendszernél, az anyagdarabolást a  
kovácsüzemek előkészítő műhelyeként működő  
saját daraboló műhelyeiben végzik. A napi mű-  
szakfeladatok sikeres teljesítésének érdekében  
szükségessé válik tehát, hogy ezeknek az elő-  
készítő részlegeknek a munkáját is pontosan ter-  
vezzük. A darabolás tervezésének alapja a ková-  
csolás naptári munkaterve. Ez a munkaterv  
— alapjában véve — a kovácsolás munkatervét  
ismétli meg, a darabolási határidők bizonyos előre-  
tartásával. A legjobb szervezési igyekezet mellett  
is előfordul, hogy a darabolási munkaterv eltéré-  
seket mutat a kovácsolási munkatervvel szemben.  
Ilyen eltérés akkor mutatkozhat, amikor egy-  
minőségű és méretű anyagból, különböző kovács-  
darabokat készítenek. Ebben az esetben, feltéve,  
ha elegendő daraboló gép áll rendelkezésre, cél-  
szerűbb, ha az adott munkadarabokhoz egyszerre  
darabolják a nyersanyagot. Ez egyszerűsíti az  
anyagkivételezés módját és rendszerint lehetővé  
teszi a jobb anyagfelhasználást is, mivel az anyagot  
gyakrabban és jobban is lehet felosztani. Ha egy  
tárgyi hónapban egy és ugyanazon munkadarab-  
ból több sorozatot kovácsolnak, akkor sem mindig  
célszerű, ha minden sorozathoz külön darabolják  
a nyersanyagot. Gyakran, az időbeosztás szem-  
pontjából sokkal megfelelőbb, ha az anyagot az  
egész havi mennyiséghez előre darabolják le.

Ilyenkor nyomul előtérbe az üzemeknél a  
nyersanyagraktár, helyesebben a félkészraktár  
kérdése is, ahol az előre darabolt anyagokat nyil-  
vántartás alapján tárolják és a szükséges időpont-  
ban a kovácsolási munkatervnek megfelelően  
onnan adagolnak.

A félkészraktár felemlítésével kapcsolatban,  
már elértünk az üzemek életében nélkülözhet-  
etlen számvetési kérdésekhez is. Ragadjuk ki  
ebből a tárgykörből is közvetlenül a termelés  
elősegítéséhez kapcsolódó szempontokat. Ugyanis,  
olyan üzemeknél, ahol a számvitelt nem szervezik  
helyesen, súlyos meglepetések fordulhatnak elő.  
A számvetés szempontjából, megszerzetlen üze-  
meknél elkerülhetetlen, hogy a termelésben fenn-  
akadások ne következzenek be, a vezetőséget  
váratlanul ért anyag, szerszám, munkaerő, fel-  
szerelés stb. hiánya miatt. A kovácsüzemek gyár-  
tása irányító és tervezési részlegeinek minden

munkahelyre vonatkozólag minden munkanap és  
ezen belül minden műszak után, pontos és teljes  
adatokkal kell rendelkezniük a teljesített munka-  
mennyiségről és darabok szerinti megoszlásáról,  
az anyagelőkészítés és a kovácsdarabok művelet-  
sorrend szerinti előrehaladása, a kovácsdarabok  
átadása, a műhelybe beérkezett anyagok, a vissza-  
maradt anyagok, félgyártmányok, selejtes dara-  
bok, létszám stb. kérdésében. Ezek a felsorolt  
szempontok világosan mutatják, hogy mennyire  
változatosak és sokoldalúak a termelés tervszerű  
irányításához szükséges adatok és hogy a tervszerű  
irányítás szempontjából mennyire nélkülözhetetlen  
az üzemekben a megfelelő nyilvántartás. Kellő  
tájékozottság nélkül nem lehetséges a részlegek  
tervfeladatait, valamint a tervteljesítést fenyegető  
akadályokat előre meglátni és kiküszöbölni. Tehát  
megszervezett számvetel nélkül nincs és nem is  
lehet, operatív tervezés.

A termelés számvetelének pontossága és sza-  
batossága nagyban függ, a termelésnek a munka-  
helyen való megszervezésétől. Például, ahol a  
nyersanyagot és a munkadarabokat mindenrendszer  
nélkül szanaszét dobálják, ott nem lehet pontosan  
számbavenni sem az anyag mennyiségét, sem a  
gyártás előrehaladását. A helyes operatív tervezés  
legfontosabb feltétele a szigorú rend megvalósí-  
tása, mind az ügyviteli nyilvántartásban, mind a  
félkészgyártmányok, kovácsdarabok, anyagok  
stb. megfelelően áttekinthető elhelyezése a munka-  
helyeken, vagy már a raktározó helyeken. Ebből  
következően, a számvetelünk pontossága nemcsak  
a számvetési szervek munkájától, hanem a terme-  
lés közvetlen irányítótól, a művezetőktől is  
függ.

Első intézkedésként tehát a darabolt anyagok  
és kész kovácsdarabok helyes elszámolását azzal  
lehet biztosítani, hogy azok elhelyezését a gépek  
körüli és a tároló helyeken a munkavégzés szem-  
pontjából bármikor át lehessen tekinteni. Az  
elhelyezés a kovács csoportok munkájának elő-  
segítését és kényelmét kell, hogy szolgálja. A dara-  
bolt anyagokat a kemencék mellé, a kész darabo-  
kat viszont úgy kell elhelyezni, hogy azok elszál-  
lítása a dolgozó csoport munkájának megzavarása  
nélkül történhessék.

A fentiekén kívül a kovácsolási munkaterv  
alapjául szolgál még a szerszámokkal, szorosabban  
véve a süllyeszték szerszámokkal való ellátás  
kérdése is. A süllyesztékes kovácsüzemekben, a  
folyamatos gyártás biztosítása érdekében, nagy  
jelentőségű a szerszám szükséglet tervezése és az  
azokkal való ellátottság kérdése is. A süllyeszték-  
szerszámoknak hiánytalanul, illetve a munka-  
tervekkel pontosan összhangban, előretartással  
kell rendelkezésre állniuk a gyártáshoz. Ennek  
biztosítása céljából ajánlatos a szerszámkészítő  
üzemnek is egy süllyesztékes kovácsolási munka-  
tervet átadni, ami szerint figyelemmel tudja  
kísérni a kovácsüzem soronkövetkező igényeit is  
és megfelelő eredményességgel és előretartással  
tud gondoskodni a felmerülő süllyesztékanyag  
szükségletről. Ezen kívül az üzemmel karöltve,  
figyelmet tud fordítani a szerszámok felújítására.

## A Martin-eljárás intenzívebbé tétele a direkt oxidálás módszerével

Részlet a szerzők *Применение Кислорода в Мартеновском Производстве* című művéből (Metallurgizdat 1952)

Írta: O. J. JACUNSZKAJA és M. N. SZTAROVICS

Fordította: VAJK ÁRPÁD, ellenőrizte CSOMÓS ZOLTÁN

### II. Rész.

Sokakat foglalkoztat az a kérdés, hogy a tiszta oxigén milyen hatást gyakorol a széntelenítési sebességre. Például, megnyilvánul olyan vélemény (33), hogy a nagyon tiszta oxigén előnyei nincsenek arányban a szénttartalommal. Így, ha a fürdőt technikailag tiszta oxigénnel fúvatják át, az egyenértékű mennyiségek közti eltérés csupán 10%-os volt és nem volt ötszörösen nagyobb, azaz nem volt az oxigéntartalommal arányban, holott a levegő és az oxigén közti különbség annál kisebbnek mutatkozott, minél forróbban dolgoztak a kemencék. Ílymódon kiszámítható, hogy a fürdőnek oxigéntartalmú gázzal végzett átfuvatása aktivizálja a Martin-eljárást, mind a fürdő oxidálás reakciójában résztvevő koncentráció növekedése folytán, mind a fürdő intenzív keverése következtében.

Fentebb már említettük, hogy az oxidációnál felhasznált oxigén hatékonysága változik a fürdőben levő karbonnak megfelelően. A fürdő által felhasznált oxigén hatékonysága csökken, ha a karbontartalom csökken és ez szembetűnővé válik akkor, mihelyt a karbonkoncentrációk a 0,10%-nál is kisebbek. Ez a körülmény tette lehetővé annak az összefüggésnek felismerését, hogy a fürdő széntelenítési sebessége függ a fürdőben lévő különböző karbontartalomtól és az átfuvatásra használt gáztól. Megállapítást nyert, hogy olyan esetben, amikor az acélban a karbonkoncentráció kicsiny, a levegő átfuvas sikertelennek mutatkozott s hogy ennek következtében át kellett térni a tiszta oxigénes befúvatásra. Nagy karbontartalom esetén nem mutatkozott nagy eltérés a levegő átfuvatása és a technikailag tiszta oxigénes átfuvas között (33). Mások megállapítása szerint lehetséges különböző összetételű gáz átfuvatása is, a levegőt is beleértve, oly esetben, ha a karbontartalom 0,60%-nál nem kisebb (17).

A kísérletek egyikénél azt tapasztalták, hogy olyan esetben, amikor a karbontartalom 0,25%-nál nem volt kisebb, a sűrített levegőt célszerűen használták. Kisebb karbontartalom esetén célszerű oxigént használni (30).

A kis karbontartalmú acélok széntelenítése körül folytatott kísérleteknél vizsgálták a fürdő forrásának jellegzetességeit oly módon, hogy különböző oxigéntartalmú gázokkal fúvatják át a fürdőt. Amikor a fürdő 0,30%-tól — 0,02%-ig terjedő karbon tartalmazott és a fürdőt technikailag tiszta oxigénnel fújták át, azt észlelték, hogy az egész fürdő forrt apró buborékkal, fröcs-

kölés nélkül. Amikor a gáz oxigéntartalma százalékosan kevesebb lett, a forrás helyenként csökkent, egyúttal a salak fröcskölni kezdett. Ennek következtében az acél salakossága növekedett, ami hátrányos a kis karbon tartalmú acélok számára, amelyeket húzással dolgoznak fel. A kis karbon tartalmú acélok számára, kedvező eredmények elérése érdekében, a gázban levő oxigén alsó határát legalább 90%-on kell tartani (1).

Érdekes az a javaslat, hogy a fürdőt argonnal fúvatják át gázalanítása céljából (31).

Figyelmen kívül hagyva a kis oxigéntartalmú gáz használatával felmerülő hátrányokat, újabban igen elterjedt a fürdőnek sűrített levegővel való átfuvatása, takarékosági okokból és a technikailag tiszta oxigén hiánya miatt. Az Amerikai Kohómérnökök Intézete 1948-ban lefolyt közgyűlésén előadásokat tartottak a sűrített levegővel végzett átfuvatásról, melyet számos gyár: Harris (32), Granit Steel (33) stb. használt.

A gáz „tisztaságának“ fokát összehasonlítva az oxigénével, felmerül az acél nitrogéntartalmának kérdése.

Ha kis, 0,30—0,02 karbon tartalmú acél technikailag tiszta oxigénnel fúvatnak át, úgy a kész acélban 0,0025% nitrogén lesz. Ha az oxigénkoncentráció csökken, és ennek megfelelően a nitrogéntartalom növekszik, az acélban levő nitrogéntartalom 0,006—0,010%-ig gyarapszik. Amikor az oxigén a gázban 20,8—100% közt ingadozik, az átlagos nitrogéntartalom 0,004% lesz. Ez azonban 100% nitrogénnel történő átfuvas esetén 50%-kal növekszik és eléri a 0,006%-ot (10). Ez arra magyarázható, hogy a fém oxigéntartalma nagy az átfuvas kezdetén, a kísérleti olvasztások nagy részénél. A fúvas megjavítása érdekében ajánlatos a technikailag tiszta oxigént és a sűrített levegőt 100% oxigéntől 100% sűrített levegőig terjedő arányban keverni olyan mértékben, ahogy a fürdőben a karbontartalom csökken ((34,35).

<sup>31</sup> Loocher O.: A Martin-üzemek eredményei az 1946. évbéli termelés során. Blast Furnace and Steel Plant. 1947, 35. k., 1. sz., 68—71. o.

<sup>32</sup> Pearson O.: Sűrített levegő használata a Harris gyárban. A. I. M. I. Open-Hearts Proceedings. 1948, 54. o.

<sup>33</sup> Gronningen F.: Sűrített levegő használata a Granit Steel gyárban. A. I. M. I. Open-Hearts Proceedings, 1948, 98—100. o.

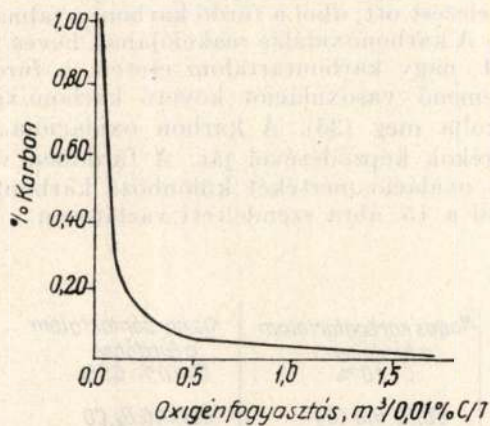
<sup>34</sup> Mac-Quad H. B.: Oxigén az acéliparban. Iron and Steel Corporation Engineer. 1948, 4. sz.

<sup>35</sup> Brandt I. O.: Oxigén használat a vas- és fémkohászatban. J. Society of Glace Technology. 1949, 33. k., 151. sz., 103—120. o.

<sup>30</sup> Jewtin L. L.: Kohászati oxigén felhasználása az acélgári üzemekben. Open-Hearts Proceedings. 1949, 32. k., 150—155. o.

**Fajlagos oxigénfogyasztás a direkt oxidálásnál**

Az oxigénfogyasztás a direkt oxidálásnál meghatározható: vagy az 1 tonna acélra eső fajlagos fogyasztással, vagy pedig az 1 tonna acélból 0,01% C oxidációjához szükséges oxigénfogyasztásból. Az utóbbi mód lehetővé teszi az acélban levő karbon tartalom figyelembevételét. Az oxigén előnyös felhasználási lehetőségét erősen csökkenti az acélban levő karbon kis koncentrációja. A 13. ábra mutatja a tényleges oxigénfogyasztást a karbon tartalomtól függően, mely ábra kísérleti gyártások adatai alapján készült. A görbe azt ábrázolja, hogy az oxigénfogyasztás erősen növekszik 0,10% C alatt. Ez a jelenség úgy válik érthetővé, ha emlékeztetünk azokra a fentebb



13. ábra. Az oxigénfogyasztás 0,01% C/tonna kiégés esetén.

közölt adatokra, melyek szerint az oxigén felhasználás 0,40% és ennél több karbon tartalom esetén 100%, 0,025% karbonnál pedig csupán 2% (1).

A 8. táblázat adatai szerint, mely a 6. táblázat adatainak leszűrése, a 0,01% C/tonnára eső oxigénfogyasztás törvénytörően emelkedik, a karbonkoncentráció csökkenésével. Ez a törvényszerűség a 100% nitrogénnél nincs meg, amit a nitrogén vegyi tehetetlenségével magyaráznak.

Miként a 8. táblázatból látható, a 0,01% C/tonnára eső gázfogyasztás valamennyi összetételben megközelítően egyenlő, főleg azonban a kezdeti karbon tartalomnál. A fogyasztás 1½—2-szeresére növekszik a karbon tartalom csökkenésével. A fajlagos oxigénfogyasztás 1 tonna acélnál 4,9m<sup>3</sup> (10).

8. táblázat

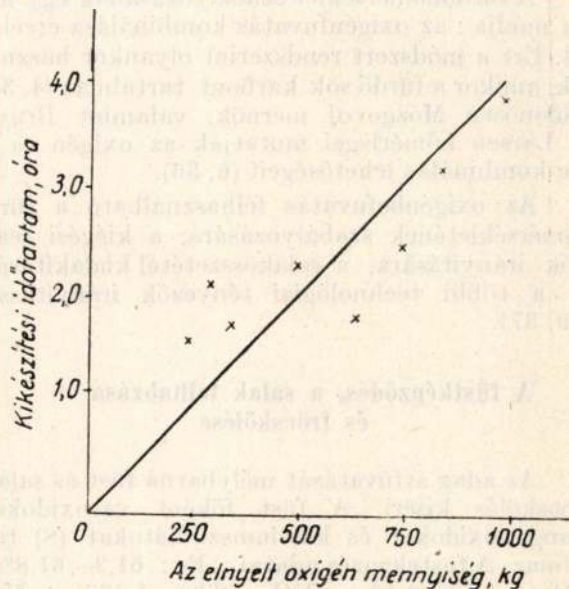
A 0,01% C/tonnára eső gázfogyasztás m<sup>3</sup>-ben, különböző karbon tartalom esetén

A gázban levő oxigéntartalom, %	A karbon tartalom a fúvatás kezdetén, %		
	1,40—1,01	1,00—0,01	0,60—0,25
100	0,09	0,10	0,14
90	0,08	0,05	0,13
20,8 (szintetikus levegő)	0,03	0,11	0,14
20,8 (sűrített levegő)	0,8	0,10	0,15
0/100% nitrogén	0,11	0,10	0,05

Az egy tonna acélra eső oxigénfogyasztás a direkt oxidációs módszernél, a kísérleti adatok szerint, elég szűk határok, 2,5—5,0 m<sup>3</sup>/tonna, között váltakozik. A fent közölt adatokból megállapítható a fúvatás kezdetén meglévő karbon tartalomtól a 0,01% C/tonna oxidációra vonatkozólag, hogy a legkedvezőbb fajlagos fogyasztás kérdése még nincs kellően tisztázva. Fel lehet azt is tételteni, hogy vagy oxigéntúlfogyasztás történjen, vagy fenn kis karbon tartalmú olvasztás esetén. Ezek közül az előbbinek nagyobb a valószínűsége.

Már említettük fentebb, hogy ha a fürdőnek nagy a karbon tartalma akkor a fürdő oxigén szükséglete kisebb, mint amennyit a karbon oxidáció reakciója, az elmélet szerint megkíván, — nyilván a kemence légköre által elnyelt oxigén következtében.

Ezt a körülményt figyelembe kell venni az oxigén mérlegelésénél. A 14. ábra feltünteteti a kemence által óránként elnyelt oxigén mennyiség diagramját, összefüggésben a kikészítési periódus időtartamával (4).



14. ábra.

Ezek után megérthető, hogy miért lehet helyettesíteni nagy karbon tartalmú fürdő esetében a technikailag tiszta oxigént kis oxigéntartalmú gázzal, illetve sűrített levegővel. Ezért helyesnek látszik a sokfajta eljárási mód elhatárolása. Folyékony öntöttvassal, azaz sok karbon tartalmú fürdővel dolgozó kemencéknél a beolvasztás után egyszerűbb eszközökkel lehet a kohászati műveleteket fokozni, mint hideg betéttel dolgozó kemencék esetében. Ha a folyékony nyersvassal dolgozó kemencékben kis karbon tartalmú acélt gyártanak, célszerű a fokozatos adagolási módszert használni a fürdő átfúvatására. A megfelelő művelet kiválasztása jeletékeny megtakarításra ad lehetőséget.

### A fürdő hevítése és hőmérsékletének szabályozása

Az előző cikkünkben közöltük az oxigén átfuvasztás esetén a fürdő hőmérsékletére vonatkozó adatokat. Az exotermikus reakció intenzív folyamata és a fürdő keverésének fokozása, valamint a CO buborékok erélyes fejlesztése lehetővé teszik a fürdőhőmérséklet gyors emelkedését.

A számítások szerint, ha 100 m<sup>3</sup> oxigént adagolunk a fürdőbe érc helyett, az mintegy 1 millió kalóriának felel meg. Irodalmi adatok szerint, 1 tonna acélra elfogyasztott 1 m<sup>3</sup> oxigén ennek hőmérsékletét kb. 20° C-al emeli fel. A fürdő hőmérsékletének különböző elemek oxidációja által okozott emelkedését az előző fejezetben ismertettük. Innen ered a fürdő túlhevítésének veszélye kis karbonkoncentrációknál. A fürdőhőmérséklet szabályozásának módjai, oxigénhasználat közben igen különfélék. Például, a tüzelőanyag csökkentése, vagy teljes kizárása az átfuvasztás tartama alatt. Ezenkívül ez tüzelőanyag megtakarítását is lehetővé teszi (11). Van példa arra, hogy az átfuvasztás időtartama alatt a tüzelőanyagot 1 óra 15 percre is kikapcsolták.

A fürdőhőmérséklet szabályozásának egy másik módja: az oxigénfuvasztás kombinálása érceléssel. Ezt a módszert rendszerint olyankor használják, amikor a fürdő sok korbont tartalmaz (4, 31). Különösen Mozgovej mérnök, valamint Bruyer és Larsen hőmérlegei mutatják az oxigén és az érc kombinálás lehetőségeit (6, 36).

Az oxigénbefuvasztás felhasználható a fürdő hőmérsékletének szabályozására, a kiegészítő reakciók irányítására, a salakösszetétel kialakítására és a többi technológiai tényezők irányítására (19, 37).

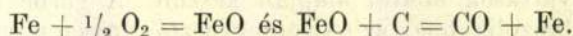
### A füstképződés, a salak felhabzása és fröcskölése

Az adag átfuvasztását mélybarna füst és salakfröcskölés kíséri. A füst főként vasoxidokat, mangánoxidokat és kalciumszilikátokat (8) tartalmaz. A füstelemzés adatai: Fe: 61,3—61,8%; SiO<sub>2</sub>: 1,18—2,56; CaO: 0,30—1,43%; Mn: 0,30—0,70%; S: 1,10—1,64%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0,23—1,92%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 0,63—0,97%. A füst ferromágneses vasoxidot, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-at 88%-ig tartalmaz. A megmért részecskék nagysága 2 μ-ig terjed. A gázmosókban leülepedett részecskék mennyisége, 200 tonnás adagnál, 50 kg volt.

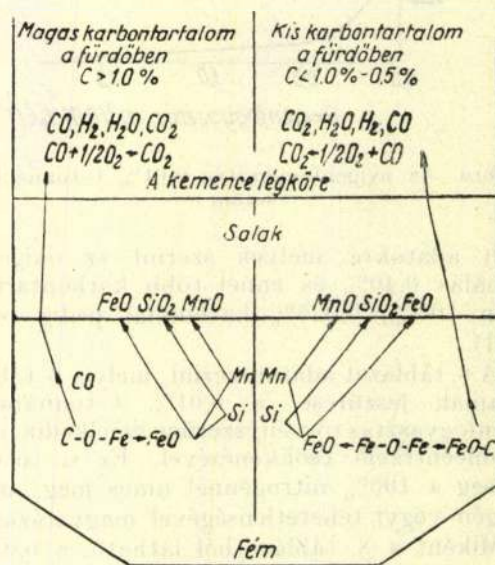
A füstképződést előidéző tényezőket befolyásolják: az oxigénadagolás módja, melénél a legnagyobb füstmennyiséget a vízűtéses fúvóka alkalmazása adja; a csövekből illetve a fúvókák-ból nagy sebességgel, maximálisan 7—10 atm-t is

elérő nyomással kiáramló oxigén; a fürdő összetétele. Nagyobb karbontartalomnál több füst keletkezik, 0,20% és ennél kisebb karbontartalom esetében a füstképződés majdnem felére csökken.

A füstképződés és a salakszétfröccsenés jelensége az átfuvasztás kezdetén az oxigénbefuvasztás mechanikus tényével válik érthetővé. Mozgovej mérnök 1933-ban első ízben adott kifejezést annak a véleményének, hogy a karbonoxidálás reakciója az oxigénnek a cseppfolyós fürdőbe adagolásánál két stádiumban fog lefolyni, — előbb a vasoxid direkt oxidálása megy végbe, majd ezután a karbon vasoxiddal történő oxidálása



Véleménye szerint ez biztosítja a reakciók nyugodtabb lefolyását. A gyakorlat igazolta ezt a feltételezést ott, ahol a fürdő karbontartalma nem nagy. A karbonoxidálás reakciójának heves folyamatát, nagy karbontartalom esetén, a fürdőben végbemenő vasoxidációt követő karbonoxidáció indokolja meg (35). A karbon oxidációja nagy buborékok képződésével jár. A fürdőben végbemenő oxidáció mértékét különböző karbontartalomnál a 15. ábra szemlélteti vázlatosan.



15. ábra. A fürdő oxidációs reakcióinak vázlata különféle karbontartalomnál a fuvasztás elején

A füstképződés jelensége rendszerint a salakfröcskölésével jár együtt. A salak fröcskölése az oxigénadagolás módjától és a fúvókától is függ. Fontos még a gáz összetétele is, amellyel az átfuvasztást végzik. Kevesebb oxigéntartalmú gáz, sűrített levegő és 100% nitrogén használata esetén az átfuvasztás fokozott salakfröcsköléssel s ennek folytán a falazat erős kopásával (10) jár együtt. Az Amerikai Kohómérnökök Intézetének 1948-ban tartott gyűlésén ismertették azokat a laboratóriumi vizsgálatokat, melyeket a gáz összetételének a fröcskölésre gyakorolt hatására vonatkozólag végeztek. 50 kg-os indukciós

<sup>36</sup> Bruyer T. E. és Larsen B. M.: A termodinamikai tényezők jelentősége a Martin-kemence termelékenységében. Metals Technology. 1948, 15. k., 7. sz., 2451. o.

<sup>37</sup> Reuer E. H.: Oxigén használata a Keastone Works-gyárban. A. I. M. I. Open-Hearts Proceedings. 1948, 97. o.

I. táblázat

A direkt oxidálással végzett kísérleti olvasztások műszaki jellemzői

Olvasztások sorszáma	Karbon-tartalom az acélban % <sup>1</sup>	Nyomás atm	A cső		Tomidátum. Hvélyk	Időtartam a fúvatás kezdetétől csapódásig perc	Fúvatás ideje perc	Karbon-tartalom a fúrdőben %		Képződési sebesség % C/óra	FeO tartalom a salakban, %		O <sub>2</sub> tartalom az acélban, %		A salak FeO % viszonyza az acél O <sub>2</sub> %-hoz		Oxigénfogyasztás	
			hossz	átmérő				kezdeti	végő		kezdeti	végő	kezdeti	átlagos	kezdeti	végő	teljes	1 perc alatt
0	0,02	8,75	7	1	1 1/2	95,0	50,6	0,134	0,029	0,124	ismeretlen	0,030	0,091	0,061	ismeretlen	1480	29,4	140,0
1	0,04	8,75	4	1	1 1/2	43,0	24,1	0,131	0,047	0,209	ismeretlen	0,031	0,087	0,056	ismeretlen	400	16,7	47,5
2	0,06	8,75	2	1	1 1/2	29,8	15,7	0,123	0,047	0,252	30,12	0,032	0,086	0,054	940	275	44,0	
3	0,08	8,75	1	1	1 1/2	25,1	10,9	0,111	0,058	0,347	36,68	0,024	0,052	0,028	1100	215	30,0	
4	0,06	8,75	1	3/4	1 1/2	32,5	14,2	0,089	0,054	0,148	26,38	0,039	0,064	0,025	502	180	55,0	
5	0,04	7,0	4	3/4	1 1/2	41,7	24,3	0,129	0,040	0,220	27,73	0,027	0,076	0,049	400	300	33,5	
6	0,04	7,0	4	3/4	1	30,9	32,4	0,073	0,045	0,052	29,86	0,045	0,064	0,019	664	200	85,0	
7	0,04	7,0	6	1	1	44,7	25,5	0,134	0,044	0,090	34,04	0,033	0,078	0,045	710	190	21,2	
8	0,04	5,6	1	3/4	1	55,1	52,2	0,104	0,044	0,069	18,15	0,045	0,073	0,028	403	275	48,7	
9	0,04	5,6	3	1	1 1/2	33,6	14,4	0,084	0,042	0,175	27,80	0,030	0,078	0,048	1048	270	69,5	
10	0,04	7,0	2	3/4	1 1/2	60,0	42,1	0,238	0,054	0,262	31,40	0,024	0,078	0,054	835	550	30,2	
11	0,04	7,0	5	1	1 1/2	44,8	34,0	0,111	0,049	0,109	20,08	0,030	0,073	0,043	703	430	69,5	
12	0,04	7,0	3	1	1 1/2	41,4	32,7	0,158	0,038	0,220	33,34	0,037	0,077	0,040	570	535	44,5	
13	0,04	7,0	4	3/4	1 1/2	48,4	30,4	0,089	0,036	0,105	28,58	0,028	0,072	0,044	1020	310	59,8	
14	0,04	7,0	9	3/4	1	46,0	54,6	0,091	0,047	0,044	36,68	0,035	0,073	0,038	875	400	87,8	
15	0,06	7,0	2	3/4	1	21,0	14,7	0,080	0,042	0,038	16,69	0,035	0,073	0,038	875	174	46,0	
16	0,04	7,0	8	3/4	1 1/2	59,8	42,7	0,085	0,049	0,036	0,051	ismeretlen	ismeretlen	ismeretlen	345	8,1	101,0	
17	0,04	6,3	5	3/4	1 1/2	75,5	48,8	0,144	0,038	0,130	24,97	0,020	0,083	0,063	1245	710	69,5	
18	0,04	7,0	3	1	1 1/2	56,0	40,2	0,078	0,040	0,038	32,18	0,044	0,085	0,041	730	610	161,0	
19	0,06	7,0	3	3/4	1 1/2	34,3	18,8	0,104	0,040	0,204	14,80	0,028	0,078	0,050	628	215	36,6	
20	0,08	7,0	2	3/4	1 1/2	27,9	10,8	0,094	0,060	0,189	26,12	0,031	0,053	0,022	842	134	56,0	
21	0,04	7,0	4	3/4	1 1/2	29,0	26,3	0,062	0,042	0,046	31,28	0,035	0,095	0,060	516	325	130,0	
23	0,04	7,0	4	3/4	1 1/2	36,3	25,9	0,098	0,045	0,053	18,02	0,035	0,095	0,060	287	315	60,0	
24	0,06	7,0	2	3/4	1 1/2	29,5	16,5	0,098	0,054	0,044	22,52	0,040	0,068	0,028	563	215	49,4	
26	0,04	10,5	6	3/4	1 1/2	40,7	32,3	0,058	0,034	0,024	36,56	0,052	0,094	0,042	703	610	252,0	
31	0,04	7,0	6	3/4	1 1/2	70,0	42,5	0,240	0,044	0,196	45,16	0,016	0,087	0,071	ismeretlen	530	12,7	27,2
32	0,08	9,0	2	3/4	1 1/2	34,0	17,7	0,269	0,074	0,195	ismeretlen	0,015	0,044	0,029	ismeretlen	270	15,4	14,0

kemencében végzett kísérletek azt mutatták, hogy a fúrdő 11 m<sup>3</sup>/óra technikailag tiszta oxigént tud fröcskölés nélkül befogadni. Sűrített levegővel végzett befúvatásnál 2—3 m<sup>3</sup>/óra adagolás esetén a levegő az acélt a kemencéből kiverte (38). Hibás szerkezetű csövek illetve fúvókák, valamint helytelenül végzett fúvatási művelet ugyancsak maga után vonja a fröcskölést (17, 26). A fröcskölés csökkentése céljából javasolják, hogy a fúvókákön több lyukat fúrjanak (39).

Az oxigénadagolás technológiája rendkívüli jelentőséget nyer a füstképződés, a salakbuzgás és a fröcskölés megszüntetése szempontjából. Megjegyzendő, — amilyen mértékben sajátították el az oxigénadagolás technológiáját a dolgozók, olyan mértékben csökkent a füstképződés és a salakfröcskölés. Az amerikai martinások 1948-ban megtartott közgyűlésén megállapították, hogy a füstképződés immár csökken (40). A fröcskölések a kis karbon-tartalmú adagoknál már nem jelentkeznek, a kis karbon-tartalmú adagoknál azonban még ma is fennállnak (41).

A habképződés jelenségét észlelik a salakban az átfúvatás kezdetén és azt a fúrdő nem kellő hevítésével, valamint a salak túlságos sűrűségével magyarázzák (11, 17).

Miként már megjegyeztük, mindezek a jelenségek, — a füstképződés, fröcskölés és a habos salakképződés — leggyakrabban a fúvókával végzett átfúvatásoknál jelentkez-

<sup>38</sup> Cheasweek H. H.: Oxigén használata Martin kemencében. A. I. M. I. Open-Hearts Proceedings. 1948, 48—100. o.

<sup>39</sup> Carpenter V. H.: Sűrített levegő használata széntelenítésre. A. I. M. I. Open-Hearts Proceedings. 1948, 100—101. o.

<sup>40</sup> Pearson O.: Sűrített levegő használata a Garygyárban. Open-Hearst Proceeding. A. I. M. I. 1948, 54. o.

<sup>41</sup> Reyer I. H.: Oxigén használata a Keastongyárban. Open-Hearts Proceedings. 1949, 32. k., 156—158. o.

nek (26, 42, 43). A fúvókával végzett fúvatásnál a fúvókák a salak fölött 75—150 mm-nyire helyezkednek el és az oxigén gyorsan áramlik ki. Ennek következtében az oxigén mozgásba hozza a salakot, a folyékony fürdővel reakcióba lép, előidézve egyúttal a fürdő erős mozgását, ami együttjár az erős füstképződéssel. A fürdő hosszabb ideig tartó átfúvatása esetében forni kezd, CO buborékok keletkeznek és a salak habzik. Gyakran megtörténik, hogy a salak túlfolyik a gáton, ezeket ebből az okból magasabbra szokták helyezni. A salak, a hőmérséklet növekedéséhez mérten, fokozatosan megülepszik (8).

Ezeknek az ismertett jelenségeknek csökkentése céljából ajánlatos a fürdő hőmérsékletét gyorsan növelni és az oxigénbeadagolást egyidejűleg több csővel illetve fúvókával végezni. A fúvóka többnyílású szájvégződéssel rendelkezzen. A legfontosabb, hogy a fúvatás módszerét a termelési körülményeknek megfelelően válasszuk meg.

A füst és a fröcskölés csökkenti a munkatér falazatának tartósságát, ez okból a Martin-kemence szerkezetét a munkakörülményeknek megfelelően kell kiképezni.

Az oxigén felhasználása a széntelenítés gyorsítása céljára, az alábbi esetekben a leghatásosabb:

1. kis karbon tartalmú acélok gyártásánál,
2. nagy folyékony nyersvas százalékkal gyártott adagoknál,
3. króm tartalmú adag, különösen rozsdálló hulladékok újraolvasztásánál.

### A direkt oxidálás módszere kis széntartalmú acél gyártásánál

Előbb ismertettük, hogy a széntelenítési sebesség erősen csökken a 0,10%-nál kisebb karbon tartalomnál, illetve a 0,030—0,025% karbon tartalmú szennyezőkben szegény acél gyártásánál, de különösen akkor, ha a karbon tartalma 0,06%-nál kisebb. Például, a legutolsó ezredrés karbon eltávolítása óráig tart és sok tüzelőanyagot igényel, valamint különös összetételű, sok ferrooxidot tartalmazó salak beállítását teszi szükségessé.

A Steibenbill és Brackenridge gyárakban igen sok 0,06—0,03% karbon tartalmú, mély húzású acélt gyártanak. Mivel a karbonnak 0,10%-ról 0,06—0,03%-ra való lecsökkentése 2,0—2,5 óráig tart, ezért az ilyen karbon tartalmú acél gyártása nehéz és a kemence falazatát nagyon igénybe veszi. Ezt a tényt szem előtt tartva, az oxigén felhasználása direkt oxidálás céljára előtérbe került a 0,06% C tartalmú acélok gyártásánál.

Az 1. táblázat ismerteti a Steibenbill-gyár kis karbon tartalmú járatos adagjainak időtarta-

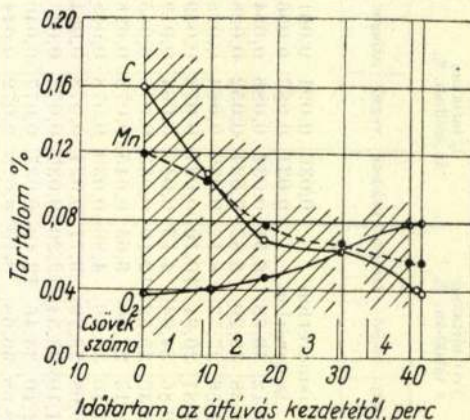
<sup>42</sup> Marsh I.: A Martin-kemencék működése a levegőnek oxigén által történt dúsításával. Metals Technology. A. I. M. I. 1948, 15. k., 5. sz., 2417. o., illetve A. I. M. I. Open-Hearts Proceedings. 1948, 48—56. o.

<sup>43</sup> Az olvasztárok megbecsülik az oxigénhasználat lehetőségét. Iron Age, 1947, 159. k., 18. sz. máj. 50—53., 133. o.

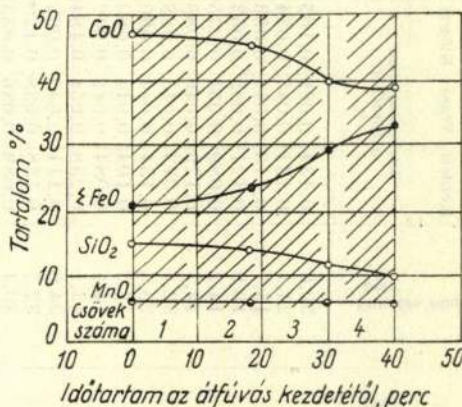
mait. E táblázatnak jelentősége van a kis karbon tartalmú acélok direkt oxidálással történő gyártásánál (1).

Az 16. és 17. ábra megmutatja a kis karbon tartalmú acél fürdőjének és salakjának változását a fúvatás ideje alatt. A gyártás alkalmával az oxigénnyomás 7 atm, a csövek védőburkolat nélküli  $\frac{3}{4}$  hüvelyk átmérőjűek, az átfúvás időtartama 32,7 perc, a teljes oxigénfogyasztás 530 m<sup>3</sup> volt.

A 2. táblázat a kísérletek adatait tartalmazza.



16. ábra. Kis karbon tartalmú acél fürdőjének görbéje direkt oxidálásnál



17. ábra. Kis karbon tartalmú acél salakösszetételének görbéje direkt oxidálásnál

A próbavétel oly módon történt, hogy a fedett csészét süllyesztették a fürdőbe. A dezoxidálást alumíniummal végezték. 1946-ban ezzel a módszerrel 32 adagot gyártottak, 1948-ban pedig már az egész termelés 90%-át gyártották direkt oxidálással. Chosse, a kísérlet vezetője az amerikai kohászok 1947 áprilisban és 1948 februárban tartott közgyűlésén számolt be kísérleteiről.

A kísérleti adagok fő jellemzői:

1. A kész acél karbon tartalma 0,02—0,08% ;
2. a fúvatás alatt átlag 0,190—0,024% C égett ki,

<sup>1</sup> Choose E. B. A direkt oxidálás. Blast Furnace and Steel Plant, 1947. 35. k. 6. sz. 677—688. o.; Steel 1947. 120. k. 107—118. o.; Iron and coal Trades Revue, 1947. 54. k. 4130. sz. 823—825. o.

- 3. a fúvatás ideje 10—54 perc,
- 4. a csövek átmérője 0,75—1,0, a tömlőé 1,0—1,5 hüvelyk,
- 5. az oxigénnyomás 5,65—8,75 atm.

A legjobb eredményeket akkor érték el, amikor az oxigént 0,75 hüvelyk átmérőjű csövön, 1½ hüvelyk átmérőjű tömlőn és 7 atm. nyomással fúvatták be. Amikor a karbontartalom a fürdőben 0,12%-nál több volt, akkor az oxigénfogyasztás 28—32 m<sup>3</sup>/tonna volt; 0,12%-nál kisebb karbontartalom esetén az oxigénfogyasztás feltűnően emelkedett. A 3. táblázat összehasonlító adatokat szolgáltat a használatos és a direkt oxidálással gyártott adagokról.

2. táblázat

	Érces adagok	Oxigénnel fúvott adagok
Adagok száma .....	8	8
Átlagos adag súlya, tonna ....	173,2	168,6
Átlagos mézsfogyasztás, kg ....	1162	553
A betétben levő frissítőérc ....	4275	1665
Kikészítésnél felhasznált frissítőérc .....	5500	—
A fúvatásnál felhasznált oxigén m <sup>3</sup> .....	—	344,3
Adagidő 0,10% C-től a csapolásig, óra, perc .....	2—35	0—40
Az adag kikészítési ideje, óra, perc .....	14—18	13—28
A ferroszilícium fogyasztás, kg ..	2387	2334
A ferromangán fogyasztás, kg ..	1017	585
A leöntött öntecsek súlya, tonna ..	146,0	150,7
Kihozatal, % .....	85,0	88,9

A 3. táblázatból kitűnik, hogy a 0,10% karbontartalmú adag kikészítési ideje 1 óra 55 perccel vált rövidebbé. Ugyanekkor csökkent a frissítőérc felhasználás és a kihozatal 3,9%-kal növekedett. Az utóbbinak az oka valószínűleg a magasabb hőmérséklet következtében előálló jobb öntési viszonyokban keresendő. Az oxigénfogyasztás egy tonna öntecsekre mintegy 2,3 m<sup>3</sup> volt.

A 2. táblázat 32 kísérleti olvasztás adatait foglalja egybe. A kísérletezők a fürdő nagy hőmérsékletének tulajdonítják az észlelt előnyös jelenségeket, mégpedig a mész és ferroötövet gyors megolvadását, a kikészítés lerövidítését és a kihozatal növelését. Az öntésnél keletkező hulladék, ércelő eljárásnál, adagonként átlag 1—2 tonna, direkt oxidálás esetén azonban csupán 0,5—1,0 tonna, azaz 50%-kal kevesebb. A fúvatás megkezdésének legkedvezőbb időpontja az, amikor a karbontartalom 0,15—0,12%; e karbontartalomig előnyösebb ércel dolgozni.

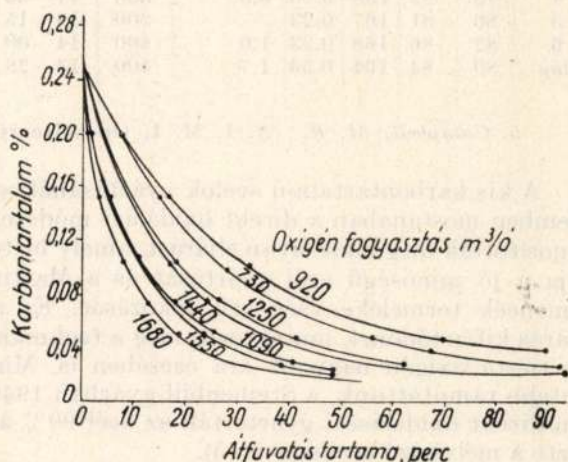
A direkt oxidálással gyártott acél minősége (szilárdsága, nemfémes zárványossága) megfelel a mélyhúzó acélokkal szemben támasztott követelményeknek.

Az Alleghany Ludlum Steel Corporation cég Brackenridge-i üzemében 1946-ban többször végeztek kísérleteket oxigén felhasználásával. A kísérletek célja az volt, hogy folyékony fürdőbe való befúvatás technikáját elsajátíthassák. A kohászati kérdésekből tanulmányozták: a széntelenítés se-

bességének az átfúvatás elején a karbontartalomtól való függését; az oxigénfogyasztás és a fürdőben lévő karbontartalom közti összefüggést; valamint kis karbontartalom esetén egyes elemek, különösen a mangán kiegészítő törvényszerűségeit. A kísérletek eredményeit a megfelelő fejezetekben ismertettük. Ehelyütt csupán a direkt oxidálási módszerrel gyártott kis karbontartalmú acél gyártásának technológiai adatait ismertetjük.

A kis karbontartalmú acél gyártása alkalmával nagyobb figyelmet szenteltek az oxigén tisztasági fokának. Steibenbill és Brackenridge két gyárában megállapították azt, hogy a kis karbontartalmú acélok direkt oxidálással való gyártásának legalkalmasabb a technikailag tiszta, azaz a 99,5 százalékos oxigén (2, 3).

A már említett 32 adag kis karbontartalmú acél gyártásánál megállapítást nyert, hogy a 0,18% C-ról 0,09% C-ra történő befúvatás direkt oxidálással 22,5 percig tart. Óránkénti 724 m<sup>3</sup> oxigénfogyasztás esetén 0,10% karbontartalmú acélnál az adagidő csökkenés 30 perc, 0,06% karbontartalmú acélnál pedig 1 óra.



18. ábra. A karbon kiegésző görbéi különböző mennyiségű oxigén befúvatása esetében

A 18. ábra mutatja az oxigénfogyasztást kis karbontartalmú fürdő széntelenítése esetében. Amint a diagramból kitűnik, különböző karbontartalmú (0,25%-tól 0,03—0,02%-ig) fürdőknél ugyanazon körülmények között az óránkénti oxigénfogyasztás felére csökkenthető, illetve a fúvatási idő megfelelően rövidíthető.

A direkt oxidálási eljárás további előnyei: a fürdő gyorsabb és fokozottabb felmelegedése az érceléssel való gyártással szemben. Ugyanakkor a salak gyorsabban kialakítható és a kész acél nemfémes zárványokkal való szennyeződése csekély (1,4). A 3. táblázat tartalmazza az érceléssel és a direkt oxidálással gyártott adagok jellemzőit.

<sup>2</sup> Shlottmann G. és Lounsberry F. Az oxigén felhasználása széntelenítésre. Iron Age, 1947. 159. k. 8. sz.; Iron and Coal Trades Revue, 1947. 154. k. 4120. sz. 363—366. o.

<sup>3</sup> Az oxigén felhasználása széntelenítésre. Iron Age, 1947. 159. k. 22. sz. 66—67. o.

<sup>4</sup> Főként az oxigénről a kohászat részére. Metal Progress, 1947. 52. k. 1. sz. 67. o.

3. táblázat

## Ércelással és direkt oxidálással gyártott adagok jellemzői (5)

Az adagok sorszáma	Nyersvas	Ócskavas	Összes betét	Mész	Érc	Érc	Oxigén	Idő		Dezoxidáló anyagok, tonna			Öntőcsarnoki hulladék tonna	Füstgázzal távozó oxidok, tonna	Kihozatal tonna	Kihozatal %
				t	t	t	m <sup>2</sup>	óra, — perc	ferro-szilícium	ferro-mangán	tükörvas					
				0,1 % C-ig	0,1 % C-től a csapolásig	csapolástól csapolásig	a 0,1 % C tartalomtól a csapolásig	csapolástól csapolásig	csapolástól csapolásig							
É r c e s a d a g o k																
1	83	80	163	0,90	4,0	6,0	—	16—05	3—00	2,30	1,09	0,45	3,15	0,90	138	80,2
2	86	80	166	0,90	—	6,0	—	13—55	2—50	2,45	1,90	0,45	2,25	0,99	156	90,5
3	89	84	172	0,23	—	6,0	—	14—55	3—15	2,40	1,00	0,45	3,15	ismrtl	153	84,4
4	77	81	158	0,90	8,0	4,0	—	14—50	2—10	2,35	1,00	0,67	3,65	1,80	148	87,2
5	75	84	159	0,23	4,0	6,0	—	13—55	2—00	2,58	1,00	0,45	3,65	1,56	142	85,3
6	72	88	160	2,95	6,0	8,0	—	15—00	3—05	2,35	1,04	0,45	2,72	0,90	146	84,9
7	67	93	160	1,59	6,0	4,0	—	13—05	2—20	2,30	1,08	0,45	4,10	ism.	136	80,3
8	75	84	159	1,59	6,0	4,0	—	13—00	2—00	2,25	1,07	0,45	2,25	ism.	147	87,4
Átlag	78	85	163	1,16	4,2	5,5	—	14—18	2—35	2,39	1,02	0,45	3,15	0,74	146	85,0

## O x i g é n e s a d a g o k

1	82	77	159	0,86	2,0	—	370	13—20	0—48	2,30	0,59	—	2,25	0,45	138	84,1
2	83	76	159	0,18	1,0	—	540	13—00	0—30	2—35	0,63	—	2,25	0,90	151	92,6
3	74	104	178	0,90	—	—	430	15—20	0—43	2—45	0,54	—	2,25	0,45	162	88,5
4	75	83	158	0,90	6,0	—	550	11—55	0—48	2—25	0,59	—	2,25	ismrtl	144	87,2
5	86	81	167	0,23	—	—	200	13—15	0—33	2—35	0,63	—	2,72	0,45	151	88,4
6	82	86	168	0,23	1,0	—	400	14—00	0—35	2—35	0,51	—	2,25	ismrtl	142	87,2
Átlag	80	84	164	0,55	1,7	—	400	13—28	0—40	2—32	0,58	—	2,26	0,37	151	88,9

5. Campbell, M. R.: A. I. M. I. Open-Heart Proceeding, 1948.

A kis karbontartalmú acélok gyártásánál sok üzemben mostanában a direkt oxidálási módszert honosították meg mint olyan eljárást, amely biztosítja a jó minőségű acél gyártását és a Martin-kemencék termelékenységének fokozását. Ez az eljárás kifizetődőnek mutatkozik még a technikailag tiszta oxigén nagyobb ára esetében is. Mint fentebb rámutattunk, a Steibenbill-gyárban 1949-ben direkt oxidálással gyártották az acél 90%-át, közte a mélyhúzó acélokat is (5).

A youngstowni gyárban ugyancsak direkt oxidálással gyártottak igen sokfajta minőségű acélt és ezek megfeleltek a velük szemben támasztott követelményeknek (6).

Az Alliance Works gyárban ezt a módszert a hideg betéttel dolgozó kemencéknél használják, és a gyár jó minőségű acélt termel (7).

## A direkt oxidálási eljárás nagy karbontartalmú fürdőknél

A nagy karbontartalmú adagok gyártásánál a direkt oxidálás még a kísérletezés stádiumában van és a gyakorlatban még nem alkalmazzák. Egyes elszigetelt kísérleti adatok azonban elég anyagot szolgáltatnak ahhoz, hogy képet alkossunk magunknak az oxigénfelhasználás e módjának

jelentőségéről, amikor nagy százaléku folyékony nyersvassal dolgozunk (8, 9, 10).

A kis fürdőhőmérséklet és a nagy karbontartalom nagy nyersvas százaléka esetében a beolvadásra, valamint ércel való frissítés esetében a karbon-oxidálás endotermikus reakciói következtében a gyártásra kedvezőtlen körülményeket teremtenek. A karbonkiegésről készített gyakorlati diagrammok gyakran mutatnak az olvasztás kezdeti periódusában igen kis hajlásszögű, illetve csaknem vízszintes részeket. A széntelenítés reakciójának meggyorsítása csak a fürdő hőmérsékletének növelésével lehetséges, ami hosszú időt vesz igénybe. Ezért nagy karbontartalmú fürdő beolvadása után az oxigén használata, a kohászati műveletek fokozása szempontjából, fontos tényezővé válhat.

Folyékony nyersvassal történő gyártásnál az oxigénnek hőtechnikai tényezőként történő felhasználása, miként már említettük, nem elég hatékony. A folyékony fürdő sokkal rosszabbul veszi fel a hőt, a vastag salakréteg következtében, mint a hideg betéttel berakott adag.

Folyékony nyersvas és ócskavas adagolása esetében, ha a hulladékmennyiség 35%-nál kevesebb, a kemence termikus munkájának fokozásá-

<sup>5</sup> Heyland J. Az acélgégyártás növekedése az oxigénnel átfűvésznél. Steel, 1947. 3/III. 120. k. 13. sz. 88. o.

<sup>6</sup> Javell M. A széntelenítés oxigén felhasználásával a villamos kemencéknél. A. I. M. I. Open-Heart Proceedings, 1948. 41—42. o.

<sup>7</sup> Az oxigén felhasználása a kohászatban. Iron and Coal Trades Revue, 1949. 158. k. 4241. sz. 1391—1393. o.

<sup>8</sup> Knox J. Oxigén felhasználásáról az acélgégyártásban. Steel, 1947. 120. k. 25. sz. 107—108. o.; 144—145.; 26. sz. 86—88.; 90.; 92. ref. Koroleva M. N. Sztalj, 1948. 5. sz. 473—476. o.

<sup>9</sup> Shlottman G. V. Oxigén az acéliparban — a múlt, jelen és jövő. Blast Furnace and Steel Plant, 1948. 36. k. 1. sz. 64—67. o.

<sup>10</sup> Shlottman G. Az oxigén felhasználás gyakorlati kísérletei az acélgégyártásban. Journal Iron and Steel Institut, 1947. 157. k. 3. sz. 331—336. o.



nál szintén nem lehet szembetűnő eredményeket elérni, tekintettel arra, hogy a kismennyiségű hulladék beadagolása rövid ideig tart, szemben az adagidővel. 70% nyersvasal dolgozó kemencék adagidejének részletezése %-an az alábbi:

javitás.....	2—3	nyersvas beöntés ..	4—6
berakás ....	12—16	beolvadás .....	30—35
hevítés .....	10—13	kikészítés .....	30—32

Ebből az következik, hogy a hulladék berakása és hevítési idejének lerövidítése nem nagy jelentőségű az adagidő lerövidítése szempontjából. Az a körülmény, hogy rendszerint 2,0—2,5% karbon-tartalmú fürdőből kell 0,60—0,70-től 0,08—0,10%-ig terjedő karbon-tartalmú kész acélt gyártani, ama feladat elé állítja a kohászokat, hogy fokozzák a reakciókat, de elsősorban a széntelenítési reakciót. Elméletileg, a direkt oxidálásnál a széntelenítési sebesség nagy karbon- és oxigéntartalom esetén korlátlanul nagy lehet, amit a kikészítés bizonyít. Kísérleti adatok szerint, oxigénnek a Martin-kemencébe való adagolása alkalmával a karbon oxidálási sebessége eléri a 3,0% C/órát, illetve a 0,05 % C/percet. A fürdő erős forrása és a hőmérséklet gyors emelkedése azonban oly nagy széntelenítési sebességet hoz létre, hogy ez a kemence épsége és az adag irányítása szempontjából nem kívánatos. A 6. táblázatból látható, hogy a széntelenítési sebességet ez okból, még a kísérleti olvasztásoknál is, csupán 0,015—0,025% C/percnyi határokig növelik. Ha azonban a gyártást még 0,02%/percnyi átlagos oxidálási sebességgel folytatnák le, akkor is ahhoz, hogy 2,0—2,5% karbon égjen ki, 100—125 percre volna szükség, azaz a kikészítési időtartam jelentősen megrövidülne, szemben az érces eljárás kikészítési időtartamával (11).

Kísérleti adatok szerint, direkt oxidálásnál elektromos kemencékben a fürdő széntelenítési sebessége egyes olvasztásoknál eléri az 1,8% C/órát, illetve 0,03% C/percet, közepes sebességeknél az 1,0% C/órát (12).

A nagy karbon-tartalom következtében a keletkező hőmennyiség oly nagy, hogy a kemencébélés tartósságát veszélyezteti. A gyakorlatban ezért a kombinált eljárást alkalmazzák, mégpedig a folyékony fürdőbe történő közvetlen oxigénbefúvatással. A karbon oxidálási reakciója endotermikus és felhasználja a karbonnak a direkt oxidáció reakciói által fejlesztett melege egy részét. A fürdő hőmérséklete így módon szabályozható és a széntelenítési sebesség csökken (2, 8, 9, 11, 13).

Egész sor olyan kísérlet ismeretes, amelyeket oxigén és érc együttes adagolásával végeztek nagy karbon-tartalmú fürdőknél. Egymagában csak ércel való széntelenítéssel nem lehet 0,50% C/óra sebességet elérni. A széntelenítési sebesség kombi-

nált oxidálásnál 1,0% C/óra anélkül, hogy a fürdő túlerősenforrna. A 19. ábra mutatja a széntelenítést érc- és oxigén-kombinációval.

Az 20. ábra mutatja a karbon kiegészi sebességét direkt oxidálással és érceléssel.

Direct oxidálásnál, amikor a karbon-tartalom 0,25—0,03 között változik, a széntelenítési sebesség logaritmusára arányos a karbon-tartalom logaritmusával, a következő egyenlet szerint:

$$\lg \frac{dC}{dt} = 1,727 \lg C - 2,137,$$

ahol a  $\frac{dC}{dt}$  arány egyenlő 0,01% C/perccel. A karbon értékét pedig olyan egész számjeggyel fejezik ki, amely megfelel a karbon-tartalom %-ának, de ez egész számokkal kifejezve, pl. 0,25% C-nél,  $\lg C = \lg 25$ .

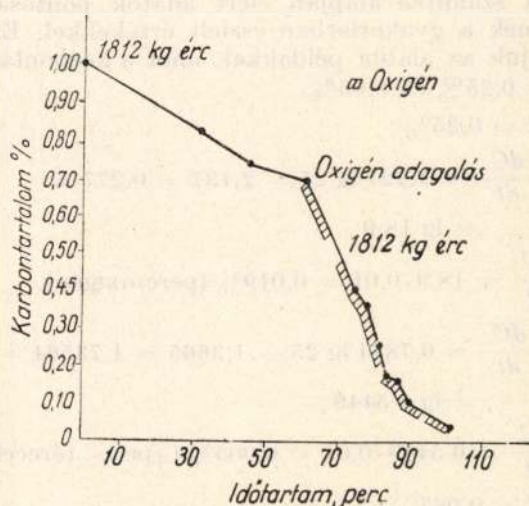
Az ércel való oxidálásnál két logaritmikus arány állítható fel:

1. amikor a karbon-tartalom 0,20—0,15% között van, akkor az egyenlet

$$\lg \frac{dC}{dt} = 0,7884 \lg C - 1,3665,$$

2. amikor a karbon-tartalom 0,08—0,03% között van, akkor

$$\lg \frac{dC}{dt} = 3,904 \lg C - 4,327.$$



19. ábra. A karbon-kiégés görbéje oxigén és érc kombinált használata esetében

Az 20. ábrán látható a széntelenítési sebesség és a széntartalom közötti egyenes összefüggés, különösen szembetűnő ez 0,12% C fölött. Kisebb széntartalom esetében e pontok az egyenestől távolabb fekszenek, ami a széntelenítési sebesség csökkenésével magyarázható, szemben a kis karbon-tartalom esetében felállított aránnyal.

A fürdő oxigéntartalmát a fürdőben lévő karbon oxidálása szabályozza. Abban az esetben, ha a fürdő oxigéntartalma arányos lenne a fürdő karbon-tartalmával, akkor a fürdőben lévő oxigén mennyisége arányos lenne mindenkor a fürdő karbon-tartalmával.

A direkt oxidálás esetében a reakciók egyen-

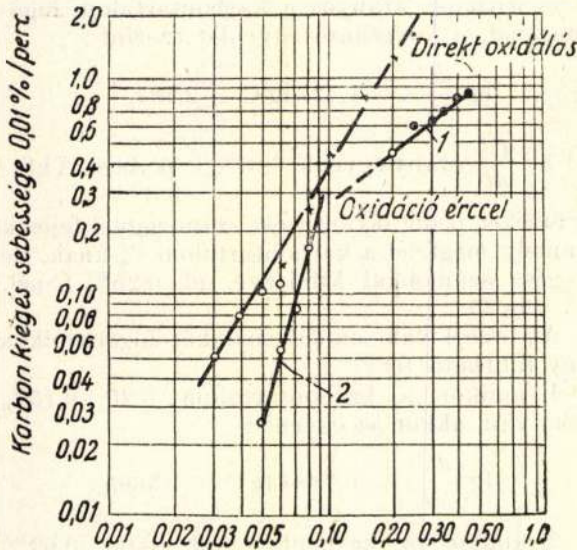
<sup>11</sup> Hornak G. A széntelenítés meggyorsítása a Martin-kemencében. Iron and Steel Engineer, 1948. 1. sz. 34—45. o.

<sup>12</sup> Arness V. Az oxigén kiegészi sebesség. Sztalj, 1941. 11—12. sz.

<sup>13</sup> Mac-Donald E. Oxigén felhasználás a Martin-kemencében. Iron and Steel Engineer, 1948. 3. sz. 37—47. o.

letesebben folynak le, mint ércel való oxidálásnál, mert az oxigén adagolás egyenletesebb (14).

Az 1. és 2. görbe egyenlete felhasználható a karbon kiegészi sebesség kiszámítására különböző karbontartalomnál direkt oxidálás és ércel való oxidálás esetében.



20. ábra. A széntelenítési sebesség függése a fürdő karbontartalmától direkt oxidálásnál és ércel történt oxidálásnál

A számítás alapján elért adatok pontosan egyeznek a gyakorlatban észlelt értékekkel. Ezt igazoljuk az alábbi példákkal, ahol a karbontartalom 0,25% és 0,06%.

$$C = 0,25\% :$$

$$1. \lg \frac{dC}{dt} = 1,727 \lg 25 - 2,137 = 0,277 = \lg 18,9,$$

$$\frac{dC}{dt} = 18,9 \cdot 0,01 = 0,019\% \text{ (perc/oxigén).}$$

$$2. \lg \frac{dC}{dt} = 0,7884 \lg 25 - 1,3665 = 1,73564 = \lg 0,5449 ;$$

$$\frac{dC}{dt} = 0,5449 \cdot 0,01 = 0,0054\% \text{ C/perc (ércel).}$$

$$C = 0,06\% :$$

$$3. \lg \frac{dC}{dt} = 1,728 \lg 6 - 2,137 = 1,207 = \lg 1,611 ;$$

$$\frac{dC}{dt} = 1,6 \cdot 0,01 = 0,016\% \text{ C/perc (oxigénnél).}$$

$$4. \lg \frac{dC}{dt} = 3,904 \lg 6 - 4,327 = 2,711 = \lg 0,05141 ;$$

$$\frac{dC}{dt} = 0,05141 \cdot 0,01 = 0,0005\% \text{ C/perc (ércel).}$$

A fürdőben lévő karbon és egyéb elemek oxidálódása következtében az oxigénfelhasználás 100%-os, ha az elméleti reakciókat vesszük figyelembe. A fajlagos oxigénfogyasztás azonban kisebb a számított mennyiségnél, 1 kg karbonnál 0,9 m<sup>3</sup>. Ez azzal magyarázható, hogy a fürdő heves bugyborékolása következtében a fürdő nagy felületen érintkezik a kemence légkörével.

Az oxigén tisztaságának a kis karbontartalmú fürdő közvetlen oxidálásánál van jelentősége. Amikor a fürdőben, a fúvatás kezdetén 1,0—1,5 a karbontartalom, nagy széntelenítési sebességet észleltek még sűrített levegővel végzett fúvatás esetében is (11).

Nagy karbontartalmú fürdőknél kétségtelenül nagy szerepet játszik a közvetlenül befúvatott oxigén a fürdő erőteljes megkeverése következtében. Ilyenkor ugyanis CO buborékok képződnek a  $C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO$  egyenlet értelmében és ezek megkeverik a fürdőt és kiegyenlítik ennek összetételét és hőmérsékletét (9, 15).

Többen javasolták azt, hogy oxigénben dús gáz befúvatása helyett inkább a nagyobb mennyiségű gáz befúvatásával dolgozzanak. A befúvatás a használt gáz oxigéntartalma 21%—100%-ig változzon, mégpedig úgy, hogy a fúvatás kezdetén levegővel, majd fokozatosan dúsítva a gázt, a végén tiszta oxigénnel fúvassanak, a karbontartalom függvényében. A rendelkezésre álló irodalom azonban nem közli a fúvatás során használatos gáz oxigéntartalmának változtatását.

Nagy karbontartalmú fürdőknél még nem alakult ki egy járatos adagolási módszer. Némely adagnál akkor kezdik meg az oxigén adagolását, amikor a karbontartalom 2%, és egyszerre két csővel nyilván az erős fröcskölés mérséklése céljából (9). Ilyenformán, nagy karbontartalmú fürdő erős fröcskölésének megszüntetése érdekében oxigén-befúvatást használnak, a salak felhabzása ellen pedig az egyszerre több helyen való befúvatással védekeznek (13). Más adagoknál az oxigénadagolást kisebb karbonmennyiségnél kezdik meg.

Villamos kemencéknél — ha nagy a karbontartalom — az oxigén adagolást a fürdő teljes beolvadása előtt kezdik meg, mégpedig kissé nagyobb mennyiségű folyékony fürdő képződése pillanatában (3).

Nagy karbontartalmú fürdő fúvatása esetében a fúvatásra használt csövek tartóssága kisebb volt, mint kis karbontartalmú fürdőnél. Kísérletek azt mutatták, hogy a védőburkolattal ellátott csövek tartósabbak, azonban a védőburkolat nélküli csövek, számos okból mégis jobban váltak be a gyakorlatban nagy karbontartalmú adagoknál. A csövek tartóssága függ a csövek nyomásától, az adagolás gyorsaságától, a fúvatás módjától és a fúvókák megválasztásától.

A nagy mennyiségben keletkező CO és inten-

<sup>14</sup> Norris F. Az oxigén, illetve a sűrített levegő felhasználása a Martin-kemencékben. A. I. M. I. Open-Hearts Proceeding, 1948. 35—42. o.

<sup>15</sup> Rozsdaálló acél gyártásának meggyorsítása oxigén befúvatással. A. I. M. I. Steel, 1948. 123. k. 24. sz. 114. o.

zív reakciója idézi elő a salak fröcskölését és a nagy karbontartalom, a füst képződését (16, 17).

Ezek elleni védekezés eszköze a több csövön való befúvatás (9, 13), az oxigén nyomásának szabályozása és a fúvókák átmérőjének növelése, illetve helyes megválasztása (13).

A füst akkor képződik, amikor mézadagolással együtt történik a befúvatás.

A kemencék tartóssága azáltal csökken, hogy nagy karbontartalom következtében a salak fröcskölése oly nagy, hogy az a boltozatba jut és az elhasználódása növekszik, különösen akkor, ha nagy százaléku folyékony nyersvasval dolgoznak (8). Minthogy azonban számszerű adatok nem állnak rendelkezésünkre, a folyékony nyersanyaggal működő kemencékre vonatkozólag, úgy azok tartósságáról helyes képet adni nem tudunk. Minthogy azonban a fent említettek alapján mód van a fröcskölés csökkentésére, ezek alapján a fúvatás helyes vezetésével kell a kemence tartósságát növelni és a füstképződést csökkenteni. A magas nyersvas százalékkal dolgozó kemencéknél az oxigénbefúvatásnál az eredmény a kísérletek alapján megállapítható. A 220 tonnás, pakura-tüzelésű kemencékben legyártott 29 kísérleti adagnál azt tapasztalták, hogy az átlagos adagidő lecsökkent 12 órától 8 óra 55 percre, azaz 25%-kal, 8 m<sup>3</sup>/tonna fajlagos oxigénfogyasztás mellett.

A folyékony nyersvasval és a direkt oxidálási módszerrel végzett kísérletek kevés számából és a kísérleti adatok hiányosságától eltekintve, az USA kohászai a direkt oxidálást járható útnak látják és ezt két területen fogják felhasználni — kis karbontartalmú acélok gyártásánál a széntelenítési reakciók fokozására ott, ahol a kész acél 0,10%-nál kevesebb karbont tartalmaz, valamint a folyékony nyersvasval gyártott adagoknál, a széntelenítés fokozására ott, ahol a betét karbontartalma nagy — vagyis mindkét esetben ott, ahol a körülmények a martinacélgyártásnál olyanok, hogy kicsinyek a reakciók sebességei.

#### Direkt oxidálás módszere krómtartalmú betéteknél

Nagy karbontartalmú betéteknél külföldön egyelőre csak a villamos kemencéknél használják a direkt oxidálás módszerét.

Nagy krómtartalmú hulladékok feldolgozásánál nehézséget okoz a karbon eltávolítása a króm előtt. A karbon és króm oxidáció reakciói Martin-eljárásnál a következő sorrendben folynak le: mindenekelőtt, a kis hőmérsékletnél a króm ég ki, mivel oxidálásának reakciója exotermikus, később pedig, amikor a fürdő már felmelegedett a kellő hőfokra, megkezdődik az endotermikus széntelenítési reakció. A széntelenítési reakciók, ha a betét krómtartalma nem nagy, nem fejlődnek ki, az előbbieket alapján, és éppen ezért nem lehet kis karbontartalmú acélt gyártani. Ép-

pen ebben kell keresni a Я 1 márkájú acél gyártásánál fellépő nehézségeket, mivel itt rozsaálló acélhulladékot használnak. A Я 1 márkájú acélokot nem annyira a megfelelő olvasztási eljárással, hanem inkább a betét gondos megválasztásával állították elő.

Direkt oxidáció esetén, a fürdő nagy hőmérséklete következtében a krómoxidálás reakciói lelassulnak és fokozatosan növekedik a karbonoxidáció reakciója. A króm, hasonlóan a mangánhoz, nagy hőmérsékleten redukálható.

Ezen az elven alapul a krómos anyagok direkt oxidálással való felhasználása az elektromos kemencékben. Sok amerikai gyárban (Ducan, South Chicago, Bauers) 30 és 70 tonnás kemencékben végzik a krómos és a krómmal ötvözött hulladékok, többek közt a rozsaálló hulladékok olvasztását is.

Az oxigén-beadagolás technológiája a villamos kemencéknél lényegében ugyanolyan, mint a Martin-kemencéknél. Az oxigén gázvezeték útján jut az üzembe, a kemencéig pedig — tömlők segítségével. Fúvatásra gázcsöveket használnak, de kisebb átmérőjűeket. A csövek szokványos átmérője  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  hüvelyk. A csövek és a fúvókák tűzálló anyaggal való burkolása, hasonlóan a Martin-kemencékhez, nem vezetett eredményre és így a gyakorlatban a védőburkolat nélküli csöveket használják. A csövek hossza itt is 6 m, élettartamuk 10—20 perc, némely esetben, például a folyékony nyersvas fúvatásánál 5 perc, sőt még kevesebb (12). A csövek végét az egyik gyárban gyapotszerű anyaggal vonták be és ezt dinasztéglamasszával kenték be, ami a csövek tartósságát 2 órára fokozta fel (12, 18). A fúvatás megszakításának elkerülése célból a fúvatócső cseréje előtt kezdik meg a második csővel a fúvatást.

Az oxigén normál nyomása a csövek végén 7 atm, mint a Martin-kemencénél. Kisebbs oxigénnyomás növeli a csőfogyasztást, az erősebb nyomás viszont salakfröcskölést idéz elő, ami rombolólag hat a kemencebélésre és a csövek beillesztésekor és eltávolításakor az oxigénvesztés növekedésére vezet. Több gyár adatai szerint az átlagos fajlagos oxigénfogyasztás 5,6, 7,0, 12,6 m<sup>3</sup>/t volt (12, 18, 19).

Az oxigén-befúvatás ideje a fürdő összetételétől függ. Kis karbontartalmú acél gyártásánál az oxigén-adagolást akkor kezdik meg, amikor a karbon 0,25—0,15%. Amikor a betétben nagy a karbontartalom, az oxigén-befúvatást még a fürdő teljes beolvadása előtt megkezdik, az első pocolyák képződésekor, amikor a hulladék már összeroskadt és izzik a berakóajtó előtt is (12), amikor a hulladék  $\frac{3}{4}$  része beolvadt (20). A karbon kiegészi sebessége, amikor a 0,75%-ot meghaladja, 0,03 % C/perc; amikor a befúvatott

<sup>18</sup> Shlottman G. és Lownsberry F. Oxigén felhasználás a martinfürdőben. Iron Age, 1947. 159. k. 8. sz. 42—45. o.

<sup>19</sup> Az elektrokohászok értekezlete. A. I. M. I. 1948. Metal Progress, 1949. 55. k. 1. sz.

<sup>20</sup> Jude B. Oxigén felhasználása a Martin- és a villamos kemencékben. Iron Age, 1947. 75. k. 10. sz. 74—77.; 221—224., 226. o.

<sup>16</sup> Carb D. OH + O<sub>2</sub> = ? Blast Furnace and Steel Plant, 1948. 36. k. 6. sz. 801—805. o.

<sup>17</sup> Woppen Ch. E. Oxigén felhasználása folyékony betétnél a fürdő mozgatására. A. I. M. I. Open-Hearts Proceedings, 1948. 27—30. o.

oxigénmennyiség 750 m<sup>3</sup>/óra, akkor az átlagos kiégési sebesség 0,023% C/perc, mindkét esetben az oxigén 69%-os kihasználása esetén. Amikor a fürdőben 0,10%-ig terjed a karbontartalom, akkor a széntelenítés sebessége 0,0025% C/perc, a 0,01% C/tonna oxidációra jutó oxigénfogyasztás 0,03—0,06 m<sup>3</sup> között változik (15).

Krómtartalmú betétnél, nagy karbontartalom mellett azt észlelték, hogy a salak felhabzik, ilyenkor a fürdőhőmérsékletet növelték. A salakfröcskölést oly módon csökkentették, hogy helyesen választották meg a csövek méretét, a nyomást, az időegységenként befúvatott oxigénmennyiséget, a csövecskék bemerítési hajlásszögét és a bemerítés mélységét (12). A villamosenergia fogyasztás gyáranként 400—500—525 kW/tonna volt.

A Bowers, South Chicago-gyárakban direkt oxidálással végzett olvasztások átlagos adatait az alábbiakban ismertetjük:

#### Bowers-gyár

Adagok száma .....	1 213
Gyártott acélmennyiség öntecsekben, tonna .....	51 124
Egy adagra eső oxigénszükséglet, m <sup>3</sup> .....	134,8
Fajlagos oxigénfogyasztás m <sup>3</sup> /tonna .....	3,2
Óránkénti oxigénfogyasztás .....	171,0
Széntelenítési sebesség, % C/perc .....	0,023

#### South Chicago-gyár

Adagok száma .....	225
Átlagos adag súlya öntecsekben, tonna .....	45,6
Adagidő, óra .....	6,24
Óránkénti termelékenység, tonna/óra .....	7,32
Energiafogyasztás, kW-óra/tonna .....	484,0
Az olvasztás folytán eltávolított karbon, % .....	0,135
Oxigénadagolási időtartam, perc .....	20,8
Fajlagos oxigénfogyasztás, m <sup>3</sup> /tonna .....	2,0

Az alábbiakban közlünk rozsdáálló acélokra vonatkozó adatokat, melyekben a karbon 0,12%; króm 18,0% és Ni 9,0%:

Átlagos eredmény öntecsekben, tonna .....	78,9
Átlagos adagidő csapolástól-csapolásig, óra .....	11,5
Óránkénti termelékenység, tonna/óra .....	7,25
Átlagos karbontartalom a beolvadás után, % .....	0,163
Átlagos karbontartalom a csapoláskor, % .....	0,10
Krómredukció a betétből, % .....	88,3
Villamosenergia fogyasztás, kW-óra/tonna .....	474,0
Fajlagos oxigénfogyasztás, m <sup>3</sup> /tonna ..	4,6

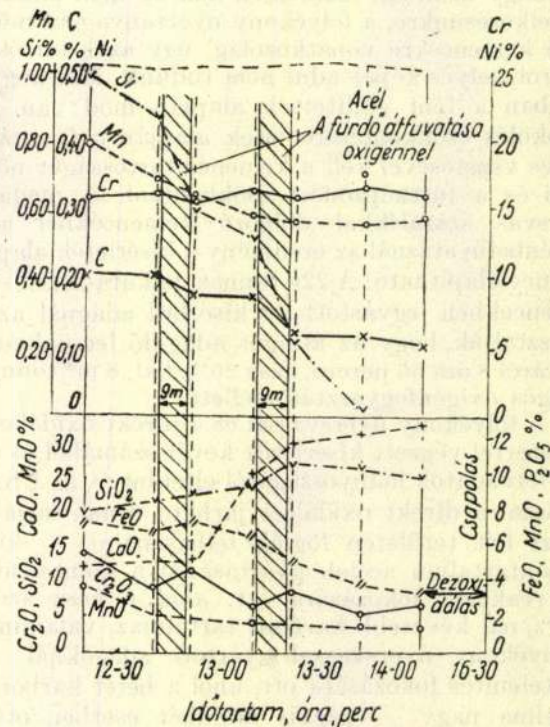
A betét könnyű, nyálábokba kötött, rozsdamentes acélhulladékokból állt.

Egy másik adagsorozatnál a kész acél maximális karbontartalma 0,07—0,08%. A betét 50% rozsdáálló hulladékból állt, a krómredukció 78% volt. A fajlagos oxigénfogyasztás 9,8 m<sup>3</sup>/tonna volt.

Megfigyelték, hogy ha rozsdáálló acélhulladékokat újraolvasztanak a fürdő direkt oxidálási

módszerével, a karbon más elemek előtt, köztük a króm előtt oxidálódik (21, 22, 23).

Ha a szilícium oxidálása céljából ércet adagolnak a betétbe, a fürdő hőmérséklete annyira megnő, hogy a karbonoxidáció nagy sebességgel megy végbe a beolvadás pillanatáig, és ezután már több idő szükséges, hogy a 0,05—0,07% C tartalmat elérjük. A krómoxidáció, ezzel szemben lanyhán folyik le, redukálása a salakból a gyártás végén aránylag gyorsan megy végbe. A krómnak a salakból redukálása darabos szilícium segítségével 20 percet igényel. Meszet nem szoktak hozagolni (19).



21. ábra. A fürdő és salak összetételének változása 100%-os, nagy krómtartalmú betét felhasználása esetében

A 21. ábra szemlélteti a 100%-os, nagyon krómos tartalmú betét összetételének változását. Azon idő alatt, amíg a króm nem oxidálódik, a karbon 0,21%-ról lecsökken 0,12%-ra. A salak kissé bázikus (24).

Nagy krómtartalmú hulladékoknak villamos kemencékben direkt oxidálással való feldolgozásánál az alábbi előnyök mutatkoznak a Martin-eljárással szemben:

1. A krómtartalmú hulladék, különösen a rozsdáálló acél nagy százalékban való felhasználásának lehetőségét.

<sup>21</sup> Mac-Quad Ch. V. Oxigén az acéliparban. Iron and Steel Engineer, 1948. 4. sz.

<sup>22</sup> Eberhard V. Ch. és Brandt I. O. Oxigénbefúvatás a rozsdáálló acélok gyártásánál. Iron and Steel Engineer, 1950. 165. k. 4. sz. 411—418. o.

<sup>23</sup> Illian Fr. Oxigén felhasználása rozsdáálló króm-nikkelacélok gyártásánál. Stahl und Eisen, 1951. 1. sz. 18—19. o.

<sup>24</sup> Nagy krómtartalmú adagok tiszta oxigénnel való frissítése villamos kemencékben. Stahl und Eisen, 1950. 1. sz. 10—21. o.

2. A krómtartalmú hulladékból nagy százaléknál króm redukálásának lehetősége, ami ferro-ötvözetek megtakarítását eredményezi.

3. Ötvöző elemek, mész- és vasérc-fogyasztás csökkentését.

4. Villamos kemencékben a villamosenergia, Martin-kemencékben pedig a tüzelőanyagfogyasztás csökkentését az exotermikus reakciók előidézése által.

5. A termelékenység növelését az adagidő csökkentése által.

6. Megbízhatóbb kémiai összetétel.

7. A fürdőbe befúvatott oxigén és a képződött CO buborékok által előidézett élénk fővés következtében, az acél kisebb gáztartalma (12).

Az utolsó pont alapján igazolást nyer, hogy a direkt oxidálási módszerrel gyártott acél kevés nitrogént tartalmaz.

A 42 tonnás villamos kemencénél a termelékenység 0,4—0,5 tonna/óra volt s azáltal, hogy az adagnál 30 perces időbeli megtakarítást sikerült elérni, ugyanakkor az acél ára is csökkent.

A kísérletek azt igazolták, hogy az oxigén befúvatás nem árt az acél minőségének. Az eredmények azt mutatják, hogy az oxigén-befúvatással gyártott acélok kevesebb oxidzárványt tartalmaznak, mint a járatos módszerrel készült acélok.

## A Tudományos Munkások Világszövetségének budapesti közgyűlése

Szeptember 12—14-ig tartotta Budapesten III. közgyűlését a Tudományos Munkások Világszövetsége. Ez volt az első alkalom, amikor a magyar Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége, mint a Világszövetség tagja vehetett részt a közgyűlésen.

A magyar tudományos élet számára nagy jelentőségű esemény, hogy itt Budapesten üdvözölhettük a Szovjetunió, a népi demokráciák és a nyugati országok tudományos dolgozóit, köztük olyan kiváló tudósokat, mint Frederic Joliet-Curiet, a Tudományos Munkások Világszövetségének elnöke, A. I. Oparin szovjet akadémikust és J. D. Bernal angol professzort, a Tudományos Munkások Világszövetségének alelnökeit.

A Tudományos Munkások Világszövetsége 1946-ban, tehát a II. világháború befejezése után alakult az a célzattal, hogy a háború borzalmas pusztításainak újjáépítésére a világ összes tudományos dolgozóit egységesen mozgósítsa és ezen keresztül a tudományt a népek jóléte megteremtésének szolgálatába állítsa. Éppen ezért alapszabályban lefektetett célkitűzései közül az első helyet foglalja el, hogy a tudományt csak az építés céljaira használják fel és minden olyan irányzatot, amely a tudományt a háborús rombolás céljaira akarja felhasználni le kell törni. Nem véletlen az, hogy a Tudományos Munkások Világszövetségének tagjai legtöbbször atomfizikusok.

A közgyűlés alkalmából tartott értelmiségi nagygyűlésen John Bernal angol professzor hangsúlyozta, hogy a jelenlegi helyzet lehetővé teszi, hogy a kormányok megegyezésre jussanak, ennek megfelelően a lefegyverzés bekövetkezésként és az erőforrásokat a tudomány és az emberi jólét szolgálatába lehessen állítani.

Mind a közgyűlés, mind pedig a résztvevő tudósokkal való beszélgetés alatt tapasztalni lehetett azt az alapvető különbséget, amellyel a tudományt és a tudományos dolgozókat a Szovjetunióban és a nyugati országokban kezelik.

Oparin professzor pl. rámutatott arra, hogy a Szovjetunióban a tudományt nem zárják elefántcsonttoronyba, hanem közközre adják, a gyakorlatban alkalmazzák és így a tudomány eljut a gyárakig, kolhozokig és a dolgozók jólétét szolgálja. Ennek köszönhető az is, hogy a Szovjetunióban először alkalmazták az atomenergiát békés célra, ellentétben az amerikai atomkísérletekkel, ahol amellyel, hogy kizárólagosan az atomenergia rombolási célra való felhasználására törekednek, a hasznosítható energiát elveszni hagyják a Kolorádó folyó habjaiban.

A Tudományos Munkások Világszövetsége eredeti célkitűzéseinek továbbfejlesztését jelentik a közgyűlésen hozott határozatok. A határozat felszólítja a világ tudományos dolgozóit, hassanak oda, hogy országuk kormánya minden lehetőséget kövessen el a nemzetközi elmentések békés megoldása érdekében. Ezzel szabadítsa fel azon nagyszámú tudóst, akik jelenleg a háborús kutatásokkal foglalkoznak a békés élet céljait szolgáló kutatások részére.

A határozat továbbá kimondja, hogy széleskörű propagandát kell indítani a tömegpusztító fegyverek, elsősorban az atombomba és a baktériumfegyver eltiltásáért és meg kell mutatni a tudomány alkalmazásának kettős arculatát: az építés szolgálatába való állítást és rombolást.

Végül a közgyűlés kifejezte tiltakozását a tudományos szabadság és a nemzetközi tudományos érintkezés korlátozására, valamint egyes személyek tudományos vagy technikai alkalmazásának nem, faji, nemzetiségi, politikai vagy vallási megkülönböztetés alapján történő akadályozása ellen.

Egyben felkéri a Szövetség tagjait, informálják egymást a különböző országokban folyó tudományos tevékenységről és a tudományos munkások helyzetéről.

A közgyűlésen résztvevő tudósok eleget téve a Szövetség célkitűzéseinek, előadásokat tartottak, amelyekben ismertették az országokban elért tudományos eredményeket, valamint az ottani felsőoktatás és tudományos képzés problémáit.

Ezek az előadások még jobban megvilágították azt a különbséget, ami a tudósok és egyetemi hallgatók helyzetében nálunk, illetve a nyugati államokban mutatkozik. Az egyik nyugati kutató mérnök pl., aki miután személyesen meggyőződhetett a nálunk folyó tudományos kutatásokról, megismerkedett a Kölcsonyos Gazdasági Segítség Tanácsának fogalmával, amely a nemzetközi tapasztalatcsere egyik legtekélyesebb formája a Szovjetunió és a népi demokráciák között, látta új kutató intézeteinket és kutatási eredményeink gyakorlati alkalmazását, megkérdezte, hogy tulajdonképpen mit is fogunk csinálni mi itt Magyarországon a Világszövetség elveinek megvalósítása érdekében, hiszen minálunk ezek a célkitűzések már megvalósultak.

Megmagyaráztuk neki, hogy nálunk is még nagyon sok a tennivaló. Az új kormányprogram megvalósítása sok feladatot ró a tudományos munkásokra is. Természetesen nekünk nem a kormányzattal szemben kell harcolnunk, hanem a kormányzattal karöltve az eredmények felhasználásáért és a dolgozók életszínvonalának emelésére való fordításáért, amely új kormányprogram munkaközéppontjában áll. Kétségtelenül nekünk sokkal könnyebb a dolgunk, mint a nyugati tudósoknak, mert ha jól dolgozunk, ezzel már eleget teszünk a Világszövetség célkitűzéseinek.

A Tudományos Munkások Világszövetsége közgyűlése arra figyelmeztet bennünket, hogy tennivalóinkat Egyesületünk vonalán se hanyagoljuk el, hiszen éppen az Egyesület az, amelyen keresztül a nemzetközi, elsősorban irodalmi tapasztalatcsere legjobban megvalósulhat minden országok tudományos dolgozóival. Nagyobb lendülettel, több érdeklődéssel kell folytatni egyesületi munkánkat, hogy az elsők között legyünk a Tudományos Munkások Világszövetsége alapszabálya és a budapesti III. közgyűlés határozatai végrehajtásában.

## Kitüntetések

A kohó és gépipari miniszter az alábbi kitüntetett jelvényeket adományozta:

### Kiváló kohász

*Lenin Kohászati Művek*: Gombos János, Terbe László, Kovács János, Jecs Alajos, V. Nagy Gyula, Gönczi Károly, Gaál Zsigmond, Kutassi János, Hajling Gyula, Éliás Zoltán, Makróczy József, Ligeti Sándor.

*Ózdi Kohászati Üzemek*: N. Garda József, Mihali István, Hanyizkó Pál, Széles Dezső, Horémusz László, Stefán István, Szakáll Imre, Bellér István, Bán János, Páeza Lajos, Pázmány László.

*R. M. Művek Acélmű*: Szilágyi Lajos, Perzutti Gusztáv, Márton István, Gere János.

*R. M. Művek Fémű*: Szilvai József, Kreiner Ferenc.

*R. M. Művek Csőgyár*: Tóth József, Balogh Péter. *Borsodnádasdi Lemezgyár*: Kurtán Imre, Kormos Lajos b., Nyerges Péter.

*Lőrinci Hengermű*: Ulicska Pál, Varga Sándor. *Salgótarjáni Acélarúgyár*: Szőke Ferenc I., Szentgyörgyi Antal.

*Magyar Vasötvözetgyár*: Csörge Lajos.

*Metallochémia Vállalat*: Szölgényi Pál.

### Érdemes kohász

*Lenin Kohászati Művek*: Kormos Lajos, Német Albert, Szedlák Dezső, Francuz József, Andresovszky János, Dull János, Mihalik József, Bihari Frigyes, Jáboresik Imre, Csizmarik Pál, Cseh Béla, Balikó József, Prunyi János, Göndör Gáspár, Láng Ferenc, Gelák Sándor, Kovács Tibor, Pallai Gyula, Varga István, Gácsi Sándor, Nagy Mária, Nyikes Imre, Rác János, Gulyás Barna.

*Ózdi Kohászati Üzemek*: Mustos Pál, Jóbi Kálmán, Szabó József, Mészáros Béla, Holló Ferenc, Mikó Sándor, Mitterpach István, Tengely István, Simkó József, Csépanyi B. Albert, Kosári András, Bodnár János, Törő József, Molnár Antal, Lestál B. József, Szakács Miklós, Stumpfinger Jenő, Tóth János, Vámos Sándor id. Strohmayr Pál, Antal János, Csépanyi László.

*R. M. Acélmű*: Kálmán Pál, Juhász Pál, Váradi Mihály, Stégnér Jakab, Szücs Gyula, Prosz Ervin, Scella Ernő, Hajduk István, Kincse István.

*R. M. Művek Csőgyár*: Rakó János, Szegfü Vince, Bártfai László, Fügedi József, Antal Ilona, Péhm Béla, Hadnagy Kálmán.

*R. M. Művek Fémű*: Kreisz Antal, Kristóf Jánosné, Kristóf György.

*Borsodnádasdi Lemezgyár*: Király András, Kiss Imre, Fejes Gábor, Hajdu Ignác, Papp István, Kovács József k., Kurtán Gyula.

*Salgótarjáni Acélarúgyár*: Bulik Kálmán, Puskás János, Klimek Gyula, Ozsvárt Pál, Almádi János.

*Lőrinci Hengermű*: Bognár Gyula, Litványi Béla, Tég Gábor, Kiss István.

*Fémötvöző Vállalat*: Raffai Béla.

*Metallochémia Vállalat*: Magyar József, Temesi József.

*Magyar Vasötvözetgyár*: Orosz Gábor.

### A kohászat kiváló dolgozója

*Lenin Kohászati Művek*: Boronkai István, Papp Dániel, Skultéti Dezső.

*Ózdi Kohászati Üzemek*: Boros István, Mogyoróssi László.

*R. M. Művek Fémű*: Vitkovics József.

*R. M. Művek Erőmű*: Jabronka István.

*Borsodnádasdi Lemezgyár*: Buzás Elemér, Bóta József g.

*Lőrinci Hengermű*: Sárai István.

*Salgótarjáni Acélarúgyár*: Fajd Károly.

*Ötvözőanyagokat Gyártó Tröszt*: Rásztóczyk Ernő.

*Budapesti Tűzállóanyaggyár*: Zitterbarth Edit.

*Vaskohászati Kemenceépítő Vállalat*: Thörész Lajos, Takács József.

*Vas- és Fémhulladék Ipari Vállalat*: Weichardt Dezső.

*Ferroglobus Vállalat*: Székely Mihály.

*Metalloglobus Vállalat*: Rónai István.

*Kohóipari Tervező Iroda*: Szomolányi Tibor.

*Fémkohászati Tervező Iroda*: Köves Elemér.

*Vasipari Kutató Intézet*: Kőrös Béla.

*Kohó és Gépipari Minisztérium Vaskohászati Igazgatóság*: Tóth Pál, Bárczi Béla.

### A kohászat érdemes dolgozója

*Lenin Kohászati Művek*: Négyesi István, Héti András, Molnár Mihály, Mártonyi Sándor, Kórodi József, Kiss László, Brosszmann Pál, Pásztor József.

*Ózdi Kohászati Üzemek*: Bodor Arzén, Lukacsóvics Ferenc, Szmerk László, Fogli József, Balázs Péter, Horváth József, Matusz Árpád.

*R. M. Kovácsolgyár*: Berta György, Gaál Menyhért.

*R. M. Művek Csőgyár*: Turi Károly.

*R. M. Művek Egyedi Gépgyár*: Turi Géza.

*R. M. Művek Erőmű*: Fajta László.

*R. M. Művek Ipari Gázgyár*: Czirják István.

*R. M. Központi Ujítási Iroda*: Erdélyi Antal.

*Borsodnádasdi Lemezgyár*: Tóth Árpád, Kormos Ferenc sz.

*Lőrinci Hengermű*: Szabó István, Kósa Sándor.

*Salgótarjáni Acélarúgyár*: Ósgyári Sándor, Petró János, Kuloványi Ottó.

*M. Vasötvözetgyár*: Juhász György, Batki Károly.

*Fémötvöző Vállalat*: Puskás Béla.

*Diósgyőri Tűzállóanyaggyár*: Battyányi Lajos, Takács Gáspár.

*Magnezitipar Tűzállóanyaggyár*: Stiller János.

*Vaskohászati Kemenceépítő Vállalat*: Zupkó Ferenc, Soós István, Debrődi István, Sáfi Lajos, Müller Rezső.

*Vas- és Fémhulladék Ipari Vállalat*: özv. Gáspár Dezsőné, Pálincás Ferenc.

*Ferroglobus Vállalat*: Bámer János, Jankovics József.

*Metalloglobus Vállalat*: Kaszt János, id. Hölczl István.

*Kohóipari Tervező Iroda*: Szepessy Zoltán, Vasvári Vilmos.

*Fémkohászati Tervező Iroda*: Steindl István, Csonka Vilmos.

*Vasipari Kutató Intézet*: Erdei Károly, Lénárd Károly.

*Kohó és Gépipari Minisztérium Vaskohászati Igazgatósága*: Roszjár Gyula, Tóth Kálmán.

### KOHÁSZATI LAPOK

Felelős szerkesztő: Vajk Péter. — Felelős kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat vezérigazgatója  
Megjelenik: 1400 pld-ban. — Szerkesztőség: VI, Rudas László-u. 45. — Telefon: 129-699.

20951/LD02 - Réval-nyomda Budapest V, Vadász-utca 16 (Felelős vezető: Nyáry Dezső)

# KOHÁSZATI

*lapok*

ALAPITOTTA PÉCH ANTAL 1868-BAN



**11.** SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

---

KOHÁSZATI LAPOK 8. (86.) ÉVFOLYAM 11. SZÁM 225—244 OLDAL BUDAPEST, 1953. NOVEMBER

# KOHÁSZATI LAPOK

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

Szerkesztőség: Budapest VI. Rudas László-u. 45 • Telefon: 129-696, 127-064

Венгерский Журнал Metallургии

Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen • Hungarian Journal of Metallurgy

Revue Hongroise de Metallurgie • Rivista Ungherese di Metallurgia

Főszerkesztő: Komjáthy László • Felelős szerkesztő: Vajk Péter

Szerkesztőbizottság: Árkos Frigyes, Deniflée Sándor, dr. Dobos György,

Felföldi Zoltán, dr. Gillemot László, Jakóby László, Kálmán Lajos, Varga Ferenc

Felelős kiadó: Solt Sándor

## Kohászati Lapok:

<i>Mankher Lajos: Az acélhuzal felületi és minőségi hibái</i> .....	225
<i>O. I. Jacunszkaja és M. N. Sztarovics: Az oxigén felhasználása szilárd betéttel való acélgyártásnál</i> .....	240
Haladó hagyományainkból .....	242
Lapszemle .....	244

## Alumínium

<i>Gyenesné dr. Holló Mária: Szemcsefinomító adalékok és magnézium-ötvtözés hatása a finomított alumínium korrózióállóságára</i> .....	225
<i>Domony András—Várhelyi Rezső: Mangántartalmú alumínium-ötvtözetek gyártásához szükséges ötvözőanyagok előállítása és tulajdonságai</i> .....	236
A hulladékalumínium feldolgozása és rövid helyzetképe .....	242
<i>Varga István: Fémek forrasztása</i> .....	243

## Öntöde

<i>Sajó István—Répás Pál: Magnézium meghatározása az öntöttvasban</i> .....	225
<i>Dr. Barna János—Juhász Zoltán: A bentonit minőségének és a homok fajlagos felületének hatása a bentonit-formázóhomokkeverékek szilárdsági értékeire</i> .....	226
<i>Payer János: Nagyméretű, bonyolult hengeröntvények korszerű gyártása</i> .....	234
<i>Boda Ferenc: Temperálás és gyors temperálás metallográfiai jelenségei</i> .....	238
<i>Hajdu Lajos—Kovács Elemér: Vízüveg forma- és magkészítés új változata</i> .....	243
Öntödei folyóiratfigyelő szolgálat .....	244

KIADJA A NEHÉZIPARI KÖNYV- ÉS FOLYÓIRATKIADÓ VÁLLALAT

Kiadóhivatal: Budapest V, Nagy Sándor-utca 6 • Telefon: 111-091  
Megjelenik havonta • Egyévi előfizetés: 36.—Ft. Egyes példányok ára: 4.—Ft

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Nemzeti Bank 61.770



# KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA

VIII. évfolyam (LXXXVI)

II. szám

1953. november 10

## Az acélhuzal felületi és minőségi hibái

MANKHER LAJOS

Лайош Манкхер:

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ДЕФЕКТЫ И КАЧЕСТВЕННЫЕ НЕДОСТАТКИ СТАЛЬНОЙ ПРОВОЛОКИ

A kész acélhuzal minősége nemcsak a patentozás\* és húzás folyamatától függ, hanem az acél alapanyagának minőségétől is.

Jelen cikk célja, hogy részben tisztázza azokat a feltételeket, melyeket az acélhuzalgyártás az alapanyaggal — a hengerhuzallal — szemben támaszt, másrészt rámutasson az acélhuzal mechanikai és technológiai tulajdonságaira a szövétváltozással kapcsolatban, melyek az acélhuzal patentozása és hideg húzása alkalmával fellépnek.

Ma a feldolgozó ipar, az acélhuzallal szemben, legyen az kötél, rúgó, vagy egyéb rendeltetésű acélhuzal, rendkívül szigorú követelményekkel lép fel, mind szilárdság, mind minőség tekintetében. Ezek elérésére, ill. biztosítására, különösen a jó minőségű acélhuzaloknál döntő jelentőségű maga a hengerhuzal.

Ötéves tervünk minőségi évében, időszerű ezzel a kérdéssel belföldi viszonylatban foglalkozunk.

E munka kizárólag szénacélból, patentozással és ezt követő hideg húzással gyártott acélhuzalokkal, ill. azok alapanyagával foglalkozik. Ezzel a gyártási technológiával készülnek a különböző rendeltetésű (bánya, daru, hajó, repülő stb.) drótkötelek fonására használatos acélhuzalok, továbbá a küllő, gumiabroncs, hangszerhúr és a jóminőségű különböző rendeltetésű rúgóhuzalok jelentékeny mennyisége.

A fenti célra alábbi vegyiösszetételű hengerhuzalok használatosak:

C =	0,3—0,90	%
Mn =	0,3—0,70	%
Si =	max. 0,35	%
P =	max. 0,04	%
S =	max. 0,04	%
Cu =	max. 0,1	%
Ni =	max. 0,1	%
Cr =	max. 0,1	%

Hazánkban az alapanyagaink adottsága miatt max. 0,20% Cu tartalmú acélokkal dolgozunk, ebből is 2 évtized óta jóminőségű acélhuzalokat készítünk.

A) Az alapanyagnál, hengerhuzalnál mutatkozó hibák,

keletkezésük szerint, két csoportra oszthatók:

1. acélműi hibákra,
2. hengerhuzalműi hibákra.

\* A patentozás kifejezést a közhasználati *patentirozás* helyett vezetjük be átmenetileg a Magyar Tudományos Akadémia Nyelvtudományi Intézetének véleménye alapján mindaddig, amíg a műveletet legjobban fedő tiszta magyar szak kifejezést megtaláljuk. Kérjük ehhez olvasóink segítségét. (Szerk. megj.)

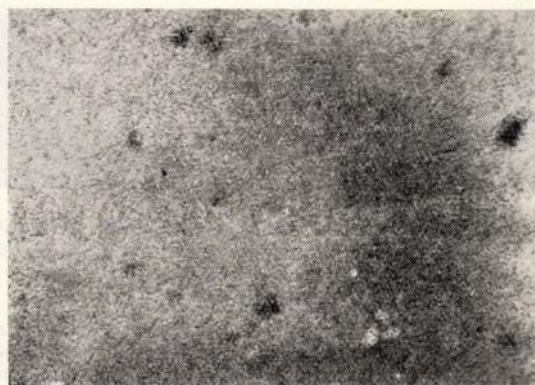
### 1. Acélműi hibaforrások

- a) zárványok,
- b) hólyagok,
- c) ráfolyások (hidegforradások, oxidrétegcszédés),
- d) repedések az öntésen,
- e) egyéb öntési, összetételi hibák (lunker, helyi dúsulások).

#### a) Zárványok

Az acélban fellépő zárványok lehetnek: kemencesalak, dezoxidációs salak, tűzállóanyagok, továbbá mindezek reakció termékei. Kísérletek mutatták, hogy a hengerlés következtében a hengerhuzal hosszában kinyúlt zárványok (salak, szilikátok, szulfidok) a hidegalakítás folyamata alatt elszakadnak, megzavarják a fémalapanyag homogenitását és lerontják a huzal képlékenységét és mechanikai tulajdonságait.

A kemencesalak az acélnak és salaknak a kemencében való mozgása folytán, vagy a csapolónyílásnál való örvénylés, vagy túllejtés, rosszul kiképzett csatorna miatt, vagy csapoláskor a salak túlkorai kifolyása folytán juthat a fürdőbe. Általában az üstben felszínre emelkedik. A kemencesalak a szétporlás folytán többnyire finoman oszlik el, s így elsősorban az acél tisztasága szempontjából jön tekintetbe, különösen a jóminőségű különleges rendeltetésű kötél- és rúgóacélhuzaloknál, melyeknél megszabott a zárványok mértéke (1., 2., 3. ábra).



1. ábra. Oxidsalakzárványok 0,84% C-tart. húzott és lágyított acélhuzal. 1% HNO<sub>3</sub>-alk. 500x. Hosszmetszet.

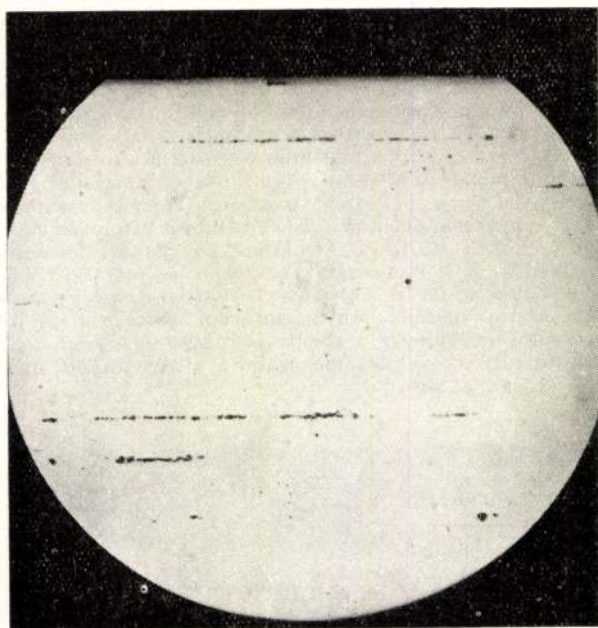
Acélhuzal gyártásnál mellőzendő az alumíniummal nyugtatott öntés, mert az így készült acél a finom és hajszálhuzalok húzását rendkívül megnehezíti, a huzal húzás alkalmával feszültséget kap, szakadozik. Az ilyen acélhuzal minősége is lényegesen rosszabb.

A kén az acélban szulfidok, mégpedig mangán-szulfid alakjában záródmányként jelenik meg. A ki-



2. ábra. Oxidsalakzárványok 0,8% C-tart. patentesztelt acélhuzal, 1% HNO<sub>3</sub>-alk. 500x. Hosszmetszet.

kristályosodás folyamata alatt különválnak, ha az acél nincs kellőképpen redukálva, vagy a kén nagyobb mennyiségű; hengerlés irányában megnyúlt, jelentékeny nagyságú zárványokat alkothat. A mangánszulfid csak melegalakítás esetén nyúlik meg, a hengerelt munkadarab tengelyének hosszában. Hideg alakítás esetén nem nyúlik. A mangánszulfid a fémalapanyagban inhomogenitást jelent és a huzal képlékenysége és mechanikai tulajdonságaira igen hátrányos (4., 5., 6. ábra).



3. ábra. 0,83% C-tart. 1 mm Ø acélhuzal. Orientált, töredezett, elaprózódott oxidsalakzárványok. Maratlan. 100x. Hosszmetszet.

A mechanikai szennyeződés legnagyobb részét tűzálló anyagzárványok jellemzik. Az üstfalazat, a tölsértéglák, dugótéglák, de különösen az alsó öntés csatornatéglái nem mindig képesek ellenállni az acélsugár mechanikus erejének, valamint az öntés kezdetén hirtelen fellépő hőmérséklet változásának, letöredeznek, leszakadnak és az acélba jutnak. Mivel pedig a kokillában a legkritikább esetben van időbeli lehetőség az öntés tetejére jutniok, tehát az ilyen tűzállóanyagokat és ezeknek az acél oxidjaival való reakciótermékeit ott találjuk az öntési kéregben, vagy közvetlenül ez alatt. Az öntési kéregben való megjelenésüket elősegíti (alsóöntésnél) az acélnek a csatornatégla kiömlő pontjánál való örvénylő mozgása, melynek következtében e zárványok az öntés külsejére sodródnak.

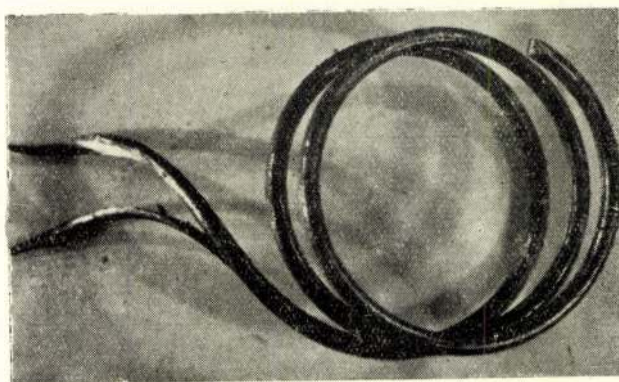
Az alsóöntés a jótulajdonságok egész sorával rendelkezik (öntések tömeges előállítás, kokillák megtöltésének gyorsasága, az öntés tiszta felülete, az üstcsap gyakori nyitása és zárása nem szükséges), azonban a gyártási fogyatékoságok gyakran felülmúlják ennek a módszernek az előnyeit. A lefolyó csatorna figyelmen kívül hagyása Martin-salagnak a csatornatéglákba és a kokillákba hullásához vezet. A beömlő téglacső-csatornában, ha az nem eléggé tömör, a folyékony acél kimossa az illesztékekből a habarcsot. Védekezés a fenti hiányosságok ellen: kifogástalan, jóminőségű téglák



3/a. ábra. Cr-oxid salakzárványok. 0,8% C-, 0,19% Cr-tart. patentesztelt acélhuzal. 1% HNO<sub>3</sub>-alk. 500x. Hosszmetszet.

használata, a tölsér gondos kifalazása, a csatornatéglák pontos illeszkedése egymásba, nem túl magas öntőüstök alkalmazása (kisebb acélnyomás a dugón), tisztaság, alapos kiszáritás, gondos ellenőrzés, öntési hőfok betartása, a mangánoxidul és a téglák közötti káros reakció elkerülésére.

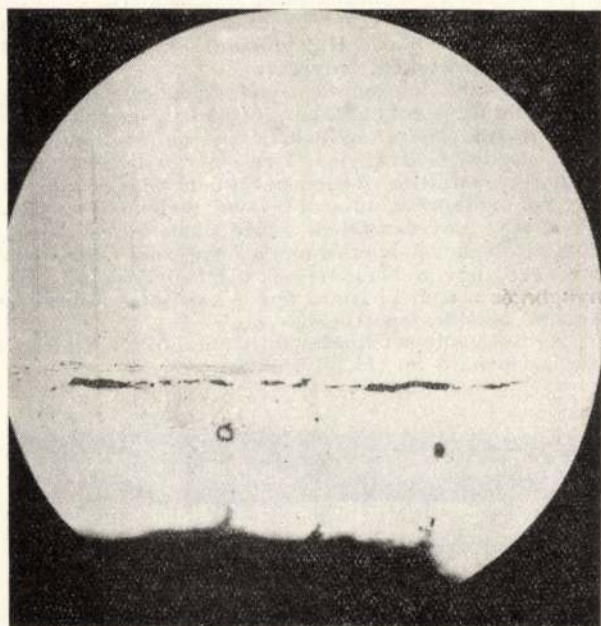
A nem-fémes zárványok eltávolítása céljából az acélnek az üstben történő hűntartását alkalmazzák leöntés előtt. E hűntartás alatt a nem-fémes zárványok a felszínre emelkednek. Hűntartás hiányában a nem-fémes zárványok bekerülhetnek a kokillába, az öntés kikristályosodásakor elkeveredhetnek a dendritek ága között és benmaradhatnak a szilárd fémekben.



4. ábra. Rugófelnyílás.

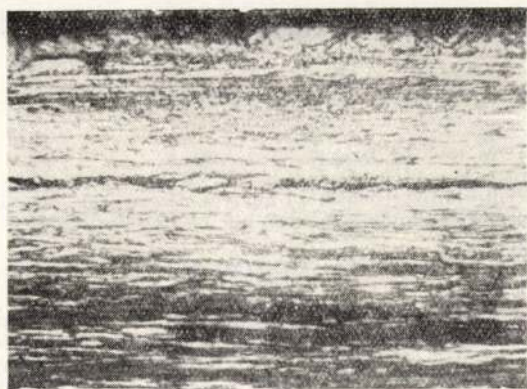
Meleghengerlésnél a nem-fémes zárványok közül azok, amelyek a hengerlés hőmérsékletén képlékenyek (szulfidok, szilikátok) a hengerlés irányában megnyúlnak; azok, amelyek nem képlékenyek (pl. tűzállóanyagrészek) ugyancsak a hengerlés irányában rendeződnek, de széttöredezett állapotban.

Legnagyobb kárt a tűzálló anyagzárványok a hidegképlékeny alakításánál okozzák. A salak, tűzállóanyag, nem rendelkezvén képlékeny tulajdonságokkal, fékezi az acélhuzal anyagának folyását, húzás alkalmával



5. ábra. MnS—MnO zárvány. 0,8% C-tart. húzott acélhuzal. Maratlan. Hosszmetszet.

egyenlőtlen feszültségű állapotú részeket alkot, melyek húzásnál szakadnak, lerontják a mechanikai tulajdonságokat, kiváltják a rétegződést, vagy helyi elcsavardás jelenségeit és az egyes huzalkötegek hosszában egyenlőtlenségeket okoznak.



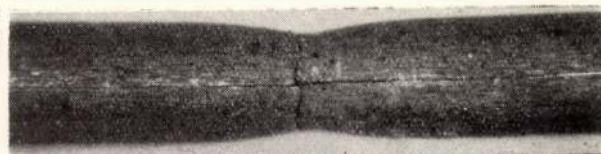
6. ábra. Felületi széntelenedés a MnS—MnO salakzárvány mentén. 0,8% C-tart. húzott acélhuzal. 1%  $MnO_3$ -alk. 500x. Hosszmetszet.

#### b) Hólyagok

Nem teljesen megnyugtatót acélból hólyagok maradhatnak az öntésben. Hólyagok azok a gázoktól eredő üregek, melyek az öntésben egészen határozott szabályszerű elrendezésben, mint „hólyagkoszorú” lépnek fel. A gázhólyagok belső felülete fémes, tiszta, nem oxidált, és így megleghengerléssel (hacsak nem rendkívül mérvű a gázhólyag-kiválás (összeforranak, tömörre válnak.)

Hólyagkoszorú egyébként csak nem csillapított adagnál lép fel, attól függően, hogy a gáznyomás az olvadt acélban a ferrosztatikus nyomást mindjárt a megmerevedés kezdetén, vagy csak a megmerevedési szakasz közepén, esetleg csak végén lépi túl; a leghevesebb gázfejlődéstől kezdve, külsőleg észre sem vehető nyugtalansággal járó hólyagképződésig minden fokozat felléphet. Ebből az is következik, hogy nem kellően csillapított, azaz szilíciozott adagok is hólyagosak lehetnek.

Ferrosziliíciummal teljesen csillapított adagoknál, ha azok nedves hozaganyagoktól, nedves kifolyócsatornától, üstöktől, tölésektől, kokilláktól, nagymennyiségű oxigént és hidrogént tartalmaznak, megmerevedéskor nyugtalanság, hólyagképződés állhat be. A gázhólyagok az acélhengerhuzal legveszélyesebb hibái,



7. ábra. Gázhólyag okozta felületi hosszrepedés. 0,8% C húzott acélhuzal. 5x.

mert hajszálrepedések okozóivá válhatnak. A gázhólyagok a felszínhez közel elhelyezkedve, a hengerléshez történő felhevítés alatt a fémburoknak revévé történő átalakulása után, a felszínre kerülnek és hengerlés esetén megnyúlva, vékony hajszálrepedéseket képeznek, melyek a hengerhuzal mélyébe húzódnak be.

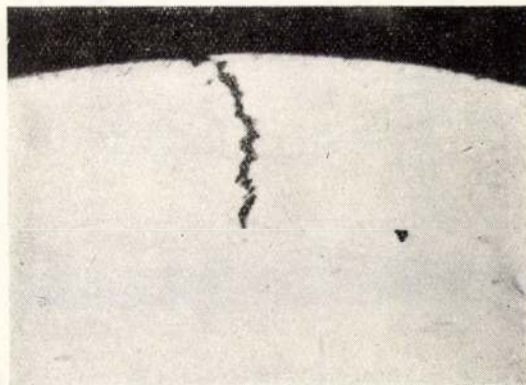


8. ábra. Húzásnál felnyílt gázhólyag okozta felületi hosszrepedés, 1%  $HNO_3$ -alk. 100x. Keresztmetszet.

A hengerhuzal e hibája nem ismerhető fel a huzal egyszerű külső vizsgálatánál, hanem csak csavarási próba, maratás, vagy meleg zömítő próba alkalmazásával vehető észre.

A gázhólyag okozta hosszrepedések helyi jellegűek, nem húzódnak a hengerhuzal karika egész hosszán végig (7., 8., 9. és 10. ábra).

Ha hajszálrepedéses acélhuzalból rúgót készítenek, annak munkaképessége erősen csökken. Ha külső erő hat a rúgóra, úgy az érintőleges és a tengelyirányú



9. ábra. Szélről kiinduló repedés. Húzásnál felnyílt gázhólyag. Maratlan. 250x. Keresztmetszet.

igénybevétel hatására létrejövő eredő erő a rúgó periódikus megterhelése közben a hibás, hajszaárpédéses helyeken koncentráldik, túlterhelés, majd ennek következtében, fokozatos szétrepedés következik be, mely időrel-időre növekszik, és a „fáradtsági törés“ néven ismert pillanatszerű gyors törésbe megy át. Ilyen hibák előfordulnak a kötélacélhuzalban is, ha a dolgozó kötélen szakadási gócpontok képződnek az ismétlődő változó előjelű megterhelések hatása alatt.

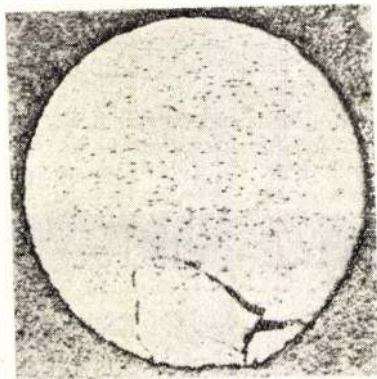


10. ábra. Felszín alatti összeforrott hólyagok. 100x. Hosszmetset.

A hajszaárpédések nem kisebbitthetők és nem szüntethetők meg megleghengerléssel, ellenkezőleg, csak növekednek. Hajszaárpédések csak a Martin-üzem rendszabálya által hárihatóak el. A fenti hibák az öntések hántolásával, kismértékben pneumatikus vágás és csiszolás alkalmazásával távolíthatók el. E hibák az öntések és bugák felületének alapos vizsgálatánál rendszerint észrevehetőek.

c) *Ráfolyások (hidegforradások, oxidrétegződés)*

Ráfolyások, vagy más néven hidegforradások alsó öntés esetén lépnek fel, ha az öntés hidegen, vagy kellenél kisebb emelkedési sebességgel történik. Az alsó-öntés csatornatégláiban erősen lehül az elsőnek beömlő acél, s ez fedőréteg keletkezését okozza az emelkedő öntecs tetején. Ez a kéreg azután a kokilla falán elakadhat, a felfelé nyomuló acél áttöri, vagy a kokilla falához szorítja és az átáramló acél túlfolyik rajta. Ha a megszilárdult és oxidált kéreg nem olvad fel, úgy az oxid-

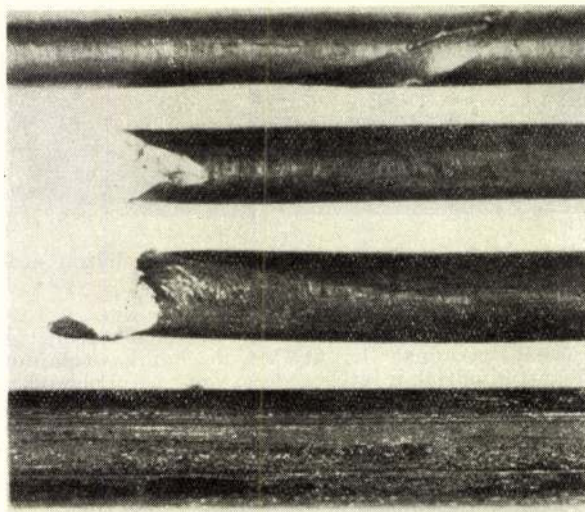


11. ábra. a) Behengerelt ráfolyás. 4,8 mm  $\varnothing$ , 140 kg/mm<sup>2</sup> szak. szil. acélhuzal. Oxidsalakzárványok. Maratlan. 10x. Keresztmetset. b) Behengerelt ráfolyás, hajlításnál felnyílt. 1x.

hártya az öntecs homogenitását megszakítja, és hidegforradás vagy ráfolyás vagy oxid rétegződés néven anyagszétválást okoz. Hidegforradások fellépte különösen kis öntecseknél fenyeget.

Fenti hiba képződése összefügg a folyékony acél habzásával is. A kokilla falára jutott hab (nagy fröccsenések) nem kielégítő kokillakenés esetén a fal felületére tapad, és oxidálódva, nem forr össze a leöntött fém-tömegeg, miáltal az öntecsen felületi rétegek képződnek. Az oxidhártya az acél C-jával reakcióba lépve, a fejlődő CO következtében hólyagokat is előidézhet. Ha a ráfolyás a hengerlés előtti hevítésnél nem alakul át revévé, úgy a hengerlésnél behengerlik az alapanyagba és a nem kielégítő fémes kapcsolat miatt esavarásnál elválik, lepattogzik.

Az ilyen súlyos felülethibás hengerhuzal acélhuzallá nem dolgozható fel (11., 12. ábra).



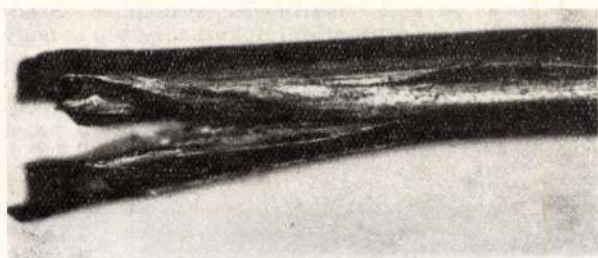
12. ábra. Húzásnál felnyílt behengerelt ráfolyás. 2x.

d) *Repedések az öntecsen*

Megkülönböztetünk a) keresztirányú (zsugorodási), b) hosszirányú megrepedéseket és c) feszültségi repedéseket.

A megrepedések keletkezését így magyarázhatjuk:

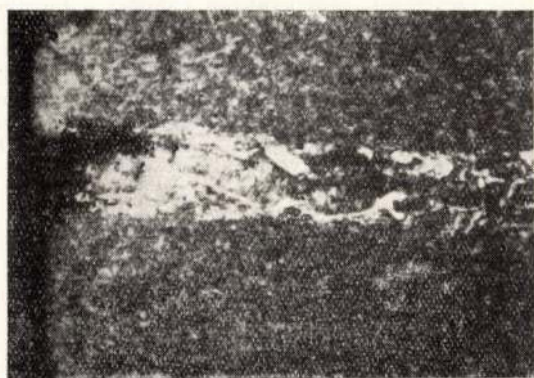
A folyékony acélnak a kokillában megmerevedésekor a legelőször megszilárduló külső kéreg csak addig nyomódik a kokilla falához, amíg a ferrosztatikus nyomásnak még nem tud ellenállni. Amint ez a réteg már ellenállani képes a folyadéknyomásnak, az összehúzó-dás a kokillafaltól való elválást okozza. Ez a leválás az öntecs alján korábban következik be, tekintettel az öntő alaptábla okozta erős hőelvonásra. A folyadék-oszlop az ily módon keletkező „edényt“ az öntőtáblára nyomja, tehát az öntecs kényszerűleg lefelé húzódik össze, miközben a kokillafal az öntecs fejét rögzítve tartja. Ennek folytán húzófeszültségek lépnek fel, melyek a még csekély szilárdságú kéregben keresztrepedéseket (keresztirányú megrepedések) váltanak ki. E folyamatot elősegíti az acélnak a kokillafalal való esetleges összeforrása, különösen akkor, ha az acélsugár a kokilla valamelyik falához közel áramlik, továbbá ha az acél túlfolyik a kokilla felső élén, vagy ha a csatornatéglák túl magasra falazottak. E két esetben ugyanis, felül, ill. alul „szakáll“ képződik, az öntecs függve marad, húzódása akadályozott. F. Pacher szerint a külső kéregre közvetlen rázuhanó acélsugár is keresztrepedéseket okozhat. Tapasztalat szerint a keresztrepedések az öntecs alsó részén lépnek fel, kiterjedésük korlátozott. Védekezés: kifogástalan kokilla alkalmazása, az öntőtáblák gondos előkészítése, kokillák gondos ráhelyezése, nem túlnagy öntési hőfok és öntési sebesség. Lényegesen súlyosabbak a hosszirányú megrepedések, mivel ezek többnyire mélyen behatolnak az öntecs



13. ábra. Csavarási próbánál repedt acélhuzal. 3x.

belsejébe. Keletkezésükkel kapcsolatban elsősorban ismét rá kell mutatni arra, hogy a kokillafalon keletkezett kéreg leválása és összehúzódása folyamán a ferrosztatikus nyomás, különösen hosszú öntecseknel, állandóan növekszik és ha túllépi a kéreg amúgy is kis szilárdságát, úgy hosszrepedés keletkezik, amely mindaddig növekszik, amíg a [folyadéknyomás] nő az öntés alatt.

Védekezés: helyesen méretezett kokilla-alak és nem túlforró öntés (13., 14. ábra).

14. ábra. Repedés, felületén széntelenedéssel. 1% HNO<sub>3</sub>-alk. 100x. Keresztmetszet.

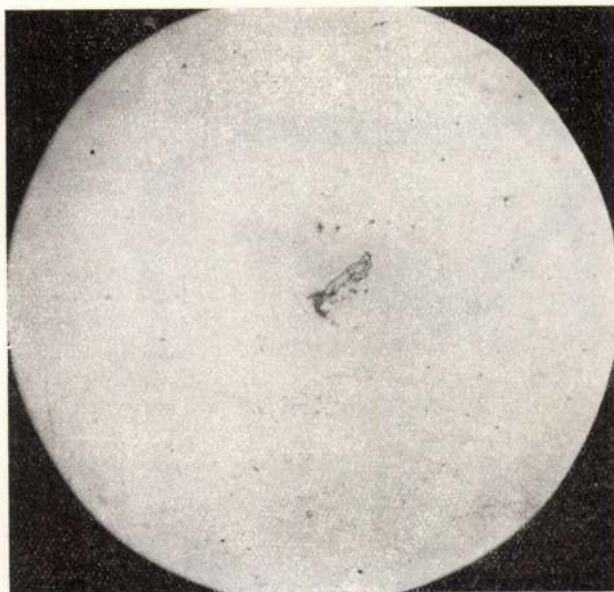
## e) Egyéb öntési hibák

Zsugorodási üregek (lunker, odvasság). Zsugorodási üregek az acél térfogatcsökkenése eredményeként jelennek meg a folyékony állapotból a szilárd állapotba történő átalakulásakor. Mivel ez a jelenség nyugtatott acél leöntésekor elkerülhetetlen, gondoskodni kell az öntésre ráhagyandó részről (felöntés, öntési fej), melyet a hengerlés alkalmával eltávolítanak. Ha az öntés magasságának és vastagságának aránya helyes, akkor jól kiszáritott felöntőfejek alkalmazásával és a folyékony acél elég nagy hőmérséklete esetén a zsugorodási üreg a felöntésben helyezkedik el.

Zsugorodási üregeken kívül számolni kell még azzal, hogy az öntecsben a zsugorodási üregeknél mélyebben kisebb vagy nagyobb mélységben helyezkedik el a másodlagos odvasság, ami élesebben mutatkozik meg abban az esetben, mikor a kokilla lefelé szélesedik. Mind

a felső-, mind az alsó öntési módszernél a másodlagos odvasság erősen lecsökken, ha a kokilla felfelé szélesedik.

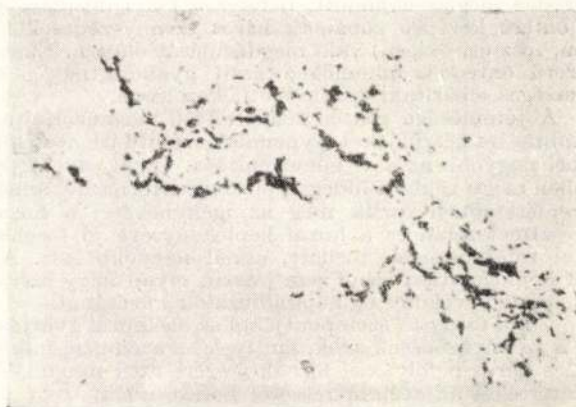
A zsugorodási üreg hengerlésnél nem heged össze, gyengíti a hengerhuzal keresztmetszeti és hosszmetzeti szelvényét, lerontja a szakítószilárdságot és a mechanikai tulajdonságokat, helyi elcsavarodásokat okoz csavarási próba esetén, továbbá a „kagylós törés” előfeltételét képezi, elősegíti a tengely hosszában történő rétegződést, berepedést csavarási próba esetén. A kagylós törés létrejötté az esetek többségében a zsugorodási üregek tudható be. A másodlagos odvasság húzás alkalmával abban mutatkozik meg, hogy a huzal központi



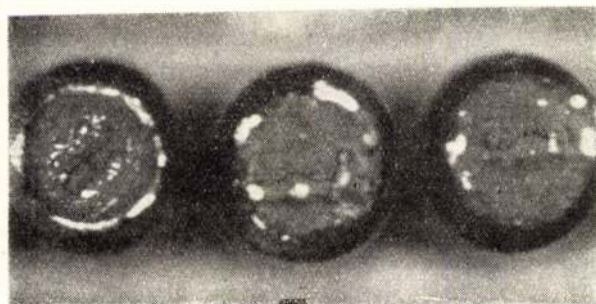
15. ábra. Lunker. 0,8% C-tart. húzott acélhuzal. Maratlan. Keresztmetszet.

rétegei, melyek főleg húzóigénybevételnek vannak kitéve, gyorsan elhasználják képlékenységi tartalékaikat és a huzal ha el is bírja szakadás nélkül az utolsó átmérőre történő húzást, rossz mechanikai tulajdonságokkal fog rendelkezni. A húzás nem fedi rögtön a zsugorodási üreget, de a huzal mechanikai tulajdonságai a huzal egész hosszában nem lesznek egyformák. Vékony átmérőjű és hajszál-acélhuzalok húzása belehengerelt zsugorodási üreg mellett gyakori szakadásokat és a mechanikai tulajdonságok erős leromlását okozza.

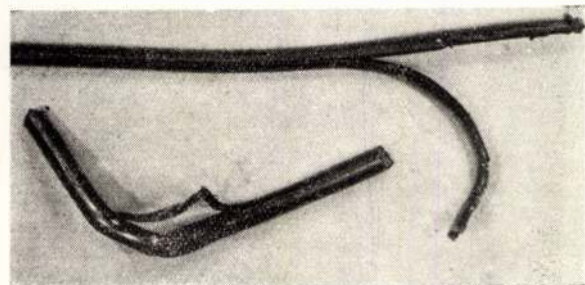
Zsugorodási üregek a hengerhuzal csavarási próbájával kimutathatók (különösen alkalmas a váltakozó irányú csavarási vizsgálat) (15., 16., 17., 18., 19., 20. ábra).



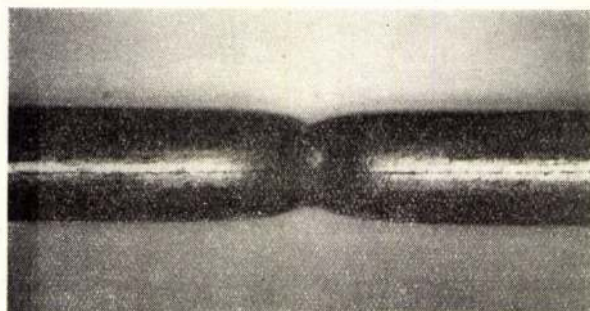
16. ábra. Lunker a karika elején. 0,8% C húzott acélhuzal. Maratlan. Keresztmetszet.



a) 10x



b) 1x



c) 5x

17. ábra. Lunker 0,15% C-tart. hengerhuzalból gyártott 3 mm  $\varnothing$  acélhuzalban, 1%  $\text{HNO}_3$ -alk.

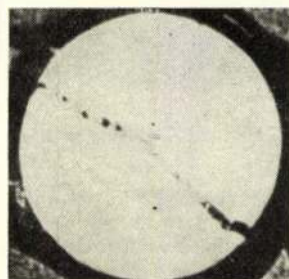
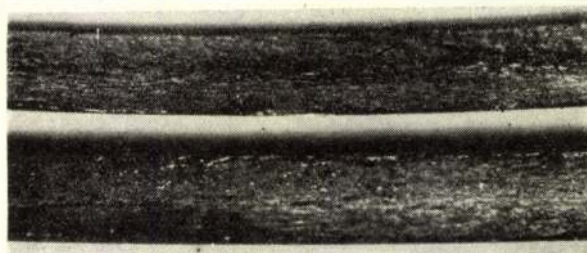
*Helyi dúsulás* jelensége nagy öntecsekben erősebben lép fel, mert nagyobb méretű öntecseknek keresztmetszetben nagyobb az inhomogenitása. Ehhez viszonyítva a kisméretű öntecseknél a gyors kikristályosodás következtében nem lehet észrevenni azt, hogy a folyékony fázisban ilyen nagy mértékű differenciálódás állna be. Ezzel szemben a nagy öntecsekben a kikristályosodás meglágyabbodik, befolyása helyi dúsulást és az öntecs középső zónáinak káros szennyeződésekben (kén, foszfor, oxigén) való megdúsulását okozza. Nagy méretű öntecsek inhomogenitásait gyakorlatilag nem lehetséges elhárítani semmiféle hőkezeléssel.

A jóminőségű fontos rendeltetésű acélhuzalfajták előállítására készülő acél egyneműsége döntő jelentőségű. Minél nagyobb az acél homogenitása, annál egyenletesebben megy végbe a hideg képlékeny deformáció, annál egyenletesebben oszlik meg az igénybevétel a huzal keresztmetszetén és a huzal képlékenysége jó, mechanikai tulajdonságok mellett, annál nagyobb lesz. Az acél homogenitása sehol sem játszik olyan nagy szerepet, mint a vékony és hajszálhuzalok húzásánál.

*Vegyai összetétel* szempontjából az acélhuzal gyártásánál a szennyeződések azok, amelyek az acélhuzal minőségére káros befolyással bírnak s ezért ezek maximális határértékei az acélmű részéről betartandók.

A kén az acél vöröstörését, a fém rozsdásodását idézi elő, megnehezíti a huzal ónozását, horganyzását.

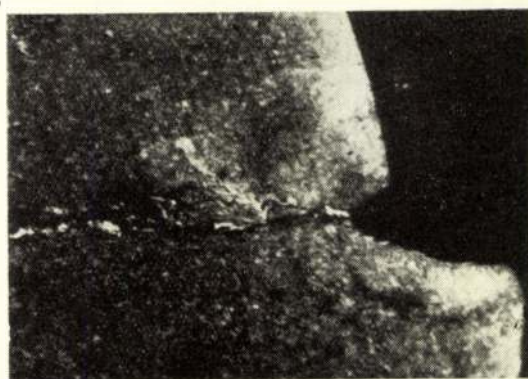
A foszfor az acél szilárdságát, — minden századszázalékára kb.  $0,7 \text{ kg/mm}^2$ -rel fokozza. Közép és nagy C tartalmú acélhuzal ha a P tartalmat 0,08%-ig fokozzuk, hideg törékennyé válik, az acél hidegképlékenységet lerontja. A P tartalom káros az acélban való egyenlőtlen eloszlása miatt. A foszfor megnehezíti a huzal pácolását és védőfémekkel történő bevonását.



18. ábra. Hosszában felnyílt acélhuzal. 3x—10x.

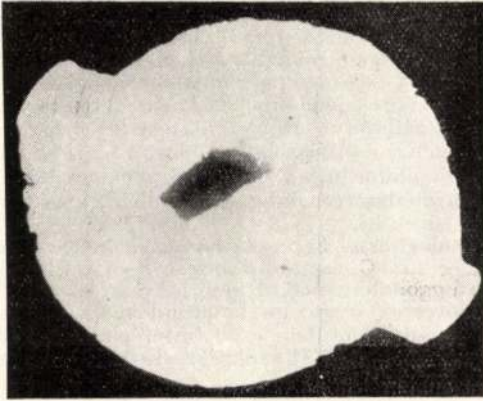
A króm az acélhuzal szilárdságát fokozza, azonban az acélhuzal mechanikai értékeit nagymértékben roncja. Az acélhuzal patentozásánál lassítja az ausztenit izotermikus szétesését, ami gyakran előidézheti a huzalban törékeny martenzit-szakaszok keletkezését. Ézért a króm sem a kötél-, sem a rúgóhuzalban nem kívánatos.

A réz acélhuzal gyártásánál szintén nem kívánatos, annak ellenére, hogy 0,2% Cu tartalom az acélnek korrózióval szembeni ellenállását 4—5-szörösre fokozza, mert a réz az ausztenit izotermikus szétesését még nagyobb mértékben akadályozza, mint a króm.

19. ábra. Hasadást előidéző lunker. 100x. 1%  $\text{HNO}_3$ -alk. Keresztmetszet.

Az öntecseknél előforduló hibalehetőségek felsorolása után rá kívánunk mutatni az öntecsek előkészítésére a további megmunkálásokhoz.

Acélhuzal gyártásánál általában nyugtatott adagokkal dolgoznak. Nyugatott acél öntecseit, még a kereskedelmi minőséget is, tisztogatni szükséges. Acélhuzal öntecseiivel szemben — még felületileg is — különleges követelmények állanak fenn, ezen öntecseknek pneumatikus vágókkal való tisztítása csak egészen gondosan öntött, igen tiszta alsóöntésnél elegendő.



20. ábra. Lunkerkes hengerhuzal erősen elhengerelt szelvényvel, 10x. Keresztmetszet.

Jóminőségű kötél- és általában rúgóhuzaloknál az öntecs teljes felületének megmunkálása szükséges. A megmunkálás forgácsolással történjék; kerek és négyszögű öntecseknél esztergályozás; nyolcszögű vagy nagyméretű négyszögeknél gyalulás útján. Ha valamely öntecs egyszerű átesztergályozás után nem

3. öntecsminták készítése és a vizsgálat a zsugorodási üreg elhelyezkedési mélységének a hólyagok nagyságának, mennyiségének, elhelyezkedésük jellegének és helyi dúsulásos zónáknak (Baumann-lenymomat és makromaratás) feltárására.

4. További megmunkáláshoz való továbbítás előtt a felület tisztaságának és hibamentességének gondos ellenőrzése.

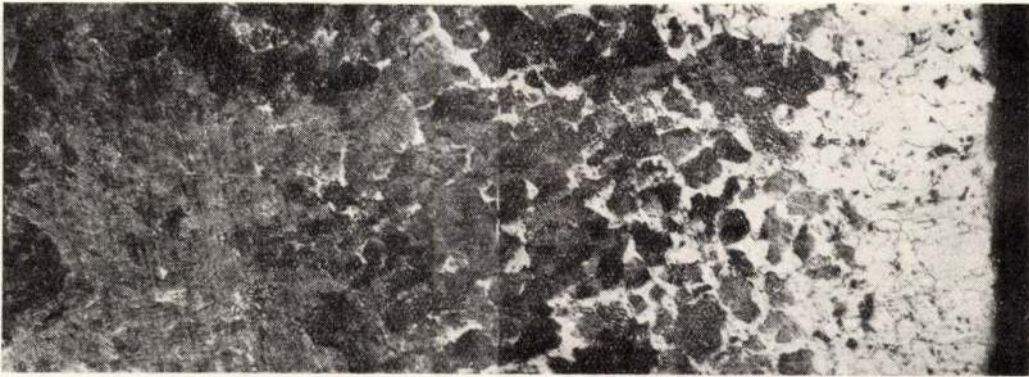
## 2. Hengerlési hibaforrások

- a) Melegítési hibák, felületi elszéntelenedés,
- b) Hengerlési gyűrődések, ráhengerlések, karmolások.
- c) Szelvényhibák.

### a) Melegítési hibák

Az acélhengerhuzal egyik legveszedelmesebb hibája különösen a nagyobb C tartalmú acéloknál a *felületi elszéntelenedés*, mely az acélhengerhuzalon semmiféle látható felületi sérülést nem okoz és az acélhengerhuzalok vizsgálatánál jelenleg használatos módszerek (esavarási próba) mellett nem mutatható ki.

A felületi elszéntelenedésnek az acélhuzalra gyakorolt káros hatására bővebben térünk ki. Az irodalomban, sőt üzemi szakemberek között gyakran lehet találkozni olyan véleménnyel, hogy az acélhengerhuzal elszéntelenedése nem túlságosan veszélyes, mivel a henger-



21. ábra. 0,3 mm mély, rendkívül erős felületi széntelenedés. 0,8% C hengerhuzal, 1% HNO<sub>3</sub>-alk. 100x. Keresztmetszet.

mutatkozik kifogástalannak, úgy vagy még egyszerű esztergályozandó, vagy hacsak egyes helyeken láthatók salak- és pórusfészkek, úgy ezeket a helyeket gondosan kivágnák. Ha másodszori esztergályozás után sem tiszta az öntecs felülete, a salakfészkek mélyek, ily öntecseket ki kell selejtezni, acélhengerhuzallá kihengerelni nem szabad.

Utóbbi időben széles körben alkalmazzák az öntecsek ú. n. lángtisztítását. A felület tisztításának ez a módja, acélhuzal céljaira szolgáló öntecseknél nem felel meg. Lángtisztítást csak kis C tartalmú acéloknál (0,4% C alatt) alkalmazzák. Nagyobb C tartalmú acéloknál az elszéntelenedés veszélye, valamint esetleges feszültségi repedések fellépte az alkalmazását kizárják. Ennél az égető eljárásnál az égő nyugtalanra válása jelzi ugyan a lyukacsot, hólyagot vagy salakot, de mégsem biztosítja azt a felületi minőséget, mint az öntecs átesztergályozása.

A tisztító munka súlypontja az öntecstisztításon legyen, mert az öntecs hiányos letisztítása a bugák és más hengerelt áruk tisztítási vagy köszörülési munkájában megsokszorozva jelentkezik.

A tisztítást megelőző maratásnak (savas fürdőben történő pácolás) nagy előnye, hogy a rákövetkező rozsdásodás a hibás helyet felfedi és így a tisztítók munkáját elősegíti.

Acélhuzal céljaira szolgáló öntecsek gyártásánál acélműi vonalon következő ellenőrzést ajánlják:

1. az adag kémiai elemzése,
2. szemcsenagyság megállapítása,

huzal és az acélhuzal a húzás további fokozatain jól nyúlik. Sőt néha azt is olvashatjuk, hogy felületi elszéntelenedés hasznos, mert a hengerhuzal felületén hurkot képez, mely főleg ferritből áll, ami húzás esetén kenőanyagként szerepel. Lehetséges, hogy az acélhuzal gyártásának szempontjából a kérdés ilyen feltevése helyénvaló, azonban acélhuzaloktól nemcsak jó megmunkálhatóságot, minőségi értékeket követelünk, ha-



22. ábra. Közepes felületi széntelenedés. 0,8% C hengerhuzal, 1% HNO<sub>3</sub>-alk. 100x. Keresztmetszet.



22/a) ábra. Gyenge felületi széntelenedés. 0,8% C hengerhuzal. 1% HNO<sub>3</sub>-alk. 100x. Keresztmetszet.

nem azt is, hogy felhasználásánál — legyen az kötél vagy rúg — a gyakorlatban fellépő váltakozó jelű terheléseket is jól bírja, és az általánosan ismert „anyagkifáradás” idő előtt be ne következzen. Ez vonatkozik különösen a jóminőségű, felelősségteljes rendeltetésű acélkötélhuzalokra és rúgóhuzalokra, melyeknek a fellépő igénybevételek jellegének megfelelően nem engedhető meg felületi elszéntelenedett kéreg (21., 22., 23. ábra).



23. ábra. Helyi, nem összefüggő felületi széntelenedés. 0,6% C hengerhuzal. 1% HNO<sub>3</sub>-alk. 100x. Keresztmetszet.

Ismeretes, hogy a kifáradási szilárdság annál nagyobb, minél nagyobb a szakításhoz szükséges és a folyási határ. Zubov szerint az elszéntelenedett acélhuzalnak ugyanolyan kifáradási szilárdsága van, mint a vas-huzalnak.

Ily módon, tekintet nélkül a nagyszilárdságú huzalmagra, amely nagy széntartalmú és tökéletesen egyenletes elosztású ferritből és cementitből áll, a vékony ferritből álló felületi zóna jelenléte döntő szerepet játszik az olyan alkatrészek szilárdsága szempontjából, melyek váltakozó előjelű terheléssel dolgoznak. Ez a réteg teljesen hatástalanítja a huzalmag kedvező hatását, ami azzal magyarázható, hogy a huzal felszíni rétegei szenvedik a maximális igénybevételeket és következésképpen ezek a rétegek a legkritikusabbak a huzal szilárdságára. Az esetek egész sorában rúgók éppen az elszéntelenedett réteg jelenléte miatt törnek el. Elsősorban a leggyágyabb rész fárad ki, a fáradási repedések az elszéntelenedett felületen következnek be és azután a huzal töréséhez vezetnek.

Mint a fentiekben látható, jóminőségű kötél- és rúgóacélhuzaloknál döntő jelentőségű a felületi elszéntelenedésmentes acélhengerhuzal. A hengerhuzal felületi elszéntelenedése helyi vagy általános jellegű lehet. Ennek elkerülésére a hengerlés előtti melegítésnél a kemence tüzelésének menetét úgy kell vezetni, hogy az elszéntelenedés minimális legyen. Ez vonatkozik mind

az öntecs, mind a buga melegítésére. Ezért kívánatos, hogy a hengerművek termékeinek fokozottabb minőségi ellenőrzése céljából a fenti fontos acélhuzalféleségek gyártására szolgáló bugákra és hengerhuzalokra vonatkozó gyártási technológia előírása kiegészítést nyerjen a felületi széntelenedés mélységének kötelező vizsgálatával; megállapítva az elszéntelenedés megengedhető nagyságát. Ezzel kiküszöbölhető lesz a fenti okból keletkező selejt előfordulása, amely a jelenlegi használatos vizsgálati módszerrel (csavarási próbán) a hengerhuzalon nem tűnik ki.

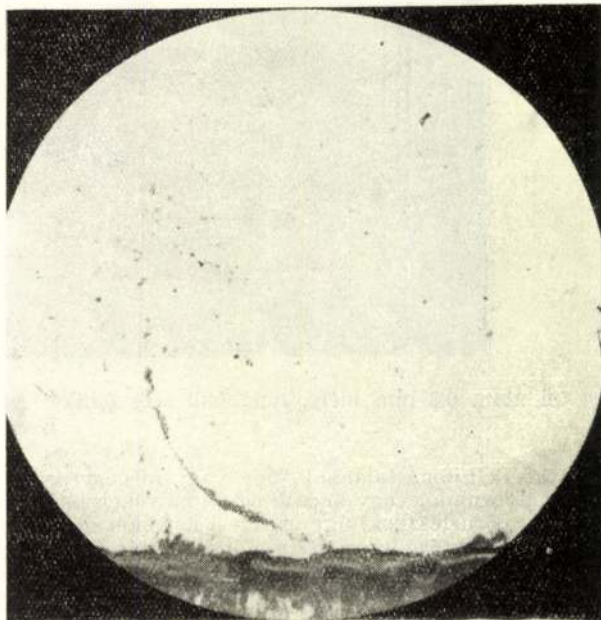
A melegítéssel kapcsolatban meg kell említenünk, hogy míg kis C tartalmú közönséges acélöntecseket minden aggodalom nélkül hevíthetünk, a nagy C tartalmú öntecsek óvatosan hevítendőek, ez okból kerülendő a tolokemencében ezen öntecsek egymásra halmozása és kihűzés előtt szükséges, kellő időben az öntecsek átforgatása.

Ugyancsak nagy gond fordítandó a kezdeti és befejezési hengerlési hőfok betartására.

#### b) Hengerlési gyűrődések, ráhengerlések stb.

Behengerlés, ráhengerlés a megelőző üreg túlságos kitöltése folytán előállott sodor, sorja, varrat áthajlítása és behengerlődése által áll elő. A ráhengerlés jellegzetesége a megzavart szál (szemcesor) elrendeződése, felületen pikkelyes, hosszan elnyúló folytonossági hiány.

Ráhengerlés a hengerhuzal csavarási próbáján figyelhető meg egyoldalú vagy kétoldalú rétegben le-

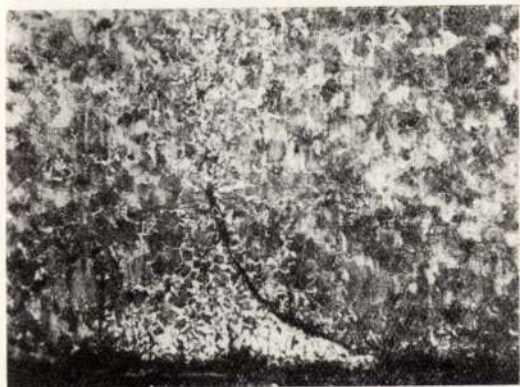


24. ábra. 0,8% C hengerhuzal. Maratlan. 100x. Keresztmetszet.

váló spirális szalagok formájában, melyek a mintadarab felszínén haladnak. Kisebb sodor esetén a következő üregben a sodor nem hajlik el, hanem benyomódik a hengerelt anyagba, hajszálrepedést alkotva, melyet a „hólyagok” fejezet alatt ismertettünk (24., 25., 26., 27., 28. ábra).

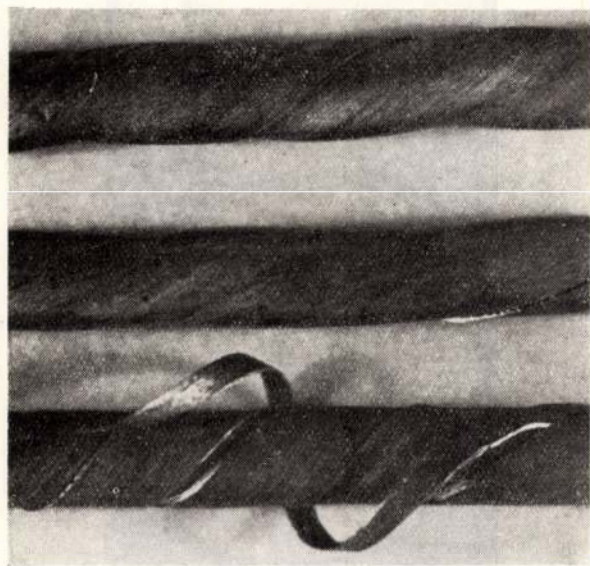
E csoportba tartoznak a nyílt és behengerelt karmolások. Ezek erőbehatás okozta sérülések, melyeket ha nyitottak, úgy a kész üreg, ha pedig zártak, úgy előüregek eresztékei, vezetőpofái vagy tartókései okozhatnak. H. Cramer szerint üregezés okozta és nyomási repedések is előfordulhatnak. Szerinte nagy hengerlési sebesség hamar durvává teszi az üregeket apró ráfordások folytán. A ráfordások a hengerelt árun benyomódásokat hoznak létre, melyek a henger és rúd között elcsúszás folytán különösen minőségi acélokban finom repedéseket okoznak. E repedések a következő üregeknél összenyomódnak, ráncolódnak és az új üreggyűrődési repedéseket okozzák. E repedések rövid vagy





25. ábra. Ráhengerlés. 0,8% C hengerhuzal, 1% HNO<sub>3</sub>-alk. 100x. Keresztmetszet.

hosszúra nyúlt méretben is fellelhetők. A vékony oxidréteggel kitöltött repedések annyira finomok, hogy csak erős maratás útján válnak láthatóvá, ami megnehezíti felfedezésüket, de a védekezést is. Védekezés a hengerüreges állandó felügyelete és kellő időben való tisztítása, cseréje (29., 30. ábra).



25/a. ábra. Csavaró próbánál előtűnt behengerlési repedés. 3x.

### c) Szelvényhibák

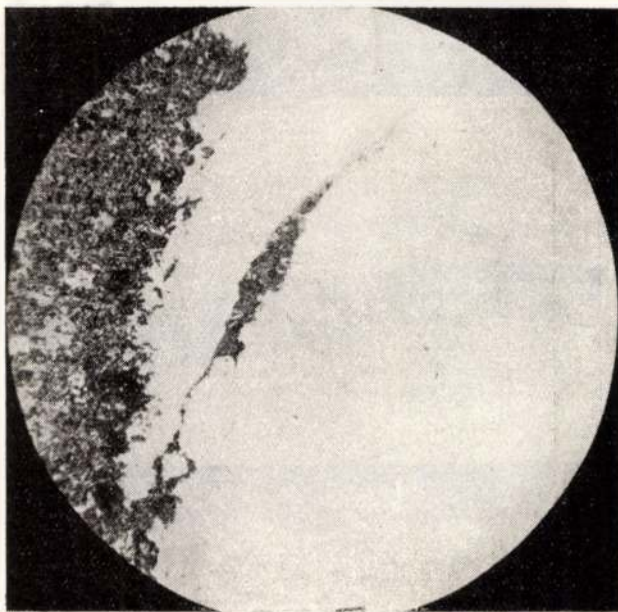
Ide tartoznak a körszelvénytől eltérő szabálytalan sarkas, ovális profilok. Okai: csapágyazási hiba, több szál hengerlése után, ha kevesebb szál fut és a csapágy nyomás, mely több szál esetén megfelelő szelvényt adott, a kevesebb szálat oválisra nyomja. Kis hengerlési hőfok. Helytelen hengerbeállítás, az üregek eltolódása. Ovális profil esetén a hideg alakítás első szakaszában a hengerhuzal azon felszíni rétegét, mely az ovál nagyobb méretén, tehát legnagyobb felületi görbültségű részén — ellentétben a szabályos körprofil esetén fennálló egyenletes fogyással — nem nyomófeszültség, hanem kettős deformáció — húzás és hajlítás éri (31., 32. ábra).

Mikor a profil körkeresztmetszetet vesz fel, a felszín egyenletes deformációja következik be, de a húzás alkalmával a kerület egyes részeinek késlekedése következtében a profilban egyenlőtlen feszültségi állapot lép fel, mely az acélhuzal mechanikai tulajdonságainak csökkenését okozza.

Zubov szerint jelentékeny ovalitás esetén a hengerhuzal legkisebb rejtett hibái (az igen finom kis hajszál-repedések), melyek a felülethez közel vannak és hajlító igénybevétel szenvednek, ezeken a részekben levő nagy koncentráltóságuk miatt jelentős mértékben megnövekedhetnek és a huzal használhatatlanná válását okozzák.

Hengerhuzal gyártással kapcsolatban a következő ellenőrzést ajánlják hengerműi vonalon:

1. Kemence-atmoszféra és felhevítési előírás betartásának ellenőrzése az előgyártmány hengerhuzallá való hengerlése előtt.



26. ábra. Behengerelt salakzárvány. 0,8% C hengerhuzal, maratlan. 100x. Keresztmetszet.

2. Hengerlési gyűrődések idejében történő feltárása a hengerlés folyamán és a szükséges rendszabályok alkalmazása eltávolításuk céljából.

3. Hengerhuzalkarika mindkét végének ellenőrzése lunkerre váltakozó irányú csavarási próbával és hajtogatási próbával.

4. Hengerhuzal szelvényének ellenőrzése méretellenőrzéssel.

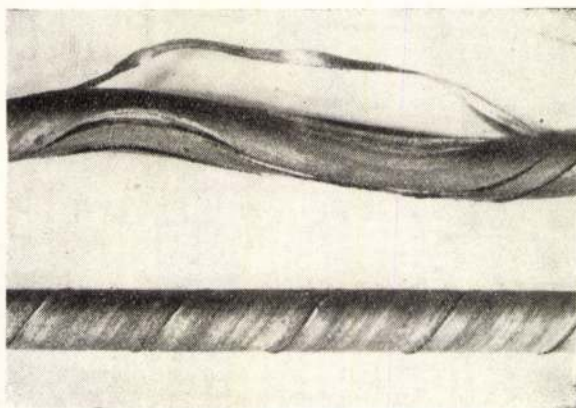
5. Hengerhuzal ellenőrzése az elszéntelenedett réteg mélységének szempontjából.

6. Hengerhuzal vizsgálata szemnagyság megállapítására.

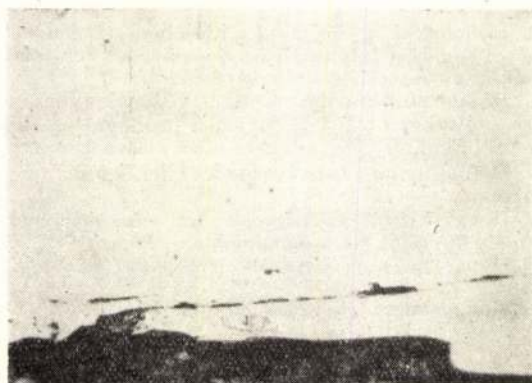
7. Hengerhuzal ellenőrző kémiai elemzése.



27. ábra. Felületi széntelenedés behengerelt oxidzárványmentén. 0,8% C hengerhuzal, 1% HNO<sub>3</sub>-alk. 100x. Keresztmetszet.

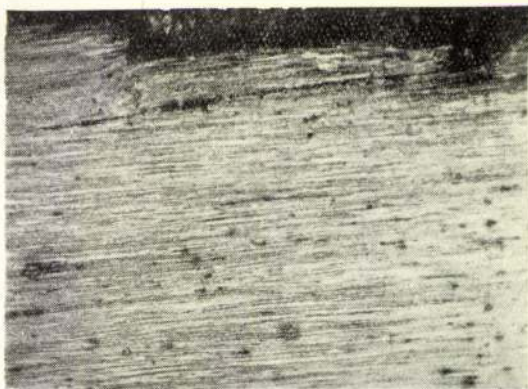


28. ábra. Behengerlésnél összehegedt repedés felületi széntelenedéssel. 0,8% C hengerhuzal. 1% HNO<sub>3</sub>-alk. Keresztmetszet. 100x.

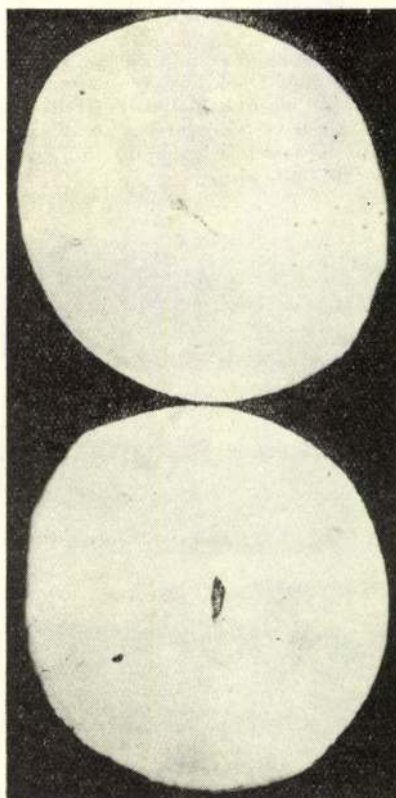


29. ábra. Gyűrődési repedés, 0,8% C húzott acélhuzal. Maratlan. 100x. Hosszmetszet.

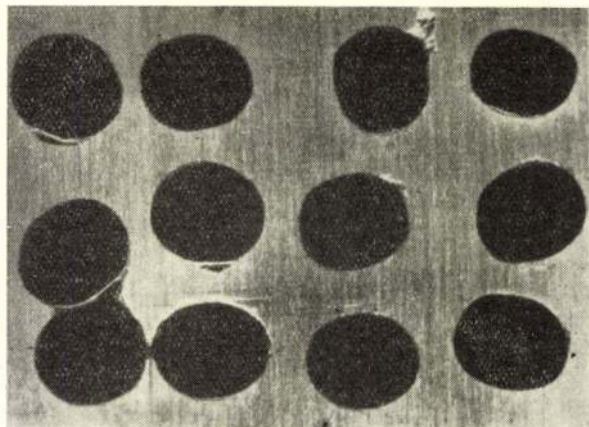
Zubov felteszi a kérdést, elegendőnek lehet-e tartani a huzalvégek csavarási próbáját arra, hogy az egész tekercs minőségét helyesen értékelhessük. Vizsgálatai szerint a hengerhuzal hibái (hajszalrepedések, hengerlési gyűrődések) nem a tekercs teljes hosszában terjednek el, hanem kisebb-nagyobb kiterjedésű részt foglalnak el, olyan közbeeső részekkel, melyek hibamentesek. Világos, hogy a hibák ilyen megszakításos elterjedése mellett a fenti vizsgálati eljárások nagy mértékben esetlegesek, nem adnak tényleges képet a hengerhuzal minőségéről, mivel a „megfelelő” tekercsek közé selejt is kerülhet és viszont. Azonban bizonyossággal lehet mondani, hogy a huzalvégek kipróbálása alapján minél több tekercs bizonyul megfelelőnek, annál kevesebb hiba van az egyes tekercsekben a hengerhuzal teljes hosszában.



30. ábra. Gyűrődési repedés, 0,8% C húzott acélhuzal. 1% HNO<sub>3</sub>-alk. 100x. Hosszmetszet.



31. ábra. a) Ovális szelvény. Odu a szelvény közepén. Maratlan. b) Nem kerek szelvény felületi begyűrődéssel. Odu a szelvény közepén.



32. ábra. Ovális hengerhuzal szelvények, 2,5x.

Abból a célból, hogy a hengermű az elkészítendő hengerhuzal minőségéről tisztább képet kapjon, célszerű lenne a huzalvégek csavarási próbájának módszerével bevezetni az egyes kötegek teljes hosszának vizsgálatát 3—4 m-es szakaszonként (egy adag 0,5—1,0%-os mennyiségénél) és ezen az alapon kiküszöbölni a fenti hibaféleségek megjelenését előidéző okokat a hengerműben, vagy ha szükséges, az acélműben.

#### Szemcsenagyság ellenőrzése

Acélhuzalgyártásnál a gyakorlat azt mutatta, hogy az alapanyag szemcsenagysága rendkívül nagy befolyással van az anyag hidegalakítására és minőségére. Patentozással és ezt követő hideghúzással gyártott acélhuzalok húzásához — különösen vékony átmérőjű acélhuzalok húzásához — a nagyszemesű alapanyag a legmegfelelőbb. Mind a szovjet, mind az angol és amerikai huzalgyárak gyakorlatából kitűnt, hogy a nagyszemesű acélananyagból hosszú rostú és jó képlékeny sajátosságokkal rendelkező acélhuzal lesz, mert a nagyszemesű húzáskor hosszabb szálakká nyúlnak meg folytonosságuk megsérülése nélkül.

Kívánatos lenne bevezetni az acélhengerhuzal szemcsenagyság szerinti ellenőrzését, ami lehetővé tenné, hogy az adagokat előre osztályozhassuk, különböző minőségű acélhuzalok gyártása szempontjából és lehetőséget adna a szükséges statisztikai anyag kiválasztására az acélhuzal húzás folyamán mutatott viselkedésének, a fémburkolat minőségének, a készhuzal és a huzalból készült gyártmányok mechanikai és egyéb tulajdonságainak a rendszeres megfigyelése alapján. A szemcsenagyság megállapítására a Mac Quid Ehn-eljárást nem javasolják, mert nem fejezi ki a szemcsenagyság fejlődését a patentozás folyamán, inkább ajánlják a fokozatos edzés módszerét a patentozásnál alkalmazott felhevítés és hőntartás viszonyai között.

#### B. Acélhuzal gyártásánál előforduló hibaforrások:

- a) hőkezelési hibák,
- b) páckekezelési hibák,
- c) húzási hibák.

##### a) Hőkezelési hibák

Az acélhuzal gyártásánál használatos előkészítő hőkezelés: lágyítás, normalizálás és a patentozás.

A lágyítást mint előkészítő hőkezelést csak nagy C tartalmú acélhuzalok gyártásánál használják, és pedig lágyító izzítás formájában  $A_{c1}$  alatti hőfokon. Feladata hengerhuzal szövetszerkezetének átalakítása. Hengrelés után a nagy C tartalmú acélhengerhuzal szövete a hűtési viszonyok szerint perlitől trosztitig változhat. Húzás szempontjából ez a kedvezőtlen szövet szakadásokat okozhat. Tekintettel arra, hogy lágyító izzítás időtartama a felhevítés és hőfokon tartással 4—6 órát is kitesz, az acélhuzalt védeni kell az oxidáció és felületi elszéntelenedés ellen. Az elszéntelenedés annál nagyobb, minél nagyobb az acélhuzal C tartalma. Az előzőekben már rámutattunk a felületi elszéntelenedés veszélyes voltára.

A normalizálást az acélhuzalgyártásnál mint átkristályosító izzítást használják nagy C tartalmú acélhengerhuzaloknál a hengrelés után az egyenlőtlen hűlés okozta egyenlőtlen minőségnek homogenizálására. A huzalt  $A_{c3}$  hőfok fölé hevítik és nyugvó légáramban hűtik. A hőfoktartás ideje függ az ausztenit-átalakulás befejezésének idejétől, ami eutektikus acélnál 760 C<sup>o</sup> fölötti hőmérsékleten kb. 30 mp alatt befejeződik. Tehát a kemence izzó részének hossza és az áthúzási sebességnek aránya biztosítja a felhevítés és hőfoktartás idejét.

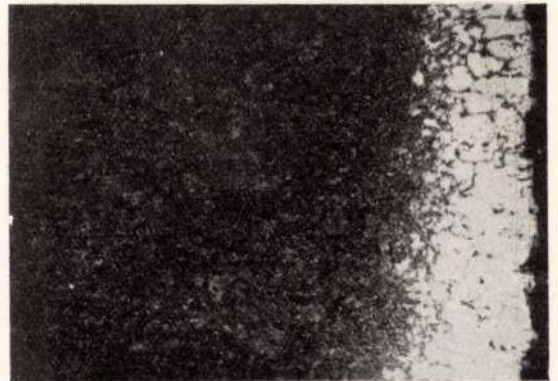
A normalizálás hőviszonyai között, mivel a huzal nagyon rövid ideig van ausztenites állapotban, elszéntelenedés veszélye nem fenyeget. Ha ennek ellenére elszéntelenedés előfordul, ennek oka a hengrelésnél a bugák felmelegítésében keresendők. Az acélhuzal gyártásnál legnagyobb részben hipoeutektoidos acélok kerülnek feldolgozásra. Az ausztenit bomlásterméke levegőn tör-

tendő lassú lehűlés alkalmával ferrit, perlit. A perlitnek ferrit- és cementit-lemezei a nagy hőfok miatt eléggé durvák. A perlit finomítását fokozhatjuk a hűtés fokozásával — levegő ráfújtatásával — szorbit finomságig, ami a huzal képlékeny alakítására rendkívül előnyös.

A patentozás a túlhűtött ausztenitnek ú. n. elsőfokon való izotermikus átalakulása, amikor az ausztenit közvetlen szétbomlása következik be oly szövetté, mely ferritből és cementitből áll. Ezen átalakulás termékei ugyanolyan elegyet képeznek, mint amilyen a perlitben észlelhető, de amely elegy a cementit nagy diszperzitási fokával és a ferritszemcsék alapanyagában lévő különlegesen egyenletes szétoszlásával különbözik ettől. (Szorbitos szövet.) A patentozás is lényegében izotermikus kilágýtást jelent.



a)



b)

33. ábra. 0,5 C, 7 mmø patentozott acélhuzal. Lemezes perlit, ferrit háló. 1% HNO<sub>3</sub>-alk. Hosszmetszet. 1000x.

Bain és Davenport eutektoidos acélra vonatkozó izotermikus diagrammából, az „S” görbétől látható, hogy a patentozási hőfokhatárban (450—550° C) az átalakulás gyorsasága (az ausztenit bomlása) rendkívül nagy. Időtartama 2—40 másodpercig változik, az anyag összetételétől, a huzal méretétől és a patentozás hőmérsékleti viszonyaitól függően. Patentozásnál fontos, hogy a hűtés gyorsasága oly nagy legyen, hogy az az „S” görbe átalakulás kezdeti vonalát a szorbit szemcsenagyság határ hőfokhoz metssze. Ha a hűlés lassú és az átalakulás kezdeti vonalát nagyobb hőfokon metszi, szorbit mellett lemezes perlit és a kristályhatárok mentén ferrit válik ki, mindkettő oly bomlási termék, amely az acélhuzal gyártásnál nem kívánatos (33. ábra).

A perlit szövetet kerülni kell, mert erős inhomogenitást jelent. Az alakítás nagyságának megnövelésével a cementitlapok a deformáció gócpontjában fellépő nyomó- és húzóerők hatása alatt a deformáció tengelyének hosszában igyekeznek orientálódni. Nagyobbfokú keresztmetszet csökkenéssel húzott acélhuzalban a cementitlapok csaknem párhuzamosan helyezkednek el

az alapanyagban a huzal tengelyével, kisebb-nagyobb szög alatt elhajolva ettől a tengelytől. A lapok közötti távolság lecsökken, a lapok is rövidebbekké válnak a húzás folyamán. A cementit lapocskák megrövidülését szétszakadásuk és szétDarabolásuk okozza, melyek főképpen a huzal tengelyére merőleges irányban következnek be és megnehezítik a ferritnek a kristályokban történő előfordulását. Durva lemezes perlitben ferritnek és perlitnek a képlékeny alakítással szembeni különböző ellenállása ezen strukturális alkotórészek egyenlőtlen folyását, egyenlőtlen hidegkeményedését, a perlitben túlfeszített állapotnak a létrejöttét idézi elő, ami a szövet tömörségének megsérülését, a rostok szakadását okozhatja (34. ábra).

Kivétel a kisebb C tartalmú anyag, melynél az „S” görbe balra eltolódik és patentozásnál bármilyen gyors is a hűtés, az „S” görbe kezdeti vonalát nagy hőfokon a perlit hőzónában metszi, a hűlés befejezése a szorbit hőhatárban történik. Ezért kisebb C-tartalmú anyagok patentozásánál elkerülhetetlen a szorbitos szövet mellett a perlit és ferrit kiválás (40/b ábra).



a)



b)

34. ábra. a) 0,8% C. 1 mm  $\phi$  acélhuzal. Orientált sorbit és ferrit. 1%  $\text{HNO}_3$ -alk. Hosszmetszet. 1000x. b) 0,82% C. 1,35 mm  $\phi$  acélhuzal. Orientált perlit-ferrit, eltöredezett perlit lamellák. 1%  $\text{HNO}_3$ -alk. Hosszmetszet. 1000x.

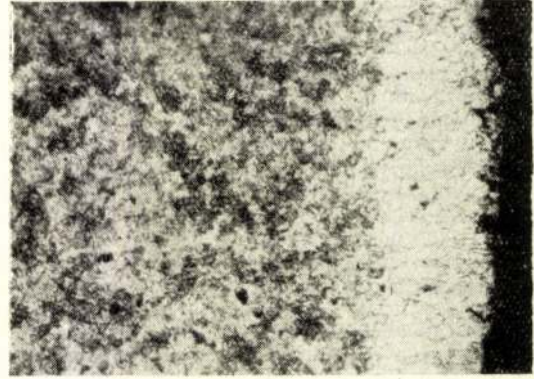
A patentozott huzal szövete élesen különbözik a lágyított és normalizált huzalokétól, ami lényegesen megváltoztatja viselkedését a húzásnál. A patentozott huzal cementitlapocskái a fizikai láthatóság határain túl vannak, ezeknek igen vékony és rövid lapok formájára csak a mikroszkóp alatt látható közbeeső ferritlapocskák alapján következtethetünk. Még ezerszeres nagyítás alatt is a patentozott acél szövete egyneműnek látszik, azonban részletes vizsgálattal vékony lemezes szerkezet kimutatható, ami a cementit formájával van összefüggésben.

Patentozásnál az ausztenit bomlási termékeinek nagy diszperzitása, egynemű és lemezes szerkezete teszi

lehetővé a hidegen húzott acélhuzal egyenletes folyását.

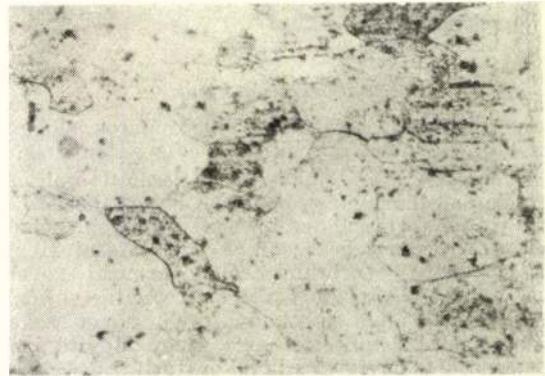
Fenti rövid ismertetés után rátérünk részleteiben a hőkezelésnél előforduló hibákra:

**Lágyítás.** A felületi elszéntelenedést a 35. ábra mutatja. Ez különösen nagy C-tartalmú acélhuzaloknál esetleg teljesen elszéntelenedett kérget képezhet. Ily elszéntelenedett felületű acélhuzalok mechanikai tulajdonságai rosszak, különösen kifáradási szilárdsága kicsi.



35. ábra. Lágyításnál keletkező elszéntelenedés. Keresztmetszet. 1%  $\text{HNO}_3$ -alk. 100x.

Kis C-tartalmú acélhuzaloknál kiscokú előzetes hidegalakítás után történő lágyításnál durva szemcsézet léphet fel (durva szemcsésű rekrisztallizáció). Az ily huzal továbbhúzásra alkalmatlan, ugyancsak nehézséget okoz a további feldolgozásnál. A huzal rendkívül kis mechanikai értékekkel bír, képlékenységi foka erősen lecsökkent (36. ábra).



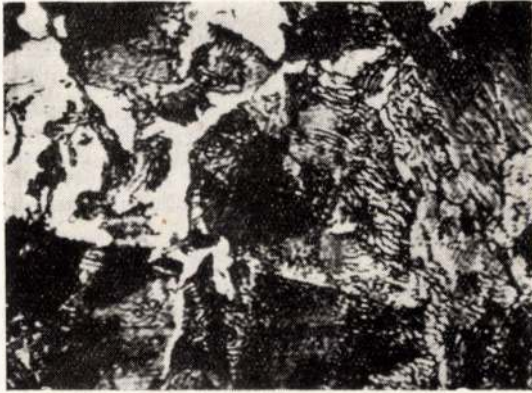
36. ábra. 0,1% C. 5 mm  $\phi$  lágyított huzal. Durva szemcsés újrakristályosodás. 1%  $\text{HNO}_3$ -alk. 500x. Hosszmetszet.

**Normalizálásnál** a hűlés lassúsága következtében fellépő heterogén szövet (37. ábra) a cementit hiányos diszperzállapota következtében nem alkalmas kész acélhuzalgyártáshoz kis szilárdsága miatt. A normalizálást csak az acélhuzal termikus megmunkálásának közbeeső szakaszaiban alkalmazzák (előpatentozásnál).

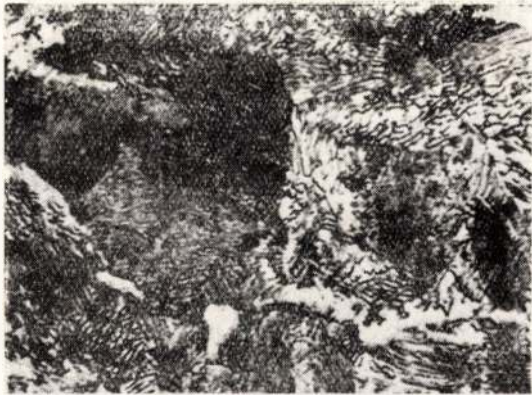
**Patentozásnál**, ha a fürdő nem elég hosszú vagy a huzal haladása az olomfürdőben túlságosan gyors, az ausztenit a fürdőben nem alakul át teljesen. A szétbomlatlan ausztenit heterogén szövetet és rendkívül rideg (martenzit) helyeket eredményez (38. ábra) a huzalban, melynek következtében a pácolásnál a huzal eltöredezik és húzásnál repedések, szakadások állnak elő. Martenzit jelenléte a csavarási próbánál helyi elcsavarodás formájában mutatkozik.

Kis hőfokú olomfürdő használatánál, ahol az ausztenit átalakulás befejezése két percet is igénybe vehet, szétbomlatlan ausztenit marad vissza és a meg-

maradt ausztenit utólagos átalakulása a fürdőből való kilépéskor fejeződik be szabad levegőn martenzitté. Ha esetleg az ausztenit átalakulása teljesen végbe is menne, az ólomfürdőben a cementit diszperzitási foka túl nagy mértéket ér el, megjelenik a szétbomlási termékek túlalakú típusa (bainit) és a huzal mechanikai tulajdonságai leromlanak.



a)



b)

37. ábra. a) 0,45% C. 2 mm  $\varnothing$  normalizált acélhuzal. Durva lemezes perlit, kevés sorbit, ferritháló. Hossz-metszet. 1%  $\text{HNO}_3$ -alk. 1000x. b) 0,45% C. 2 mm  $\varnothing$  normalizált acélhuzal. Lemezes perlit, ferrit háló. Hossz-metszet. 1%  $\text{HNO}_3$ -alk. 1000x.

Ha valamilyen ok miatt a huzalnak a kemencén keresztül történő mozgása félbeszakad; a huzalnak a kemence és az ólomfürdő közötti része lehül, tehát normalizálódik (39. ábra), a kemencében maradt rész túlhevül és felületileg elszéntelenedik. A huzal e hibás részét el kell távolítani.

A huzal elégtelen felhevítése esetén a patentozás kis hőfokon történik. Ez a hiba könnyen felismerhető a patentozás után metallográfiai és mechanikai vizsgálatoknál. Amely huzal nem ment át ausztenites állapotba, patentozás után orientált szövetképet mutat és kb. oly szakítási szilárdsággal bír, mint előtte (40. ábra).

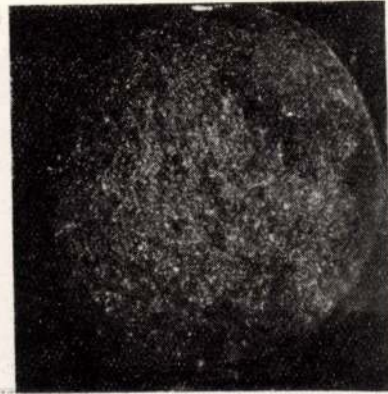
A huzal erős túlhevítése nemcsak felületi elszéntelenedést és a mechanikai tulajdonságok romlását okozza, hanem megnöveli a huzal felületén a revét, melynek következtében a huzal felületére ólomfürdőn történő keresztülhaladásakor ólom tapad. A huzalra tapadt ólom pácolással nem távolítható el. Az ólom és az alatta lévő reve eltömi a húzóüreget és azt tönkre teszi.

#### b) Páckezelési hibák

Acélhuzal gyártásnál a hengerhuzalról a hengerlési reve, a lágyított és patentozott huzalok felületéről az oxid réteg eltávolítása kénsav vagy sósav fürdőkben történik.

Rövid ideig tartó pácolás esetén előfordul, hogy az oxid réteget a sav nem oldja le teljesen. A huzalon visszamaradt fellazított oxidhártya, ha a pácolást követő öblítésnél nem távolítjuk el, a huzalra tapad és a semlegesítő mészbefvonat alatt, annak kenő hatását erősen lerontja, a húzóüreget és a huzal felületét csikossá teszi.

Pácfürdőkben lejátszódó vegyi reakciók alkalmával, mikor a sav magát a tiszta fémet támadja, hidrogén keletkezik, mely keletkezése pillanatában atom állapotban diffundál az acélhuzal anyagába és annak szövetében feszültséget, ridegséget okoz (páccideg-



a)

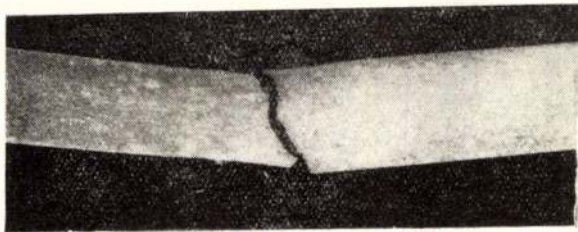


b)

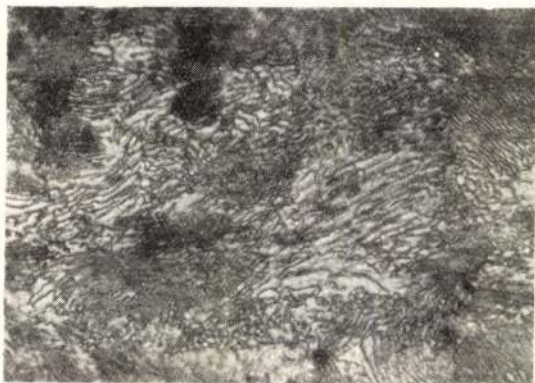


c)

38. ábra. 0,77 % C. 5,3 mm  $\varnothing$  ólompatentozott acélhuzal. Ólomfürdő után a felcsévéző dobon eltört. Kemence-hőfok 1120°, ólomfürdő 470°. Az ausztenitátalakulás nem fejeződött be az ólomfürdőben. A visszamaradt ausztenit a levegőn hűlve martenzitté alakult. 1%  $\text{HNO}_3$ -alk. a) Keresztmetszet 10x. b) Hossz-metszet 100x. c) Hossz-metszet 1000x.



a)



b)



c)

39. ábra. 0,82% C acélhuzal, 4,9 mm  $\varnothing$  patentozva, második húzásnál 3,8 mm  $\varnothing$ -re szakadt. A huzal világosabban maródott része perlitese, a sötétebb színű rész sorbitos szövet. Szakadás oka a perlitese szövet szerkezet. A huzal a kemencében megállt. A kemence és ólomfűrdő közötti rész normalizálódott 1% HNO<sub>3</sub>-alk. a) 3x. b) 500x. c) 500x.

ség). Anyaghibás helyeken (gázhólyagok, zárványok) összegyűlve molekulává alakul, tetemes belső feszültséget okozva, mely akkora lehet, különösen nagy C-tartalmú patentrozott acélhuzalnál, hogy az a pácban vagy pácolás után esetleg darabokra elpattogzik. Kis C-tartalmú acélhuzaloknál a pácidégség a mechanikai értékek (hajlás, csavarás) leromlásában mutatkozik. Védekezésül a pácfűrdőbe pácpótlékot adnak, mely a hidrogént keletkezése pillanatában leköti. A pácolt acélhuzalokat 150–200° C hőmérsékleten kimelegítik, mely művelettel az esetleg bediffundált hidrogént az anyagból kiűzik.

Kihasznált, vassóval erősen telített és kis savtartalmú forró kénsav pácfűrdők használatánál előfordul, hogy az acélhuzalokon pácból való kivétel és lehűlés után vasszulfát só kristályosodik ki. Az ily felületű huzal húzásra alkalmatlan, a vasszulfát réteget pácban le kell a huzal felületéről oldani.

Jól pácolt, öblített és meszeztett acélhuzaloknál szárítás után előfordul, hogy a huzal felületén rozsdás foltok keletkeznek, sőt a karika belső menetei meg is rozsdásodnak. Védekezés: gyors szárítás, nagy hőmérsékletű (200°) kemencében, erőteljes levegő örvényléssel. Sósav fürdőben pácolt acélhuzaloknál kénsav fürdőben történő utánpácolása tanácsos a meszezésnél higroszkópikus CaCl elkerülése és közömbös CaSO<sub>4</sub> réteg nyerése végett.

Ha az égetett meszet beoltás után nem szűrik és üleptik, előfordul, hogy a mésztejben lévő szennyeződések (homok, szilikátok stb.) a huzal felületére tapad, és húzás közben a húzóüreget tönkre teszi.

Ha a sav arzént tartalmaz, az a pácolásnál a huzal felületére csapódik, a pácolást megnehezíti, a hibát fel nem ismerve az anyag túlpácolható. Ez a film a huzal felületéről nehezen távolítható el és a további munkálásnál pl. a fémbevonásnál okoz nehézséget.

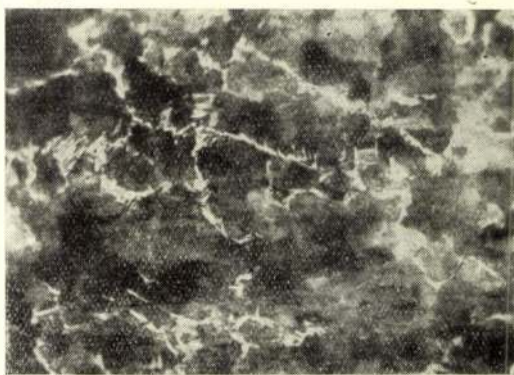
#### c) Húzási hibák

Az acélhuzalok húzása egyszeres vagy többszörös húzógépeken ma már legnagyobb részt keményfém húzószerszámokkal történik. Kenőanyagként többnyire szappanport használnak.

Egyik gyakori hiba a pontatlan méret és a huzalnak a mérettűrésen túlmenő ovalitása. Ha a huzal felületén a kenőfilm réteg nem szakadt meg, a hiba a húzóüreg helytelen kiképzésében keresendő. Ha a kenőfilm megszakadt és a huzal felülete kifényesedett, vagy sötét oxid foltos, a hiba a huzal előkészítésében, a hő és különösen a pácezelésben keresendő.



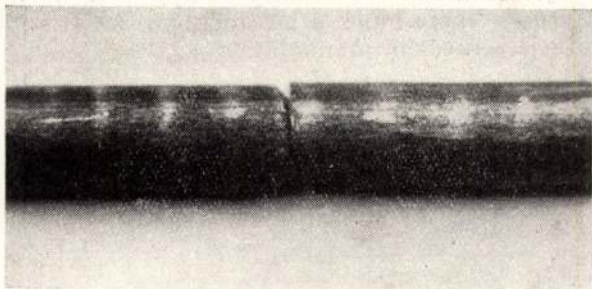
a)



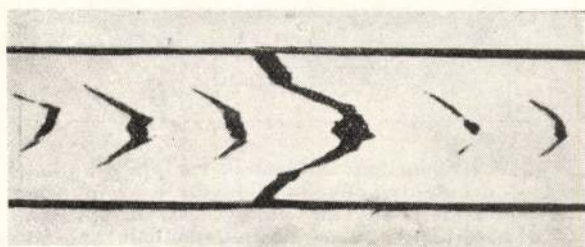
b)

40. ábra. a) 0,45 % C, 2,5 mm  $\varnothing$  acélhuzal, Ac<sub>1</sub> körüli hőfokról patentozva. A szövet nem alakult át austenitté, orientált jellege megmaradt. Patentozás tökéletlen. Hosszmetszet, 1% HNO<sub>3</sub>-alk. 500x. b) 0,45% C, 2,5 mm  $\varnothing$  acélhuzal, Ac<sub>3</sub> fölötti hőfokról patentozva. Szöveve finom sorbit-ferrit hálóval. Kisfokú túlhevítés. Patentozás jó. Hosszmetszet, 1% HNO<sub>3</sub>-alk. 500x.

A huzal felülete nem egyenletes sima, azon hossz-irányú karcok láthatók. Ha a huzal felülete a húzóüreg előtt kifogástalan, a húzóüregben, a munkakúpban idegen anyag (oxid, gomok stb.) rakódott le, ami a felületet megsérti. Előfordulhat, hogy a húzóüregben az előző húzás alatt keletkezett gyűrűket, benyomódásokat nem csiszolták ki tökéletesen, a húzókúp felülete karcos, érdes, nem fényes, ez is húzás közben megsérti a huzal felületét. A lekaptat vasrészecskék a húzóüregbe tapadnak, ráfordradnak és mind jobban megsértik a huzalt. Ez addig fokozódik, míg a huzal elszakad.



a)



b)

41. ábra. Túlhúzott acélhuzal, 0,65% C. 5,9 mm  $\sigma$ . Maratlan. Felületén is látszik a megszakadozott belső rész nyoma. a) 2x, b) 3x.

A huzal szakadása húzás közben gyakran kúpos, ill. tölcéses alakban történik, ami az anyag túlhúzására mutat. Ilyen huzal belsejében kúpos szakadások keletkeznek, ami gyakran a huzal külső felületén keletkező gyűrűs elszíneződésekből is megállapítható. Ilyen túl-

húzás oka lehet a megengedettnél nagyobb keresztmetszet csökkenés, anyaghiba vagy hőkezelési hiba (41. ábra).

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az acélhengerhuzal gyártás technológiájának korszerűsítése céljából — a hengerhuzal minőségének ellenőrzésén kívül — szükséges az olvasztás, öntés, az öntecsek minőségének a félkész-munkadarab — bugák — minőségének gondos ellenőrzése (minták készítése, kiválasztása, metallográfiai ellenőrzése). Ugyancsak szükséges ellenőrizni: a felületi hibáknak az előgyártmányokról való eltávolítását, a hengerlés előtti felhevítést, a hengerek helyes beállítását (próbák vétele a hengerhuzalból és a felület állapotának állandó felülvizsgálata a hengerlés folyamán).

Az acélhuzal gyártásnál a kész acélhuzal minőségére — feltételezve a kifogástalan minőségű hengerhuzalt — legnagyobb mértékben az acélhuzal hőkezelése hat. A hőkezelés ellenőrzésén kívül (kemence, ólomfürdő hőfokok, áthúzási sebesség) a patentozás tökéletességének ellenőrzésére nélkülözhetetlen a menet alatti metallográfiai vizsgálat, mert ez lehetőséget nyújt a hibás karikák kiselejtezésére félkész állapotban. Jó segítséget nyújt a gyártás megkezdése előtt a hőkezelt anyagból kisebb mennyiségben végzett próbagyártás, melynek eredményei alapján lehetőség nyílik a gyártási technológia korrekciójára.

Savkezelésnél ha a pácoló berendezés nem korszerű (állandó savtartalom, állandó hőfok és vassó tartalom), elengedhetetlen a pácfürdő rendszeres ellenőrzése a fenti tényezőkre.

Csak ilyen következetes és rendszeres ellenőrzés adatai alapján lehet feltárni az általános gyártási technológia egyes gyenge részeit, kiküszöbölni a hibákat és felemelni mind a hengerhuzal, mind a kész acélhuzal minőségét az acélhuzal szemből támasztott követelmények színvonaláig.

A műszaki normák bevezetése szükségessé teszi a technológia fejlesztését. Az acélhengerhuzal gyártásnál mind az acélműi, mind a hengerműi, valamint az acélhuzal gyártás vonalon a gyártási technológia revíziója szükséges, az anyag minőségének javítása szempontjából. Az acélhengerhuzal gyártás fejlettebb technológiáját át kell vezetnünk, be kell vezetnünk az ehhez szükséges műszaki feltételeket pedig az üzemek részére biztosítanunk kell.

### IRODALOM

- Zubov : Az acélhuzal patentozása és húzása.  
 V. I. Bogolyubszkij—I. E. Kulubjev—I. Amityin : A drótkötél.  
 A. Pomp : Der Stahldraht.  
 Zorkóczy Béla : A hőkezelés technológiája.  
 Stahl u. Eisen 1940. augusztus 22., 734—744. old. Öntecsek és hengerelt anyagok felületi hibáiról. R. Schäfer.

## AZ ÚJÍTÓ MOZGALOMRÓL

Többek érdeklődésére közöljük az újítókkal, hogy a nemrég megjelent újítási rendelet lehetővé teszi az újítók számára újításuknak túlórában történő kikísérletezését, amennyiben a javaslat kíséreltetése és megvalósítása a törvényes munkaidőn belül, a tervteljesítés sérelme nélkül nem végezhető el. Ez esetben a szükséges túlóra a megállapított túlóra keretből biztosítható.

Új rendelkezést tartalmaz a rendelet a tapasztalatszerésre átvett újítások díjazásánál is. Eddig a tapasztalatszerés útján átvett újítás szerzőjét a teljes újítási

díj 60 százaléka illette meg; most az eredeti újító csupán 50 százalékos díjazásban részesül, az átvételt javasoló dolgozó 25 százalékos jutalomban, míg a fennmaradó 25 százalék a javaslatot átvevő vállalat igazgatói alapját növeli és abból az újítás megvalósítását elősegítő dolgozókat kell jutalmazni.

Nem kevésbé érdekli az újítókat az az új rendelkezés, hogy országos jelentőségű újítások esetében első díjrészt ként 5000 Ft-ig terjedhető összeg fizethető ki, az eddigi általános 500 Ft-tal szemben.

# Az oxigén felhasználása szilárd betéttel való acélgyártásnál

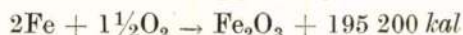
O. I. JACUNSZKAJA és M. N. SZTAROVICS

Fordította: VAJK ÁRPÁD, ellenőrizte CSOMÓS ZOLTÁN

A szilárd betéttel való gyártásnál kétféle módon használták fel az oxigént, a tüzelőanyag égésének fokozása céljából a levegőt dúsították és a fürdő reakcióinak fokozása céljából a fürdőbe fúvatták.

Az első eljárásnál a cél az volt, hogy biztosítsák a munkatér magas hőmérsékletét a hideg betét berakásakor és ily módon a beolvadás ne húzódjék el. A második módszernek ugyanaz volt a célja, amit már az előző előadásainkban ismertettünk. A módszerek kombinálása során jöttek rá arra, hogy az oxigént a betét beolvadása előtt kell befúvatni. Kezdetben cserélhető, beépített fúvókákat használtak és így dúsították a lángot. A Johns and Langhlin-gyárban négytonnás kemencében a betét meghatározott részére irányították az oxigénnel dúsított nagy hőmérsékletű lángot és így tanulmányozták annak hatását. A lángot a berakóajtó figyelőnyílásaiba helyezett cserélhető fúvókával úgy irányították, hogy az a betétől 0,250—0,750 m távolságra volt. Sikertült a beolvasztást 30%-kal meggyorsítani. Az oxigénfogyasztás 52 m<sup>3</sup>/tonna volt (1).

A hulladék beolvasztásánál az oxigén felhasználására irányult első kísérletek igazolták a módszer hatásosságát. A vas égési reakciói tiszta oxigénben következőképpen folynak le:



illetve 1 kg vasnál

$$\frac{195\,200}{112} = 1742,5 \text{ kal/kg vas.}$$

A fémbetét izzításához és beolvasztásához szükségelt teljes hőmennyiség, 1 tonnánál:

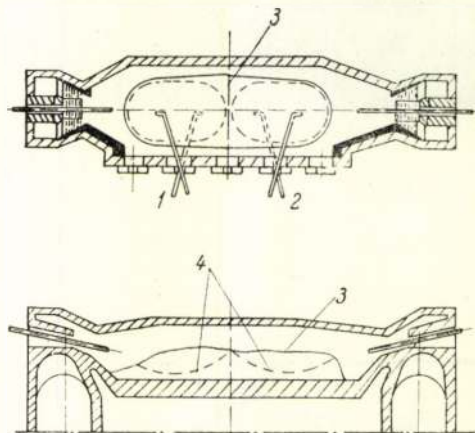
$$\begin{array}{l} 0,167 \times 1500 = 250\,000 \text{ kal/t} \\ \text{beolvasztás: } 68 \times 1000 = 68\,000 \text{ kal/t} \\ \hline \text{összesen} \quad 318\,000 \text{ kal/t} \end{array}$$

A kísérletezés folyamán azt állapították meg, hogy akkor használják fel az oxigént a leghatékonyabban, amikor a hulladékot kb. 1400° C-ra már felhevítették. Ha az oxigént hideg anyagra fúvatták, akkor ez magával ragadta és lehűtötte a megolvadt vascseppeket. A gyakorlatban ezért előzetesen felmelegítették a betétet tüzelőanyaggal 1400° C-ra (2, 3, 4, 5, 6, 7).

A hulladék felmelegítését oxigénnel dúsított lánggal végzik. Addig melegítik a hulladékot, amíg fehéren izzik, ezután kikapcsolják a lángot dúsító fúvókát és bekapcsolják az oxigént befúvó fúvókát 15—20 percre, majd újra bekapcsolják a lángot dúsító fúvókát az eddigi befecskendő-fúvókába, hogy a munkatér és a boltozat hőmérséklete elérje a kívánt mértéket.

A kísérleti adatok szerint, a pakurával működő kemencékben 20—60 perc szükséges a hideg betétnek 1400° C-ra való felhevítéséhez. A felmelegítés után ráirányítják az oxigénsugarat

5—7 atm nyomással 400—1700 m<sup>3</sup>/óra mennyiséggel a hulladékra. Az oxigénbefúvatást víz-hűtéses befúvócsővel végzik és aszerint változtatják a cső irányát, amily mértékig süllyed a betét szintje. Csakhamar 1 m mély és 3 m-ig szélesedő „kráterek” képződnek a hulladékban. Az 1. ábra mutatja a fúvókák munkáját.



1. ábra. Az oxigénsugár hatásának vázlata a hulladékban. 1 — a baloldali fúvóka elhelyezése üzemkőzben; 2 — a jobboldali fúvóka elhelyezése üzemkőzben; 3 — a betétadag; 4 — a hulladékban képződött „kráterek”

A vas exotermikus reakciói, oxigénes áramban, a felizzított vas hőmérsékletét az olvadáspontig fokozzák és hamarosan cseppfolyósodást idéznek elő. Az ezekből a reakciókból nyert hőmennyiség egyenes arányban áll a vas beolvadásánál keletkező oxidokkal (4).

Az elméleti számítás szerint, 1 m<sup>3</sup> oxigén 3,33 kg vasat oxidál és 5800 kal hőt fejleszt.

Tehát az 1 tonna vasnak 1400° C fölé való melegítéshez és megolvasztásához szükséges hő:

$$\begin{array}{l} 0,167\text{-szer } 100\text{-szor } 1000 = 16\,700 \text{ kal} \\ 68\text{-szor } 1000 = 68\,000 \text{ kal} \\ \hline \text{összesen:} \quad 84\,700 \text{ kal,} \end{array}$$

ennek folytán el kell égnie az oxigénáramban

$$\frac{84\,700\text{-szor } 3,33}{5800} = 48,6 \text{ kg/tonna, illetve kb } 5\%$$

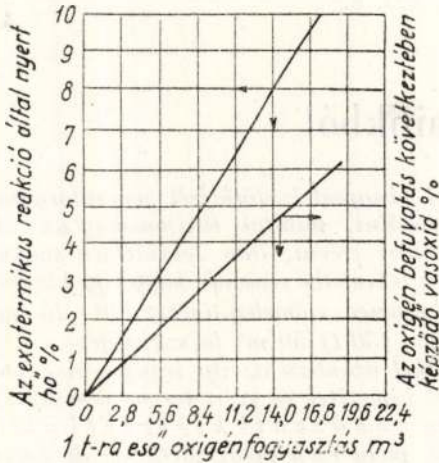
vasnak.

Az, hogy vas izzik oxigénáramban, maga után vonja szuszpendált Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> részecskék képződését, ami a füstnek élénk vöröses-barna színt ad. A szuszpendált bázikus oxidrészecskék, amilyen a Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, elsalakosítják a munkatér belését, különösen a boltozatot, leülepednek a regenerátor téglákra, ezáltal csökkentik a kemence élet-tartamát (8, 4).

Ami az adagidő lerövidítését illeti, ez a módszer 180-tonnás kemencéknél 25%-os időmegtakarítást jelent olyan esetben, amikor a fajlagos



oxigénfogyasztás valamivel meghaladja 1 m<sup>3</sup>/tonna előzőleg hevített vashulladék oxigénfogyasztását; az óránkénti oxigénfogyasztás pedig 840 m<sup>3</sup>/tonna. A javítási tényező ~ 50, vagyis az oxigénes olvasztás javítási tényezője háromszor nagyobb, mint az oxigénnélkülié (9).



2. ábra. A vas direkt oxidációs exotermikus reakciója által nyert hő oxigénbefúvatás esetén

Az 1. táblázat olyan két kísérleti adat-tartalmazza, ahol oxigénnel végezték a hulladék beolvasztását.

1. táblázat

A tényezők	Adagok	
	A	B
Az adag súlya, tonna	180	180
A betét összetétele, %:		
hulladék	60	60
folyékony nyersvas	40	40
Tüzelőanyag	P a k u r a	
Tüzelőanyagfogyasztás a beolvasztási periódusban, kg/óra	1380	1380
Oxigénfogyasztás, m <sup>3</sup>	182	116
Óránkénti oxigénfogyasztás, m <sup>3</sup> /óra	840	840
Fajlagos oxigénfogyasztás, m <sup>3</sup> /t.	0,9	0,6
Az oxigén sebessége, m/mperc	415	415
Kihozatal oxigénnel, %	90	90
Kihozatal oxigén nélkül, %	90	90
A hulladék előmelegítési időtartama, óra	0,5	0,5
A kemence óránkénti termelékenysége oxigénnel, tonna/óra	20	18
A kemence óránkénti termelékenysége oxigén nélkül, tonna/óra	15	15
A termelékenység növekedése %	33,3	20
Az oxigén beadagolására szolgáló berendezés	F ú v ó k a	
Javítási tényező	70	75

Ha adva van az adagra eső teljes oxigénmennyiség és az óránkénti oxigénfogyasztás, akkor az egyes adagokra eső oxigénbefúvatás időtartama:

$$\text{Az A adagnál} = \frac{182\text{-szer } 60}{840} = 13 \text{ perc és a}$$

$$\text{B adagnál} = \frac{116\text{-szor } 60}{840} \approx 8 \text{ perc}$$

Ha ehhez az időhöz hozzáadjuk a 30 percig tartó melegítési időt, ez azt mutatja, hogy a hulla-

déknak az oxigénáramban való megolvadása 43, illetve 38 percrek felel meg, ami szemben az oxigén nélkül végzett adag időtartamával, nagy megtakarítást jelent (10).

Ez magyarázza meg a termelékenység 20—33,3%-os növekedését, állandó kihozatal mellett. Az utóbbit, vagyis hogy a kihozatal még jelentékeny vasoxid esetén is százalékosan állandó, azzal tudjuk megmagyarázni, hogy a vasnak Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ra oxidálódó része leülepedik a fürdőben, majd redukálódik nagy hőmérsékletnél (11, 12). A Homstead-gyárban 0,5—1,0 m<sup>3</sup>/tonna oxigénfogyasztásnál az adagidő 15-től 25%-ig csökkent. Akkor a legeredményesebb oxigénáramban végezni a hulladékolvasztást, ha az oxigénmennyiség legalább 35%. Ez a módszer a kemencekampány végén bizonyult előnyösnek. A 10 atm-s közvetlenül befúvatott oxigén 100%-osan hat. A közvetlen befúvatásnál kisebb a fajlagos oxigénfogyasztás; 728 adag adatai szerint, a hulladék megolvad 1,12 m<sup>3</sup>/tonna oxigénfogyasztásnál, elentétben a lángdúsítással, amelynél a fajlagos oxigénfogyasztás 11,22—21,0 m<sup>3</sup>/tonna. Ennek megfelelően, a javítási tényező 6—8 volt a lángdúsító módszernél és 50 volt akkor, amikor közvetlenül befúvatották az oxigént.

Nem vizsgálták ki a hulladék olvasztásához felhasznált oxigén tisztasági fokát; a vélemény azonban az, hogy a kevés oxigéntartalmú gáznak nincs olyan hatása, mint a 99,5%-os oxigénnek. Tudott dolog, hogy ha a gázban kicsiny az oxigénmennyiség, az jobban keveredik a kemence atmoszférájával.

A hulladéknak oxigénes áramban való beolvasztása még nem haladta túl a kísérletezés kereteit. Ennek oka nyilván abban keresendő, hogy a képződött nagy füstmennyiség komolyan ártott a kemence tartósságának. A boltozat és a kamrarácsok besalakosodása, valamint az a tény, hogy a regenerátorrácsokból nem tudják fúvatással eltávolítani az odakerült Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-at, azt eredményezte, hogy a kemence karbantartására fordított idő 42%-kal növekedett (8).

A gyakorlatban a beolvasztásnál egyszerre alkalmazzák a lángdúsítást és a fúvókával való befúvatást.

IRODALOM

- (1) Zimmermann J.: Oxigén felhasználása a kemencében. Iron and Steel Engineer, 1948. 2. sz. 35—44. o.
- (2) Knox J.: Oxigén felhasználásáról az acélgyártásban. Steel, 1947. 120. k. 25. sz. 107—108. o.; 144—145. o.; 26. sz. 86—88. o.; 90. o. 92. o.; ref. Koroleva M. N.; Sztalj, 1948. 5. sz. 473—476. o.
- (3) Zimmermann J.: Oxigénfelhasználás az acélgyártásban. Iron and Steel Engineer, 1948. 2. sz. 35—44. o.
- (4) Oxigénfelhasználás a Martin-kemencében. Blast Furnace and Steel Plant, 1947. 35. k. 8. sz. 949—956. o.; 9. sz. 1091. o.; 10. sz. 1224—1226. o.
- (5) Karb D.: Blast Furnace and Steel Plant, 1948. 36. k. 6. sz. 801—805. o.
- (6) Főképpen a kohászat részére szolgáló oxigénről. Metal Progress, 1947. 52. k. 1. sz. 67. o.
- (7) Witney L. L.: Oxigén felhasználása hideg betét-nél. A. I. M. I. Open-Hearts Proceedings, 1948. 91—96. o.
- (8) Mac-Donald E.: Oxigén felhasználása Martin-kemencében. Iron and Steel Engineer, 1948. 3. sz. 37—47. o.

- (9) God V.: Oxigénfelhasználás a Martin- és a villamos-kemencékben. Foundry, 1947. 75. k. 10. sz. 74—77., 221—224., 226. o.
- (10) Shlottman G. és Lownsberry F.: Oxigén felhasználása széntelenítésre. Iron Age, 1947. 159. k. 8. sz.; Iron and Coal Trades Revue, 1947. 157. k. 4120. sz.: 363—366. o.
- (11) Norris F. és Choose E. B.: Néhány gyakorlati értekezés a direkt oxidálásról a bázikus Martin-kemencében. Journal of the Iron and Steel Institute, 1948. 160. k. 10. sz. 221. o., illetve Yearbook of the American Iron and Steel Institute, 1948. 260—268. o.
- (12) Choose E. B.: A direkt oxidálás. Blast Furnace and Steel Plant, 1947. 35. k. 6. sz. 677—688. o.; Steel, 1947. 120. k. 18. sz. 107—118. o.; Iron and Coal Trades Revue, 1947. 54. k. 4130. sz. 823—825. o.

## Haladó hagyományainkból

A Mávag irattárában fekvő két érdekes dokumentumot közlünk az alábbiakban. Az első „kohászati és tüzeléstanai kísérleti telep” felállítására vonatkozó javaslat, amelyet a diósgyőri vasgyár mérnökei nyújtottak be a dicső emlékére Tanácsköztársaság Népgazdasági Tanácsának, a másik az erre kapott pozitív válasz. A Tanácsköztársaság, a magyar proletárdiktatúra elbukott, feladatait 25 éves fasiszta elnyomás után a Magyar Népköztársaság oldotta meg. Népi demokráciánk valósította meg a diósgyőriek javasolta „kísérleti telep” felállítását is 1949-ben a Vasipari Kutató Intézet és a Hőtechnikai Intézet alapításával. A Horthy-fasizmus tudományellenségét bizonyítja, hogy mai kutatómunkánkban még mindig számos olyan problémával találkozunk, melynek megoldására a diósgyőriek már 1919-ben vállalkoztak.

### Javaslat

a diósgyőri vas- és acélgyár telepén felállítandó kohászati és tüzeléstechnikai kísérleti állomás létesítésére.

1. Tekintettel a magyarországi megváltozott gazdasági viszonyokra, különösen a gazdaságosabb termelés szükségességére — a berendezések tökéletesebb teljesítésén kívül az utóbbi időben a következő feladatok megoldásával foglalkozunk.

A kokszfogyasztás csökkentése, illetve annak pótlása céljából a kátrányolajjal való vasolvasztást óhajtjuk kipróbálni.

2. A szeggyárban a szegecsek melegítése ezideig koksztűzben történt. Ennek pótlására tűzálló anyagok közvetítésével gáztüzelést, esetleg szintén kátrányolajtüzelést tervezünk.

3. Ugyancsak a kokszfogyasztás csökkentését célozza azon előkészített tervünk, hogy a nagyolvasztói üzemnél, ha lehetséges, a tisztán pyrometrikus felhasználásra szánt kokszt generátorgázzal pótolni, az olvasztóba csakis a kémiai vegyjolyamathoz szükséges kokszt kerüljön, hasonlóképpen, mint az elektromos nagyolvasztónál. Ilymódon 100 kg vasnál 40—50 kg kokszt volna megtakarítható. 100 kg vasra kell ugyanis 120 kg kokszt, ami a fenti eljárással 70—80 kg-ra volna redukálható; a megtakarítás tehát Diósgyőrön napi 300 t nyersvastermelésnél 120—150 t kokszt volna.

4. Porszén, valamint a nagybátonyi palás szén gazdaságos felhasználása céljából kísérleteket folytattunk annak generátorokban való elgázosítására, valamint alkalmas rácyszerkezeteken való eltüzelésére.

5. A lángpestek előfűtését generátorgázzal fogjuk kipróbálni, miáltal tüziifaanyagban akarunk megtakarítást elérni, ami tekintélyes mennyiséget tesz ki, ha tekintetbe vesszük, hogy egy kisebb (10 t) Martin-kemence előmelegítéséhez 10—15 m<sup>3</sup>, egy nagyobbhoz (30 t) 50 m<sup>3</sup> fa szükséges.

Ezekkel azonban az ily irányú kísérletek még nincsenek kimerítve és ezért tervbe vesszük és javasoljuk egy kohászati kísérleti állomás létesítését, mely ezen megkezdett, — de berendezési eszközök és a hozzá szükséges hitelösszegek hiányában beszünetelés előtt álló kísérleteket folytatná, továbbá a nehéz vasiparhoz szükséges összes anyagokkal, melyek Magyarország területén találhatóak, azok célszerű és gazdaságos kihasználása céljából újabb kísérleteket végezne.

Ezek az anyagok tüzelőanyag, vasérc, hozaganyag, tűzálló- és mintázóanyag, stb., melyek felkutatására az eddiginél nagyobb súly fektetendő.

A kohászati kísérleti állomás feladatai összesítve tehát a következők volnának:

1. A hazai szénfajták felhasználására alkalmas berendezések tervezése és kipróbálása, vagyis azok elgázosítására és tüzelésére vonatkozó speciális kísérletek, továbbá ezekkel kapcsolatban kátrányolajfűtés, szénporral való fűtés, illetve annak elgázosítása, füstgázok kihasználása, kalorimetrálás, nagyolvasztói szállópor brikettirozása, salak granulálás egyszerűsítése és egyéb ily irányú kísérletek végzése.

2. Gyenge minőségű vasérc kohósítására, tömör és szívós vasöntvényeknek silány nyersanyagokból való előállítására, továbbá új acélfajták és ötvözetek (szerszámacél és különleges szerkezeti anyagok) előállítására és további feldolgozására, illetve kezelésére, — a vas- és acélöntéssel fejlesztésére, vagyis eddig tömegben még elő nem állított gyártmányok, mint pl. mangánacél öntvények gyártásának a bevezetésére és egyéb tervszerű feladatok megoldására irányuló kísérletek.

3. Tekintettel arra, hogy a Magyarországon található anyagok kevésbé jó minőségűek, szükséges az anyagvizsgálatnak tágabb mederbe való terelése, illetve a meglévő berendezések fejlesztése, hogy a kész gyártmányok a kívánalmaknak megfelelőek legyenek és elősegítést nyerjen azon törekvésünk, hogy szükségletünket, lehetőség szerint, saját magunk termeljük.

Egy ilyen vaskohászati kísérleti állomás felállítására a legalkalmasabbnak találjuk a diósgyőri vas- és acélgyár telepét, mert:

1. ezen gyár a magyarországi gyárak közül

állítja elő a legkülönfélébb gyártmányokat, berendezése ennél fogva a legtöbboldalú is.

Annak a célszerűségét pedig, hogy ilyen sokoldalú gyárteleppel kapcsolatban létesíttessék egy ilyen intézmény, bizonyítják a külföldi példák, különösen a németek, hol dacára a sok nagyszabású állami és magán anyagvizsgálati és kísérleti telepnek, a nagyobb gyárak kolosszális méretű ilyenmű telepeket létesítenek és tartanak fenn, tetemes költségeket áldozva erre a célra; a kisebb gyárak pedig speciális szükségleteikhez mérten, tisztán saját használatukra szintén nem zárkoznak el speciális kísérleti telepek felállítására.

(Magyarországon — tudunkkal — egyedül a selmecbányai főiskolán volt kohászati kísérleti laboratórium felállítva, mely azonban főleg oktatási célt szolgált, és kisméretű volt.

2. A diósgyőri vasgyárban már 1905. év óta fennáll egy metallográfiai és szilárdsági vizsgálatokra berendezett laboratórium, mely a legutóbbi időben a létesítendő ágyúcsőgyárra való tekintettel megfelelően kibővített. Ezzel a kohászati kísérleti állomás berendezésének egy része már megvan, és pedig tekintettel a 14 évi gyakorlatra, kellő tapasztalatok és kísérleti eredmények birtokában.

### Javaslat

A diósgyőri vas- és acélgyárban meglévő anyagvizsgálati és kísérleti berendezés mellett létesítendő egy „kohászati kísérleti telep”, ezen célra alkalmas műhelyekkel és berendezésekkel.

A kohászati kísérleti telep berendezése állana nagyjából: különféle elektromos olvasztó- és téglykemencékből, kupolókból, elektromos edző- és lágyító kemencékből és ezen célra alkalmas hűtőberendezésekből, nemkülönb a kohászatra fontos egyéb anyagok, főleg tűzállóanyagok vizsgálatára szolgáló berendezésekből.

A tüzeléstani kísérleti telep főleg a szénfajták és azok mellékterményeinek kipróbálásához szükséges alkalmi berendezésekből állana. (Próba generátorok, stb.)

Mindezeknek létesítése egyelőre legalább 2 000 000 K befektetést igényelne.

Diósgyőr-vasgyár, 1919. július hó 14.

Vécsei s. k.  
mérnök,  
koh. igazgató.

Fábry s. k.  
mérnök,  
a kísérleti laboratóriumi vezetője.

★

Tanácsköztársasági Vasgyárak  
Központi Igazgatósága  
8116/A

Vas- és Acélgyárnak,

Diósgyőr

A Népgazdasági Tanácshoz intézett és további társaság végelt hozzáam benyújtott ama írásbeli javaslatát, amellyel egy Diósgyőri felállítandó kohászati és tüzeléstechnikai (és nem tüzeléstani) kísérleti állomás ügyét kívánja szolgálni, örömmel vettem át és olvastam el.

Ez bizonyítékát szolgáltatja a diósgyőri szellemi munkásság ezzel az iniciatívával annak, hogy nem elégzik meg a mai munkakörben reá háramló elég súlyos és elég sokoldalú feladatával, hanem többet vállalni is hajlandó. Amidőn tehát üdvözlöm a tisztikart e nemes munkára való felbuzdulásában, annak feltevése mellett, hogy a fentvázolt új feladatok semmiben sem fogják a mai mindennapi teljesítményt és a diósgyőri gyár sokban felette hiányos berendezéseinek fokozatos kiegészítését célzó széleskörű munkát hátráltatni, készségesen hajlandó vagyok az előterjesztésben foglaltak elérését támogatni.

Ezek előrebocsátása után felterjesztése egyes pontjaira a kisebb jelentőségű kérdéseket kikapcsolva, fontosságuk sorrendjében alábbi észrevételeim vannak:

A gázzal való kohósítás sokat tárgyalt fontos probléma, amely bizonyos határig már meg van oldva. Érdekkel várom az erre vonatkozó előterjesztését úgy a terbe vett megoldás elméleti megokolása, valamint gyakorlati kivitelére és gazdasági sikerére vonatkozólag s felkérem, hogy az erre vonatkozó előkészített tervét mielőbb terjessze be.

A palaszén elgázítása a melléktermények nyeresével a német vegyiparban széles körben használatos. A kérdés elsősorú fontossággal bír, megoldásánál tekintettel kell lenni arra, hogy a pala a szállítási költségeket nem bírja, bár a kiegészített termény mint tűzállóanyag is bizonyos értéket képviselhet, felhasználása tehát a helyszínen volna tervezendő, közel a termelési helyhez, lehetőleg a borsodi bányák középpontjában, nagy központi erőtelepekkel kapcsolatosan. Ily irányú kipróbált berendezéseket Budapesten Láng Lajos gépészmérnök szállít és üzembe helyez. A kérdés elsősorú fontosságú és fentnevezett szakember bevonásával külön kísérletezés nélkül is megoldható.

További tanulmány tárgyává tehető a kokszt előállítás barnaszénből s ezzel kapcsolatosan a barnaszén előkészítése azon célból, hogy oly termény legyen előállítható, amely hamutartalom tekintetében is megközelítse a gyakorlati igényeket, állapítsa meg, hogy gazdasági sikert lehet-e ezúton elérni, milyen lesz a termény kalorikus értéke. Az erre vonatkozó javaslatát is érdeklődéssel várom.

Igen fontos kérdésnek tekintem a porszén elgázítását, illetve ezen kérdés megoldását saját üzemünkben. Tegye megfontolás tárgyává azt is, nem lehetne-e meglévő generátorainkat alkalmasabbá tenni oly portartalommal bíró szének elégetésére, melyeket eddig a felhasználásból kizárt, végezzon erre vonatkozólag kísérleteket és jelentse az eredményt.

A szeggyári lámpapesteknek helyettesítése gázzal fűtő pestekkel, tekintettel arra, hogy kokszt nem áll rendelkezésünkre, sürgősen megoldandó feladat. Ezzel nem lehet várni amíg kísérleti állomás létesül. A meglévő berendezéseket kell a lehetőség szerint ezen célra sürgősen adaptálni. A lángpesteknek gázzal való előfűtése megoldott kérdés. Ozdon évek óta gyakorolják. Ilyen célra fát felhasználni a mai viszonyok közt nem szabad. Felkérem, hogy azonnal intézkedjék, hogy a lámpapestek előfűtésére többé fát ne használjanak s hogy végezzék addig is, amíg minden pestnél megfelelő gázvezeték elágazást létesíthet, az előfűtést beépített ideiglenes ráccsal barna-

szénnel. Kátrányolajjal való kemence fűtése megoldott problémának tekinthető. Tömeges vasolvasztásra azonban ezen anyag nálunk nem jöhet tekintetbe, mert mennyisége elenyészően csekély, mert ami van, festőanyagok és vegyszerek előállítására lesz nélkülözhetetlen.

A kísérleti állomás feladatai sorában beiktatott pontokra is vannak megjegyzéseim, éspedig:

1. A hazai szénfajtáknak kazán alatt és generátorokban való elégetésére számos kísérleti eredmény, adat és berendezés van. Ezeket az adatokat össze kell gyűjteni, mielőtt a további teendőkre magunkat elhatározzuk.

2. A gyengébb minőségű ércok kohósítására vonatkozó törekvés minden szakember első feladata, s bár a kísérleti állomás egyik működése, illetőleg a laboratóriumi vizsgálat nem nélkülözhető, a fő feladatot mégis ezen kérdésnek az üzemben való gyakorlati megoldása képezi. A silány nyersanyagból való jómivőségű ötvénygyártás, amennyire kívánatos, annyira nehéz. Talán elég hivatkoznom ama gyakorlati tényre, hogy valamivel jobb minőségű ötvény

igénylése esetén az üzemek hámait nyersvasat vagy kiváló svéd márkákat kérnek, mert anélkül rendelkezésre álló jó hazai nyersvasból sem tudnak használatos öntött árut előállítani.

Diósgyőrt egy létesítendő kísérleti állomás felállítására — miután bizonyos előfeltételek és kiviteli lehetőségek megvannak — magam is alkalmasnak tartom, de legyünk tisztában azzal, hogy a felállításához a gyáraranyú új berendezések és egy kiterjedt gyakorlati technikai személyzet összetöborzása szükséges.

Mielőtt az idevonatkozó előterjesztést a mainál korrektebb és színvonalasabb formában megtehetnők, hasonló telepeket külföldön tanulmányoznunk lesz szükséges. Érdeklődéssel várom ezután esetleges és újabb előterjesztését, hogy módomban legyen azt a népgazdasági tanácsnak, amennyiben azt az eddigi alakjában be nem nyújtotta, pártolólágot betervezni.

Budapest, 1919. július 24-én.

Lázár s. k.  
vezérigazgató.

## A szovjet kohások műszaki-tudományos konferenciája

Október 12-én kezdte meg Leningrádban munkáját az a műszaki-tudományos konferencia, amelyet a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Kohászati Intézete és az Összövetségi Tudományos Mérnök-Teknikus Társaság (VNITO) Kohászati Egyesülete hívott össze.

Moszkva, Leningrád, Szverdovszk, Kiev, Dnyepropetrovsk, Zlatouszt, Magnitogorszk, Sztálinszk és az ország más városainak legkiválóbb szakértői, a Szovjetunió Kohászati Minisztériumának képviselői találkoztak, hogy megtárgyalják azokat a jelentős kérdéseket, amelyek a kohászati termelés tudósai és gyakorlati kivitelezői előtt állnak, hogy tudományos módon általánosítsák az újítók gazdag tapasztalatait.

A konferencián több mint 50 előadás hangzott el tudósok és az ország nagy üzemének dolgozói részéről; az előadások az acélgyártás technológiájával és kor-

szerű módszereivel kapcsolatos kérdésekkel, az acélolvasztó berendezések korszerű szerkezetével, az acéltuskók minőségének megjavításával és más kérdésekkel foglalkoztak.

Széleskörű tudományos vita tárgyát képezte a konferencián a mangán alkalmazása az acélolvasztási folyamatban, a hógazdálkodás kérdése az acél olvasztásánál, valamint az acélöntés kérdései.

Az első plenáris ülészen I. P. Bardin akadémikus „A kohászat feladatai az ötödik ötéves tervben” c. előadása hangzott el. Előadást tartottak még M. M. Karhauhov és A. M. Szamarina, a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának levelező tagjai. Az esti ülészen N. T. Gudcov akadémikus „Az acéltuskók kristallográfiájáról” tartott előadást. A konferencia öt napig tartott.

## Lapszemle

**A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei X. kötet. 1—2. szám.**

Műszaki irodalmi életünk évenként visszatérő nagy eseménye az „Osztályközlemények” új kötete. A most megjelent X. kötet 1—2. szám a Magyar Tudományos Akadémia 1953. évi nagygyűlésén elhangzott előadások és hozzászólások anyagát közli teljes terjedelemben. A kohászathoz legközelebb eső anyagból a következőket emeljük ki:

**Szádeczky-Kardoss Elemér:** Barna- és fekete-köszénfajtáink a népgazdálkodás fejlesztésének szolgálatában.

**Schlattner Jenő:** A magyar barnaszenekből előállítható kohókokszt gyártása.

**Visnyovszky László:** Nyersvasgyártásunk távlati fejlesztése.

**Gillemot László:** Titánnal ötvözött szerkezeti acélok.

**Verő József:** A bór, mint egyéb ötvözőelemek helyettesítője acélban.

**Bálint Róbert—Gesztli Andor:** A műhely diszpécser címmel könyv jelent meg a Népszava kiadásában. A könyv foglalkozik a diszpécser rendszerű irányítással, összegezi a műhelydiszpécser tudnivalóit, a diszpécser szervezet felépítését. Szemléltetően bemutatja a műhelydiszpécser egy napját, és a diszpécser rendszerű irányítás fejlődési irányát. A kiadvány a műhelydiszpécser számára igen értékes segítség.

**Az Országos Műszaki Könyvtár új kiadványai**

Az OMK ajánló bibliográfiai sorozatában a hó folyamán megjelenik a „Mit olvassunk a tervszerű megelőző karbantartásról” c. füzet, amely a témakör leglényegesebb politikai, szépirodalmi és műszaki könyvét ismerteti.

Az iparági bibliográfiák sorozatában a közeljövőben megjelenik a „Könnnyűfémek kohászata”.

### KOHÁSZATI LAPOK

Felelős szerkesztő: Vajk Péter. — Felelős kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat vezérigazgatója  
Megjelenik: 1400 példányban. — Szerkesztőség: VI, Rudas László-u. 45. — Telefon: 129-699.

21545/LD02 - Réval-nyomda Budapest V, Vadász-utca 16 (Felelős vezető: Nyáry Dezső)

# KOHÁSZATI

*lapok*

ALAPITOTTA PÉCH ANTAL 1868-BAN



**12.** SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

---

KOHÁSZATI LAPOK 8. (86.) ÉVFOLYAM 12. SZÁM 245—264 OLDAL BUDAPEST, 1953. DECEMBER

# KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület,  
A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége  
TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest VI. Rudas László-u. 45 • Telefon: 129-696, 127-084

Венгерский Журнал Metallургии

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

Főszerkesztő: Komjáthy László • Felelős szerkesztő: Vajk Péter  
Szerkesztőbizottság: Árkos Frigyes, Deniflée Sándor, dr. Dobos György,  
Felföldi Zoltán, dr. Gillemot László, Jakóby László, Kálmán Lajos, Varga Ferenc  
Felelős kiadó: Solt Sándor

## Kohászati Lapok:

<i>Horváth A.</i> : A termodinamikai függvények alkalmazása a kohász szatban .....	245
<i>Jacunskája—Sztárovics</i> : Az oxigénfelhasználás kombinált módszere a Martin-acél gyártásnál .....	258
<i>Havas B.</i> : Villamosenergiagazdálkodás a kohász szatban .....	260
<i>A volfram-vita</i> .....	263
Hírek .....	264

## Öntöde:

<i>Alberti Gy.</i> : Öntödei műszintterv .....	245
<i>Polgáry S.</i> : Próbapálca-öntvény homokban öntött rézötvözetekhez .....	248
<i>Hollósi B.</i> : Korszerű gyártáselőkészítés az öntödékben .....	250
<i>Gál Z.</i> : A kéregöntés fizikai és kémiai tényezői .....	252
<i>Tóth A.</i> : Az öntvények minőségének javítása a ráégés csökken tésével .....	254
<i>Ferenczi J.</i> : Hajócsavar formázásának régi és új módszere .....	257
Öntödei folyóiratfigyelő szolgálat .....	261
Hírek .....	264

## Alumínium:

<i>Domony A.</i> : Könnyűfémek és könnyűfémhulladékok feldolgozásánál keletkező sómaradványok és vakarékok értékesítése .....	245
<i>Emőd Gy.</i> : Magnéziumöntvények kikészítése .....	247
<i>Varga J.</i> : Fémek forrasztása. III. rész .....	251
<i>Polgáry S.</i> : A különleges sárgarezek .....	258
Acél- és könnyűfém villamosvasutak energiafogyasztása .....	261
Megjelent az 1953. évi német szabványjegyzék .....	262
Az Országos Műszaki Könyvtár új kiadványai .....	262
Kitüntetések .....	263

KIADJA A NEHÉZIPARI KÖNYV- ÉS FOLYÓIRATKIADÓ VÁLLALAT

Kiadóhivatal: Budapest V, Nagy Sándor-utca 6 • Telefon: 111-091  
Megjelenik havonta • Egyévi előfizetés: 36.—Ft. Egyes példányok ára: 4.—Ft

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Nemzeti Bank 61.770

# KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület  
FOLYÓIRATA

VIII. évfolyam (LXXXVI)

12. szám

1953. december 10

## A termodinamikai függvények alkalmazása a kohásban\*

HORVÁTH AURÉL egyetemi docens

Аурел Хорват: ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ В МЕТАЛЛУРГИИ.

Die Anwendung der thermodynamischen Funktionen in der Metallurgie

### ZUSAMMENFASSUNG

Bedeutung der thermodynamischen Funktionen in der Metallurgie. Kurzgefasste Theorie und praktische Anwendung der thermodynamischen Funktionen durch Beispiele aus der Metallurgie (Eisen- und Metallhüttenwesen, Metallographie, Feuerungslehre usw.). Eine Artikelserie.

**Erster Artikel.** Erster Hauptsatz der Thermodynamik. Molekularkinetische und thermodynamische Bedeutung der Wärmekapazität (Atomwärme, Molwärme, spezifische Wärme). Satz der Gleichverteilung der Energie (Equipartitionssatz). Einzelheiten der Wärmekapazität von Körpern in verschiedenen Aggregatzuständen. Die Änderung der Wärmekapazität ( $C$ ) mit Druck, Volum und Temperatur.  $C = f(T)$  Funktionen und Kurven verschiedener Stoffe. Näherungsverfahren zur Bestimmung der Wärmekapazität metallurgischer Verbindungen bei höheren Temperaturen. Mittlere Molwärme und ihre mathematische Ableitung.

Begriff und Bedeutung der Enthalpie. Die Enthalpie als thermodynamische Funktion und ihre Änderung mit Druck und Temperatur. Analyse der  $H = f(T)$  Funktion. Entropieänderung einzelner Stoffe und chemischer Vorgänge. Reaktionswärme, Bildungswärme, Umwandlungswärme. Gesetz von Hess und die daraus ableitbaren Gesetzmäßigkeiten. Die praktische Anwendung der Funktionen auf metallurgische Rechenbeispiele. Berechnung der auf direktem Wege schwerlich bestimmbaren Bildungswärme aus der Verbrennungs- bzw. Lösungswärme bei Metallkarbiden, Siliziden und Phosphiden.

Application of Thermodynamic Functions to Metallurgy

### CONTENTS

Importance of the thermodynamic functions in metallurgy. Briefly put theory of the thermodynamic functions and their practical application to examples and problems taken from process metallurgy (ferrous and non-ferrous metallurgy, metallography, combustion etc.). A series of articles.

**First article.** First Law of Thermodynamics. Molecular-kinetic and thermodynamic explication of heat capacity (molar heat, atomic heat, specific heat). Law of equipartition of energy. Characteristics related to the heat capacity of substances in different states of aggregation. Variation of heat capacity ( $C$ ) with pressure, volume and temperature.  $C = f(T)$  functions and curves of different substances. Approximative methods of calculation of the heat capacity and its mathematical derivation.

Significance and meaning of enthalpy. Enthalpy as a thermodynamic function: its variation with pressure and temperature. Analyse of the  $H = f(T)$  functions. Variation in enthalpy of pure substances and of chemical reactions. Heat of reaction, heat of formation and heat of transformation. Hess' Law and other rules derived from it. Practical application of the functions to the solution of numerical metallurgical problems. Calculation of the heat of formation not to be measured directly, from the heat of combustion or solution of metallic carbides, silicides and phosphides.

Application des fonctions thermodynamiques en métallurgie

### CONTENT

Importance des fonctions thermodynamiques du point de vue de la métallurgie. Théorie abrégée des fonctions thermodynamiques et leur application pratique aux exemples et problèmes pris de la métallurgie (métallurgie du fer et des métaux non ferreux, métallographie, technique de combustion etc.). Une série d'articles.

**Premier article.** Première loi de la thermodynamique. Explication molécule-cinétique et thermodynamique de la capacité thermique (chaleur molaire, chaleur atomique, chaleur spécifique). Loi de l'équipartition de l'énergie. Spécialités concernant la capacité thermique des substances en divers états physiques. Variation de la capacité thermique ( $C$ ) avec la pression, le volume et la température. Fonction et courbe  $C = f(T)$  de différentes substances. Méthodes de calcul approximation pour déterminer la capacité thermique des composés métallurgiques aux hautes températures. Capacité thermique moyenne et sa dérivation mathématique.

La signification et l'importance de l'enthalpie. L'enthalpie comme fonction thermodynamique: sa variation avec la pression et la température. L'analyse des fonctions de type  $H = f(T)$ . Variation de l'enthalpie des pures substances et des réactions chimiques. Chaleur de réaction, chaleur de formation, chaleur de transformation. La loi de Hess et règles qui en peuvent être dérivées. Application pratique de fonctions à la solution des problèmes métallurgiques à calculer. Détermination de la chaleur de formation — difficile à mesurer directement — des carbures, siliciures et phosphures à partir de la chaleur de combustion et de solution.

### A) Bevezetés

A hő és a mozgásközi kapcsolat már az ókori szakirodalomban is felbukkant, de mindaddig filozófiai megállapítás maradt csupán, míg Joule a hőenergia és a mechanikai munka szamszerű összefüggését nem tisztázta. A most már exakt tudománnyá lett termodinamika területe hamarosan kibővült az első két főtétellel,

\* Érkezett 1953 IX. 10-én.

a képződési hő fogalmával, különböző vegyületek mérés útján meghatározott képződési hőjének számszerű adataival, az entrópiának először statisztikai, majd termodinamikai alapon történt meghatározásával. Ezt követte a harmadik főtétel, valamint a vegyi folyamatok termodinamikai normálpotenciálja és az affinitás közti kapcsolat helyes megfogalmazása és végül a legújabb időkben a parciális moláris függvények, a fugacitás és az aktivitás fogalmi elhatárolása.

A termodinamika elméleti alapjai tisztázásának ütemét nem vette át azonban a gyakorlati alkalmazás. Különösen és elsősorban vonatkozik ez a kohászatra, sőt e megállapítást azzal is kiegészíthetjük, hogy a kohászat nem csupán a termodinamika gyakorlati alkalmazása, hanem a számításokhoz szükséges alapadatok meghatározása, tehát a mérési technika és az alapvető termodinamikai függvények meghatározása tekintetében is hosszú ideig elmaradt a kémiai technológia többi ága mögött. Ennek természetes oka, hogy a tűzi folyamatok közötti mérések és a hozzájuk szükséges mérőberendezések technikája lassabban fejlődött. A már ismeretes adatok és összefüggések rendszeres alkalmazása azonban — különösen a legutóbbi években — a gazdaságosságnak és a tűzi folyamatok biztonságos irányításának nagymértékű megjavulásával, végeredményben tehát a kohászat tudományos és céltudatos műszaki műveletté való fejlesztésével járt; ezért a figyelem egyre jobban a termodinamika kohászati alkalmazásának lehetőségei felé fordult, amit a kérdésnek szakfolyóiratokban, szak- és tudományos konferenciákban egyre gyakoribb megjelenése világosan bizonyít.

A kohászati termodinamika területe tehát egyrészt az alapvető összefüggések felállításának, a számításokhoz szükséges adatok kísérleti úton, vagy üzemi mérésekkel történő meghatározásának területére, másrészt ezen adatok és összefüggések gyakorlati számításokra való alkalmazásának területére oszlik. Az előbbi terület egyre fejlődik, a kutató és mérő berendezések és eljárások száma egyre nő s ezért ezek részletes ismertetéséről itt nem lehet szó. E közleménysorozat célja a már ismeretes és leszűrt termodinamikai függvények összefoglalása és kohászati folyamatokra való gyakorlati alkalmazásának példákon való bemutatása.

A termodinamikai alapfogalmakat ismertnek feltételezve, azokat röviden foglalom össze s elhagyom a különböző fogalmak kialakulásának történelmét, valamint a függvényeszerű összefüggések matematikáját, mert ezek a korszerű fizikai vagy fizikai-kémiai közönyekben megtalálhatók.

A továbbiakban természetesen mindig szem előtt kell tartanunk, hogy a tárgyalandó törvényszerűségek a kémiai egyensúly állapotában lévő rendszerekre vonatkoznak. Nagyszámú olyan vegyi folyamat ismeretes ugyanis, amelyek kimerítő és pontos leírása nem adható meg kizárólag az egyensúlyi helyzetre vonatkozó termodinamikai összefüggésekkel, mert ezek érvényességét reakciókinetikai tényezők korlátozzák. Kohászati folyamatoknál azonban ezek a kinetikai hatások — a magas hőmérséklet miatt — legtöbbször elhanyagolhatók s így a termodinamikai jellemzők és az egyensúlyi viszonyok összefüggése egyszerűbb. A közlemény során bemutatandó példákért ezért a reakciókinetikai szempontokat figyelmen kívül hagyom.

Ami az egyes termodinamikai fogalmak jelölését illeti, a világirodalomban legáltalánosabban használatos betűjeleket alkalmaztam.

## B) Termodinamikai fogalmak, függvények és alkalmazásuk

### 1. Hőkapacitás, mólhő, fajhő. Elméleti áttekintés

A hőkapacitás fogalma célszerűen a termodinamika I. főtétele alapján tisztázható, amely szerint

$$U = Q - A \quad (1)$$

azaz: a belső energia ( $U$ ) a testtel, vagy rendszerrel közölt hőmennyiség ( $Q$ ) és a test, vagy rendszer által

végzett munka ( $-A$ ) algebrai összege. A test vagy rendszer által *felvett* hő vagy munka tehát *pozitív*, az általa *leadott* hő vagy munka *negatív* előjellel veendő figyelembe.

Az (1) egyenletben szereplő  $A$  térfogati munkát jelent, amely a termodinamikából ismeretes levezetés szerint  $pV$  alakban, tehát a nyomás és a móltérfogat szorzataként is kifejezhető.

Az (1) egyenletet differenciális viszonyokra

$$dU = dQ - dA = dQ - p dV - V dp \quad (2)$$

alakban írhatjuk fel, ahonnan a hőmennyiség

$$dQ = dU + p dV + V dp. \quad (3)$$

Ha a nyomás állandó, akkor az egyenlet jobboldalán ( $dU + p dV$ ) kifejezést kapunk; ezt a kifejezést, tehát a belső energia és a térfogati munka összegét entalpiának nevezzük és  $O$ -val jelöljük. Így tehát: differenciális alakban:

$$dH = dU + p dV \quad (p = \text{konst}) \quad (3a)$$

Ezeknek az alapvető összefüggéseknek ismeretében most már a *hőkapacitásnak*, azaz a test vagy rendszer hőfokának  $1^\circ$ -kal való emeléséhez szükséges hőmennyiségnek termodinamikai értelmezést adhatunk. A hőkapacitást a test vagy rendszer valamilyen mennyiségére, és pedig vagy  $1$  g-jára, vagy  $1$  grammolekulasúlynyi mennyiségére szokás vonatkoztatni. Az előbbi esetben *fajhőről* ( $c$ ), az utóbbi esetben *mólhőről* ( $C$ ) beszélünk. A továbbiakban általában mindig a mólhővel számolunk.

A mólhő számszerű értéke attól függ, hogy a rendszer térfogata, vagy a rendszerre ható nyomás marad-e állandó értéken. Ha a *térfogat állandó*, akkor térfogati munka nincs, tehát az (1) egyenlet

$$Q = U$$

alakot ölt. Ha a rendszerrel közölt  $dQ$  hőmennyiség hatására annak hőfoka  $dT$ -vel változott meg, akkor a mólhő, amely itt *állandó térfogatra vonatkozik* és ezért  $C_v$ -vel jelöljük, az alábbi képlettel fejezhető ki:

$$C_v = \frac{dQ}{dT} = \frac{dU}{dT}. \quad (4)$$

Ha a hőfok megváltoztatása közben a *nyomás marad állandó*, akkor az (1) és (3a) egyenletek alapján az *állandó nyomásra vonatkozó mólhő*, amelyet  $C_p$ -vel jelöljük,

$$C_p = \frac{dQ}{dT} = \frac{dH}{dT} \quad (5)$$

alakban fejezhető ki.

A (3a), (4) és (5) egyenlet összehasonlításából következik, hogy  $C_p > C_v$ . Ideális gázok esetén a pontos összefüggés:

$$C_p = C_v + R, \quad (6)$$

bár az összefüggés reális gázoknál is kielégítő pontosságú eredményeket ad a szobahőfokot meghaladó hőmérsékleteken. Itt  $R$  az egyetemes gázállandó.

Mivel a kohászati folyamatok általában állandó — vagy közel az állandó — nyomáson mennek végbe, a továbbiakban  $C_p$ -vel számolunk.

A gyakorlati mérések adatai szerint sem  $C_p$ , sem  $C_v$  nem állandó értékek, hanem a *nyomás és a hőfok, illetőleg a térfogat és a hőfok függvényei*. Ezek az összefüggések — itt le nem vezetett — matematikai függvényeket adnak. A  $C_v$ -nek a *térfogattal való változását* úgy kapjuk, hogy a nyomásnak a hőfok szerinti második parciális differenciálhányadosát megszorozzuk az abszolút hőfokkal, a  $C_p$ -nek a *nyomással való változását* pedig úgy kapjuk, hogy a térfogatnak a hőmérséklet szerinti második parciális differenciálhányadosát megszorozzuk az abszolút hőfok negatív értékével. Megjegyezhetjük azonban, hogy  $C_p$  a *nyomással*,  $C_v$  a *térfogattal csak reális gázok esetén változik*, ideális gázoknál nem és hogy a *változás reális gázoknál is csak akkor jelentékeny, ha azok az ideálistól erősen eltérő állapotban vannak*. A változás számszerű értékének kiszámítása



legcélyszerűbben a redukált állapothatározók alapján megszerkesztett univerzális görbeseregekből közvetlen leolvasással történik, amelyek részletes ismertetésétől azonban itt ugyancsak eltekintek, mert a fizikai-kémiai kézikönyvekben ezek is megtalálhatók.

Jelentékenyebb azonban a *mólhőnek a hőmérséklettel való változása*. Kinetikai megfontolásokból és spektrográfiai mérésekből következik, hogy a testek energiataralma (és így mólhője, vagy atomhője) a molekulák haladó-, forgó- és rezgőmozgásának energiaértékeiből tevődik össze. Az összes belső energiából az egyes molekulamozgásokra jutó részt ugyancsak molekulakinetikai elgondolások alapján és a kérdéses molekula szerkezetének (egy-, két- vagy többatomos molekula) ismeretében lehet eldönteni. Hasonlóképpen a molekula szerkezete (az atomok egymáshoz viszonyított helyzete) szabja meg, hogy a haladómozgásból eredő energiataralom mellett a forgó-, vagy rezgőmozgásból is származhat-e további energia. Ha erre a molekula szerkezete lehetőséget nyújt is, a forgó- és rezgőmozgás „gerjedésére” csak nagyobb hőfokokon kerül sor. Ez a hőfok annál nagyobb, minél nagyobb a forgómozgásnál a forgási, a rezgőmozgásnál a rezgési frekvencia. A forgási frekvencia annál nagyobb, minél kisebb a molekula tehetetlenségi nyomatéka, a rezgési frekvencia pedig annál nagyobb, minél erősebb az atomok kötése és minél kisebbek az atomok, ezért a belső energiataralom és így a mólhő is a különböző testeknél más és más és a hőfokkal is változik.

Ennek igazolására röviden áttekintem a különböző halmazállapotú testek mólhőjére tapasztalati úton kapott eredményeket.

a) *Gázok mólhőjének megállapításához* ismernünk kell a molekula valószínű szerkezetét. Az *egyatomos gázok* (ezek közé tartoznak a fémgázok is) mólhője állandó, mert itt a belső energia kizárólag a haladómozgásból adódik. A belső energia nagysága ezeknél (a levezés elhagyásával):

$$U_t = \frac{3}{2} RT$$

és így a mólhők:

$$C_v = \frac{dU}{dT} = \frac{3}{2} R = 3 \text{ gcal/g atom}$$

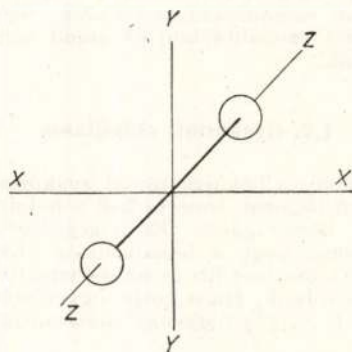
és

$$C_p = \frac{3}{2} R + R = 5 \text{ gcal/g atom,}$$

ami az elvi partíciós tételből következik.

*Kétatomos gázoknál* a haladómozgás energiájához a forgómozgásból származó energia is hozzájárul, melynek nagysága ugyancsak

$$U_r = \frac{3}{2} RT.$$



1. ábra.

Ebből az energiából egy-egy tengely körüli forgásra (1. ábra) az ekvipartíciós tétel szerint

$$U_{r,1} = \frac{1}{2} RT$$

nagyságú energia jut. A hőmozgás szempontjából csak az  $X-X$  és  $Y-Y$  tengelyek körüli forgások jönnek figyelembe. Így tehát itt az összes energia

$$\Sigma U = \frac{3}{2} RT + \frac{2}{2} RT = R \frac{5}{2} RT,$$

ahonnan a mólhők:

$$C_v = \frac{dU}{dT} = \frac{5}{2} R \approx 5 \text{ gcal/g atom}$$

és

$$C_p = \frac{5}{2} R + R \approx 7 \text{ gcal/g atom.}$$

A  $C_p = 7$  gcal érték azonban általában csak szobahőmérsékletnél érvényes. *Magasabb hőmérsékleteknél* ugyanis a molekula két atomját összekötő egyenes ( $Z-Z$  tengely) mentén rezgőmozgás is létrejön. A rezgőmozgás energiája kinetikai és potenciális energia összegéből áll, tehát a másik két mozgásra jutó összes energiának kétszerese, azaz

$$U_o = 3 RT,$$

amiből következik, hogy az egyes tengelyek mentén beálló rezgésekre  $U_{o,1} = RT$  energia jut. A hőmérséklet emelkedésével tehát egy kétatomos gáznál a mólhő a maximális

$$C_p = 7 + R \approx 9 \text{ gcal/g atom}$$

értékig emelkedhet. Ezt a szabályt a gázok mólhőinek kísérletileg meghatározott értéke igazolja. (Kivétel a klór, a bróm és a jód, mert ezek mólhője már szobahőmérsékleten is 8,25, 8, 62, ill. 9,00 cal/gatom, tehát meghaladja a fentiek szerinti 7 gcal/g atom értéket.

A kísérleti megállapítások szerint a molekulák haladó- és forgómozgás végzésére már szobahőfokon is képesek, a forgómozgást befolyásoló tehetetlenségi nyomaték ugyanis még a legkisebb molekulánál, a hidrogén molekulájánál is elég nagy ahhoz, hogy az már 300° K-nál is szabadon foroghasson. Ezzel szemben a molekuláknak csak elenyészően kis része végez rezgőmozgást, mert az ennek „gerjesztéséhez” szükséges energiakvantumok oly nagyok, hogy szobahőfokon csak kevés olyan molekula található, amely a rezgés megindulásához szükséges energiakvantumokkal rendelkezik. A rezgésbe kerülő molekulák száma természetesen a hőmérséklettel egyre nő. A rezgési „gerjesztés” mértéke az atomok tömegétől és az atomkötések erősségétől függ. A molekulán belüli kötések alapos ismerete nélkül is megállapítható, hogy a nagyobb atomsúlyú gázok mólhője (atomhője) is nagyobb. A mólhők számszerű értékét tartalmazó táblázatok is bizonyítják, hogy a kétatomos gázoknál a mólhő az atomsúly növekedésével 7 gcal/g atom értékről fokozatosan 9 gcal/g atom értékre nő.

A teljesség kedvéért megjegyzem, hogy e szabálytól nagyobb eltérést tapasztalunk hidrogént tartalmazó gázoknál, mert ezeknél az egyik atom súlya jelentősen alatta marad a másikénak, tehát a molekula úgy viselkedik, mintha kicsiny molekulasúlyú gáz molekulája volna.

A három- és többatomos gázok mólhőjének meghatározása már körülményesebb. Ha a három atom egy vonalba esik, akkor a molekula mozgási lehetőségei azonosak a kétatomos molekuláéival, azzal a különbséggel, hogy itt a rezgőmozgás lehetőségeinek száma kettőre emelkedik. E szabály sem általános azonban. Így pl. a  $CO_2$  állandó nyomásra vonatkozó mólhőjének értéke 500° C-nál 12,43, 1000° C-nál pedig 13,94 gcal/g atom, vagyis meghaladja a szabály szerinti 11 gcal/g mól maximális értékét. (Ez a jelenség valószínűleg az  $O=C=O$  szerkezetű molekula középső atomjának az összekötő tengely körüli járulékos rezgéséből ered.)

Ha a molekulát felépítő atomok nem esnek egy vonalba (pl.  $H_2O$ ,  $H_2S$ ,  $NH_3$ ,  $Al_2O_3$ ), akkor a forgó- és rezgőmozgás lehetőségeinek száma tovább nő s ezért ezeknél

a gázoknál a kinetikai elmélet és az akvipartíciós tétel alapján nehéz a mólhőt pontosan meghatározni. A mólhő pontos értékét ezeknél különböző szabályokkal legfeljebb megközelíthetjük. Ilyen közelítő szabály az is, amely szerint a mólhőt megkapjuk, ha az atomkötések számának négyszereséhez 6 gcal-át (egy vonalba eső atomok esetén 5 gcal-át) hozzáadunk, tekintet nélkül arra, hogy az atomkötések egyszeres, vagy többszörös kötések-e.

Igy pl. a gázalakú  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -nál, melynek szerkezete



képlettel szemléltethető, a mólhő:  $C_p = 4 \times 4 + 6 = 22$  gcal/gatom. Az egy vonalba eső atomokból álló  $\text{CO}_2$ -nél a mólhő a közelítő szabály szerint

$C_p = 4 \times 2 + 5 = 13$  gcal/g atom, ami a fentiekben közölt pontos értékhez elég közel áll. A közelítő szabály szerint kapott értéktől kis molekulásúlyú gázoknál lefelé, nagy molekulásúlyúaknál ( $\text{SiCl}_4$ ,  $\text{SnCl}_4$  stb.) felfelé nagyobb eltérések adódnak.

b) A szilárd testek mólhőjének, ill. atomhőjének egyszerű és gyors kiszámítása Dulong és Petit régebben felállított azon szabályából történhet, hogy az atomhő az elemi szilárd testeknél 6,2 gcal.

Ennek a tapasztalati úton felállított szabálynak termodinamikai magyarázata, hogy a szilárd testek atomjai — az alaktartó jelleg következtében — meghatározott rácsszerkezetté egyesültek s így sem forgó-, sem haladómozgást nem végezhetnek, tehát egyetlen lehetséges mozgásuk a rezgőmozgás. A rezgőmozgásra jutó összes energia — a fent mondottak szerint — az akvipartíció alapján adódó  $U_0 = \frac{3}{2} RT$  energiámenyiség kétszerese s így az állandó térfogatra eső mólhő

$$C_v = \frac{dU}{dT} = 3R \approx 6 \text{ gcal/g atom.}$$

Az atomhő tényleges értéke ettől jelentősen eltérhet: ha ugyanis pl. szobahőmérsékleten az atomok még nincsenek teljes rezgésben, aminek oka a rendszer erősebb atomkötés lehet, akkor az atomhő kisebb, mint 6 gcal.

Igy pl. az igen erős homeopoláris kötésű gyémánt atomhője szobahőfokon 1,52 gcal, a berilliumé 4,13 gcal. Jellemző, hogy az erősebb atomkötések miatt ezeknek az anyagoknak az olvadáspontja is általában magas.

Az összetett testek (pl. vegyületek) atomhőjének az alkotóelemek atomhőjén alapján súlyozott összegezéssel való kiszámítására Neumann és Kopp állítottak fel szabályt. Az additív számításnál természetesen az egyes alkotóelemek tényleges atomhője veendő figyelembe, nem pedig a 6,2 gcal/gatom állandó érték. Megjegyzem azonban, hogy ez a szabály csak közelítő értéket ad, bár a fémötvezetkeknél és fémvegyületeknél elég jól használható.

A  $C_v$  értéke a hőmérséklet emelkedésével a szilárd testeknél is változik, általában emelkedik. A változás azonban eltér a gázokétól, mert a rezgési frekvencia a gázokkal szemben még a legegyszerűbb szerkezetű szilárd testeknél sem egységes, hanem a rezgésbe jött atomok egymásra gyakorolt és állandóan változó erőhatása miatt frekvenciasárvá szélesedik. A  $C_v$  pontos értékét meghatározó és Debye által felállított egyenletben ezért a rezgő atomok frekvenciája is szerepel.

A  $C_p$  és  $C_v$  összefüggését szilárd testeknél

$$C_p - C_v = T \cdot V \frac{\alpha^2}{z} \quad (7)$$

képlet fejezi ki, ahol  $\alpha$  = köbös tágulási együttható és  $z$  = kompresszibilitási tényező, melyet a

$$z = - \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial p} \right)_T$$

függvény ad meg és melynek dimenziója:  $\text{atm}^{-1}$ .

$\alpha$  és  $z$  értéke a legtöbb szilárd anyagnál nem ismeretes ugyan a megkívánt pontossággal, de ennek a

gyakorlat szempontjából nincs különösebb jelentősége, mivel a két atomhő különbsége 0,2—0,5 gcal/gatom értékhatárok közé esik szobahőmérsékleten, vagyis ezen a hőfokon ( $25^\circ \text{C}$ ) a szilárd elemi testeknél  $C_p = 6,2$ — $6,5$  gcal/gatom. Jellemző, hogy ez az érték emelkedő hőmérséklettel emelkedik és azon a hőfokon, ahol az elemi szilárd test elsősorban megy át valamilyen fázisváltozáson (pl. kristályrács átalakulása, vagy olvadás), közelítőleg valamennyi szilárd elemi testnél azonos. Ezt az értéket 7 gcal/gatom, újabbban 7,25 gcal/gatom értékénél szokás felvenni. Ugyanez vonatkozik azokra a szerves és fémvegyületekre is, amelyek koordinációs rácsszerkezettel bírnak. Ilyen esetben azonban természetesen a 6,2, ill. 7,25 gcal/gatom értéket a molekula felépítésében résztvevő atomok számával szorozva, additív módon számíthatjuk ki a mólhőt. Ha a vegyület molekulárcsallal bír, akkor az összefüggés már bonyolultabb.

c) A folyékony testek közül a kohászatot közelebből érdeklő olvadékok mólhőjével foglalkozom. A méréssel kapott adatokból megállapítható, hogy ezek a szilárd állapotú test mólhőjétől alig különböznek, ami a szilárd és folyékony halmazállapotra jellemző molekulászerkezet hasonlóságára utal. Bár a folyékony halmazállapotú testek, illetve olvadékok molekulászerkezetét egységesen szemléltető modellt vagy képletet megalkotni mindeddig nem sikerült, az eddigi tapasztalatok alapján feltételezhetjük, hogy az olvadékok molekulái a szilárd állapotban köztük fennállott kötőerőkhöz hasonló valamilyen potenciális energiával rendelkeznek. Az olvadt anyagok atomhője 7—8 gcal/gatom értékhatárok közé esik. Összetett olvadékok mólhője a b) alattiak szerint additív számítható, de ekkor az egyes összetevőknél 7,25 gcal/gatom értékkel számolunk.

Folyékony testek  $C_p$ -jének a hőmérséklettel való összefüggése még nem ismeretes teljes pontossággal. Az eddigi mérési eredmények alapján  $C_p$ -nek a hőmérséklet emelkedésével való kismértékű csökkenése állapítható meg. Ezt a megfigyelést azonban ma még nem támasztja alá megfelelő számú adat s így nem követünk el nagyobb hibát, ha a folyékony testek atom- vagy mólhőjét a hőmérséklettől függetlennek tekintjük.

A hőkapacitás, illetőleg a mólhő vagy atomhő tehát — mint láttuk — valamennyi elemi és összetett testnél, a folyékonyakat kivéve — a hőmérséklettel változik. Ennek a változásnak az oka az elemi aszcillátorok (atomok, molekulák) rezgése, amiből viszont következik, hogy ez a rezgés, és így a  $C_p$  és a hőmérséklet összefüggését kifejező matematikai függvény is minden anyagnál más és más és a kérdéses anyagra jellemző.

A hőkapacitás és a hőfok matematikai és grafikus összefüggését bemutató gyakorlati példák tárgyalása előtt megjegyzem, hogy az alacsony hőmérsékletekre érvényes képleteket, mint pl. a Debye egyenletet itt nem érintem, ezekről az entrópia tárgyalásánál lesz szó. Kohászati számításokhoz teljesen elegendő, ha a mólhők értékét szobahőfokon és annál magasabb hőfokon ismerjük.

## 1.2. Gyakorlati számítások

Ahhoz, hogy a hőkapacitással gyakorlati számításokat lehessen végezni, ismerni kell a hőkapacitás és a hőfok közti összefüggést. Ez legegyszerűbben úgy állapítható meg, hogy a hőkapacitást különböző hőmérsékleteknél megmérjük és az összetartozó értékekből görbét rajzolunk. Ha a görbe egyenletét kiszámítjuk, akkor a  $C = f(T)$  függvény matematikai kifejezését kapjuk.

A hőkapacitás és a hőfok összefüggését mutató diagramm, illetőleg egyenlet meghatározása néhány példával mutatható be.

A  $692,6 \text{ K}$ -on olvadó  $\text{Zn}$  és az  $1233,7 \text{ K}$ -on olvadó  $\text{Ag}$  atomhőjét  $273 \text{ K}$  és az olvadáspont közé eső néhány hőfokon méréssel meghatározva, az alábbi értékeket kapjuk:

1. táblázat

$T, K^\circ$ .....	273	400	500	600	692,6	700	900	1100	1233,7	> 1233,7
$C_p$ (Zn) .....	5,98	6,33	6,60	6,87	7,18	7,50	$\times$	$\times$	$\times$	$\times$
$C_p$ (Ag) .....	6,03	6,18	$\times$	6,48	$\times$	6,63	6,93	7,23	7,43	8,20

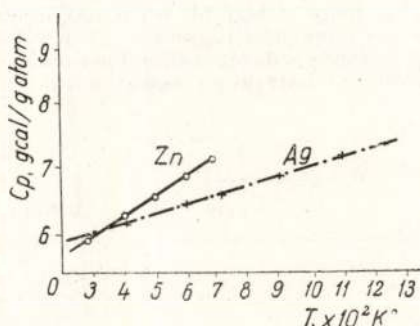
A bekeretezett rovatban szereplő érték a folyékony fém atomhője, amely a hőfoktól már független.

Az összetartozó értékekből a 2. ábrán látható függvényábrákat kapjuk.

Könnyen belátható, hogy a  $C_p$  és  $T$  összefüggését mindkét fém esetében egyenes fejezi ki. Az egyenes egyenlete a  $C_p = f(T)$  függvényt adja, ezt az egyenletet úgy kapjuk, hogy az egyenes általános

$$C_p = a + bT \quad (8)$$

egyenletét két összetartozó értékre felírjuk és belőlük  $a$  és  $b$  állandókat kiszámítjuk.



2. ábra.

Így pl. a Zn esetében a 400 és 600  $K^\circ$ -nál érvényes atomhőket figyelembevéve, az egyenes általános egyenlete az alábbiak szerint írható fel:

1.,  $6,33 = a + 400 b.$

2.,  $6,87 = a + 600 b.$

Az állandók értéke a két egyenlet alapján:  $a = 5,25$  és  $b = 0,00270$ . Az atomhőnek az abszolút hőmérséklettel való változását tehát a szilárd cink esetében a

$$C_p = 5,25 + 2,70 \cdot 10^{-3} T$$

egyenlet fejezi ki.

Hasonló számítást végezve az ezüst esetére, itt

$$C_p = 5,58 + 1,50 \cdot 10^{-3} T$$

Ezek az egyenletek természetesen a szóbanforgó szilárd halmazállapotú fémek atomhőjének csupán 273  $K^\circ$  és az olvadáspont közötti változását fejezik ki, tehát az ezen határértékeken kívül fekvő hőmérsékletek mellett már nem érvényesek.

Vannak azonban esetek, amikor a  $C_p$  és  $T$  összefüggését nem egyenes, hanem görbe, sőt sokszor szabálytalan alakú görbe fejezi ki. Ilyen esetben a görbék egyenletét

$$C_p = a + bT + cT^2 \quad (9)$$

$$C_p = a + bT + dT^{1/2} \quad (10)$$

$$C_p = a + bT + eT^{-2} \quad (11)$$

vagy  $C_p = a + bT - eT^{-2} \quad (12)$

összefüggések valamelyikével lehet kifejezni aszerint, hogy a görbe görbülete alacsony hőmérsékleteknél erősebb és nagyobb hőmérsékleteknél lineárisabb válik (10, 11 és 12 egyenletek), vagy a görbület nagyobb hőmérsékleteknél nagyobb (9 egyenlet). Ha a görbét éles töréspontok több, különböző görbületű szakaszra osztják, akkor helyes, ha az egyes szakaszok egyenletét külön-külön határozzuk meg a hőmérsékleti határértékek feltüntetésével. Ezeket a határértékeket egyébként mindig meg kell adnunk, mert nélkülük a  $C_p = f(T)$  egyenlet nem használható.

Így pl. a nikkelt atomhőjét különböző hőmérsékleteken meghatározva az alábbi értékeket kapjuk.

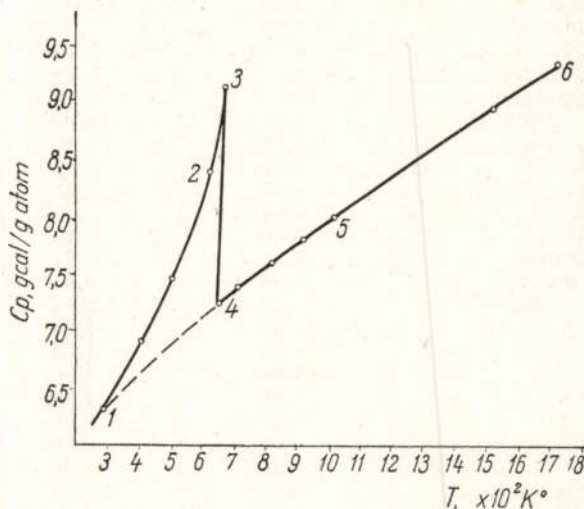
2. táblázat

$T, K^\circ$ .	300	400	500	600	631	650	700	800	900	1000	1500	1728
$C_p$ .....	6,29	6,78	7,46	8,37	9,15	7,27	7,35	7,51	7,76	7,95	8,98	9,45

Ha az összetartozó értékekből rajzolt pontokat összekötjük, a 3. ábrán látható  $C_p - T$  görbét kapjuk.

A görbén 631  $K^\circ$ -nál kiugró csúcs van s a görbének ez a szakasza a (szaggatott vonallal megrajzolt) tulajdonképpeni görbe folytonosságát megszakítja. Ilyen jelenséggel mindazoknál a fémes anyagoknál találkozunk, amelyek hevítéskor mágneses állapotból nem mágneses állapotba mennek át. Ez az átmenet — mint látjuk — nem egyetlen hőmérsékletnél, hanem széles hőmérsékleti határközben következik be. Ha ezzel szemben hevítéskor az egyébként szilárd halmazállapotú anyag a kristályrács átrendeződése következtében más fázissá alakul, úgy ez a  $C_p - T$  görbén éles és egyetlen hőfoknál fellépő törés alakjában jelentkezik. A mágneses átalakulás tehát nem tekinthető fázisváltozásnak és így természetesen az átalakulási görbeszakasz maximumát jelző ún. Curie-pont sem tekinthető a mágneses átalakulás hőfokának, bár bizonyos esetekben — helytelenül — a „mágneses átalakulás hőfokáról” szokás beszélni.

A nikkelt  $C_p - T$  görbéje természetesen nem fejezhető ki egyetlen olyan egyenlettel, mely 200  $K^\circ$  és 1728  $K^\circ$  (olvadáspont) között lehetővé tenné az atom-



3. ábra.

hőnek bármely tetszőleges hőfok mellett való kiszámítását, ezért a görbét szakaszokra kell bontani s az egyes szakaszok egyenletét külön-külön meghatározni.

Az első szakasz az 1—2. pontok közötti felszálló görbeág, melynek görbülete a hőfok emelkedésével egyre nő s így egyenletét a (9) típusú egyenlet fejezi ki; ha ebbe az egyenletbe három összetartozó értéket helyettesítünk, meghatározhatjuk a három állandó (*a*, *b*, *c*) értékét. A nikkelt esetében a számítás a

$$C_p = 6,10 - 2,49 \cdot 10^{-3} T + 10,44 \cdot 10^{-6} T^2$$

képletét adja, melynek érvényességi határai 273 K° és 615 K°.

A második görbeszakasz, amely jól kivehető, a 4—6 pontok közt fekvő egyenes. Az általános egyenlet-típus állandóit e görbeágon fekvő értékek alapján kiszámítva, az egyenes szakaszt a

$$C_p = 5,90 + 2,05 \cdot 10^{-3} T$$

egyenlet fejezi ki, amelynek érvényességi határa 650—1728 K°.

Pontos számításoknál figyelembevehetjük még, hogy a görbének csak 5—6 pontok közti szakasza egyenes, 4—5 között azonban enyhe görbülete van, amely fokozatosan egyenesbe megy át. Ennek a görbe-

ágnak egyenlete a rajta fekvő értékek felhasználásával az általános (11) egyenlet mintájára a nikkelnél

$$C_p = 3,00 + 4,44 \cdot 10^{-3} T + 6,12 \cdot 10^{-6} T^2$$

alakban adódik. Az érvényességi határok : 670—970 K°.

Hasonlóképpen lehet meghatározni a görbe 2—3 és 3—4 pontok közé eső szakaszait ; itt azonban az alig 40°-os hőfokközbe tekintélyes görbület esik, ami a mérések igen nagy körültekintéssel való végrehajtását és a görbének nagyobb léptékben, nagyobb pontossággal való felrajzolását teszi szükségessé.

A fentiekben leírt munkamódszert alkalmazva, bármely anyagnál meghatározhatjuk kaloriméteres mérések alapján a  $C_p - T$  görbét, illetőleg az ezt kifejező  $C_p = f(T)$  egyenletet. A (8)—(12) egyenletek egyesítéséből

$$C_p = a + bT + cT^2 + eT^{-2} \quad (13)$$

alakban kapjuk a mólhőnek vagy atomhőnek a hőmérséklettel való változását kifejező egyenlet legáltalánosabb alakját, amely a gyakorlatban előforduló valamennyi anyagra egyaránt érvényes és amelynek állandóit kézikönyvek megfelelő táblázataiból vehetjük, vagy a fentiek szerint számíthatjuk. Megjegyezhetjük még, hogy a legtöbb anyagnál nincs szükség az egyenlet valamennyi tagjára s így a táblázatok is csak a számításhoz szükséges állandókat és az érvényesség hőmérsékleti határközét tartalmazzák.

3. táblázat

	<i>a</i>	<i>b</i> · 10 <sup>3</sup>	<i>c</i> · 10 <sup>6</sup>	<i>e</i> · 10 <sup>-5</sup>	Hőfokhatárköz K°
Ag	5,58	1,50	—	—	273—olv.-p.
Al	4,80	3,22	—	—	273—olv.-p.
An	6,14	-0,175	0,92	—	273—olv.-p.
C	9,06	-0,13	-121T <sup>1/2</sup>	—	298—1600
CO	6,42	1,165	-0,196	—	298—1500
CO <sub>2</sub>	6,21	10,40	-3,545	—	298—1500
Cl <sub>2</sub>	8,76	0,27	—	-0,65	298—2000
Cr	5,35	2,36	—	-0,44	298—olv.-p.
Cu	5,44	1,462	—	—	298—olv.-p.
Fe α	3,90	6,80	—	—	273—1041
Fe β	9,85	—	—	—	1041—1179
Fe γ	7,55	1,14	—	—	1179—1674
Fe	9,85	—	—	—	1674—olv.-p.
H <sub>2</sub>	6,71	0,60	—	—	298—2700
Hg	6,68	—	—	—	298—forrp.
Mg	5,33	2,45	—	-0,103	273—olv.-p.
Mn α	5,16	3,81	—	—	298—1000
Mn β	8,33	0,66	—	—	1000—1373
Mo	5,69	1,88	—	-0,503	273—1773
N <sub>2</sub>	6,67	1,00	—	—	273—1000
Ni α	6,10	-2,49	10,44	—	273—615
Ni β	3,00	4,44	—	6,12	670—970
Ni	5,90	2,05	—	—	650—olv.-p.
O <sub>2</sub>	6,148	3,102	-0,923	—	298—1500
O <sub>2</sub>	9,85	0,22	-54,5 T <sup>-1/2</sup>	—	298—2500
P <sub>4</sub> sárga	13,62	28,72	—	—	273—olv.-p.
P <sub>4</sub> vörös	0,21	18,00	—	—	273—472
P <sub>4</sub> vörös	2,67	7,80	—	—	573—773
Pb	5,77	2,02	—	—	273—olv.-p.
Pt	5,57	2,27	-0,943	—	273—773
Pt	5,695	1,238	—	—	673—olv.-p.
Rh	5,40	2,19	—	—	273—olv.-p.
S romb.	3,58	6,24	—	—	273—369
S monokl.	3,56	6,95	—	—	273—392
S <sub>2</sub> (gáz)	7,75	0,88	—	—	300—1500
Sb	5,52	1,78	—	—	273—olv.-p.
Si	5,70	1,02	—	-1,06	298—olv.-p.
Sn	5,04	4,50	—	—	298—olv.-p.
Ti	5,90	2,96	—	—	298—750
V	5,57	0,97	—	—	273—olv.-p.
W	5,65	0,866	—	—	273—2073
Zn	5,25	2,70	—	—	273—olv.-p.
Zr α	6,83	1,12	—	-0,87	298—1135
Zr β	7,27	—	—	—	1135—1400

A kohászati gyakorlatban előforduló néhány fontosabb fém és nem fém anyag mólhőjének állandóit a 3. táblázat adja meg.

A táblázat adatai, a higanyt kivéve, gázalakú, illetve szilárd halmazállapotú anyagokra vonatkoznak.

A (13) képlet alapján és a 3. táblázatban megadott adatok ismeretében az érvényesség határait jelző hőmérsékleti értékek között számíttással meg lehet határozni bármely anyag mólhőjét (atomhőjét) adott hőmérsékletnél.

Teljesen hasonlóan történhet a vegyületek mólhőjét kifejező képlet állandóinak meghatározása is. A kísérleti úton meghatározott állandók ismeretében a (13) képlet, ennek alapján pedig a mólhő bármely tetszőleges hőfoknál ugyancsak kiszámítható. Ezek nagy számára való tekintettel azonban külön táblázatos felsorolást itt nem közlök az állandók értékéről. A számításokhoz példaként felvett vegyületeknél az állandók értékét esetenként fogom megadni.

Rövid ismertetést feltétlenül megérdemelnek még azok a közelítő eljárások, amelyek segítségével ki lehet számítani egy vegyület mólhőjének a hőfokkal való változását kifejező egyenletet, ha a mólhő számszerű értéke valamely adott hőfoknál ismert. Az első eljárásnál felhasználhatjuk az 1.1b szakaszban ismertetett azon tapasztalati adatot, hogy az elemek mólhője az első fázisátmenet hőfokán 7,25 gcal/gatom.

Ha tehát pl. a PbS hőkapacitása 25 C°-nál 11,83 gcal/gmol s a vegyület első fázisváltozása az 1110 C°-nál bekövetkező olvadás, akkor a mólhőnek a hőfokkal való változását lineárisnak feltételezve

$$C_p = a + bT,$$

s így írhatjuk, hogy

$$\begin{aligned} 11,83 &= a + 298 b \\ 14,50 &= a + 1383 b \\ \hline a &= 11,10 ; b = 2,46 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

A közelítő eljárás szerint tehát a PbS mólhőjének 25 C° és 1110 C° közt a hőmérséklettel való változását a

$$C_p = 11,10 + 2,46 \cdot 10^{-3} T$$

képlet fejezi ki.

Hasonlóképpen határozhatjuk meg a  $C_p = f(T)$  egyenletet a Mg<sub>2</sub>Si összetételű szilicid esetében, ennek mólhője 25 C°-on 16,23 gcal/gmol, olvadáspontja pedig 1100 C°, ahol mólhője az elméleti  $3 \times 7,25 = 21,75$  gcal/gmol értékkel egyenlő. Az állandók értékét így a lineáris összefüggést kifejező

$$16,23 = a + 298 b$$

$$\text{és} \quad 21,75 = a + 1373 b$$

egyenletekből meghatározva

$$C_p = 14,70 + 5,13 \cdot 10^{-3} T$$

alakban kapjuk meg a Mg<sub>2</sub>Si-re vonatkozó  $C_p = f(T)$  képletet.

A második közelítő módszer azon feltevésen alapul, hogy a szóbanlévő vegyület mólhője, valamint a vegyület alkotó elemeknek (a vegyületben való stöchiometriai arány szerint) összegezett mólhője közt állandó a különbség mindaddig, amíg a vegyület és az alkotóelemek ugyanabban a halmazállapotban vannak. Ennek a különbségnek a meghatározásához természetesen valamely adott hőfoknál számszerűen ismernünk kell a mólhő értékét. Ha ennél a hőfoknál a vegyületet alkotó elemek mólhőjének összegezéséből nyert értéket  $\Sigma C'_{p,T}$ -vel, a vegyület tényleges mólhőjét  $C'_{p,T}$ -vel, a kettő közti és állandónak feltételezett különbséget  $k$ -val jelöljük, akkor

$$\Sigma C'_{p,T} - C'_{p,T} = k \quad (14)$$

és így bármely tetszőleges  $T$  hőfokon a vegyület tényleges mólhője ( $C_{p,T}$ ) az összegezéséből kapott  $\Sigma C_{p,T}$  értékből

$$C_{p,T} = \Sigma C_{p,T} - k \quad (14a)$$

összefüggés alapján számítható ki.

Alkalmazzuk ezt az eljárást ismét a fent alapul vett két vegyületre.

A PbS esetében a mérésel meghatározott érték 25 C°-on  $C'_{p,T} = 11,83$  gcal/gmol. Az alkotóelemek  $C_p = f(T)$  képletét kikeresve (és molekuláris gázalakú kénnel számolva) a 3. táblázat alapján kapjuk, hogy

$$\begin{aligned} C_p(\text{Pb}) &= 5,77 + 2,02 \cdot 10^{-3} T \\ \frac{1}{2} \times C_p(\text{S}_2) &= 3,88 + 0,44 \cdot 10^{-3} T \\ \hline \Sigma C_{p,T} &= 9,65 + 2,46 \cdot 10^{-3} T \end{aligned}$$

$T = 298 \text{ K}^\circ$ -al számolva :

$$\begin{aligned} C_p(\text{Pb}) &= 6,372 \text{ gcal/gmol} \\ \frac{1}{2} \times C_p(\text{S}_2) &= 4,011 \text{ „} \\ \hline \Sigma C'_{p,T} &= 10,383 \text{ gcal/gmol} \end{aligned}$$

Így :

$$k = \Sigma C'_{p,T} - C'_{p,T} = 10,383 - 1,1830 = -1,447.$$

A PbS mólhője tehát a hőmérséklettel

$$\begin{aligned} C_{p,T} &= \Sigma C_{p,T} - k = 9,65 + 2,46 \cdot 10^{-3} T + 1,447 = \\ &= 11,097 + 2,46 \cdot 10^{-3} T \end{aligned}$$

egyenlet szerint változik.

Hasonlóképpen számíthatjuk ki a Mg<sub>2</sub>Si-re vonatkozó  $C_p = f(T)$  egyenletet is.

A 3. táblázatból :

$$\begin{aligned} 2 \times C_p(\text{Mg}) &= 10,66 + 4,90 \cdot 10^{-3} T - 0,206 \cdot 10^5 T^{-2} \\ C_p(\text{Si}) &= 5,70 + 1,02 \cdot 10^{-3} T - 1,06 \cdot 10^5 T^{-2} \\ \hline \Sigma C_{p,T} &= 16,36 + 5,92 \cdot 10^{-3} T - 1,266 \cdot 10^5 T^{-2} \end{aligned}$$

$T = 298 \text{ K}^\circ$ -val számolva :

$$\begin{aligned} 2 \times C_p(\text{Mg}) &= 11,89 \\ C_p(\text{Si}) &= 4,81 \\ \hline \Sigma C'_{p,T} &= 16,70 \end{aligned}$$

Mivel  $C'_{p,T} = 16,23$  gcal/gmol, azért

$$k = \Sigma C'_{p,T} - C'_{p,T} = 16,70 - 16,23 = 0,47 \text{ gcal/gmol.}$$

A Mg<sub>2</sub>Si mólhője tehát a hőmérséklettel

$$\begin{aligned} C_{p,T} &= \Sigma C_{p,T} - k = 15,89 + 5,92 \cdot 10^{-3} T - \\ &- 1,266 \times 10^5 T^{-2} \end{aligned}$$

egyenlet szerint változik.

Ha most a két közelítő eljárás szerint kapott  $C_p = f(T)$  egyenleteket összehasonlítjuk a szóbanforgó vegyületekre a kézikönyvekből kivehető és mérésel meghatározott egyenletekkel, akkor a példának felvett vegyületeknél ezek az alábbiak szerint alakulnak.

A PbS esetében :

$$\begin{aligned} \text{első közelítő módszer} & \quad C_p = 11,10 + 2,46 \cdot 10^{-3} T \\ \text{szertint} \dots\dots\dots & \quad C_p = 11,10 + 2,46 \cdot 10^{-3} T \\ \text{második közelítő módszer} & \quad C_p = 11,097 + 2,46 \cdot 10^{-3} T \\ \text{szertint} \dots\dots\dots & \quad C_p = 11,097 + 2,46 \cdot 10^{-3} T \\ \text{mérésel megállapítva} & \quad C_p = 10,63 + 4,01 \cdot 10^{-3} T \end{aligned}$$

A Mg<sub>2</sub>Si esetében :

$$\begin{aligned} \text{első közelítő módszer} & \quad C_p = 14,70 + 5,13 \cdot 10^{-3} T \\ \text{szertint} \dots\dots\dots & \quad C_p = 14,70 + 5,13 \cdot 10^{-3} T \\ \text{második közelítő módszer} & \quad C_p = 15,89 + 5,92 \cdot 10^{-3} T - \\ & \quad - 2,66 \cdot 10^5 T^{-2} \\ \text{mérésel megállapítva} & \quad C_p = 17,52 + 3,58 \cdot 10^{-3} T - \\ & \quad - 2,110 \cdot 10^5 T^{-2} \end{aligned}$$

Ha a két vegyület mólhőjét 1000 K°-on kiszámítjuk s a különböző módszerek szerint nyert értékeket összehasonlítjuk, az alábbi táblázatot kapjuk :

4. táblázat

M ó d s z e r	Pb	S	Mg <sub>2</sub>	Si
	C <sub>p</sub>	Δ%	C <sub>p</sub>	Δ%
Mérésel .....	14,64	—	20,89	—
Első közelítés .....	13,56	-7,4	19,83	-5,1
Második közelítés ..	13,56	-7,4	21,68	+3,8

A fentiekben leírt közelítő eljárások közül az elsőt olyan vegyületeknél szokás alkalmazni, amelyeknél az első fázisátmenet hőmérséklete pontosan ismeretes; ha ez nem áll rendelkezésre, akkor a második módszer alkalmazható, de csak olyan esetekben, ha a vegyület és az alkotóelemek olvadáspontja közt nincs nagy különbség.

A második módszer termodinamikai igazolását a termodinamikai *normálpotenciállal foglalkozó* szakaszban adom meg.

Ha a vegyület mólhője semilyen hőfokon nem ismeretes, akkor alkalmazhatjuk a második közelítő eljárás szélső esetének felfogható azon módszert is, amely szerint a (14) egyenlet

$$\Sigma C_p' - C_{pv}' = k = 0 \quad (15)$$

alakban írható fel, azaz amely szerint a vegyület, vagy reakciótermék hőkapacitása az alkotóelemekből additíve tevődik össze. Ezt fejezte ki Neumann és Kopp szabálya, amellyel kapcsolatban megállapították, hogy az *különösen fémek egymással alkotott vegyületeinél alkalmazható* kielégítő pontossággal, akár szilárd oldatokról, akár fémvegyületekről van szó.

Igy pl. a  $MgCu_2$  esetében

$$C_p(Mg) = 5,33 + 2,45 \cdot 10^{-3} T - 0,103 \cdot 10^5 T^{-2}$$

$$2 \times C_p(Cu) = 10,88 + 2,92 \cdot 10^{-3} T$$

$$C_p(MgCu_2) = 16,21 + 5,37 \cdot 10^{-3} T - 0,103 \cdot 10^5 T^{-2}$$

Ha e képlet alapján különböző hőfoknál meghatározzuk a  $MgCu_2$  mólhőjét ( $C_p$ ) és összehasonlítjuk a méréssel meghatározott értékkel ( $C_p'$ ), akkor a különböző hőmérsékleti zónákban az alábbi százalékos eltéréseket kapjuk a számított értékkel szemben:

5. táblázat

	291—373 K°	291—573 K°	291—773 K°
$\Delta = \frac{C_p' - C_p}{C_p} 100$	-1,5%	-1,2%	+1,1%

Az egyezés — mint látjuk — kielégítő.

Hasonlóképpen additíve kapjuk a mólhőt az Ag-Al, Ag-Mg, Ag-Au, Cd-Bi,  $Co_3Sn$ , Cu-Mn, Fe-Ni,  $MgZn_2$ , Ni-Cu, Ni-Cr, Pd-Sb és Pb-Tl ötvözetek esetében is.

Nem lehet ezzel szemben a Neumann-Kopp-szabályt olyan reakcióknál alkalmazni, amelyekben a résztvevő anyagok egyike gáz. Ezeknél a reakcióknál a mólhő változása a reakció típusától függ; e típus szerint a mólhő értékeinek megváltozását az alábbi megközelítő értékekkel lehet kiszámítani.

Reakció típus:	$\Delta C_p$ :
$A(sz) \rightarrow A(g)$	-1,8
$A(f) \rightarrow A(g)$	-2,3
$A_x B_y(sz) \rightarrow A_x B_y(g)$	-2,6 (x + y)
$A_x B_y(f) \rightarrow A_x B_y(g)$	-3,2 (x + y)
$A(sz) + B_2(g) \rightarrow A B_2(g)$	-2,2
$A_2(g) + B(g) \rightarrow A_2 B(g)$	-2,4

Az általános vegyjelek után zárójelben megadott kifejezések a szilárd, ill. gázhalmazállapotra utalnak.

### 1.3. Közepes mólhő

Bizonyos esetekben a számítások megkönnyítése céljából szokás a mólhőnek adott hőmérséklethez tartozó *tényleges értéke helyett* valamely adott hőmérsékleti határközben érvényes *közepes értékéről* beszélni, amelyet az alábbiak szerint értelmezhetünk.

A hőmérséklet és a mólhő összefüggését általában szabálytalan görbe fejezi ki, — amely különböző hőmérsékleteken különböző görbületekkel bír. A görbe bármely pontja pontosan megadja az adott hőmérsékletnél  $C_p$  értékét. Ha azonban a  $C_p$  értékét szűkebb hőmérsékleti határközben nem szükséges teljes pontos-

sággal ismernünk, akkor a  $C_p$ -t ebben a hőfokhatárközben a hőfoktól függetlennek tekintjük. Ez matematikailag a szóbanforgó görbeszakasz alatti területtel azonos területű négyyszög magasságának megállapítását jelenti.

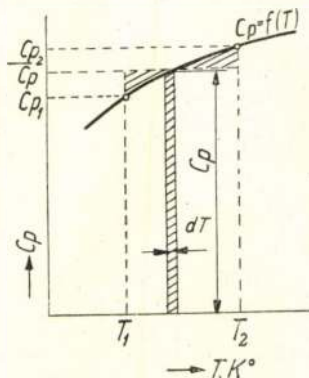
Igy tehát a 4. ábra  $C_p = f(T)$  görbéje által  $T_1$  és  $T_2$  határok közt bezárt területet, majd az ezzel egyenlő területű és a'apú négyyszög magasságát meghatározva megkapjuk a közepes mólhő ( $C_p$ ) értékét  $T_1$  és  $T_2$  határok közt.

A görbe alatti terület és a derékszögű négyyszög területének azonosságából következik, hogy

$$\bar{C}_p (T_2 - T_1) = \int_{T_1}^{T_2} C_p dT \quad (15)$$

Innen a közepes mólhő:

$$\bar{C}_p = \frac{\int_{T_1}^{T_2} C_p dT}{T_2 - T_1} \quad (15a)$$



7. ábra.

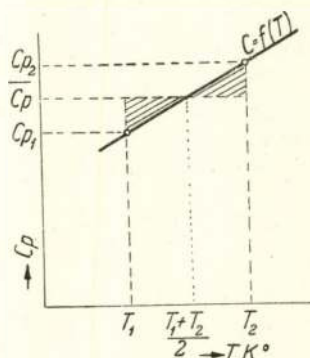
Ha a  $C_p$ -t a (13) egyenlet alapján  $T$  függvényeként fejezzük ki, akkor a (15a) egyenlet jobboldalán álló integrálás végrehajtható s így a közepes mólhő értékét kifejező képletet

$$\bar{C}_p = a + \frac{b}{2} (T_1 + T_2) + \frac{c}{3} (T_1^2 + T_2^2 + T_1 T_2) - e \left( \frac{T_2^{-1} - T_1^{-1}}{T_2 - T_1} \right) \quad (16)$$

alakban kapjuk meg.

Ha a  $C_p = f(T)$  görbe lineáris, akkor a 4. ábrán feltüntetett görbe különleges típusáról van szó (5. ábra). A közepes mólhőt ebben az esetben mint a  $T_1 + T_2$  hőmérséklethez tartozó mólhőt kapjuk meg.

A  $C_p$ -t kifejező képletből (16) természetesen ilyenkor csupán a jobboldal első és második tagja marad meg.



8. ábra.

Ezzel a mólhőre vonatkozó elméleti és gyakorlati szempontokat áttekintettük.

Részletesebb ismertetésüket az a körülmény tette indokolttá, hogy a következőkben megismerendő összes egyéb termodinamikai függvények kapcsolatba hozhatók a mólhővel és velük valamennyi matematikai művelet vagy gyakorlati számítás végrehajtható, ha a szóbanforgó elemek vagy vegyületek mólhőjét ismerjük.

**2. Entalpia, képződési hő, reakcióhő**

**2.1. Elméleti áttekintés**

*2.11 Az entalpia fogalma és termodinamikai származtatása*

Entalpiának (hőtartalom) azt a termodinamikai függvényt neveztük, amely a belső energiából és a térfogati munkából tevődik össze és a (3a) egyenlet szerint differenciális viszonyokra

$$dH = dU + pdV$$

alakban, integrális viszonyokra pedig

$$H = U + pV \tag{17}$$

alakban írható fel. A termodinamika első két főtételeből következik, hogy adott hőmérsékleten minden anyag entalpiája jellemző és meghatározott értéket mutat. Ha az állapothatározók megadott értékeivel rögzített állapothoz nem tartoznék  $O$ -nak meghatározott értéke, akkor elképzelhető lenne olyan körfolyamat, melynek során semmiből hő termelődne, holott ezt eddig nem lehetett kísérletileg beigazolni. Az anyag entalpiája az atomok vagy molekulák kinetikai és potenciális energiájából (haladó, forgó- és rezgésmozgás energiája) tevődik össze. A különböző energiasajtók viszonylagos nagysága különböző lehet, összegük azonban — adott viszonyok közt — állandó.

*2.12 Egyes anyagok entalpiaváltozása*

Az entalpia kétváltozós függvény:  $H = f(p, T)$ , amelynek totális differenciálját a

$$dH = \left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T dp + \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p dT \tag{18}$$

kifejezés adja meg. Az entalpia tehát mind a nyomással, mind a hőmérséklettel változik.

Az entalpiának a nyomással való változását állandó hőmérséklet mellett a

$$\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T = V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p \tag{19}$$

összefüggés fejezi ki, ahol  $V$  = móltérfogat,  $T$  = abszolút hőfok,  $p$  = nyomás. Ha a  $V$  és  $T$  közötti matematikai összefüggés ismeretes, a (19) egyenlet megoldható:

Az entalpiának a nyomás szerinti változása csak gázoknál, sőt csupán reális gázoknál jelentékeny: ideális gázoknál ugyanis

$$\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T = 0,$$

azaz az entalpia — adott hőmérsékletnél — a nyomástól független. Reális gázoknál azonban a (19) egyenlet szerint  $H$  a nyomással változik. Ezt a jelenséget nevezük *Joule—Thomson effektusnak*.

Megjegyzem, hogy az entalpiának a nyomással való változását általában nem a (19) egyenletből, hanem grafikus úton szokás megállapítani. Ezek a grafikonok a redukált nyomás és redukált hőfok ismeretében közvetlenül megadják az entalpia változását. Mivel kohászati folyamatoknál általában 1 at-t meg nem haladó nyomásokról van szó, ezekkel a függvényekkel és függvényábrákkal nem foglalkozunk részletesebben.

Az entalpiának a hőmérséklettel való változását az (5) egyenlet segítségével számításos úton határozhatjuk meg. Ebből az egyenletből ugyanis

$$dH = C_p dT,$$

tehát az anyag entalpiájának  $T_2$  és  $T_1$  hőmérsékletek közt beálló változása a jobboldali kifejezés integrálása útján

$$H_{T_2} - H_{T_1} = \int_{T_1}^{T_2} C_p dT \tag{20}$$

alakban kapható. Ha  $C_p$  helyére a (13) egyenletben megadott kifejezést helyettesítjük, az integrálás végrehajtható s eredményül az alábbi kifejezést adja:

$$\begin{aligned} H_{T_2} - H_{T_1} &= \int_{T_1}^{T_2} (a + bT + cT^2 + eT^{-2}) dT = \\ &= a(T_2 - T_1) + \frac{b}{2}(T_2^2 - T_1^2) + \frac{c}{3}(T_2^3 - T_1^3) - \\ &\quad - e(T_2^{-1} - T_1^{-1}). \end{aligned}$$

Így tehát az entalpia változása a hőmérsékleti határértékek ismeretében számszerűen is meghatározható.

Ha az integrálás első határának az abszolút  $0^\circ$ -ot vesszük, akkor a (20) egyenlet így alakul:

$$H_T = H_0 + \int_0^T C_p dT. \tag{21}$$

Ha a test entalpiája az abszolút  $0^\circ$ -on ismeretes volna és ( $C_p$ )-re olyan függvényt találhatnánk, amely annak a hőfokkal való összefüggését az abszolút  $0^\circ$ -tól kezdődőleg adná meg, akkor a (21) egyenletből megkaphatnók bármely anyag entalpiájának *abszolút értékét*. Az abszolút  $0^\circ$ -on érvényes entalpiát azonban eddig egyetlen testnél sem sikerült pontosan meghatározni, sőt az abszolút  $0^\circ$  közelében még az integrálkifejezés értékét is nehéz megállapítani. Ezért a (21) egyenletben szereplő  $H_0$  nem az abszolút  $0^\circ$  melletti entalpiát, hanem *egyszerűen az egyenlet integrálállandóját* jelenti.

Mivel a gyakorlat, különösen pedig a kohászati gyakorlat szempontjából az entalpia változásának ismerete is elegendő, azért az abszolút  $0^\circ$  helyett a  $25^\circ \text{ C}$  ( $289^\circ \text{ K}$ ) és 1 at melletti, azaz *standard állapotnak* megfelelő entalpiát egyszerű elemű testeknél önkényesen  $0$ -nak vették. A *vegyületek entalpiája* standard állapotban — ilyen feltételek mellett — az *ellenkező előjellel vett képződéshővel egyenlő*, mint azt a képződéshővel kapcsolatban látni fogjuk.

Az entalpiának a hőfokkal való változását tehát a kohászati ban előforduló és a standard hőfoknál magasabb bármely  $T$  hőfokon a

$$H_T = H_{298} + \int_{298}^T C_p dT \tag{22}$$

képletből számítjuk.  $H_{298}$  értékét megfelelő táblázatokból olvashatjuk le.

Ha az integrálállandó értékére is szükség van, úgy az legcélszerűbben a  $298 \text{ K}$ -ra felírt (21) egyenletből kapható:

$$H_{298} = H_0 + \int_0^{298} C_p dT. \tag{22a}$$

Mivel  $H_{298}$  ismert,  $H_0$  számítható.

Ha  $298 \text{ K}$  és a felső integrálhatárt jelentő  $T$  hőfok között az anyag átalakuláson vagy fázisváltáson megy át s e közben mólhője is megváltozik és a fázisváltás latens hő felvételével jár, akkor az integrálást szakaszokra bontva hajtjuk végre és a latens hőket is figyelembe vesszük.

Így tehát, ha az eredetileg szilárd anyag  $T_1$  hőfokon  $L_1$  hőmennyiség felvételével megolvad,  $T_2$  hőfokon pedig  $L_2$  hőmennyiség felvételével elgőzölög és a szilárd, folyékony, illetőleg gőzhalmazállapotú anyag mólhője sorban  $C_{p1}$ ,  $C_{p2}$  és  $C_{p3}$  és  $T > T_2$ , akkor

$$H_T = H_{298} + \int_{298}^{T_1} C_{p1} dT + L_1 + \int_{T_1}^{T_2} C_{p2} dT + L_2 + \int_{T_2}^T C_{p3} dT. \quad (23)$$

Ily módon tehát bármely elemi vagy összetett test entalpiaváltozását a mólhő, illetőleg a  $C_p - f(T)$  függvény ismeretében ki lehet számítani.

### 2.13. Vegyi folyamatok entalpiaváltozása

Az egyetlen tiszta anyagból álló rendszereknél megállapított termodinamikai törvényszerűségek bármely fizikai vagy kémiai folyamatra is alkalmazhatók, amelynek során új fázisok vagy új anyagok keletkeznek.

A folyamat közben a rendszer valamely energetikai jellemzőjében bekövetkezett változás a résztvevő anyagok megfelelő energetikai jellemzői közt — a megadott fizikai feltételek mellett — fennálló különbségként számítható ki. Valamely tetszőleges O termodinamikai függvénynek a reakció folyamán beálló változása tehát

$$\Delta Z = \sum n_t Z_t = \sum n_k Z_k \quad (24)$$

képletből kapható, ahol  $\sum_n$  a mólszámok összegét jelenti, míg  $t$  a reakció termékeire,  $k$  pedig a reakció kiinduló anyagaira utaló indexek. A termodinamikai függvény — jelen esetben az entalpia — jele előtt feltüntetett  $\Delta$  jelzés tehát arra mutat, hogy itt reakció során beálló változásról van szó.

Az 
$$X_x Y_y + z Z = x X + Y_y Z_z \quad (I)$$

és 
$$x X + y Y = X_x Y_y \quad (II)$$

általános alakban felírt vegyi folyamatok entalpiaváltozása tehát

$$\Delta H_I = (xH_X + H_{Y_y Z_z}) - (H_{X_x Y_y} + zZ) \quad (Ia)$$

illetőleg 
$$\Delta H_{II} = H_{X_x Y_y} - (xH_x + yH_y) \quad (IIa)$$

A reakció entalpiája éppenúgy függvénye a nyomásnak és a hőfoknak, mint a tiszta anyagoké. Kohászati reakcióknál azonban a  $\Delta H$ -nak a nyomással való változása általában nem jelentékeny, ezért csak a hőmérséklettel való változást vizsgáljuk meg részletesebben.

A (24) egyenletet a reakcióentalpiára alkalmazva és feltéve, hogy a reakcióban minden anyagból 1—1 mól vesz részt, írhatjuk, hogy

$$\Delta H = H_t - H_l. \quad (25)$$

A hőmérséklet szerint differenciálva :

$$\frac{d(\Delta H)}{dT} = \frac{dH_t}{dT} - \frac{dH_l}{dT} = C_{p,t} - C_{p,k} = \Delta C_p, \quad (26)$$

ha a nyomás állandó.

Ha a reakcióban szereplő összes anyagok (termékek és kiinduló anyagok) mólhői a (13) képletnek megfelelő alakban a hőmérséklet függvényeként fejezzük ki és összevonjuk a kifejezések azon tagjait, amelyekben  $T$  ugyanazon hatványkitevővel szerepel, akkor

$$\Delta C_p = \Delta a + (\Delta b) T + (\Delta c) T^2 + (\Delta e) T^{-2}, \quad (27)$$

ahol

$$\Delta a = (a_t - a_k), \Delta b = (b_t - b_k) \text{ stb.}$$

Helyettesítve a (26) egyenletbe és onnan  $\Delta H$ -t integrálással kifejezve

$$\Delta H_T = \Delta H_0 + (\Delta a) T + \left(\frac{\Delta b}{2}\right) T^2 + \left(\frac{\Delta c}{3}\right) T^3 - (\Delta e) T^{-1} \quad (28)$$

lesz a reakció entalpiájának a hőmérséklettel való változását kifejező egyenlet, ahol  $\Delta H_0$  az integrálállandót jelenti. A (28) egyenlet a (26) egyenlet figyelembevételével

$$\Delta H_T = \Delta H_0 + \int_0^T C_p dT \quad (29)$$

alakban egyszerűbben is felírható.

Ez a képlet Kirchhoff törvényének matematikai megfogalmazása.  $\Delta H_0$ -ra a tiszta anyagok entalpiájával kapcsolatban mondottak természetszerűleg ugyancsak vonatkoznak.

### 2.14. Reakcióentalpia, reakcióhő, hőképződési hő, átalakulási hő

A vegyi folyamatok javarésze hőjelenségekkel kapcsolatos: a folyamatok vagy hőfejlődéssel, vagy hőelnyeléssel járnak, azaz exotermek vagy endotermek. A vegyegetlenek tehát csak úgy teljesek, ha nemcsak a kiinduló vagy keletkező anyagok vegyjeleit, hanem a keletkező vagy elhasználható melegmennyiséget ( $\Delta Q$ ) is feltüntetjük. Ezt a melegmennyiséget általában valamely adott reakciónál (pl. fenti I. reakció) *reakcióhőnek* nevezzük. Azt a reakcióhőt, amely egy vegyület elemeiből való képződésekor keletkezik (I., II. egyenlet), *képződési hőnek* nevezzük. A *reakcióhő*, illetve képződési hő kaloriméteres úton meghatározható mennyiség, amelynek additív úton, tehát számításával is lehetséges meghatározását az orosz Hess 1840-ben termokémiai tételként mondta ki, amikor megállapította, hogy a reakcióhő is egyértelmű állapotfüggvény, mert egyedül a kezdeti és végállapottól függ, de független a folyamat útjától vagy az esetleges részletfolyamatoktól.

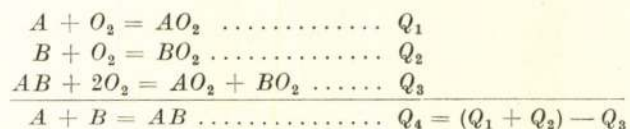
Az I. főtétellel és az (1) egyenletben előforduló előjelekkel kapcsolatban mondottakból önként következik, hogy

$$\Delta H = -\Delta Q. \quad (30)$$

azaz a *reakció entalpiája az ellentétes előjelű reakcióhővel egyenlő*. (Ha nem a nyomás, hanem a térfogat állandó, akkor a reakcióhő ellenkező előjellel vett értéke a belső energiának a reakció során beálló változását adja meg; ezzel az esettel azonban a kohászati reakcióknál nem szükséges részletesebben foglalkoznunk.) Az exoterm reakcióknál tehát az entalpia csökken, az endoterm reakcióknál pedig nő.

A Hess-tételből, amely megállapítja, hogy a reakcióhő a reakciótermékek és kiinduló anyagok képződési hőjének különbségeként számításával is meghatározható, következik a termokémiai laboratóriumi technikában használható azon másik tétel, amely szerint bármely vegyület elemeiből való képződéshőjét megkapjuk, ha az alkotó elemek égéshőinek összegéből levonjuk a vegyület (kaloriméterrel meghatározott) égéshőjét.

Általánosságban



Ugyanezt az elvet a fémötvözetekben keletkező vegyületek képződési hőjének kiszámítására is fel lehet használni az oldáshők alapján. Ezt az eljárást a gyakorlati számítások között fogom ismertetni.

A különböző vegyületek 25 C° mellett (298 K°) érvényes ú. n. standard képződési hője a fizikai-kémiai kézikönyvekben táblázatba foglalva megtalálhatók; az elemi testek képződési hője a (21) képlettel kapcsolatban mondottak szerint O-val egyenlő. A reakcióentalpia (vagy a reakcióhő) 25 C°-on egyszerűen a táblázatból vett értékek alapján Hess tételéből, ill. a (24) képletből kiszámítható ( $H_{298}$ ). Ha a reakcióentalpia értékét magasabb hőmérsékleten kell meghatározni, akkor



a) vagy felírjuk 298 K°-ra vonatkozólag a (29) egyenletet:

$$\Delta H_{298} = \Delta H_0 + \int_0^{298} \Delta C_p dT \quad (31)$$

és ebből  $\Delta H_{298}$  ismeretében kiszámítjuk  $\Delta H_0$ -t, amelynek segítségével most már a reakcióentalpiának bármely tetszőleges T hőfok melletti  $\Delta H_T$  értéke a (29) egyenletből meghatározható,

b) vagy — ami egyszerűbb — a (22) egyenlet mintájára végezzük a számítást a

$$\Delta H_T = \Delta H_{298} + \int_{298}^T \Delta C_p dT \quad (32)$$

egyenletből, mert  $\Delta H_{298}$ -t a táblázatok, adataiból közvetlenül meghatározhatjuk, de ekkor természetesen az integrálást nem 0 és T, hanem 298 és T hőfokhatárok között hajtjuk végre.

Ha a kijelölt integrálhatárok közt a reakcióban résztvevő elemek vagy vegyületek bármelyike valamilyen — a hőtartalom megváltozásával járó — átalakuláson megy át (átalakulás, olvadás, elgőzölés stb.), akkor ezt a hőhatást is figyelembe kell vennünk oly módon, hogy ezt a hőmennyiséget *reakciótermék esetében hozzáadjuk* a reakcióentalpiához, *reakcióba lépő anyag esetében pedig levonjuk* belőle. Ha a kristályszerkezet megváltozásával járó átalakulásról van szó, akkor ezt a melegmennyiséget *átalakulási hőnek* nevezzük.

Az (5) és (26) egyenletekből nyilvánvaló, hogy az entalpia változásának számszerű értéke — akár egyetlen anyagról, akár reakcióról van szó — a kaloriméteres mérésen kívül számítással is meghatározható és pedig a  $C_p = f(T)$  görbe (4. ábra), az abszcisszatengely, továbbá az alsó és felső hőmérsékleti határértékhez tartozó két ordináta által bezárt terület mérése útján. Megjegyezhetjük itt, hogy a nem allotróp jellegű, pl. a mágneses átalakulásnál is szokás átalakulási hőről beszélni. Ezen ebben az esetben a  $C_p = f(T)$  görbe megszakítás nélküli lefolyásából adódó vonal (3. ábra szaggatott vonala) és a tényleges görbe között bezárt terület értendő. Az átalakulási hő értéke a legtöbb anyagnál a halmazállapotváltozással járó átalakulások hőhatásaihoz képest általában nem nagy.

2.2. Gyakorlati utasítások

Az entalpiával, képződési és reakcióhővel, valamint átalakulási hővel kapcsolatban bemutatott törvényszerűségek és függvények gyakorlati alkalmazhatóságát legcélszerűbben néhány számítási feladaton keresztül lehet bemutatni.

2.2.1. Egyes anyagok entalpiaváltozása

1. Mennyivel nagyobb a CO<sub>2</sub> hőtartalma 1500 C°-án, mint 25 C°-on ?

A feladat a (22) képletből oldható meg, amely szerint

$$H_{1773} - H_{298} = \int_{298}^{1773} C_p dT.$$

A mólhőt meghatározó kifejezés állandóit a 3. táblázatból kikeresve és a képletbe helyettesítve kapjuk, hogy a széndioxid entalpiaváltozása a megadott hőmérsékleti határok között

$$H_{1773} - H_{298} = \int_{298}^{1773} (6,21 + 10,40 \cdot 10^{-3} T - 3,545 \cdot 10^{-6} T^2) dT = 19\,750 \text{ gcal/gmól}$$

értéket tesz ki.

2. Számítsuk ki most, hogy egy 1000 kg súlyú acélrúd 25 C°-ról 1025 C°-ra történő felmelegítése mekkora hőmennyiséget igényel.

Az acélrudat egyszerűség kedvéért szinvasrúdnak tekintjük; a számításnál azonban figyelembe kell vennünk a vas átalakulásait és az átalakulási hőket is, tehát a feladatot a (23) képlet szerint kell megoldanunk.

A vas a kijelölt hőmérsékleti határok között az alábbi változásokon megy át :

- a) 1041 K°-on (768 C°) mágneses → nem mágneses átalakulás ...  $L_1 = 600$  kcal/kgmól
- b) 1179 K°-on (906 C°)  $\alpha$  (β) Fe →  $\gamma$  Fe átalakulás ...  $L_2 = 220$  kcal/kgmól

A 3. táblázatból a megfelelő mólhőértékeket kikeresve és az integrálást az átalakulási hőmérsékletek által meghatározott szakaszok közt végrehajtva kapjuk, hogy

$$H_{1298} - H_{298} = \int_{298}^{1011} (3,90 + 6,80 \cdot 10^{-3} T) dT + 660 + \int_{1011}^{1179} 9,85 dT + 220 + \int_{1179}^{1298} (7,55 + 1,14 \cdot 10^{-3} T) dT = 96,10 \text{ kcal/kgmól.}$$

Az 1000 kg-os vasrúd felmelegítéséhez szükséges melegmennyiség tehát

$$\frac{9610 \cdot 1000}{56} = 172\,000 \text{ kcal.}$$

Ha a melegítőberendezések tüzelési hatásfokát és a hőátadási viszonyokat ismerjük, úgy ebből az adatból a kemencében előállítandó melegmennyiséget, vagy a szükséges tüzelőanyag mennyiségét egyszerűen kiszámíthatjuk.

3. A gyakorlatban sűrűn fordul elő a különböző tüzelőberendezésekből távozó füstgázok ú. n. *érzékelhető melegtartalmának* számítása, ami alapján véve entalpiaszámítási feladat.

Számítsuk ki pl., hogy egy 30% CO<sub>2</sub>-t 68% N<sub>2</sub>-t, 1% CO-t és 1% O<sub>2</sub>-t tartalmazó füstgáz melegtartalmából mekkora hőmennyiség értékesíthető 100 m<sup>3</sup>-ként, ha hőfokát valamilyen hővisszanyerő berendezésben 725 C°-ról 225 C°-ra lehűtjük.

Mivel a megadott térfogatszázalékos összetétel megfelel egyben a mólszázalékos összetételnek is, a gáz 100 m<sup>3</sup>-ében van :

$$\frac{30}{22,41} = 1,340 \text{ kgmól CO}_2,$$

$$\frac{68}{22,41} = 3,035 \text{ kgmól N}_2,$$

$$\frac{1}{22,41} = 0,045 \text{ kgmól CO}$$

és

$$\frac{1}{22,41} = 0,045 \text{ kgmól O}_2.$$

A számítást tehát — a kijelölt határok közt — ezekre a mennyiségekre kell elvégezni. A 3. táblázat adatait felhasználva a füstgáz egyes komponenseinek entalpiájában 228 C° és 725 C° közt az alábbi változások állnak be :

$$\text{CO}_2 \dots H_{998} - H_{498} = \int_{498}^{998} (6,21 + 10,40 \cdot 10^{-3} T) - 3,545 \cdot 10^{-6} T^2) dT = 5965 \text{ kcal/kgmól,}$$

$$\text{N}_2 \dots H_{998} - H_{498} = \int_{498}^{998} (6,61 + 1,00 \cdot 10^{-3} T) dT = 3705 \text{ kcal/kgmól,}$$

$$\text{CO} \cdot H_{998} - H_{498} = \int_{498}^{998} (6,42 + 1,665 \cdot 10^{-3} T - 9196 \cdot 10^{-6} T^2) dT = 3768 \text{ kcal/kgmól,}$$

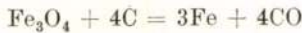
$$\text{O}_2 \cdot H_{998} - H_{498} = \int_{498}^{998} (6,148 + 3,102 \cdot 10^{-3} T - 0,923 \cdot 10^{-6} T^2) dT = 3960 \text{ kcal/kgmól.}$$

A 100 m<sup>3</sup> füstgázból a kijelölt hőfokkiesés során kinyerhető összes melegmennyiség tehát

$$H_{998} - H_{498} = 1,340 \cdot 5965 + 3,035 \cdot 3705 + 0,045 \cdot 3768 + 0,045 \cdot 3960 = 19\ 690 \text{ kcal-t tesz ki.}$$

2.22. Képződési hő, reakcióhő

1. Vizsgáljuk meg a



redukció reakcióhőjét közönséges és magasabb hőmérsékleteken.

A képződési hőkből, ill. képződési entalpiákból, Hess tételének, azaz a (24) egyenletnek alkalmazásával

$3 x C_p(\text{Fe}, \alpha)$ .....	$11,70 + 20,40 \cdot 10^{-3} T$
$4 x C_p(\text{CO})$ .....	$25,68 + 6,66 \cdot 10^{-3} T - 0,78 \cdot 10^{-6} T^2$
$\Sigma n_t \cdot C_{p,t}$ .....	$37,38 + 27,06 \cdot 10^{-3} T - 0,78 \cdot 10^{-6} T^2$
$C_p(\text{Fe}_3\text{O}_4)$ .....	$41,17 + 18,82 \cdot 10^{-3} T - 9,795 \cdot 10^5 T^{-2}$
$4 x C_p(\text{C})$ .....	$36,24 - 0,52 \cdot 10^{-3} T - 484 T^{-1/2}$
$\Sigma n_k \cdot C_{p,k}$ .....	$77,41 + 18,30 \cdot 10^{-3} T - 9,795 \cdot 10^5 T^{-2} - 484 T^{1/2}$

$$\text{Így } \Delta C_p = \Sigma n_t \cdot C_{p,t} - \Sigma n_k \cdot C_{p,k} = 40,03 + 8,76 \cdot 10^{-3} T - 0,78 \cdot 10^{-6} T^2 + 9,795 \cdot 10^5 T^{-2} + 484 \cdot T^{-1/2}.$$

A kijelölt határok közt integrálva :

$$\int_{298}^{1000} (-40,03 + 8,76 \cdot 10^{-3} T - 0,78 \cdot 10^{-6} T^2 + 9,795 \cdot 10^5 T^{-2} + 484 \cdot T^{-1/2}) dT = 15\ 770 \text{ gcal/gmól.}$$

Mivel  $-\Delta H_{298} = -161,2$  kcal/gmól, azért a reakció entalpiája 1000 K<sup>o</sup>-on

$$\Delta H_{1000} = -161,2 - 15,77 = -145,43 \text{ kcal/gmól, ahonnan a reakcióhő ezen a hőmérsékleten } \Delta Q = -\Delta H_{1000} = 145,43 \text{ kcal/gmól értéknek adódik.}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{298} &= -269\ 500 \text{ gcal/gmól} \\ C_p(\text{Cr}_2\text{O}_3) &= 28,53 + 2,20 \cdot 10^{-3} T - 3,74 \cdot 10^5 T^{-2} \\ 2 x C_p(\text{Cr}) &= 10,70 + 4,72 \cdot 10^{-3} T - 0,88 \cdot 10^5 T^{-2} \\ 1^{1/2} x C_p(\text{O}_2) &= 9,22 + 4,65 \cdot 10^{-3} T - 1,39 \cdot 10^{-6} T^2 \\ \Delta C_p &= 8,61 - 7,17 \cdot 10^{-3} T + 1,39 \cdot 10^{-6} T^2 - 2,86 \cdot 10^5 T^{-2} \end{aligned}$$

Így tehát :

$$\Delta H_T = \Delta H_{298} + \int_{298}^T \Delta C_p dT = 269\ 500 + \int_{298}^T (8,61 - 7,17 \cdot 10^{-3} T + 1,39 \cdot 10^{-6} T^2 - 2,86 \cdot 10^5 T^2) dT.$$

Az integrálás kijelölt műveleteit végrehajtva  $\Delta H_T = 8,61 T - 3,58 \cdot 10^{-3} T^2 + 0,46 \cdot 10^5 T^3 + 2,86 \cdot 10^5 T^{-1} - 272\ 700$  gcal/gmól alakban kapjuk a Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> képződési entalpiájának a hőmérséklettel való változását feltüntetett egyenletet. T helyére bármely tetszőleges hőmérsékleti értéket helyettesítve megkapjuk a Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> képződési hőjének a szobanforgó hőfokon érvényes értékét, figyelembevéve természetesen, hogy

$$-\Delta H_T = \Delta Q_T.$$

kiszámíthatjuk ennek a nagyolvastókban végbemenő folyamatnak a reakcióhőjét szobahőfokon.

Megfelelő táblázatokból a vegyegetenletben szereplő anyagok képződési hőire az alábbi értékeket találjuk :

$$-\Delta H_{298}(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 266,8 \text{ kcal/gmól}; \quad -\Delta H_{298}(\text{CO}) = 26,4 \text{ kcal/gmól}; \quad -\Delta H_{298}(\text{Fe}, \text{C}) = 0 \text{ kcal/gmól.}$$

A megfelelő mólszámokat is figyelembevéve a (24) egyenlet alapján a felírt folyamat reakcióhője.

$$\Delta Q = -\Delta H_{298} = 4,26 \cdot 4 - 266,8 = 161,2 \text{ kcal,}$$

ha a reakcióban 1—1 gmólnyi anyag vesz részt, azaz a reakció erősen endoterm jellegű.

Ugyanennek a vegyi folyamatnak a reakcióhőjét 727 C<sup>o</sup>-on a (32) képlet felhasználásával számíthatjuk ki, amely szerint

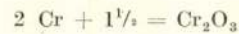
$$\Delta H_{1000} = \Delta H_{298} + \int_{298}^{1000} \Delta C_p dT.$$

$\Delta_p C$ -t a vegyegetenletben feltüntetett mólszámok figyelembevételével a (27) képletből lehet számítani. A számítást a III. táblázatból és a részletes mólhőtáblázatokból vett adatok alapján az alábbiak szerint lehet végrehajtani :

2. Az 1. példában bemutatott eljárásnál sokkal általánosabb módszer annak az egyenletnek meghatározása, mely a rakcióentalpiának a hőmérséklettel való változását megadja, mert belőle bármely hőfokérték helyettesítésével megkapjuk a keresett számzerű értéket.

Így pl. a króm oxidációja entalpiájának a hőmérséklettel való változását kifejező egyenletet az alábbiakban számíthatjuk ki :

A folyamat a



vegyegetenlet szerint megy végbe.

Táblázatból kikeresve kapjuk, hogy

Ezzel az egyenlettel kiszámítva a krómoxid képződési hőjét 500, 1000 és 1500 K<sup>o</sup>-on, az alábbi értékeket kapjuk :

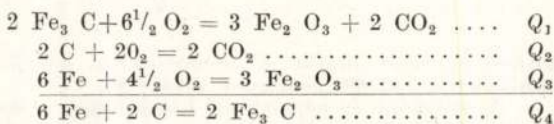
6. táblázat

T, K <sup>o</sup> .....	293	500	1000	1500
$-\Delta H = \Delta Q$ gcal/gmól	269 500	268 600	266 900	265 100

Olyan vegyületeknél, amelyek képződési hőjét kísérleti úton, tehát közvetlenül megmérni nem lehet, célravezető a Hess tételéből következő azon altétel alkalmazása, mely szerint a *vegyület képződési hője az alkotóelemek összesített égéshője és a vegyület égéshője*

közi különbségként képezhető. Főként karbidok, szilicidok és foszfidok képződési hőjét szokás ezzel az eljárással meghatározni.

Igy pl. a cementit képződési hőjét az alábbiak szerint számíthatjuk ki:



Kísérletileg meghatározva:  $Q_1 = 391\,000$  gcal/gmól,  $Q_2 = 94\,030$  gcal/gmól és  $Q_3 = 195\,200$  gcal/gmól értékek adódnak. A felírt egyenletek alapján tehát a cementit képződési hőjére

$$2Q_4 = (3Q_3 + 2Q_2) - 2Q = 773\,660 - 782\,000$$

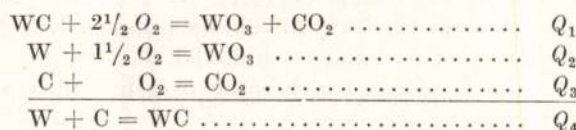
gcal-t, azaz

$$Q_4 = 4170 \text{ gcal/gmól-t kapunk.}$$

Ezt az értéket összehasonlítva a táblázatokban megadott  $\Delta Q = -\Delta H = -5800$  gcal/gmól adattal, elég jó egyezést találunk.

Megjegyzem, hogy az oxidációs folyamatok reakcióhőjének kísérleti úton történő meghatározásakor a legbiztosabb anyagokból kell kiindulni és a mérést is a legnagyobb pontossággal kell végrehajtani, mert aránylag kis pontatlanságok is nagy szóródást eredményeznek, ami a hiba halmozódása következtében igen nagy eltéréseket okoz a közvetett úton számított képződési hőnél.

Hasonlóképpen számíthatjuk ki a WC összetételű wolframkarbid képződési hőjét az alábbi egyenletek alapján:



Kísérletileg meghatározva:  $Q_1 = 285\,800$  gcal/gmól,  $Q_2 = 200\,160$  gcal/gmól és  $Q_3 = 94\,030$  gcal/gmól: innen  $Q_4 = (Q_2 + Q_3) - Q_1 = 294\,190 - 285\,800 = 8390$  gcal/gmól értékek kapjuk a WC képződési hőjét, amely ugyancsak jól egyezik a képződési hőket tartalmazó táblázat 8400 gcal/gmól adatával.

Megjegyzem, hogy a nehezen gyúló anyagok (karbidok stb.) égését valamilyen könnyen gyúló anyagnak, pl. parafinnak, vazelinnek, celofánnak stb. segítségével szokás megindítani. Ennek az anyagnak, az ú. n. iniciátornak az égéshőjét pontosan ismernünk kell és le kell vonnunk a mért melegmennyiségből. A méréseket, de különösen a szóbanforgó vegyület égéshőjét a legnagyobb pontossággal kell meghatározni, mert a halmozott hiba a két nagy szám különbségeként adódó képződési hő aránylag kicsiny értékében jelentékeny eltérést okoz. Így pl. egyes kutatók mérései szerint a  $\text{Fe}_3\text{C}$  égéshője 2027 gcal/g a 2170 gcal/g értékkel szemben. Ezzel az értékkel számolva, a  $\text{Fe}_2\text{C}$  képződési hője

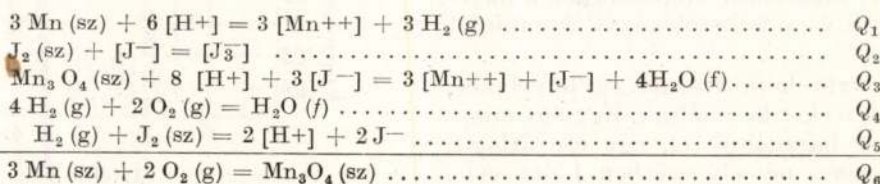
$$2Q_4 = 773\,660 - 720\,000 = 53\,660 \text{ gcal, azaz } Q_4 = 26\,830 \text{ gcal/gmól}$$

adódik a —5800 gcal/gmól értékkel szemben: az eltérés tehát jelentékeny. Hasonlóképpen hosszabb ideig — téves mérés folytán — a  $\text{WO}_3$  képződési hőjéül 195 700 gcal/gmólt fogadtak el. Ezzel az értékkel számolva, a WC képződési hője

$$Q_4 = 269\,730 - 285\,800 = 3930 \text{ gcal/gmól}$$

értéknek adódott, ami a pontos és fentiekben már kiszámított értéktől nagy mértékben eltér.

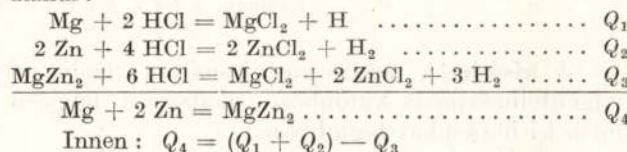
A fémolvadékokban keletkező vegyületek képződési hője tehát számíthatóan meghatározható, de a számítás alapjául szolgáló mérései meghatározását



a legnagyobb pontossággal kell végrehajtani. Ezeknek a méréseknek technikai kivitelezését és a kaloriméteres eljárás részleteit itt hely hiányában nem ismertetem.

4. Nagy gyakorlat jelentősége miatt feltétlenül említést érdemel azonban a különböző vegyületek oldáshője elsősorban azért, mert Hess törvényének alkalmazásával lehetővé teszi különböző fémvegyületek képződési hőjének számítás útján történő meghatározását. A fémek egymásközt alkotott vegyületei képződéshőjének nagy részét ezzel az eljárással határozták meg. Magától értetődik, hogy ebben az esetben az oldás folyamata nem egyetlen homogén fázisnak két vagy három anyagból való keletkezését jelenti hanem itt ezt a fogalmat termodinamikai, azaz kibővített értelemben használjuk; ezért ide azokat a folyamatokat soroljuk, amelyek folyamán nem csupán oldás történik, hanem valamilyen reakció (és ennek eredményeként egy második fázis; gázhalmazállapotú vagy szilárd fázis keletkezése) is végbemegy.

Igy pl. a magnézium és a cink többek közt egymással a  $\text{MgZn}_2$  összetételű vegyületet alkotják. Ennek képződési hőjét úgy állapítjuk meg, hogy kísérletileg meghatározzuk a cink és a magnézium, majd a vegyület sósavban való oldásakor fellépő oldáshőt s Hess törvénye szerint a vegyület oldáshőjének az alkotóelemek összesített oldáshőjéből való levonásával számítás útján meghatározzuk a vegyület képződéshőjét. A szám szerű értékek helyettesítése nélkül a számítás így alakul:



Innen:  $Q_4 = (Q_1 + Q_2) - Q_3$   
Gyakran előfordul, hogy a szokásos és ismert fém-sók képződési hőjét is hasonlóképpen határozzák meg. Ez az eljárás azonban a közbeeső folyamatok miatt meglehetősen bonyolult.

Igy pl. a szilárd magnéziumklorid szilárd magnéziumból és gázalakú klórból való keletkezésének hőjét az alábbi folyamatokból lehet számítani:

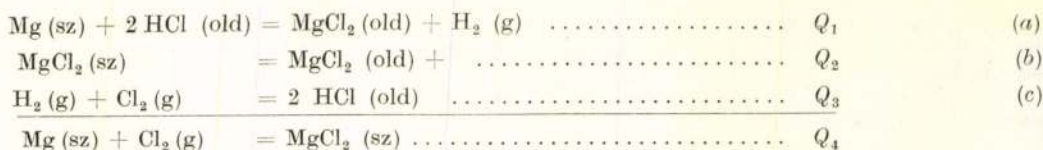
Az ismert számítás szerint  $Q_4 = (Q_1 + Q_3) - Q_2$ . A kísérletileg meghatározott értékek:  $Q_1 = 111\,322$  gcal/gmól,  $Q_2 = 36\,566$  gcal/gmól és  $Q_3 = 78\,460$  gcal/gmól, ahonnan

$$Q_4 = (111\,322 + 78\,460) - 36\,566 = 153\,216 \text{ gcal/gmól}$$

ami az egyéb eljárásokkal meghatározott, 153300 gcal/gmól értékkel nagyon jól egyezik. Ez a kísérleti eljárás természetesen a legnagyobb pontosságot kívánja meg. Így pl. a (b) reakció szerint a szilárd  $\text{MgCl}_2$ -ből oldatot kell készíteni. Ezt a  $\text{MgCl}_2$ -t azonban az (a) vegyegetlenletben szereplővel azonos koncentrációjú vizes HCl-oldatban kell feloldani. A (c) reakció során fejlődő sósavgáznak ugyanilyen koncentrációjú savas oldatban kell oldódnia. Ugyancsak fontos követelmény továbbá, hogy csak a kijelölt három reakció menjen végbe, de más járulékos reakció nem.

Az oldódás során végbemenő reakciók jellege természetesen attól függ, hogy mi az oldószer. Az oldószer megválasztása az oldandó anyaghoz igazodik. Más esetleg több különböző anyag keverékéből álló oldószerben az oldódási folyamat természetesen bonyolultabb.

Igy pl. a mangántetroxid képződési hőjének számításával való meghatározásánál oldószerül káliumjodidot és káliummammóniumsulfátot tartalmazó kén-savat használtak; az oxid képződéshőjének meghatározásához vezető számítás itt természetesen jóval bonyolultabb a mangano- és manganoxidok oldódási folyamatai következtében. A lejátszódó folyamatok csak az ionreakciókat feltüntetve):



Kísérleti úton meghatározva:  $Q_1 = 162\,774$  geal/g mól;  $Q_2 = -1136$  geal/gmól;  $Q_3 = 78\,243$  geal/gmól,  $Q_4 = 273\,272$  geal/gmól;  $Q_5 = 25\,021$  geal/gmól. A rész-folyamatok figyelembevételével

$$Q_6 = (Q_1 + Q_2 + Q_4) - (Q_3 + Q_5) = 331\,646 \text{ geal/g mól.}$$

A képződési hőre a számítás útján kapott eredmény

kitűnő egyezést mutat az idevonatkozó képződéshő-táblázatból  $332\,000$  geal/gmól értékével.

A reakcióhő és képződéshő kiszámításával és értékének a hőfokkal való változásával a reakció termodinamikai normálpotenciáljának számításánál fogunk ismét találkozni.

(Folytatása következik)

## Az oxigénfelhasználás kombinált módszere a Martin-acél gyártásnál

O. I. JACUNSZKÁJA és M. N. SZTÁROVICS tanulmánya

Részletek a szerzők *Применение кислорода в мартенской производстве* címen Moszkvában 1952-ben megjelent művéből

Fordította VAJK ÁRPÁD, ellenőrizte CSOMÓS ZOLTÁN

A kísérletek során megvizsgálták, hogy az oxigénfelhasználás különböző módszerei hogyan fejtik ki hatásukat legjobban.

A levegőnek oxigénnel való dúsítása az égés fokozása céljából a hideg betéttel járó kemencék-nél volt a leghatásosabb, illetve amikor a folyékony nyersvasbetétnél legalább 35% hulladékot használtak. A direkt oxidálási módszer, tehát amikor közvetlenül adagolták az oxigént a folyékony fűrdőbe, abban az esetben mutatkozott a legtermelékenyebbeknek, amikor kis karbontartalmú acélokat gyártottak, illetve olyankor, amikor a karbonkiegészítés céljából a beolvadás után végezték a fűtést és a betétben nagy százalék folyékony nyersvas volt. Természetes következménye volt ennek az, hogy egyesítették a két módszert ugyanannál az adagnál. Egyes gyárakban abban az irányban is folytattak kísérleteket, hogy a hulladék beolvasztásánál alkalmazzák az oxigént.

A Republic Steel Corporation-gyárban 200 tonnás, pakuratüzelésű kemencékben végeztek kísérleti olvasztásokat oxigén felhasználásával a Martin-kemence hőtechnikai és kohászati eljárásainak egyidejű fokozására. Az oxigént 9 atm nyomással adagolták a kemencékbe. Az óránkénti oxigénfogyasztás a befűtatásnál elérte a  $2800 \text{ m}^3/\text{órát}$ , a lángdúsítással pedig a  $8500 \text{ m}^3/\text{órát}$ .

Az oxigén részére szolgáló fűvókanyílások a folyékony tüzelőanyag részére szolgáló nyílások fölött voltak. A láng igen erős és nagyon fénylő volt a fűvókanyílás közelében  $8,7 \text{ atm}$  nyomás esetében mindkét alkalmazási módszernél, a folyékony tüzelőanyag és a kokszoló gázzal kombinált tüzelésnél.

A fűrdőbe való befűtatásnál egyhüvelyes, 6 m hosszú gázcsöveket használtak. Egy-egy adagnál 6–10 csövet használtak el, egy cső átlagos élettartama 18 perc, némely esetben 1 óra volt.

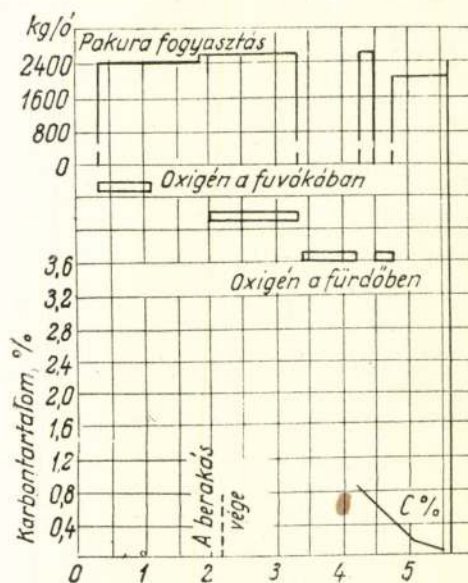
A befűtatást  $2800 \text{ m}^3/\text{óra}$  oxigénfogyasztás esetén egyszerre két csővel végezték.

A betét kb. 70% folyékony nyersvasból, 20% hulladékból és bálázott hulladékból állt.

Az 1. táblázat a betétek összehasonlító adatait tartalmazza.

1. táblázat

	Oxigénnel kombinált eljárás	Oxigén nélküli eljárás
A kész acél C tartalma, % ..	0,07	0,06
A betét súlya .....	197,0	205,0
A betét összetétele:		
folyékony nyersvas, % ..	73,8	69,8
hulladék, % .....	18,6	19,9
bálázott hulladék, tonna ...	21,5	22,0
mész, tonna .....	5,8	14,8
érc, tonna .....	—	8,8



1. ábra.

A betét összetétele:

Folyékony nyersvas .....	74%
Hulladék .....	19%
Vasérc .....	7%
Mész .....	31,7 kg/t
Az adag súlya .....	198 tonna
A karbon kiegészi sebessége ...	0,010% C/perc

Az 1. ábra a clevelandi Republic Steel Corporation-gyár 200 tonnás kemencéjében, kombinált módszerrel végzett olvasztás grafikonját mutatja. A berakás és a beolvadás periódusában égőkkel, a kikészítés alatt pedig fúvókákkal adagolták be az oxigént. A grafikonból a tüzelőanyag- és az oxigénfogyasztás, valamint az adagolás sorrendje látható. A berakás és beolvadás idejében végzett befúvatást 1 óra 40 percre, a nyersvas beöntés-idejét megszakították. A beolvadás után kikapcsolták az oxigént a fúvókákból és megkezdték a fürdőbe való befúvatást. A fúvatás 2,5 óra hosszúságot tartott. Fúvókán át 1340 m<sup>3</sup> oxigént, a fürdőbe pedig 3394 m<sup>3</sup>-t használtak fel, ami megfelel a fúvókákon 6,8 m<sup>3</sup>/tonna és a direkt oxidálásnál 17,1 m<sup>3</sup>/tonna fajlagos fogyasztásnak.

Az első karbonvizsgálás, melyet a fúvatás megkezdése előtt 25 perccel végeztek, 0,80% C-t mutatott.

A szóbanforgó olvasztás különlegessége az, hogy oxigént használtak fel a beolvadás után, nagy folyékony nyersvas mennyiség és nagy karbontartalom esetében, ezáltal érthetővé válik a beolvadási és kikészítési periódus szokatlan fajlagos oxigénfogyasztása<sup>1</sup>.

A 2. táblázat tartalmazza mind a közönséges Martin-eljárással végzett, mind az oxigén felhasználásával kombinált olvasztások lényeges tényezőit.

A kísérlet alkalmával érces adagnál a fürdőbe kb. 2780 m<sup>3</sup> oxigént adagolták be a berakás perió-

dusa alatt s ugyanakkor fúvókán át 3090 m<sup>3</sup> oxigént fogyasztottak.

A 2. táblázat adatai azt mutatják, hogy az egyes olvasztásoknak megfelelően, feltűnő a termelékenység megnagyobbodása: A — 20,2%; B—85,1%; C — 63,1% és D — 79,9%. A B, C és D módszerű olvasztásoknál a termelékenység sokkal fokozottabban nő, mint azoknál az olvasztásoknál, ahol csak egyfajta oxigén befúvatási módszert használtak.

A szóbanforgó esetben a direkt oxidálási módszer a fontos, nyilván jelentősége van azonban annak is, hogy mértékletesen használtak oxigént a beolvadási szakban is, amikor az óránkénti oxigénfogyasztás 1000—1300 m<sup>3</sup>/óra volt. Az A olvasztás néhány kiemelkedő adata megmagyarázható a nyersvas beöntés késleltetésével és a fürdőben ennek megfelelően bekövetkezett túloxidálással.

A kombinált módszerrel gyártott adagból öntött öntecs felülete és minősége felvette a versenyt a normális eljárással gyártott acéllal.

Kombinált módszer alkalmazásával azonban feltűnően csökkent a termelékenység annak folytán, hogy a kemencék tartóssága csökkent és ennek megfelelően 42%-kal növekedett a karbantartásra fordított idő a salakfröcskölés miatt bekövetkezett boltozatrongálódás következtében és a regenerátorok vasoxiddal történő belépése miatt.<sup>2</sup>

A Betlehem Steel Corporation-gyár kísérleti olvasztásairól felvett adatok szerint, a kombinált oxigénadagolási módszerrel gyártott adagoknál az adagidő lecsökkent 12 órától 6 órára, vagyis 50%-ára (1,2).

Ezeknél az adagoknál főként a salaklehzás időtartamának a kemence termelékenységére gyakorolt hatását vizsgálták.

<sup>1</sup> Mac-Donald E. Oxigénfelhasználás az acélgégyártásban. Iron and Steel Engineer, 1948. 3. sz. 37—47. o.

<sup>2</sup> Shlottman G. B. Oxigén az acéliparban, multja, jelene és jövője. Blast Furnace and Steel Plant, 1948. 36. k. 1. sz. 64—70. o.

2. táblázat

	Kombinált oxigén felhasználásával végzett olvasztások				Járatos olvasztás
	A	B	C	D	
Készacél karbontartalma, % .....	0,07	0,06	0,07	0,06	0,08
Adagsúly, tonna .....	193	199	196,3	195,4	205,0
A betét összetétele, %					
nyersvas .....	65,9	78,3	73,9	73,9	69,8
hulladék .....	28,5	18,5	18,7	18,7	19,9
A berakás ideje, óra-perc .....	4—15	0—55	1—55	2—00	1—24
A nyersvasbeöntés kezdetétől a csapolásig terjedő idő, óra-perc .....	5—25	2—10	3—05	2—55	2—58
A nyersvasbeöntés végétől a csapolásig terjedő idő, óra-perc .....	4—10	4—00	3—35	3—25	9—19
A teljes adagidő, óra-perc .....	9—35	6—10	6—40	6—20	12—17
Óránkénti termelékenység, tonna/óra .....	20,2	31,1	27,4	30,2	16,8
A lecsapolt acél súlya, tonna .....	193	198	183	191	207
Fajlagos hőfogyasztás 10 <sup>6</sup> kal/tonna .....	0,76	0,67	0,49	0,41	0,99
Oxigénfogyasztás, m <sup>3</sup> :					
fúvókán át a berakás alatt .....	1 970	975	2 270	1360	—
fúvókán át a berakás után .....	3 100	3 390	2 760	3170	—
a fürdőben .....	6 780	5 720	5 550	5120	—
Az olvasztásra eső egész fogyasztás, m <sup>3</sup> /tonna	11 850	10 085	10 580	9650	—
Fajlagos oxigénfogyasztás, m <sup>3</sup> /tonna .....	61,3	50,9	57,9	45,9	—

3. táblázat

	Direkt oxidálási módszer		Kombinált módszer		
	A	B	C	D	E
Adagidő, óra-perc .....	9—30	8—40	7—25	6—50	7—21
Termelékenység, tonna/óra .....	15,7	18,4	20,1	22,6	21,7
Oxigénfogyasztás, m <sup>3</sup> :					
fűvőkán át .....	—	—	1710	16 120	1780
a fürdőbe .....	532	305	354	365	635
Az oxigénadagolás ideje fűvőkán, óra-perc ..	—	—	4—00	3—59	3—54
A salaklehzás időtartama, óra-perc .....	2—49	1—49	0—49	1—09	1—03

Carb (3) cikke öt kísérleti olvasztás tanulmányait ismerteti, melyek közül hármat kombinált módszerrel, kettőt pedig csupán oxigénnek a fürdőbe adagolása útján végeztek. A 3. táblázat tartalmazza az olvasztások néhány tényezőjét.

A kombinált módszerrel végzett három ol-

vasztásból, az egész módszer használhatóságának eredményeként, a termelékenység általános növekedését lehet megállapítani. Az oxigénes dúsítással végzett beolvasztás a beolvadásig a fürdő nagyobb felhevítését idézi elő, ami megkönnyíti a salaklehzási művelet elvégzését.

## Villamosenergia gazdálkodás a kohászatban\*

HAVAS BÉLA

Az energiagazdálkodásnak két fő szempontja van: I. Minél kevesebb beruházással állítani elő az energiát, hogy ne foglaljon le felesleges beruházási értékeket népgazdaságunkban, illetve hogy a ráfordított beruházások minél nagyobb villamosenergiabázist teremtsenek.

II. A fogyasztás és a szolgáltatás vonalán is minél kevesebb energia felhasználásával, tehát gyakorlatilag nálunk minél kevesebb szén, munkaerő felhasználásával végezzük el azokat a feladatokat (gépek meghajtása, termikus folyamatok, világítási feladatok stb.), amelyekre a legalkalmasabb a villamosenergia felhasználása.

Fenti általánosításból a következő konkrét tennivalók és szempontok helyes felmérése szükséges:

1. Energiahordozók megválasztása. Miután a villamosenergia a legnagyobb veszteséggel és a legnagyobb beruházással járó energiaátalakítás, villamosenergiát csak ott, vagy abban a megjelenési formában használunk, ahol a nagyobb energiavesztés és beruházás hátránya a termelésben kellő ellenértéket kap, vagy ahol más energiahordozókkal a kívánt eredményt elérni nem lehet.

2. A meglévő vagy építendő erőművek és berendezések kihasználása évi átlagban és napi átlagban a legjobb legyen.

3. A fogyasztás vonalán a fajlagos energiafelhasználás a technológia követelményeihez képest a legkisebb és a terhelés a legalacsonyabb legyen.

4. A gazdaságos villamosenergia-termelés és fogyasztás egyben biztonságos és folyamatos szolgáltatásnak legyen az alapja.

Ezen megosztás alapján tárgyaljuk vázlatosan azokat a tennivalókat, amelyek az energiagazdálkodásra általában, főképpen azonban a kohászatban várnak.

A villamosenergia felhasználásánál jelentős teljesítményeket foglalnak le azok az energiafogyasztók, melyek azonos termelési eredményt tudnának, más könnyebben elérhető és a népgazdaság számára olcsóbb energiahordozóval, vagy változattal elérni.

A technológiák különféle ágában találunk olyan jelenségeket, ahol más jellegű energia felhasználása, más jellegű energia közbeiktatásának megszüntetése, esetleg villamosenergia felhasználásának más módja ad racionálisabb kihasználást. A legjelentősebb lehetőségek ezen a téren a kohászatban és a gépiparban talál-

hatók. A kohászat legjelentősebb villamosenergia-fogyasztója az elektroacélgyártás és az acélok hőkezelése. Kétségtelen az, hogy az elektromos árammal való olvasztás és hőkezelés egyrészt igen kényelmes, másrészt könnyű szabályozhatósága következtében biztonságos és ez az oka annak, hogy a kohások nemcsak szívesen alkalmazzák, de körömszakadtáig ragaszkodnak is hozzá.

A vaskohászat fokozott jelentősége energetikaszempontból az, hogy e fontos alapanyag termelése szempontjából a villamosenergia zavartalan szolgáltatása rendkívül fontos, s ennek dacára a villamosenergia átvétel pl. az elektroacélgyártásban a rendkívül változó terhelés következtében igen sok kiesési veszélyt is rejt magában. Energiagazdasági szempontból pedig érdekes, mert egyike azon energiafelhasználási területeknek, ahol többféle energiahordozó (koks, gáz, villamosáram) van jelen különféle résztechnológiáknál és ezen energiahordozók igen sok esetben pótolni tudják egymást. Más esetekben viszont az egyik folyamatnál felhasználható egy más résztechnológiánál, mint hulladékenergia keletkező hő, vagy melléktermék, ha kellő gondtal, néha kis beruházással, az energiafelhasználás céljára hozzáférhetővé tesszük.

A Martin-kemence felhasználja a nagyolvasztó torokgázát, vagy hasznosítjuk fűtőanyagként a villamosenergiát termelő üzemben. A Martin-mű hőfeleslege az előmelegítésknél használható fel, az elektroacélgyártásnál pedig a beolvasztási folyamatok lennének elvégezhetőek hulladékgázzal, pakurával vagy a villamosenergiánál még mindig olcsóbb generátorgázzal.

A kohászati energetika helyes vitele tehát megkívánja azt, hogy a különféle energiahordozók közül a legbiztonságosabbat és a legkedvezőbbet használjuk fel, illetve azt, melyet a népgazdaság általános ökonómiaja megkíván. A kohászati energiagazdálkodásnak ez az egyik legfontosabb feladata.

Hasonlóképpen fontos feladata az energiagazdálkodásnak ezen a területen a fajlagos mennyiségek megállapítása, illetőleg ezen keresztül annak a csökkentése. Ez természetesen csak a technológia ismeretében és a technológia szempontjainak energetikai értékelésében, néha a nagyságrend helyes értékelésében járhat kellő sikerrel.

Ha a kohászat energetikai követelményeit megvizsgáljuk és főképp villamosenergia-felhasználás szempontjából mérlegeljük, jellegzetes súlyponti felhasználási területeket találunk.

\* Érkezett 1953. X. 19-én.

Az ércelőkészítés villamosenergia fogyasztása jelentéktelen és inkább szállítási és ipari levegőelőállításra szolgáló villamosenergia felhasználására szorítkozik.

A nagyolvasztónál a villamosenergia-fogyasztás már jelentősebb és itt is főképpen a hűtővíz és levegő szállítására, valamint a szállítási berendezések, daruk, kosarak mozgására szükséges energia játszik jelentősebb szerepet. Üzeme folyamatos lévén, kevés lehetőséget ad villamosenergia-gazdálkodásra.

A kohászat következő lépcsője a Martin-acélmű, amelynek villamosenergia-igénye a berakóajtók kereteinek hűtését és a levegő szolgáltatását ellátó villamosenergia felhasználásából áll. Ez jelentős mennyiséget tesz ki, abszolút értékben azonban fajlagos értéke meglehetősen kicsi (50 kW alatt tonnánként) és átlagos képkonstrukcióval járó lehetőségeken felül alig van mód itt energetikai eredményekre. A jelentős szerepet igénylő daruk és egyéb szállítóberendezések energetikai igénye a kohászat átlagos igényéhez képest nem nagy.

A felhasznált energiának jelentős része a hűtővíz cirkulálására szükséges. A hűtővíznek 50 C°-on felül melegednie nem szabad, mert ellenkező esetben a vízkő lerakódása a hűtést akadályozná. Itt a hőfok határértékének megállapítása és az optimálisra való fokozása (lassabb cirkuláció), valamint a vízlágyulás nyújt energiagazdálkodási lehetőséget.

A kohászat legjelentősebb villamosenergia fogyasztója az elektrokemence és a hengermű.

A vaskohászat termelési önköltségében a villamosenergia nem játszik nagy szerepet és ez az oka annak, hogy a kohászok, akik elsősorban az önköltségek szempontjából vizsgálják az egyes jellemzőkkel kapcsolatos tennivalókat, a villamosenergiára sem fektettek különös gondot. A kész öntecsben a felhasznált villamosenergia értéke nem haladja meg a 3—4%-ot, még az elektrokohászatnál sem. Ennek a következménye az, hogy kohászok az e téren való gazdálkodásnál nem tudnak jelentősebb eredményt kimutatni.

Jednerál szovjet akadémikus, Zamorujev szovjet professzor, V. I. Veic és Aronov professzorok idevonatkozó munkáikban megállapítják, hogy az elektroacélgártás jelenlegi alkalmazási területe oly államokban indokolt, ahol a villamosenergia bőven és olcsón áll rendelkezésre. Oly államokban azonban, ahol az energiaelőállítás túlterhelte kalórikus erőművekre támaszkodik és ahol az acélgártást a hulladék- és ócskavas nagymérvű feldolgozása nélkül lehet végrehajtani, feltétlenül ajánlatos a részben vagy egészen gázzal vagy olajjal való acélgártást a jól átdolgozott minőségi Martin-acél, vagy a duplexeljárással, Martin-beolvasztás után elektrokemencében végzett finomítással gyártott elektroacél. Megállapításuk szerint az elektromos acélgártást arra a lényegesen szűkebb területre lehet és kell szorítani, ahol a megfelelő minőség előállítására más mód nincs. Az utóbbi megállapítás teljes egészében vonatkozik Magyarországra, ahol kalórikus erőtelepeink jelenleg is túlterheltek és a közeljövőben igenis lehetősége van annak, hogy energiafeleslegekkel számolhassunk. Vízierőműveink kapacitása az elektrogyártás szempontjából nem bír jelentőséggel, annál is inkább, mert népgazdaságunk egyik fontos termelvénye, az alumínium még inkább igényelné az olcsó, tehát vízerővel ellátott villamosenergiát.

Mindenekelőtt szakítani kell azzal a termelési móddal, hogy kényelmi okokból olyan szénacélfajták elektrokemencében való előállítását is erőlteti évek óta, amelyek gyártása más módon is minden nehézség nélkül elektromosáram nagymérvű felhasználása nélkül keresztülvihető lenne.

Legnagyobb gépgyárainkban, tehát nem tisztán kohászati üzemeinkben általános gyakorlat, az elektrokemencéknek ilyen jellegű felhasználása.

Megtalálhatók azonban ezek a jelenségek a nagy kohászati üzemekben is, bár sokkal kisebb mértékben.

Még nagyobb jelentőségű lenne a beolvasztás, tehát a nagyobb energiaigényű áramszolgáltatás szempontjából a lökészerű terhelés miatt amúgy is kedvezőtlen folyamat más energiahordozóval való elvégzése, az ú. n. melegbetét alkalmazása. Nálunk ez adja a nagyobb lehetőséget az elektroacélgártásban való gazdálkodásnak. Az így gyártott elektroacél az elektromoske-

mence előnyeit a finomítás és a dezoxidálás folyamatának elektromos úton való végrehajtása következtében teljes egészében élvezi és minőségére közömbös az energia túlnyomó, kétharmadrészt igénylő, beolvasztási műveletnél felhasznált energia jellege, vagy helye. Jednerál táblázata jellemző számokkal támasztja alá a folyékonybetétes elektroacélgártás előnyeit.

	Adag	
	szilárd	folyékony
<i>Hőfelvétel:</i>		
Elektroenergia .....	95	22,34
Adag hőtartalma .....	0,5	75,57
Exotermikus reakciók .....	1,5	0,40
Égő elektródák által fejlesztett ..	3,0	1,69
	110 %	100 %
<i>Hőkiadás:</i>		
Acél hőtartalma .....	55,2	80,51
Salak hőtartalma .....	3,6	3,37
Endotermikus reakciók .....	5,3	—
<i>Hővesztések:</i>		
A távozó gázokkal .....	2,5	1,12
Hűtővízzel .....	4,1	3,67
Trafó, sín, kábel, elektróda .....	7,3	2,72
Kemence felületein nyitott ajtón	22,0	8,61
	100 %	100 %

Az elektrokohászat azonban jelenlegi formájában is, minden technológiaváltoztatás nélkül, csupán az adott követelmények pontos felmérésével és betartásával igen jelentős mennyiségű villamosenergiát takaríthat meg, sőt jelentős mennyiségű villamosenergia felhasználásának időrendi megosztásában is már segítségére lehet az energia termelésnek.

Mindenekelőtt a kemencék nagyságrendjének a megválasztása, illetőleg lehetőség szerint a nagy kemencék alkalmazása, ami a villamosenergia gazdálkodásba jelentős eredményeket hozhat. A fogyasztás tonnánként 1000—700 kW-ig terjed és ezek az értékek szorosan függnek össze a kemencék nagyságrendjével, a sugárzási és egyéb veszteségekkel. Nem közömbös az ív és az így felhasznált villamosenergia számára, hogy a különféle nagyságú darabok hogyan vannak elhelyezve a kemencében, mint ahogy nem közömbös az sem, hogy a berakás mennyi ideig tart, így a berakási idő alatt a nyitott ajtón, vagy esetleg kemencetetőn keresztül mennyi hő megy veszendőbe.

Döntő kérdés az energiafelhasználás szempontjából az ív helyes szabályozása, az ív hosszának oly módon való megválasztása, hogy a beolvasztás idejében állandóan változó ívhossz mellett az áramerősség állandó és a legkedvezőbb maradjon.

Jelentős hőmennyiségek távoznak el a kítórgázokkal, amelyek főként az 1200—1400 C°-ig felmelegedett beszívott levegővel távoznak az elektróda és egyéb nyílásokon.

Az elektrokemence ajtajának felesleges nyitvatartása rengeteg hőt emészt fel, mind a közvetlen sugárzás, mind az előbb említett levegőbeszívás és okozott gázfeljődés következtében.

Miután az ajtók nyitása következtében előálló hővesztés az idevonatkozó tapasztalatok szerint az összes bevitt hőmennyiség 4%-át is kiteheti, az ezen a téren elérhető megtakarítások tehát az ajtóknak a jó zárása — lehető legkevesebb — legrövidebb ideig tartó nyitása, jelentős villamosenergia-megtakarítást eredményez.

Üzemeink igen gyakran használnak edzésre és lágyításra olyan hőkezelési követelményeknél is villamosenergiát, amit gázzal vagy olajjal előbban és mégis megfelelőbb módon kielégíthetnének.

Az alábbi táblázat a nehézipar munkameneténkénti villamosenergia-szükségletét mutatja szovjet tapasztalatok alapján.

A fogyasztás faja	A villamosenergia-szükséglet megoszlása		
	a téli hónapok villamosenergia-fogyasztására vonatkoztatva	a villamosenergia-fogyasztás felső határértéke	a fogyasztók beépített teljesítményére vonatkoztatva
1. Termelő villamos folyamatok ...	47%	48%	37%
Ebből:			
a) fémek olvasztása .....	21%	29%	14%
b) villamos hevítés és hőkezelés	18%	13%	13%
c) villamoshegesztés .....	9%	6%	10%
2. Szerszámgépek, emelőmunkák. ...	17%	20%	40%
Ebből:			
szállító- és emelőberendezésre			
esik .....	5%	6%	16%
3. Sűrített levegőellátás (kompresszorok és szellőzők) .....	23%	18%	10%
4. Vízellátás (szivattyúk) .....	10%	10%	11%
5. Világítás .....	3%	4%	2%
	100%	100%	100%

Itt említjük meg, az előállításnál villamosenergiát igénylő oxigéngyártással kapcsolatban, az oxigénnek a kohásban való fokozott felhasználását, mely az adagidő lerövidítése útján, más vonalon jelentős energiamegtakarítást eredményez. 1 m<sup>3</sup> oxigén 0,7—1 kWó energiát igényel, azonban akár a besszemerezésnél, akár Martinban, akár elektrokemencében felhasználva, a termelékenység emelésén kívül nagy energiagazdálkodási jelentősége van.

Az erőtelepek kihasználási szempontjaira a heti terhelési diagramm és a napi terhelési diagramm hívja fel a figyelmet. Ezek a diagrammok természetesen az egész napi energiatermelést, tehát az összes iparágakra és a világításra stb. kiadott energiamentyiséget tükrözik vissza. Ezen belül helyezkedik a kohászat terhelése is, amely éppen az elektrokemencék változatos terhelési jelenségei következtében napról-napra, óráról-óra változó görbét mutat.

Ahhoz, hogy ilyen jellegű terhelés jelentőségét és a tennivalókat fel tudjuk mérni, meg kell vizsgálnunk a terhelés egyenletlenségének befolyását az energiaszolgáltatásra, illetve azokat a nehézségeket és következményeket, melyeket a terhelési görbe nemkívánatos alakulása okoz.

Amikor a terhelés számadatait akár napszaki, akár hét vagy év függvényében nézzük, elsősorban a beruházás szempontjai a döntők, a beruházás terén tudunk energiagazdálkodás útján eredményeket elérni. Az erőművek mindig olyan kapacitással kell, hogy álljanak a fogyasztók rendelkezésére, hogy azokat a maximális terhelés esetén is megfelelő biztonsággal — 10—20%-os tartalékkal elláthassák. Ebből a szempontból döntő a csúcskérdés a beruházás vonatkozásában, mert az erőtelepek kapacitásának meg kell felelnie a legmagasabb csúcsoknak is, sőt az esetleges kiesésekre való tekintettel, azt túl kell haladniuk. Ezt a célt szolgálják a tartalékok.

Azokban nemesak az erőtelep beruházásainak értékeit befolyásolja a maximális terhelési csúcs, hanem a szükséges hálózatok, anyag-, munkaerő-kapacitását, időszükségletét is. Az egész borítógörbe csúcsa nyilvánvalóan nem az ipartól származik, hanem a lakosság este és télen reggel beálló világítási és háztartási szükségleteiből.

A világítás a sötétedés beálltakor és téli időszakban a reggeli munkakezdési időben jelentkezik nagy mértékben és hozzáadódik az ipar terheléséhez, amelynek csúcsa a délelőtti órákban van. Ezen változtatni nem lehet. A világítási terhelést nagymértékben növeli a dolgozók egyre kulturáltabb életmódját jellemző háztartási készülékekből eredő, ugyanezen időszakra eső fogyasztás, amely szintén nem tölthető el a napszak más részébe (vacsorafőzés stb.).

Nyilvánvaló ebből, hogy a gazdálkodás egy szűkebb sávra, azon üzemekre és technológiákra szorítkozik, ahol az üzemeltetési időszak nem bír különös befo-

lyással az üzem menetére, sem pedig a technológiai kívánalmak nem akadályozzák meg a terhelésnek bizonyos időbeli korlátozását vagy szüneteltetését.

A terhelési diagramm önmagában tárja fel az elsődleges tennivalókat, és ez a terhelés csúcsidőben jelentkező egyrészének, az éjszakai időpontba való áttelepítése, vagyis az éjszakai műszak erősítése a másik műszak rovására, úgy, hogy a termelésben kiesés ne legyen.

A könnyűiparban a dolgozók többsége nő, anya, feleség, és ez arra a megfontolásra bírja az energiaszolgáltatókat, hogy ilyen megoldáshoz csak a legvégső esetben folyamodjanak.

Ezzel szemben a kohászati üzemből 100 kW terheléscsökkenéshez legfeljebb 2—3 dolgozó tartozik, az előbbi 1—2000-rel szemben, mert egy 2—3000 kW-os elektromoskemence üzeméhez 20—30 dolgozónál több, még a szükséges személyzettel együtt sem tartozik, szemben a könnyűipar kW-kénti 15—20 dolgozójával.

A kW-ok és a dolgozók arányának vagy a dolgozók szociális helyzetének viszonyán kívül, beruházási vonatkozásban, figyelembe veendő az elektromos beruházás összehasonlítása azon beruházási értékkel, mely abból a célból lenne beépítendő, hogy a csúcssterheléseket az üzem elkerülje, illetve bizonyos csúcsidő terhelési kapacitást a napszak más részébe tessen át anélkül, hogy műszakeltolásokat kellene elvégeznie. Ilyen például a kemencék számának szaporítása abból a célból, hogy az ezzel elért termeléstöbblet következményeképpen csúcsidőben eszékenteni lehessen a termelést és ezzel együtt a terhelést. Egy 10 tonnás elektrokemence beruházási ára 15 millió forint körül van, a szükséges összes berendezésekkel, épülettel, daruval, transzformátor- és kapcsolóberendezéssel együtt. A 10 tonnás kemence csúcssterhelése 3—4000 kW, tehát — főképpen egyidejű beolvasztással számolva — az elektromos oldalon 3—4000 kW-ot kell beruházni arra, hogy az ilyen kemencét zavartalanul lehessen kiszolgálni. Ha ilyen 15 millió forintos beruházási többlettel épített kemence lehetővé teszi azt, hogy egy hasonló nagyságú elektromos kemence a csúcsidőben ne dolgozzék, sőt még termelési többletet is biztosít, akkor 4000 kW-nak megfelelő beruházás maradhat el, ami a gyakorlati 10—12 000 Ft-os beruházási egységárral számítva, 40—50 millió forint beruházási értéket képvisel.

Lehetőséget nyújt az elektrokemencéknél a csúcsidőben az egyidejű beolvasztási periódusok redukálása, vagy a beolvasztási folyamat csúcsidő teljes kizárása. Ez elérhető beruházás árán, amikor egy e célra beállított kemencével pótolják a csúcsidőben kiesett termelést, vagy szervezéssel, amikor az üzem beáll a kemencék üzemeltetésében arra, hogy a kooperáció csúcsidőjében beolvasztás és az azzal járó többletterhelés ne zavarja az energiaszolgáltatást. Az esetleges hőtartási energiafogyasztás itt kevésbé jön számításba.



Jellemző a ciklikus elektrokemence üzemére Jednerál professzor „Elektrokohászat“ c. könyvében azon megállapítása, hogy az elektrokohászatban egy nagyobb üzemben 1,21% idő, tehát kb. öt munkanap esett ki áramszolgáltatási hiányok következtében. „Ezt az idézte elő, hogy nem tartották be a kemencék munkaprogramját és a beolvadás periódusa több kemencénél esett össze, mint ahogy azt a program megállapította.“ Jednerál fenti megjegyzése azt bizonyítja, hogy az energiaszolgáltatásnak azon igénye, hogy a beolvadási folyamatokat a kohászat terhelés szerint szabályozza, nem magyar specialitás, hanem a népgazdaság természetes követelménye a kohászattal szemben.

Az adagolásnál megtakarított minden perc a beolvadási periódusnak egy perccel való megrövidítését jelenti irodalmi adatok szerint, és mivel a terhelés akkor a legnagyobb, nyilvánvaló, hogy mind a terhelés, mind a fogyasztás vonalán ez a legnagyobb jelentőségű.

A kosáradagolás nagy mértékben rövidíti le az adagolás időszakát, de ezzel együtt a beolvadás időtartamát is, nem beszélve arról, hogy a jól elkészített kosáradagolás 20—30%-kal emeli a kemence termelőképességét és 5—6%-kal csökkenti a villamosenergia-fogyasztást. A kosáradagolás 10—15%-kal csökkenti az elektródafogyasztást is.

Az ötvözetek gyártásánál nagyjából ugyanazok a követelmények jelentkeznek, mint az acélgyártásnál. A jelentős különbség azonban az, hogy amíg az elektroacél gyártásánál a villamosenergia értéke az összköltségben 4—5%-ot tesz ki, addig a villamosenergia költségrészesedése 75%-os ferroszilikium-gyártásnál 46—50%. Így tehát itt az elérhető energiamegtakarítás

vagy csúcsidei terheléscsökkentés (elektrodáknak csúcsidei cseréje útján) fajlagosan is még jelentősebb eredményeket hozhat.

A hengerműveknél az energiagazdálkodásra a motorok jó kihasználásán kívül a legnagyobb lehetőséget az nyújtja, hogy abban az esetben, ha a hengerek foglalkoztatottsága nem 24 órás, hanem akár az öntések előmelegítése, akár a Martinnal való összműködés nehézségei a hengerek munkájában kieséseket jelentenek, ezen hengerállásokat lehetőleg a csúcsidőre kell szorítani.

Az energiagazdálkodásnak a hengerműveknél nemcsak lehetősége, hanem követelménye a technológiával együtt az, hogy a hengerlésre kerülő bugák megfelelő hőfokon kerüljenek a hengersorra, mert a szükséges hőfokot el nem érő öntések hengerlése nemcsak selejtet jelent a kohászat részére, de túlterhelését az energetikai berendezésnek is.

Bár a fenti cikk nem meríti ki teljesen a lehetőségeket, célja az, hogy a főbb szempontokat csoportosítsa és lehetőséget adjon ennek alapján hozzájárulásra, a lehetőségek alaposabb kitárgyalására, a szakemberek, az érdeklődők részére. Az energiagazdálkodás fontossága ma már vitathatatlan, annál is inkább, mert az energiagazdálkodás fontosságát nemcsak a természetszerű gazdaságosság, hanem az energiának napról-napra észlelhető hiánya, és ezen hiányok által fenyegető termelőkiesés és nehézségek, valamint a fejlődés visszamaradásának veszélye is alátámasztja. Ez természetes velejárója a szocializmus hatalmas ütemű fejlődésének, és fokmérője az ipari fellendülésnek, amely azonban kellő gazdálkodás nélkül fékjavé válhatik öt éves tervünk megvalósításának.

## A volfram-vita

Egyesületünk legutóbbi választmányi ülésén párázs vita fejlődött ki amiatt, hogy lapunk 1953. évi 10. száma egyik cikkében a W-jelű elemet a szokásos *wolfram* helyett *volfrám*-nak írtuk. A vita eldöntésére a Magyar Tudományos Akadémia Nyelvtudományi Intézetét kértük fel, amely a kérdést az alábbiak szerint döntötte el.

„Október 24-i. 1202/1953. sz. levelük egy elem magyar nevének helyesírása tárgyában kérdést intézett hozzánk. Válaszunk a következő:

A vitás szónak mind a négy lehetséges helyesírási változatát megtaláljuk a közkeletűbb forrásokban, noha az egyes írásmódok váltogatása sem a szóalakat tartalmazó munka természetével, sem keletkezésének korával nem hozható közvetlen kapcsolatba. Azt kell mondanunk: a szó írása tekintetében ma és az utóbbi két-három évtizedben teljes a zűrzavar.

A fellelhető változatok és forrásaik a következők:

1. *Wolfram*: csak ebben az alakban Hadrovics—Gáldi: Orosz-magyar szótár 1951; Magyar-orosz szótár 1952

csak ebben az alakban Uj Idők Lexikona csak ebben az alakban Technikai Lexikon 1928 ebben az alakban főcímszóként, de más alakról is utalva rá Pallas Lexikon és Révai Lexikon

csak ebben az alakban Hevesi: Orosz-magyar műszaki szótár 1950 (de a magyar—orosz részben másképp) ebben az alakban, de más alakban is, egymásra való utalás nélkül Országh: Magyar-angol szótár 1953 csak ebben az alakban Herczeg: Olasz-magyar szótár

ebben az alakban csak utalószóként más alakra Magyar-német műszaki szótár 1953 (de a német-magyar részben ez alakban elő sem fordul!)

2. *wolfram*: csak ebben az alakban Halász: Német-magyar szótár 1952

csak ebben az alakban Hevesi: Magyar-orosz műszaki szótár 1951 (de az orosz-magyar részben másképp).

3. *volfram*: csak ebben az alakban Kelemen—Thienemann: Magyar-német szótár 1942

ebben az alakban, de másban is, egymásra való utalás nélkül Országh: Magyar-angol szótár 1943

ez alakban más alakra való utalószóként Pallas Lexikon.

4. *volfrám*: csak ebben az alakban Eckhardt: Francia-magyar szótár 1953

csak ebben az alakban Német-magyar műszaki szótár 1953

ez alakban főcímszóként, más változatról is ide utalva Magyar-német műszaki szótár 1953

ez alakban csak utalószóként más alakú címszóra Révai Lexikon.

A szó helyesírási szempontból többszörösen is probléma, mert kettős lehetőséget rejt: egyrészt a szókezdő hang, másrészt a második szótagbeli magánhangzó írása miatt. A *w-s* forma a szó eredeti írott alakját tartja meg, a *v-s* írásmód magyarosítja a szóalakat. — Nem ilyen egyszerű a helyzet a második szótag magánhangzója dolgában. Az *a-s* írásmód itt nemcsak az eredeti idegen helyesírást tükrözi, hanem tulajdonképpen ez tükrözi helyesen a magyar kiejtést is. Az idegen nyelvekben, amelyekből a szót vehettük, mindenütt ajakkerekítés nélküli *a* hang van, mely színzetében kétségtelenül közelebb áll a magyar *á*-hoz, mint az *a*-hoz, ámde rövid. S ha van is bizonyos nyúlás rajta (mint esetleg a franciában vagy az oroszban), ez nem a magánhangzó hosszúságára, hanem a második szótag hangsúlyos voltára jellemző. Az *á-s* írásmód tehát éppenséggel nem magyarosít, hanem az idegen kiejtést próbálja magyar helyesírással tükrözni, de meglehetősen eltorzítva.

Az idegen eredetű vagy idegen szavak ajakkerekítés nélküli rövid *a* hangját a magyarban általában — ilyen rövid hangunk nem lévén — közönséges, ajakkerekítéses rövid magyar *a*-val szoktuk a kiejtésben helyettesíteni. Furcsa lenne épp ezért a *bállon*, *márxiszmus*, *akadémia*; de még a *szolidaritás*, *tolerancia* is. Az *á*-val való írást helyesírásunk szabályai csak a *j* előtti rövid *a*-féle hang esetében hagyják jóvá: *sztrájk*, *kombájn*,

*Svájc* stb. — de ezekben valóban nem *sztrajk*, *kombajn*, *Svájc* a magyaros kiejtés.

Kellően megalapozottnak tehát csak két írásmód alakban a második szótagnak *á*-val való írása tudákos, a magyar kiejtéstől és helyesírástól idegen okoskodás eredményeként keletkezett alak; a *wolfram* pedig eleve elvetendő hibrid.

A *wolfram* alak mellett *szól* egyszerűbb eredetibb volta, másrészt az, hogy így a szóalak írása összhangban van a fémnek *W* vegyjelével. Ellene *szól* viszont az, hogy a szélesebb körben elterjedt idegen szavakat általában igyekszünk magyarosan írni, s a magyar ábécében *w* betű nincsen. Nélkülözhetővé teszi ezt az írásmódot az is, hogy igen sok elem nevének kezdőbetűje nem egyezik vegyjelével (pl. *C* = *szén*, *S* = *kén* stb.) —

A *wolfram* írásmód mellett viszont az *szól*, hogy írásjeleit tekintve magyarosabb, helyesen tükrözi a magyaros kiejtési formát is; s ez fontos olyan szavaknál, amelyek helyett nyelvünkben ugyanannak a fogalomnak a megjelölésére nincsen másik szó. A *wolfram* fém ismerete csak ezen a néven terjedhet a magyarul beszélők széles köreibben; s talán könnyebben terjed, ha írásmódja is közös műveltségünk szerves részének mutatja, nem megtúrt idegen elemnek.

Az elmondottak alapján — helyesírási szabályaink szelleméből is adódóan — a *wolfram* írásmód látszik a lehetségesek közül legcélszerűbbnek.

A MTud Akadémia Nyelvtudományi Intézete  
Magyar Osztályának nevében:

Deme László

## Hírek

### ROÓB JÓZSEF

A magyar nagyolvasztós szakemberek egyik legkiválóbbja, Roób József kohómérnök Budapesten 1953 november 12-én, 74 éves korában elhunyt. Felső-Magyarország legősibb vasipari vidékéről, Mecenzéfről származott, tanulmányait Selmechányán végezte. Gyakorlati pályája mindvégig a nagyolvasztókhoz és kokszolóművekhez kapcsolódott. Több mint 10 évet töltött Resicabányán és Aninán, ahol is üzemvezetői működésének idejére esett a kohók és kokszolók 1907—1910. években végrehajtott gyökeres korszerűsítése, illetve a resicabányai új 300 tonnás nagyolvasztó felépítése. Itt szerzett tapasztalatairól Egyesületünk 1910. évi közgyűlésén, lapunk hasábjain is megjelent előadásában számolt be.

Resicán megalapozott nagyolvasztós szakismeretei alapján 1913-ban az Állami Vasgyárak Igazgatósága megbízta őt a Diósgyőrben létesülő új nagyolvasztók építésvezetésével. A munkálatokat, valamint Roób József működését is az első világháború szakította félbe. Hat évi katonai szolgálat után tért vissza Diósgyőrbe, de a háború utáni gazdasági pangás miatt a nagyolvasztók építését nem folytathatta. — 1921-től 1926-ig a kormpai nagyolvasztók vezetője volt, 1926-tól pedig 1941-ig az ózdi kohók üzemigazgatója. Szaktudását és hosszú üzemi tapasztalatát itt tudta leginkább kifejteni. Vezetése alatt az ózdi nagyolvasztóüzem mind gazdaságosság, mind gyártmányminőség, mind pedig a kohók egyenletes járása szempontjából mintaszerű fejlődésen ment át.

Mély szociális érzéséből fakadt a dolgozók érdekeinek mindenkor messzemenő felkarolása, a vasipari munkások százait juttatta kedvező feltételű kölcsönök révén családi házakhoz.

Fáradhatatlan alkotóvágya élete végén sem hagyta pihenni. 1951 óta a Kohóipari Tervező Iroda kokszoló osztályán működött mint szakértő-mérnök s így résztvett az első korszerű magyar kokszolómű megvalósításában.

Roób József munkás életét mindvégig a magyar vasipar fejlesztésének szolgálatába állította, szakmájának igazi rajongója, munkatársainak együttérző kolégája volt.

Egyesületünk nevében Tetmájer Alfréd tagtársunk mondott ravatalánál utolsó Józserencsét.

### Kovács-hírek

November 19-én a KGM Kovácsolási Munkaközösség ülést tartott. Az ülés keretén belül *Bilek Károly* tartott ismertetőt „A hideg darabolás kérdése” címen és *Metes Lajos* számolt be a többiüreges technológia bevezetésének kérdéséről a Ganz Vagon kovácsüzemben.

December 2-án a Bányászati és Kohászati Egyesület Kovácsstagozatában *Terény Aladár* tartott előadást a „Süllyesztékes kovácsolás korszerű technológiája” címen.

### Megjelent a Műszaki Könyvjegyzék

mely az 1950. január 1—1953. június 30 között megjelent műszaki könyveket tartalmazza. A jegyzék szakbeosztása az egyes iparágak szerint sorolja fel az anyagot és az iparágakon belül az üzemek típusai szerint osztja alcsoportokra. Az idetartozó szorosan vett műszaki könyvek kivül mindazokat a műveket is felsorolja, melyek valamiféle vonatkozásban vannak az illető iparággal.

Ez az újszerű jegyzék megkönnyíti az üzemi dolgozók részére azoknak a könyveknek kiválasztását, amelyek munkájuk jobb végzéséhez, szaktudásuk emeléséhez szükségesek.

### Népi demokratikus műszaki irodalom az Országos Műszaki Könyvtárban

A népidemokráciákkal kötött csereállapotok alapján csaknem valamennyi román, cseh és lengyel műszaki könyv megtalálható az Országos Műszaki Könyvtárban. A népidemokráciák értékes szakkönyvei iránt komoly érdeklődés mutatkozik. Különösen az új módszereket, újításokat kísérik figyelemmel az üzemek dolgozói és igyekeznek saját munkaterületükön a népidemokráciákban megvalósított módszereket bevezetni.

### Típus bibliográfiák a kohó- és gépipar számára

A Kohó- és Gépipari Minisztérium részére 10 típus bibliográfiát készített az Országos Műszaki Könyvtár igazgatóságunként és ezeken belül is szakosítva. A bibliográfiákat új műszaki könyvtárak felállításánál és a műszaki könyvtáraknak a szakszervezeti könyvtáraktól történő elválasztásánál használják.

A minisztérium részére készítették még az általános gépgyártást magába foglaló 1483 adatot tartalmazó bibliográfiát.

## KOHÁSZATI LAPOK

Felelős szerkesztő: Vajk Péter. — Felelős kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat vezérigazgatója  
Megjelenik: 1400 pld-ban. — Szerkesztőség: VI, Rudas László u. 45. — Telefon: 129-699.